

RELAZIONE DELLA COMMISSIONE DI STUDIO

Il sottosuolo di Napoli

A CURA DEL COMUNE

NAPOLI

1967



La digitalizzazione del seguente volume è stata realizzata da Napoli Underground.
L'autorizzazione alla diffusione è stata concessa dal Direttore Generale del Comune di Napoli
Dott. Vincenzo Mossetti su indicazione del Sindaco On. Rosa Russo Iervolino
con nota prot. nr. 170 del 9 marzo 2010.
Si ringrazia particolarmente il Consigliere Comunale Salvatore Parisi
che con il suo impegno ha reso possibile tutto ciò.

Ultima revisione 25 aprile 2010

Il presente volume è accompagnato da un atlante contenente otto tavole a colori.

RELAZIONE DELLA COMMISSIONE DI STUDIO

Il sottosuolo di Napoli

A CURA DEL COMUNE

NAPOLI

1967

Una lava di case ha sommerso Napoli, incredibilmente. Le colline sono state aggredite, il verde distrutto, i luoghi sconvolti dalla speculazione edilizia. A chi viene dal mare la città si presenta ormai come un grottesco presepe di cemento, aggrappato ad una brulla dorsale tufacea.

Questa è oggi Napoli, che fu prediletta da Virgilio ed esaltata da Goethe. Una Napoli che ancora nel XVIII secolo, sempre più, fiorente nel suo tono di « capitale » dopo la scoperta sensazionale delle antiche città sepolte di Ercolano e Pompei, cominciava appena ad espandersi con qualche villa lungo la Chiaia, verso Posillipo coperto di boschi, e con qualche palazzotto verso la verde e liberissima pianura che conduceva sino a Portici. E fu poi soltanto nel 1812 che Murat, violando il silenzio incantato di Posillipo e dei suoi romantici villaggi, volle creare la passeggiata d'obbligo costruendo la strada panoramica che congiunge Palazzo Donn'Anna con il Capo. Del resto il ricordo delle colline rigogliose di boschi e di vigneti, la visione di una Napoli più dolce ed umana in cui una gita nelle campagne di San Giacomo dei Capri significava allontanarsi di gran lunga dal centro abitato della città, sono ancora vivi e presenti nelle generazioni contemporanee.

La nefanda, autentica manomissione di Napoli appartiene invero ad epoca molto recente ed è una conseguenza della profonda depressione culturale e morale intervenuta in questo dopoguerra. Nell'arco di tempo ben definito, e che parte dagli anni 50, sono state consentite alterazioni gravi ed irreversibili di un paesaggio tra i più belli del mondo, è stato compromesso lo sviluppo urbanistico ordinato e civile della città, si è persino attentato, ciecamente, alla sicurezza ed alla vita dei cittadini napoletani. Ne sono valse ad impedire questo scempio le voci di protesta di urbanisti, di intellettuali, di politici, sempre più alte e vibrante quanto più forsennata diventava l'opera dei guastatori.

Ma se la ragione, il senso di civiltà, l'amore per Napoli sono venuti meno a tutti i livelli di responsabilità e non hanno costituito un argine

valido contro la violenza dilagante della speculazione edilizia, un nuovo e decisivo elemento di rottura con i sistemi del passato si è inserito oggi nella problematica cittadina. Questo elemento è legato alle improrogabili esigenze della sicurezza dell'abitato e deriva dalla conoscenza, ormai acquisita attraverso la pubblicazione di questa fondamentale relazione, delle condizioni del sottosuolo e del suolo di Napoli.

Noi oggi sappiamo, infatti, in base ai risultati di uno studio di particolare interesse scientifico e di grande importanza tecnica, che un enorme sovraccarico, sia statico che idraulico, è stato apportato nella nostra città ad infrastrutture vetuste, o inadeguate, dalla irrazionale e caotica espansione urbanistica di questi ultimi venti anni. Noi sappiamo ormai con certezza che il limite di rottura di determinati equilibri non è lontano. Le frane, i crolli, le voragini non sono, purtroppo, fatti nuovi nella storia di Napoli: ma la loro impressionante frequenza in questi ultimi anni, le caratteristiche che tali eventi hanno assunto soprattutto nell'area collinare, sono in larga misura la conseguenza di un deterioramento sistematico e progressivo del tessuto di sostegno e delle strutture portanti della città. I vuoti sotterranei di ogni tipo e grandezza, presenti in gran numero in diverse zone della città bene identificate, operano talora come elemento aggravante in situazioni di precario equilibrio, ma non ne costituiscono, in genere, il primo e fondamentale movente.

Questa sconcertante diagnosi è stata formulata con rigore scientifico dalla Commissione per lo studio del sottosuolo di Napoli, che ha anche rassegnato all'Amministrazione Comunale una serie di raccomandazioni e proposte di grande importanza sul piano tecnico ed urbanistico. La relazione conclusiva della Commissione sarà certamente oggetto del più vivo interesse nelle sedi qualificate, sia italiane che straniere: ma per tutti essa assume fin da ora il valore di un prezioso insegnamento e di un severo monito.

Appare ovvio a questo punto che i rimedi ai gravissimi danni provocati da un passato di errori, di leggerezze e di abusi non consistono soltanto in una serie di provvedimenti normativi e nella indispensabile realizzazione di importanti opere pubbliche atte a restituire gradualmente, secondo opportune scelte prioritarie, le condizioni di assoluta sicurezza all'abitato. Tali rimedi vanno anche e soprattutto inquadrati nel più vasto piano di ristrutturazione urbanistica della città, che l'Amministrazione Comunale di centro sinistra va con premura elaborando. Non è infatti chi non veda come la gran parte dei guasti sia da attribuire alla persistente carenza di una moderna e funzionale regolamentazione urbanistica, essendo largamente superata nella visione e

travolta addirittura dai fatti quella tuttora dettata dal piano regolatore del 1939.

Tale valutazione di fondo trova, infatti, un preciso riscontro nella attuale realtà operativa. Dall'Amministrazione Comunale di centro sinistra è stata promossa e conclusa l'indagine sul sottosuolo di Napoli, mentre si avvia alla conclusione anche il complesso lavoro del Comitato per il nuovo piano regolatore. La intera materia, necessariamente coordinata, dovrà trovare nei primi mesi del prossimo anno la sua compiuta definizione.

Si delineano così con chiarezza gli elementi portanti di una netta inversione di tendenza rispetto agli indirizzi del passato. Ciò sotto la spinta di un'azione amministrativa corretta e responsabile, rivolta ad assicurare finalmente alla città un civile sviluppo urbanistico, economico e sociale, sulla base di una visione organica dei problemi e delle soluzioni da affrontare.

Occorre ora passare dalla fase delle premesse e delle impostazioni di fondo a quella delle realizzazioni concrete. Occorre ristrutturare Napoli per le generazioni che verranno, restituire alla città sicurezza, respiro, verde, prestigio. E' un compito che esige un grande impegno unitario delle forze della cultura, del lavoro, della tecnica, sostenute dalla decisa volontà politica della classe dirigente.

A questa Napoli degli anni 80, collocata su una nuova frontiera di civiltà e di progresso, hanno offerto con amore il loro fondamentale contributo i tecnici valorosi che hanno condotto gli studi sul sottosuolo della città. Ad essi, come Presidente della Commissione e, soprattutto, come napoletano, sento di poter testimoniare la gratitudine della intera cittadinanza. La loro opera non sarà cancellata dal tempo, come le orme di un passante, né dagli uomini. Resterà come una guida sicura nel lavoro di ricostruzione della città, come un monito per l'avvenire, come un atto di accusa per il passato.

Napoli, ottobre 1967

BRUNO ROMANO

PARTE PRIMA

Rapporto sull'attività svolta e conclusioni

A) COSTITUZIONE DELLA COMMISSIONE

La Giunta, in data 14 marzo 1966, su proposta dell'Assessore ai LL. PP. On. Bruno Romano, deliberò di nominare una Commissione per lo studio del sottosuolo cittadino allo scopo di rilevarne la genesi, la natura e la consistenza.

La Commissione fu così composta :

- | | | |
|-----|-------------|---|
| 1) | Presidente | On. Dr. Bruno Romano, Assessore ai LL. PP. |
| 2) | Commissario | Dr. Ing. Lelio Saccani, Ingegnere Capo del Comune di Napoli |
| 3) | Commissario | Dr. Ing. Mario Sgarrella, Ingegnere Capo del Genio Civile di Napoli |
| 4) | Commissario | Dr. Ing. Francesco Saverio Verde, Comandante dei VV. FF. di Napoli |
| 5) | Commissario | Dr. Ing. Sabattino Meneganti, Ingegnere Capo del Corpo Statale delle Miniere, distretto di Napoli |
| 6) | Commissario | Prof. Ing. Arrigo Croce, ordinario di Tecnica delle Fondazioni e Costruzioni di Terra (Geotecnica) |
| 7) | Commissario | Prof. Ing. Vincenzo Franciosi, ordinario di Scienza delle Costruzioni |
| 8) | Commissario | Prof. Ing. Pasquale Nicotera, ordinario di Geologia Applicata |
| 9) | Commissario | Dr. Ing. Dante Bardi, Ispettore Generale del Corpo Statale delle Miniere |
| 10) | Commissario | Prof. Ing. Roberto Di Stefano, docente universitario, esperto |
| 11) | Commissario | Prof. Pietro Parenzan, presidente del |

- | | | |
|-----|-------------|---|
| 12) | Commissario | Centro Speleologico Meridionale
Dr. Ing. Carlo Galateri, assistente alla
Cattedra di Tecnica delle Fondazioni |
| 13) | Segretario | Dr. Ing. Guido Vinaccia, dell'Uff.
Tecnico comunale |

Inoltre, essendo stato stabilito che la Commissione poteva avvalersi, di volta in volta, della collaborazione di professionisti e tecnici specializzati per pareri, esami, analisi e quant'altro fosse stato ritenuto opportuno, il Presidente, in data 29 settembre 1967, ha invitato, per fornire il proprio parere, i Sigg.: Prof. Ing. Luigi Adriani; Prof. Ing. Corrado Beguinot; Prof. Ing. Renato di Martino; Prof. Ing. Paolo Ferrari; Dottor Guido Martene; Prof. Ing. Giuseppe Paoella; Prof. Ing. Giovanni Sapio; Dottor Ing. Silvio Terracciano; Prof. Ing. Carlo Viparelli.

Questi esperti hanno partecipato alle riunioni conclusive della Commissione fornendo il contributo della loro esperienza specifica, particolarmente nella redazione del capitolo sulle cause dei dissesti e nella formulazione delle raccomandazioni conclusive all'Amministrazione.

B) COMPITI DELLA COMMISSIONE E SCOPI

Alla Commissione fu demandato il compito di svolgere un dettagliato lavoro rivolto:

- a) all'indagine storica e bibliografica, con raccolta sistematica di notizie e rilievi;
- b) alla raccolta di dati e notizie presso Enti, Uffici tecnici, Società, ecc.
- c) all'effettuazione di rilievi topografici in superficie e nel sottosuolo;
- d) alla raccolta dei disegni e materiale cartografico;
- e) all'esecuzione di eventuali esami di laboratorio su terreni ed altri materiali rilevati;
- f) ad accertamenti tecnici, sopralluoghi e quant'altro necessario in ordine ad una completa indagine geotecnica del sottosuolo.

Il lavoro, di cui sopra, prosegue testualmente la citata delibera, dovrebbe consentire l'accertamento e la documentazione di quanto appresso:

- a) la qualità e la quantità di materiali esistenti al di sotto della superficie urbana, con particolare riferimento al tufo giallo ed alla ricostruzione della superficie limite di esso,
- b) l'andamento delle acque sotterranee;
- e) l'ubicazione e lo sviluppo di ogni tipo di vuoto sotterraneo nei tufi e nei terreni sciolti sopraesistenti (mediante rappresentazione grafica e relazione descrittiva);

d) l'elencazione dei dati rilevati nel sottosuolo, interessanti la geologia e l'archeologia.

C) SVOLGIMENTO DEI LAVORI

La Commissione venne insediata dal Sindaco, Prof. Giovanni Principe, il 16 aprile 1966. In detta seduta venne stabilito di suddividere l'attività della Commissione in due fasi, una prima consistente in indagini storiche, bibliografiche, reperimento di dati e notizie presso Enti, Società e privati e reperimento del materiale cartografico; una seconda fase, di coordinamento di tutto quanto reperito e di accertamento sopralluogo mediante rilievi e sondaggi.

C-I) Raccolta di dati esistenti

Per la prima fase fu (nella seduta del 13 maggio 1966) stabilito di suddividere i lavori necessari al suo espletamento nei seguenti settori paralleli:

a) raccolta e classificazione di qualsiasi dato di ordine geologico e geotecnico utile alla conoscenza del sottosuolo napoletano (lavori affidati al Prof. P. Nicotera);

b) raccolta di qualsiasi dato reperibile, in ordine alle cavità esistenti ed all'idrografia sotterranea, che si reputasse utile per ulteriori studi (lavori affidati all'Ing. D. Bardi);

e) collazione e traduzione grafica dei dati precedenti (lavori affidati al Prof. R. Di Stefano).

Inoltre, anche in considerazione del fatto che di recente si erano verificati crolli di opere di sostegno, la Commissione ritenne opportuno rivolgere la propria attenzione oltre che al sottosuolo, anche al suolo, in relazione alle opere di fondazione, per cui fu dato incarico al Prof. V. Franciosi di redigere una normativa per la progettazione e l'esecuzione dei muri di sostegno.

D'altra parte, poiché a seguito del crollo del muro di contenimento del corpo stradale della via Catullo, era stata nominata dall'Assessore ai LL. PP. una Commissione composta da tecnici del Comune, sotto la presidenza dell'Ingegnere Capo, per eseguire indagini sulle condizioni statiche dei muri di sostegno della zona collinare, la Commissione per il sottosuolo, affinché le indagini venissero svolte in maniera che i risultati potessero essere utili anche ai propri studi, decise, nella riunione del 31 maggio 1966, che i componenti della detta Commissione prendessero contatti con i Proff. Nicotera, Franciosi e Croce: pertanto fu stabilito che

le indagini (fermo restando che esse dovessero essere rivolte principalmente alla verifica statica delle condizioni dei muri della zona collinare) fossero svolte, come si vedrà in seguito, in maniera tale da poter ottenere un rilievo della collina di Posillipo, da valle a monte, quasi continuo secondo alcune fasce. Successivamente, la Commissione comunale ha proceduto indipendentemente nel suo lavoro ed ha consegnato, alla fine, copia della sua relazione, con grafici, a questa Commissione. Questa, inoltre, in proposito fa rilevare che tale lavoro prosegue a cura di un gruppo di tecnici all'uopo nominato dall'Amministrazione Comunale.

C-2) Studio per il rilievo delle cavità

Per quanto riguarda la seconda fase dei lavori della Commissione (rilievo delle cavità), venne affidato al Prof. P. Parenzan ed all'Ing. S. Meneganti, Capo del Distretto Minerario di Napoli, l'incarico di redigere una relazione per l'esecuzione di detti rilievi. Successivamente, furono costituite due squadre di rilevamento, facenti capo al Prof. Tempra, Vice Presidente del Centro Speleologico.

La relazione sulle «Modalità ed organizzazione dei lavori di rilevamento nel sottosuolo di Napoli», presentata alla Commissione, nella riunione del 31 maggio 1966, dall' Ing. Meneganti, ha costituito lo schema secondo il quale si è svolta l'attività di rilevamento. In quella relazione si proponeva il tipo di organizzazione del lavoro di rilevamento, i tempi ed i modi di esecuzione; si precisavano l'oggetto ed i requisiti del lavoro stesso, nonché i limiti e le approssimazioni attendibili con la adozione del metodo indicato (si riporta nella parte terza il testo della relazione suddetta).

Si creava, successivamente, in seno alla Commissione, un sottogruppo con il compito di avviare ed organizzare la fase diagnostica del lavoro. In tal modo si veniva a costituire un primo nucleo provvisorio dell' Ufficio per il Sottosuolo, temporaneamente distaccato presso l'Istituto di Geologia Applicata della Facoltà di Ingegneria di Napoli, diretto dal Prof. P. Nicotera.

Si è innanzi tutto provveduto ad ordinare e preparare la cartografia del territorio comunale e tutti i dati geognostici disponibili. E' da rilevare che il reperimento di dati è stato compiuto, innanzi tutto, nello ambito della Commissione, dove ciascun membro ha fornito tutto il materiale e le notizie in possesso suo personale o dell'Ente da lui rappresentalo. Inoltre, l'indagine è stata svolta anche presso i seguenti Enti, che hanno fornito gli elementi a fianco di ciascuno indicati:

1) Ferrovie dello Stato (andamento planimetrico ed altimetrico della rete metropolitana sotterranea, con tutte le notizie utili raccolte durante i lavori di costruzione della linea ferrata): richiesta avanzata alla

Direzione Compartimentale di Napoli, all'Ufficio per le nuove costruzioni ferroviarie ed all'Azienda Ferrovie dello Stato; nessun elemento è stato fornito;

2) S.E.P.S.A.: richiesta del 26 maggio 1966 e del 1° febbraio 1967; in data 8 febbraio 1967 sono stati forniti otto grafici;

3) Funicolare Centrale: richiesta del 26 maggio 1966; ha fornito i rilievi riguardanti il sottosuolo attraversato dal percorso della funicolare.

4) Funicolare Mergellina: richiesta del 26 maggio 1966: nessuna risposta; a seguito di successiva richiesta, in data 1° febbraio 1967, sono state trasmesse cinque copie fotostatiche delle planimetrie delle gallerie.

5) Ferrovie Secondarie del Vomero: richiesta del 16 maggio 1967; risponde in data 28 maggio 1966, fornendo tutto il materiale di cui è in possesso.

6) Posta pneumatica: richiesta del 26 maggio 1966; risponde in data 7 giugno 1966, dichiarando di non essere in possesso di dati o rilievi utili alla Commissione.

7) Compagnia napoletana del gas: richiesta del 26 maggio 1966; non è in possesso di elementi utili essendo le condotte superficiali; ha, però, fornito rilievi del sottosuolo riguardanti la costruzione del nuovo gasometro.

8) Soprintendenza ai Monumenti: (per i rilievi delle cavità più antiche e d'interesse storico, catacombe, grotta di Seiano, ecc.): richiesta del 26 maggio 1966; nessuna risposta; richiesta del 1° febbraio 1967; ha fornito un grafico relativo alla planimetria (con particolari e dati tecnici del sottosuolo) riguardante la zona sottostante la via Egiziaca a Pizzofalcone.

9) Soprintendenza alle Antichità: richiesta in data 26 maggio 1966; risposta in data 30 maggio 1966: non ha elementi utili alla Commissione.

10) A.M.A.N.: richiesta del 26 maggio 1966; risposta in data 7 giugno 1966 fornendo la documentazione di cui disponeva a quella data.

C-3) Sondaggi

Per l'approfondimento delle conoscenze relative ai terreni sovrastanti il tufo, la Commissione ha raccolto i dati stratigrafici corrispondenti ad oltre 500 sondaggi. Essi sono stati forniti dalle ditte: SAF (Fondedile), SAMCEF, Ing. Contardi nonché dall'Istituto di Geotecnica della Facoltà di Ingegneria e dal Comune di Napoli. I dati raccolti sono, quindi, stati attentamente valutati ed ubicati topograficamente per consentire le successive elaborazioni.

C-4) Ordinamento del materiale raccolto

Con i dati disponibili sono stati creati schedari distinti: per i sondaggi, per le cavità sotterranee e per le notizie di fonte bibliografica. Quindi, tutto il materiale è stato criticamente vagliato e classificato in base al grado di attendibilità e di approssimazione.

Si è giunti, così, ad approntare le prime carte del sottosuolo, sulle quali è stato possibile impostare ed avviare una programmazione di massima della campagna di rilevamento.

Da tale complesso lavoro iniziale è risultato, infatti, che le cavità potevano raggrupparsi come segue:

- 1) cavità con accessi di incerta ubicazione;
- 2) cavità con accessi ubicati con sufficiente approssimazione;
- 3) cavità corredate da grafici schematici di larga massima;
- 4) cavità documentate con grafici di buona fattura ed approssimazione;
- 5) gallerie stradali e ferroviarie con tracciato rettilineo tra due imbocchi noti e con sezione nota e costante.

Ulteriori suddivisioni potevano stabilirsi nell'ambito di ciascun gruppo, in funzione, ad esempio, della completezza del riferimento dello stato dei luoghi di accesso, dell'attendibilità dei grafici e notizie, e così via.

Si ritenne opportuno accentrare subito l'attenzione sulle cavità del secondo gruppo (quelle, cioè, con accessi ubicati con sufficiente approssimazione). A questo punto, una squadra di cantonieri della Divisione Strade del Comune veniva messa a disposizione della Commissione del Sottosuolo con l'incarico di svolgere *in loco* gli accertamenti che si ritenevano necessari al fine di rendere agibili gli accessi alle cavità sotterranee (indirizzo e ubicazione esatti, condizione dei luoghi, proprietà degli accessi e delle cavità).

In un elenco, tenuto costantemente aggiornato, sono stati registrati i dati «anagrafici» delle cavità, in modo da poter perseguire, per ciascuna di esse, le complesse procedure legali ed amministrative necessarie per ottenere i permessi di accesso.

C-5) Operazioni di rilevamento

Già sin dai primi accertamenti e sopralluoghi risultava evidente la netta differenza (d'altronde prevista), ai fini delle operazioni di rilevamento, esistente tra le antiche cave di tufo e le cavità già sede degli antichi impianti di approvvigionamento idrico della città. Infatti, per la quasi totalità dei dati, mentre le prime sono tuttora utilizzate e, quindi, praticabili, le seconde hanno gli accessi (siano essi pozzi o scale) intasati da materiale di rifiuto oppure completamente ostruiti.

Altre notevoli difficoltà, sono derivate dalla apatia o diffidenza di molti proprietari e locatari, dalla indecisione dei rapporti tra proprietario e locatario e dallo estremo frazionamento delle proprietà¹. Queste ed altre difficoltà hanno condizionato e modificato in definitiva la programmazione iniziale nelle varie zone o quartieri.

Dal lavoro di accertamento finora svolto od in corso di svolgimento, sono emersi i numerosi casi di cavità impraticabili; casi certamente non affrontabili in questa prima fase sia a causa del notevole costo dei lavori di sgombero e delle opere di ripristino dello stato dei luoghi, sia per la resistenza (attiva e passiva) dei proprietari e locatari. Per la risoluzione di questi casi, essendo insufficienti le ordinarie possibilità della Commissione e della stessa Amministrazione Comunale dovranno essere studiate e proposte particolari procedure, non escluse, tra l'altro, il ricorso alla ordinanza prefettizia.

Sin dall'inizio, il Prof. Parenzan poneva a disposizione della Commissione del Sottosuolo uomini e mezzi del Centro Speleologico Meridionale (Sezione di Napoli), vale a dire circa 20 giovani esperti in speleologia ed una complessa ed efficiente attrezzatura. A questi si affiancava, dal marzo del 1967, una squadra guidata dal Dott. Armando Falangola. Questo gruppo si poneva subito al lavoro seguendo sempre le direttive di intervento della Commissione Sottosuolo.

Alla data del 30 settembre 1967, si poteva così raggiungere la cifra di 140.000 mq. ca. di superficie sotterranea rilevata, e precisamente: 21.000 mq. ca. di vuoti sotterranei profondi e 119.000 mq. ca. di vuoti ex cave.

Da questi dati emerge il grande impegno con cui è stato affrontato il problema delle cavità profonde, specialmente se si tengono in dovuto conto le enormi e complesse difficoltà che ostacolano l'accesso a questo tipo di cavità sotterranee.

Questo traguardo complessivo, raggiunto in meno di un anno (se si considera che i primi mesi di attività sono occorsi per organizzare ed avviare un lavoro così complesso), supera anche le più ottimistiche previsioni (100.000 mq. all'anno) formulate inizialmente dalla Commissione.

Appare di notevole utilità il particolare sistema che è stato concepito per rappresentare graficamente ciascuna cavità sotterranea; oltre che in pianta, infatti, essa è stata raffigurata secondo le sezioni trasversali e quasi tutte le sezioni assiali, con veri e propri spaccati topografici. Una relazione e, spesso, una documentazione fotografica corredano compiutamente ciascun rilievo.

¹ E' capitato che una stessa grotta appartenesse a più proprietari e locatari e che fosse, pertanto, suddivisa, con vari compagni, in tante piccole zone, con conseguente moltiplicarsi delle formalità necessarie.

C-6) Esame dei rilievi e segnalazioni

Si conclude con la presentazione dei rilievi, l'opera del topografo. L'ultima fase di studio, per ciascuna cavità, viene condotta esaminando, mediante sopralluoghi, lo stato dei sotterranei, annotando e documentando eventuali dissesti, sia statici che idrologici, lo stato di conservazione di eventuali opere di sostegno, la presenza di particolari situazioni geologiche di instabilità (quali ad es. terreni di debole costituzione fisico-chimica, fenomeni tettonici ecc.).

I casi più allarmanti, sono stati, di volta in volta, segnalati allo Ufficio Sicurezza dell'Amministrazione Comunale, cui compete, come è noto, di provvedere all'intervento di bonifica e di consolidamento del dissesto.

La Commissione, a seguito di tutti i lavori svolti ed in considerazione del termine fissato per la conclusione dei lavori stessi (18 mesi dalla prima convocazione e scadente il 16 ottobre 1967), sia pure nei limiti determinati dal breve tempo a disposizione, dalle difficoltà di vario ordine incontrate (anche per la particolare natura dell'argomento in esame) e, soprattutto, dalla scarsa partecipazione dimostrata da Enti e privati, ritiene di poter presentare all'Amministrazione comunale la presente relazione.

D) RISULTATI DEI LAVORI SVOLTI

La Commissione, pur consapevole del fatto che lo studio sistematico del sottosuolo urbano particolarmente in casi complessi quale è quello di Napoli non si esaurisce nel volgere di pochi mesi ma richiede un impegno diligente, continuo e costante di ricerca e di aggiornamento, ritiene, tuttavia, di essere in grado di fornire la più ampia documentazione e la più esauriente esposizione circa il sottosuolo napoletano che sia possibile allo stato attuale delle conoscenze.

La bibliografia, riportata nella parte terza enumera 478 titoli di opere riguardanti prevalentemente il sottosuolo della città di Napoli e raccoglie le fonti principali alle quali è possibile attingere. Di particolare interesse appaiono i contributi forniti in occasione dell'VIII Convegno nazionale di Geotecnica, svoltosi a Cagliari, nel febbraio 1967, sul tema: «Il sottosuolo delle grandi città».

Attraverso la serie di indagini e di elaborazioni di cui si è detto innanzi, la Commissione ha potuto identificare (a tutto il 30 settembre 1967) 366 cavità, così ripartite:

- 203 cavità (o imbocchi a cavità) che si svolgono a livello o livelli sottostanti a quello dei relativi accessi superficiali;
- 163 cavità (o imbocchi a cavità) che si svolgono sullo stesso livello dei relativi accessi superficiali.

Nel primo gruppo si annoverano i vuoti già sedi: degli acquedotti di Claudio, della Bolla e del Carmignano; dei sistemi locali di approvvigionamento idrico (zone alte della Città); di vani sotterranei adibiti in passato alla conservazione di derrate; di cave di tufo sottostanti a fabbricati; di vecchie fognature abbandonate.

In dette cavità si accede tramite pozzi oppure tramite pozzi e scale, queste ultime costruite nel periodo bellico per la sistemazione di ricoveri antiaerei.

Al secondo gruppo appartengono: tutti i vuoti risultanti dallo sfruttamento della pietra per costruzione (che, perciò, nella maggior parte dei casi, hanno imbocchi corrispondenti a strade carreggiabili ed uno sviluppo, spesso notevole, che, mantenendosi quasi costantemente sullo stesso livello degli accessi, si svolge al disotto di masse tufacee in rilievo); le gallerie stradali, antiche e moderne; le gallerie ferroviarie; gli acquedotti moderni; i trafori borbonici e, infine, buona parte delle catacombe.

La Commissione, come si è detto, ha anche individuato il sistema più idoneo per effettuare i rilievi delle cavità, entro limiti di approssimazione, sufficienti ai fini tecnico-pratici interessanti la città, atti ad indicarne la presenza, intendendosi che lo studio di dettaglio è da compiersi in fasi successive od a cura degli Enti o persone specificamente interessati nelle singole zone. La verifica, compiuta attraverso la serie dei rilievi condotti a termine, ha consentito di constatare la convenienza della metodologia indicata.

Si riporta, nella parte terza, l'elenco delle cavità individuate, la descrizione sintetica di esse nonché alcuni esempi della schedatura approntata; così pure vengono allegati alcuni esemplari delle cartelle monografiche descrittive delle cavità stesse e la stratigrafia dei 185 sondaggi che finora sono stati acquisiti dalla Commissione.

Questo materiale costituisce il primo nucleo di quella raccolta di notizie sul sottosuolo che dovrà essere sviluppato nel tempo e costantemente aggiornato e tenuto in esercizio dalla costituenda «Sezione Speciale per il Sottosuolo» dell'Ufficio Tecnico Comunale, onde essere a disposizione della collettività per la consultazione ed il facile e rapido reperimento di indicazioni e notizie utili per ogni pratica applicazione.

Inoltre, è stata redatta (vedere atlante) la carta geologico-tecnica della città di Napoli in scala 1:10.000, contenente le seguenti indicazioni: geologia, curve del tetto del tufo giallo, ubicazione dei sondaggi, ubicazione delle cavità. E' stata anche approntata la carta delle isopache dei terreni sciolti di copertura al tufo giallo (in scala 1:10.000).

Sui criteri di impostazione che hanno presieduto alla redazione di tali fondamentali carte elaborate, sulle considerazioni generali conseguenti e sulle osservazioni delle zone urbane orientale ed occidentale e sulla

collina di Posillipo, viene dettagliatamente riferito nel Cap. II della parte seconda.

Tutte le cavità delle quali si conosce la configurazione topografica sono, poi, state portate in scala 1:1.000 su tavole corrispondenti al rilevamento STR della superficie urbana. Anche di tali elaborazioni si forniscono alcuni esempi nell'atlante allegato alla presente relazione.

La Commissione, inoltre, in conformità di quanto richiestole nella delibera istitutiva, ha approntato un approfondito studio sulla natura e genesi dei terreni costituenti il sottosuolo napoletano; su ciò si riferisce dettagliatamente nel Cap. I della parte seconda.

Si è ritenuto, altresì, opportuno riferire (vedere Cap. III - parte seconda) sui metodi antichi e recenti di escavazione dei materiali da costruzione a Napoli.

Sulla base degli elementi raccolti dei quali si è fin qui riferito e dopo aver svolta una indagine di carattere storico che ha consentito anche di seguire la evoluzione delle cavità in rapporto allo sviluppo urbanistico nel tempo, è stato anche possibile delineare i caratteri della distribuzione delle cavità stesse sul territorio urbano. E' stata così approntata una tavola della probabile zonizzazione delle cavità; su questo argomento si riferisce nel Cap. III della seconda parte.

Per quanto riguarda l'andamento delle acque sotterranee e delle variazioni nel tempo delle falde si riferisce precisamente nel Cap. V della seconda parte.

La caratterizzazione geotecnica del territorio urbano è oggetto del VI capitolo della parte seconda. In esso vengono svolte considerazioni sullo strato del sottosuolo tecnicamente significativo ed identificati i parametri relativi alle strutture edilizie che esercitano diretta influenza sui problemi di fondazione. Vengono anche individuate le zone urbane che presentano carattere di uniformità nella problematica geotecnica.

In merito ai problemi specifici delle ricerche compiute sui caratteri costruttivi (antichi e moderni) di esse, sul loro comportamento e sui dissesti che si verificano a seguito di infiltrazione di acqua nel sottosuolo, per la presenza di cavità nel tufo o nei terreni sciolti soprastanti, nei casi di costruzioni sulle pendici delle colline (dove la superficie del terreno è già naturalmente piuttosto acclive o dove, per far posto alle nuove opere, si eseguono sbancamenti con alti fronti di scavo) e, infine, quelli di fabbricati ricadenti su valloni colmati con materiale di riporto artificiale.

La Commissione ha, inoltre, preso atto degli studi più recenti sulle caratteristiche di impiego dei terreni napoletani per la costruzione dei rilevati e dei sottofondi stradali.

Di notevole interesse sono state anche giudicate le ipotesi formulate sui dissesti nelle gallerie napoletane e le verifiche di quelle scavate in

età romana. Dall'esame di tali esperienze derivano indicazioni sulla tecnica più idonea alla realizzazione di queste opere.

La situazione generale e particolare degli acquedotti e fognature è stata oggetto di attento esame da parte della Commissione. Su tali argomenti di particolare importanza si riferisce rispettivamente nei capitoli VII ed VIII della parte seconda.

La Commissione ha, poi, preso atto dei risultati dei lavori della Commissione comunale nominata, come si è già detto, per l'esame delle condizioni di stabilità dei muri di sostegno nella zona collinare, che ha studiato in particolare una parte della collina di Posillipo (zona della Convenzione SPEME). La relazione della detta Commissione ed i principali elaborati grafici relativi vengono riportati nella parte terza.

Questa Commissione, inoltre, sulla base degli studi condotti (come si è detto innanzi) dal Prof. Franciosi, ha approntato una normativa per il calcolo e la esecuzione dei muri di sostegno nei centri urbani, normativa che viene riportata anch'essa nella parte terza.

A questo punto, la Commissione pur non essendo, in base alla già citata delibera istitutiva, tenuta a farlo, e, d'altra parte, riservandosi di esprimere, se richiesta, più esatti pareri in merito a zone o casi particolari ha ritenuto opportuno esporre, nel capitolo IX della seconda parte, quelle che sono da ritenersi, a suo giudizio, le principali cause dei dissesti che si verificano così frequentemente nella città di Napoli.

Questa Commissione, nel rilevare che molte delle sue conclusioni non differiscono da quelle cui erano pervenute le Commissioni che l'hanno preceduta, si augura che le sue raccomandazioni abbiano, questa volta, una concreta e sollecita attuazione.

CONCLUSIONI

In base a tutto quanto sopra esposto la Commissione, nel consegnare all'Amministrazione tutto il materiale elaborato, formula le seguenti raccomandazioni:

1) RACCOMANDAZIONI DI CARATTERE GENERALE

1-1) Piani e programmi urbanistici. La Commissione raccomanda all'Amministrazione di porre ogni attenzione affinché i piani ed i programmi urbanistici (relativi a progetti stradali, in superficie o sotterranei, a nuovi insediamenti urbani, e così via) sia per lo sviluppo

futuro della città sia per la sua ristrutturazione, oltre che approntati sulla base delle consuete considerazioni dell'ambiente fisico ed in particolare geologico, vengano verificati attraverso l'analisi di tutti i fattori che caratterizzano il sottosuolo dal punto di vista tecnico e attraverso la disamina della compatibilità tra le ipotesi derivanti da tali analisi e quelle urbanistiche ed, in generale, alla luce di quanto emerge dalla presente relazione.

Con tale raccomandazione la Commissione intende sottolineare come condizioni tecnicamente difficili e, quindi, onerose sul piano delle singole opere (pubbliche o private) si verificano spesso a Napoli ed altrove in conseguenza di una strutturazione del tessuto urbano che mal si adatta al sottosuolo che lo sopporta. Una soluzione urbanistica che tenga conto anche di tutti i fattori tecnici può ridurre sostanzialmente le difficoltà che potrebbero sorgere in sede costruttiva.



1 - Zona a valle del viale Colli Aminei, veduta dal sagrato della Chiesa di S. Maria dell'Incoronata.



2 - Fronte della espansione edilizia vomerese, veduta da via Pigna.

La Commissione, pertanto, invita l'Amministrazione a voler trasmettere, con urgenza, la presente relazione, con i relativi elaborati, alla Commissione per il P. R., per le verifiche suddette e per opportuna conoscenza, oltre che per consentire le più convenienti utilizzazioni urbanistiche del sottosuolo.

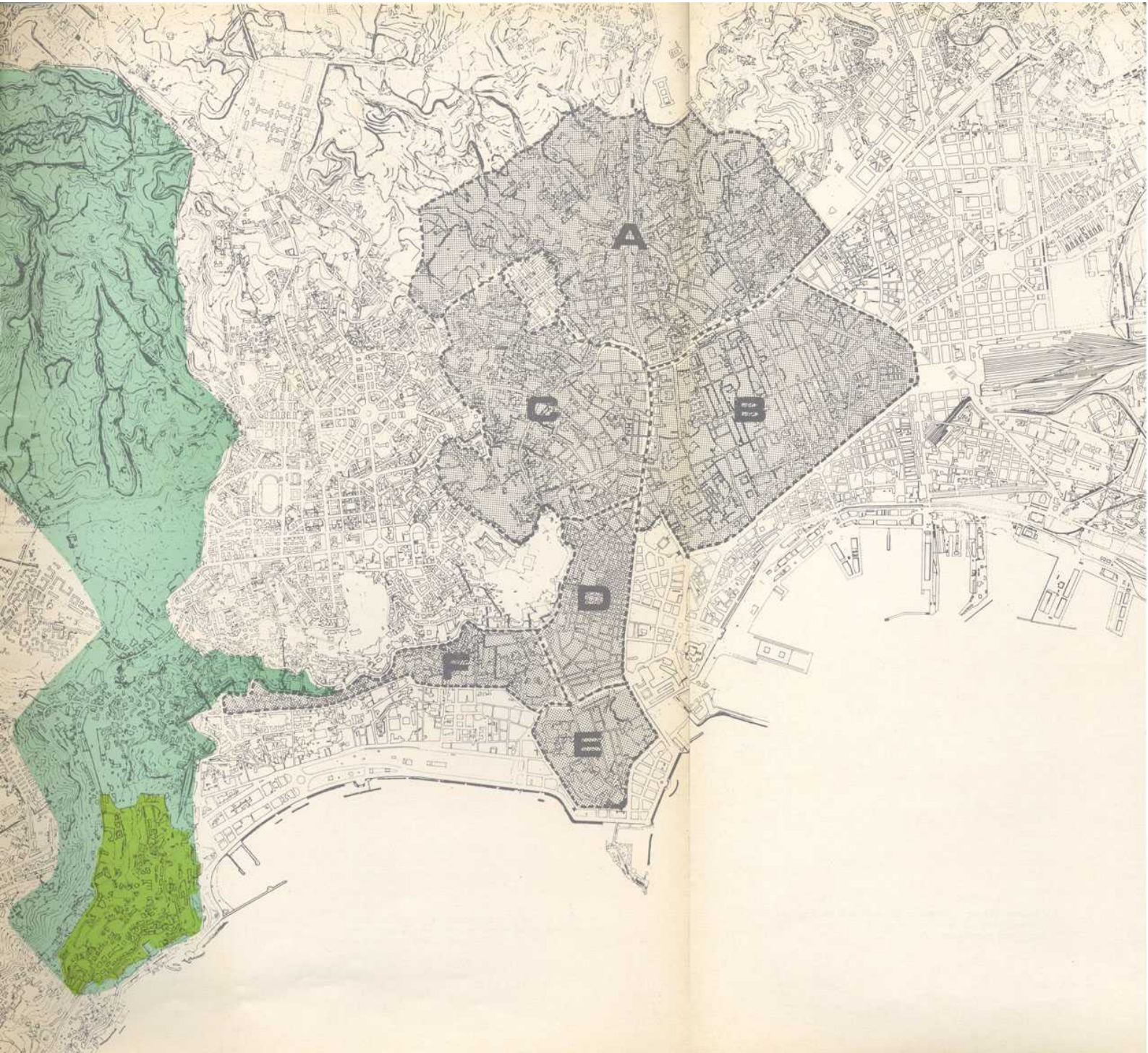
1-2) La Commissione raccomanda all'Amministrazione di provvedere, con ogni urgenza, ad impedire che vengano eseguiti senza preventiva autorizzazione comunale (da rilasciare previo parere favorevole della Sezione Speciale per il Sottosuolo) opere di sbancamento, tagli di roccia, riempimenti ed, in genere, movimenti di terra in grande e media scala nonché la costruzione di muri di sostegno. Inoltre, la Commissione sottolinea l'opportunità che il rilascio delle licenze edilizie e di abitabilità sia subordinato, rispettivamente, alla presentazione di relazione tecnica ed alla verifica e collaudo delle opere di fondazione e di fognatura relative ai fabbricati di cui alle licenze medesime. Ed, infine, che il detto rilascio delle licenze edilizie sia subordinato, oltre che alla preventiva costruzione della fogna e delle strade private, anche alla constatata efficienza e capacità della fogna pubblica a servizio della zona ed all'accertata stabilità dei muri di sostegno e delle strade (pubbliche e private) eventualmente già esistenti in immediata prossimità.

A tal riguardo, la Commissione raccomanda all'Amministrazione di non avviare a compimento in alcun modo nuovi insediamenti di complessi edilizi in zone di ampliamento urbano fino a quando non siano state eseguite le opere di fognatura, sia di nuova progettazione sia di ristrutturazione della rete esistente, di cui i detti insediamenti saranno tributari. A tal proposito, anzi, va osservato che, per quanto riguarda il nuovo quartiere che sorgerà, in applicazione della legge 167, in Secondigliano, non esiste nella zona il recipiente collettore pluviale e sono necessarie opere di integrazione ed adeguamento della canalizzazione delle acque nere. Per l'analogo quartiere previsto in Ponticelli, d'altra parte, sono necessarie opere di integrazione ed adeguamento delle esistenti canalizzazioni.

Inoltre, per le zone Vomere alto, Arenella, Pigna, S. Giacomo dei Capri, Camaldoli, versante della Collina Vomere che parte dalla direttrice via Cilea - corso Europa - via Tasso e scende al corso Vittorio Emanuele già urbanizzate e tutte gravitanti sulle collettrici di via Tasso, Aniello Falcone e corso Vittorio Emanuele attualmente insufficienti la Commissione richiama l'attenzione dell'Amministrazione sulla opportunità di contenere ivi lo sviluppo edilizio e di soprassedere al rilascio di licenze di costruzioni fino a quando non saranno state eseguite le opere necessarie ed idonee per sanare le deficienze statiche e funzionali che oggi si constatano.

La Commissione raccomanda ancora all'Amministrazione Comunale che, fino a quando non siano state eseguite le opere di consolidamento

3 - Le aree colorate si riferiscono alle zone indicate nella raccomandazione 1-2; sono distinte con lettere le zone indicate nella raccomandazione 1-3.



di muri di sostegno e di ripristino delle fognature (di cui alla relazione della Commissione Comunale qui riportata alla parte terza) e tutte quelle altre che nel corso dei lavori dovessero manifestarsi necessarie, non vengano rilasciate nuove licenze edilizie nelle zone di cui alla Convenzione SPEME e tanto meno autorizzati sbancamenti, tagli di roccia e riempimenti.

Infine, la Commissione raccomanda che, in ogni caso, si vieti la costruzione di edifici immediatamente incombenti sui collettori e sulle condotte principali della rete fognaria della città.

1-3) La Commissione raccomanda vivamente all'Amministrazione di provvedere alla redazione di piani particolareggiati per il restauro urbanistico delle seguenti zone della città:

a) Zona Materdei - Vergini - Sanità, compresa tra via Foria (dal Museo all'Orto Botanico) la collina di Miradois (per l'Osservatorio Astronomico fino al Palazzo di Capodimonte) la collina di Capodimonte a valle del tracciato della nuova strada tangenziale, la collina di Materdei e S.Teresa degli Scalzi fino a via Foria;

b) Zona del centro antico, compresa tra via Foria, via Cesare Rossaroll, Castel Capuano, Rettifilo, via Sanfelice, via Roma, via Pessina;

e) Zona Montesanto - Ventaglieri, compresa tra la via Roma, la fascia a monte di via S. Rosa, pendici delle colline del Vomere, fino a piazza Leonardo, Ospedale Militare, via Settedolori;

d) Zona Quartieri Spagnoli, a monte di via Roma fino al corso Vitt. Emanuele, e fino a via Giovanni Nicotera e via Chiaia;

e) Collina di Pizzofalcone, compresa tra via Chiaia, Chiatamone e S. Lucia;

f) Zona di Chiaia, compresa tra via G. Nicotera, via Chiaia, via dei Mille, via Crispi, corso V. Emanuele - dalla Stazione Cumana alla Stazione Funicolare Centrale.

Tali piani di restauro urbanistico dovranno interessare, oltre che la sistemazione superficiale, anche quella del sottosuolo.

La Commissione raccomanda, inoltre, che il risanamento degli strati superficiali del terreno venga anche eseguito lungo tutta la fascia che corre al piede delle colline del Vomere e di Posillipo, a monte delle vie Riviera di Chiaia, Piedigrotta, Mergellina, Posillipo e fino alle vie Tasso e Manzoni.

1-4) La Commissione, per quanto riguarda la sistemazione integrale della rete di fognatura e la sua efficiente manutenzione, ravvisa la inderogabile necessità, ai fini di garantire la pubblica incolumità, del più immediato intervento operativo da parte dell'Amministrazione.

Le opere necessarie in questo settore sono da considerarsi tutte indilazionabili sia sotto il profilo igienico che per la tutela della stabilità urbana ; tuttavia, nella scala di priorità che dovrà tempestivamente essere deliberata dall'Amministrazione, si consiglia di dare la precedenza a quelle che possono più rapidamente garantire il ritorno a condizioni di equilibrio idraulico.

La Commissione raccomanda all'Amministrazione di provvedere alla creazione, ovunque sia possibile, di appositi cunicoli per i sottoservizi (particolarmente per le tubazioni dell'acquedotto), secondo un piano generale che eviti le interferenze dei vari servizi ed i conseguenti reciproci danni. In particolare, la Commissione richiama l'attenzione sulla necessità che le condotte metalliche interrato siano posate con protezione, passiva od attiva, dalle correnti vaganti; necessario appare anche che le Aziende di trasporto pubblico curino che le correnti di ritorno non abbiano dispersioni nel sottosuolo.

2) RACCOMANDAZIONI DI CARATTERE NORMATIVO

2-1) La Commissione raccomanda vivamente all'Amministrazione la immediata adozione di una normativa per la progettazione, la costruzione ed il collaudo di:

a) scavi, a cielo libero e in sotterraneo; tagli allo scoperto di materiale incoerente e tufaceo; rinterri; rilevati e riporti di notevoli dimensioni;

b) muri ed opere di sostegno;

e) fondazioni di fabbricati, in genere e, particolarmente, di costruzioni su cavità tufacee o su rinterri recenti.

La normativa di cui sopra, da redigere sulla base dello schema già elaborato da questa Commissione (vedere parte terza) e delle istruzioni formulate in materia dal Consiglio Superiore dei LL. PP., dovrà valere sia per i privati che per gli Enti e le pubbliche Amministrazioni che operano nell'ambito del territorio comunale.

Inoltre, la Commissione raccomanda che l'Amministrazione deliberi con ogni sollecitudine l'obbligo (per i proprietari, i costruttori ed i direttori di lavoro) di denunciare le caratteristiche dei terreni di fondazione incontrati nel corso dei lavori ed ogni altra notizia interessante il sottosuolo; notizie da trasmettere alla costituenda «Sezione Speciale per il Sottosuolo».

2-2) La Commissione considera che le norme contenute nel Regolamento Comunale per la fognatura degli edifici privati, approvato dalla G. P. A. nel 1942 e tuttora vigente, sono da ritenersi in gran parte superate e non valide specialmente per le Sezioni comunali: S. Giovanni, Barra, Ponticelli, Poggioreale e Zona Industriale, le quali saranno servite da una rete autonoma e con recapito finale in un nuovo impianto di depurazione (attualmente in via di ultimazione) sito in S. Giovanni a Teduccio.

Pertanto la Commissione raccomanda vivamente di adottare al più presto un più moderno ed efficace Regolamento che, tra l'altro, contenga precise norme per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle fogne pubbliche e private a costruirsi.

3) RACCOMANDAZIONI DI CARATTERE PARTICOLARE

3-1) La Commissione si rende conto che l'attuazione del programma, degli studi e delle indagini da essa raccomandato, richiedono un impegno notevole e costante sia sul piano finanziario che su quello organizzativo. Pertanto, la Commissione raccomanda all'Amministrazione di provvedere al più presto al potenziamento dell'Ufficio Tecnico del Comune, onde porlo in condizioni di efficienza tali da garantire il valido assolvimento degli attuali compiti d'istituto e di quelli, ancora più gravosi, che prevedibilmente saranno ad esso affidati.

La Commissione richiama l'attenzione sulla necessità di provvedere con urgenza ad assicurare il numero di tecnici ed operai necessario e sufficiente per svolgere il lavoro di progettazione ed esecuzione delle nuove opere di fognatura e, particolarmente, l'esercizio, sorveglianza e manutenzione della rete e dei complessi impianti ad essa connessi.

3-2) La Commissione ritiene indispensabile che l'Amministrazione Comunale istituisca una «Sezione Speciale per il Sottosuolo». Il lavoro della Sezione dovrà essere effettuato seguendo i metodi ed i sistemi già posti in attuazione dalla Commissione per elaborare il materiale fin qui approntato. La «Sezione Sottosuolo», più precisamente, dovrà:

a) proseguire nella raccolta ed elaborazione di dati e notizie sul sottosuolo della Città completando ed aggiornando il lavoro già svolto dalla Commissione;

b) proseguire negli accertamenti sulla statica delle strade di proprietà comunale o privata laddove correnti a mezza costa o su spessi riporti artificiali nonché sulla stabilità di pareti di sostegno;

e) fornire il proprio parere circa la osservanza delle prescrizioni relative alle fondazioni per il rilascio di licenze edilizie.

3-3) La Commissione raccomanda vivamente all'Amministrazione di sollecitare l'indagine, attualmente in corso, sulle condizioni di stabilità delle zone collinari urbane e di provvedere alla pronta realizzazione delle opere che saranno ritenute necessarie e, specialmente, quelle riguardanti l'assicurazione e risanamento delle strade, delle pareti di scavo e dei muri di sostegno, nei casi riscontrati come più pericolosi, e quelle idonee al ripristino dei tronchi di fogna che per il loro stato di dissesto costituiscono un pericolo per la stabilità degli edifici e delle infrastrutture della zona.

3-4) La Commissione raccomanda vivamente all'Amministrazione di provvedere con ogni urgenza a dotare la Città di piante valide ed aggiornate del territorio comunale, essendosi constatato che la cartografia attuale è largamente insufficiente ed, in parte, errata.

PARTE SECONDA

CAPITOLO PRIMO

La costituzione geologica ²

PREMESSA

Napoli, con il suo agglomerato urbano e relativo territorio comunale, si estende al centro di una regione vulcanica estremamente caratteristica e complessa, comprendente ad oriente l'edificio craterico del Somma-Vesuvio e ad occidente il distretto vulcanico dei Campi Flegrei dove si addensano alcune decine di centri craterici.

L'agglomerato urbano sorge per la quasi totalità su terreni la cui genesi è strettamente legata alla attività vulcanica dei Campi Flegrei mentre il territorio comunale oltre ad abbracciare notevole parte della regione flegrea, giunge verso oriente sino alle falde del Somma-Vesuvio dove si incontrano esclusivamente prodotti di quest'ultimo vulcano.

Per parlare del sottosuolo della città di Napoli, sia che si discuta di problemi urbanistici, idraulici o geotecnici in senso lato, occorre conoscerne la storia geologica perché soltanto attraverso la ricostruzione, nel loro svolgimento causale e temporale, dei fenomeni geologici e dei processi petrogenetici che hanno portato alla attuale costituzione della regione, si possono comprendere le implicazioni tecniche

² *A cura dei Proff. Ingg. P. Nicotera e P. Lucira*

di particolari situazione ed alcune proprietà fisiche, chimiche e meccaniche che caratterizzano le rocce ed i terreni presenti nella zona.

In questo capitolo, che ha il fine di contribuire ad una più agevole comprensione dei problemi tecnici relativi al sottosuolo della città, abbiamo quindi cercato innanzitutto di tracciare una sintesi della storia geologica di Napoli e del suo territorio comunale.

Alla storia geologica dei Vulcani Flegrei e del Somma-Vesuvio, segue la descrizione della natura e delle caratteristiche dei prodotti dei due apparati vulcanici e la descrizione dei principali fenomeni che ne hanno accompagnato l'origine.

SINTESI GEOLOGICA DELLA REGIONE FLEGREO-NAPOLETANA

Attività vulcanica dei Campi Flegrei

L'inizio dell'attività vulcanica che portò alla nascita della regione ora occupata dalla città di Napoli e dal suo territorio comunale, risale alla fine del Pliocene od al principio del Quaternario: vari studi concorderebbero a riferire alla 4^a Glaciazione l'inizio dell'attività vulcanica flegrea che sarebbe posteriore all'inizio del vulcanismo ischitano ma precedente a quello somma-vesuviano.

In seguito all'abbassamento di un'area continentale tirrenica «Tirrenide» si sarebbero prodotte delle fratture di distensione di carattere regionale (faglie tirreniche ed appenniniche) attraverso le quali sarebbe risalito un magma basaltico che, prima di giungere in superficie, avrebbe dato origine a diversi laccoliti ognuno dei quali venne a costituire un bacino magmatico isolato che ebbe in seguito a subire, per differenti condizioni locali, un particolare processo di evoluzione magmatica, dato origine per fasi successive ad apparati vulcanici più o meno complessi.

Bacini magmatici particolarmente grandi ed a poca profondità si vennero così a formare ad Ischia, nei Campi Flegrei ed al Somma-Vesuvio: ognuno di questi bacini isolati evolse poi in modo autonomo, in dipendenza delle condizioni locali (tettonica, situazione stratigrafica, profondità, etc.).

Il bacino magmatico dei Campi Flegrei deriva probabilmente, come indica la natura prevalentemente alcalitrachitica dei prodotti della attività flegrea, da un'intrusione di magma trachibasaltico, notevolmente estesa in direzione verticale così da permettere l'accumulo di grandi masse di magma leggero e differenziato nelle parti alte del bacino. D'altra parte l'estrema scarsità di lave debolmente leucitiche induce a ritenere che il

tetto del bacino non sia costituito dai calcari mesozoici e che il magma abbia preso posizione, almeno in un secondo tempo, nei sedimenti terziari.

L'attività dei Campi Flegrei era stata per il passato, dal De Lorenzo, suddivisa in tre periodi: al primo, più antico, erano stati ascritti materiali come la «breccia museo» ed il piperno, al secondo il tufo giallo ed al terzo periodo i prodotti piroclastici, in genere incoerenti (in parte pozzolane), dei vulcani posteriori alla formazione del tufo giallo.

Studi più recenti hanno portato a delineare un quadro un po' differente che comprende un ciclo di attività, anteriore al primo



periodo del De Lorenzo, definito come ciclo eruttivo dell'Archiflegreo, un secondo ciclo di attività, detto ciclo eruttivo antico dei Campi Flegrei, che corrisponde al primo e al secondo periodo del De Lorenzo e che si chiude con la formazione del tufo giallo caotico (o tufo giallo napoletano tipico), ed infine un ultimo ciclo, detto ciclo eruttivo recente dei Campi Flegrei, corrispondente al terzo periodo dell'antica suddivisione del De Lorenzo. Ognuno dei cicli di attività così individuati è caratterizzato da un aumento del carattere esplosivo delle eruzioni dall'inizio alla fine di ciascun ciclo, carattere che peraltro tende ad attenuarsi dal ciclo più antico al più recente.

Ciclo eruttivo dell'Archiflegreo

L'attività dei Campi Flegrei ebbe inizio con una lunga serie di eruzioni di natura prevalentemente trachitica i cui prodotti, tufi e lave, costituivano un grande vulcano a strato (o forse un complesso di tali vulcani) del tipo e delle dimensioni del Somma Vesuvio. Dopo un lungo intervallo di tranquillità, durante il quale si aveva un aumento progressivo e continuo della tensione dei gas nel bacino magmatico, una eruzione esplosiva di eccezionale violenza, che dava origine alla formazione del tufo grigio campano, poneva fine all'attività di questo vulcano Archiflegreo. A seguito dello svuotamento parziale del bacino magmatico dello Archiflegreo si aveva lo sprofondamento a caldera della parte centrale dell'edificio vulcanico.

I limiti della grande caldera di sprofondamento dell'Archiflegreo non sono ben definibili, sia perché questa caldera veniva deformata ed ampliata da successivi sprofondamenti locali sia perché veniva riempita e sepolta sotto i prodotti dell'attività di almeno una quarantina di vulcani epigonici formatisi, in un lungo periodo di tempo, all'interno ed ai margini della caldera. Tuttavia i prodotti dell'attività vulcanica posteriore, essendosi depositi su un rilievo preesistente molto marcato, non hanno cancellato del tutto le tracce di quest'antica morfologia che, sebbene addolcita, è ancora abbastanza riconoscibile. Così è possibile indicare i limiti visibili della parte emersa della caldera nella parete che tronca verso est il promontorio di Monte di Procida, da Miliscola a Torregaveta, quindi nel versante meridionale, piuttosto scosceso, del Monte S. Severino, a nord-est di Cuma, poi nell'orlo settentrionale ed orientale del Piano di Quarto e nei cigli di sprofondamento di Pianura e Soccavo ed infine nel pendio settentrionale della collina di Posillipo. La morfologia della regione orientale dei Campi Flegrei, ad est dei Camaldoli, è determinata dall'antica superficie dell'edificio archiflegreo sulla quale, senza alterarne sostanzialmente la forma, si depositarono i prodotti delle eruzioni posteriori.

Ciclo eruttivo antico dei Campi Flegrei

Dopo lo sprofondamento della Caldera Archiflegrea si ebbe una riattivazione della tettonica sepolta preesistente, attraverso il ringiovanimento di alcune faglie tirreniche che, oltre a causare la sommersione del settore meridionale della Caldera (secche Miseno e Palumbo) facilitarono l'ascesa del magma nella caldera stessa ed al di fuori di essa nella zona attualmente occupata dalla città di Napoli. A queste linee tettoniche preesistenti, e solo ringiovanite, si sono sovrapposte poi le fratture periferiche e radiali dello stesso Archiflegreo rendendo la vulcano-tettonica dei Campi Flegrei oltremodo complessa e spesso indecifrabile.

A causa della degassazione del magma, susseguente alla grande eruzione esplosiva del tufo grigio campano, la ripresa dell'attività vulcanica nella caldera dell'Archiflegreo si manifestò all'inizio con l'attività prevalentemente effusiva di piccoli vulcani che portarono alla formazione di colate, cupole laviche e baluardi di scorie. La maggior parte degli edifici vulcanici di quest'epoca sono stati distrutti dall'attività successiva o sepolti sotto i prodotti dei vulcani posteriori : le uniche tracce visibili

sono rappresentate dal rudere del vulcano di Miliscola e dalla cupola alcalitrichitica di S. Martino (entrambi nel Monte di Procida).

Con il progressivo aumento termicamente retrogrado della tensione di vapore si passò gradualmente alla formazione di edifici vulcanici più grandi, ad attività mista, effusiva ed esplosiva (vulcani a strato) come il vulcano, ora in gran parte sprofondato, di Torregaveta di cui è rimasto soltanto una alternanza di tufi ed una colata lavica alla base nordoccidentale del Monte di Procida.

Dai vulcani a strato, ad attività mista, si passa, quindi, per un ulteriore aumento dell'energia eruttiva, ad una serie di eruzioni caratterizzate da una rapida successione di esplosioni con la emissione di grandi quantità di ceneri e pomici frammiste a lapilli e blocchi rigettati : nascono così i vulcani di tufo giallo stratificato, diversi dei quali ancora oggi ben riconoscibili come il vulcano di Capo Miseno e quelli di Porto Miseno, Bacoli, «Archiaverno», Nisida, Coroglio e Trentaremi. In queste eruzioni, esplosive e ritmiche, i materiali piroclastici che cadevano ancora caldi e ricchi di gas nelle vicinanze del centro craterico, subivano una rapida diagenesi mentre i materiali ricadenti a maggior distanza si depositavano già freddi in una alternanza di strati ben selezionati di ceneri, pomici e lapilli incoerenti, per cui la stessa eruzione provocava contemporaneamente la formazione di tufo stratificato lapideo e di materiali piroclastici sciolti con un passaggio laterale e sfumato dagli uni a l'altro.

Verso la fine di questo ciclo eruttivo, per l'aumento generale di gas nel magma in via di raffreddamento, si giungeva al culmine della attività esplosiva con una serie di eruzioni violentissime che emettevano una enorme quantità di ceneri, pomici e sabbie sotto forma di nubi ardenti ricadenti dando così luogo alla formazione del tufo giallo caotico o tufo giallo napoletano tipico. Tra gli edifici vulcanici di tufo giallo caotico ancora oggi individuabili possiamo ricordare il vulcano di Chiaia, quello di Fuorigrotta, i vulcani di Mofete, Gerolomini ed il Gauro che è certamente il più recente.

Contemporaneamente al tufo giallo caotico o, per meglio dire, nello intervallo tra due eruzioni di tufo giallo, si ha l'attività dei vulcani di Soccavo e di Pianura (alla base dei Camaldoli, al bordo della Caldera Flegrea) il primo dei quali ha prodotto il famoso piperno e la cosiddetta «breccia museo» mentre il secondo ha depositato un tufo biancastro cineritico-pomicioso semicoerente. Le eruzioni di Soccavo e di Pianura furono seguite dal franamento delle pareti dei due condotti vulcanici svuotati con il conseguente slabbramento della Caldera Flegrea.

Anche le eruzioni dei vulcani di tufo giallo caotico, i quali per lo più dovettero estinguersi dopo un'unica violenta eruzione, furono seguiti molto frequentemente da sprofondamenti più o meno estesi; questi sprofondamenti però ebbero un carattere ben diverso da quelli di Soccavo e Pianura perché più che di semplici scoscendimenti delle pareti del condotto vulcanico si trattò di veri e propri sprofondamenti vulcano-tettonici e cioè del crollo del tetto del bacino magmatico suddiviso in tante zolle da una serie di faglie radiali e periferiche si da determinare in alcuni casi sprofondamenti a carattere regionale come per esempio lo sprofondamento del golfo di Pozzuoli fino al Piano di Quarto con l'abbassamento in blocco di un intero edificio vulcanico quale il Gauro.

Dopo le eruzioni dei vulcani di tufo giallo caotico, che si protrassero per molto tempo e con lunghi intervalli di stasi, il magma impoverito in gas fu a lungo incapace di attività esplosiva e si ebbero solo, a chiusura del ciclo eruttivo antico dei Campi Flegrei, poche effusioni di lave trachitiche molto viscosi, ascese lungo alcune delle faglie di sprofondamento, che diedero origine alla formazione di cupole laviche come quella del M. Olibano.

La fine del ciclo eruttivo antico dei Campi Flegrei vede, a causa degli sprofondamenti susseguenti alle eruzioni del tufo caotico, l'invasione del mare su gran parte dell'area centrale dei Campi Flegrei, dal Golfo di Pozzuoli fino al Piano di Quarto, a Pianura, Seccavo ed alla piana di Fuorigrotta. Da questo mare emergono soltanto il Monte di Procida, i resti degli edifici vulcanici dell'Archiaverno, di Mofete e di Gerolomini, il Gauro, i Camaldoli e la dorsale di Posillipo congiungentesi verso nord-est alla collina del Vomero e di Capodimonte.

Ciclo eruttivo recente dei Campi Flegrei

Dopo un lungo periodo di quiete, che però servì a far riacquistare gradualmente nuova energia esplosiva al magma in via di progressiva consolidazione, l'attività vulcanica dei Campi Flegrei si risvegliò con un nuovo ciclo di eruzioni esplosive o miste. Una delle prime eruzioni di questo ciclo recente fu quella di Baia cui seguì, forse a breve intervallo di tempo, quella di Minopoli presso Seccavo, e, via via numerose altre, di cui ora è arduo stabilire la successione cronologica, quali quelle dei vulcani dei Fondi di Baia e di Gallo-Russo e poi ancora, intervallate da lunghi periodi di quiete, le eruzioni dei vulcani della Montagna Spaccata,

del Pisani e dell'Agnano. Dopo la violenta eruzione esplosiva dell'Agnano dovette seguire un periodo di quiete particolarmente lungo durante il quale l'erosione agì fortemente sugli edifici craterici (già in parte smembrati da scoscendimenti o dalle eruzioni più recenti) asportando e rimaneggiando i vari prodotti e provocando sensibili mutamenti nella morfologia.

Le eruzioni riprendono quindi con rinnovata violenza esplosiva con l'attività della Solfatara, alla quale seguono quella del Cigliano e quella dell'Averne e quindi quella preistorica degli Astroni (età neolitica, circa 1500 a. C.) per concludersi infine con le eruzioni poco esplosive e caratterizzate da forti lanci di scorie della Fossa Lupara e del Monte Nuovo (avvenuta, quest'ultima, nel 1538 d. C.).

All'attività dei vulcani del ciclo eruttivo recente dei Campi Flegrei è dovuta la maggior parte dei prodotti piroclastici, in genere poco coerenti ed in parte noti come «pozzolane», che ricoprono quasi per intero la regione flegrea ed ammantano con una coltre pressoché continua la formazione del tufo giallo caotico.

L'eruzione storica del Monte Nuovo, i movimenti bradisismici di singole zolle (ad es. Pozzuoli) e le attività fumaroliche ed idrotermali tuttora persistenti a Baia - Pozzuoli - Solfatara - Agnano (cioè lungo un sistema di faglie a direzione tirrenica) attestano un'attività vulcanica ancora viva seppure tardiva e mostrano che il bacino attuale deve contenere ancora masse notevoli di magma in via di consolidazione.

Attività vulcanica del Somma-Vesuvio

Secondo Rittmann, che del Somma-Vesuvio ha ricostruito la storia nei più minuti dettagli, da tempo le forze endogene mantenevano viva l'attività vulcanica dei Campi Flegrei quando, circa dodicimila anni or sono, l'area ancora emersa dell'attuale Somma-Vesuvio veniva per la prima volta perforata da un'esplosione, indubbiamente facilitata dalle fratture già generatesi con lo sprofondamento della conca campana. Il nuovo vulcano così costituito, che viene distinto con il nome di Somma Primordiale, dovette essere sede di imponenti manifestazioni, come dimostrano gli enormi accumuli di cenere che esso in breve tempo eruttò.

Il bacino di alimentazione di questo centro eruttivo dovette avere una origine analoga a quelli che alimentarono il vulcanesimo dei Campi e delle Isole Flegree e cioè per una ascesa di magma differenziato acido, attraverso una frattura tirrenica, fin quasi sotto i sedimenti mesozoici,

a costituire un focolare magmatico indipendente la cui storia, suddivisa in quattro periodi cronologici, è qui brevemente sintetizzata.

I prodotti del Somma Primordiale furono tutti di natura trachitica, come i prodotti dei vulcani Flegrei. Nel cratere di questo vulcano cupole di lava molto viscosa si formavano per essere di lì a poco lacerate, sconvolte e asportate dalle violente esplosioni che si alternavano agli efflussi, finché una di tali cupole, in virtù del suo alto grado di resistenza, riuscì ad otturare il condotto condannando il vulcano ad una lunga inattività.

In piena attività invece, durante questa tregua del Somma, i vulcani flegrei con formidabili esplosioni lanciavano enormi masse di ceneri e pomici sotto forma di nubi ardenti ricadenti le quali, coprendo fra l'altro anche il Somma dormiente, si consolidavano per dare il tufo giallo napoletano.



5

7



6

5-6 - Cavità a via Montesanto 59, ambiente dello
acquedotto del Carmignano successivamente ampli-
piato per l'estrazione del tufo.

7-8 - Cavità a via Broggia 18, in 8 particolare in
corrispondenza della volta.

8



Intanto uno dei lenti movimenti con cui tutta la pianura campana, con un vario movimento di zolle separate e contrastanti, si andava alzando ed abbassando, portò al disotto del mare il Somma Primordiale in una col tufo giallo che l'aveva coperto. A proposito di questi movimenti di zolle bisogna ricordare che per effetto di essi, durante i tempi storici, i terreni della costa occidentale dell'Italia meridionale assunsero un'inclinazione più o meno sensibile, ma con pendenza sempre verso l'interno, di talché le acque dei corsi superficiali diventarono stagnanti in prossimità delle coste, dando origine a numerose paludi, come quelle della Pianura Pontina, del Basso Volturno e della plaga di Pesto. Medesimo destino sarebbe toccato alle contrade circostanti alla foce del Sarno, se intanto il Somma non si fosse risvegliato per ricolmare con i suoi prodotti quelle terre, man mano che si inclinavano contro il mare.

A questo risveglio, avvenuto verso i seimila anni a. C., seguì la lunga serie di eruzioni accumulatrici del potente edificio vulcanico detto Somma Antico che con i suoi prodotti seppelliva i ruderi del Somma Primordiale.

Il carattere petrografico delle lave del Somma Antico (definibili come orvietiti, cioè trachibasalti leucocrati con leucite) rivela che nel frattempo il bacino magmatico, spingendosi lentamente sempre più in alto, aveva raggiunto la dolomia triassica che veniva in tal modo assimilata dal magma, con il conseguente cambiamento di chimismo, progressivamente sempre più intenso e profondo, dei prodotti emessi dal vulcano.

Dopo un altro periodo di riposo l'attività vulcanica riprese con la emissione di ottavianiti (leucittefriti basaltoidi) e con la formazione del vulcano preistorico detto Somma Recente (o Giovane Somma).

Il Somma Recente, vulcano a strato tipico che raggiunse un'altezza di circa 2000 metri, dopo un periodo di attività svoltasi tutta nei tempi preistorici entrò in una fase di quiescenza che si protrasse per molti secoli tanto da consentire la crescita e lo sviluppo, sulle pendici e sulla sommità, di una rigogliosa vegetazione boschiva finché, nel 79 d. C., una improvvisa, violenta esplosione ridestò a nuova vita il vulcano.

L'eruzione del 79, che in poche ore seppellì e distrusse le fiorenti città di Pompei, Ercolano e Stabia, fu un'eruzione iniziale a condotto ostruito, detta anche eruzione pliniana (per la magistrale descrizione che di essa ci lasciò Plinio il Giovane, testimone all'avvenimento, in due celebri lettere indirizzate a Tacito) e segna la nascita del Vesuvio.

Dalla prima eruzione ai nostri giorni il Vesuvio ha avuto periodi di intensa attività alternati a lunghi, a volta anche secolari, intervalli di calma, emettendo tra i suoi prodotti (definiti petrograficamente come

vesuviti, cioè leucititi a plagioclasio) una enorme quantità di ceneri e lapilli e numerose colate laviche che scendono serpeggianti lungo i suoi fianchi.

NATURA E GENESI DEI TERRENI COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DI NAPOLI

Riassunta così, per sommi capi, la successione cronologica degli eventi vulcanici e tettonici che hanno portato, attraverso i tempi geologici, alla formazione della regione ora occupata dalla città di Napoli e dal suo territorio comunale, passiamo a descrivere brevemente le varie formazioni costituenti il sottosuolo di questa regione esaminandole soprattutto dal punto di vista della genesi e della costituzione chimico-mineralogica il che può essere utile a chiarire le caratteristiche tecniche di queste formazioni sia come materiali in sito sia come materiali da costruzione.

Si è già detto che il territorio preso in esame è costituito praticamente soltanto dai prodotti vulcanici dei due centri eruttivi dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, infatti anche i depositi alluvionali o di spiaggia sono costituiti esclusivamente da materiali provenienti dal rimaneggiamento degli stessi prodotti vulcanici.

Nella congerie di materiali costituenti il sottosuolo di Napoli e del suo territorio comunale, siano essi di provenienza Flegrea o Somma-Vesuviana, siano essi di deposito subaereo oppure alluvionale o marino, si è cercato di stabilire una certa distinzione basata in parte su criteri petrografici ed in parte su criteri geotecnici in modo da poter giungere ad una classificazione che meglio rispondesse alle finalità essenzialmente pratiche prefisseci nella impostazione generale di questo lavoro.

In base a questi criteri i materiali in esame sono stati da noi classificati in tre grandi gruppi: lave; materiali piroclastici lapidei; materiali piroclastici sciolti.

Questi gruppi, a loro volta, comportano ulteriori suddivisioni.

Per le lave riteniamo opportuno fare una distinzione tra lave di origine flegrea e lave di origine Somma-vesuviana: questa distinzione è, ai nostri fini, più che sufficiente anche se da un punto di vista strettamente petrografico può apparire un po' grossolana.

Per i materiali piroclastici lapidei, tutti di origine esclusivamente Flegrea, occorre fare la seguente distinzione: tufo grigio campano; piperno; tufo giallo stratificato; tufo giallo caotico.

Per i materiali piroclastici sciolti la classificazione diventa più complessa e difficile sia a causa della estrema eterogeneità d'origine di

questi materiali sia a causa dei molteplici fattori che possono essere intervenuti successivamente a modificare le loro caratteristiche originarie. Per evitare quindi una classifica macchinosa e complessa, che d'altro canto sarebbe riuscita di scarsa utilità pratica, abbiamo preferito adottare una classifica molto schematica che, anche se lascia delle zone sfumate e di incerta attribuzione, ha il vantaggio di una utilità immediata. A nostro avviso la distinzione di base che va fatta per i materiali piroclastici sciolti è quella tra materiali non rimaneggiati e materiali rimaneggiati. I materiali piroclastici sciolti non rimaneggiati possono poi essere ulteriormente suddivisi, in base ad un criterio insieme genetico e granulometrico, in: breccie e scorie; pomici; lapilli e sabbie; ceneri e pozzolane s. l.; lasciando poi, in via subordinata, la possibilità di una distinzione basata sulla provenienza dei vari materiali (flegrea o Somma-Vesuviana). Per i materiali piroclastici sciolti rimaneggiati ogni ulteriore suddivisione va fatta esclusivamente in base a criteri granulometrici: per questi materiali, infatti, non esistono più motivi di distinzione genetica che possono influire in modo determinante sulle loro caratteristiche geotecniche.

E' evidente che anche questa come tutte le classifiche e forse più delle altre, risente della schematizzazione imposta da esigenze di semplicità per cui vedremo che vi sono dei materiali di incerta attribuzione che, ad esempio, cadono a cavallo tra i materiali piroclastici lapidei e quelli sciolti oppure tra le lave ed i materiali piroclastici lapidei: è questo un inconveniente inevitabile, data la natura e la genesi dei materiali in esame, ed al quale si può ovviare soltanto tenendo ben presenti i processi genetici che sono all'origine di questi materiali e la finalità spiccatamente pratica, ovvero tecnica, della classificazione.

Lave

Come si è già fatto cenno all'inizio, le lave di origine flegrea sono di natura essenzialmente trachitica mentre quelle di origine Somma-Vesuviana sono essenzialmente di natura tefritica o plagifoiditica (infatti si tratta per lo più di lave prodotte dal Vesuvio dopo l'eruzione del 79 d. C.).

La lava vesuviana, localmente chiamata anche «pietrarsa», costituisce un materiale costruttivo caratteristico del Napoletano e viene impiegata per pavimentazioni stradali, per pietra da taglio, pietrame da muratura, pietrisco e finanche per blocchi da scogliere. I principali centri estrattivi sono ubicati nei comuni di Portici, Resina e Torre del Greco dove si

coltivano colate di diverse epoche (ma principalmente quelle del 1631 e 1760): i migliori blocchi si ottengono dal cuore della lava in prossimità del muro «pietre del pedicino» mentre quelli ricavati dalla parte superiore della colata «cima» per la grande ricchezza di vacuoli, disuniformità ed in genere irregolarità, sono più scadenti. Le caratteristiche fisiche e meccaniche più significative possono così sintetizzarsi: peso specifico apparente = 2,70 - 2,78; indice di usura (spessore in mm. dello strato abraso sotto un carico di 0,1 Kg/cm² e dopo un percorso di 1 Km) = 1,10; carico di rottura allo schiacciamento = 1200 Kg/cm² (minimo 600, max 1800). Se come pietra da costruzione la lava vesuviana presenta ottimi requisiti non altrettanto può dirsi come piano di posa di manufatti: essa infatti cela molto spesso una pericolosa insidia rappresentata da vaste ed estese cavità che si creano alla base della colata per il dilavamento e l'asportazione, ad opera delle acque di circolazione sotterranea, dei materiali sabbioso-scoriacei che costituiscono il letto della colata stessa. Prima di fondare un manufatto su un banco di lava è pertanto buona norma eseguire una serie di accurati sondaggi per accertare lo spessore della colata lavica e la eventuale presenza di cavità.

Molto meno diffuse, le lave trachitiche flegree si rinvengono al M. Olibano ed alla Solfatara, alla base del M. Spina, agli Astroni, alla Punta Mar molile di Quarto, al M. Cuma ed in alcuni tratti alla base del M. di Precida. Di tutti questi affioramenti soltanto quelli di Quarto e del M. Olibano risultano essere stati coltivati come materiali da costruzione: la trachifonolite di Quarto, a struttura spiccatamente fluidale, fu usata dagli antichi romani come materiale per pavimentazione stradale; l'alcalitrachite del M. Olibano venne adoperata oltre che dagli antichi romani (anfiteatro di Pozzuoli) anche in tempi più recenti in diversi edifici monumentali napoletani (Castel Nuovo, S. Francesco di Paola, etc.) e per molti manufatti della direttissima Napoli-Roma e di numerose arterie stradali. Le caratteristiche fisiche e meccaniche che si conoscono di queste rocce sono le seguenti: trachifonolite di Quarto, peso specifico apparente = 2,55, carico di rottura allo schiacciamento = 1200-1900 Kg/cm²; alcalitrachite di Pozzuoli, peso specifico apparente = 2,50, resistenza allo schiacciamento = 400-800 Kg/cm².

Ma più che per gli affioramenti visibili le lave trachitiche di origine flegrea sono importanti per gli ammassi sepolti sotto i prodotti di eruzioni posteriori e che si sono già più volte rinvenuti nel corso di lavori in sotterraneo eseguiti nella città di Napoli. Basterà tra questi ricordare le due masse trachitiche incontrate con la galleria di Montesanto della ferrovia Cumana; la trachite rinvenuta a Piazza

Amedeo dal collettore alto della fognatura e dal collettore delle pluviali; la massa di trachite incontrata nell'interno della collina di Posillipo dai due emissari (di Cuma e Coroglio) della fognatura di Napoli ed infine le masse trachitiche rinvenute nel tratto urbano della galleria della Direttissima. Dalle notizie riportate dalla letteratura sembrerebbe dedursi che tutte queste masse laviche appartengono a manifestazioni effusive anteriori alle eruzioni del tufo giallo napoletano ma, a nostro avviso, ciò è da ammettersi con alcune riserve perché non vi è dubbio ormai che nell'intervallo tra alcune eruzioni di tufo giallo vi sono state manifestazioni eruttive di carattere particolare che hanno dato luogo alla formazione di piperno e pertanto nulla di più facile che vi siano state anche delle intrusioni di cupole trachitiche. Comunque, quale che sia l'età e la posizione di queste masse trachitiche, ciò che è importante tener presente ai fini pratici è la possibilità di rinvenirle in tutta la zona urbana dove apparentemente sembrerebbe di dover incontrare esclusivamente la formazione del tufo giallo.

Materiali piroclastici lapidei

Come già si è accennato in precedenza, i materiali piroclastici lapidei presenti nel territorio napoletano (anche al di fuori dei limiti ristretti del perimetro comunale) sono tutti di origine flegrea. Ciò non può sorprendere se si tiene presente che la diagenesi (cioè la lapidificazione) di questi materiali piroclastici è strettamente collegata alla manifestazione eruttiva che li ha prodotti. La lapidificazione, cioè, non è un processo secondario che può avvenire o non avvenire dopo la deposizione dei materiali piroclastici a seconda se si verificano o meno particolari condizioni ambientali, indipendenti dai fenomeni che hanno determinato la deposizione (quali, ad esempio, un grado più o meno elevato di costipamento dovuto al carico di materiali sovrastanti, oppure l'intervento di acque di circolazione od anche la influenza di un ambiente marino), né è dovuta al particolare stato di suddivisione né al grado di disuniformità degli elementi costituenti i materiali piroclastici. La diagenesi dei materiali piroclastici napoletani è invece esclusivamente da attribuirsi alle particolari condizioni verificatesi all'atto della manifestazione eruttiva e precisamente essa è dovuta a fenomeni di autometamorfismo (autopneumatolisi e autoidrotermalizzazione) provocati dai gas sprigionatisi dall'ammasso dei materiali piroclastici depositati ancora caldi e ricchi in volatili. Solo in particolari tipi di attività eruttive (che si descriveranno più oltre) si è avuta la deposizione di masse di

materiali piroclastici caldi e ricchi di gas e soltanto in questi casi si è avuta la lapidificazione dei materiali. Il Somma-Vesuvio non ha mai avuto un'attività eruttiva del tipo che consentisse la deposizione di masse di materiali piroclastici caldi e ricchi di gas, per cui tutti i suoi prodotti piroclastici non hanno potuto subire diagenesi e sono rimasti allo stato sciolto.

Il grado di diagenesi dipende soprattutto dalla temperatura e dal contenuto in gas dei materiali all'atto della loro sedimentazione; ciò spiega i passaggi sfumati e gradualmente, sia in senso verticale che laterale, da materiali piroclastici lapidei in altri semicoerenti e quindi ancora in materiali completamente sciolti. E' questo un dato di fatto della massima importanza che spiega anche il particolare comportamento tecnico di alcuni materiali piroclastici sciolti che presentano



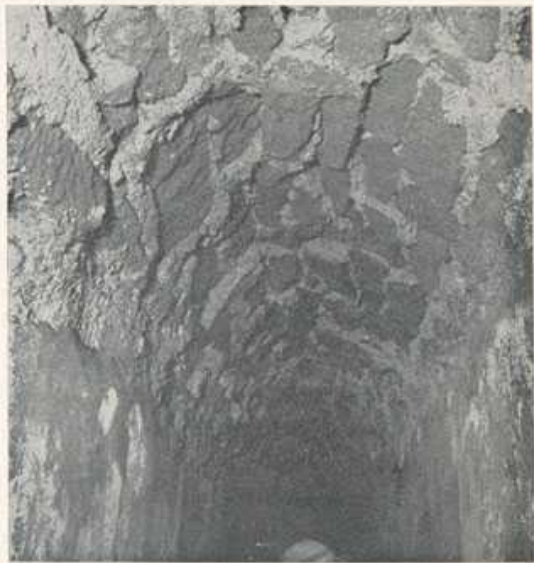
9



12



10



13



11

9-10-11-12-13 - Cavità a via Broggia 18; cunicolo in terreni incoerenti sotto la zona di piazza Dante, particolari di soluzioni diverse per la copertura.

però una certa qual coesione a differenza di altri, apparentemente del tutto simili, che si presentano invece affatto incoerenti.

Esaminiamo ora, singolarmente, ciascuno dei tipi principali nei quali sono stati suddivisi i materiali piroclastici lapidei.

Tufo grigio campano

Secondo le più recenti vedute, questo tufo sarebbe il prodotto di una poderosa eruzione esplosiva che pose termine all'attività del capostipite dei vulcani flegrei, il grande vulcano a strato detto Archiflegreo, la cui parte centrale, dopo questa tremenda eruzione, sprofondò dando origine alla Caldera Archiflegrea. Trattandosi di uno dei più antichi prodotti dell'attività vulcanica dei Campi Flegrei, non lo si vede affiorare nella zona d'origine, dove è sepolto sotto i prodotti delle eruzioni posteriori, ma soltanto a notevole distanza dalla zona flegrea propriamente detta, in tutta la conca campana da Capua alla piana di Angri e Nocera ed al piano di Sorrento. Di solito è di colore grigio, ma spesso va al grigio-bruno, talora tende al giallo, più raramente è rossiccio o violaceo. Ha compattezza varia: talora si sminuzza facilmente con le mani, tal'altra mostra una consistenza spiccatamente litoide; è caratterizzato dalla presenza di abbondanti pomici e di piccole scorie nere in una massa cineritica di colore generalmente più chiaro; talvolta mostra scorie molto grosse, bollose e fragili, irregolari; in alcune zone ha una struttura a fiamme molto simile a quella del piperno per cui viene distinto con il nome di tufo grigio pipernoide. L'eruzione del tufo grigio campano deve essersi svolta in una successione ritmica di violente esplosioni, durante le quali venivano emesse enormi quantità di ceneri miste a brandelli lavici e con grandi quantità di gas in modo da creare una sospensione molto densa e calda che si sedimentava allo stato caotico lapidificandosi successivamente per autometamorfismo; ogni tanto il ritmo delle esplosioni doveva rallentare consentendo la dispersione dei gas ed un certo qual raffreddamento alle ceneri e scorie emesse in tali intervalli per cui queste si sedimentavano in condizioni non più favorevoli ad una completa diagenesi. Si spiegano così i passaggi sfumati e gradualmente che si notano in molte zone nella serie del tufo grigio campano. In effetti quando si parla di tufo grigio campano non si può stabilire un limite ben preciso tra il materiale lapideo ed il materiale semicoerente od il materiale completamente sciolto, tanto sfumati e ripetuti sono talvolta i passaggi da un tipo all'altro: in alcune zone la facies lapidea assume spessori considerevoli (20-30 e più metri) mentre la facies semicoerente è ridotta a qualche metro, se non a pochi decimetri, a muro ed a tetto del banco; in altre zone, invece, si ha un'alternanza ripetuta di banchi lapidei e di banchi semicoerenti o sciolti,

dello spessore di decimetri o qualche metro al massimo, con passaggi sfumati da un tipo all'altro senza però che si notino differenze apprezzabili nella struttura dell'ammasso o nelle dimensioni e frequenza delle scorie e delle pomici.

Per tali motivi è preferibile dare al termine di «tufo grigio campano» più il significato di formazione geologica che il significato di un tipo litologico, comprendendo pertanto nell'accezione del termine tutto l'insieme di materiali emessi durante l'eruzione del tufo grigio campano salvo poi a specificare, se necessario, il grado di consistenza e coesione del materiale in quel determinato punto o livello.

E' importante, soprattutto ai fini geotecnici, tener presente che molto spesso il tufo grigio campano ha una coesione debolissima che tuttavia consente di aprire fronti di scavo e di sbancamento pressoché verticali, alti qualche diecina di metri, senza che si abbiano crolli, come pure di praticare scavi in sotterraneo che si reggono senza opere di sostegno. Se però si cerca di estrarre da questi fronti di scavo qualche blocco di forma regolare si constata che ciò è molto spesso impossibile perché il materiale si sbriciola in un ammasso incoerente di finissimo cenere frammiste a scorie e pomici, ed una volta distrutta la coesione non è più possibile ripristinarla ricostituendo il materiale alla densità originaria.

Questo particolare comportamento del tufo grigio campano semicoerente è spesso causa di grosse sviste da parte di chi non ha sufficiente pratica e conoscenza di questa formazione: così, ad esempio, può capitare che un sondaggio geognostico che attraversi un materiale del genere segnali invece «ceneri con scorie e pomici» se non, addirittura «sabbie fini lievemente limose con ciottoli e sabbia grossa». Sono fin troppo evidenti le conseguenze che possono derivare da una siffatta errata interpretazione di un sondaggio eseguito, casomai, per lo studio di un tracciato di galleria.

E' evidente, d'altro canto, che una sì debole coesione, presentata da alcune varietà di tufo grigio campano, non può sempre offrire le dovute garanzie di sicurezza e stabilità, specialmente in determinati lavori di sbancamento o di scavo in sotterraneo, per cui solo l'occhio di un esperto può in tali casi evitare dolorose sciagure suggerendo, caso per caso, gli opportuni interventi e precauzioni.

La varietà lapidea di tufo grigio campano è diffusamente usata come materiale da costruzione, specialmente in numerosi comuni a nord di Napoli, nel Casertano, nella zona di Angri e Nocera e nel Sorrentino. Le caratteristiche fisiche e meccaniche sono molto variabili da luogo a luogo ed anche nella medesima località ; mediamente, però, esse oscillano

tra i seguenti valori: peso specifico apparente = 1,20-1,60; coefficiente di imbibizione riferito al peso = 30-50%; carico di rottura allo schiacciamento = 25-60 Kg/cmq. Sono segnalati anche alcuni tufi grigi del salernitano che hanno dato carichi di rottura allo schiacciamento fino a 150 Kg/cmq.

Piperno

Uno dei prodotti vulcanici più caratteristici della Campania è il piperno che, usatissimo dagli architetti napoletani dei tempi trascorsi, ha grandemente contribuito a conferire agli antichi edifici patrizi napoletani un'impronta di severa signorilità.

Il piperno è una roccia di aspetto e consistenza lapidea, caratterizzata da una massa fondamentale grigia nella quale sono disseminate macchie più scure, «fiamme», con forma prevalente di lenti e con distribuzione grossolanamente parallela. La spiccata consistenza lapidea del piperno e la sua struttura di tipo quasi fluidale, hanno fatto ritenere per il passato a diversi studiosi (Von Buch, Zambonini, De Lorenzo) che si trattasse di una lava, cioè di una roccia effusiva, ma gli studi recenti non lasciano più alcun dubbio che si tratti invece di un tufo vulcanico, cioè di una roccia piroclastica, di natura trachitica, dovuta ad una particolare attività eruttiva, detta di « lago di lava », che si manifesta con l'ascesa, lungo il condotto vulcanico, di magma profondo che invade il cratere, senza debordare, formando in esso un lago di lava fluida ed incandescente. Da questo lago il magma, degassato, caldissimo e molto fluido, viene proiettato in alto sotto forma di spruzzi e di fontane di lava, mentre nuovo magma ascendente dal profondo, molto più viscoso, viene polverizzato dai gas che si sprigionano da esso ed eruttato sotto forma di minutissima cenere. Si ha così, tutt'intorno al cratere, una densa pioggia di ceneri e brandelli lavici ancora pastosi che, con lo sprigionarsi dei gas e vapori in essi stessi contenuti o provenienti dalle zone più profonde, si consolidano, per pneumatolisi, in una massa unica, tenace, di consistenza lapidea.

E' opinione prevalente che il piperno sia stato prodotto da un solo vulcano dei Campi Flegrei, il cosiddetto vulcano di Seccavo, ubicato al bordo della Caldera Archiflegrea, ai piedi della collina dei Camaldoli. L'eruzione di piperno di Soccavo, contrariamente a quanto riteneva De Lorenzo, è avvenuta nell'intervallo tra due eruzioni di tufo giallo caotico; essa è quindi molto più recente delle eruzioni del tufo grigio campano con il quale il piperno non ha nulla in comune. La formazione del

piperno è accompagnata, nella zona di Soccavo, da una formazione piroclastica grossolana molto caratteristica detta « breccia museo » che giace a tetto del banco di piperno e che rappresenta il prodotto di una violenta esplosione del vulcano di Soccavo verificatasi in seguito al franamento di una parte del condotto vulcanico e delle pareti del cratere.

Oltre che alla base dei Camaldoli il piperno è stato rinvenuto in diversi scavi eseguiti nella zona urbana napoletana ed in particolare nella zona di piazza Amedeo - Parco Grifeo, nel prolungamento di via Palizzi e nella galleria della Direttissima (sempre nei pressi di piazza Amedeo): queste masse di piperno si trovano stratigraficamente inserite tra due formazioni di tufo giallo caotico e, secondo il Rittmann, apparterebbero alla stessa eruzione che ha prodotto il piperno dei Camaldoli, cioè alla eruzione di Soccavo.

In questi ultimi tempi, però, il rinvenimento di altri lembi di piperno in diversi punti della zona urbana, anche a notevole distanza dal centro eruttivo di Soccavo, ci ha indotto ad avanzare l'ipotesi che il piperno, più che il prodotto esclusivo e caratteristico di un unico vulcano, sia piuttosto da considerare come il prodotto di una particolare attività eruttiva attraversata da diversi vulcani nel corso delle eruzioni di tufo giallo caotico. Gli elementi attualmente disponibili a sostegno di una tale ipotesi sono ancora troppo frammentari ed incompleti perché la si possa ritenere provata ma è opportuno tenerne conto per gli studi futuri sul sottosuolo napoletano.

Varie cave, tutte in sotterraneo, aperte nei fianchi della collina dei Camaldoli, con imbocchi dai territori di Soccavo e di Pianura, coltivavano in passato questo materiale, oggi, però, queste cave sono quasi tutte abbandonate e pericolanti e l'estrazione di questa pietra è limitata a casi piuttosto rari, per lavori di restauro.

Benché questo materiale sia stato tanto usato a Napoli nei tempi passati, non si hanno dati sicuri sulle sue caratteristiche fisiche e meccaniche: due prove eseguite nel 1820 e nel 1869 danno un carico di rottura allo schiacciamento di 592 Kg/cm² e di 151 Kg/cm²; la prima varietà ha rivelato un peso specifico apparente di 2,60, la seconda di 2,28 (e ciò spiega i bassi valori della resistenza allo schiacciamento).

Tufo giallo stratificato

Rappresenta il prodotto di alcune eruzioni esplosive avvenute durante il ciclo eruttivo antico dei Campi Flegrei, prima dell'inizio delle eruzioni di

tufo giallo caotico. La distinzione tra tufo giallo stratificato e tufo giallo caotico è molto importante perché consente di stabilire riferimenti cronologici di grande utilità nella ricostruzione della stratigrafia e tettonica della regione. I centri eruttivi, ancora riconoscibili, che hanno prodotto il tufo giallo stratificato sono i vulcani di Capo Miseno, Bacoli e Porto Miseno e poi i vulcani di Nisida, Coroglio e Trentaremi, all'estremità della Collina di Posillipo.

Il tufo giallo stratificato presenta in genere un gran numero di pomice e scorie, per lo più piccole (ma a Nisida si rinvengono alcune scorie, molto soffiate, che raggiungono dimensioni di 1 m.); oltre alla netta stratificazione questa formazione mostra anche delle sensibili differenze nella granulometria dei vari strati e nel colore, il che è un carattere distintivo, molto caratteristico, che lo fa nettamente differenziare dal tufo giallo caotico (che, come vedremo, a muro ed a tetto si presenta talvolta abbastanza nettamente stratificato). Verso l'alto, il tufo giallo stratificato passa gradualmente in un tufo di colore grigio chiaro, semicoerente, con numerosi inclusi in genere pumicei o scoriacei molto soffiati e leggeri.

Le eruzioni che produssero il tufo giallo stratificato dovettero consistere in una rapida successione di esplosioni che emisero grandi quantità di pomice e ceneri frammiste a scorie; verso la fine dell'eruzione il ritmo delle esplosioni rallentava per estinguersi con qualche esplosione finale isolata: la rapida deposizione dei materiali piroclastici ancora caldi causava la lapidificazione di essi in seguito ad un'ultima degassazione in situ ed al lento raffreddamento, mentre i materiali sedimentati verso il termine della eruzione o quelli proiettati a maggior distanza dal cratere, cadendo già raffreddati, non avevano la possibilità di diagenetizzare. La stessa eruzione quindi poteva provocare la formazione di tufo giallo stratificato e, a maggior distanza, l'accumulo di tufi grigi incoerenti. E' da tener presente, inoltre, il passaggio graduale e sfumato, verso l'alto, tra il tufo giallo stratificato ed un tufo grigio semicoerente, appartenente sempre alla stessa manifestazione eruttiva.

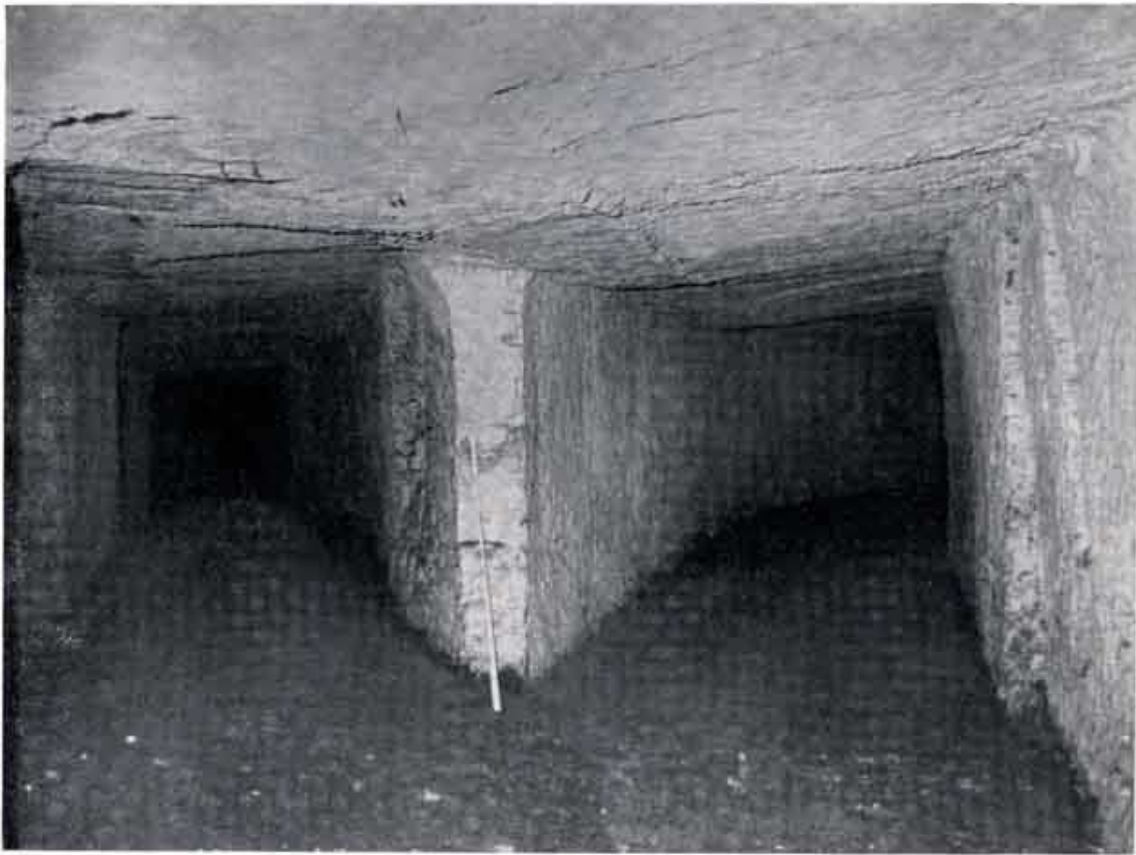
Non si conoscono le caratteristiche fisiche e meccaniche di questo particolare tipo di tufo lapideo e ciò, verosimilmente, dipende un po' dal fatto che non viene usato come materiale da costruzione (data la limitata estensione degli affioramenti, la loro difficile coltivabilità e l'eterogeneità della massa che ne sconsiglia l'utilizzazione) ed un po' anche dal fatto che, molto spesso, esso viene confuso col tufo giallo comune. E' molto probabile, infatti, che questo tufo sia molto più diffuso di quanto si creda, soprattutto nell'interno delle colline su cui sorge il grosso dell'agglomerato urbano di Napoli, e che alcuni dei più

antichi edifici vulcanici di Napoli siano costituiti di tufo giallo stratificato anziché di tufo giallo caotico. Questo fatto può rivestire notevole importanza ai fini tecnici e va tenuto debitamente presente in eventuali studi per nuove vie di comunicazione sotterranea o per altre infrastrutture che abbiano ad impegnare il sottosuolo della città.

Tufo giallo caotico

E' detto anche semplicemente «tufo giallo napoletano» quasi a significare che questa è la vera, tipica, roccia napoletana, il materiale da costruzione più abbondante ed usato, per ogni genere di costruzione, e che ha contribuito a conferire un particolare carattere all'architettura della regione.

Il tufo giallo, che chimicamente ha una composizione analoga ad una alcalitrachite, è dovuto all'autocementazione di detriti vulcanici vari



14

15



16



(prevalentemente ceneri, inglobanti lapilli lapidei, pumicei, scoriacei, etc.) eruttati da diversi crateri attivi durante il ciclo eruttivo antico dei Campi Flegrei. I vulcani riconosciuti come produttori del tufo giallo caotico sono quelli detti di Mofete, Gerolomini, M. Ruscello, Chiaia, Fuorigrotta e, ultimo nel tempo, il Gauro.

Nelle zone in cui è possibile seguire tutta la serie, dai prodotti iniziali a quelli finali di un'eruzione di tufo giallo, si può constatare che, in genere, la formazione comincia, dal basso, con una serie di strati abbastanza netti e gradati di lapilli, pomici e ceneri, più volte ripetuti, per lo più abbastanza ben diagenetizzati, sul tipo del tufo giallo stratificato; tra gli strati cineritici ve ne sono alcuni che contengono numerose e tipiche pisoliti. Verso l'alto la stratificazione va gradualmente scomparendo e si passa, senza alcuna soluzione di continuità, nel tufo giallo caotico tipico nel quale ceneri fini e sabbie grossolane, pomici più o meno voluminose e leggere, pesanti blocchi rigettati, scorie e lapilli, sono rimescolati e distribuiti caoticamente in tutta la massa e per tutto il suo spessore, senza il minimo accenno di cernita o di stratificazione. A sua volta il tufo giallo caotico passa verso l'alto, gradualmente, in un tufo stratificato che termina con una facies cineritica molto meno coerente e di color grigio chiaro detta volgarmente «mappamonte».

Il meccanismo di un'eruzione di tufo giallo caotico è stato ricostruito fin nei minimi dettagli dal Rittmann il quale, studiando la successione dei materiali in diverse serie complete di tufo giallo, ha potuto darci una efficacissima descrizione di un'eruzione di tal genere, descrizione che ci sembra utile riportare fedelmente.

La struttura e la tessitura del tufo giallo ricordano quelle di alcune ignimbriti ed anche quelle dei depositi delle nuvole ardenti e dei lahar, cioè di materiali piroclastici misti eruttati in tale quantità ed in breve tempo da formare una sospensione caldissima e molto mobile che inondava vaste aree con grande velocità. Soltanto un cosiffatto meccanismo spiega la natura perfettamente caotica del tufo, la parziale devettrificazione delle sue pomici e la sua saldezza eccezionale. La devettrificazione delle pomici da prova di un lento raffreddamento e dimostra con ciò che al momento della deposizione il materiale era ancora molto caldo. Inoltre si possono trovare qua e là piccolissimi cristalli di minerali pneumatolitici il che dimostra la presenza di gas caldissimi che producevano non solo neoformazioni di minerali pneumatolitici, ma anche ricristallizzazioni e devettrificazioni che producono il rinsaldamento della massa.

Il meccanismo di un'eruzione di tufo giallo è, secondo il Rittmann, il seguente: *Un'enorme quantità di magma molto ricco di gas, ma non molto caldo e perciò viscoso, sale nel condotto spingendo in testa una*

massa di lava più fredda e più viscosa. Arrivata alla bocca questa forma una cupola che, estendendosi lateralmente, si squarcia dando via libera al magma sottostante. Questo esplode dapprima in un'attività ritmica (materiali stratificati inferiori) e quindi in una serie di esplosioni mai mano più accelerate fino a culminare in un'esplosione gigantesca che emette una tale quantità di materiale piroclastico di tutte le dimensioni da formare con i gas una sospensione densa e pesante che non può salire a grande altezza ma ricade presto, sotto forma di nube ardente, traboccando dal cratere e scivolando giù sui fianchi del vulcano con grande velocità. La mobilità di queste nubi ardenti ricadenti è straordinaria e permette alle masse piroclastiche sospese nei gas caldi di raggiungere distanze di decine di Km. depositando lungo il percorso enormi quantità di tufi caotici. Nella massa principale nessuna cernita è possibile, soltanto le parti più alte delle nubi ardenti sono impoverite di materiali pesanti e grossolani. Una piccola percentuale delle ceneri rimane così sospesa un po' più a lungo e si deposita al tetto del tufo caotico, formando il «mappamonte».

L'ipotesi formulata dal Rittmann sulla genesi del tufo giallo napoletano ha trovato piena conferma nelle esperienze condotte da R. Sersale il quale ha ricostruito la genetica dei tufi litoidi vulcanici attraverso la zeolitizzazione che si consegue per trattamento idrotermale di materiali piroclastici incoerenti (pozzolane) in opportune condizioni ambientali esattamente individuate e delimitate.

I vulcani che hanno prodotto il tufo giallo dovevano essere tutti subaerei innanzitutto perché un tufo così caotico non si può formare sott'acqua, dove si sarebbe in ogni caso verificata una cernita abbastanza rigorosa, inoltre perché la morfologia degli edifici craterici presenta pendii troppo ripidi per essere di origine subacquea, infine perché nelle Generiti dei tufi stratificati immediatamente sottostanti al tufo caotico si rinvengono numerose e caratteristiche pisoliti che testimoniano, fuor d'ogni dubbio, l'origine subaerea di questi prodotti. Il rinvenimento di qualche conchiglia (sempre però singola) segnalato in alcuni punti, sta a denotare che il vulcano che ha prodotto quel tufo si è forse formato vicino alla spiaggia, in mare sottile, inglobando nei suoi materiali qualche conchiglia, ma l'edificio craterico è, ciò nondimeno, cresciuto in aria.

Tra le eruzioni a nubi ricadenti e quelle esplosive ritmiche esistono tipi intermedi e misti che producono tufi gialli più o meno stratificati e cerniti. Tufi simili si possono anche formare ai margini delle nubi ardenti. Ciò spiegherebbe la variazione di facies che si osserva in diverse zone, specialmente ai margini nord-orientali della zona urbana dove si ha il

passaggio laterale dal tufo giallo caotico a prodotti piroclastici sciolti più o meno stratificati.

Come fa giustamente osservare il Rittmann, *la formazione del tufo giallo caotico è legata ad un certo meccanismo eruttivo e con ciò ad una certa evoluzione del magma che determina la sua viscosità ed il suo contenuto in gas. Si può aggiungere che si tratta di uno stato molto avanzato dell'evoluzione magmatica, ma con ciò non è detto che tale stato venne raggiunto contemporaneamente da tutto il magma del bacino flegreo. Sembra piuttosto che le condizioni necessarie siano state realizzate in diversi tempi, in singoli condotti od in singole apofisi, cosicché il tufo giallo non caratterizza strettamente un dato periodo dell'attività vulcanica dei Campi Flegrei. Infatti il rilevamento geologico della regione ha dimostrato che tufi gialli caotici si sono formati a più riprese prima e dopo l'eruzione di Soccavo che ha prodotto tufi cineritici e pumicei, piperno e brecce. La stratigrafia dei Campi Flegrei appare così molto più complicata di quanto risulta dalla suddivisione in soli tre periodi proposta dal De Lorenzo. In realtà esistono diversi «periodi» di tufo giallo. Data la rassomiglianza litologica dei diversi tufi gialli non è però facile stabilire la loro successione, se non si è in grado di determinare la loro posizione stratigrafica in base ad intercalazioni di altri tufi più caratteristici. Purtroppo gli affioramenti sono scarsi ed isolati, di modo che non si possono seguire singoli strati a grandi distanze sul terreno. Studi petrografici, stratigrafici e tettonici molto accurati, basati anche sui risultati di sbancamenti, perforazioni, pozzi, gallerie etc., potrebbero forse permettere la soluzione di molti problemi ancora sospesi, problemi di grande interesse non solo dal punto di vista puramente scientifico ma anche dal punto di vista pratico. E' evidente, infatti, che la ricostruzione della stratigrafia e della tettonica della zona urbana e delle zone di futura espansione della città costituirebbe un contributo di estrema utilità per la soluzione di tanti complessi problemi tecnici relativi al sottosuolo cittadino.*

Si è già detto che il tufo giallo costituisce il più diffuso ed abbondante materiale da costruzione usato a Napoli; le sue caratteristiche fisiche e meccaniche sono però molto variabili non soltanto da località a località ma anche nella stessa cava per cui non è raro il caso che in cava la pietra venga «classificata» e, di conseguenza, valutata con prezzi differenti a seconda della varietà. I cavatori usano diversi termini per distinguere queste varietà: si ha così la «cima di monte», la «pietra arenosa», la «pietra dura», la «pietra ferrigna» e la «pietra fine».

La più ricercata è la cosiddetta «pietra fine» non perché abbia caratteristiche fisiche e meccaniche migliori delle altre varietà, ma

piuttosto per la grana più uniforme, fine e compatta, che la rendono molto più facilmente lavorabile con lo speciale «martello» da muratore.

Il Dell'Erba, in un trattato ormai classico, ha riportato, con grande dovizia di dati, la descrizione delle tante varietà di tufo giallo caotico, precisando altresì le principali caratteristiche fisiche e meccaniche di ciascuna di esse sulla scorta dei risultati di centinaia di prove.

La varietà che, in genere, presenta caratteristiche di resistenza meccanica maggiori è quella cosiddetta «ferrigna» che si rinviene verso il tetto della formazione, nella zona di passaggio al «mappamonte»: secondo i valori riportati da Dell'Erba questa varietà avrebbe una resistenza media allo schiacciamento di 126 Kg/cmq. Ma si conoscono tufi gialli ancora più resistenti (fino a 175 Kg/cmq).

Con la resistenza allo schiacciamento variano anche, entro discreti limiti, le caratteristiche fisiche: il peso specifico apparente oscilla tra 1,20 e 1,70; il grado di compattezza tra 0,50 e 0,70; il coefficiente di imbibizione, riferito al peso, varia tra 0,20 e 0,40.

In genere, però, per la varietà più comune di tufo giallo napoletano le proprietà fisiche e le caratteristiche meccaniche sono mediamente le seguenti: peso specifico apparente = 1,23; grado di compattezza = 0,355; coefficiente di imbibizione riferito al peso = 0,37; resistenza allo schiacciamento = 50 Kg/cmq.

Nella massa del tufo giallo caotico comune si sono rinvenute più volte, in occasione di scavi di pozzi, cunicoli e gallerie, delle zone, di forma e dimensioni varie, costituite da una varietà di tufo compatto di colore verde-grigiastro. Tale fenomeno fu già messo in risalto nel 1924 da M. Guadagno, per la zona di Santo Stefano al Vomere, successivamente, nel 1925, in via Luigia Sanfelice al Vomero, furono messi in luce altri ammassi di tufo verde, inglobati nel tufo giallo, che furono oggetto di una segnalazione di Salvatore e Friedlaender e di un studio petrografico di Rittmann. Ancora più di recente, nel 1949, Nicotera, in occasione dello scavo di un pozzo, di una discenderia e di una galleria eseguiti dall'acquedotto di Napoli nella zona del Vallone Ricciardi e di Santo Stefano al Vomero, ebbe l'opportunità di eseguire un accurato studio petrografico tanto di una varietà di tufo verde, ivi rinvenuto, quanto della varietà di tufo giallo che inglobava gli ammassi di tufo verde. Innanzitutto si poté constatare che le «inclusioni» di tufo verde avevano dimensioni e forme varie e non presentavano alcuna disposizione particolare che potesse far ricostruire una originaria stratificazione: il passaggio dal tufo verde al tufo giallo era quasi brusco e netto ma esso era rivelato soltanto dal cambiamento di colore perché quanto al resto (struttura, grana, dimensioni e distribuzione, degli

inclusi pumicei e lapidei) non si notava alcuna differenza. Lo studio petrografico ha dimostrato, senza alcun'ombra di dubbio, che non vi era alcuna sensibile differenza di composizione tra la varietà gialla e quella verde sia per quanto concerne la grana, sia per quanto concerne quantità, natura e dimensioni dei lapilli pumicei e lapidei inclusi nella massa cineritica fondamentale (di color giallo ocra nella varietà gialla e di color grigio-verdastro nell'altra varietà): una lieve differenza si notava soltanto negli inclusi pumicei che nella varietà verde presentavano un maggior grado di freschezza. Inoltre si poté constatare che dopo trattamento per alcune ore con acqua ossigenata il tufo verde diveniva assolutamente indistinguibile dal tufo giallo, ed alcuni provini di tufo verdastro dopo si tratterebbe quindi semplicemente di un diverso grado



17



18

17-18-19 - Fronti di scavo, operati per insediamenti edilizi, in terreni vulcanici incoerenti (alla via Nuova Camaldoli, figg. 17 e 19) ed in terreni di riporto (nella zona di S. Giacomo dei Capri, fig. 18).

19



di ossidazione che differenzia queste due varietà di tufi e ciò spiegherebbe anche perché il tufo verde non si nota mai in affioramento a meno che non si tratti di pareti di scavo fresche. Il Guadagno esprime l'opinione che gli ammassi di tufo verde rappresentino i relitti dell'antico tufo originario, quasi totalmente ossidato e trasformato in giallo, mentre il Salvatore avanza l'ipotesi che le zone verdastre possano essere il prodotto di «reazioni intime, secondarie» avvenute tra i vari componenti dei tufi «in epoche forse posteriori» alla loro formazione. Si può comunque escludere che questa varietà di tufo verdastro rappresenti degli «inclusi», nel tufo giallo, di quella varietà di tufo grigio-verde che si è rinvenuta in diversi pozzi profondi alla base del tufo giallo (come quello descritto da F. Ippolito per la zona del porto di Napoli, o da Guadagno per il pozzo di piazza S. Maria la Fede od, ancora, da D'Erasmo in alcuni suoi lavori) tufo che dovrebbe ascrivere alla formazione del tufo grigio campano e che rappresenta quindi il prodotto di manifestazioni vulcaniche di un periodo antecedente alla formazione del tufo giallo. Né tanto meno si può assimilare questa varietà di tufo verde al tufo verde dell'Epomeo di Ischia che si incontra spesso, sotto forma di blocchi rigettati, incluso nel tufo giallo del Campi Flegrei. Infatti il tufo dell'Epomeo ha un colore verde stabile, non ossidabile, conferitogli dalla presenza di minutissimi aghetti di un minerale appartenente al gruppo delle glauconiti.

In questa varietà di tufo verdastro ossidabile, durante l'esecuzione della galleria del Vomere della Ferrovia Circumflegrea, venne rinvenuto, a circa 250 m. ad E di Torre S. Domenico ed a circa 80 m. s.l.m., e cioè ad una profondità, rispetto alla superficie topografica, di una ventina di metri, un grosso frammento, di oltre un metro di lunghezza, di legno fossilizzato che, studiato con il metodo del radiocarbonio, ha rivelato una età di circa 10.000 anni. Questa datazione, che può essere assunta come una indicazione dell'antichità della fase eruttiva flegrea, che ha dato origine al tufo giallo napoletano, si inquadra perfettamente nella cronologia del vulcanesimo flegreo-somma-vesuviano ricostruita dal Rittmann.

Se dal punto di vista petrografico le varietà di tufo verdastro prelevate nella zona di S. Stefano e del Vallone Ricciardi, al Vomero, non hanno rivelato praticamente alcuna differenza rispetto alle corrispondenti varietà di tufo giallo, le caratteristiche fisiche e meccaniche, invece, si sono rivelate notevolmente migliori: il tufo verde del Vallone Ricciardi ha denotato una resistenza allo schiacciamento variabile da 116 a 166 Kg/cm², mentre il tufo verde di S. Stefano è giunto addirittura ad una resistenza di ben 230 Kg/cm² (valore più elevato finora riscontrato

per tutti i tipi di tufi vulcanici del napoletano). E' però da far notare che anche i tufi gialli, nei quali erano inglobate le zone verdi, hanno rivelato caratteristiche fisiche e meccaniche elevate, ma sempre sensibilmente più basse delle varietà verdi.

Abbiamo voluto di proposito soffermarci un po' più diffusamente su questa varietà di tufo verdastro, che praticamente abbiamo visto essere la stessa cosa del tufo giallo caotico, perché essa ci dà l'occasione di riflettere sulla giusta interpretazione da dare ad alcune stratigrafie di sondaggi eseguiti per il passato nell'ambito della zona urbana di Napoli, stratigrafie che segnalano la presenza di tufo grigio-verdastro a profondità alle quali era più logico attendersi la presenza di tufo giallo: in effetti non è da escludersi, in taluni casi, che si tratti sempre della stessa formazione del tufo giallo. Ciò sta ancora una volta a confermare la esigenza che lo studio dei campioni provenienti da pozzi, scavi o sondaggi deve essere condotto con la dovuta ocularità per evitare interpretazioni erronee che possono avere notevoli conseguenze non solo sotto il profilo scientifico ma anche nel campo pratico.

Il tufo giallo si presenta in banchi di potenza molto variabile da zona a zona: fino ad oltre 180 metri nella zona della ex piazza Leopardi a Fuorigrotta; fino a circa 110 m. in alcune zone della collina di Posillipo; circa 60 metri nella zona di piazza Vittoria; circa 90 metri nella zona di piazza Plebiscito; circa 50 metri nella zona di piazza Santa Maria della Fede; tra 30 e 35 m. nella zona orientale dell'agglomerato urbano. Questi dati sono molto sporadici e sparpagliati perché si dispone di pochissime stratigrafie di sondaggi che abbiano attraversato, per tutta la sua potenza, la formazione del tufo giallo caotico. Quello che è assodato, però, è che la formazione di tufo giallo, nell'ambito della zona urbana, non è costituita da un banco continuo ma è formata dalla sovrapposizione di più orizzonti di tufo caotico lapideo (rappresentante ognuno un atto eruttivo) separati da livelli di materiali piroclastici più o meno coerenti (rappresentanti l'inizio o la fine di un'eruzione di tufo giallo) e da intercalazioni di banchi di piperno, accumuli di breccie vulcaniche ed espandimenti lavici. Inoltre è accertato che verso il margine orientale dell'agglomerato urbano la formazione del tufo giallo va gradualmente assottigliandosi fino a scomparire del tutto: al suo posto subentrano materiali piroclastici sciolti, sia di provenienza flegrea che somma-vesuviana, e depositi alluvionali dovuti al rimaneggiamento e trasporto di materiali di varia provenienza.

La formazione del tufo giallo deve aver subito numerose ed imponenti dislocazioni tettoniche, rappresentate soprattutto da una serie di sprofondamenti causati dal collasso del tetto del bacino vulcanico a

seguito del suo svuotamento per l'emissione di enormi quantità di magma sotto forma di nubi ardenti, per cui il tufo giallo è stato suddiviso in numerose zolle ed è interessato da frequenti fratture talvolta addensate secondo particolari direttrici tettoniche. Inoltre nella massa del tufo giallo si rinvengono numerose altre fratture e litoclasti, ad andamento caratteristico, dovute alla contrazione a seguito del ritiro per raffreddamento della massa cineritica diagenetizzata per autometamorfismo. Infine, la formazione del tufo giallo prima di essere ammantata, ed in parte sepolta, dai prodotti delle eruzioni posteriori (in gran parte materiali cineritici e pozzolanici sciolti) è stata a lungo esposta, nel periodo di tregua intercorrente tra l'attività del ciclo eruttivo antico e l'attività del ciclo eruttivo recente dei Campi Flegrei, alla violenta azione erosiva degli atmosferici che deve aver causato ulteriori notevoli variazioni nella morfologia originaria, asportando in molte zone la parte più friabile, il cosiddetto «mappamonte», della formazione ed incidendo profondi solchi di erosione attestati soprattutto in corrispondenza delle principali linee di dislocazione tettonica.

Da tutto questo insieme di fenomeni consegue una morfologia sepolta del tufo giallo estremamente complessa e spesso completamente differente dalla morfologia attualmente visibile perché su queste masse di tufo, dislocate, fagliate, fratturate ed erose, si sono sovrapposti svariati ed abbondanti altri materiali piroclastici sciolti che hanno in parte colmato i solchi ed i dislivelli livellando ed ammorbidendo una morfologia quanto mai accidentata ed irregolare; all'azione livellatrice prodotta dalle eruzioni del ciclo eruttivo recente dei Campi Flegrei si è poi sovrapposta l'azione dell'uomo che, nella zona dell'agglomerato urbano, ha spesso colmato valloni o sbancato dossi ed asperità per cui la ricostruzione dell'andamento del substrato tufaceo si presenta quanto mai problematica e potrà essere definita soltanto dopo un paziente lavoro di raccolta e selezione di tutti i dati inerenti al sottosuolo cittadino, già disponibili o che si renderanno disponibili negli anni futuri. Questo lavoro è stato già avviato e sarà illustrato nel prossimo capitolo di questa relazione, ma esso è ancora soltanto agli inizi e ben lungi dalla conclusione.

L'estrazione della pietra per costruzioni, dai banchi di tufo giallo caotico, per molti secoli è stata praticata, più che mediante sbancamenti e coltivazioni in cave a cielo aperto, di preferenza mediante scavi in sotterraneo e ciò, verosimilmente, perché si preferiva estrarre il materiale da costruzione nel luogo stesso dove doveva sorgere l'edificio anziché prelevarlo da cave lontane. L'estrazione poteva avvenire con due tecniche differenti: un primo metodo consisteva nel praticare un pozzo verticale, attraverso i materiali piroclastici sciolti sovrastanti al tufo

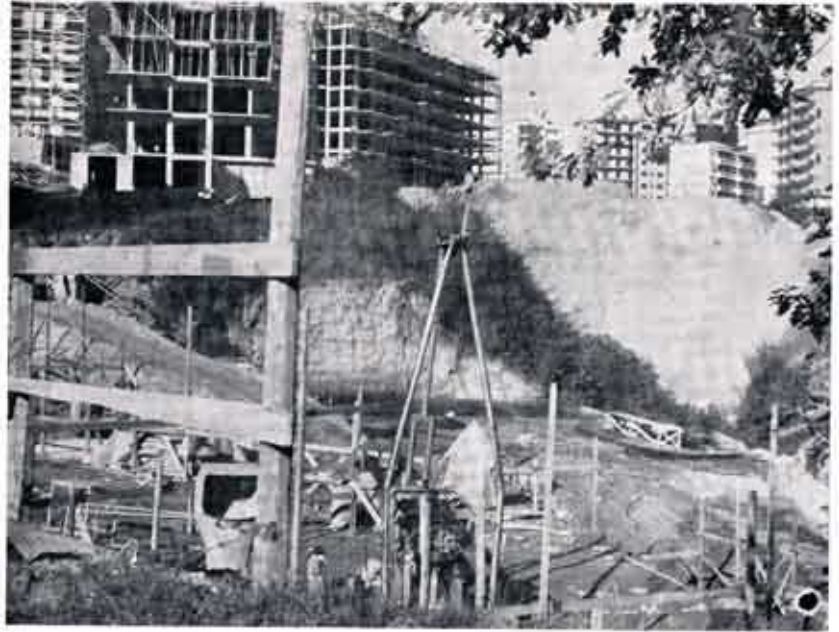
litoide, e quindi, raggiunto il banco tufaceo, nell'approfondire ed allargare a campana, gradualmente, la cavità dalla quale veniva estratta la pietra; un secondo metodo (che era possibile soltanto in particolari condizioni) consisteva invece nel penetrare bene addentro nell'ammasso tufaceo con un cunicolo orizzontale (od anche in leggera rimonta) e di qui praticare una serie di grossi cameroni dai quali la pietra era estratta o con il sistema a gradini diritti o, più raramente, con il sistema a gradini rovesci. Questo argomento viene ampiamente trattato, in un altro capitolo di questa relazione, da R. Di Stefano il quale ha ricostruito la distribuzione, lo sviluppo e la evoluzione delle escavazioni sotterranee nel sottosuolo napoletano attraverso le varie epoche storiche. In questa sede ne abbiamo voluto tuttavia accennare per ricordare che la presenza di queste cavità (tra le quali sono da comprendersi anche una infinità di vasche e cisterne create per l'immagazzinamento delle acque piovane e, successivamente, delle acque addotte dagli acquedotti) ha determinato nel sottosuolo cittadino una situazione tale che in certi casi oltre alle eventuali influenze dirette o indirette sulla statica dei manufatti, può opporre gravissimi ostacoli alla realizzazione di alcune infrastrutture di capitale importanza per lo sviluppo urbanistico (quale ad esempio una rete ferroviaria metropolitana) mentre in altri casi può essere sfruttata con notevoli vantaggi. Tra i numerosi casi di cui abbiamo diretta esperienza valga, come esempio del primo tipo di situazione, il caso della stazione di testa della ferrovia Circumflegrea a Montesanto la cui realizzazione è da anni bloccata per le gravi difficoltà che si frappongono all'ampliamento di una delle due gallerie esistenti perché queste due gallerie lambiscono o addirittura attraversano a mezza altezza delle vaste e profonde cavità in parte dissestate e sorrette da una serie di monumentali contrafforti, archi rampanti e pilastri. Come esempio del secondo tipo di situazione si può citare, invece, il caso del fabbricato Direzionale della SIP telefonica, sulla collina del Monte Echia, dove pure sono state rinvenute numerose e vaste cavità, alcune delle quali giungenti fino alla quota della Galleria della Vittoria (Chiatamone) e cioè profonde una quarantina di metri, ma queste cavità sono state utilizzate per crearvi un vasto edificio sotterraneo nel quale hanno trovato vantaggiosa sistemazione numerosi servizi ed impianti.

Questi due esempi, che possono considerarsi come casilimite, servono bene a farci comprendere la grande importanza che riveste la conoscenza di queste cavità sotterranee in un piano di sviluppo ed espansione della città e quindi l'esigenza di programmare un piano organico di indagini che ci consenta di giungere una buona volta a disporre di una

dettagliata planimetria della Napoli sotterranea, a tutt'oggi in larga parte sconosciuta.

Non tratteremo, in questo capitolo, delle conseguenze che l'esistenza di una sì fitta rete di cavità talvolta determina sulla statica dei manufatti, sia in superficie che in sotteraneo, perché questo argomento viene approfondito nel capitolo riguardante le cause dei dissesti.

Per completare la disamina delle caratteristiche del tufo giallo napoletano resta solo da fare qualche breve cenno su alcune importanti proprietà chimiche di questa roccia, messe in luce soltanto in questi ultimi anni.



20



21

20-21-22 - Riempimento del vallone Sgambati (S. Giacomo dei Capri) per realizzare nuovi suoli edificatori; il fronte di avanzamento dello scarico del terreno di riporto (fig. 20), un cavo per la realizzazione di un plinto su pali (fig. 21), terreni di riporto su materiali vulcanici incoerenti in sede (fig. 22).

22



Innanzitutto, approfondite ricerche di R. Sersale hanno rilevato che il tufo giallo napoletano, contrariamente a quanto si riteneva fino a pochi anni fa, presenta una «reattività idraulica» (cioè capacità di reagire in acqua con calce idrata per dare prodotti con proprietà cementanti) finanche maggiore di quella della pozzolana, comunemente adoperata per confezionare malte idrauliche. E' evidente che questa scoperta, almeno per la regione napoletana, ha interesse soprattutto scientifico perché, fin quando si disporrà di ottima pozzolana, non vi sarà alcuna convenienza ad impiegare il tufo giallo (che deve essere prima finemente macinato).

Infine alcune indagini in corso presso il Laboratorio di ingegneria Sanitaria del C.N.E.N. (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare) hanno messo in luce che il tufo giallo napoletano è dotato di eccellenti proprietà di scambio nei riguardi di due radionuclidi a lunga vita quali il Cs 137 e lo St 90; è stato anzi accertato che il tufo giallo si presenta con caratteristiche di scambio nettamente migliori rispetto agli altri scambiatori naturali (montmorillonite e vermiculite) e tali da renderlo competitivo con i migliori scambiatori inorganici nel trattamento di acque di rifiuto contaminate.

Materiali piroclastici sciolti

Come si è già avvertito all'inizio, i materiali piroclastici sciolti offrono notevoli difficoltà di classifica sia a causa della grande variabilità di tipi, sia a causa delle differenti condizioni di genesi, sia infine a causa dell'intervento di molteplici fattori, soprattutto di carattere esterno, che possono essere intervenuti a modificare, in un secondo tempo, le loro caratteristiche d'origine.

Per questi motivi si è preferito distinguere innanzitutto tra materiali non rimaneggiati e materiali rimaneggiati perché, a nostro avviso, l'azione di rimaneggiamento, ad opera degli agenti della dinamica esterna o dell'uomo, è quasi sempre determinante nel modificare in modo sensibile le caratteristiche fisiche e meccaniche di detti materiali.

Ciò premesso passiamo ora in rapida rassegna questi materiali, limitandoci però ad esaminarli dal punto di vista genetico e petrografico nonché nei riguardi dell'influenza che la loro genesi, natura petrografica e struttura possono avere sulle caratteristiche fisiche e meccaniche.

Materiali non rimaneggiati

Per comodità di trattazione questi materiali sono stati suddivisi in base ad un criterio in parte genetico ed in parte granulometrico. I tipi fondamentali sono: le breccie vulcaniche; le scorie; le pomici; i lapilli; le ceneri e le pozzolane s.l.

Breccie vulcaniche - Sono costituite da un accumulo grossolano di frammenti di lave (ed anche di altre rocce) prodotti da un'esplosione a condotto ostruito, oppure strappati dalle esplosioni dalle pareti del condotto vulcanico, od, ancora, dovuti al lancio di materiali franati nel condotto per distacchi avvenuti lungo le pareti interne della bocca craterica. In genere le breccie sono frammiste a materiale più fine e per lo più costituiscono episodi sporadici nell'attività vulcanica : il caso più classico è rappresentato dalla «breccia museo» (così chiamata perché costituita da frammenti rocciosi dei più svariati tipi) appartenente all'eruzione di piperno di Seccavo e che si rinviene alla base della Collina dei Camaldoli, a tetto del piperno. Talvolta nelle breccie vulcaniche si sono verificati fenomeni di pneumatolisi che hanno determinato una certa diagenesi, in generale, però, esse si presentano allo stato sciolto ed incoerente. Ammassi di breccie vulcaniche sono stati segnalati in alcuni scavi in sotterraneo eseguiti nell'ambito del territorio comunale (ad es. in alcune gallerie del nuovo Acquedotto): la loro esatta localizzazione potrebbe riuscire di grande utilità nella ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo di Napoli.

Scorie - A seconda della genesi possono distinguersi in «scorie di lancio» ed in «scorie di lava».

Le scorie di lancio sono brandelli di lava lanciati dalla bocca del vulcano in quella particolare fase di attività vulcanica che dicesi appunto attività di lancio di scorie. Queste si presentano solo moderatamente soffiate, però in tutta la massa, e sono costituite per lo più da sostanza vetrosa con sporadici cristallini intratellurici. Talvolta i brandelli di lava ricadono ancora liquidi o pastosi e nel cadere al suolo si schiacciano, saldandosi l'un l'altro, dando luogo alla formazione cosiddetta delle «scorie saldate»: un caso particolare di scorie saldate può essere considerato il piperno.

Le scorie di lava sono costituite invece da un nodulo di lava, sostanzialmente compatta, terminante all'esterno con una crosta schiumosa o bollosa, scabra ed irregolare, sulla quale si rinvengono sovente scaglie di minerali pneumatolitici.

Le scorie di lava formano le parti superiori ed inferiori di una colata lavica, ove il materiale acquista un aspetto bolloso per la sfuggita di gas ed è alquanto vitreo per il rapido raffreddamento. Tra le scorie di lava la più diffusa ed importante è la cosiddetta «ferrugine», che è di origine vesuviana, molto usata nel napoletano per la confezione di conglomerati cementizi leggeri ma di elevata resistenza. La ferrugine deve le sue particolari proprietà costruttive alla sua costituzione ed alla sua struttura: essa infatti accoppia la resistenza meccanica di una lava ad un'elevata aderenza e ad un basso peso/volume.

Da quanto precede appare evidente che esiste una differenza sostanziale tra le scorie di lava (e cioè essenzialmente la ferrugine) e le scorie di lancio. In quest'ultimo caso infatti si tratta di brandelli di lava trascinati dalle masse di vapore erompenti nell'aria e raffreddati durante il loro volo in una massa nera scoriacea, costituita da vetro schiumoso, talvolta con un piccolo nucleo lavico, mentre le scorie di lava sono costituite da sostanza microcristallina con poco vetro in superficie.

Le scorie di lancio sono più frequenti tra i prodotti del vulcanismo flegreo che non tra quelli del Somma-Vesuvio mentre le scorie di lava si può dire che praticamente non esistono tra i prodotti flegrei e ciò non è casuale ma strettamente collegato al chimismo dei due tipi di magma.

Le dimensioni delle scorie, siano esse di lancio o di lava, sono quanto mai variabili: da pezzi di qualche decimetro cubico, ed anche oltre, si arriva fino ad una sabbia.

Pomici - Le pomici sono brandelli di lava, di dimensioni variabili da quelle d'un pisello fino alla grandezza di una testa, fortemente soffiati, di costituzione vetrosa, estremamente porosi e leggeri, emessi per lo più in grande quantità da un'attività vulcanica spiccatamente esplosiva, quasi sempre in eruzioni iniziali. Insieme alle pomici vengono emesse quantità ancora più grandi di ceneri ma durante la traiettoria in aria questi materiali subiscono una cernita e selezione in base al peso (e quindi alle dimensioni) per cui si depositano in strati ben distinti granulometricamente. Se però le esplosioni si susseguono a ritmo accelerato, non si ha più una cernita in aria perché le pomici si depositano insieme alle ceneri emesse in precedenti esplosioni e si ha un accumulo misto di pomici e ceneri.

Le pomici si formano generalmente da magmi molto viscosi: tipiche, abbondanti e molto porose sono le pomici riolitiche (come ad es. quelle di Lipari); quelle trachitiche (come ad es. le flegree) sono meno finemente porose, ma ancora relativamente abbondanti; nei magmi tipo vesuviano

sono invece poco frequenti a meno che, a seguito di un lungo periodo di otturazione del condotto, non si creino le condizioni adatte alla loro formazione (differenziazione chimico-gravitativa del magma ed accumulo di gas nella parte alta del condotto) come si verificò nel 79 d. C. per l'eruzione iniziale del Vesuvio che distrusse Pompei seppellendola sotto una coltre di pomici e ceneri. In quella occasione si produsse un banco di pomici che raggiunse in alcuni punti lo spessore di circa 2,5 metri, ma si tratta di un caso unico nella storia quasi bimillenaria del Vesuvio; dopo quell'eruzione, infatti, le pomici emesse da questo vulcano hanno sempre rappresentato una parte assolutamente trascurabile dei suoi prodotti.

Molto più abbondanti e frequenti sono invece le pomici di origine flegrea ma si tratta sempre di banchi di spessore limitato a qualche metro al massimo che si rinvengono alternati a strati, molto più frequenti e potenti, di materiali cineritici.

Le pomici sono molto usate in conglomerati con malta cementizia per la preparazione di blocchetti, forati, etc., che, per il basso peso per unità di volume, l'alta coibenza e le discrete caratteristiche meccaniche, si prestano ottimamente nella costruzione di strutture non portanti.

Tra i banchi di pomici appartenenti alla serie dei prodotti emessi durante il ciclo eruttivo recente dei Campi Flegrei è ben noto ai vecchi cavautori napoletani quello detto dei «sette palmi» per il suo spessore di circa 2 m., dal quale fino a pochi anni fa (e forse anche ora) si estraevano le pomici mediante una serie di cunicoli sotterranei, non rivestiti, che si addentravano, ramificandosi, nel sottosuolo napoletano. Questa pratica, ora proibita, ha finito col creare, in diverse zone dell'agglomerato urbano, uno stato di pericolosità latente che ogni tanto si manifesta con crolli e sprofondamenti.

A tal proposito si può citare, tra gli altri, il caso del vasto sprofondamento verificatosi recentemente in via E. Cortese al Vomere: in questo sprofondamento è stato messo in luce un vecchio cunicolo di scavo praticato in un banco di pomici a brevissima distanza dalla fognatura. Questo cunicolo ha evidentemente favorito un progressivo fenomeno di erosione originato da una perdita della fognatura: il fenomeno, una volta innescato, si è gradualmente esteso ed aggravato creando una vasta cavità sotterranea, profonda una decina di metri, nella quale è improvvisamente sprofondato (fortunatamente senza vittime) un largo tratto della sede stradale.

Lapilli - Il termine lapillo (pietruzza) ha un significato esclusivamente granulometrico: esso sta infatti ad indicare prodotti piroclastici sciolti delle dimensioni comprese, grosso modo, nel campo delle sabbie grosseghiaie fini. Per i lapilli occorre quindi precisare la loro genesi e natura (se di tipo lapideo, scoriaceo o pumiceo) per poterne definire le caratteristiche fisiche e meccaniche. Nel territorio da noi considerato i lapilli, salvo che non si tratti di pomici, si rinvengono per lo più in banchi di pochi decimetri al massimo, alternati ad altri materiali piroclastici sciolti; se si incontrano banchi più spessi di lapilli lavici o scoriacei, a granulometria uniforme, quasi certamente si tratta di materiali rimaneggiati, di accumulo alluvionale o marino. Naturalmente i lapilli si possono rinvenire anche, più o meno frequenti, negli accumuli misti di materiali piroclastici sciolti, insieme alle ceneri ed a tutti gli altri prodotti emessi dall'atto esplosivo.

Ceneri e pozzolane s. 1. - Le ceneri vulcaniche sono un assieme di minutissimi brandelli lavici vetrificati e soffiati, con tessitura cioè minutamente ed intimamente bollosa, misti a detriti vari, vitrei e non vitrei, fra i quali frammenti di cristalli intratellurici e di rocce che il magma ed i suoi gas strappano dalle pareti del condotto. Nel napoletano la cenere vulcanica, più o meno ricca di pomici e di piccoli lapilli lapidei o scoriacei, eruttata sia dai Campi Flegrei che dal Somma-Vesuvio, prende il nome generico di «pozzolana» indipendentemente dalla sua caratteristica di impiego, sia cioè poi in pratica capace o non di fornire, con calce idrata, una malta resistente in acqua. Nel linguaggio locale i termini di cenere e di pozzolana sono dunque sinonimi.

Una distinzione localmente è fatta soltanto tra pozzolane flegree, dette semplicemente «pozzolane» e pozzolane vesuviane, dette «pozzolane di fuoco». Tra questi due tipi di pozzolane, però, la differenza è sostanziale perché le pozzolane flegree sono costituite essenzialmente da sostanza vetrosa intimamente soffiata alla quale si associano, solo subordinatamente, frammenti cristallini (specialmente sanidino), mentre le «pozzolane di fuoco» vesuviane sono caratterizzate da una prevalenza di frammenti cristallini (soprattutto leucite) con scarsa sostanza vetrosa. Inoltre le pozzolane flegree non sono mai rimaneggiate (almeno quelle che vengono usate come pozzolane) mentre le pozzolane vesuviane sono per lo più profondamente rimaneggiate e dilavate dalle acque meteoriche.

A rigor di termini il nome di pozzolana dovrebbe essere riservato a quei materiali cineritici che presentano una reattività idraulica e cioè

che siano capaci di reagire in acqua con calce idrata, reattività definita, per l'appunto, come «proprietà pozzolanica».

Ora è accertato che soltanto alcuni materiali cineritici di origine flegrea presentano proprietà pozzolanica che deriva loro dallo stato essenzialmente vetroso, dalla composizione chimica e dalla tessitura minutamente soffiata. Le ceneri di origine vesuviana, all'incontro, non presentano che eccezionalmente proprietà pozzolaniche e ciò dipende non tanto dalla composizione chimica quanto dalla scarsità di sostanza allo stato vetroso: infatti esperienze condotte una trentina di anni fa da Parravano e Caglioti hanno provato che fondendo le ceneri vesuviane (inattive), temprandole (in modo da far acquistare loro uno stato vetroso e spugnoso) e quindi polverizzandole si otteneva una pozzolana che reagiva ottimamente con la calce idrata.

Per quanto riguarda la granulometria di questi materiali occorre tener presente che in una eruzione esplosiva sono lanciate fuori dalla bocca vulcanica, assieme riuniti, detriti vari per forma, grandezza e densità; soltanto alle maggiori distanze dall'apparato vulcanico i materiali ricadenti al suolo possono classificarsi per grandezza e densità. Nella generalità dei casi questa selezione avviene soltanto per i prodotti più voluminosi e pesanti per cui le ceneri vulcaniche sono quasi sempre frammiste ad abbondanti piccole pomici ed a frequenti lapilli lapidei e scoriacei.

La tessitura e la forma dei singoli elementi costituenti questi terreni, strettamente dipendenti dal chimismo e dalle condizioni del magma allo atto dell'eruzione nonché dal tipo di attività eruttiva, influiscono in modo determinante sulle loro caratteristiche fisiche e meccaniche.

Innanzitutto la porosità, che raggiunge valori elevatissimi ma che ha caratteristiche particolari perché solo per una parte essa è costituita da vuoti accessibili e ciò proprio in dipendenza della tessitura bollosa o intimamente soffiata, con vuoti esilissimi completamente isolati.

Poi l'angolo di attrito interno che è stato provato essere sensibilmente più elevato di altri materiali sciolti sedimentari di pari granulometria e ciò proprio in dipendenza della spiccata forma scabrosa che hanno i singoli elementi, scabrezza che è tanto più accentuata quanto più minuti sono i granelli tanto da lasciar pensare che forse, in alcuni casi, per questi materiali, specialmente nell'intervallo granulometrico compreso tra i 5 mm. ed i 0,05 mm. (che abbraccia la maggioranza delle pozzolane e delle pomici), si debba verificare un aumento dell'angolo di attrito interno con il diminuire delle dimensioni dei granelli, contrariamente a quanto si riscontra nei materiali sciolti di origine

sedimentaria in senso stretto per i quali l'angolo di attrito interno cresce con la dimensione dei grani.

Ve infine da considerare la coesione che nelle prove geotecniche di laboratorio risulta sempre molto modesta ma che, in realtà, non è affatto trascurabile: questa coesione dipende, più che dal contenuto d'acqua o dal grado di costipamento, dalle condizioni genetiche dei materiali ed è tanto più accentuata quanto più il materiale si è depositato caldo e ricco in volatili (che hanno potuto provocare fenomeni di parziale diagenesi per autometamorfismo) per cui essa è particolarmente spiccata in quelle formazioni pozzolaniche, molto potenti ed uniformi, che si sono depositate rapidamente a seguito di atti esplosivi molto violenti e ravvicinati. Questa coesione non risulta appieno nelle prove geotecniche di laboratorio perché inevitabilmente viene in gran parte distrutta, sia durante il prelievo, sia nella preparazione dei campioni, ma essa è comprovata dal comportamento di questi materiali in sede. Ciò che inoltre è provato dall'esperienza è che gli stessi materiali, se hanno subito un rimaneggiamento ad opera degli atmosferici non presentano più la stessa coesione anche se hanno raggiunto un grado di addensamento maggiore.

Materiali rimaneggiati

Si è detto all'inizio che per i materiali piroclastici rimaneggiati ogni eventuale classifica deve basarsi principalmente su criteri granulometrici. Però anche per questi materiali è importante stabilire la genesi dell'accumulo perché da questa si possono trarre utili indicazioni sia sulle caratteristiche fisico-meccaniche che sul tipo di giacitura dei terreni.

Infatti, se i materiali piroclastici sciolti subiscono un rimaneggiamento, possono conseguire modificazioni, non solo nell'assortimento granulometrico e nella composizione petrografica dell'insieme, ma anche nella forma dei singoli elementi; modificazioni che saranno tanto più notevoli quanto più intenso e prolungato sarà stato il rimaneggiamento, per cui le caratteristiche fisiche e meccaniche di questi materiali possono cambiare sensibilmente rispetto a quelle dei materiali originari non rimaneggiati. E' quindi utile stabilire il tipo di rimaneggiamento subito da questi materiali. Valga, come esempio tipico, il caso dei depositi marini litorali nei quali si verifica una selezione gravitativa e meccanica con il dilavamento dei materiali più fini e leggeri e la distruzione degli elementi più fragili per cui si ha un arricchimento degli elementi più pesanti e resistenti (ciottoli lavici,

lapilli lapidei o scoriacei, frammenti cristallini, etc.) che si presentano sempre ben levigati od, almeno, a spigoli smussati ed arrotondati.

Precisare l'ambiente nel quale si è verificato il rimaneggiamento e, soprattutto, la successiva sedimentazione, è anche utile ai fini della ricostruzione delle caratteristiche di giacitura dei materiali. Così, ad esempio, per un deposito alluvionale si sa che ci si trova di fronte ad una stratificazione ad andamento lenticolare quanto mai variabile sia verticalmente che lateralmente per cui l'estrapolazione di eventuali dati di perforazioni può essere consentita solo entro determinati limiti. Invece un deposito di ambiente lacustre o palustre può presentare ancora una certa variabilità in senso verticale ma avrà generalmente, una discreta uniformità in senso orizzontale (o per lo meno variazioni più sfumate e graduali) per cui eventuali estrapolazioni sono più lecite; inoltre, specialmente nei depositi di tipo palustre, sono da prevedere frequenti intercalazioni di humus (se non addirittura di strati torbosi) che notoriamente hanno pessime caratteristiche meccaniche, per cui eventuali indagini in terreni di questo genere vanno spinte più in profondità che non in altri terreni, limitando magari il numero delle perforazioni.

Il riconoscimento e la distinzione tra i diversi tipi di materiali piroclastici rimaneggiati, presenti nell'ambito del territorio comunale di Napoli, non è sempre agevole perché richiede indagini minuziose che spesso debbono far ricorso alle più moderne tecniche della petrografia sedimentaria. Inoltre, sovente, i diversi tipi di depositi si rinvengono alternati e ripetuti per le mutate condizioni ambientali delle zone ove questi materiali si sono accumulati, per cui a depositi marini o litorali seguono depositi alluvionali o palustri e viceversa. Per questi motivi, nella carta geologico-tecnica al 10.000 della zona urbana, che viene illustrata nel prossimo capitolo, i materiali rimaneggiati non sono stati distinti ma sono stati tutti raggruppati sotto un unico simbolo.

Naturalmente è superfluo avvertire che tra i materiali rimaneggiati sono compresi anche i prodotti dell'erosione, ad opera degli atmosferici, agente su rocce lapidee, siano esse lave che materiali piroclastici cementati, nonché i materiali di riporto ed accumulo artificiale ad opera dell'uomo. Questi ultimi materiali, nell'ambito della zona urbana, rappresentano una percentuale non indifferente dei materiali rimaneggiati, specialmente per i primi metri della coltre superficiale. Del tutto subordinati sono invece i materiali rimaneggiati non di origine vulcanica che si rinvengono sporadicamente frammisti ai materiali vulcanici e che provengono dai rilievi sedimentari che cingono tutt'intorno la conca campana.

Mentre questo capitolo era già in avanzato corso di stampa è apparsa, nel Vol. XVI, 1966-67 degli Atti dell'Accademia Pontaniana una nota di A. Scherillo ed E. Franco dal titolo «Introduzione alla carta stratigrafica del suolo di Napoli». In questa nota, che gli AA. dichiarano introduttiva ad un più ampio lavoro che dovrebbe seguire tra non molto, la stratigrafia dei terreni della zona urbana napoletana è molto semplificata e ricondotta, in sostanza, alla classica suddivisione in tre periodi del De Lorenzo con il piperno alla base della colonna stratigrafica insieme a tufo grigio ed al tufo giallo stratificato, quindi (2° periodo) il tufo giallo napoletano ed infine i prodotti sciolti (prev. pozzolane e pomici) del terzo periodo.

Le differenze sostanziali con la stratigrafia da noi ammessa (che è poi quella ricostruita nel 1949 dal Rittmann e suoi collaboratori) consistono nel considerare il piperno come antecedente a tutte le eruzioni di tufo giallo e nell'escludere l'esistenza di crateri di tufo giallo nell'ambito della zona urbana. Il tufo giallo proverrebbe da un centro eruttivo piuttosto distante dalla zona urbana; nella zona urbana sarebbero forse presenti alcuni edifici craterici anteriori alle eruzioni di tufo giallo e tra questi il più probabile è il cosiddetto vulcano di Chiaia.

Per quanto riguarda la posizione stratigrafica del piperno, la presenza di blocchi rigettati di tufo giallo nella breccia museo nonché il rinvenimento di diversi lembi di piperno intercalati nel tufo giallo (quale ad es. il piperno di via Palizzi) dovrebbero essere prove sufficienti a dimostrare che al disotto del piperno esistono banchi di tufo giallo; per quanto riguarda i vulcani di tufo giallo ci sembra che almeno il vulcano di Chiaia debba considerarsi tra questi mentre per i vulcani di tufo giallo stratificato siamo anche noi dell'opinione che nell'ambito della zona urbana devono esserci alcuni edifici sepolti non ancora ben localizzati.

Attendiamo comunque di poter leggere l'annunziato lavoro di dettaglio per un più approfondito confronto con le nostre idee, ben lieti se dovessimo rivederle in parte perché ciò vorrebbe significare un ulteriore passo avanti nella conoscenza del sottosuolo napoletano.

CAPITOLO SECONDO

Carta geologico - tecnica della città di Napoli ³

PREMESSA

Il lavoro di raccolta, esame, rielaborazione e traduzione grafica di tutti i dati di carattere geologico-tecnico riguardante il sottosuolo napoletano, organizzato, per mandato della Commissione, presso l'Istituto di Geologia Applicata della Facoltà di Ingegneria, è stato articolato in diverse direzioni ed è stato svolto, in perfetta unità di intenti, dai tecnici all'uopo incaricati dal Comune (il geologo dr. G. Innocenzi ed il geom. B. Davide) e da una parte del personale dell'Istituto.

Punto di partenza è stato il riordinamento e la selezione di tutta la ricca documentazione sul sottosuolo già in possesso dell'Istituto di Geologia Applicata e rappresentato sia da schedature di notizie bibliografiche sia da dati e rilievi inediti (sezioni stratigrafiche di dettaglio, rilevamenti geologici, stratigrafie di sondaggi, rilievi di cavità e gallerie, studi di dissesti, etc.).

Nel frattempo sono cominciate ad affluire tutti i dati, i rilevamenti, le segnalazioni e le notizie raccolte dagli altri gruppi di lavoro istituiti in seno alla Commissione e riguardanti soprattutto stratigrafie di sondaggi e segnalazioni o rilevamenti di cavità sotterranee.

Contemporaneamente si procedeva al rilevamento geologico di dettaglio (in scala 1:1000 od 1:4000) di alcune zone non ancora ben conosciute ma particolarmente importanti ai fini della ricostruzione della costituzione geologica d'insieme e di alcune zone che presentavano problemi di notevole interesse ai fini dell'accertamento di situazioni piuttosto delicate dal punto di vista della stabilità e della sicurezza.

Tutto questo materiale è stato criticamente vagliato, dopo di che se ne è iniziato il trasferimento grafico sulle carte al 1000 ed al 4000 del Comune di Napoli dando la precedenza alle zone ricadenti nell'area

³ A cura dei Proff. Ingg. P. Nicotera e P. Lucini

strettamente urbana dove sono più addensate le costruzioni e dove, per ovvie ragioni, lo studio del sottosuolo riveste un carattere di maggiore importanza ed urgenza. Comunque, per farsi un'idea dell'estensione dell'area urbana considerata basta sapere che questa si estende su 6 fogli (cm. 60 x 80) della carta al 4000 (su un totale di 29 fogli che comprendono tutto il territorio comunale) e su 83 fogli (cm. 50 x 70) della carta al 1000 (su un totale di circa 400 fogli che comprendono tutto il territorio comunale).

Per quanto riguarda il particolare problema delle cavità sotterranee, si è redatto dapprima un elenco di tutte le cavità censite con le indicazioni del grado di conoscenza raggiunto per ciascuna di esse: questo elenco veniva costantemente aggiornato, man mano che pervenivano segnalazioni di altre cavità o man mano che si approfondiva il grado di conoscenza di quelle già censite (localizzazione più esatta, acquisizione di grafici di larga massima, reperimento o esecuzione di rilievi di dettaglio, etc.). Questo elenco, aggiornato al 30 settembre 1967, comprende 366 cavità ed è riportato nella parte terza di questa Relazione: a queste 366 cavità ne vanno aggiunte altre 85 che, successivamente al 30 settembre, sono state individuate e localizzate ma che non si sono potute materialmente trasferire sulle carte perché si è deciso di interrompere ogni ulteriore elaborazione dei dati a partire dal 30 settembre per poter avere il tempo di redigere la Relazione e tutti gli elaborati che la corredano.

Per ciascuna cavità, inoltre, si istituiva una cartella monografica nella quale venivano inserite tutte quelle notizie, grafici, rilievi, etc. che si acquisivano nel corso delle indagini. Poiché i rilievi delle cavità (sia quelli già esistenti e che si era riusciti a reperire, sia quelli eseguiti ex novo per conto della Commissione) sono redatti in genere in scala a grande rapporto (1:100, 1:200 od 1:250) si provvedeva a compilare delle schede illustrative sintetiche, su carta lucida, nelle quali è riportato: il rilevamento topografico ridotto in scala 1:1000 (riferito anche alla topografia cittadina soprastante), alcune sezioni più significative ed inoltre tutti quei dati e notizie utili ai fini di una schematica ma esauriente descrizione delle cavità.

Alcuni esempi di queste schede illustrative sono riprodotte in facsimile nella parte terza della Relazione.

Lo scopo di queste schede illustrative è quello di poter mettere a disposizione di chiunque sia direttamente interessato alla zona impegnata da quella determinata cavità una documentazione abbastanza esauriente: le schede sono redatte perciò su carta lucida al fine di poterne tirare facilmente delle copie.

Ovviamente le schede illustrative schematiche sono state redatte esclusivamente per quelle cavità per le quali si può ritenere sufficiente la documentazione acquisita: in pratica si tratta di quelle cavità delle quali esiste un rilievo accurato e dettagliato che è stato direttamente verificato e controllato.

L'elenco delle cavità per le quali, al termine dei lavori della Commissione, si dispone di un rilievo topografico di dettaglio e di una documentazione abbastanza esauriente è riportato anch'esso nella parte terza di questa Relazione. Da questo quadro riassuntivo emerge che le cavità rilevate nel dettaglio (sempre al 30 settembre 1967) sono in totale 78 per un'estensione complessiva di circa 150.000 m².

Nel corso del rilevamento di queste cavità sono stati riscontrati in diversi casi dei dissesti più o meno gravi (lesioni in calotta o nei piedritti, cedimenti di pilastri, distacchi dal tetto, sprofondamenti, etc.) oppure indizi di perdite ed infiltrazioni di acque talvolta con evidenti fenomeni di trasporto ed erosione dalla coltre di materiali sciolti sovrastanti : sul totale di 78 cavità rilevate nel dettaglio sono stati riscontrati fenomeni di dissesto in 41 cavità. Per quei casi nei quali lo stato di dissesto è risultato particolarmente grave si è provveduto a trasmettere segnalazione (corredata da grafici e rilievi illustrativi) all'Ufficio Sicurezza del Comune. In particolare le cavità nelle quali sono stati riscontrati dissesti particolarmente accentuati sono le seguenti: n. 8 (vico Carcere Sanfelice, 7), n. 30 (via Vergini, 19), n. 35 (vico Carlo Carafa, 14), n. 44 (via Duomo, 142), n. 60 (complesso di cavità alla salita dello Scudillo), n. 92-200-201 (serie di cavità comunicanti con accesso da via S. Nicola da Tolentino e corso Vitt. Emanuele - cantiere Gerli).

Le cavità di cui si è parlato finora impegnano tutte la formazione del tufo giallo lapideo, salvo il caso di qualche pozzo di accesso che attraversa anche la coltre di materiali sciolti sovrastanti e che, nella generalità dei casi, si rinviene crollato, od il caso, piuttosto eccezionale, di qualche cunicolo di antico acquedotto che per un breve tratto impegna i materiali piroclastici sciolti (nel qual caso è rivestito con muratura).

Ma nel sottosuolo napoletano è ben nota l'esistenza di cavità anche nella coltre di materiali piroclastici sciolti sovrastanti al tufo giallo; si tratta, come si è già detto nel Cap. I, di cunicoli praticati in corrispondenza di banchi di pomici e lapilli per una coltivazione ed estrazione di rapina praticata senza armature od opere di sostegno. Purtroppo la ricerca e la localizzazione di questo secondo tipo di cavità (sovente ben più pericolose di quelle scavate nel tufo) è stata assolutamente infruttifera, si sono però potute individuare alcune zone indiziate, non ben delimitate, e queste zone sono:

zona di *piazza* Carlo III, zona di *piazza* Muzi (Arenella), via Miano-Agnano, lungo la strada vicinale Pigna-Camaldolilli, zona tra viale Maddalena e via Nuova del Campo (Doganella).

Elementi preziosi di informazione sulla costituzione geologica del sottosuolo della città si sono rivelate le stratigrafie dei sondaggi eseguiti per le più svariate finalità nell'ambito dell'area urbana e che è stato possibile acquisire o dalla bibliografia o presso alcune Ditte ed Imprese specializzate tra le quali ci sembra doveroso citare e ringraziare la SAF, la SACIF e la SAMCEF. Altri dati su perforazioni recenti eseguite nella zona collinare ci sono stati forniti dalla Commissione Comunale istituita per il controllo e la verifica di alcuni muri di sostegno.

Sono state esaminate e vagliate le stratigrafie di circa 700 sondaggi delle quali circa 500 non si sono potute utilizzare per vari motivi: alcune per mancanza di elementi sufficienti per una esatta ubicazione, altre per evidenti inattendibilità dei dati, altre perché facenti parte di gruppi di sondaggi ricadenti in aree molto ristrette (sondaggi per palificazioni di edifici) e quindi con stratigrafie uguali, altre ancora perché ricadenti al di fuori della zona presa in esame.

In complesso si sono utilizzate le stratigrafie di 196 sondaggi delle quali 62 estratte dalla bibliografia (56 dai lavori di Guadagno) e 134 inedite fornite in gran parte dalle Ditte summenzionate.

Le stratigrafie di questi sondaggi sono state unificate e riprodotte su schede speciali (su carta lucida) al fine di consentirne una rapida riproduzione su copie eliografiche a disposizione di chiunque sia interessato a conoscere la natura dei terreni presenti in determinate zone della città. Da queste schede sono state tratte le stratigrafie che vengono riportate nella parte terza di questa Relazione.

Gli stessi sondaggi sono stati riportati, ove possibile, sui rispettivi fogli al 1000 della carta della zona urbana.

In sintesi, pertanto, sui fogli al 1000 della carta della zona urbana sono stati riportati i seguenti dati: cavità delle quali si disponeva di un rilievo attendibile e di sicuri punti di collegamento alla topografia di superficie, sondaggi con esatta ubicazione, affioramenti di terreni di particolare interesse (essenzialmente affioramenti di tufo lapideo).

A scopo esemplificativo, tra gli elaborati che corredano la parte terza di questa Relazione, è stato riprodotto (tav. Vili) uno stralcio di questo lavoro di dettaglio, riferentesi al foglio 250 e ad una parte del foglio 251 della carta al 1000 della zona urbana. Si è scelta questa zona perché può considerarsi tra le più significative e complete tra tutte quelle prese in esame: in questa zona, infatti, si addensano numerose cavità (tra le quali alcune tra quelle che si sono rivelate più gravemente dissestate), sono inoltre

presenti diverse gallerie ferroviarie e di funicolari, vi capitano diversi sondaggi ed infine si rinvennero parecchi affioramenti di tufo lapideo. In questa carta si è inoltre ricostruito (proprio perché i numerosi dati disponibili lo consentivano) l'andamento del tetto del tufo giallo lapideo (substrato della zona) che è stato rappresentato con curve di livello ogni 2 metri riferite alle quote assolute sul livello medio marino. La ricostruzione così dettagliata dell'andamento del tetto del tufo giallo lapideo rappresenta un caso eccezionale, reso possibile soltanto dalla abbondanza di dati disponibili, ma sta a dimostrare l'utilità di questi dati e l'importanza di poterne disporre per tutte le altre zone dell'area urbana.

Non tutti i sondaggi e cavità si sono potuti ubicare sulle carte al 1000 della zona urbana e ciò perché, dato il dettaglio della scala topografica, potevano essere ubicati soltanto quei sondaggi di cui si conosceva l'esatta posizione e quelle cavità di cui si conosceva l'esatto andamento riferito alla topografia di superficie. Quindi dalle carte al 1000 sono rimasti esclusi numerosi e preziosi elementi utili per una più completa conoscenza del sottosuolo cittadino ma che si sarebbero potuti utilizzare soltanto in una visione più generale e sintetica di tutta l'area urbana. D'altro canto anche gli stessi dati che si erano potuti trasferire sulla carta al 1000, risultavano troppo dispersi e difficilmente inquadrabili in una visione d'insieme che sola avrebbe potuto mettere in risalto particolari situazioni morfologiche e tettoniche.

Quindi già nel corso della elaborazione e traduzione grafica di tutti i dati riguardanti il sottosuolo della zona urbana si palesò chiaramente l'esigenza di una sintesi, sintesi che è stata da noi tentata nell'impostare la carta geologico-tecnica della zona urbana, in scala 1:10.000, che viene qui di seguito illustrata e commentata.

CRITERI D'IMPOSTAZIONE E CONSIDERAZIONI GENERALI

Per la redazione di una carta geologico-tecnica d'insieme della zona urbana di Napoli, si è ritenuto opportuno adottare una base topografica alla scala di 1:10.000, corredata da curve di livello alla equidistanza di m. 10. Tale scelta è stata determinata da diversi motivi e, in primo luogo, l'estensione dell'area da considerare. Infatti, ai fini del presente studio, si poteva ritenere «zona urbana» quell'area nella quale la densità degli edifici e della rete viaria è tale da impedire quasi del tutto l'osservazione diretta del terreno in superficie, area che quindi si può

studiare, dal punto di vista geologico, soprattutto con largo impiego di indagini di carattere diretto, quali ad esempio, le perforazioni.

In effetti, come si è già fatto notare in precedenza, la grande maggioranza delle perforazioni attualmente note per il territorio di Napoli vengono a ricadere nell'area che si poteva considerare come «zona urbana» per le ragioni anzidetto. Alla scala di 1:10.000 tale zona può venire illustrata da un elaborato che, senza avere dimensioni eccessive, consente un'adeguata visione d'insieme.

D'altra parte il numero, la densità e la precisione dei dati disponibili, con particolare riguardo a quelli relativi alle perforazioni, non giustificavano una rappresentazione dell'altimetria mediante curve di livello ad equidistanza minore di quella di m. 10, d'altronde proporzionata alla scala di 1:10.000, che si intendeva adottare.



23-24 - Costruzioni addossate o inserite nel banco tufaceo, nella zona di vico Lepri ai Ventaglieri.

23

24



Inoltre era necessaria una chiara e completa rappresentazione degli edifici e della rete viaria, onde avere il necessario numero di punti di riferimento, per poter ricavare, in modo sufficientemente preciso, dallo elaborato finale, i diversi elementi utili ai fini pratici.

Le rappresentazioni topografiche più moderne della zona urbana di Napoli consistono nelle carte aerofotogrammetriche del 1956 dell'Istituto Geografico Militare e quelle, anch'esse aerofotogrammetriche, rilevate tra il 1960 e il 1962 per conto del Comune di Napoli.

Le carte dell'Istituto Geografico Militare sono però pubblicate alla scala, inadeguata ai fini del presente studio, di 1:25.000 e riportano curve di livello, anche all'interno dell'abitato, alla equidistanza, insufficiente nel caso particolare, di 25 m.

Le mappe comunali sono invece redatte alle diverse scale di 1:10.000, 1:4.000 e 1:1.000, con curve di livello alla equidistanza di m. 2, nel primo e nel terzo caso, e di m. 1 nel secondo; purtroppo però, le curve sono state tracciate solo nelle zone libere da edifici all'epoca del rilevamento. All'interno dell'abitato, i punti quotati non hanno densità sufficiente per prolungare le curve stesse, con una precisione proporzionata alla scala.

In un primo tentativo si usarono ingrandimenti fotografici alla scala di 1:10.000 delle carte alla scala di 1:25.000 dell'I.G.M. Successivamente si usarono le mappe comunali prima citate, che vennero utilizzate nel modo che segue.

Sulla mappa alla scala di 1:10.000 vennero trasferiti i dati altimetrici contenuti nelle tavole corrispondenti della mappa alla scala di 1:4.000 (e, al caso, della mappa alla scala di 1:1.000), fino ad ottenere una densità di punti quotati sufficiente per tracciare curve di livello alla equidistanza di m. 10 all'interno dell'abitato, in prosecuzione di quelle, esistenti sulla mappa alla scala di 1:10.000, in corrispondenza delle zone non edificate.

Per rappresentare chiaramente gli edifici e la rete stradale, si ridisegnarono, con le necessarie semplificazioni, le tavole necessarie della mappa comunale alla scala di 1:4.000, indicando il solo contorno della pianta degli edifici; i disegni furono successivamente ridotti alla scala di 1:10.000 mediante procedimento fotografico.

La rappresentazione, particolarmente utile ai fini geologici, dell'andamento del fondo marino prospiciente la zona urbana, è stata ottenuta utilizzando i dati batimetrici fornite dalle carte nautiche di dettaglio dell'Ufficio Idrografico della Marina Militare, dati che consentirono di tracciare isobate con equidistanza di m. 5.

Naturalmente un procedimento così complesso non è scevro da errori, ma si è preferito ottenere una rappresentazione, comunque indispensabile, il più possibile chiara e completa di tutti i particolari utili della zona urbana, a scapito di una precisione che difficilmente si sarebbe potuta raggiungere e che in sostanza, dato il carattere riassuntivo della carta, non era neppure necessaria.

Si deve in particolare avvertire che, all'interno dell'abitato, i dati altimetrici utilizzati sono per lo più riferiti alla rete stradale; ne deriva che la superficie topografica, che è stata tracciata sulla scorta dei dati stessi, rappresenta, in sostanza, l'inviluppo della rete viaria. Per tale ragione, in alcuni punti dove le mappe non riportavano curve di livello e dove non esistono strade con dati altimetrici forniti dalle mappe stesse, talune particolarità morfologiche, anche di una certa importanza ai fini del presente studio, possono essere sfuggite.

Nel trasferire sulle carte al 1.000 tutti i dati ricavati dalla bibliografia, e riguardanti soprattutto le stratigrafie di sondaggi, si sono sovente incontrate gravi difficoltà a causa di mancata corrispondenza tra le quote del p.c. indicate nella bibliografia e quelle risultanti dalle carte in punti ben individuati; ora nella rielaborazione delle carte al 1000 ed al 4000 del Comune si sono riscontrate molto spesso grossolane discrepanze e differenze di quote che hanno fatto sorgere notevoli perplessità ed incertezze nella ricostruzione dell'andamento delle curve di livello. Questi errori di partenza hanno evidentemente influito su tutto il lavoro di rielaborazione dei dati riguardanti il sottosuolo (primi, fra essi, le curve del tetto del tufo giallo) e ciò ha fatto porre in risalto l'esigenza di poter disporre, nel futuro, di una più aggiornata e corretta cartografia di dettaglio di tutto il territorio comunale, base indispensabile per qualsiasi studio o progettazione a venire. Si ritiene inoltre opportuno segnalare che tutto il lavoro di rielaborazione si è dovuto eseguire su copie eliografiche (spesso illeggibili) delle carte comunali al 1.000 ed al 4.000 e ciò per la indisponibilità dei fogli originali a stampa : l'auspicata nuova edizione, aggiornata e corretta, della cartografia di dettaglio del territorio comunale dovrebbe avere una tiratura sufficiente in modo da renderla facilmente accessibile (ovviamente dietro pagamento) a tutti i tecnici interessati.

Nell'ambito della zona urbana di Napoli è ovunque presente, tranne che nella estrema parte nord-orientale, un substrato di tufi vulcanici litoidi, in gran parte ricoperto da una coltre di materiali sciolti, in sede o più o meno rimaneggiati, di origine vulcanica e, nelle zone basse della città, anche marina e lacustre.

Il substrato tufaceo è formato essenzialmente dal tufo giallo caotico; solo nella parte inferiore del substrato stesso sembra presente, con estensione e spessori a quanto pare minori di quelli del tufo giallo, un tufo grigio o verdastro incontrato in alcune perforazioni profonde eseguite nell'ambito della zona urbana.

Il substrato tufaceo ha nel suo complesso spessore notevole anche se alquanto variabile da punto a punto nella zona urbana (cfr. ad es. i sondaggi: n. 1, piazza Leopardi, oltre 183 m.; n. 11, piazza Sannazzaro, 22 m.; n. 97, Pal. Reale, 86 m.; n. 150, piazza S. Maria La Fede, 50 m.) com'è già stato posto in rilievo, parlando in generale della formazione del tufo giallo. Il substrato tufaceo riposa su materiali piroclastici sciolti, su lave, su sedimenti marini di facies per lo più costiera terrigena, presenti fino alle maggiori profondità raggiunte da diverse perforazioni.

Dalle perforazioni risulta in generale, che nella estrema parte nordorientale della città, la profondità alla quale si rinviene il substrato tufaceo aumenta progressivamente procedendo verso est, mentre diminuisce lo spessore del substrato stesso. Inoltre le perforazioni non incontrano più il substrato tufaceo, fino alle maggiori profondità raggiunte, a nord-est della linea Ponti Rossi - Carcere di Poggioreale (cfr. sondaggi 170, 173, 182 e 183). In realtà è probabile che il substrato diventi qui discontinuo man mano che il tufo giallo caotico viene sostituito lateralmente da pozzolane coeve.

Nella coltre di materiali sciolti che di norma si trovano al disopra del tufo giallo si possono in generale distinguere una parte superiore, una parte intermedia e una parte inferiore, non tutte sempre presenti.

La parte superiore è formata da materiali sciolti rimaneggiati naturalmente o dall'uomo; raggiunge gli spessori più elevati di solito nella parte bassa della città specie in corrispondenza di antichi alvei. Lo spessore è variabilissimo e può superare i 10 m.

La parte intermedia è formata da materiali piroclastici sciolti in sede (o parzialmente rimaneggiati per cause esclusivamente naturali) abbastanza nettamente stratificati, e a granulometria molto varia (pozzolana, pomici, lapilli, ecc.). Corrispondono ai prodotti del più recente periodo eruttivo flegreo. Lo spessore della serie completa di questi materiali può raggiungere i 16-18 m.

La parte inferiore comprende materiali vulcanici sciolti di natura e stratigrafia ancora poco conosciute. Lo spessore sembra variabilissimo e può talora raggiungere i 10 m. e più. Immediatamente al disopra del tufo giallo si rinviene sovente il «mappamonte», materiale poco

coerente, geneticamente connesso al tufo giallo al quale fa verso il basso graduale passaggio.

Nelle parti basse della città sono anche presenti, a vari livelli, sedimenti marini costieri e, nella parte bassa orientale, sedimenti lacustri e palustri.

Nell'allegata carta geologico-tecnica della zona urbana di Napoli sono indicati a grandi linee i terreni affioranti alla superficie o immediatamente al disotto dei manti stradali e degli edifici.

Nel distinguere questi terreni ci si è innanzitutto attenuti ai criteri già in precedenza adottati e precisati nel Cap. I allorché si è descritto, nelle generali, la natura e genesi dei terreni costituenti il sottosuolo di Napoli. Poiché però nell'ambito del territorio urbano la formazione del tufo giallo caotico litoide («tufo giallo napoletano» p.d.) rappresenta un termine di riferimento ben preciso, nel distinguere i vari terreni presenti nell'area urbana si sono voluti porre in particolare risalto anche i rapporti stratigrafici e genetici di tutti gli altri terreni rispetto al tufo giallo.

Così oltre a fare una distinzione tra i materiali sciolti rimaneggiati (alluvioni, depositi marini e lacustri, colmate e riporti artificiali, etc.) ed i materiali piroclastici sciolti prevalentemente non rimaneggiati ed in sede, questi ultimi, a loro volta, sono stati differenziati in diversi gruppi considerando separatamente i materiali piroclastici sciolti posteriori al tufo giallo (e quindi a questo soprastanti), i materiali piroclastici sciolti che come genesi sono strettamente connessi al tufo giallo (e che possono rinvenirsi a tetto, a muro o lateralmente al tufo giallo) ed i materiali piroclastici più o meno coerenti sottostanti od intercalati alla formazione del tufo giallo ma appartenenti ad altre eruzioni (tra questi vanno quindi compresi anche quei termini che potrebbero attribuirsi alla formazione del tufo giallo stratificato antecedente al tufo giallo caotico tipico). In un gruppo a parte, infine, sono stati compresi tutti quei terreni che, nell'ambito del territorio urbano, possono considerarsi piuttosto eccezionali ed episodici e che per di più sono spesso strettamente associati tra loro, quali il piperno, i tufi pipernoidi, le breccie vulcaniche etc.

Agli effetti della conoscenza generale del sottosuolo cittadino ai fini tecnici, tra le formazioni presenti nell'ambito del zona urbana, vanno in primo luogo distinti i tufi litoidi del substrato dai materiali sciolti e più o meno incoerenti della coltre sovrastante. Tale distinzione deve inoltre condurre ad una rappresentazione grafica dell'andamento della superficie di separazione tra il substrato e la coltre, ad una rappresentazione cioè dell'andamento della superficie superiore «tetto» dei tufi litoidi, al fine di

conoscere, prima di ogni altra loro caratteristica, lo spessore dei materiali sciolti compresi tra i tufi litoidi e la superficie topografica.

E' stato ricostruito ed indicato l'andamento del tetto dei tufi litoidi mediante curve di livello con equidistanza di m. 10.

L'idea di rappresentare mediante curve di livello l'andamento del tetto del tufo, nell'ambito della città di Napoli, risale a M. Guadagno, che vi rinunciò, nel 1928, ritenendo insufficiente la densità dei dati in suo possesso (93 sondaggi).

In effetti, come venne giustamente notato allo stesso proposito da F. Penta nel 1960, l'andamento del tetto del tufo giallo nella zona urbana risulta estremamente irregolare a causa delle numerose escavazioni eseguite dall'uomo nelle varie epoche; va aggiunto che ulteriori irregolarità, su di una scala diversa, sono dovute all'erosione e a



25

26



probabili fenomeni di carattere vulcano-tettonico, posteriori alla deposizione del tufo giallo.

A queste difficoltà vanno aggiunte quelle dovute all'incertezza dei dati attualmente disponibili, incertezza che in gran parte deriva dalla imprecisione delle indicazioni di carattere altimetrico e planimetrico.

Nonostante queste difficoltà è sembrato necessario procedere ad un primo tentativo di ricostruzione dell'andamento del tetto dei tufi litoidi, poiché una ricostruzione anche approssimata è apparsa utile, non solo in relazione all'importanza del problema, ma anche ai fini della valutazione obiettiva delle difficoltà e della validità dei procedimenti che in futuro si potranno seguire per raggiungere un risultato migliore.

Ci si è in primo luogo serviti dei dati forniti dalle perforazioni, limitatamente a quelle attendibili e ubicabili con una certa sicurezza.

Si sono così riportate sulla base topografica, ottenuta come prima si è detto, le quote assolute alle quali il tetto del tufo era stato incontrato dai vari sondaggi o quelle alle quali i sondaggi erano stati arrestati senza incontrare il substrato tufaceo. Tali quote assolute sono state ricavate dalle stratigrafie con riferimento alla quota assoluta della bocca dei fori, se questa era data, e, se questa mancava, con riferimento alla base topografica, una volta ubicati i sondaggi.

Si è in questo modo ottenuta una prima serie di punti quotati del tetto dei tufi litoidi. Una seconda serie di punti, con quota assoluta del tetto dei tufi coincidente con quella della superficie topografica, era data dai limiti degli affioramenti dei tufi litoidi.

Infine si sono tracciate, per interpolazione tra i punti quotati così ottenuti, le curve di livello del tetto dei tufi litoidi, rispettando la condizione che, ove il tufo non risulta affiorante, le curve del tetto debbono risultare a monte delle corrispondenti curve di livello della superficie topografica.

Le curve così ottenute sono state ulteriormente corrette sulla scorta dei dati forniti dalle perforazioni più recenti, (che nel frattempo si riusciva ad acquisire) e, in alcuni casi, dai dati che era possibile ricavare a seguito del rilevamento in corso di cavità sotterranee nelle quali è stata possibile l'osservazione diretta del passaggio tra i tufi litoidi ed i materiali sciolti sovrastanti.

La ricostruzione, ora descritta, dell'andamento del tetto dei tufi litoidi nell'ambito della zona urbana di Napoli, risulta affetta dalle imprecisioni della base topografica; risente inoltre in parte dell'imprecisione di molti dei dati utilizzati; risente infine anche degli errori e delle imprecisioni propri del procedimento che si è dovuto seguire.

Infatti la condizione che le curve di livello del tetto del tufo, se questo non è affiorante, debbano risultare a monte delle corrispondenti isoipse della superficie topografica, conduce a valutare le quote del tetto del tufo in eccesso, poiché si tende a seguire l'andamento delle curve della superficie topografica senza «tagliarne» le convessità; al contrario, è possibile che alcuni sondaggi abbiano raggiunto il tufo in corrispondenza di cavità artificiali colmate o di antichi alvei sepolti: in tal caso, e in mancanza di altri dati, in tutta la zona adiacente la quota del tetto del tufo viene valutata in difetto.

In definitiva le maggiori discontinuità del tetto dei tufi litoidi (crateri, dislocazioni vulcano-tettoniche, grandi alvei) risultano attenuate, mentre le minori e più numerose discontinuità (piccole incisioni naturali, escavazioni artificiali) sfuggono completamente.

Tenendo conto di tutte le cause d'errore dianzi accennate, l'errore medio non dovrebbe tuttavia superare i pochi metri (mediamente i 5 m.), se si escludono zone singolari piuttosto localizzate (eventuali cavità a pozzo, colmate da materiali di risulta o antichi alvei sepolti, non bene individuati); infatti si è potuto verificare l'attendibilità della ricostruzione eseguita, confrontando i dati di previsione (dedotti dalla carta) con i dati ricavati da nuove perforazioni che, nel frattempo, sono state eseguite in diversi punti dell'area urbana.

In sostanza, quindi, la ricostruzione effettuata può fornire senz'altro dal punto di vista pratico, preziose indicazioni di massima per opere di una certa importanza o per piani urbanistici; ma inoltre potrà fornire dati di una certa utilità, anche se non di estrema precisione, per la progettazione di singoli edifici civili. Dal punto di vista concettuale, la ricostruzione del tetto del tufo giallo che si è voluta tentare rappresenta la ipotesi di lavoro necessaria per procedere ad ulteriori studi.

Al fine di dare una rappresentazione visiva di carattere più immediato dei risultati, si è anche tracciata, per mezzo delle curve di livello del tetto dei tufi litoidi, una carta della zona urbana con curve di eguale spessore (isopache) dei materiali sciolti sovrastanti al tufo giallo; si sono tracciate le curve per gli spessori di 5, 10, 20 e 30 metri. Le curve predette delimitano quindi delle zone nell'ambito delle quali lo spessore della copertura, e la profondità del tufo giallo, sono comprese tra 0 e 5 metri, tra 5 e 10 metri, tra 10 e 20 metri, tra 20 e 30 metri o sono superiori a 30 metri. Nelle zone dove lo spessore dei materiali sciolti supera i 30 metri il tufo litoide (come si è già precisato) può eventualmente anche mancare del tutto (come ad es. nella zona orientale dell'area urbana considerata).

E' superfluo far notare l'utilità immediata che può assumere questa carta delle isopache sia per quanto riguarda studi e progetti per la tanto dibattuta questione di una viabilità sotterranea (metropolitana, asse litoraneo e grande viabilità urbana, svincoli ed incroci nei nodi nevralgici, etc.) sia per quanto riguarda la caratterizzazione del territorio urbano sotto il profilo del tipo di fondazione più idoneo (fondazioni dirette, fondazioni su pali appoggiati o sospesi, etc.).

La ricostruzione dell'andamento del tetto dei tufi litoidi, unitamente all'esame della morfologia esterna, consente alcune considerazioni di carattere generale.

Il motivo morfologico dominante nella zona urbana di Napoli è dato dalla presenza di aree pianeggianti, delle quali alcune (zona Fuorigrotta-Bagnoli, Riviera di Chiaia, adiacenze del porto, zona orientale) con carattere di piane costiere, altre (Posillipo alto, Arenella e Vomero, zone degli Ospedali Cardarelli e Principe di Piemonte, Capodimonte, M. Echia, etc.) con carattere di tavolati situati a quote diverse e più o meno elevate. Il margine dei tavolati è formato da pendici in forma di scarpate con dislivelli più o meno forti e pendenze forti e fortissime. La configurazione del tetto del substrato tufaceo della città presenta, almeno nelle grandi linee, gli stessi caratteri della morfologia esterna.

Finora si è cercato di spiegare soprattutto l'origine e l'andamento delle maggiori scarpate presenti e, a tale proposito, si sono invocati gli effetti dell'erosione continentale e marina o si è supposta l'esistenza di orli craterici e di caldere di sprofondamento vulcano-tettonico, dei quali le scarpate stesse rappresenterebbero i resti. Nessuna di tali ipotesi, ammesso che siano attendibili, può spiegare comunque il fatto che esistono delle superfici pianeggianti, situate a quote diverse e sovente notevoli, non raccordabili in superfici continue.

Sensibilmente continua doveva essere invece la superficie finale delle varie coltri di tufo giallo caotico, tranne che in corrispondenza degli eventuali e più recenti crateri del tufo stesso, in quanto ogni eruzione (specie se del tipo indicato dai più recenti studi in proposito) tendeva a colmare qualsiasi discontinuità morfologica preesistente.

Pertanto è almeno molto probabile che la superficie originaria continua sia stata modellata o smembrata in seguito a fenomeni posteriori alla deposizione del tufo giallo, al quale si ritiene sia da attribuire un'età non maggiore di 10.000 anni.

Si deve escludere, di conseguenza, che la configurazione attuale sia dovuta soltanto all'azione del mare, poiché in un intervallo di tempo

così limitato e recente non si sono avute oscillazioni del livello generale del mare in numero e d'entità corrispondenti alle quote dei vari tavolati presenti.

E' quindi probabile l'esistenza di dislocazioni che hanno smembrato la superficie originaria continua, senza escludere, in qualche caso, la azione modellatrice del mare.

D'altra parte non risulta che fenomeni di questo tipo si siano verificati su scala regionale in età così tarda: si deve concludere che lo evento in oggetto ha avuto carattere marcatamente locale. E' quindi logico ritenerlo strettamente connesso al vulcanesimo della zona.

L'esistenza di dislocazioni, anche con carattere lineare, non esclude, anzi giustifica perfettamente, l'esistenza di crateri e caldere lungo le dislocazioni stesse. D'altra parte il prodursi di dislocazioni di notevole entità, in tempi recenti, spiega l'intensa attività erosiva che si osserva in alcune zone della città. L'uno e l'altro fenomeno possono aver cancellato in parte le discontinuità determinate dalle dislocazioni, per cui può risultare difficile riconoscere, dal solo punto di vista morfologico, l'andamento di queste ultime.

In effetti la morfologia esterna (subaerea e sottomarina) e l'andamento del tetto dei tufi litoidi rivelano con certezza l'esistenza di una sola dislocazione, lungo la linea S. Maria Apparente - Castel dell'Ovo ; per altre (ad es. quella Albergo dei Poveri - Sanità - Arenella e quella a monte della Riviera di Chiaia) gli elementi forniti dalla morfologia sono in realtà discutibili.

Sulla scorta degli stessi elementi si può d'altra parte ritenere probabile l'esistenza, nella zona urbana, di un apparato craterico nella zona di Fuorigrotta (già noto) e di un altro nella parte occidentale del Quartiere di Chiaia. Nessuna osservazione consente di confermare le affermazioni di alcuni autori, circa la presenza di crateri nelle altre zone della città. Se tali edifici craterici sono presenti essi devono essere antecedenti alle eruzioni di tufo giallo caotico.

L'esame della morfologia della zona urbana consente inoltre di rilevare la presenza di diverse incisioni che formano altrettante linee naturali di impluvio. In generale è possibile seguire queste ultime dalla loro origine, di solito in zone non interessate dalla espansione urbana, nel loro percorso attraverso l'abitato, in genere lungo il tracciato di antiche strade, fin quasi al mare. E' inoltre possibile delimitare i bacini appartenenti alle incisioni stesse.

Nella parte orientale della zona urbana è possibile riconoscere che il vallone dei Ponti Rossi, che proviene da nord, prosegue da piazza Carlo III,

lungo via Arenaccia e corso Novara, fino a *piazza* Garibaldi. Il vallone raccoglie le acque ad oriente della linea Palazzo Reale di Capodimonte e contiguo Osservatorio Astronomico - via Rossaroll - piazza Garibaldi.

Ad occidente di tale linea, nella parte settentrionale della zona urbana, compresa tra il viale dei Colli Aminei, l'Ospedale Cardarelli, piazza Due Porte all'Arenella, il rione Materdei, il Museo Nazionale fino a piazza Mercato, le acque sono raccolte da varie incisioni, che confluiscono, al ponte della Sanità, in un'unica linea di impluvio che, per via Vergini e via S. Giovanni a Carbonara, prosegue fino a piazza Capuana e lungo via del Lavinaio.



27 - Imbocco alle catacombe di S. Gennaro.



28 - Catacombe di S. Gennaro, particolare.

Diverse incisioni raccolgono le acque della zona compresa tra San Martino, Pizzofalcone e il punto centrale di via Medina. Infine numerose linee di impluvio raggiungono la riviera di Chiaia scendendo lungo il versante meridionale del Vomero a valle della linea S. Martino, via Scarlatti, via Belvedere, parco Comola-Ricci. Altre incisioni scendono verso la zona di Mergellina a valle di via Manzoni.

In generale alle linee di impluvio citate corrispondono incisioni nel tetto dei tufi litoidi, con andamento assai simile, ma in genere più marcate. Si deve quindi pensare che la idrografia si era già stabilita dopo la deposizione e le eventuali dislocazioni della formazione del tufo giallo e prima dell'inizio delle varie eruzioni dell'ultimo ciclo eruttivo flegreo. Ognuna di tali eruzioni ha in realtà deposto modesti spessori di materiali per lo più incoerenti; tali materiali, facilmente erodibili, non avrebbero quindi modificato, almeno nelle grandi linee, l'idrografia già esistente e il processo erosivo in atto. Solo nelle zone pianeggianti e specie in quelle più basse della città si è verificato il sovralluvionamento degli alvei, che l'uomo ha probabilmente in parte contribuito a colmare.

Riteniamo con ciò di avere puntualizzato gli aspetti generali più salienti, di carattere morfologico e geologico, che scaturiscono dall'osservazione della carta geologico-tecnica al 10.000 della città di Napoli e le conseguenze tecniche che possono derivare da certe situazioni.

Passiamo quindi ad illustrare alcune situazioni particolari accertate nel corso del rilevamento geologico della zona urbana e nella raccolta ed elaborazione dei molteplici dati riguardanti la natura e la costituzione geologica del sottosuolo cittadino : queste osservazioni di maggiore dettaglio, che non emergono immediatamente dall'esame della carta geologico-tecnica, possono utilmente contribuire ad un ulteriore approfondimento della conoscenza del sottosuolo della zona urbana.

OSSERVAZIONI SULLA ZONA URBANA ORIENTALE

Il versante orientale della zona urbana di Napoli si può suddividere in una parte alta (tavolati del Vomero e dell'Arenella e tavolato di Capodimonte), in una parte mediana (pendici orientali di M. Echia e del Vomero, bacino del vallone dei Gerolomini, versante meridionale di Capodimonte) e in una parte bassa (compresa tra via Roma e via Pessina, via Foria e il mare).

La parte alta della zona urbana orientale è caratterizzata da deboli pendenze del terreno e da quote relativamente elevate. Tra il Vomero e l'Arenella il terreno forma una larga sella che sale dolcemente verso S. Martino da un lato e più bruscamente dall'altro verso il sovrastante tavolato dell'Ospedale Cardarelli.

La sommità della collina di Capodimonte è praticamente pianeggiante ed è la continuazione verso sud del tavolato di Capodichino che sale gradualmente verso la sommità della collina dei Camaldoli.

Al Vomero e all'Arenella il terreno è formato da materiali piroclastici sciolti, in sede nella massima parte, che rappresentano la successione più continua e completa dei prodotti del più recente ciclo eruttivo flegreo. Il tufo giallo, al quale i materiali predetti sono sovrapposti, affiora largamente al di fuori della zona considerata e, all'interno di questa, nelle vicinanze di S. Martino e di Castel S. Elmo e lungo via Salvator Rosa, nei pressi dell'attraversamento di via Suarez. Nella zona centrale pianeggiante non tutte le perforazioni note hanno incontrato il tufo giallo al disotto dei materiali sciolti che hanno, a volte, uno spessore che supera i 20 metri. Tra piazza Medaglie d'Oro e via Salvator Rosa i sondaggi rivelano la presenza di una incisione piuttosto marcata nel substrato tufaceo, alla quale corrisponde all'esterno una linea di impluvio assai meno profonda che qui si origina e che prosegue più a valle in quella di via F. S. Correrà.

Lungo il tratto superiore della Pedamentina di S. Martino, fino al bivio col vico Pedamentina e lungo quest'ultimo, tutti i vecchi e modesti fabbricati esistenti sono dissestati, pericolanti e abbandonati in gran parte. In questa zona e in quella (coltivata) a monte del vico Pedamentina non affiora tufo giallo, e sembra che in superficie siano presenti materiali sciolti rimaneggiati. La presenza di questi ultimi e la forte pendenza del terreno sono senz'altro fattori di instabilità. I dissesti dei fabbricati sono però certamente dovuti anche al tipo ed alla vetustà delle costruzioni, alla cattiva manutenzione, ecc. Anche le fognature debbono essere in condizioni di semiabbandono, il che, data la situazione di generale instabilità della zona, non può essere senza conseguenze.

La stratigrafia della sommità della collina di Capodimonte è analoga a quella del Vomere e dell'Arenella: i materiali piroclastici sciolti dell'ultimo periodo eruttivo flegreo qui hanno però uno spessore ridotto e il tufo giallo, che affiora largamente sul fianco meridionale della collina, è a profondità che non supera la ventina di metri. Lo spessore del tufo giallo qui, d'altra parte, tende a ridursi e nella parte orientale della collina il tufo giallo è sostituito lateralmente da pozzolane.

Caratteri molto simili presentano i tavolati degli Ospedali Cardarelli e Principi di Piemonte.

La zona mediana, compresa tra i tavolati predetti e la parte bassa della città, è caratterizzata da pendenze del terreno molto spesso notevoli, ad eccezione di alcune zone (Pizzofalcone, Stella e altre minori) che ripetono in piccolo la morfologia a tavolati delle parti alte della città. Le forti pendenze del terreno hanno favorito l'erosione che ha sovente messo a nudo il tufo giallo, consentendo una facile estrazione del tufo stesso. Sono infatti ovunque presenti cavità sotterranee eseguite in gran parte a tale scopo e, in superficie, sono numerosissime le pareti di tufo corrispondenti ai fronti di cave antiche e recenti.

In generale, dove le pendenze del terreno sono più forti il tufo giallo è affiorante o è presente a scarsa profondità; dove la pendenza diminuisce, al disopra del tufo si hanno notevoli spessori di materiali piroclastici sciolti, sovente rimaneggiati naturalmente o dall'uomo.

Un cenno particolare merita la collina di Pizzofalcone formata da tufo giallo caotico e stratificato, ricoperto, lungo il pendio che scende verso piazza Plebiscito, da materiali piroclastici sciolti con spessori talvolta notevoli.

La collina è interessata da numerose e ampie cavità artificiali. Anche la trincea di via Chiaia è probabilmente, almeno in parte, opera dell'uomo.

Un'altra zona di carattere particolare è l'ampia incisione del vallone dei Gerolomini e dei suoi affluenti che si raccolgono nell'incisione del ponte della Sanità. L'erosione attuale è molto vivace e probabilmente tutto l'insieme delle varie incisioni è anteriore al più recente ciclo eruttivo flegreo. Il tufo giallo affiora in moltissimi punti ed è stato oggetto di coltivazione in numerose cave sotterranee e all'aperto.

La parte bassa della zona urbana orientale corrisponde alla città greco-romana e medioevale ed è caratterizzata da deboli pendenze del terreno e da quote modeste. Dalla superficie praticamente uniforme emergono le alture alle spalle degli Incurabili, di S. Marcellino e di Castelnuovo.

Il tufo giallo non compare praticamente in superficie (anche se è presente nei sotterranei connessi a numerosi edifici) ma è ovunque presente in profondità.

Il tufo è ricoperto da materiali piroclastici sciolti, in maggioranza rimaneggiati naturalmente e dall'uomo, e da detriti provenienti da demolizioni di antichi edifici ecc. A valle di via Depretis e di corso Umberto ai materiali predetti, più o meno ulteriormente rimaneggiati dalla azione del mare, si aggiungono sedimenti marini dell'antico litorale.

Lo spessore dei materiali che ricoprono il tufo giallo e la profondità di questo dal p.c. sono variabilissimi. Gli spessori minimi si hanno in corrispondenza delle alture degli Incurabili e di S. Marcellino, quelli più elevati (oltre 20 m.) nelle zone piazza Dante, Montesanto, via Roma, Guantai, nella zona tra il Policlinico e piazza Nicola Amore e tra le vie Settembrini, S. Giovanni a Carbonara e Rossaroll. Queste zone di forte copertura del tufo giallo corrispondono a linee di impluvio presenti nel tetto del tufo stesso e solo parzialmente cancellate dai prodotti vulcanici delle eruzioni posteriori, dalle alluvioni e dall'azione dell'uomo.

Ad oriente del corso Garibaldi la profondità del tufo giallo dal p.c. e lo spessore della copertura aumentano gradatamente: in talune zone, come si è già detto, il tufo giallo manca del tutto e si rinvengono solo, per potenze di molte decine di metri, materiali sciolti in gran parte di accumulo alluvionale o marino.

OSSERVAZIONI SULLA ZONA URBANA OCCIDENTALE

I terreni che formano l'ampio emiciclo che va dal Castel dell'Ovo a Mergellina sono rappresentati fondamentalmente dal classico tufo giallo napoletano ammantato da una coltre discontinua, e di spessore molto variabile, di materiali piroclastici sciolti, talvolta rimaneggiati.

Il tufo giallo della zona urbana occidentale (e così quello della contigua collina di Posillipo) non proviene da un unico vulcano, ma rappresenta il prodotto di diversi vulcani e di varie eruzioni avvenute anche a lunghi intervalli di tempo l'una dall'altra.

In una sezione ideale che risalendo dalla Riviera di Chiaia giunga fino al Vomere, passando all'incirca dal Circolo della Stampa per piazza Amedeo e per la fermata della funicolare di Chiaia al corso Vittorio Emanuele, si possono considerare comprese e rappresentate tutte le formazioni vulcaniche che costituiscono la zona urbana occidentale di Napoli.

Lungo questo allineamento si incontrano tre unità di tufo giallo separate l'una dall'altra una prima volta da uno spesso strato di humus e da una pila di prodotti stratificati (affioramento della funicolare di Chiaia al corso Vittorio Emanuele) ed una seconda volta da un banco di piperno insieme a prodotti stratificati e da visibili segni di superfici di erosione (affioramento lungo il prolungamento di via Palizzi). Bisogna quindi considerare queste tre unità di tufo giallo come i prodotti di tre distinte eruzioni.

Sulla prima formazione di tufo giallo quella cioè che si rinviene alla base della serie non vi sono dati sufficienti per poterne stabilire la provenienza ed anzi non si è nemmeno del tutto sicuri che si tratti effettivamente del classico tufo giallo caotico e non piuttosto di tufo giallo stratificato : nei punti in cui affiora non sono visibili indizi che possano servire allo scopo. Del resto questa prima unità di tufo giallo affiora in pochissimi punti; essa costituisce la zona bassa dell'emiciclo ed è per lo più sepolta dai prodotti piroclastici incoerenti delle eruzioni più recenti od occultata dalle opere dell'uomo. Dai dati ricavati consultando i rapporti di sondaggi profondi eseguiti a piazza Vittoria ed alla Riviera di Chiaia si può dire che questa formazione di tufo giallo continua al disotto del livello del mare per una potenza certamente superiore ai 50 metri. Nel sondaggio di piazza Vittoria si è anche raggiunta la base di questa formazione: i materiali giacenti al disotto sono costituiti da prodotti piroclastici incoerenti alternati a banchi di sabbie rimaneggiate e sono talvolta ricchi di conchiglie ed altri resti di organismi marini. La potenza dei prodotti piroclastici sottostanti a questa prima formazione di tufo giallo è certamente superiore ai 150 metri.

Un particolare caratteristico da segnalare è la facies speciale che presenta il tufo nella parte basale della formazione: esso passa dal colore giallo tipico alla varietà di colore verdastro o grigio-verdastro, di cui si è avuto già occasione di parlare.

Su questo vulcano, i cui prodotti risultano così essere i più antichi prodotti vulcanici affioranti nella zona urbana occidentale di Napoli, non si può dire altro, la sua ubicazione è per ora imprecisabile ma non è escluso, anzi è augurabile, che nuovi lavori possano fornire nuovi dati che contribuiscano alla risoluzione di questo problema.

Passiamo quindi alla seconda formazione di tufo giallo. Il passaggio completo in tutti i suoi termini tra la formazione testé esaminata e quella sovrastante è visibile in un solo punto e precisamente nella zona del parco Margherita e della fermata della funicolare di Chiaia al corso Vittorio Emanuele.

A sinistra entrando nella stazione della funicolare è visibile una parete che taglia per diversi metri, in profondità ed *altezza*, la collina mettendo in luce una pila di materiali piroclastici stratificati e ben diagenetizzati. La serie comincia dal basso (proprio in vicinanza dell'ingresso) con uno spesso strato di humus e si può seguire per oltre 10 metri in tutti i suoi particolari fino a dei materiali che gradatamente perdono ogni accenno di stratificazione confondendosi infine con il comune tufo giallo caotico che si vede affiorare più in alto. Lungo

tutta la superficie esposta gli strati si mantengono paralleli, a spessore costante, ed immergono di circa 25° verso nord-nord/ovest.

Questi strati sono costituiti da alternanze di materiali cineritici molto fini e da pomice miste a lapilli lapidei e scoriacei sempre abbastanza diagenetizzati tanto da raggiungere la consistenza del comune tufo giallo; si distinguono però facilmente dal tufo giallo comune per la loro estrema uniformità di grana, o molto più fine o spiccatamente grossolana.

Parte della stessa serie di prodotti stratificati è visibile anche al parco Margherita dove fanno passaggio graduale verso il basso nella formazione di tufo giallo inferiore. Lo studio di questa serie di materiali stratificati ha permesso di dedurre alcuni dati di fatto di grande utilità.

Un primo dato di carattere cronologico è che tra le due eruzioni di tufo giallo deve esserci stato un lungo intervallo di quiete, come è attestato dallo spesso strato di humus che separa le due formazioni.

Un secondo dato si può dedurre osservando il passaggio graduale dai materiali piroclastici perfettamente stratificati, che seguono lo strato di humus, al tufo giallo caotico comune. Questo passaggio è così sfumato



29



30

29-30-31-32 - Catacombe di S. Gennaro, particolari.



31



32

che riesce impossibile stabilire dove finiscano i materiali stratificati e dove cominci il tufo giallo.

Nella parete esposta alla fermata della funicolare di Chiaia è possibile seguire centimetro per centimetro la successione degli strati; questo è l'unico affioramento dove sia visibile, senza alcuna interruzione, il passaggio humus - tufi stratificati - tufo giallo caotico. Ciò innanzitutto ci dice che i tufi stratificati ed il tufo giallo caotico sono i prodotti di un'unica eruzione. In secondo luogo abbiamo degli elementi preziosi per ricostruire il meccanismo di un'eruzione di tufo giallo. Questo meccanismo è stato già ampiamente illustrato nel Cap. I, nel descrivere la genesi del tufo giallo sulla base della classica trattazione fattane dal Rittmann. L'alternanza di strati perfettamente paralleli costituiti da materiali e granulometria variabile da strato a strato, ma molto uniforme in ogni strato e la presenza, in alcuni strati cineritici, di grosse pisoliti a strati concentrici, sono altrettanti indizi di un'origine subaerea di questi materiali e, di conseguenza, anche del tufo giallo che a questi segue senza alcuna interruzione. E' interessante infine notare come il tufo giallo caotico passi in materiali stratificati non solo a muro ma anche a tetto e ciò ci è mostrato dagli strati prevalentemente cineritici affioranti, come si è detto, al parco Margherita, che passano gradualmente verso il basso nella formazione inferiore di tufo giallo. In vari altri affioramenti si è avuta l'opportunità di notare il passaggio graduale che presenta il tufo giallo, verso il tetto della formazione, in materiali stratificati.

Una serie di materiali stratificati molto analoghi a quelli ora illustrati è stata messa in luce, alcuni anni fa, nell'esecuzione dei lavori di restauro e rifacimento al grosso muraglione di sostegno del monte Echia, all'angolo tra via Chiatamone e via Santa Lucia. La pila di materiali stratificati raggiunge in questo punto uno spessore anche maggiore di quello riscontrato alla funicolare di Chiaia; è costituita anche qui da prodotti piroclastici a granulometria variabile da strato a strato, ma molto uniforme per ogni singolo strato: si notano anche qui degli strati ricchi in grossi pisoliti, ed infine anche questi materiali stratificati (che hanno raggiunto un elevato grado di diagenesi) passano per gradi, insensibilmente, nel tufo giallo caotico del monte Echia e di Pizzofalcone. Lo strato di humus basale, in questa pila non è visibile, i materiali stratificati continuano anche al disotto del piano stradale e perciò tra la serie del

corso Vittorio Emanuele e questa di via Chiatamone esiste un dislivello di oltre cinquanta metri.

Conviene ora già trarre un'altra conclusione dai dati raccolti, questa riguarda l'ubicazione del vulcano che ha dato come prodotti i materiali stratificati del Corso e del monte Echia ed il tufo giallo a questi immediatamente sovrastante. La disposizione e l'andamento degli strati indicano chiaramente che la bocca craterica doveva trovarsi all'incirca al centro, o leggermente spostata verso nord-ovest, dell'attuale grande anfiteatro che va da Castel dell'Ovo a Mergellina. Vi sono del resto ancora altri dati che possono confermare ciò che già la morfologia mostra così palesemente. Nello scoglio tufaceo di Castel dell'Ovo, ad esempio, si riconoscono abbastanza bene dei segni di stratificazioni che si ricollegano ai prodotti più alti della serie del Monte Echia. Lo scoglio di Castel dell'Ovo, anche se si tratta di una zolla che ha ceduto per cause tettoniche o per l'opera demolitrice del mare, ci indica chiaramente quale doveva essere l'andamento dell'orlo craterico. Ancora altri dati a favore si trovano se si studiano con cura le relazioni e le memorie che trattano delle varie opere dell'uomo (gallerie, collettori, grotte, scaricatori, pozzi di ascensori, sondaggi, etc.) che attraversano od incidono i terreni di questa zona.

Tra tutte le opere, quella che ha fornito il maggior numero di dati importanti è senza dubbio la linea ferroviaria cosiddetta della «Direttissima» che congiunge Fuorigrotta a piazza Garibaldi attraversando la collina di Posillipo, del Vomero e di Sant'Elmo con un tracciato di circa 7.500 metri svolgentesi per la maggior parte in galleria. In questa galleria, tra i 700 ed i 900 metri a partire dall'imbocco sotto il corso Vittorio Emanuele (e cioè quasi in corrispondenza dell'incrocio di via Tasso con la salita Vomero) si sono incontrati, al disopra del tufo giallo caotico, dei tufi teneri abbastanza ben stratificati dopo i quali si è incontrato di nuovo tufo giallo caotico. Purtroppo non si sono potuti raccogliere molti particolari su questa ultima serie di tufi stratificati, ma a noi sembra che non ci dovrebbe essere alcuna difficoltà a parallelizzarli con le altre serie di prodotti stratificati di base alla seconda formazione di tufo giallo. Il vulcano che ha prodotto questa seconda formazione di tufo giallo ed i materiali stratificati ad esso connessi, affioranti al corso Vittorio Emanuele ed al monte Echia, è stato denominato «vulcano di Chiaia» conservando così un nome già adottato da antichi autori quali il Breislak, il Gunther ed altri che per primi intravidero nell'ampio emiciclo che va dal Castel dell'Ovo a Mergellina i resti di un grande edificio craterico allargato e parzialmente smantellato

dall'opera demolitrice del mare, dall'erosione e da successivi franamenti e scosscamenti.

Tra i prodotti del vulcano di Chiaia e la formazione di tufo giallo antecedente si inseriscono stratigraficamente alcune masse di lave trachitiche incontrate nel perforo della Galleria della Direttissima in verticale a Villa Lucia (ex Bertolini), alla quota di circa 22 metri s.l.m. e quelle incontrate nel perforo del Collettore occidentale della collina, nella stessa sezione, ma più verso il mare, a quota 34 s.l.m. Queste masse trachitiche, di cui non si può specificare meglio se formano colate o cupole, potrebbero appartenere a manifestazioni eruttive indipendenti da quelle del vulcano di Chiaia o del vulcano antecedente al Chiaia, manifestazioni eruttive di cui non si avrebbe alcun indizio, ma non perciò meno probabili, oppure potrebbero anche far parte delle manifestazioni eruttive del vulcano di Chiaia. Secondo l'ipotesi formulata dal Rittmann sulla genesi del tufo giallo, agli inizi dell'eruzione di un vulcano di tufo giallo si ha la formazione di una cupola lavica che, sospinta dalle sottostanti masse di magma, si squarcia: la lava, molto viscosa e relativamente fredda, di cui è costituita la cupola, si effonde lateralmente per dare via libera al magma saliente che, ricchissimo in gas erompe con una serie di esplosioni ritmiche culminanti nella violentissima esplosione che genera la nube ardente ricadente.

Il tufo giallo caotico del vulcano di Chiaia passa gradualmente, al tetto, in materiali con accento sempre più marcato di stratificazione. Questo passaggio è stato messo molto bene in luce in occasione dei lavori per il prolungamento di via Palizzi con un tronco che si snoda a mezza costa all'incirca parallelamente a via Luigia Sanfelice ed al corso Vittorio Emanuele. Nell'affioramento così scoperto sono risultati visibili i materiali stratificati con cui termina la formazione del tufo giallo di Chiaia ed i prodotti con cui ha inizio la formazione di tufo giallo del Vomero. Queste due formazioni di tufo giallo sono separate, oltre che dai prodotti stratificati appartenenti rispettivamente ad ognuna di esse, da una serie di altri materiali piroclastici, di altra origine, tra cui un banco di piperno.

Questo piperno si presenta un po' diverso da quello classico di Soccavo: è meno diagenetizzato, molto più ricco di parte cineritica, le fiamme sono più piccole e sempre piuttosto scoriacee e porose e solo raramente in quelle relativamente più grosse appare un nucleo di lava compatta. Inoltre manca, nella serie dei prodotti stratificati che si accompagnano al banco di piperno propriamente detto, quel conglomerato poco coerente costituito da tutta una congerie di blocchi lavici di varia natura noto sotto il nome di breccia museo. Tutte queste

caratteristiche sono indubbiamente altrettanti indizi che stanno a denotare una distanza maggiore dalla bocca eruttiva, rispetto al piperno di Soccavo, ed in effetti, secondo il Rittmann, questo piperno sarebbe da parallelizzarsi con quello di Soccavo, cioè avrebbe la stessa origine, ma su questo argomento abbiamo già avuto occasione di trattenerci nel Cap. I.

Un altro punto dove è stato rinvenuto un affioramento di piperno è lungo la salita del parco Grifeo, pochi metri ad occidente della stazione della funicolare. Pochi metri al disopra di questa zona, sempre lungo la strada che sale a Villa Lucia ed in direzione dell'Hotel Parker, è visibile un altro affioramento di blocchi di piperno inclusi in tufi giallastri poco coerenti.

Ancora un altro ritrovamento di piperno si è avuto nel perforo della già citata galleria della Direttissima dove, poco prima della verticale corrispondente al parco Grifeo, si è incontrato del piperno a soli 18 metri di quota assoluta, ma anche qui si trattava di blocchi, sia pur grandi qualche metro cubo, isolati e caoticamente disposti in tufi poco coerenti.

I dati raccolti ci dicono che queste intercalazioni di piperno non sono state quasi mai rinvenute in sede, però, pur riconoscendo che ci devono essere stati dei cedimenti locali, non bisogna dimenticare che tra la deposizione del tufo giallo del vulcano di Chiaia e la deposizione del piperno deve essere intercorso un lungo intervallo di tempo, durante il quale non solo si è avuta la deposizione di prodotti di altre eruzioni lontane, ma l'erosione ha inciso e modellato profondamente l'edificio craterico del Chiaia e questo è un altro fattore che ha contribuito all'andamento piuttosto bizzarro del banco di piperno. In ogni caso il piperno può servire a delimitare la sottostante formazione del tufo giallo del vulcano di Chiaia. Il tufo giallo del vulcano di Chiaia mostra così abbastanza chiaramente di tendere ad immergere sotto quel tratto della collina di Posillipo che si innesta alla collina del Vomero.

Il tufo giallo della collina di Posillipo, quindi, appartiene ad una altra eruzione di tufo giallo, di parecchio posteriore a quella del piperno di Soccavo.

Passiamo ora ad esaminare la terza formazione di tufo giallo che si potrebbe distinguere con il nome di «tufo giallo del Vomero».

Il tufo giallo del Vomero non differisce in alcunché da quello delle altre due formazioni già descritte. Esso è quasi dappertutto ricoperto dai prodotti piroclastici incoerenti di eruzioni più recenti ed affiora solo dove l'erosione ha inciso profondamente questa coltre di copertura. Dove affiora presenta sempre il tipico colore giallo paglierino, ma in occasione di

diversi lavori sono state messe in vista, nel tufo giallo, zone di forma e di dimensioni varie, costituite da quella varietà di tufo verde-grigiastro di cui ci siamo già occupati in precedenza.

Al disopra del tufo giallo del Vomero si rinviene una serie di materiali piroclastici incoerenti (prevalentemente ceneri e pozzolane con intercalazioni di banchi di pomici e di lapilli) di colore prevalentemente grigiastro, in cui si riconoscono i prodotti delle più recenti eruzioni dei Campi Flegrei: quelle classificate dal De Lorenzo come «eruzioni del 3° periodo» e che ora, secondo la nuova cronologia introdotta dal Rittmann, vanno comprese nel ciclo eruttivo recente dei Campi Flegrei.

I prodotti di queste eruzioni più recenti ammantano anche le formazioni più antiche, si ritrovano un po' dappertutto e costituiscono quasi ovunque il piano di posa dei vecchi edifici napoletani. Per la loro natura questi materiali sono quasi sempre profondamente rimaneggiati (almeno per i primi metri), ed inoltre una parete tagliata attraverso di essi non reggerebbe se non con adeguati muri di sostegno; di tal che nella zona urbana queste formazioni si possono esaminare solo in occasione di sbancamenti o meno bene, durante l'escursione di cavi di fondazione.



33

33-34 - Catacombe di S. Gennaro, particolari.

34



Superiormente a questi materiali, frammentati al terreno vegetale e profondamente rimaneggiati, si possono rinvenire le tracce dei prodotti del Somma-Vesuvio.

Nella zona urbana occidentale di Napoli (come, d'altronde, nelle altre zone della città) la successione e la potenza degli strati di prodotti incoerenti che ricoprono le formazioni più antiche sono estremamente variabili da zona a zona e da punto a punto della stessa zona.

Nella zona bassa dell'emiciclo si rinvencono per lo più prodotti alluvionali e sabbie di formazione litorale che poggiano sul tufo giallo del vulcano anteriore al Chiaia.

Dappertutto l'erosione ha trasformato profondamente l'originaria stratigrafia man mano che i prodotti delle varie eruzioni andavano depositandosi, di tal che una delle maggiori incognite nell'edilizia napoletana è il prevedere la profondità di un piano di posa stabile per le fondazioni e la natura dei materiali che si incontreranno nella ricerca di questo piano di posa.

OSSERVAZIONI SULLA COLLINA DI POSILLIPO

La collina di Posillipo, pur costituendo una parte importante dello insediamento urbano, non è stata compresa nella carta geologico-tecnica al 10.000 della città perché essa, sulla scorta dei pochi dati disponibili, non sembra presentare problemi particolari per la ricostruzione dell'andamento del tetto del tufo giallo.

Fatta eccezione per l'estrema punta di Coroglio e la Cala di Trentaremi (nonché la vicina isola di Nisida) che sono costituite da tufo giallo stratificato prodotto da alcune eruzioni antecedenti a quelle che hanno prodotto il tufo giallo caotico, tutta la Collina di Posillipo presenta una grande uniformità di struttura e composizione. La gran massa della collina è costituita, infatti, da tufo giallo caotico comune che è ammantato dai prodotti piroclastici incoerenti del ciclo eruttivo recente dei Campi Flegrei.

La serie dei prodotti più recenti, al tetto del tufo giallo, si presenta, anche per questa zona, con notevoli variazioni di potenza e di stratificazioni da punto a punto, in relazione all'accidentata superficie superiore del tufo (notevolmente erosa) ed in conseguenza dell'accumulo di materiali di trasporto.

Il tetto del tufo giallo pende con notevole inclinazione su tutti i due versanti; si è potuto stabilire che verso il golfo di Napoli, in qualche punto, la pendenza supera i 45° mentre verso i Campi Flegrei è quasi sempre superiore ai 60°-70°.

Mentre lungo il versante sud-orientale della collina il tufo giallo giunge fino a quota zero e continua al disotto del livello del mare con una potenza imprecisata, lungo il versante nord-orientale, invece, se ne vede affiorare in più punti la base. Il ritrovamento della base del tufo giallo a Posillipo rappresenta un dato della massima importanza ai fini della ricostruzione della costituzione geologica della collina. Tralasciando quindi il versante sud-orientale che non presenta alcun interesse geologico particolare, ci soffermeremo a descrivere il versante nord-occidentale della collina quello cioè che guarda verso la plaga flegrea.

Vicino all'imbocco della Galleria Laziale, a Fuorigrotta, è aperta una cava di tufo giallo; lungo la strada che conduce alla cava e che fiancheggia la strada di imbocco del tunnel, ad una quota di circa 30 m., affiora la base del tufo giallo. I materiali a muro del tufo giallo affiorano in questo punto per uno spessore di un paio di metri circa e sono costituiti da strati alternati di materiali cineritici grigi più o meno ricchi in piccole pomice. In vicinanza del contatto, questi materiali sono spiccatamente cineritici, molto fini, quasi senza pomice ed abbastanza diagenetizzati tanto da assumere l'aspetto di una roccia lapidea di color grigio-chiaro a struttura uniforme, a grana finissima. Il contatto ha una direzione approssimativa nord-est/sud-ovest ed una pendenza verso sud-est di circa 20°. Particolare interessante è il ritrovamento, in un punto del contatto tra il tufo giallo ed i materiali inferiori, di un banco di breccia costituito da grossi blocchi di scorie saldate, di colore nerastro, appartenenti alla formazione del tufo giallo.

Costeggiando la base della Collina dal tunnel verso Coroglio, il contatto di base al tufo giallo scompare ricoperto dai detriti e lo si ritrova circa 500 m. dopo, in direzione sud-ovest, all'incirca sotto il vecchio agglomerato di Villanova e molto più in alto dell'affioramento precedente; infatti in questo secondo punto la base del tufo giallo si ritrova all'incirca a quota 70 mentre prima era più o meno a quota 30. In questo secondo punto sono ancora visibili i fronti di attacco di due vecchie cave e lungo questi tagli artificiali si può seguire abbastanza bene la successione dei materiali incoerenti di base al tufo giallo. Questi materiali sono costituiti da una serie di strati, talora spessi solo qualche centimetro, di pozzolane più o meno cineritiche e di pomice per le più piccole ed irregolari in strati variamente alternati.

Continuando sempre in direzione sud-ovest, si incontra dopo pochi metri uno sprone, limitato da due profonde incisioni, lungo il quale il contatto tra il tufo ed i materiali di base si mantiene pressoché alla stessa quota, cioè all'incirca 70. Questo sprone rientra oggi nell'area dell'Arsenale di Artiglieria ed è attraversato da numerose gallerie. Benché queste gallerie siano completamente rivestite si sono potuti raccogliere diversi dati ad esse inerenti. Gli imbocchi sono a quote oscillanti intorno ai 50-60 m. e capitano in pieno nelle formazioni sottostanti al tufo giallo. Benché alcune di esse si inoltrino nella collina per oltre 130 metri non si è raggiunto mai il tufo giallo. All'inizio degli scavi i materiali incontrati presentavano una consistenza lapidea simile a quella del tufo, differenziandosi da questo solo per il colore grigio-chiaro e per la grana molto più cineritica ed uniforme. Sennonché dopo pochi giorni di esposizione all'aria questi materiali rapidamente degradavano diventando praticamente incoerenti per cui fu d'uopo procedere al più presto al rivestimento.

I materiali di base al tufo giallo si ritrovano un po' più verso sud-ovest, all'incirca sotto la vecchia Villa Monte di Dio, ancora a quota 70 circa. Qui i materiali sottostanti al tufo giallo sono esposti per uno spessore di oltre 10 metri e si può seguire bene tutta la pila di strati che mostrano una perfetta analogia con i materiali già descritti per i due affioramenti precedenti. Dopo questo punto la base del tufo giallo non è più visibile fino a Coroglio.

Lungo le pareti quasi a picco che limitano con direzione nord-est/ sud-ovest quest'ultimo tratto della collina di Posillipo affiora soltanto tufo giallo, talvolta profondamente eroso, incavato, fortemente tettonizzato ed ammantato al piede da una spessa coltre di detrito di falda e di depositi di antiche frane. Probabilmente il contatto è celato da questi detriti, tuttavia si può dire che l'andamento del contatto, a partire dallo imbocco del tunnel di Fuorigrotta fino a Coroglio, è piuttosto ondulato, infatti mentre a Fuorigrotta è a circa quota 30, lo si trova a quota 70 sotto Villanova, si mantiene per un tratto costante fino sotto Villa Monte di Dio, e poi si abbassa certamente fino sotto quota 40 lungo tutto il restante tratto della collina.

Diversi Autori hanno interpretato le ripide pareti nord-occidentali della collina come il risultato dell'allineamento di diversi orli craterici parzialmente smembrati dalla forza demolitrice del mare che un tempo invadeva la piana di Fuorigrotta. Sennonché accurate indagini sul terreno hanno fatto riconoscere i resti di un solo edificio craterico. Questo vulcano, detto di «Fuorigrotta» per rispettare un nome già usato concordemente da precedenti Autori, forma l'emiciclo che abbraccia

l'agglomerato di Fuorigrotta da «La Torre» allo sprone di Villa Monte di Dio: esso è posteriore al vulcano di Chiaia e con i suoi prodotti (tufo giallo accompagnato a muro ed a tetto da materiali piroclastici stratificati) ricopre quelli (del tutto analoghi) di questo secondo vulcano.

La sovrapposizione di due unità di tufo giallo, con l'interposizione di materiali piroclastici poco lapidificati, è all'origine dei dissesti di diverse opere che attraversano in sotterraneo questa zona della collina.

Dalle notizie fornite dal Guadagno, che per vari anni ebbe ad interessarsi del sottosuolo cittadino, si apprende che ben otto manufatti attraversanti la collina di Posillipo in questo tratto hanno dato segni di notevole dissesto. Questi manufatti sono: la antica galleria romana, le due vecchie e contigue gallerie dei trams dette rispettivamente la Grande e la Piccola che poi furono trasformate in un'unica grande galleria, la galleria della Direttissima, la galleria Laziale, i collettori cosiddetti di Cuma e di Coroglio ed infine il grosso fognone di Posillipo.

Si è cercato di spiegare in vari modi questi fenomeni chiamando in causa di volta in volta chi bradisismi, chi degli ipotetici spostamenti di masse, chi ancora una genesi sottomarina del tufo giallo e così via. Il Guadagno tra gli altri formulò l'ipotesi di una diversa costituzione e struttura del tufo nei vari strati della collina, mentre il Dainelli attribuì la variazione di resistenza al diverso grado di imbibizione da parte della acqua meteorica che manterrebbe il nucleo della collina permanentemente saturo di acqua diminuendone così la coesione.

La causa invece è da ricercarsi nel fatto che i manufatti in questione vengono ad attraversare nella parte centrale della collina la zona di passaggio tra la formazione di tufo giallo del vulcano di Chiaia (inferiore) e quella del vulcano di Fuorigrotta (superiore). Diverse considerazioni conducono a questa conclusione. Innanzitutto conviene far notare che solo i manufatti che attraversano quel tratto che si potrebbe definire di innesto della collina di Posillipo alla collina del Vomere presentano segni di dissesto nei loro tronchi centrali. La galleria della Cumana, per esempio, che attraversa la collina di Posillipo, più a nord, non ha dato a quanto si sappia, segni di perturbazioni né si sono mai verificati inconvenienti in quei manufatti che si inoltrano nella massa tufacea di Posillipo più verso sud-ovest come ad esempio la grotta di Seiano od il già citato collettore di Coroglio per il restante tratto.

Purtroppo non si hanno a disposizione le descrizioni dettagliate dei materiali incontrati nell'esecuzione di tutti i suddetti perfori, tuttavia i dati raccolti dalla letteratura possono riuscire lo stesso di grande aiuto.

Nel perforo della Galleria della Direttissima a partire dall'imbocco di Fuorigrotta sono stati attraversati dapprima, per un tratto di 200 m. circa lungo l'asse, una serie di materiali incoerenti grigiastri stratificati con pendenza verso Fuorigrotta (prodotti del III periodo) quindi si sono incontrati strati alterni di pomici e di pozzolane, con inclinazione opposta alla precedente, che immergevano verso Piedigrotta di circa 30°. Questi materiali che furono interpretati anch'essi come prodotti incoerenti del III periodo appartengono invece senza alcun dubbio ai prodotti di base al tufo giallo del vulcano di Fuorigrotta, sono infatti del tutto simili a quelli affioranti in diversi punti lungo il versante flegreo della collina.

Ad essi seguono due banchi di tufo giallo con facies diversa dalla solita: il primo costituito da un conglomerato poroso di pomici arrotondate ed alterate con cemento cineritico poco coerente ed il secondo costituito da un tufo compattissimo a grana finissima, di color giallo chiaro con accenni di stratificazione marcata da sottili straterelli di piccole pomici. Questi due banchi di tufo che conservano la pendenza di una trentina di gradi verso Piedigrotta rappresentano l'inizio della formazione di tufo giallo del vulcano di Fuorigrotta, si ritrovano infatti identici nei punti già citati dove affiora la base del tufo giallo. Proseguendo quindi lungo il tracciato della galleria della Direttissima si entra nel tufo giallo propriamente detto (appartenente al vulcano di Fuorigrotta) senza però allontanarsi molto dalla zona di contatto con il sottostante tufo giallo del vulcano di Chiaia. Questa formazione la si incontra a circa 1300 metri dall'imbocco di Fuorigrotta proprio in corrispondenza dell'attraversamento sulla galleria della Laziale. Quivi si entra in un tufo grossolano ricco in pomici alterate, friabilissime e quasi pulverulente, di colore giallo oca, tufo del tutto identico a quello rinvenuto a via Palizzi nella serie dei prodotti stratificati a tetto del tufo giallo di Chiaia.

Per il restante tratto di galleria fino alla sta/ione di Mergellina la relazione del Guadagno da cui sono state tratte le precedenti notizie parla di tufo giallo generico senza altre specificazioni. Con molta probabilità dopo aver attraversato per breve tratto la formazione di tufo giallo del Chiaia, la galleria è rientrata nel tufo giallo di Fuorigrotta fino allo sbocco di Mergellina; la soluzione di continuità che forse si è riscontrata nel passare di nuovo nel tufo di Fuorigrotta può essere passata inosservata perché interpretata come una delle solite «scarpine» che tanto di frequente si incontrano nella massa del tufo.

La galleria della Laziale invece non ha incontrato all'imbocco di Fuorigrotta la base del tufo giallo (si è detto infatti che in questo punto

la base del tufo si è rinvenuta ad una quota lievemente inferiore al piano della galleria) però si è mantenuta per alcune centinaia di metri nella zona di contatto tra il tufo del Chiaia e quello di Fuorigrotta.

Dal Guadagno apprendiamo infatti che «mentre nei due fronti di attacco, verso Fuorigrotta e verso Napoli, si sono avuti da principio tufi buoni e perfino ottimi e da potersi adoperare per costruzione, la parte centrale del nucleo per una lunghezza di circa 570 metri è risultata di un tufo di così scadente qualità, di tale incoerenza, da non poter essere adoperato praticamente per nessun uso redditizio ed ha dovuto essere portato allo scarico sotto forma di taglime, in mare aperto, con spesa rilevante».

Ora non vi possono essere dubbi circa la natura di questo tufo così incoerente: esso non rappresenta altro che i prodotti semicoerenti che si sono rinvenuti anche altrove a tetto del tufo di Chiaia.

Si deve ancora far notare che quella particolarità riferita dal Dainelli circa «la mancanza o l'estremo assottigliamento della zona esterna a



35-36 - Catacombe di S. Gaudioso; corridoio principale (fig. 35) e tombe a scolatoio (fig. 36).

35

36



resistenze alte nelle più basse pendici di Mergellina (in confronto di quelle verso Fuorigrotta)»

non è da attribuirsi, come fa il succitato autore, all'influenza della ripidità delle superfici topografiche esterne sull'andamento delle superfici di imbibizione, ma debba piuttosto essere attribuita al fatto che in qualche punto i materiali semicoerenti al tetto della formazione del Chiaia vengono quasi ad affiorare perché la coltre di copertura costituita dal tufo giallo di Fuorigrotta è stata quasi del tutto asportata dall'erosione.

Di conseguenza non si tratterebbe più di «un nucleo» nella collina di Posillipo, costituito da tufo giallo meno resistente ma di un «mantello» di materiali semicoerenti interposto tra due formazioni di tufo giallo compatto, appartenenti rispettivamente una al vulcano di Chiaia e l'altra a quello di Fuorigrotta. Questo mantello ha lo stesso andamento della bassa conoide del vecchio cratere di Chiaia per cui i manufatti che attraversano la collina di Posillipo lo incontrano solo nel tratto compreso tra Piedigrotta e Fuorigrotta mentre per il resto della collina vi passano al disopra.

Anche il caso ormai famoso della antica galleria romana concorda perfettamente con l'ipotesi testé formulata sulla struttura interna della collina. Finché questa galleria si mantenne in pieno nella formazione superiore di tufo giallo compatto di Fuorigrotta, nella quale i romani o addirittura i greci, con felice intuito o forse solo per caso, l'avevano costruita, non ebbe a manifestare alcun segno di perturbazione statica. Ma quando a partire dal 1400, per successivi lavori di sistemazione ed ampliamento si incominciò a ribassarne il livello, inconsapevolmente si decretò la morte di quest'opera che per oltre duemila anni si era mantenuta saldissima. Infatti coll'abbassare il piano stradale ci si avvicinava sempre più alla zona dei tufi semicoerenti interposta tra le due unità di tufo resistente e quando infine i piedritti raggiunsero questi materiali più cedevoli i dissesti si aggravarono a tal punto che l'opera fu dovuta definitivamente abbandonare.

Le pareti scoscese del versante flegreo della collina non sono dovute all'opera demolitrice del mare né ad una serie di edifici craterici allineati lungo la direttrice NE-SW, esse sono piuttosto la traccia di un accidente tettonico. In quelle pareti si può riconoscere l'orlo dello sprofondamento dell'attuale piana di Fuorigrotta. Trattasi, con ogni probabilità, di uno

spfondamento vulcano-tettonico ricollegabile, come genesi delle faglie, alla caldera del grande vulcano Archiflegreo.

Altra riprova dell'esistenza di questo accidente tettonico si ha per il fatto che nel sottosuolo della piana di Fuorigrotta si rinviene tufo giallo per forti spessori a quote molto più basse della base del tufo giallo affiorante lungo le pendici della collina di Posillipo, come è stato provato da alcuni sondaggi, quale ad esempio quello ubicato in corrispondenza della vecchia piazza G. Leopardi, a Fuorigrotta, in cui il tufo giallo è stato rinvenuto a quota -67, sotto una coltre di oltre 100 metri di materiali prevalentemente di riporto, con spessore non conosciuto ma certamente superiore a 180 metri. Questo sprofondamento ha provocato la intensa fratturazione e sconnessione del tufo giallo, con un conseguente stato di instabilità e pericolosità delle pendici lungo tutto il ripido versante flegreo della collina, per cui non sono infrequenti i crolli ed i franamenti.

E' questa una delle zone dell'area urbana più pericolose e delicate dove qualsiasi intervento dell'uomo, per costruirvi strade, edifici od altri manufatti, deve essere attuato con la massima prudenza per non turbare irreparabilmente un equilibrio quanto mai precario.

CONCLUSIONI

Da quanto è stato esposto in precedenza appare evidente il contributo essenziale che la geologia può e deve dare nella impostazione e nello studio di qualsiasi problema tecnico che investa il sottosuolo della città di Napoli.

Si è visto, innanzitutto, che nella zona urbana è riconosciuta l'esistenza di diversi edifici craterici, in parte sovrapposti ed intersecantisi, dei quali tuttavia si ignora ancora l'esatta ubicazione ed estensione. Questi edifici craterici sono costituiti in gran parte da tufo giallo lapideo ma tra le singole unità di tufo giallo è accertata la presenza di materiali piroclastici poco coerenti, di intercalazioni di tufi pipernoidi e breccie vulcaniche nonché di cupole ed espandimenti lavici. I vari edifici craterici sono inoltre interessati da sprofondamenti e dislocazioni tettoniche che hanno fagliato e suddiviso in zolle il tufo giallo (e le altre formazioni in esso intercalate) creando lungo alcune direttrici (non tutte ancora individuate e localizzate) uno stato di sconnessione e di fratturazione talvolta pericoloso. Si hanno poi le prove che il tufo giallo, prima della deposizione della coltre di materiali sciolti sovrastanti, è stato

profondamente modellato dall'erosione per cui il tetto di questa formazione ha un andamento ancor più irregolare e capriccioso. Infine nella massa del tufo giallo è accertata l'esistenza di numerosissime cavità create dall'uomo nel corso dei secoli sia per estrarvi la pietra da costruzione, sia ancora per passarvi con strade, ferrovie, funicolari od ascensori: la maggior parte di queste cavità (alcune delle quali enormi per estensione e per profondità) sono note soltanto attraverso la tradizione storica e letteraria mentre se ne ignora l'esatta ubicazione, l'estensione, e talvolta, finanche l'imbocco.

Una simile complessa situazione crea ovviamente difficili e spesso gravi problemi che vanno dallo studio e progettazione di alcune importanti infrastrutture, alla individuazione delle cause di particolari dissesti del suolo e del sottosuolo, e non v'è dubbio che per la risoluzione di questi problemi sia pregiudiziale una esatta conoscenza della costituzione geologica della regione.

Ma altrettanto prezioso può essere l'ausilio della geologia nello studio di tutti quei problemi, di carattere eminentemente geotecnico, che riguardano più da vicino la coltre di materiali piroclastici sciolti, sovrastante alla formazione del tufo giallo o che si sostituisce a questo, lateralmente, nella zona orientale dell'agglomerato urbano. Si è visto infatti come per questi materiali le proprietà meccaniche possono cambiare notevolmente, a parità di caratteristiche fisiche e granulometriche, a seconda che si tratti di materiali rimaneggiati o non: è quindi palese l'utilità di accertarne la natura, la genesi e le condizioni ambientali di deposito, mediante un accurato studio geologico-petrografico. La possibilità di riconoscere se si tratta di materiali rimaneggiati o meno, può essere inoltre di grande ausilio nella ricostruzione di una morfologia sepolta e, di riflesso, nella risoluzione di molti problemi tecnici. Tra gli stessi materiali rimaneggiati, una esatta precisazione dell'ambiente di sedimentazione può fornire preziose indicazioni nella impostazione di un piano di indagini a fini geotecnici.

L'esigenza di approfondire la conoscenza geologica del sottosuolo della città di Napoli, come presupposto indispensabile per la risoluzione di tanti problemi tecnici, emerge in tutta la sua importanza dai risultati dell'indagine da noi svolta in seno alla Commissione di studio.

Questa indagine, infatti, oltre ad averci consentito di fare il punto sullo stato attuale delle conoscenze geologiche sul sottosuolo cittadino, ci ha anche fornito una serie di utilissime indicazioni per alcuni problemi particolari tra i quali i dissesti che tanto sovente mettono in allarme

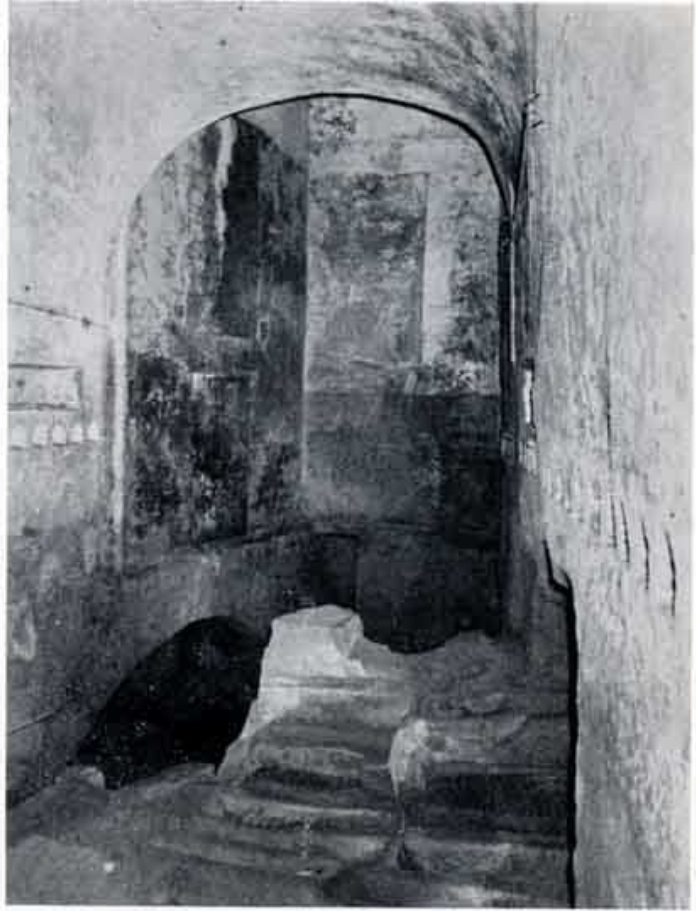
la cittadinanza e che sono all'origine della nomina di questa Commissione.

Sulle cause dei dissesti la Commissione, collegialmente, riferisce sul Cap. IX di questa Relazione; qui si vogliono soltanto porre in risalto i fattori di natura geologica, litologica e morfologica che possono influire, talvolta in modo determinante, sui dissesti riscontrabili nella città di Napoli.

Questi fattori possono così brevemente sintetizzarsi:

— notevole acclività superficiale di alcune zone collinari della città ad accentuata inclinazione del tetto del substrato tufaceo;

— stato di tettonizzazione o di fratturazione della formazione tufacea in corrispondenza del fronte di taglio di numerosi sbancamenti operati al piede od a mezza costa dei rilievi collinari;



37



38

— presenza di estese e spesso potenti coltri di materiali rimaneggiati dalle acque superficiali e di riporto artificiale, in alcune zone particolarmente acclivi;

— presenza di cavità sotterranee, tanto nei materiali piroclastici semicoerenti quanto nella formazione tufacea lapidea, che agiscono da richiamo per le acque di infiltrazione determinando fenomeni di erosione sotterranea;

— presenza di orizzonti ed alternanze di materiali piroclastici semicoerenti nella massa stessa della formazione tufacea lapidea e stato di tettonizzazione e fratturazione di quest'ultima (all'origine soprattutto dei dissesti che si riscontrano in alcune gallerie ed altre opere in sotterraneo).

Laddove questi vari fattori si cumulano, si creano situazioni di estrema pericolosità che possono degenerare rapidamente ed improvvisamente. L'esame della carta geologico-tecnica ci potrebbe quindi già da sola segnalare quelle zone che si possono definire «indiziate» dal punto di vista dei dissesti; ma per una diagnosi più esauriente e documentata occorre tener conto anche di altri fattori, non di natura geologica, per cui questo discorso può essere condotto a termine soltanto in una visione globale di tutta la situazione ed ecco perché ad esso è stato riservato il Cap. IX con il quale si chiude la serie delle relazioni tecniche.

La carta geologico-tecnica da noi redatta rappresenta la sintesi di tutto il lavoro di raccolta, esame ed elaborazione di dati geologico-tecnici riguardanti il sottosuolo della zona urbana; questo lavoro di sintesi non avrebbe potuto assumere il grado di profondità ed estensione che ha raggiunto se non si fosse potuto già disporre di una notevole massa di dati e documentazioni raccolti e catalogati presso alcuni Istituti Universitari, presso pochi Enti o Ditte private e presso qualche Ufficio Statale, come l'Ufficio del Corpo Statale delle Miniere (per quanto riguarda il censimento delle cavità sotterranee) ma è facile immaginare quale ben maggiore importanza e completezza questo lavoro avrebbe assunto se una massa imponente e preziosa di dati riguardanti il sottosuolo non fosse andata irreparabilmente perduta (soprattutto nel periodo post-bellico durante il quale la città è stata ricostruita e si è ampliata per oltre la metà dell'attuale consistenza edilizia) per mancanza di un Ufficio comunale preposto alla raccolta di questi dati.

E' inoltre da tener presente che l'indagine da noi svolta ha investito, come si è già detto, soltanto l'area urbana del territorio comunale e questa area, benché costituisca la parte più importante per la densità di abitazioni e per la gravità dei problemi attinenti al sottosuolo,

rappresenta tuttavia una piccola parte, forse all'incirca solo il 20-25% del territorio comunale. Il tempo a disposizione della Commissione ci ha costretto ad escludere tutto un vastissimo territorio che pure ha i suoi grossi problemi connessi alla natura del sottosuolo, problemi che diverranno sempre più impellenti nel prossimo futuro.

L'indagine sul sottosuolo napoletano pertanto non può considerarsi esaurita con la carta geologico-tecnica e con tutti gli altri elaborati della Commissione.

E' questo il motivo che ci ha indotto a caldeggiare l'istituzione, presso l'Ufficio Tecnico del Comune, di una speciale sezione per il sottosuolo, dotata di tecnici preparati e di mezzi adeguati, incaricata di raccogliere, elaborare e coordinare tutti i dati relativi al sottosuolo cittadino completando ed aggiornando il lavoro già svolto dalla Commissione; incaricata inoltre di compiere indagini particolari per alcuni specifici problemi (ad es. accertamenti sulla statica delle strade correnti a mezza costa o su rilevati, oppure indagini sulla stabilità di fronti di scavo o di muri di sostegno); incaricata infine di fornire il proprio parere circa la osservanza di tutte quelle norme e prescrizioni relative alle opere di fondazione ed ai muri di sostegno che la Commissione suggerisce di adottare per il rilascio di licenze edilizie.

Naturalmente, anche così costituita, questa sezione speciale per il sottosuolo di Napoli non potrebbe con i soli suoi mezzi e personale, per adeguati ed efficienti che siano, risolvere da sola i tanti e complessi problemi tecnici connessi al sottosuolo cittadino, per cui occorrerebbe creare opportuni strumenti e norme legislative che consentano di impegnare anche i privati cittadini nonché le Imprese di costruzione e quanti altri (siano essi organi dello Stato od Enti pubblici e privati) operano nell'ambito del territorio comunale, nella acquisizione di tutta quella documentazione indispensabile per una esatta conoscenza della costituzione geologica del sottosuolo cittadino.

Per particolari problemi (quale, ad esempio, quello relativo alla localizzazione ed al rilevamento delle cavità sotterranee, oppure quello relativo alla verifica della stabilità dei muri di sostegno) si potranno nel contempo promuovere indagini e ricerche per le quali potrà essere sollecitata la collaborazione di specifiche competenze e l'impiego di tecniche specializzate.

Questo programma potrà forse apparire chimerico e troppo proiettato nel futuro ma vogliamo far presente che se il problema del sottosuolo di Napoli fosse stato così impostato fin dalla costituzione della prima delle tante Commissioni di studio che si sono succedute dal secolo scorso ai nostri giorni, oggi non ci troveremmo ancora agli inizi ma potremmo

disporre di ben altra documentazione, valida ed utile, e certamente non ci troveremmo ad aver disperso, pressoché invano, ingenti somme di denaro.

A nostro avviso, quindi, solo in questo modo si potrà giungere ad una sufficiente conoscenza del sottosuolo napoletano, conoscenza che potrà poi essere utilizzata, con gli opportuni e specifici approfondimenti, a vantaggio della soluzione dei problemi più diversi, da quello della stabilità degli edifici a quello dell'urbanistica sotterranea e così via.

CAPITOLO TERZO

Influenza sui dissesti dei metodi di coltivazione del materiale litoide nell'area metropolitana e della presenza nel sottosuolo di antichi manufatti ⁴

1) METODI DI COLTIVAZIONE.

Un breve accenno dell'evolversi dei metodi di estrazione dei materiali impiegati nell'edilizia può spiegare anche alcuni dissesti.

Pozzolane e sabbie. Le pozzolane, siano esse di sedimentazione primaria o comunque rimaneggiate, e quindi miste a strati di sabbie, hanno avuto il più semplice mezzo di estrazione con tagli allo scoperto e successivo abbattimento del fronte inclinato, a scalini oppure ad angolo di naturale declivio di quelle terre.

Qualche raro esempio vi è stato sino all'inizio del nostro secolo di coltivazioni ad imbuto (sistema canadese) quando particolari situazioni oggettive imponevano che la visione collinare panoramica non venisse disturbata.

Oggi con i mezzi meccanici muniti di grandi sbracci, l'estrazione avviene solo con escavazione al piede e conseguente franamento della parete in pendio.

Lapilli pomicei. Tralasciando gli strati pomicei di piccolo spessore quindi inquinati dai terreni inglobanti, i lapilli coltivabili si rinvennero in strati pianeggianti potenti due metri, siti a differente profondità dal piano di campagna.

L'impiego della pomice bianca è immemorabile. L'esecuzione di volte di lastrico battuto, orgoglio dell'edilizia del Golfo di Napoli, a botte, a vela, a cupola etc. ha chiesto sempre l'impiego di questo materiale.

L'impasto, della pomice con pozzolana primaria e calce idraulica, gettato e battuto in superfici curve (allo scopo di evitarne le lesioni per le escursioni delle temperature esterne) ha resistito certamente a due millenni.

Quando invece, per la costruzione di case a più piani e per la necessità di strutture più leggere, si sono adottati lastroni dello stesso materiale a lembi sovrapposti (lastrici solari su travi di legno) la loro inefficacia alle

⁴ A cura del Doti. Ing. Dante Bardi.

intemperie esterne si è manifestata attraverso gli spacchi della piastra battuta.

Innumerevoli usi aveva il lapillo per quello che diremmo oggi «elementi prefabbricati».

Dopo una stasi di impiego è ritornato l'uso del lapillo bianco per blocchetti divisorii e anche per elementi portanti di solaio.

L'estrazione, che oggi è consentita solo allo scoperto, era invece, sino ai primi decenni di questo secolo, limitata dalla rapina in cunicoli. A parte i galleriozzi, aperti sui fronti delle cave di pozzolana di rara possibilità d'adozione, era generalizzato l'uso delle cavette sotterranee.

A mezzo di pozzo verticale a sezione circolare, e mai rivestito, si raggiungeva il banco di lapillo pomiceo sito in genere dai 6 ai 10 metri di profondità, dal piano campagna, escludendo, ove vi fossero, gli strati più bassi.

Dalla base del pozzo e dal letto del banco si facevano partire dei cunicoli a raggiera larghi qualche metro sino a lunghezze di 10 ÷ 15 metri. A coltivazione avvenuta si riempiva la sola canna verticale e quando non vi era a disposizione molto materiale di risulta, a due metri circa dalla superficie, si gettava una voltina in muratura di spaccatelle di tufo a forma perduta e sulla stessa si riversava del terreno.

La profondità dei cunicoli e la presenza di radici degli alberi consentiva alla campagna superiore, sempre a giacitura piana, di non subire abbassamenti apprezzabili.

Ma la zona inferiore attorno alla canna, per la impossibilità di lasciarvi pareti di protezione del lapillo stesso all'innesto dei raggi al mozzo, era da ritenersi precaria e suscettibile di avvallamenti.

L'accentuazione del dissesto avveniva o perché nell'humus superiore si abbattevano gli alberi ad alto fusto o perché si effettuavano opere edilizie che interrompevano il già instabile equilibrio.

Le contrade in cui avvenivano queste escavazioni erano sempre quelle relative agli ammantii primari e quindi le cupole delle colline del Vomero, Capodimonte e Capodichino ⁵.

Tufo. L'estrazione avveniva allo scoperto o in sotterraneo e qui si vuole rinviare il lettore alla già citata classica monografia del dell'Erba.

Il metodo di coltivazione in galleria è quello che immediatamente interessa lo studio del sottosuolo e qui si vuole ricordare come anticamente

⁵ Constatati esempi recenti di questi improvvisi scoscendimenti sono avvenuti nel 1957 a via Piscicelli al Vomero (ripetute nel settembre 1967 in via E. Cortese) e a via de Pinedo (incrocio via Baronie) a Capodichino nel 1964. Anzi nell'occasione dell'ispezione della colletttrice a 22 metri sotto la predetta via de Pinedo e del ritrovamento delle volte del manufatto in alcuni punti distrutti, dal disotto si sono potute constatare queste cavità tra gli strati del materiale incoerente sovrapposto.

si scavassero gallerie aventi il cielo piano e le due pareti paraboliche a fuoco lontano. La larghezza del soffitto, si manteneva entro i limiti di 4÷5 metri, e le pareti erano alte 10÷15 metri dal calpestio, più la fossa interrata. Alcuni esempi ancora in essere sono le grotte dei Cristallini, e quelle lungo la via Vecchia di Capodimonte, tra la predetta e la via Nuova Capodimonte, dei Gavoni piazza Cavour, piazza Dante, dei Ventaglieri e le cave Mangone presso la tomba di Virgilio. Altre, lungo l'asse del vallone «a tempo» Due Porte-Fontanelle, sono state abbattute con l'esaurimento dei pilastri residui.

Dal 1860 ÷ 1870 questo metodo è caduto in disuso essendosene adottato altro più rapido e quindi più economico, cioè quello a volta curva. Scavato superiormente il cunicolo di avanzamento con corona semiellittica, e raramente semicircolare (cielo), i due lati venivano profilati con curva parabolica di accentuata inclinazione.

Le dimensioni della galleria erano maggiori delle prime e raggiungevano altezze sino a 22 metri più la fossa riempita dai cospicui detriti di roccia tufacea, atteso che il taglio avveniva con un attrezzo denominato smarra, cioè un piccone con le due punte a lama verticale. Si otteneva grande risulta di sterili per la attozzatura a conci pressocchè regolari di 25 cm. di lato (sino al 1900 circa 70 pietre formavano un me. poi si ridussero le dimensioni a 100 pietre al me.).

Con l'adozione del nuovo metodo si aggravò anche il maggiore spoglio del monte. Gallerie di traverso, a quelle principali di sbocco, si intersecano, lasciando esili pilastri di sostegno alle navate.

Le necessità di cavare tufo aumentarono e si riprese a estrarre roccia in galleria, abbattendo alcune esistenti mediante scoperta, e continuando l'approfondimento indiscriminato di altre a S. Rocco, Miano, Chiaiano, via Nuova Capodimonte, Conocchia, S. Gennaro dei poveri, Materdei, Fontanelle, corso Vittorio Emanuele (Parker, Grotte Comola), Mergellina, Fuorigrotta, Posillipo e Pianura.

Poi venne il 1935-41 epoca di crisi estrattiva.

Nel periodo dell'ansia bellica del 41-43 nel centro della città vennero operati altri spogli nelle cavità conosciute per l'adattamento di ricoveri antiaerei e anche per ricavarne immediato materiale da costruzione a servizio degli stessi. Oltre alle gallerie di recente taglio, esistenti nel centro urbano (Chiatamone, Mergellina), vennero attaccate anche antiche e disusate cisterne.

Il caos dell'immediato dopo guerra (1944) fece riprendere queste coltivazioni tufacee indiscriminatamente, scarnendo ancora le antiche cave in sotterraneo, assottigliandone pareti, pilastri di sostegno e quel che è più grave, i massivi lasciati a protezione delle volte.

Per le cave in sotterraneo a soffitto piano, di dimensioni modeste, e con un rapporto di vuoti e pieni del 50% non si sono riscontrati dissesti a distanza dei 150 anni circa della loro apertura, non così per le gallerie con volta curva aventi rapporti di escavazioni maggiori, le quali mostrano una continua degradazione tanto pericolosa quanto più ci si avvicina al secolo dal suo spoglio.

Altro metodo di coltivazione in disuso dal 1920 per Napoli, ma rimasto in essere sino al 1957 per le zone del Nolano, era quello a bottiglia, o a campana.

Con l'approfondimento di un pozzo, in genere circolare e non rivestito, si raggiungeva dal piano di campagna il tufo e dopo averlo attraversato per 4-5 metri (futura coltre resistente ai carichi superiori) si iniziava lo scavo circolare sino a raggiungere il letto della roccia mercantile. A questo scavo se ne facevano seguire altri, o allineati, o a quadriglia, avendo cura di lasciare degli spessori a protezione. Nel proseguire dei vuoti si univano, con cunicoli di passaggio, le basi di queste campane. La chiusura del pozzo veniva compiuta mediante voltina nel collo della bottiglia, lasciando cavo il sottosuolo.

Si è voluto ricordare questo sistema perché nel centro urbano se ne è rinvenuto qualche esempio in via Frullone e in via Marianella; altro caso tipico è a via Ghiaia, scendendo a sinistra dopo il Ponte, dove sono tre pozzi e relative campane che dal giardino del Tribunale Militare, sopra Monte di Dio, scendono sino a quasi il piano stradale. Questa escavazione risale quindi a epoca anteriore alla incisione della strada di Ghiaia, aperta nella propagine di Pizzofalcone.

Le depauperazioni del patrimonio paesistico e la creazione di insidie per gli edifici soprastanti, specialmente nelle zone di futuro sviluppo della città, fecero emettere dalle Autortà Statali provvedimenti di remora alla sfrenata speculazione sulla produzione delle pietre di tufo.

Su proposta dell'Ufficio Minerario l'Alto Commissariato, con decreto del 23 aprile 1926, disciplinava l'esercizio delle cave nel territorio di Napoli a mente della legge 30 marzo 1893 n. 184 sulla Polizia Mineraria e relativo regolamento esecutivo 10 gennaio 1907 n. 152 (estensore G. Di Stefano).

La coltivazione sia a giorno che in galleria era disciplinata da una licenza.

In seguito alla inconsiderata estrazione per effetto della affannosa ricerca del materiale e alla compromissione di molte aree del centro abitato e nelle zone ancora a verde (S. Rocco, Marianella, ponte Caracciolo, Miano, Chiaiano, Posillipo, Pianura) avvenuto dopo gli ultimi tristi eventi bellici, con provvedimenti prefettizi singoli in tutta la provincia e in

specie nel capoluogo si provvede alla definitiva chiusura di tutte le cave in sotterraneo (estensore D. Bardi).

Così si indirizzò l'estrazione solo allo scoperto a mezzo di macchine tagliatrici, producenti blocchetti regolari ed eliminando lo spreco di tufo in sterili (asche, mazzacani e taglime).



39



40

39-40 - Cavità a via Montesanto 59; in fig. 40, particolare allo sbocco di un pozzo adoperato, secondo la consuetudine corrente, per scarico di materiale di rifiuto.

Con questa iniziativa si cercava di conservare nella sua originaria integrità il sottosuolo della fascia a verde a fregio dell'abitato.

Sulla situazione generale delle cavità tufacee nell'ambito del centro urbano si conclude osservando come tutte quelle a tetto piano e pareti pressoché verticali non hanno subito col tempo alcuna degradazione, mentre le altre a corona curva, a pareti accentuatamente paraboliche e con tenui spessori in calotta, hanno dimostrato evidenti segni di dissesti con scrostamenti di placche nelle superfici viste e distacco di prismoidi (scarpine), schiacciamento nei pilastri di insufficiente spessore e sprofondamenti di cicli (grotte Chiatamone, largo D. Morelli, del Parker, grotte di Mergellina, Comola, grotte di Sermoneta, di Posillipo).

Molte di queste gallerie interessate dalle frane del tufo o minacciate da crolli sono state rafforzate con muri di sostegno, contrasti, pilastri in strutture di tufo, mattoni, oppure listate, cemento armato, ricostituendo le sezioni resistenti e ricongiungendo le linee di forza interrotte dai tagli inconsulti.

Questi interventi sono avvenuti per la utilizzazione della cavità o per potere, sulla parte a giorno, insediare dei fabbricati (Parco del Pino al C.V.E., grotte Parker, grotte sotto via Orazio, piazza Sermoneta, piazza S. Luigi a Posillipo, alcune del Chiatamone, Cappella Vecchia etc.).

Altre invece sono rimaste alla mercé della continua degradazione per effetto degli eccessivi carichi insistenti a fronte dei pilastri residui, per le spinte irregolari e per gli agenti esterni (percolazioni, variazioni di temperatura etc.).

2) ANTICHI POZZI, CONDOTTE E FOGNATURE.

Si è voluto accennare al metodo di escavazione a bottiglia per richiamare l'attenzione che la città, lungo tutto il tracciato del Carmignano e specialmente alle pendici di San Martino, è bucherellata dai cosiddetti pozzi, del tutto simili a questo tipo di cavità.

Nell'ambito del tessuto urbano, il pozzo era inteso a suo tempo come provvista di acqua e si divideva in due categorie: pozzi di passaggio a isolati e pozzi sorgivi.

Ci limiteremo ai primi due. Essi si trovano adiacenti al percorso del canale degli antichi acquedotti e quando non sono con un lato confinante con lo stesso ne restano divisi da uno spessore di tufo, da un metro a due metri, a mo' di informe pilastro, nel mezzo del quale vi è la traversa che lascia comunicare il pozzo col canale. I secondi, cioè quelli isolati, si trovano alla destra di un canale, il quale terminava con essi.

L'acqua da una si riversava nella vasca successiva, con evidenti possibilità di inquinamento.

Il pozzo è costituito da tre parti principali: la vasca, la campagna (campana) e il diritto (cfr. MELISURGO G. : *Napoli sotterranea*, Napoli 1889).

La vasca è cavata nel tufo a forma di prisma retto a base rettangolare o quadrata, col fondo leggermente concavo nel centro oppure inclinato verso un punto, in modo da agevolare lo spurgo e la pulizia. La campagna (campana) è il vuoto che trovasi superiormente alla vasca, e la parte di tale vuoto corrispondente alla copertura più propriamente si chiama ciclo, così come si chiamavano i cunicoli di avanzamento nelle cave di tufo sotterranee.

La forma del ciclo è a botte, a vela oppure a padiglione con quattro superfici cilindriche.

Il diritto è il pozzo verticale che mette in comunicazione la vasca e la campana con la parte superiore a giorno, oppure ai diversi piani delle abitazioni e attraverso lo stesso si esercitava l'attingimento della acqua.

La posizione del diritto poteva essere centrale, come nelle coltivazioni minerarie a bottiglia o a campane successive, oppure eccentrica o laterale.

Pozzi se ne sono rinvenuti anche sulla collina di Poggioreale, sotto alla Chiesa del Pianto e al rione Materdei ⁽²⁾.

A tal proposito un esempio notevole è la sequenza dei sinistri nella

(2) I pozzi della sezione Montecalvario erano alimentati dal canale della Carità il quale riceveva l'acqua del Carmignano sotto il palazzo Cavalcanti.

Il suddetto canale, giunto sotto l'angolo fra via Toledo e vico Nunzio (oggi presso Pasquale Scura) mandava dalla sua parete destra una diramazione per provvedere i pozzi delle case a oriente del largo Carità e della strada S. Liborio fino alla Parrocchia delle Vacche, gradini S. Liborio e principio del vico della Carità.

In seguito il canale principale si volge a sinistra arrivando sotto il palazzo Cavalcanti, ed ivi riceveva le acque del superiore canale del Carmignano e, dopo breve tratto, si bipartisce. A destra forma la diramazione del Pertuso Nuovo e a sinistra quello delle Tufole. La prima si divide in varie branche e provvedeva di acqua i pozzi della rimanente parte del vico Carità, di una parte della strada Formale, vico Splendore, strada Magnocavallo (via F. Girardi), vico Trucco, vico Campanile, vico Grotta Mastrodatti, vico Consiglio e i vichi del Gelso, Speranzella, del Teatro Nuovo e Carità sino alla Madonna delle Grazie, il vico Noce, vico Primo e Secondo Concezione Montecalvario, vico Primo Portapiccola Montecalvario, parte della strada S. Maria Ognibene, vico Polito, Gradini S. Lucia del Monte avendo l'ultimo pozzo nel convento S. Pasquale.

Tanto si è voluto ripetere dal Melisurgo per dare una idea del tipo di dissesto ricorrente per questa striscia di fabbricati da via Formale verso la Chiesa di Trinità degli Spagnoli.



41



42



43

41-42 - Formali dell'acquedotto del Carmignano nella zona sottostante via Pessina.

43 - Cavità a via S. Antonio ai Monti, antica cisterna; sono visibili i segni sull'intonaco dei vari livelli dell'acqua.

stessa località di vico Noce a Montecalvario:

1861 - dissesto e successivo crollo del muro lato est, per metri 5.90 del fabbricato vico Noce 20; 1890 - voragine interessante i fabbricati vico Noce n. 14, n. 17, n. 22 e via I Concezione n. 7;

1963 - dissesti ai fabbricati vico Noce n. 17, n. 29 e n. 22, salita Magnocavallo (Girardi) n. 17, via I Concezione a Montecalvario n. 7.

Sondaggi eseguiti nel 1963: vico Noce - un foro di metri 28.60 raggiunse i mt. 12 sul l.m.m., un secondo, profondo di 30 metri, raggiunse la quota m. 9 sul l.m.m.

Attraversando nel primo sondaggio mt. 5 materiali di rifiuto, 2 metri di humus e poi una serie intercalate di pozzolane, sabbiette e pomici alluvionali; e nel secondo sondaggio terreno vegetale sino a 7 mt., poi le stesse alternanze di terreni incoerenti.

Venne accertato nelle prime due epoche la presenza di pozzi di acqua provenienti dall'antico partitore del Carmignano della Carità in numero di tre sotto al fabbricato vico Nove 17, numero uno sotto a quello vico Noce 20 e numero uno sotto a quello vico Noce 22, costituito quest'ultimo da una vasca nel tufo e da una canna (diritto) quadrata, in parte scavato in roccia e in parte in materiale incoerente sostenuto da pareti di murature; nonché la presenza di una cisterna di acque piovane sotto alla cassa di scala di vico Noce 22 e altro nel fabbricato vico I Concezione 7.

Il banco di terreno e cappellaccio sotto alle fondazioni del fabbricato n. 17, insisteva sulla volta che formava cielo della vasca ricacciata per soli 40 cm. nel tufo.

Le fondazioni poi, dei detti fabbricati, alcuni anche a 5 piani, si appoggiavano su terreno incoerente e non erano più profonde di 4 metri dal piano stradale.

A notare che le sottofondazioni compiute nei predetti anni 1861 e 1890 non salvarono gli edifici dal dissesto del 1963.

Come si evince dalle notizie e indagini condotte direttamente, la fascia dei cosiddetti «Quartieri», a pochi metri a monte di via Roma, è interessata da canalizzazioni, cisterne e vasche.

I fabbricati di questa area aventi una altezza superiore alle resistenze consentite dalle caratteristiche geotecniche dei piani di posa e dalle sezioni resistenti delle strutture, se non hanno ricevuto recenti restauri o adatte sottomurazioni, sono al limite della loro stabilità.

Sulla presenza dei canali sotterranei scavati nel tufo e di cui ha dato già notizia il Di Stefano (ved. cap. IV, parte seconda) si vuole aggiungere che le sezioni ovoidali ad asse minore (orizzontale) V_i dell'asse maggiore (verticale) e la loro giacitura aventi sempre un massivo superiore integro

di oltre cinque metri non possono avere alcuna influenza sui dissesti e ne, per quanto è stato possibile accertare nella citata bibliografia, si è trovata menzione nelle diverse cause degli stessi.

Non così si può affermare per le condotte stradali in ghisa posate dall'antico acquedotto del Serino direttamente sui terreni sempre di riporto. Alcun rafforzamento e costipamento preventivo al terreno venne compiuto all'atto dell'originaria sua posa, né vennero progettate e realizzate sellette e altre opere se non in zone particolarmente pericolose.

La istallazione in sede propria non potette essere presa in considerazione all'atto dell'impianto sia per ragioni economiche sia per quelle, più importanti, del tempo di attuazione della alimentazione ad acqua corrente così urgente per le avvenute recenti pestilenze (1884).

Le condutture dell'acqua potabile, nella parte antica della città, risentono ancora di questo difetto di origine non variato se non siano intervenuti dissesti oppure aperture di nuove strade di sventramento che abbiano obbligato l'Ente Acquedotto a sostituire le antiche tubazioni.

Ai movimenti, non considerati, delle condotte per effetto di modesti carichi verticali si iniziano delle impercettibili perdite, che per la facile via di deflusso, nei terreni di riporto o minati dalle cavità, creano avvallamenti e vuoti sotto la base delle opere circostanti e sotto le fondazioni in muratura di tufo dei fabbricati latitanti.

L'equilibrio limite di questi ultimi, per la eccessiva altezza a fronte delle sezioni di appoggio e della compressibilità dei terreni di posa, viene subito a essere sorpassato ed il dissesto assume proporzioni allarmanti.

Sulle fognature del contro urbano, oggetto di studio in altra parte di questa relazione, invece si vuoi constatare come esse siano state progettate ed eseguite con metodi e materiali efficienti.

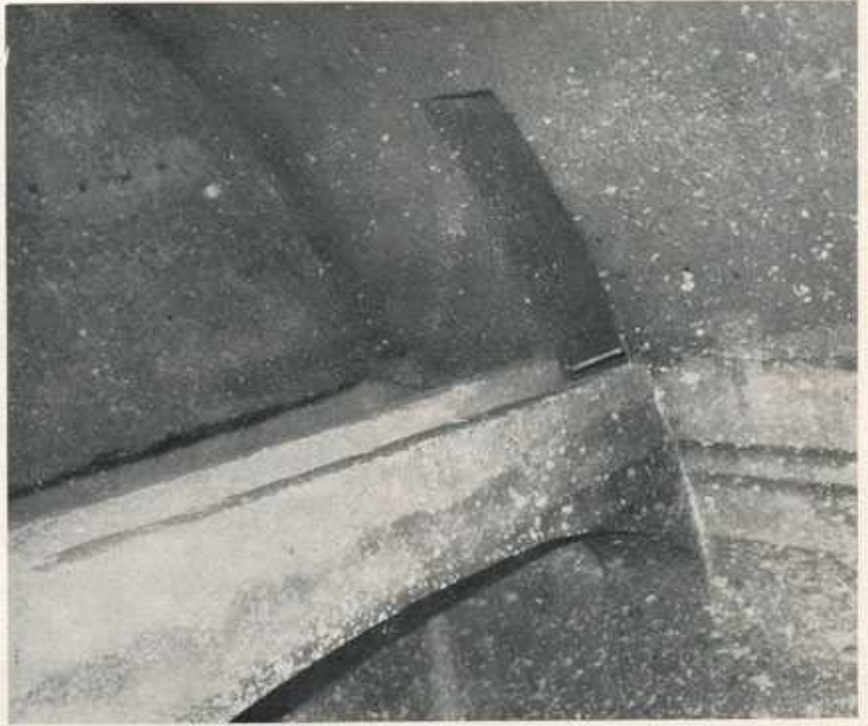
La base, costituita da una platea di muratura a malta idraulica (pozzolana del Vesuvio e calce idraulica) di spessore mai inferiori a 45 cm. e di larghezza superiore al manufatto, porta un canale affogato nella muratura costituito dal doccia di pietrarsa, a scanalature sovrapposte, che rende impossibile le percolazioni a meno che fattori esterni, anche di piccola entità, ma continui nell'arco di diversi anni se non decenni, creino dei vuoti sottostanti al manufatto rendendolo pensile e quindi suscettibile di spezzarsi ai carichi della viabilità.

Il corpo stradale sottostante alla pavimentazione, attesa la ristrettezza delle strade, è nei suoi movimenti interessato anche dagli assestamenti indotti dai movimenti delle fondamenta dei fabbricati confinanti, i quali per l'eccessivo carico delle strutture creano degli abbassamenti con richiami a quanto costituisce appoggio ai manufatti civici.

La interdipendenza di tutte queste cause, agevolate dalla possibilità di cedimenti dei terreni costituenti piano di posa alle opere e ai



44



45

44-45-46-47 - Particolari di una grande cisterna per deposito di acqua; ponte canale passante sulla cisterna ricavato nella roccia tufacea (fig. 45), sistema per regolare l'afflusso d'acqua alla cisterna in corrispondenza di una spalla del ponte-canale (fig. 44), segni dei vari livelli d'acqua nella cisterna (fig. 46), canaletti per lo smaltimento delle acque di troppo-pieno dalle cisterne in un pozzo adiacente.



46



47

fabbricati, stante la presenza di cavità anche a profondità considerevole, è quanto può concludersi dall'esame della meccanica dei processi di dissesto.

CAPITOLO QUARTO

Distribuzione delle cavità rispetto al territorio urbano (*)

Il grande numero di cavità (e di imbocchi a cavità) contribuisce a rendere confuso il quadro generale del sottosuolo di Napoli. Appare, quindi, utile esaminare le ragioni e la successione cronologica delle escavazioni effettuate nel tempo. Tale analisi può essere condotta attraverso l'indagine storico-urbanistica della città. Sarà così possibile pervenire ad una «zonizzazione» (sia pure di massima) del sottosuolo urbano, la quale indica le aree di più intensa escavazione e che consente di guardare più ordinatamente il problema oggetto degli studi della Commissione.

Iniziarne, allora, considerando la figura 50, che riproduce la situazione urbanistica napoletana alla fine dell'XI secolo; essa è basata sulla nota pianta pubblicata da B. Capasso nel 1892 ⁽¹⁾, la quale però, si limita a definire la situazione all'interno delle mura urbane. Nella nostra pianta si trovano, altresì, indicate le zone dei primitivi insediamenti greco e romano, sempre all'interno delle mura, mentre, per quanto riguarda la zona esterna, sono indicativamente segnate le strade di comunicazione che possono ritenersi essere state presenti all'epoca. Vediamo, così, quelli che sono i collegamenti con l'occidente: l'uno, che, attraverso il vallone corrispondente alla attuale via Ghiaia, si svolgeva lungo la spiaggia fino a raggiungere la *cripta neapolitana*, per proseguire a sinistra per Posillipo; l'altro, la via *puteolana per colles*, che, partendo dalla fine di uno dei decumani, per lo Spirito Santo, per via Salvator Rosa,

(*) *A cura del Prof. Ing. Roberto Di Stefano.*

(1) CAPASSO B.: *Topografia della città di Napoli nell'XI secolo.* Napoli 1895.

si sviluppava lungo la collina del Vomero fino ad Antignano, per scendere verso Agnano e i Campi Flegrei ⁽²⁾. Per quanto riguarda i collegamenti con il nord, possiamo individuare la via verso Capua, distaccantesi dalla città proprio in corrispondenza della Porta Capuana, mentre dalla porta Nolana partiva la strada verso Noia.

Altra strada doveva collegare Napoli con la zona Vesuviana (Ercolano, Pompei). La presenza di queste vie è ampiamente dimostrata dagli studi archeologici e filologici i quali, tuttavia, non hanno potuto individuare, con rigore assoluto, il percorso di esse. Noi qui abbiamo voluto fornire soltanto una indicazione che, con l'approssimazione ammissibile in questa sede, sia utile all'inquadramento generale del discorso che svolgiamo. Ci è sembrato, poi, opportuno, per l'individuazione dei tracciati stradali di cui sopra, tenere presente l'ubicazione delle varie tombe, di età greca e romana, ricordando che esse venivano collocate subito fuori delle mura urbane e, appunto, lungo le vie di comunicazione. Vediamo, dunque, l'area occupata dalla Neapolis, sorta, intorno al 470 a. C., dopo il tramonto dell'antica Palepoli, che, con il nome di Partenope, si era sviluppata sulla collina di Pizzofalcone, circa tra il 680 e il 530 a. C.

E' chiaro che la scelta dell'insediamento di Napoli è strettamente collegata alla morfologia della zona; la città risultava circondata, dalla parte orientale da una palude, dalla parte settentrionale e occidentale da fossati naturali funzionanti come canali, nei quali venivano a raccogliersi le acque provenienti dalle circostanti colline. Infine, a sud, era il mare. Ancora, la città affacciava sui detti canali, ed anche sul mare, dall'alto di piccole colline, quali Caponapoli, S. Giovanni Maggiore, il Monterone, S. Marcellino, Sant'Agostino alla Zecca. Questa condizione naturale costituiva già un insieme atto a trasformarsi, per mezzo di una facile murazione, in un rassicurante sistema difensivo.

Dall'epoca della sua fondazione, (470 a. C.) fino al 1140 - anno che segna la fine del ducato napoletano - la città ha avuto cinque successive murazioni, corrispondenti a relativi ampliamenti ⁽³⁾.

In questo XI secolo la popolazione napoletana si aggirava sui 30-40.000 abitanti, senza incrementi notevoli rispetto all'età romana e con valori modesti di densità edilizia.

- 2) NAPOLI M.: *Napoli greco-romana*, Napoli 1959, p. 112 e p. 115.
- 3) Cioè quella iniziale di V sec. a. C., l'altra della prima metà del IV sec. a. C. e, poi, quelle del V, VI e XI sec. d. C.



48 - Napoli greco-romana (secondo B. Capasso).

49 - Napoli nell'XI secolo (secondo B. Capasso).

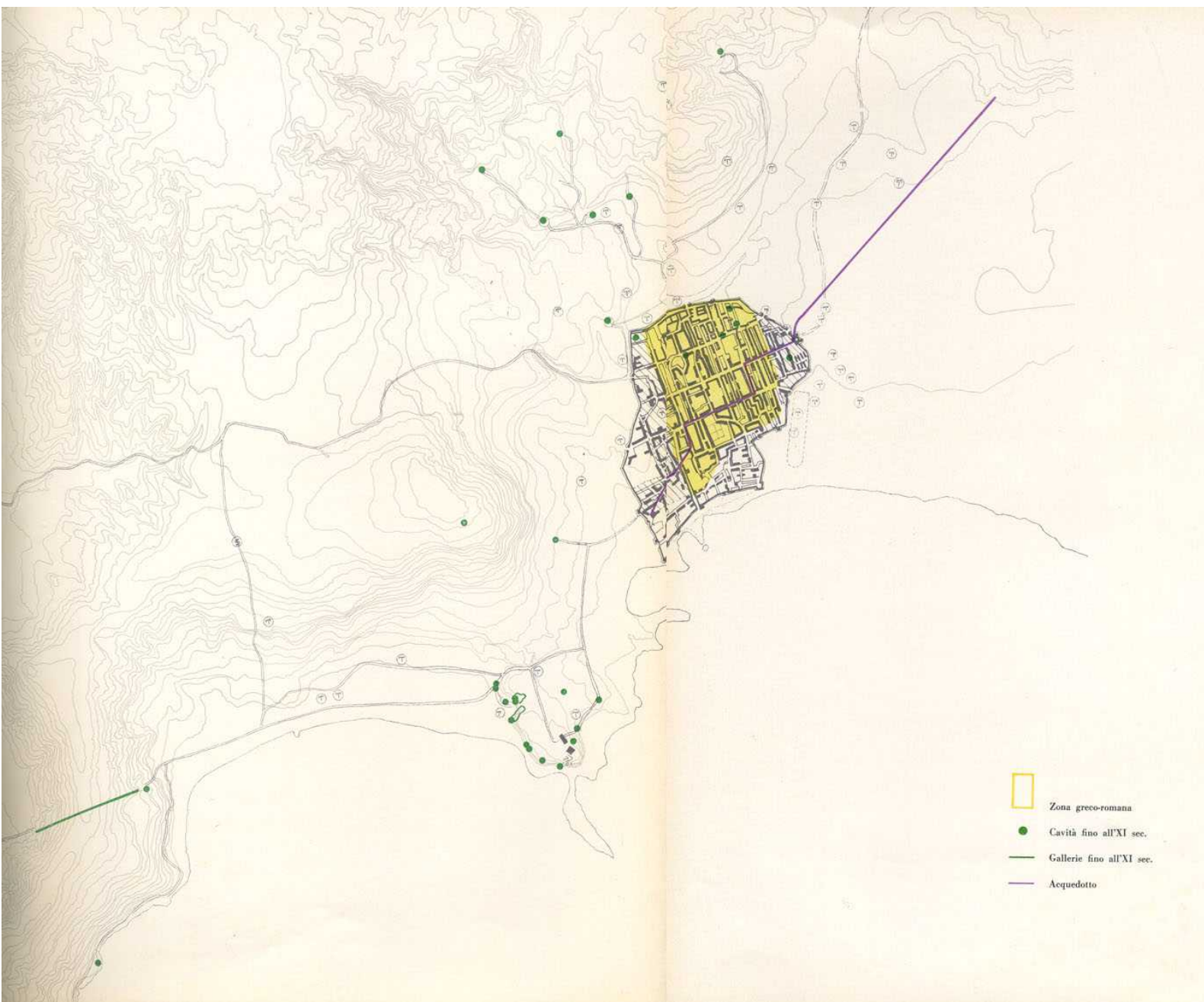


A questo periodo possiamo già attribuire un primo gruppo di cavità⁽⁴⁾. Va subito ricordato che, a Napoli, gli interventi nel sottosuolo sono presenti da oltre 5400 anni, come testimonia la scoperta (1950) delle due tombe «a forno», di età eneolitica, nella zona di Materdei, a circa m. 6 di profondità, «*scavate nella parete tufacea di un lieve declivio e formate da una piccola cavità alla quale si accedeva attraverso uno stretto corridoio*»⁽⁵⁾.

Fra le più antiche escavazioni, poi, sono anche le grotte esistenti ai piedi del Monte Echia, nella zona di Santa Lucia e dell'attuale via Chiatamone (grotte Platomonie)⁽⁶⁾. Verso la fine di via Chiatamone sono, ancora, le grandi cavità aventi accessi nella zona alle spalle della Chiesa di Santa Maria a Cappella Vecchia, che erano ritenute l'antro di Mitra.

Altre grotte di antica datazione attraversavano la collina di Posillipo, con imbocco da Piedigrotta in prossimità della cosiddetta tomba di Virgilio⁽⁷⁾. Questa galleria (lunga circa settecento metri, larga 4,50 ed alta 5 m. in media) si vuole sia stata scavata in età augustea dall'architetto Cocceio Nerva e che, già ai tempi di Seneca, fosse oscura e polverosa; più volte fu ripristinata ed ampliata abbassandone il piano di calpestio ma essendo soggetta a continui crolli, specialmente dopo il suddetto abbassamento, essa nel XIX secolo, fu definitivamente abbandonata.

Oltre queste, nella collina di Posillipo è presente ancora una galleria (non visibile nel grafico) che è quella scavata, per ordine di Elio Seiano,



50 – Napoli, sec. XII; distribuzione delle cavità

forse dallo stesso architetto Cocceio. Inoltre, la collina di Posillipo era attraversata dall'acquedotto Claudio ⁽⁸⁾ creato, in epoca romana, allo scopo di convogliare le acque dal lenimento di Scrino alle ville di Posillipo e di Bagnoli e, soprattutto, al centro militare-marittimo di Bacoli e Miseno.

Poiché non si dispone di elementi tecnici sufficienti, non è possibile segnare il tracciato di questo primo acquedotto, il cui percorso, stando alle numerose descrizioni esistenti, doveva essere: Ponti Rossi, S. Eframio, Orto Botanico, Porta di Costantinopoli; qui una biforcazione, forse, assicurava un rifornimento alla città. Successivamente proseguiva per Gesù e Maria, S. Elmo, Vomero, Grotta antica di Pozzuoli; a questo punto, dalla conduttrice principale, diretta verso monte Olibano, Pozzuoli, Bacoli e Miseno, si partiva una diramazione verso la punta di Posillipo. Comunque, è certo che, nei primi tempi della vita urbana, gli abitanti attingevano ai corsi d'acqua allora esistenti (Sebeto e Robeolo) ed alle sorgenti; solo più tardi essi poterono disporre dell'acquedotto della Bolla.

Il Chiarini, nel suo commento al Celano, è del parere che l'acquedotto Claudio coesistesse con l'acquedotto della Bolla, (del quale attribuisce la costruzione ai romani se non ai greci, polemizzando con chi sosteneva che esso era stato realizzato nel XII secolo) e che portava - per il servizio nella zona bassa della città corrispondente, grosso modo, alla Napoli greco-romana - le acque raccolte nella piana di Volla (o Bolla o Polla). A sostegno della sua tesi egli osserva che Napoli, città provveduta di acqua e di pubbliche terme, preesisteva all'acquedotto Claudio; che, infatti, quando Belisario, nel 537 d. C. distrusse quest'ultimo, dopo essere penetrato in città attraverso i suoi canali, i cittadini non sentirono alcun patimento perché disponevano dell'acquedotto sotterraneo della Bolla.

D'altra parte, non mancano notizie che testimoniano come alcuni tratti del canale Bolla, nella zona urbana, presentino murature ad *opus reticulatum* ed altri siano coperti con elementi marmorei di spoglio ⁽⁹⁾.

(8) Cfr. COLONNA F.: *Scoperte di antichità in Napoli*, ivi 1898, p. 67: (nel novembre 1882) «*eseguendosi i lavori per la galleria della nuova linea dei trams a vapore Napoli-Pozzuoli si incontrò un antico acquedotto che potette essere soltanto in parte esplorato giacche non ultimato lo sterramento*». Segue una accurata descrizione.

9) Cfr. CELANO-CHIARINI: *Notizie del bello, dell'antico e del curioso della città di Napoli*, voi. II (ediz. 1870) pp. 407 e segg. Il Chiarini precisa che in tre tratti il canale era ricavato completamente nel banco di tufo; inoltre che «*sotto la strada dei tribunali*» il canale stesso è coperto in parte con «*massi di marmo*» fra i quali notevole «*una statua di marmo bianco messa per traverso e della quale si osserva un ginocchio scoperto e l'abito pieghettato dal petto alle ginocchie; un pezzo di cornicione corintio ed un avanzo di colonna, gli altri pezzi sono grezzi ma forse potrebbero rappresentare qualche cosa nella parte opposta, che non si vede*».

Pertanto è ammissibile ritenere che nell'undicesimo secolo doveva esistere un primo tratto del canale della Bolla.

L'altra collina che presenta cavità fra le più antiche è quella di Capodimonte dalla quale, attraverso i valloni naturali dei Vergini e della Sanità, è stato presumibilmente estratto il tufo necessario per le mura greco-romane ⁽¹⁰⁾. In quella stessa zona si allogarono anche i cimiteri cristiani, sui quali esiste, come è noto, una vasta letteratura storica, che, tuttavia, lascia ancora aperto il problema sul se tali sepolture sono qui ubicate per utilizzare cavità preesistenti o se invece, sono state appositamente costruite sottoterra, in conformità degli usi di tutti i popoli antichi, per la sepoltura di Santi o Martiri, e poi, ampliate per consentire ai cristiani di essere sotterrati vicino ai loro Santi. Si sono così venute a formare le catacombe di S. Gennaro dei Poveri (III sec.) S. Vito o S. Maria della vita (II sec.) S. Gaudioso o S. Maria della Sanità (V sec.) S. Severo (fine del IV e principio del V sec.) ed ancora, in altre zone, quelle di S. Eframio Vecchio (fine del III sec.) e di S. Maria del pianto e quella sotto la Certosa di S. Martino.

Ma la ragione principale che ha dato luogo alla formazione delle cavità è certamente l'estrazione del materiale da costruzione (tufo, lapillo, pozzolana, ecc. ⁽ⁿ⁾) per cui l'aumento del numero delle cavità stesse è direttamente proporzionale all'espandersi della città.

Consideriamo, ora, la situazione a cinque secoli di distanza, come appare da una pianta (fig. 53) ricavata dalla famosa carta del Lafrery, datata 1566. La pianta del Lafrery è la più antica documentazione a stampa redatta all'epoca stessa dei luoghi illustrati; è, pertanto, da ritenersi molto attendibile. E' da tenere presente che essa riproduce in prospettiva a «volo di uccello» (e non in pianta), la città ed i suoi immediati dintorni, al di là della murazione che il viceré Don Pedro di Toledo aveva creato fra il 1533 e il 1574 ⁽¹²⁾.

(10) Una interessante esposizione intorno alla zona di escavazione del tufo e degli altri materiali da costruzione a Napoli, nel passato, è svolta dal G. B. CHIARINI, nel commento al CELANO; cfr. CELANO-CHIARINI, *op. cit.*, voi. 1 (ediz. 1870) pp. 87 e segg. Ed anche: CARLETTI N.: *La regione abbruciata della Campagna felice*, Napoli 1787, p. 47.

(11) Cfr. Gap. Ili, parte II della presente relazione.

(12) Nel volume di F. COLONNA, già citato, alla pag. 13, è riportato il testo del contratto per l'appalto dei lavori di costruzione di questa murazione; tra gli altri patti vi è quello in cui è sancito che le pietre di tufo necessarie per alcuni tratti dovessero cavarsi dal monte di Chiatamone.

Dopo il Ducato, Napoli, nel periodo normanno, non subì ampliamenti od altri interventi di carattere urbanistico. Sarà in età angioina che, divenuta capitale di un regno, essa comincerà a svilupparsi ed abbellirsi e vedrà accrescere il numero dei suoi abitanti da 40.000 a 60.000.

Quando, poi, nel 1442, vennero gli Aragonesi, Napoli raggiunse una posizione di notevole rilievo sia dal punto di vista economico, sia da quello artistico. Un'idea della magnificenza della città in età aragonese è fornita dalla bellissima tavola Strozzi. Nel 1484 iniziarono i lavori della murazione aragonese che definirono il nuovo ampliamento sia verso mezzogiorno ed oriente sia verso occidente; molti tratti di queste mura e delle torri sono tutt'oggi riconoscibili. All'interno

della città sorsero contemporaneamente, oltre a molte case di abitazione appartenenti all'edilizia minore, numerosi palazzi patrizi, chiese e conventi.

L'opera di sistemazione urbanistica e di bonifica di alcune zone verrà successivamente ripresa in età vicereale, principalmente da Don Pedro di Toledo che, come dicevamo prima, operò un ulteriore ampliamento della cinta urbana. Questa murazione, che sarà anche l'ultima, è la più ampia di tutta la storia napoletana. Essa - che rispondeva naturalmente ad una esigenza di carattere militare - rappresentò la prima fase di una vasta azione di risanamento che consistette nella rettifica del tracciato planimetrico e altimetrico delle principali vie, nella loro pavimentazione e nella creazione di nuove strade; in questo periodo, fu sistemata anche la via di Ghiaia ⁽¹³⁾.

Tra le strade di nuova costruzione, senza dubbio, la più nota e la più importante è la via di Toledo (attuale via Roma) creata da Don Pedro, nel luogo dell'antico fossato aragonese, dal Palazzo reale fino alla Porta Regia. A monte di essa, cioè ai piedi della collina del Vomero sorse un nucleo (detto, appunto, dei «quartieri spagnoli») inizialmente destinato all'alloggiamento delle truppe e successivamente occupato anche dalla popolazione civile. Accadde, a quell'epoca che gran parte del patriziato decise di spostare le dimore nobili lungo la nuova via, più vicino alla Reggia, abbandonando i palazzi della zona più antica; la quale, ben presto, restò quasi interamente occupata dalla popolazione meno abbiente.

Di qui il rapido degradarsi del patrimonio edilizio di questa parte della città e il determinarsi di condizioni tali da permettere un caotico incremento delle costruzioni sia in altezza (con successive sopraelevazioni) sia in pianta (con l'occupazione degli spazi liberi e delle zone verdi) ⁽¹⁴⁾.

(13) La via fu eseguita fra il 1559 e il 1634, su progetto di Domenico Fontana, assicurando così un migliore collegamento alla zona litoranea con un percorso assai più breve di quello per il Chiatamone e meno esposto ai venti ed al sole cfr. CELANO C.: *op. cit.*, voi. V, pp. 562 e segg.

(14) Cfr. PARRINO D. A.: *Teatro eroico e politico de governi dei viceré del Regno di Napoli*, ivi, ediz. 1875, voi. I, p. 38 (la prima edizione è del 1692); « *Le abitazioni dei cittadini sono assai comode ed alte a tal segno che si veggono molte case a sei e sette piani. Ciocché avviene per la leggerezza della pietra e per l'ottima qualità dell'arena, detta pozzolana, la quale mischiata con la calce fa una perfettissima congiunzione* ».

La possibilità di trovare mezzi di vita quanto mai vari, seppure spesso assai modesti, la presenza della corte vicereale e di gran parte della nobiltà, le notevoli agevolazioni fiscali costituirono elementi di incentivazione per un cospicuo afflusso di persone nella città, tanto da portare la popolazione napoletana a 212.000 unità nel 1547. In conseguenza della intensa domanda di pietre da costruzione si registra la formazione di sempre nuove cavità. Ciò accade, innanzitutto, per la già citata collina di Capodimonte, dalla quale era facile e comodo l'accesso in città, attraverso i valloni dei Cristallini, della Sanità e dei Vergini fino a porta San Gennaro, per il servizio della zona più antica. Per l'approvvigionamento, invece, della zona di ampliamento, ad occidente delle antiche mura e fino alla nuova via Toledo, dovette apparire più conveniente l'estrazione nella zona di S. Lucia al Monte e dei Ventaglieri, da dove era più facile l'accesso per la porta Medina ⁽¹⁵⁾.

Al sorgere dei «quartieri spagnoli», corrispondono le cavità create nel lato orientale della collina che dal Petraio, per S. Carlo alle Mortelle, arriva a Pizzofalcone. E' da assegnarsi a questo periodo l'inizio della tecnica di escavazione nel sottosuolo stesso della zona da edificare; tecnica impiegata principalmente nel caso di costruzioni di grossi complessi edilizi quali i monasteri e le chiese ⁽¹⁶⁾ e che vedremo svilupparsi ampiamente nei due secoli seguenti.

In questi secoli (cioè dal '500 al '700) la città sarà sottoposta ad un fenomeno assurdo, per cui si avrà contemporaneamente, da una parte, il continuo aumento della popolazione (500.000 abitanti nel 1700) e, dall'altra, una serie di leggi («prammatiche») che si opporranno ad ogni edificazione fuori delle mura, per ragioni militari e fiscali, senza inquadrare, però, il provvedimento in una coerente politica economica.

(15) L'attacco della collina di San Martino (Vomero) dovette essere (sul finire del XVI e all'inizio del XVII secolo) così intenso da provocare, dapprima, un bando del viceré conte di Miranda (il 20 maggio 1588) e, poi, un altro editto dal conte di Lemos (il 9 ottobre 1615) con i quali si vietava qualsiasi tipo di escavazione, sia per estrarre pietre e pozzolane o lapillo, sia per dare luogo a nuovi edifici.

(16) Ad esempio, il Monastero di S. Gregorio Armeno, quelli della salita Pontecorvo e quello dei Gerolamini. Per la descrizione del sistema di escavazione «a campana» o «a bottiglia» vedere il capitolo III. Si nota,

fra gli altri, che il CARLETTI (*Topografia universale della città di Napoli*, ivi 1776, p. 9) scrive: (la pietra tufo) « *l'usiamo nelle fabbricazioni cavandola da sotto al presente piano della città e tagliandola dalle avvisate montagne che la circondano* ».

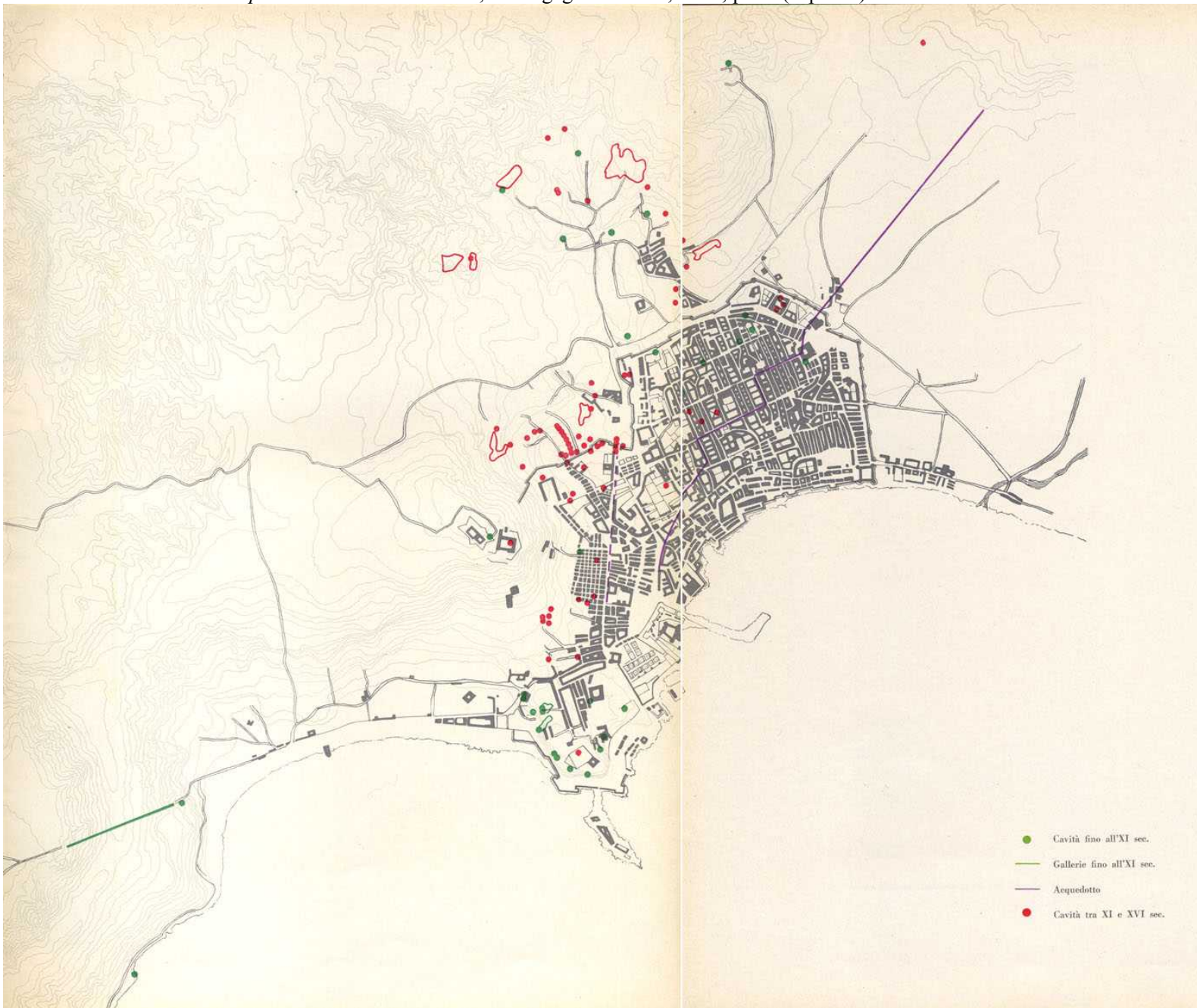
Conseguenza di tale fenomeno sarà l'intensificazione edilizia spinta oltre ogni limite logico ed espressa nelle forme più caotiche ed imprevedibili, mentre si avrà, nonostante le violenti proibizioni, l'estendersi a macchia d'olio dell'abitato al di fuori delle mura, lungo le preesistenti vie e dovunque altro fosse possibile, ma sempre in assenza di un piano urbanistico sia pure elementare. Piano che mancò anche quando, nel 1717, fu emanato il bando che aboliva il blocco dell'edilizia civile.

La pianta della Napoli del XVIII secolo ci è fornita con estrema precisione dalla mappa del Duca di Noja, Giovanni Carafa, ultimata dallo ingegnere Niccolò Carletti che la pubblicò in un volume, che la commenta ed illustra, nel 1776 (17). Essa riporta, quindi, anche le importanti trasformazioni compiute durante il primo quarantennio del regno borbonico. Un periodo questo nel quale la città, divenuta nuovamente capitale di un regno, s'arricchisce d'importanti opere pubbliche. Abolita la murazione e scomparse molte delle porte di città, s'intraprese la costruzione del Palazzo Reale di Capodimonte, del Foro Carolino, dell'Albergo dei Poveri, e numerose furono le sistemazioni stradali, mentre vari edifici privati accrebbero il patrimonio edilizio di Napoli. Per la costruzione dell'enorme numero di fabbriche sorte in questi due secoli, su di una area urbana non molto più grande di quella osservata nella precedente figura 53 (che corrispondeva al XVI secolo), fu evidentemente necessaria una grande quantità di materiale che venne estratto ancora dalle stesse zone (fig.56). Vale a dire dalle colline di Capodimonte e del Vomero, sempre dal lato verso il mare. Abbiamo perciò una forte intensificazione della escavazione nella zona dei Vergini, Cristallini, Sanità, salita di S. Antonio a Capodimonte e, più giù, sin quasi alla via Foria; ed ancora nuove cavità a Montesanto, nei Ventaglieri, a S. Antonio ai Monti e nella fascia al di sopra dei Quartieri Spagnoli, fino a raggiungere l'odierno corso Vittorio Emanuele.

L'espansione edilizia lungo il litorale di Chiaia dava luogo alla escavazione nel lato occidentale della collina di S. Carlo alle Mortelle, da una parte, e, dall'altra, a quella nella zona di Mergellina. Contemporaneamente si sviluppa, in maniera assai notevole, il sistema di cavare al di sotto del centro abitato, nel luogo stesso in cui doveva sorgere l'edificio. Tale fu l'abuso di questo sistema che, pochi anni più tardi, nel 1781, fu proibito, pena l'incarcerazione per tre anni, qualsiasi scavo al di sotto dell'abitato; ciò proprio per impedire i continui dissesti edilizi (18).

(17) CARLETTI N.: *Topografia universale della città di Napoli in Campagna Felice*, Napoli 1776, già citato.

(18) Questo ordine è contenuto nell'editto del Tribunale di Fortificazione del 3 ottobre 1781, il cui testo è pubblicato da STRAZZULLO F.: *Prammatiche per Vedillzia napoletana dal '500 al '700*, in «Ingegneri» n. 36, 1966, p. 46 (capo IV).

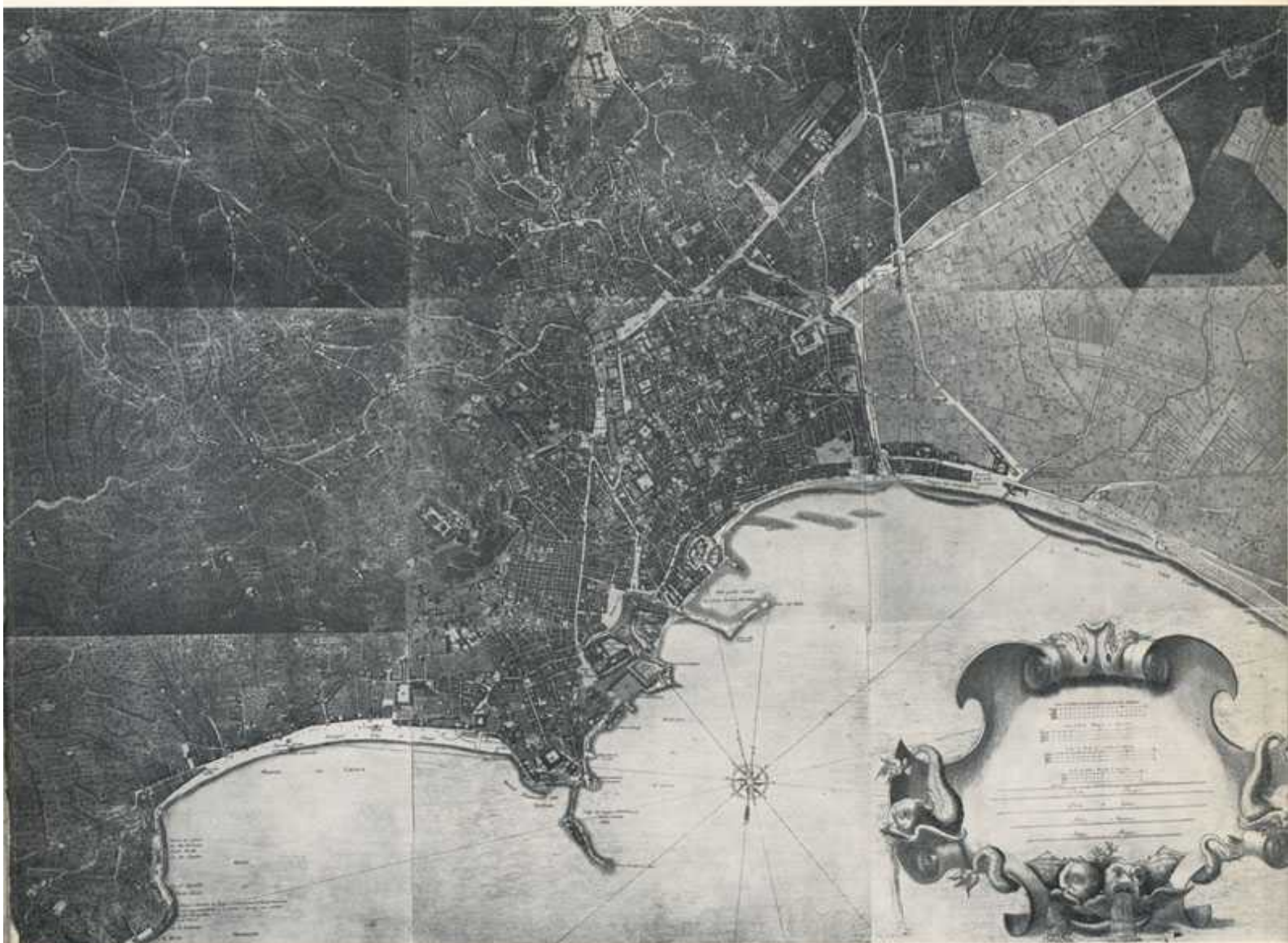


53 – Napoli, sec. XVI; distribuzione delle cavità



54 - Pianta di Stophendal (sec. XVII).

55 - Pianta di Giovanni Carafa, duca di Noja (sec. XVIII).



Questi, per altro, erano spesso causati anche dalla presenza nel sottosuolo urbano della rete dell'acquedotto della Bolla, che si era andato estendendo così come la città. Anzi, al principio del XVII secolo, essendo, come si è detto, notevolmente, aumentata la popolazione, si impose il problema dell'approvvigionamento idrico. Vista l'impossibilità di affrontare la spesa di due milioni di ducati prevista per riutilizzare lo acquedotto Claudio, fu, invece, approvata la proposta presentata, nel 1627, dal nobile Cesare Carmignano e del matematico Alessandro Ciminelli, di condurre a Napoli, a loro spese, le acque del fiume Faenza. L'opera fu realizzata, nonostante difficoltà di ogni genere, in meno di due anni, di modo che il 29 maggio 1629 l'acqua entrava in città e passava nel canale principale sotto le strade di Foria, delle Pigne, dei Regi Studi e di Toledo, dapprima fino al vico Porta Garrese e, dopo il 1631, fino a via Conte di Mola.

Nel 1753 Carlo di Borbone acquistò, per alimentare le cascate della Reggia di Caserta, le acque del fiume Pizzo, affluente del Faenza (al quale, come si è detto, attingeva l'acquedotto del Carmignano). Ne risultò un abbassamento della portata disponibile per la città; fu per questo che nel 1770, come attesta anche il Carletti, Ferdinando IV dispose che tutte le acque, dopo aver attraversato la cascata di Caserta, fossero convogliate verso Napoli, congiungendosi al condotto di Carmignano. Si ebbe così un notevole aumento della portata, la quale, tuttavia, non riusciva a soddisfare l'intera popolazione. Infatti, come fa rilevare il Chiarini, essa alimentava 26 mulini di proprietà privata, le macine delle quattro case di proprietà comunale, nove opifici industriali, numerose concessioni a privati e trentadue fontane pubbliche. Di queste fontane, però, il popolo poteva servirsi delle sole alimentate dalla Bolla; quelle del Carmignano avevano, infatti, solo funzione decorativa (19) e, solo dopo tale impiego, venivano incanalate per il servizio dei pozzi. Ora, se si tiene conto del consumo da parte delle numerose piccole industrie urbane (tintorie, concerie, stabilimenti di bagni, ecc.) e dei molti monasteri «provveduti a dovizia» si comprende come molta gente non disponesse che della sola acqua sorgiva e delle pubbliche fontane. Inoltre, le zone collinari (Capodimonte, Vomero, Posillipo) non erano servite da nessun condotto e dovevano adoperare solo le acque piovane che riuscivano a raccogliere in serbatoi e cisterne. Sarà solo nel 1885 che verrà finalmente costruito il più moderno acquedotto del Serino.

Prima ancora di considerare la situazione napoletana a tale ultima data, sarà opportuno dare uno sguardo all'ulteriore sviluppo urbanistico e delle cavità raggiunte, appunto, negli ultimi decenni dello scorso secolo.

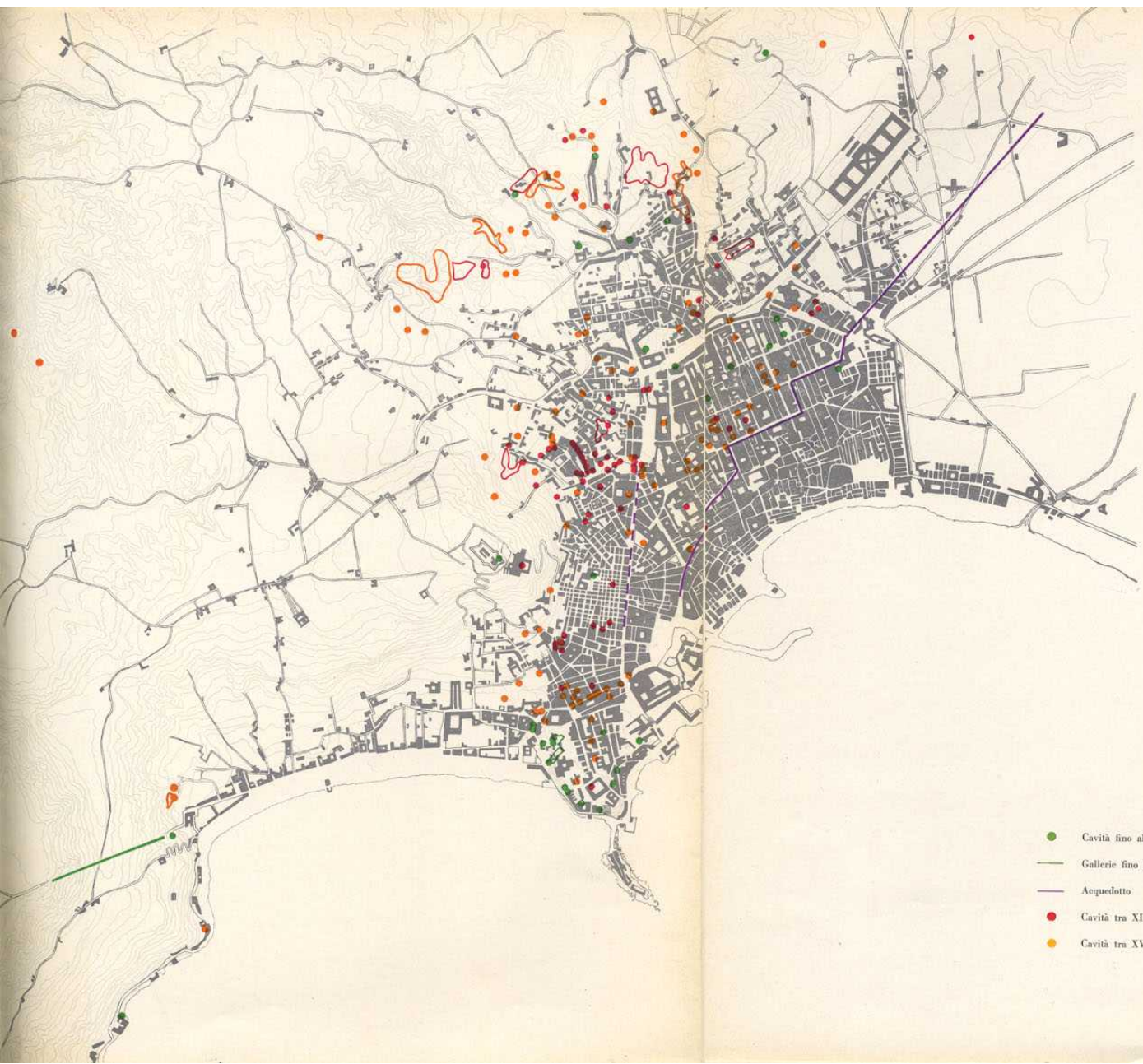
(19) Erano circondate da cancelli che impedivano alla popolazione di attingere acqua.

Nel lungo periodo del regno borbonico vengono attuate ancora rilevanti opere pubbliche quali l'allargamento e la sistemazione della via Costantinopoli e la costruzione dell'importante arteria corso Maria Teresa che, per cinque chilometri, corre da Piedigrotta alla Cesarea a mezza costa sulla collina del Vomere. Ancora vanno ricordate le opere del precedente decennio francese (1806-1815) quali, per esempio, la costruzione del corso Napoleone (dal Museo a Capodimonte), la sistemazione della via Foraria e della via Posillipo sino a Coroglio, ed, ancora, la creazione dell'Orto Botanico. Al periodo borbonico corrisponde pure l'inizio dell'era industriale e quindi il nascere dei primi stabilimenti, fabbriche ed anche delle prime ferrovie e delle prime linee di navigazione a vapore. Ma a tale miglioramento edilizio e a tale insieme di opere pubbliche non corrisponde un reale e sostanziale miglioramento delle condizioni economiche e sociali della popolazione in continuo aumento, costretta, nei vecchi quartieri, in condizioni spaventose di superaffollamento e di povertà. Sarà solo dopo l'unità d'Italia che verranno effettuati alcuni tentativi di interventi urbanistici pianificati, che riconosciamo nel quartiere intrapreso al Vomero dalla Banca Tiberina (ben presto fallita); nella sistemazione del quartiere di Chiaia, con l'ampliamento verso il mare in corrispondenza di via Caracciolo e della zona litoranea e con l'apertura della via Vittoria Colonna e del Parco Margherita; nel piano della sistemazione della zona del Vasto; nell'opera di bonifica realizzata dalla Società per il Risarcimento, con l'apertura del Rettifilo tra la Ferrovia e piazza della Borsa. Tutti tentativi questi che non riuscirono ad apportare un reale beneficio, perché, in sostanza, essi restarono episodi isolati e non facenti parte di un disegno urbanistico globale. Comunque, un così vasto complesso di opere ha imposto ancora ulteriori escavazioni le quali vennero, naturalmente, effettuate all'esterno della zona urbana, che ampliandosi andava a coprire le zone di precedente escavazione (fig. 60).

A questo secolo corrispondono altre cavità nella collina di Capodimonte, (stavolta poste più verso Nord) nella zona dello Scudillo, di S. Rocco, delle Fontanelle e sul lato settentrionale delle colline di Materdei e del Vomere. Ulteriore incremento si rileva dalla parte di Chiaia, lungo il tracciato del Corso Maria Teresa; mentre del tutto isolate risultano poche cavità in corrispondenza della sommità della collina del Vomere, Va, infine, registrata la costruzione, effettuata tra il 1882 ed il 1885, di un altro traforo, della lunghezza di 734 metri, nella collina di Posillipo; esso però si lesionò pochi anni dopo la costruzione e, constatatosi che era inutile ripararlo fu, ad un certo momento, abbandonato. Venne anche costruito, proprio accanto,

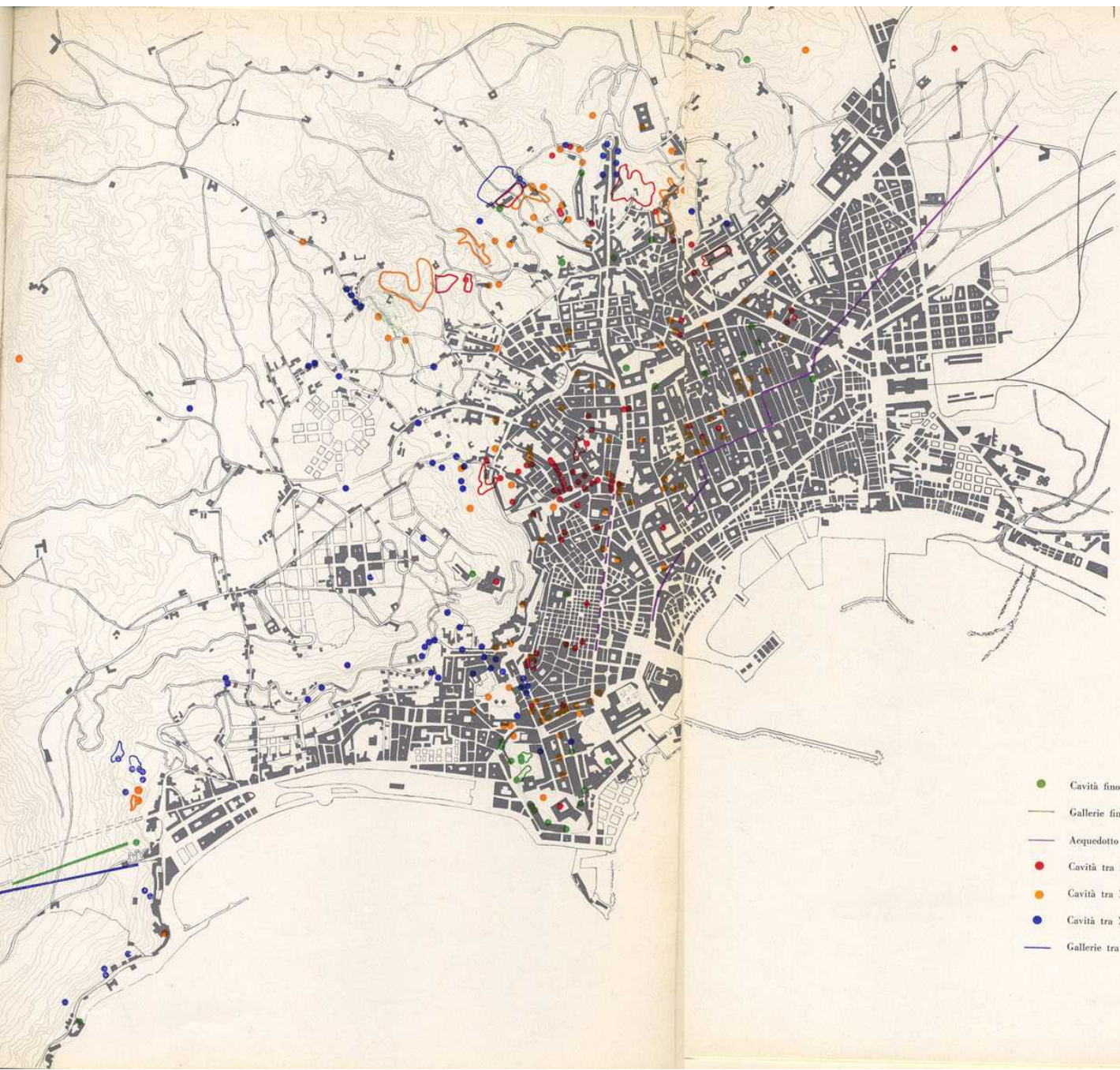
un'altra piccola galleria; ma essendo stata lasciato in sito un pilastro di tufo troppo esile, presto si verificò uno schiacciamento.

Sarà dall'inizio del nostro secolo che il sottosuolo di Napoli verrà impegnato da un importante complesso di gallerie. Infatti, nel 1925 fu costruito, sempre nella collina di Posillipo, una terza galleria, detta



- Cavità fino all'XI sec.
- Gallerie fino all'XI sec.
- Acquedotto
- Cavità tra XI e XVI sec.
- Cavità tra XVI e XVIII sec.

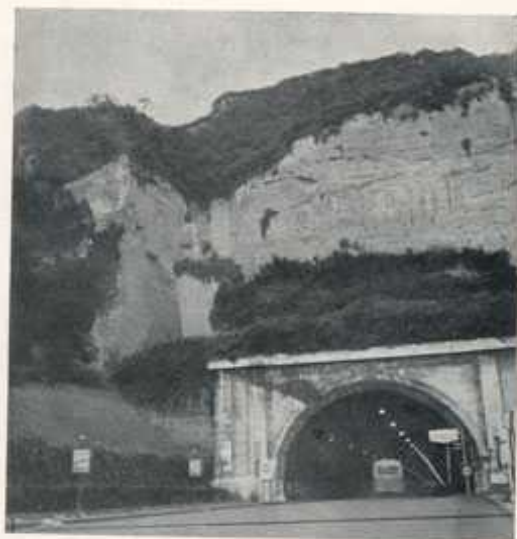
56 – Napoli, sec. XVIII; distribuzione delle cavità.



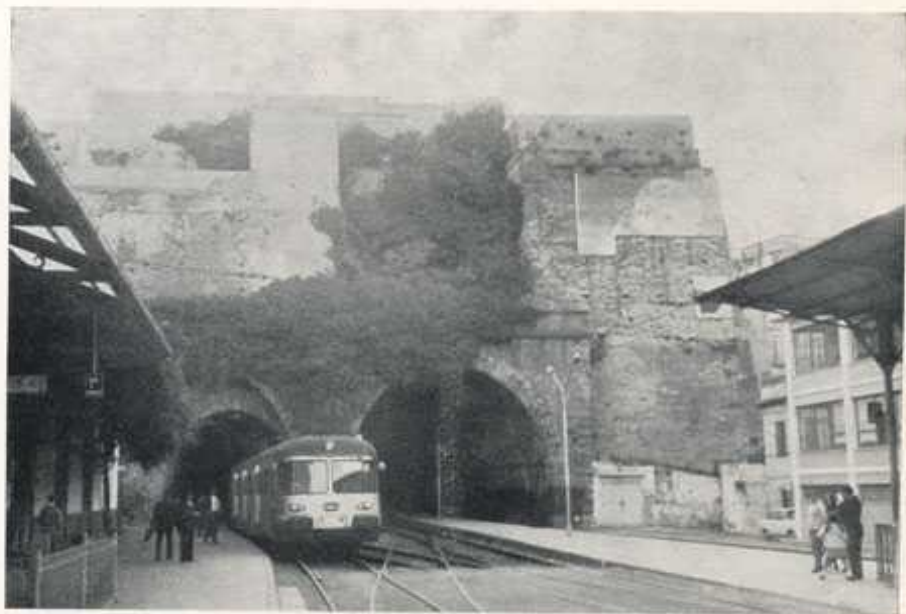
- Cavità fino all'XI sec.
- Gallerie fino all'XI sec.
- Aequedotto
- Cavità tra XI e XVI sec.
- Cavità tra XVI e XVIII sec.
- Cavità tra XVIII e XIX sec.
- Gallerie tra XVIII e XIX sec.

57 – Napoli, sec. XIX; distribuzione delle cavità.

58 - Imbocco della galleria Laziale a Piedigrotta



59 - Imbocco della galleria SEPSA a Montesanto.



60 - Imbocco della galleria della Vittoria a via Acton

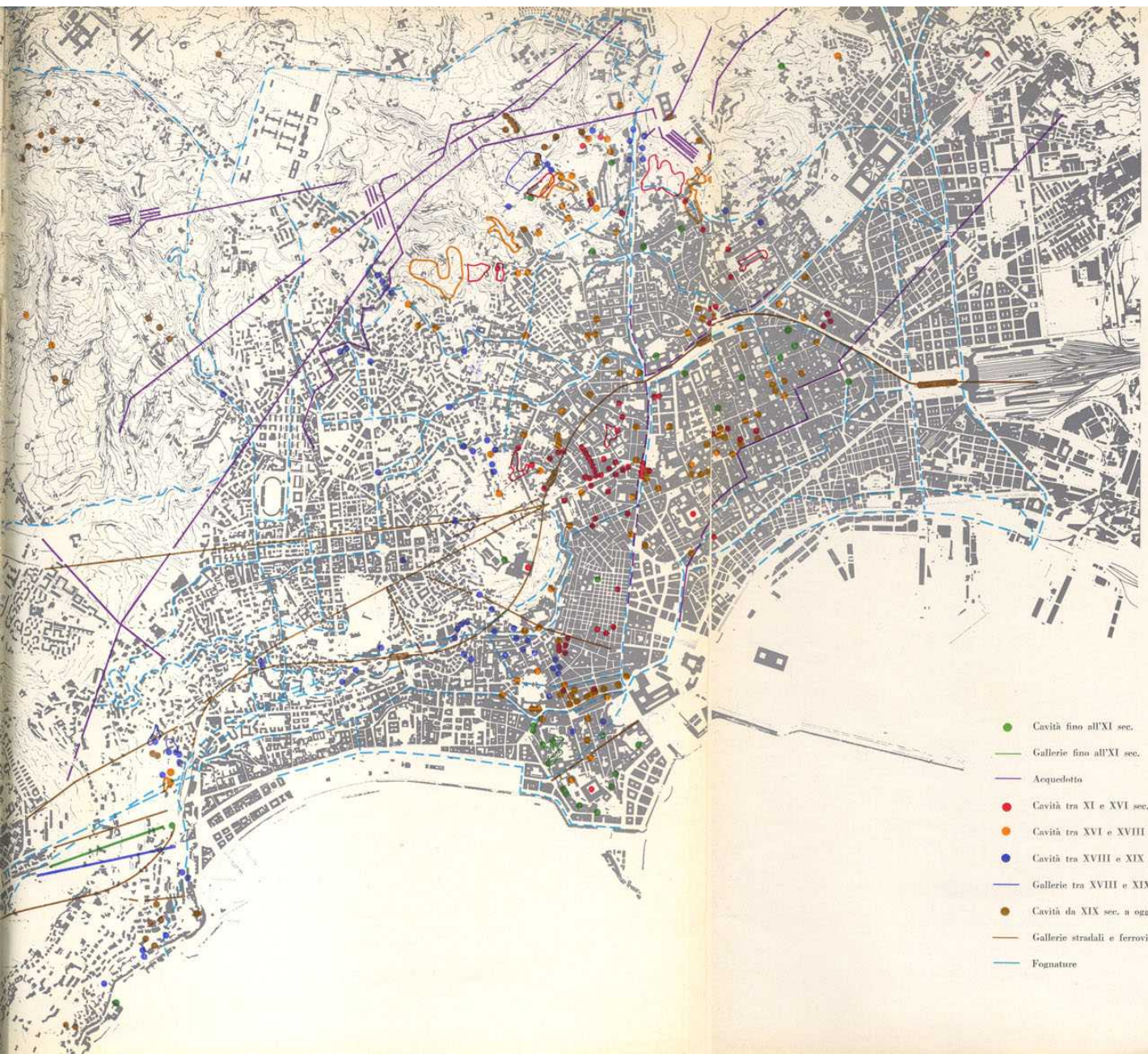


della Laziale, lunga 900 metri, per assicurare i collegamenti con la nuova zona urbana ad occidente. La stessa collina viene ancora attraversata, dalla galleria delle FF. SS. da quella della Cumana e, più a monte, da quella della Circumflegrea; ferrovia che giunge, così come la Cumana, a Montesanto, mentre la linea dello Stato attraversa l'intera città sino a piazza Garibaldi. Per rimanere nel campo delle gallerie destinate al transito, citeremo i trafori realizzati nella zona che dal Petraio perviene a Monte Echia ed a Castel dell'Ovo. Già nel 1855 fu deliberata dal Comune la costruzione di un tunnel da S. Francesco di Paola al Largo Cappella, che venne sospeso dopo un avanzamento di 1200 palmi. Solo più tardi, nel 1927-29, fu realizzata la galleria della Vittoria, lunga 624 metri, che collega via Cesareo Console con via Chiatamone. Infine, sono da ricordare le gallerie delle funicolari: Centrale, di Montesanto, di Chiaia e di Posillipo.

L'espansione urbanistica di Napoli dalla fine dell'800 ad oggi è stata estremamente intensa. Dapprima modesta e disciplinata, essa si è effettuata nelle zone di ampliamento sopra accennate (Vomero, Vasto, S. Lucia, quartiere di Chiaia) e al di là della collina di Posillipo verso Fuorigrotta; dopo le distruzioni della guerra, invece, la città ha subito un ampliamento assai rapido ed intenso, rispondendo ad una reale esigenza di abitazione e della popolazione che ha raggiunto il milione e duecentomila abitanti. Purtroppo, però, anche questa volta la mancanza di precisi piani urbanistici e di valide norme edilizie ha provocato una espansione del tutto disordinata e caotica. Agli effetti della formazione di nuove cavità in questo periodo osserviamo che l'estrazione dei materiali da costruzione viene effettuata in zone sempre più lontane dal centro urbano: per cui sono da segnalarsi qui solo quelle esistenti lungo la collina di Posillipo a monte della nuova strada, e quelle nella zona dei Colli Aminei, dello Scudillo e della Cappella dei Cangiani. Grandi cavità e lunghe condotte infine, sono state realizzate a partire dal 1885 sino ai nostri giorni, per la costruzione dei grandi serbatoi e per le condotte dell'acquedotto del Scrino.

Al vasto insieme di cavità che fin qui siamo andati indicando si aggiunge l'intricata rete di canali, piccoli e grandi, che formano la maglia delle fognature (²⁰) e degli acquedotti, antichi e moderni, ai

(20) Dalle varie fonti storiche è noto che, nei tempi antichi, la fognatura era costituita da un grosso canale di m. 5,30 x 3,70 circa, partente dalla piazza della Pignasecca. Riferisce il CARLETTI che «*questa opera, che volgarmente si nominava il chiavicone, serpeggia per la strada di Toledo, riceve per più bocche le acque di pioggia, che si dilavano per un immenso numero di strade e vicoli, le quali discendono dai coscendimenti dei Monti Echio ed Ermico e giunge fino al di là del Castel dell'Uovo, appresso alla Vittoria sboccando sulla spiaggia di Chiaia*» (Cfr. CARLETTI N., *op. cit.*, p. 263).



- Cavità fino all'XI sec.
- Gallerie fino all'XI sec.
- Acquedotti
- Cavità tra XI e XVI sec.
- Cavità tra XVI e XVIII sec.
- Cavità tra XVIII e XIX sec.
- Gallerie tra XVIII e XIX sec.
- Cavità da XIX sec. a oggi
- Gallerie stradali e ferroviarie da XIX sec. a oggi
- Fognature

61 – Napoli, distribuzione attuale delle cavità

quali abbiamo già accennato; tutte reti queste che corrono a vari livelli, l'una sull'altra o a volte intersecandosi tra loro ed impegnando la parte più antica della città. Mentre rinviamo ai cap. V, VII e VIII per una più vasta trattazione, precisiamo che la figura ha lo scopo di fornire soltanto un'idea di tale intricato complesso di cunicoli; al quale si aggiungono i pozzi dai quali, in passato, veniva attinta l'acqua sorgiva (²¹).

Avendo fin qui seguito lo sviluppo delle cavità in rapporto a quello urbanistico, appare possibile ordinare le cavità medesime secondo raggruppamenti che impegnano distinte zone del territorio della città (²²).

Esse sono :

a) la zona del Centro Antico, compresa tra la via Roma fino al Museo Nazionale, la via Foria, la via Cesare Rossaroll, S. Antonio Abate, via Pietro Colletta, il Rettifilo, e piazza Carità;

b) la zona dei Vergini e della Sanità, cioè quella di più intensa escavazione. Essa si estende a monte di Via Foria fino alla Reggia di Capodinte e va dal versante orientale della collina di Miradois sino a quello occidentale della collina di Materdei;

c) il versante della collina del Vomero, a monte della strada che dallo Spirito Santo, per piazza Dante, giunge sino al Museo Nazionale. Essa interessa tutta la zona di Pontecorvo, Montensanto, Venta-glieri fino al di là del corso Vittorio Emanuele;

d) la zona orientale della collina delle Mortelle, a monte dei «quartieri spagnoli»;

(21) La Lambertini (LAMBERTINI D.: *Acque sotterranee nell'ambito del centro urbano della città di Napoli*, in «Boll. della soc. natur. in Napoli», voi. LXIX, 1960, p. 226) in proposito scrive: « *In alcuni casi, infine, l'acqua sotterranea risale addirittura fino a sgorgare alla superficie, costituendo delle vere e proprie sorgive, ben note ed utilizzare per il passato, come quelle che scaturivano lungo la linea litoranea, laddove il rilievo degrada verso il mare (piazza Francese, S. Pietro Martire, Mergellina, S. Lucia, ecc.). Queste sorgive, tutte di modesta portata, sono oggi scomparse a seguito del mutamento dello stato dei luoghi dovuto all'attività edilizia...* ». Per tutto quanto riguarda le acque sotterranee rinviamo a quanto esposto nel seguente Gap. V. Vanno qui anche ricordate le acque termali del Chiatamone e di S. Lucia, ove esistono sorgenti che affiorano dalle falde del monte Echia e producono tuttora acqua minerale per bibite e acqua calda per bagni terapeutici che da molti secoli alimentano un continuo sfruttamento commerciale. I pozzi seganti nella pianta sono elencati in appendice. Per la rappresentazione schematica della rete dell'acquedotto della Bolla e del Carmignano, abbiamo seguita la descrizione contenuta in MELISURGO G.: *Napoli sotterranea, topografica della rete di canali d'acqua profonda*, Napoli 1889.

(22) Vedere tavola III, nell'atlante allegato.

- e) la zona del Monte Echia delimitata a valle dalle vie Chiatamone, S. Lucia e Chiaia ⁽²³⁾.
- f) il lato occidentale della collina delle Mortelle e parte del versante verso mare della collina del Vomero;
- g) la zona settentrionale del Vomero, da Materdei allo Scudillo;
- h) la zona di Posillipo (compresa quella di cui alla Convenzione SPEME) sino a Mergellina, alle spalle della stazione ferroviaria; qui sono presenti (in numero limitato e ben individuate) vecchie cave con imbocco a livello stradale e, lungo la costa di Posillipo, grotte a mare, spesso adoperate per ricovero di imbarcazioni;
- i) la fascia interessante le frazioni settentrionali, esterne al centro urbano, e che da S. Rocco di Capodimonte, Cappella dei Cangiani giungono fino a Chiaiano e Marano, cioè fuori del Comune di Napoli.

Nel territorio all'esterno dei raggruppamenti così individuali, a meno di rare cavità isolate o della rete superficiale delle piccole tubazioni degli acquedotti e fognature, non si ha ragione di ritenere probabile la presenza di cavità tali da interessare il sottosuolo della città.

Il ragionamento che abbiamo qui esposto conduce, quindi, a ridurre l'area entro la quale va condotta la ricerca e l'identificazione di cavità; oltre a tale semplificazione delle operazioni necessarie allo studio del sottosuolo napoletano, sembra per tale via possibile individuare un quadro razionale della distribuzione delle cavità e delle gallerie che può costituire un utile contributo alla risoluzione di due importanti problemi: la pianificazione urbanistica secondo il modello «a spessore» e quello della garanzia della stabilità degli edifici.



62 – Schema della rete dei canali formanti la maglia delle fognature e degli acquedotti del Bolla e del Carmignano, in corrispondenza del centro urbano.

CAPITOLO QUINTO

Le acque sotterranee (*)

1) PREMESSE

1-1) Per quanto diremo in seguito, più che considerare ciascuno come a se stante i diversi tipi di terreni che compaiono nel sottosuolo della città e dei suoi dintorni, conviene considerare l'ambiente che detti terreni determinano nel loro complesso agli effetti della circolazione delle acque sotterranee, vuoi per le modalità con cui si alternano l'uno con l'altro, vuoi per l'estensione che ciascuno di essi occupa.

Sotto tale aspetto, riferendosi alle situazioni che si incontrano nel sottosuolo delle varie zone di Napoli e dintorni, possono distinguersi:

un *ambiente A*, quando nel complesso predominano materiali litoidi tufacei, estendentisi in banchi di notevole spessore ed estensione, interrotti soltanto da fratture o da giunti di stratificazione o da zone in cui il processo di cementazione del tufo, per una qualsiasi ragione, sia mancato o sia rimasto incompleto;

un *ambiente B*, quando nel complesso predominano materiali sciolti, di caratteristiche anche notevolmente diverse, succedentisi, in alternanze spesso ripetute, in lenti o in strati di limitato spessore, magari inframmezzati da strati di tufo o da modeste colate laviche.

Nell'ambiente A, data la ridottissima permeabilità del tufo, le portate che muovono per filtrazione all'interno dell'ammasso risultano molto piccole anche quando si disponga di gradienti idraulici notevoli. Viceversa, nella zona non satura d'acqua, attraverso l'ammasso tufaceo si stabilisce

() A cura del Prof. Ing. Carlo Viparelli.*

un'attiva circolazione idrica per percolazione sia attraverso le spaccature e gli strati non cementati che qua e là interrompono la continuità della formazione, sia lungo la superficie di contatto di stratificazioni diverse, sia, infine, attraverso le cavità apertevi durante i secoli dall'uomo.

Nell'ambiente B, come si è detto, l'ammasso risulta estremamente eterogeneo, con alternanze di terreni di permeabilità diversissima, sia che ci si sposti lungo la verticale, sia che ci si sposti in piani orizzontali. L'acqua, comunque, riesce a trovare all'interno di esso vie molteplici e continue di maggiore permeabilità, attraverso cui filtrare. Nel complesso, perciò, l'ammasso risulta filtrante, con una permeabilità media che può variare dall'una all'altra zona, ma che, in ogni caso, consente che la portata filtrata nel complesso, attraverso di esso, risulti sensibile anche con gradienti idraulici modesti.

Dato che, per quel che qui interessa, occorre distinguere soltanto le diverse modalità con cui l'acqua può circolare nell'uno o nell'altro ambiente, nel parlare dell'ambiente A non faremo alcuna distinzione fra tufi di età e di caratteristiche diverse. Anzi, indicandoli in via del tutto generica come *terreni del tipo A*, comprenderemo, sotto tale denominazione, anche gli strati o le sacche che interrompono la continuità dell'ammasso tufaceo là dove, per una ragione o per l'altra, sia mancato o sia restato incompleto il processo di cementazione.

Analogamente, nel parlare dell'ambiente B, non faremo alcuna distinzione fra i materiali sedimentari, di origine marina o lacustre, depositati in epoca precedente all'attività vulcanica flegrea o vesuviana, che si rinvengono alle maggiori profondità, i materiali, piroclastici o sedimentari, proiettati in periodi successivi dai due apparati vulcanici o depositatisi fra l'una e l'altra fase esplosiva di questi, e, infine, i materiali di riporto, dapprima rimaneggiati e poi ridepositati o da agenti atmosferici o dall'uomo, che si trovano intramezzati o sovrapposti a questi ultimi.

Più precisamente, in via del tutto generica chiameremo tutti questi terreni *terreni del tipo B*, includendo, per di più, sotto tale denominazione anche gli strati tufacei o le modeste colate laviche che si inframmezzano nell'ammasso incoerente costituito da essi.



63 - Corografia della città tratta dalla cartografia dell'I.G.M. e tracce delle sezioni riportate nelle figure da 64 a 70, da 74 a 75 e da 76 a 79.

In base ai criteri anzi esposti, riferendoci al centro urbano, faremo distinzione soltanto fra le situazioni in cui, affiorando il tufo in superficie, si abbiano terreni del tipo A sovrapposti a terreni del tipo B e quelle in cui, rinvenendosi il tetto del tufo ad una certa profondità, procedendo dall'alto verso il basso si abbiano successivamente terreni di tipo B, terreni di tipo A e, ancora terreni del tipo B. Non faremo, invece, alcuna distinzione fra le situazioni che si rinvencono nella zona industriale, ad oriente della città, e quelle che si rinvencono a settentrione, nella estesa pianura di Terra di Lavoro, e all'estremo occidentale, nella fascia pianeggiante in sinistra dei Regi Lagni; nell'uno e nell'altro caso, infatti, per l'intera profondità interessata da pozzi o da sondaggi eseguiti in passato si sono rinvenuti soltanto terreni del tipo B. Situazioni diverse da quelle innanzi descritte, infine, sono quelle che si determinano ad occidente della città, sulle pendici delle colline flegree, là dove ai materiali di tipo A, che si rinvencono alle maggiori profondità, si sovrappongono piccole placche di materiali del tipo B.

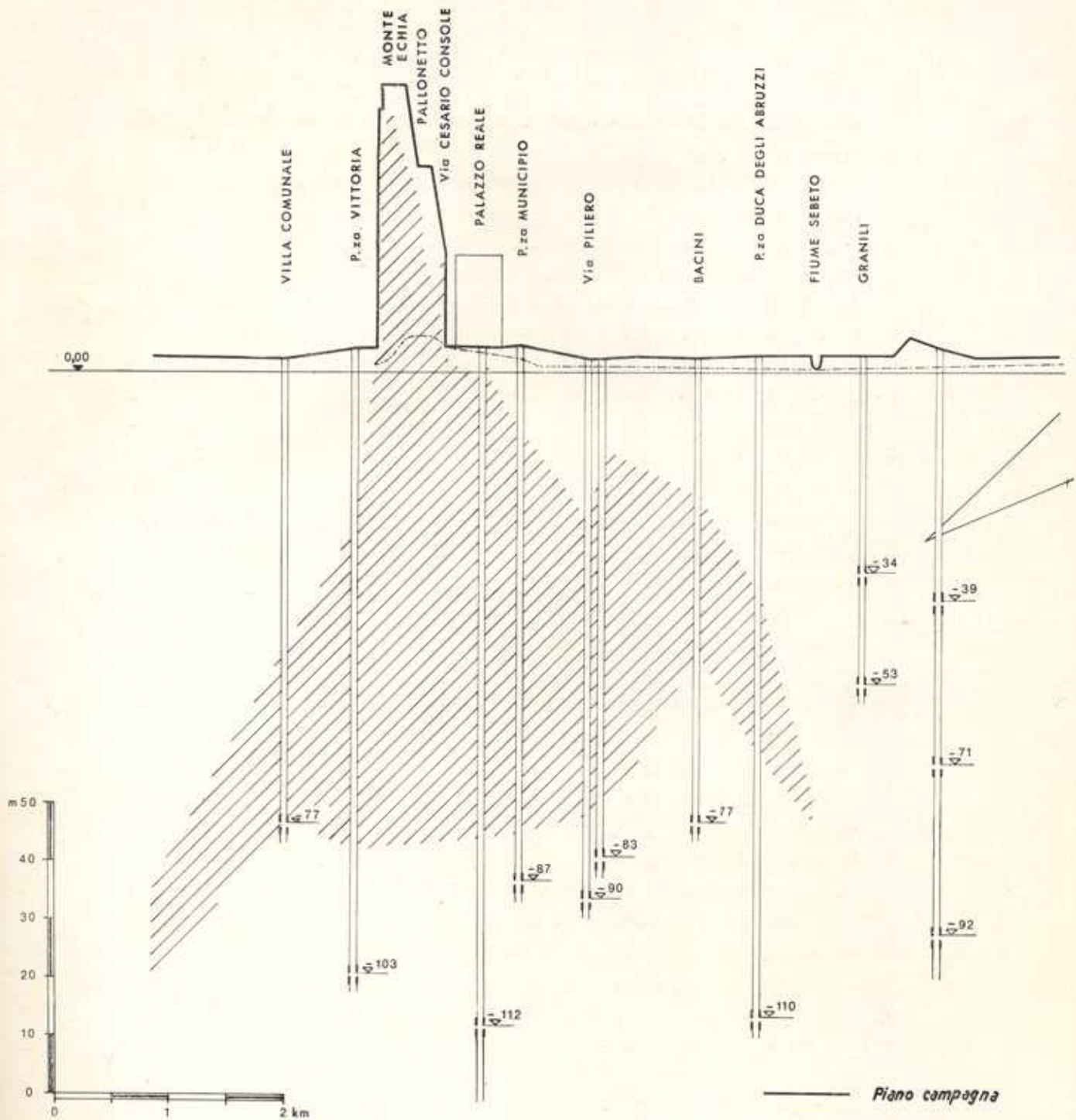
1-2) A titolo di esempio, facendo riferimento alla corografia della figura 63, in cui ne sono indicate le tracce, nelle figure da 64 e 70 riportiamo sette sezioni del sottosuolo, condotte, in corrispondenza del centro urbano e della zona industriale, in direzioni pressoché parallele o pressoché ortogonali alla linea di costa.

In ciascuna sezione, oltre che indicare gli spessori raggiunti rispettivamente dai terreni di tipo A e di tipo B, abbiamo indicato sia le quote a cui in alcuni pozzi trivellati per il passato furono rinvenute falde acquifere che, per l'entità delle portate emungibili, meritassero di essere sfruttate, sia le quote cui l'acqua risaliva durante le trivellazioni.

Come può osservarsi, l'ammasso di tufi litoidi, che abbiamo definito col nome di terreni del tipo A, sempre presente nell'ambito del centro urbano, ha spessori che decrescono mano a mano che ci si sposta verso la zona orientale e praticamente scompare quando si passi ad oriente del Sebeto. A loro volta, i terreni del tipo B, che nell'interno della città compaiono o al di sopra o al di sotto di quelli di tipo A, quando si passi ad oriente del Sebeto invadono l'intera altezza delle sezioni.

D'altra parte, dalle stesse figure si riconosce che, là dove compaiono i terreni del tipo A, le quote di rinvenimento di falde acquifere che,

per l'entità delle portate emungibili, si prestino a una qualsiasi utilizzazione, ricadono sempre al di fuori di detti terreni e, più precisamente, ricadono nei terreni di tipo B, sia che questi poggino



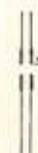
64 - Sezione 1; livelli a quote di rinvenimento delle falde.

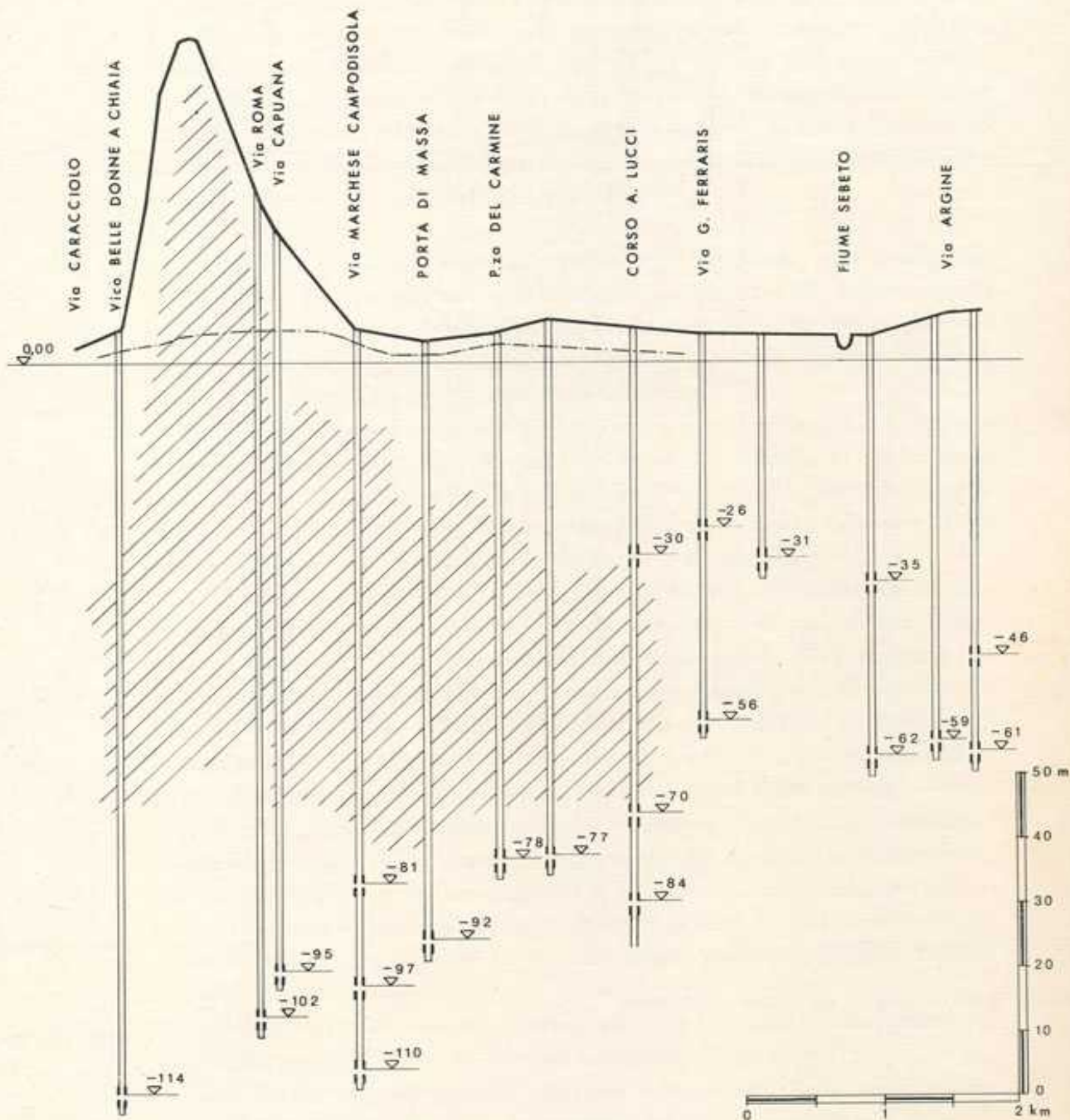
— Piano campagna

 Terreni tipo A

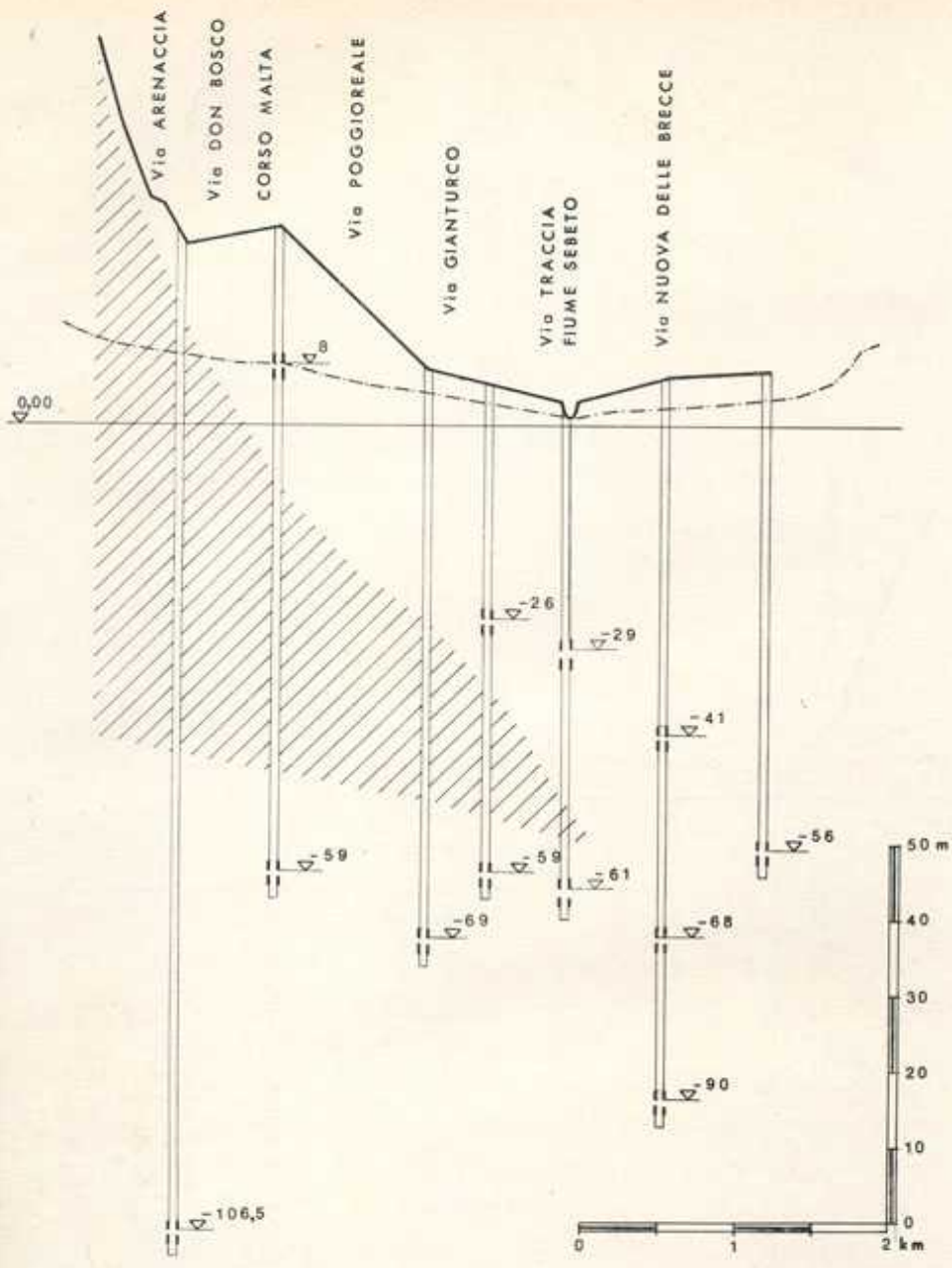
 Terreni tipo B

- - - Livelli falda freatica

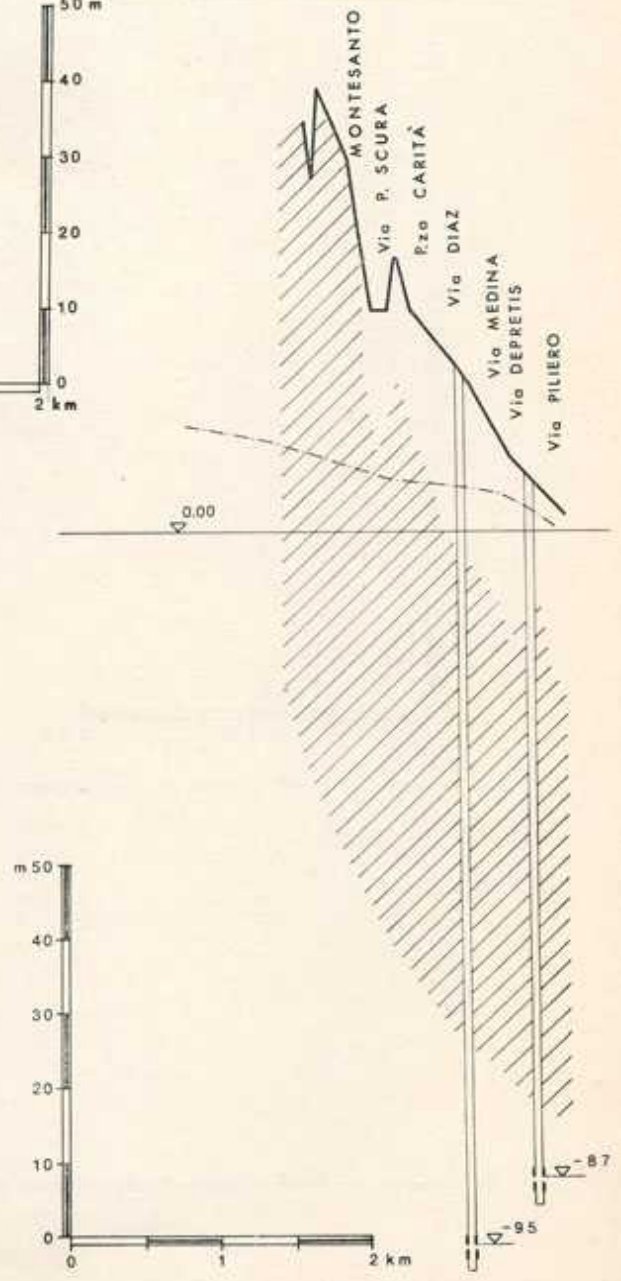
 Quota di rinvenimento



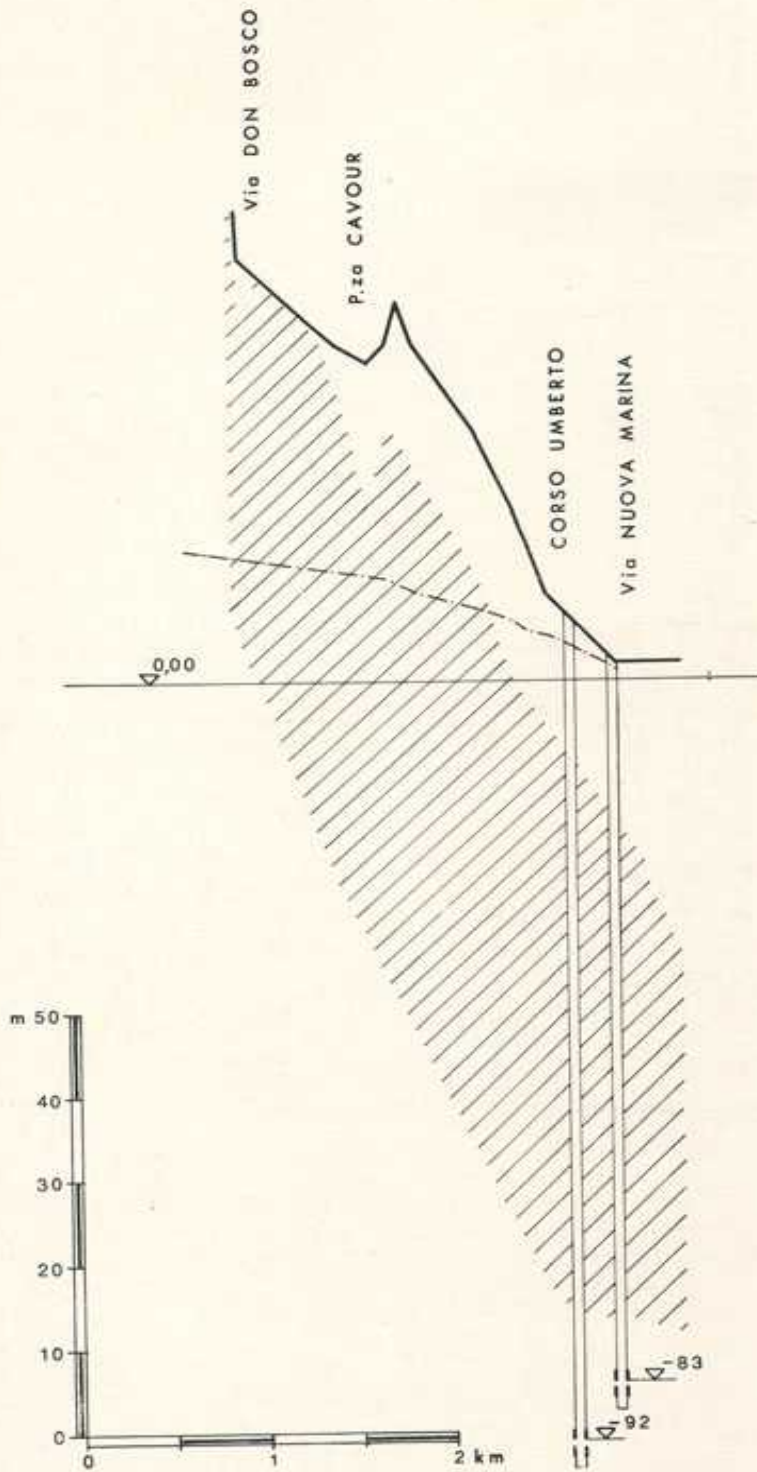
65 - Sezione 2; livelli e quote di rinvenimento delle falde.



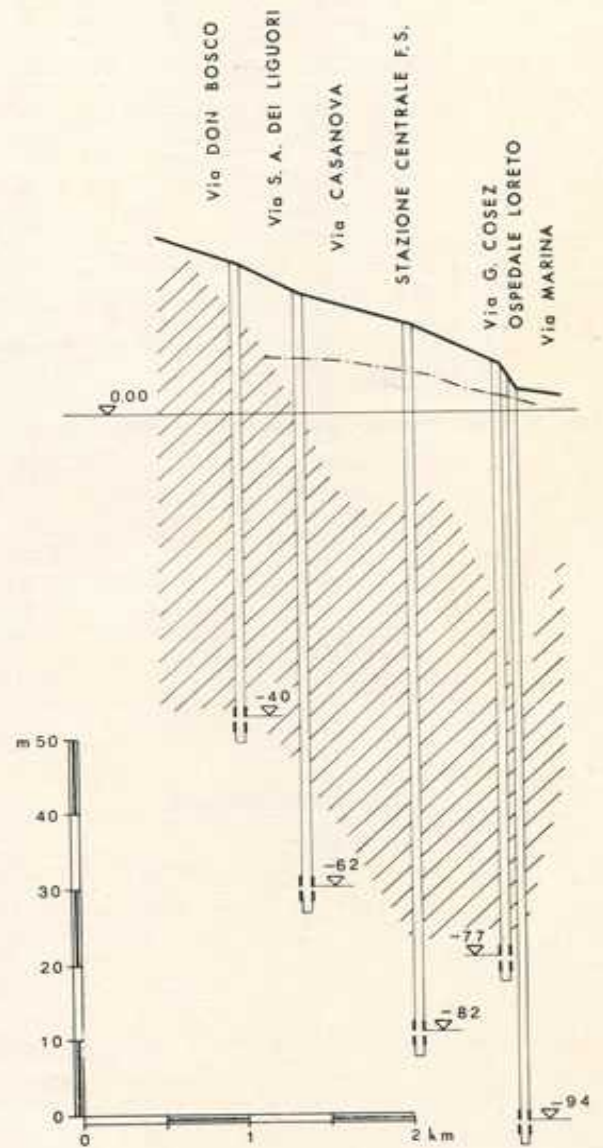
66 - Sezione 3; livelli e quote di rinvenimento delle falde.



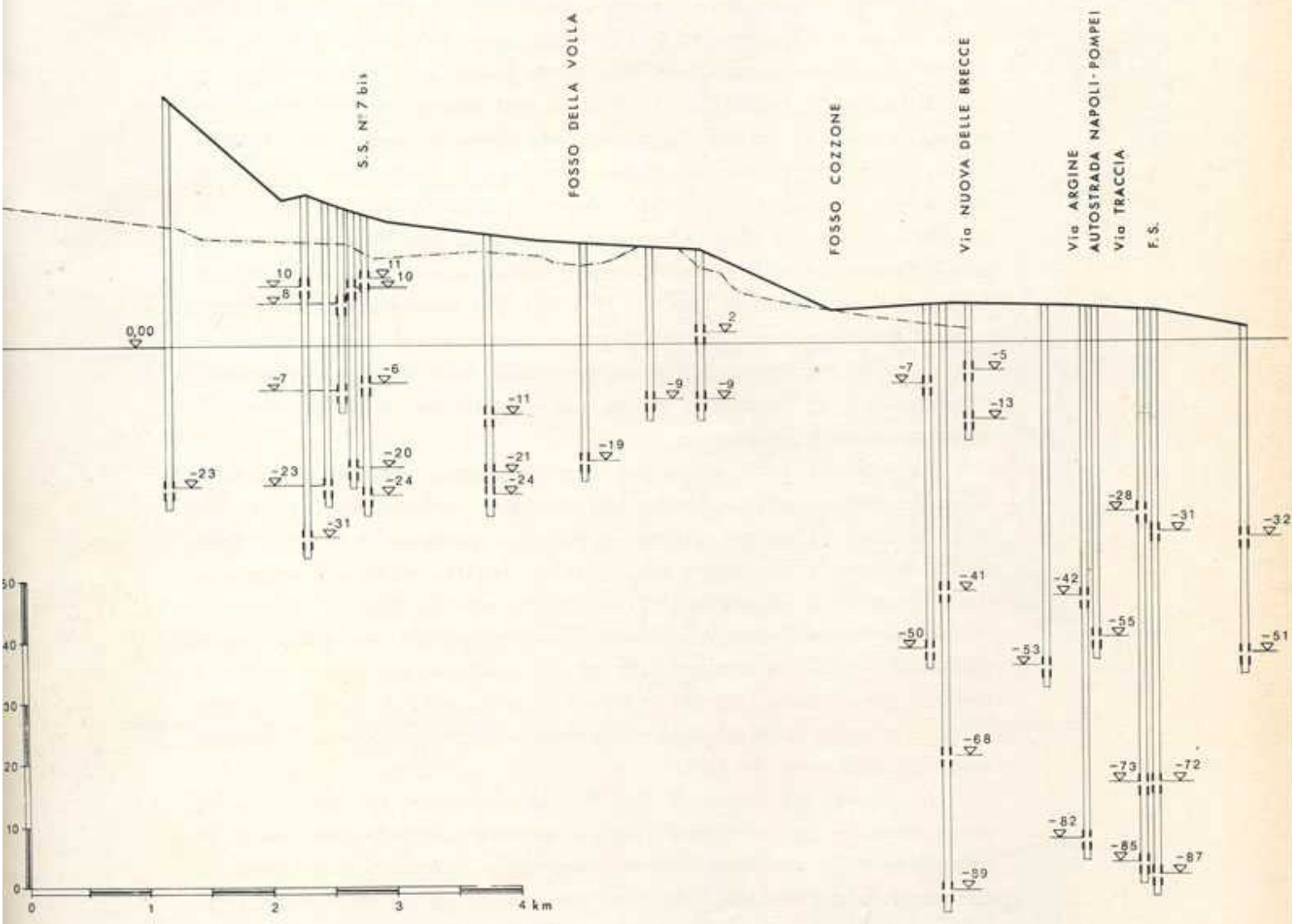
67 - Sezione 4; livelli e quote di rinvenimento delle falde.



68 - Sezione 5; livelli e quote di rinvenimento delle falde.



69 - Sezione 6; livelli e quote di rinvenimento delle falde.



70 - Sezione 7; livelli e quote di rinvenimento delle falde.

sul tufo, sia che a questo siano sottoposti.

Nell'ambito del centro urbano, cioè, individuate le superficie di tetto e di base del tufo, si possono assumere dette superficie come superficie limiti, rispettivamente inferiore e superiore, delle zone, superficiale, la prima, e profonda, la seconda, in cui è possibile rinvenire la acqua con portate che meritino di essere utilizzate.

Superfici limiti del genere non esistono, invece, quando si passi nella zona industriale, ad oriente della città. Qui, infatti, come può riscontrarsi dalle sezioni riportate nelle figure da 64 a 70, data la presenza dei soli terreni di tipo B, le quote di rinvenimento di falde acquifere che, per entità delle portate emungibili, si prestino a una qualsiasi utilizzazione variano a caso da una verticale all'altra.

Le conclusioni tratte contrastano sensibilmente con quelle cui giunse a suo tempo il Ruggiero [411] ⁽¹⁾ e cui, successivamente, molti fra gli Autori che si sono occupati dell'argomento hanno fatto riferimento.

Il Ruggiero, infatti, sulla scorta di dati necessariamente meno numerosi di quelli di cui noi abbiamo potuto disporre, (vedi tavola V fuori testo), ritiene che nel centro urbano e nella zona industriale sia possibile riconoscere l'esistenza di più falde acquifere distinte, rinvenibili nel sottosuolo a profondità che, per ciascuna falda, variano da punto a punto con andamento che lo stesso Ruggiero indica a mezzo di curve da lui definite eidipsometriche (figg. da 71 a 73). Più precisamente, sempre secondo l'interpretazione data dal Ruggiero, due di queste falde, la seconda e la terza, si rinverrebbero sia nel sottosuolo della città, sia nella zona industriale; una, invece, la prima, più superficiale, si rinverrebbe soltanto nella zona industriale.

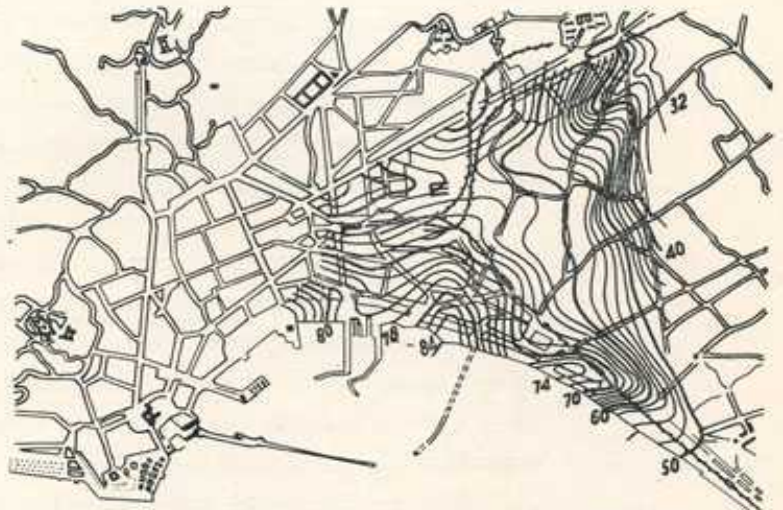
Sulla scorta, però, di quanto abbiamo innanzi osservato, delle serie di curve eidipsometriche fornite dal Ruggiero hanno significato, e solo limitatamente al centro urbano, quelle che, giusta le definizioni dello stesso Autore, si riferiscono alla 2^a falda. Infatti, come può osservarsi dalle figure 74 e 75, nell'ambito del centro urbano, dette curve rappresentano sostanzialmente l'andamento della superficie base dell'ammasso tufaceo e, quindi, a conferma di quanto abbiamo già detto, stanno a indicare che, là dove i terreni di tipo A si sovrappongono a quelli di tipo B, per rinvenire falde acquifere di potenzialità non trascurabili, occorre scendere al di sotto dei tufi.

(1) Si avverte che i numeri in parentesi quadra richiamano i corrispondenti testi indicati nella bibliografia riportata nella parte III.



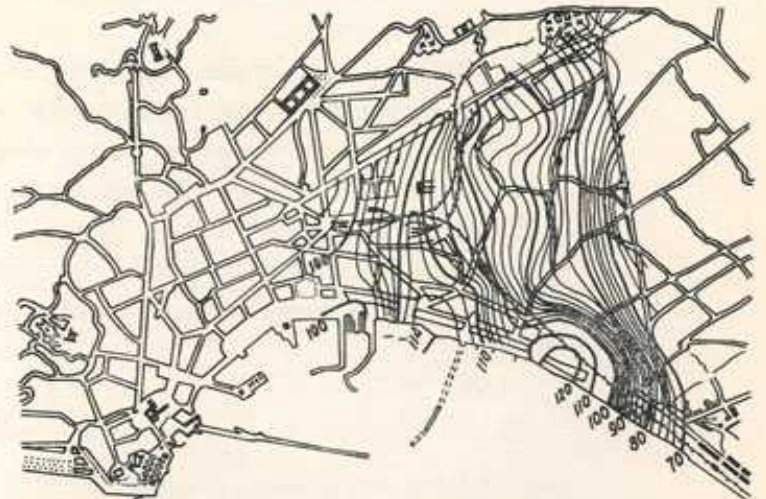
71 - Eidipsometriche della 1ª falda (dal Ruggiero).

Scala 0 500 1000



72 - Eidipsometriche della 2ª falda (dal Ruggiero).

Scala 0 500 1000



73 - Eidipsometriche della 3ª falda (dal Ruggiero).

Scala 0 500 1000

In effetti, nei terreni di tipo B, quando, come, ad esempio, nella zona orientale, essi occupano l'intero spessore interessato dai pozzi, lo schema di falde artesiane distinte, muovendosi attraverso strati continui di maggiore permeabilità contenuti fra strati praticamente impermeabili, cui il Ruggiero ha fatto riferimento per interpretare i dati a sua disposizione, non sembra possa adattarsi. Più corretto è far riferimento allo schema di un'unica falda freatica, in cui l'acqua si muove attraverso l'ammasso eterogeneo scegliendo come vie preferenziali quelle offerte dagli strati di materiali di maggiore permeabilità, succedentisi e intrecciandosi in alternanze caotiche, in diretta e continua comunicazione gli uni con gli altri.

Per le stesse ragioni, quando i terreni del tipo B si trovino sottoposti a terreni del tipo A, le falde acquifere che vi si rinvencono sono in stretta comunicazione fra loro e, quindi, più che come falde artesiane diverse, vanno considerate come una falda artesianica unica.

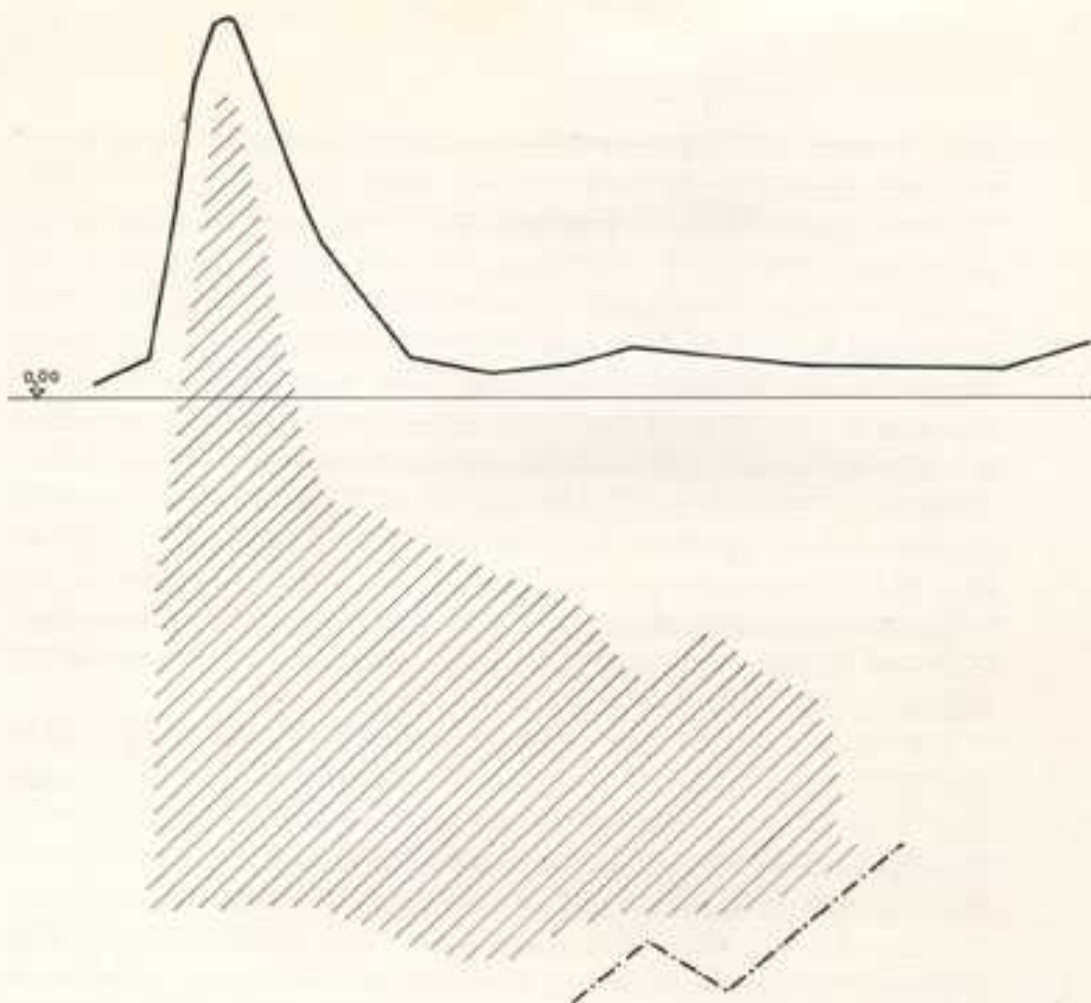
Quando, poi, come avviene in alcune zone nell'ambito del centro urbano, i terreni del tipo B, attraverso cui circola l'acqua, si rinvencono, per spessori più o meno notevoli, sia al di sopra che al di sotto di terreni del tipo A, appare legittimo fare ancora ricorso allo schema di una unica falda freatica. Le numerose fratture che interrompono l'ammasso dei terreni di tipo A, infatti, valgono a stabilire una diretta comunicazione fra la falda, freatica, che si muove nei terreni di tipo B, sovrastanti, e quella, artesianica, che si muove nei terreni di tipo B, sottostanti, sì che neppure è necessario fare una distinzione fra le due.

A prova di quanto abbiamo detto si trova segnalato da tutti gli Autori che nel corso delle trivellazioni, a meno di qualche rara eccezione, anche quando le acque rinvenute a profondità diverse sono tenute accuratamente separate, esse risalgono praticamente tutte alla stessa quota.

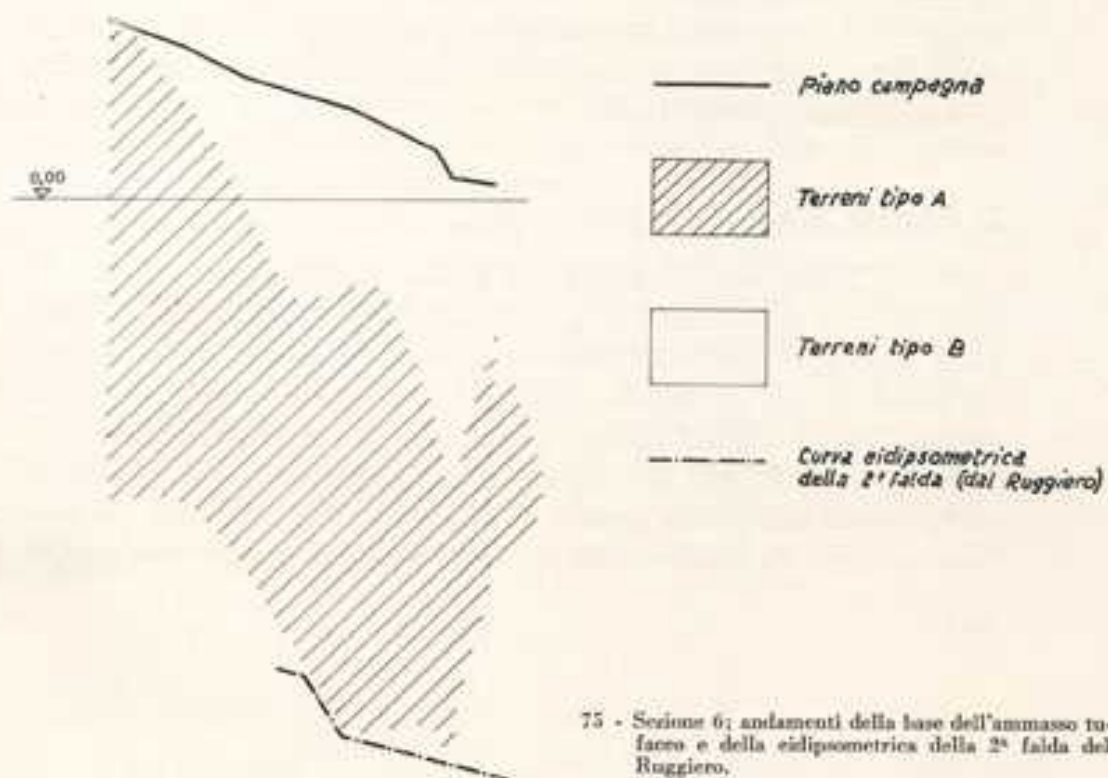
Le falde acquifere, cioè, rinvenute lungo una stessa verticale in strati a diverse profondità, a falda indisturbata, hanno tutte la stessa quota piezometrica, sono, cioè, strettamente comunicanti fra loro.

Tenuto conto di quanto innanzi è detto, per ogni singola zona della città e dei dintorni parleremo in seguito di una falda e di livelli o di superficie di livello di questa.

Più precisamente definiremo livello della falda in un punto la quota a cui, in un pozzo, trivellato in quel punto, l'acqua rinvenuta a una qualsiasi profondità risalirebbe a falda indisturbata e definiremo superficie piezometrica o superficie di livello della falda la superficie che in ogni



74 - Sezione 2; andamenti della base dell'ammasso tufaceo e della eidijsometrica della 2^a falda del Ruggiero.



75 - Sezione 6; andamenti della base dell'ammasso tufaceo e della eidijsometrica della 2^a falda del Ruggiero.

suo punto ha quota pari alla quota piezometrica sulla verticale che passa per quel punto.

Al di sotto della superficie di livello della falda l'ammasso risulta in ogni suo punto saturo di acqua. Al di sopra, esso può risultare saturo d'acqua ancora per l'ampiezza interessata dalla frangia capillare e la esperienza ci insegna che nei terreni tufacei tale ampiezza può raggiungere anche svariati metri. In ogni caso, in accordo alla definizione datane, la superficie di livello della falda rappresenta la superficie isopiezica con pressione pari alla pressione atmosferica e nell'ammasso sottostante l'affondamento di ogni singolo punto al di sotto di essa da la misura in colonna d'acqua della pressione neutra nel punto.

Né è inutile, a questo punto, ricordare che, nelle situazioni in cui può parlarsi di un'unica falda freatica, se esistono più pozzi vicini e se da uno di questi si emungono portate anche notevoli, con depressioni di parecchi metri, i livelli d'acqua nei pozzi circostanti, solo che questi siano a distanze di qualche diecina di metri, non subiscono variazioni apprezzabili [385] [472]. Ciò, infatti, oltre a confermare quanto innanzi si è detto in riguardo alle modalità con cui l'acqua si muove nei terreni di tipo B, ci dice che già a poca distanza dal punto di emungimento si potrebbero avere variazioni sensibili nel livello della falda, e, quindi, nella distribuzione delle pressioni neutre nel sottosuolo, soltanto se, prolungando il pompaggio ed emungendo dalla falda volumi di acqua sostanzialmente maggiori di quelli che ad essa affluiscono dal bacino di alimentazione, se ne turbasse il bilancio idrico.

E' interessante, infine, prima di chiudere questa breve premessa, richiamare l'attenzione sul fatto che nei terreni di tipo A, al di sopra della superficie di livello della falda e al di sopra della fascia, a questa immediatamente sovrapposta, occupata dalla frangia capillare, possono rinvenirsi ancora sacche o strati in cui l'ammasso risulti completamente imbibito di acqua. Ciò può avvenire o nel corpo dell'ammasso, là dove il processo di cementazione dei materiali piroclastici da cui ha avuto origine il tufo che forma l'ambiente circostante abbia subito rallentamenti o sia mancato del tutto [241] [338] o sul contorno dell'ammasso, là dove, essendosi la superficie di tetto del tufo modellata a ricopiare, sia pure in forme addolcite, la morfologia primitiva dei terreni su cui il tufo si è depositato, esistano compluvi, successivamente riempiti di materiali del tipo B, in cui le acque che si infiltrano in superficie tendono ad accumularsi [241] [384]

2) NOTIZIE E DATI A DISPOSIZIONE

2-1) Senza tener conto dei più o meno fantasiosi tentativi del Celano, prima, e del Carletti [77], dell'Abate [6] [11] e del Sasso [420], poi, i quali ravvidero nella presenza di acque sorgive al bordo orientale del centro storico di Napoli elementi sufficienti per ricostruire l'andamento planimetrico del vecchio Sebeto, ha qui piuttosto interesse ricordare che già nel 1843 il Cangiano [62] [70], in base alle caratteristiche morfologiche della regione e sulla scorta degli elementi che potevano emergere da una semplice ispezione geologica superficiale, prospettava la possibilità, solo in parte poi confermata, che nel sottosuolo della città e nei suoi dintorni esistesse un'abbondante falda idrica, alimentata dalla catena di monti calcarei che, partendo dal casertano e riallacciandosi, attraverso i monti del nolano, ai monti della penisola sorrentina, fanno da anfiteatro all'estesa pianura di Terra di Lavoro (Tav. IV).

Fu, infatti, in base alle conclusioni e sotto la spinta del Cangiano che si dette avvio ai due pozzi trivellati di Palazzo Reale e di *Piazza Vittoria*, iniziati nel 1859 e approfondii, rispettivamente, fino a 465 m e a 281 m dal piano campagna, e fu, sull'esempio di questi due pozzi, che alla fine del secolo scorso e all'inizio di questo altri numerosi ne furono trivellati sia nell'ambito del centro urbano, sia nei dintorni.

Con la costruzione di tutti questi pozzi può ben dirsi che si siano mossi i primi passi verso una più precisa interpretazione dell'idrografia sotterranea della zona. Già alla fine del secolo scorso, infatti, non mancarono tentativi sia per interpretare i dati emersi da ciascuna di essi [267] [149] [347], sia per mettere a raffronto, col Palmieri, dati raccolti su pozzi diversi [354] e sia, infine, ad opera del Cesari [96], per tentare un primo saggio sull'idrografia sotterranea nella zona vesuviana, subito ad oriente della città. Né, d'altra parte, mancarono, nella stessa epoca, tentativi per risalire all'origine delle acque partendo dalla loro composizione chimica [84] [85].

Altro passo notevole verso il riconoscimento della idrografia sotterranea nell'ambito del centro urbano fu fatto nell'ultimo ventennio del secolo, sia pure per altre finalità, dagli ingegneri Contarino [114], prima, e D'Amelio [144], dopo. Questi, infatti, rilevando le quote del centro d'acqua in un congruo numero di pozzi scavati nell'ambito del centro urbano, poterono individuare con sufficiente approssimazione l'andamento assunto dalla superficie di livello della falda rispettivamente nel 1884, (primo rilievo del Contarino, su circa 180 pozzi), nel 1889-90,

(secondo rilievo del Contarino, su circa 130 pozzi), e nel 1900-901, (rilievo del D'Amelio su un centinaio di pozzi).

Di conseguenza, oltre che conoscere le quote della falda nell'ambito del centro urbano, quali, ad esempio, possono dedursi dalle curve di livello riportate nella Tav. V e tratte dal rilievo del 1901 del D'Amelio, fu possibile anche misurare sia le oscillazioni stagionali che la falda subisce durante l'anno, sia le variazioni di livello medio che si verificarono nella falda fra il 1884 e il 1889-90, subito dopo l'entrata in funzione dell'acquedotto del Serino, e, nel decennio successivo, fra il 1890 e il 1901 (vedi figg. da 76 a 79).

Sempre alla fine del secolo scorso, infine, risalgono le poche notizie che si hanno in riguardo alle quote della falda nella zona a occidente della città, dedotte dai sondaggi eseguiti in quell'epoca a cura dell'Ufficio tecnico comunale per studiare in dettaglio il tracciato dell'emissario di Cuma [463].

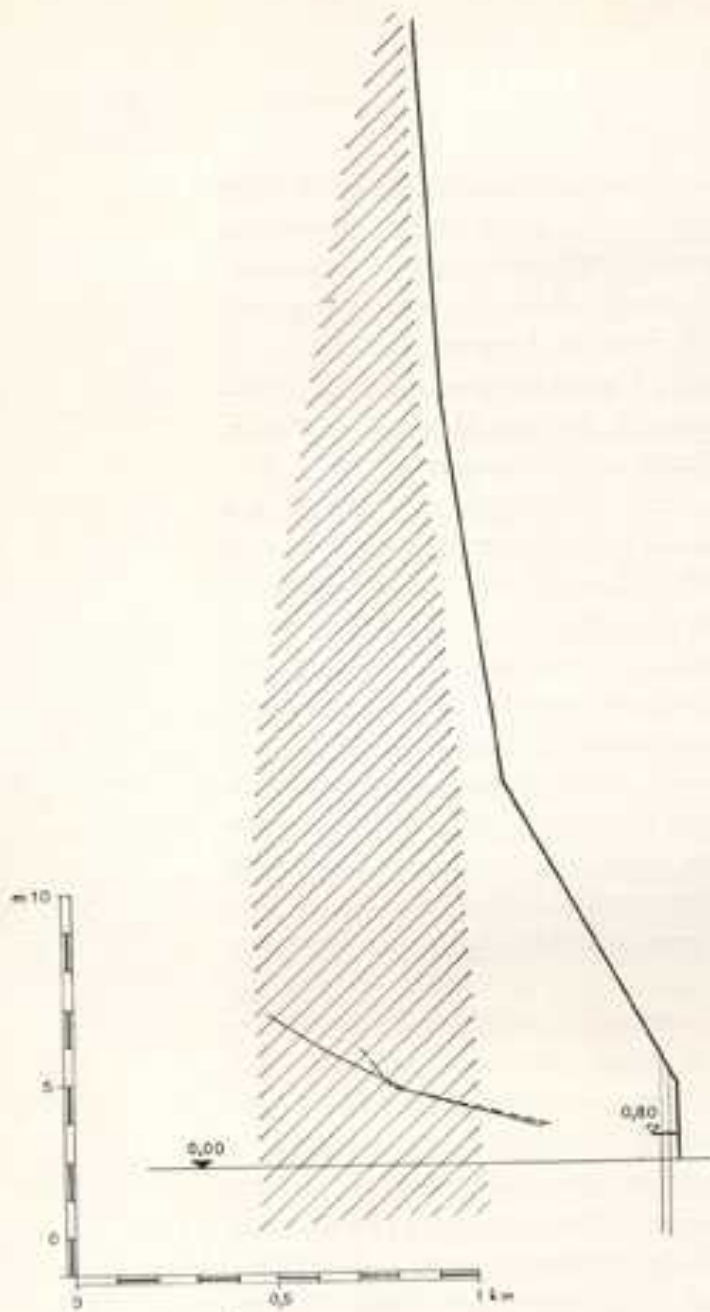
In definitiva, a prescindere dai risultati ottenuti, già prima della fine del secolo scorso si erano delineate le vie che si sarebbero dovute seguire per giungere a una più esatta conoscenza della idrografia nel sottosuolo della città: rilevamento accurato e sistematico delle quote di rinvenimento di acque sotterranee e dei livelli della falda; ricostruzione della geologia della zona sfruttando, oltre che l'ispezione superficiale, le stratigrafie fornite da pozzi e da sondaggi; determinazione e raffronto della composizione delle acque emunte dalla falda nelle diverse zone e alle diverse profondità.

2-2) La strada intrapresa viene proseguita, se pure non sempre metodicamente, negli anni che precedono l'ultima guerra.


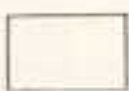

Così, nel 1926, il Fiorelli [203] procede ad un accurato rilevamento delle quote di pelo d'acqua raggiunte, in periodi diversi dello anno, nei numerosissimi pozzi freatici scavati, soprattutto a scopo irriguo, nella zona ad oriente della città, fornendo, oltre che le curve di livello della falda, da noi riportate nella Tav. V, già citata, anche le escursioni stagionali che questa subisce (fig. 80), mentre il Servizio Idrografico Italiano intraprende la registrazione sistematica delle quote di pelo di acqua raggiunte giorno per giorno in alcuni pozzi del retroterra (vedi, a titolo di esempio, le figg. da 81 a 84).

Poco, invece, aggiungono alla conoscenza della circolazione delle acque nel sottosuolo i pozzi che si vanno trivellando nella zona orientale,

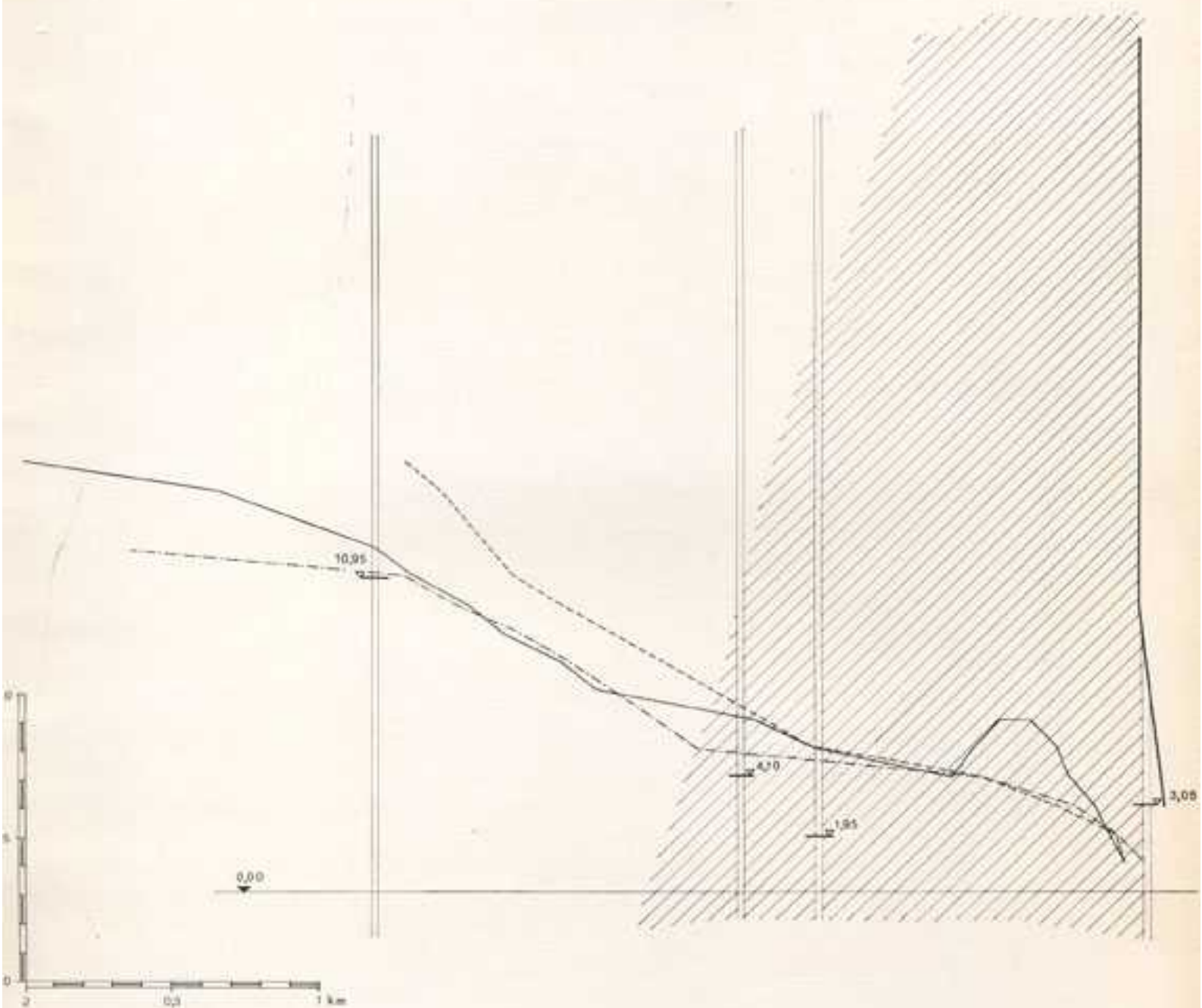
in numero sempre crescente, per rifornire di acqua le industrie che qui sorgono e i sondaggi che si vanno eseguendo nella stessa zona orientale



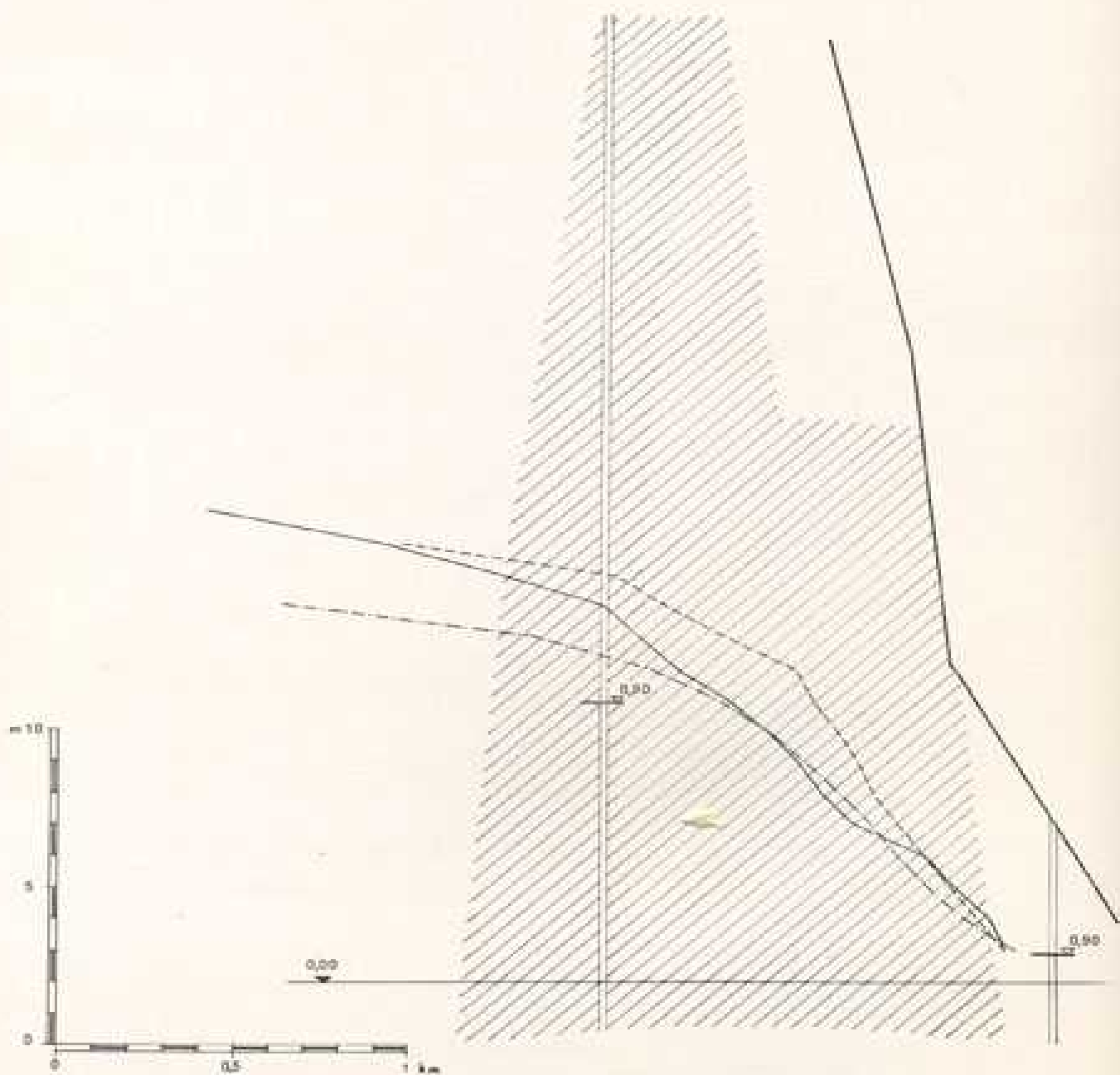
76 - Sezione A: successivi rilievi della falda nel periodo dal 1884 al 1900 e livelli della stessa registrati nel corso degli ultimi venti anni.

- Piano campagna
-  Terreni tipo A
-  Terreni tipo B
- - - - - Rilievi della falda freatica nel 1884
- - - - - " " " " nel 1890
- - - - - " " " " nel 1900
-  Quota di risalienza nell'ultimo ventennio

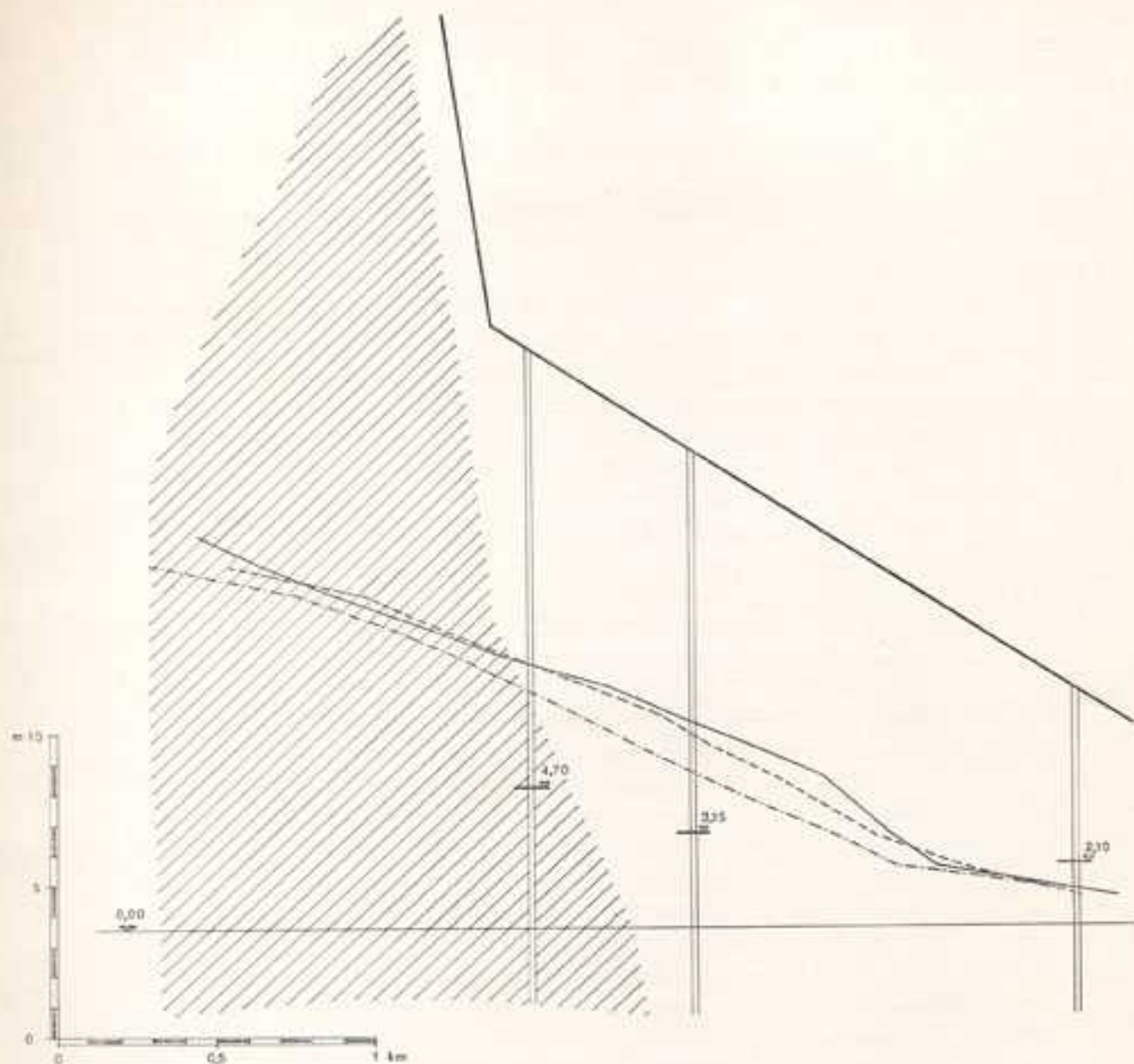
Legenda per le figure da 76 a 79



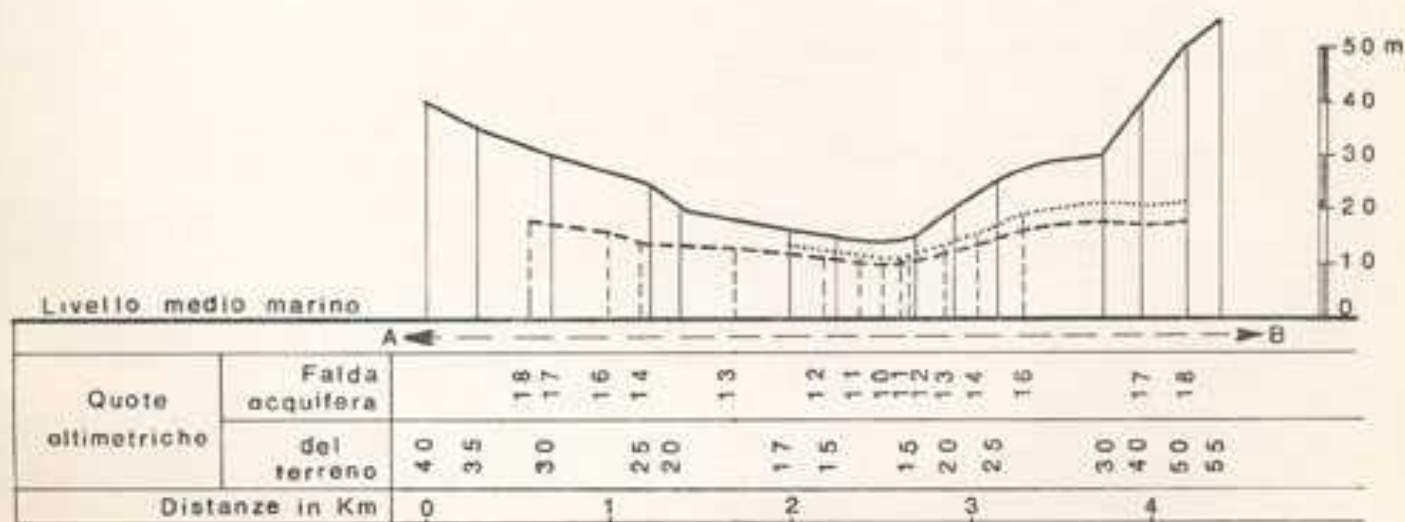
77 - Sezione B; successivi rilievi della falda nel periodo dal 1884 al 1900 e livelli della stessa registrati nel corso degli ultimi venti anni.



78 - Sezione C; successivi rilievi della falla nel periodo dal 1884 al 1900 e livelli della stessa registrati nel corso degli ultimi venti anni.



79 - Sezione D; successivi rilievi della falda nel periodo dal 1884 al 1900 e livelli della stessa registrati nel corso degli ultimi venti anni.



80 - Escursioni della falda nella zona orientale (da Fiacelli).

e nel centro urbano, dove è più intensa che mai l'opera di risanamento edilizio.

Per i pozzi trivellati per ricerche di acqua, infatti, si trovano indicate soltanto, e non sempre le quote di rinvenimento delle successive falde acquifere [239] [242] [173] [289]. Per i sondaggi, per lo più, manca anche questo dato. Inoltre le quote di rinvenimento e, nei pochi casi che vengono indicate, le quote di risalienza sono sempre riferite al piano campagna, senza, però, specificare la quota di questo e, molto spesso, senza neppur precisare la posizione del pozzo e del sondaggio.

In definitiva, le notizie più interessanti in riguardo all'andamento della falda restano quelle fornite, incidentalmente, dal Guadagno nel riferire sulla geologia di Monte Echia [243] e sui lavori per lo scavo della Direttissima [241].

Quanto alla zona ad occidente della città, le notizie sulla falda si fermano ancora a quelle poche, già citate, fornite dal Varriale nel riferire sugli studi compiuti per definire il tracciato dell'emissario di Cuma.

Viceversa i numerosi pozzi e sondaggi eseguiti in questo periodo danno preziose notizie sulla natura del sottosuolo.

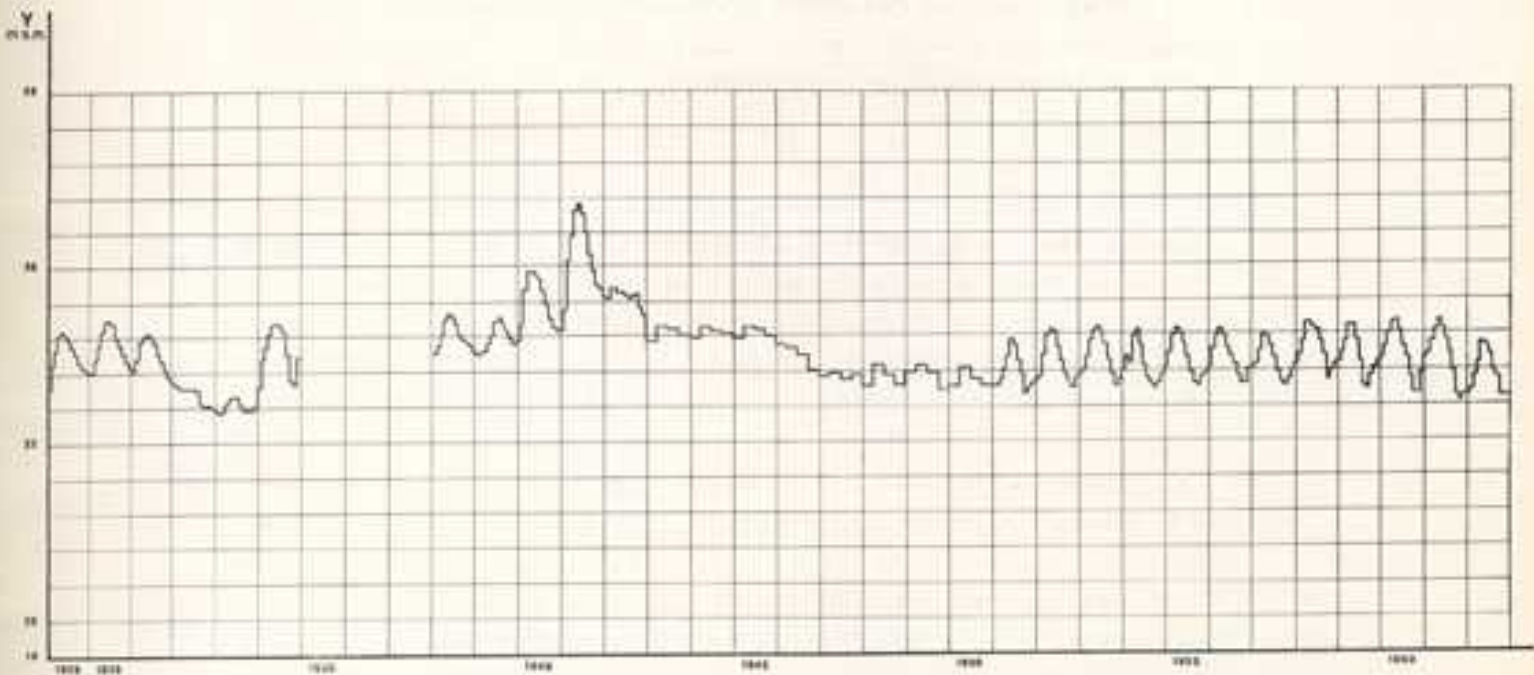
Ne segue, nel 1931, uno studio del D'Erasmus [173] che, sulla scorta di tutte le notizie reperibili, fa un primo punto sulla geologia della regione campana, mentre il Guadagno, con i lavori già citati [241] [243] e con altro apparso nello stesso periodo [244], dà il suo contributo alla conoscenza particolareggiata del sottosuolo nell'ambito del centro cittadino.

Consistente apporto, infine, alla conoscenza della composizione delle acque che si rinvenono nelle diverse zone è dato nello stesso periodo dal Rebuffat [397] che riporta le analisi chimiche delle acque rinvenute in 14 pozzi.

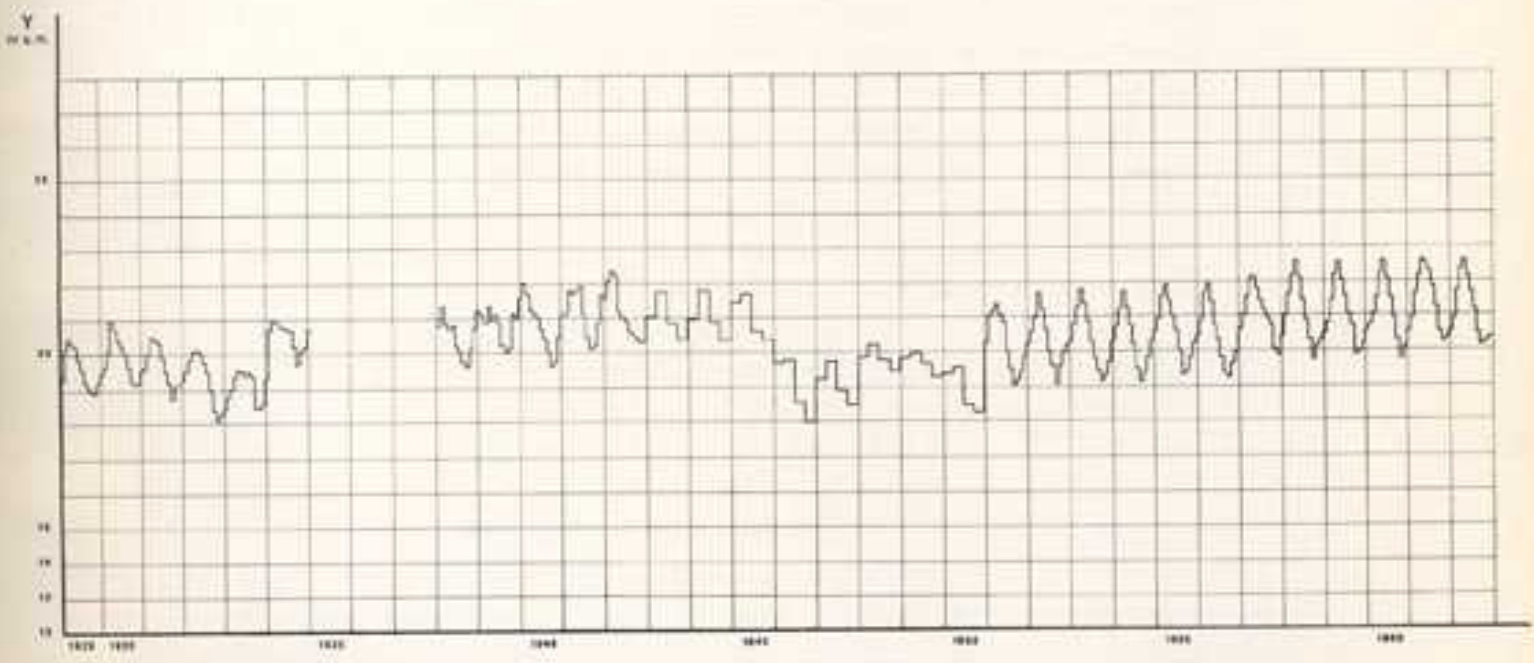
2-3) Indagini sistematiche, però, in cui idraulico, geologo e chimico, con l'ausilio di accurati rilevamenti topografici, di indagini geognostiche, di misure idrauliche e di analisi chimiche delle acque, intervengono, in collaborazione, per riconoscere andamento e potenzialità della falda idrica sotterranea, vengono eseguite soltanto negli anni successivi all'ultima guerra, a cura del Consorzio Generale di Bonifica del Basso Volturno, con finanziamenti della Cassa per il Mezzogiorno.

Esse purtroppo, predisposte allo scopo particolare di accertare le disponibilità di acque sotterranee per l'irrigazione del distretto di Licola

e della piana in sinistra dei Regi Lagni [472] [470] [471], consentono di far luce soltanto sulla idrografia sotterranea nell'estremo lembo



81 - Acerra (Campanozzo): oscillazioni delle falde registrate dal S.I.I. nel periodo dal 1929 al 1962.



82 - Nola (Stella): oscillazioni della falda registrate dal S.I.I. nel periodo dal 1929 al 1962.

occidentale della regione che ci interessa, mentre i dati rilevati una tantum dal medico provinciale di Caserta, riportati in una di dette relazioni [471], e altri fatti raccolti ultimamente dal Provveditore alle OO. PP. della Campania danno un'idea dell'andamento della falda nella parte media e alta dello stesso bacino dei Regi Lagni (vedi Tav. IV).

Per la restante parte della regione, oltre che da approfondite indagini geologiche, di cui trovansi complete citazioni bibliografiche in una nota del Penta sul sottosuolo di Napoli [379] e di cui danno ampia illustrazione i proff. Nicotera e Lucini, un contributo notevole alla conoscenza dell'idrografia sotterranea fu nello stesso periodo dato soprattutto dalla indagine compiuta dalla Lambertini e dai suoi collaboratori [271] [272] [273] [274] [275] [276] [277], nell'ambito di attività dell'Istituto di Chimica Industriale della Facoltà di Ingegneria di Napoli.

Infatti, come vedremo, ponendo in evidenza come la composizione delle acque rinvenute nel sottosuolo della città e dei dintorni si differenzia nettamente nel passare dall'una all'altra zona, confermando, in ciò, quanto già era stato adombrato da precedenti ricercatori [84] [397] e quanto, nello stesso periodo, riscontravano Meo [319] e Ippolito F. [254] [255], detta indagine consente di riconoscere, con sufficiente attendibilità, come morfologia e geologia della regione influenzino la circolazione delle acque nel sottosuolo della città e nelle zone poste al contorno di essa.

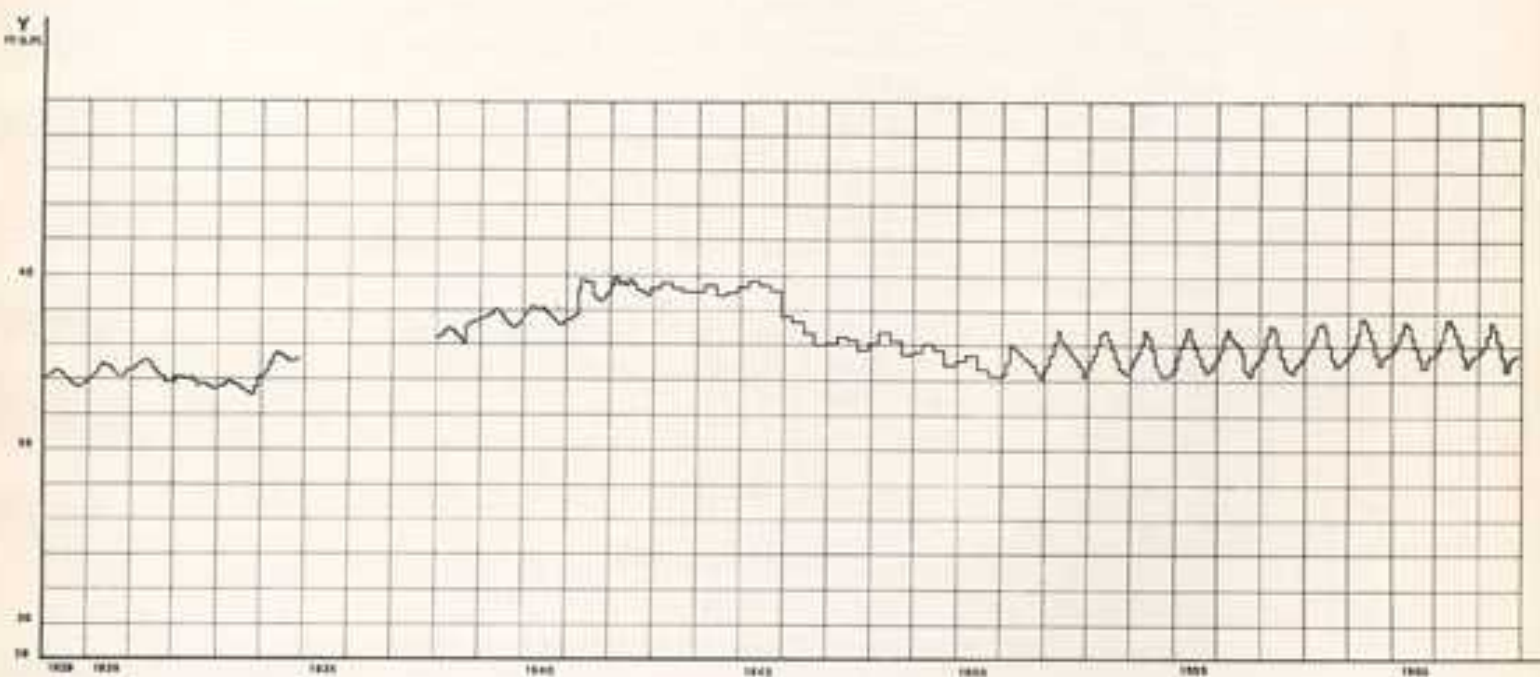
Al contrario, nonostante il numero sempre crescente di pozzi e di sondaggi trivellati nell'ambito del centro urbano e nei suoi immediati dintorni, se si esclude la zona posta al limite occidentale della regione, di cui già si è detto, pochi altri dati vengono raccolti o, comunque, vengono forniti in detto periodo in riguardo ai livelli raggiunti dalla falda idrica sotterranea.

Infatti, fra i dati pubblicati, oltre quelli forniti dalla Lambertini e dai suoi collaboratori, sono risultati utili soltanto quelli della Zei [477] e di Ippolito F. [254] [258], mentre, fra quelli non pubblicati, ci sono stati utili soltanto i dati raccolti e gentilmente trasmessici dall'Acquedotto, relativi a pozzi trivellati dallo stesso Acquedotto per ricerca di acque subito a Nord della zona industriale (figg. 85 e 86), nonché alcuni dati raccolti dai tecnici della Cassa per il Mezzogiorno nella zona occidentale del centro urbano in occasione della sistemazione delle fogne cittadine (figg. 87 e 88).

Tutti gli altri dati, relativi a trivellazioni eseguite con finalità diverse da quelle che qui interessano, per lo più riferiti alla quota del boccapozzo o del piano campagna, senza indicazione precisa né del



83 - Parete; oscillazioni della fable registrate dal S.I.I. nel periodo dal 1929 al 1962.



84 - S. Marco Evangelista; oscillazioni della fable registrate dal S.I.I. nel periodo dal 1929 al 1962.

valore assoluto di questa né della ubicazione del pozzo, hanno potuto darci soltanto un'indicazione sommaria degli spostamenti subiti dalla falda dalla epoca dell'ultimo rilevamento del D'Amelio, nell'ambito del centro urbano, e dall'epoca del rilevamento del Fiorelli, nella zona industriale (Tav. V e figg. da 64 a 70).

3) BACINI DI ALIMENTAZIONE DELLA FALDA

3-1) Ricapitolando le conclusioni dell'indagine compiuta dalla Lambertini e dai suoi collaboratori, nelle tabelle I, II e III (pag. 172 e segg.) riportiamo l'elenco completo dei campioni di acqua esaminati zona per zona dalla Lambertini e dai suoi collaboratori e, per ogni campione, al fine di caratterizzare la natura delle acque, sempre riferendoci alle analisi della Lambertini e dei suoi collaboratori, riportiamo i valori assunti:

dal residuo secco a 110°;

dalla durezza, permanente e temporanea;

dal rapporto $\frac{Ca^{++}}{Mg^{++}}$, fra millivalenze del calcio e millivalenze

del magnesio;

dal rapporto $\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{Na^{+} + K^{+}}$, fra millivalenze degli alcalino-terrosi

e millivalenze degli alcalini;

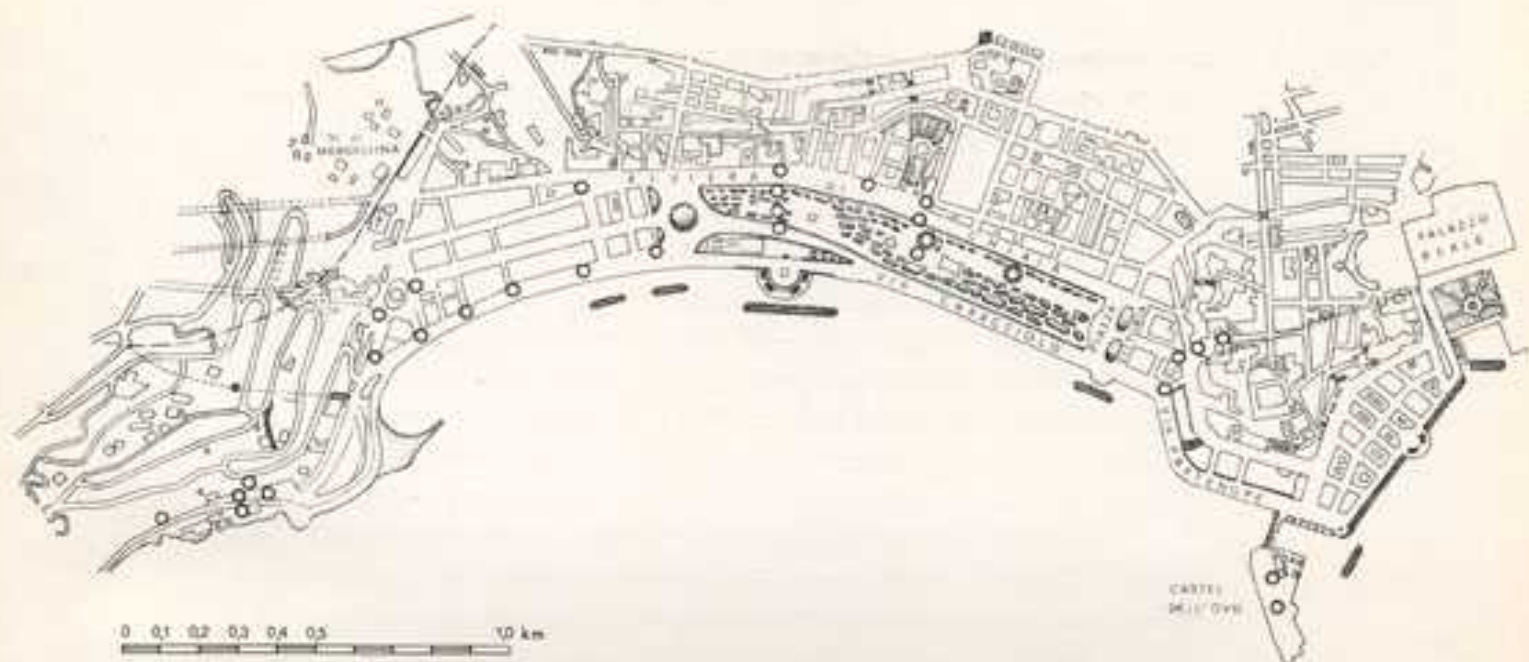
dal rapporto $\frac{Na^{+}}{K^{+}}$, fra millivalenze del sodio e millivalenze

del potassio.

Come è fatto osservare dalla Lambertini e dai suoi collaboratori, la composizione chimica delle acque rivela anche la loro provenienza.

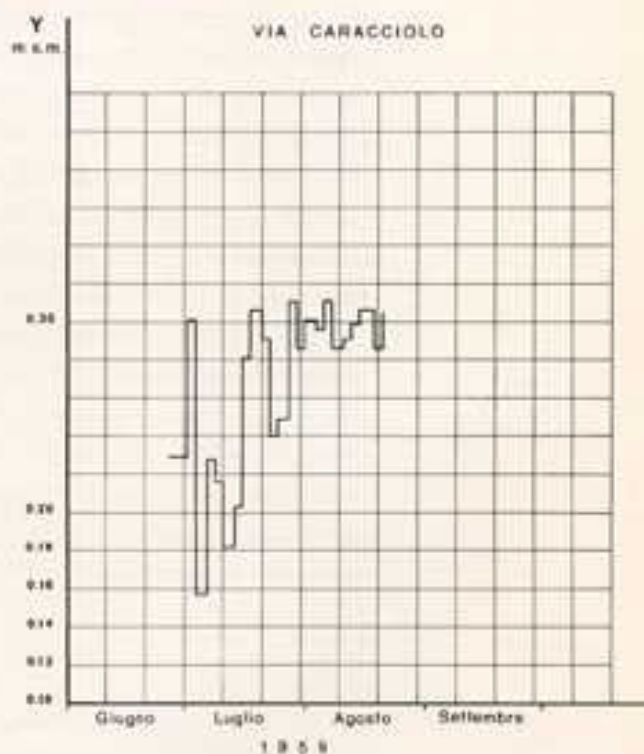
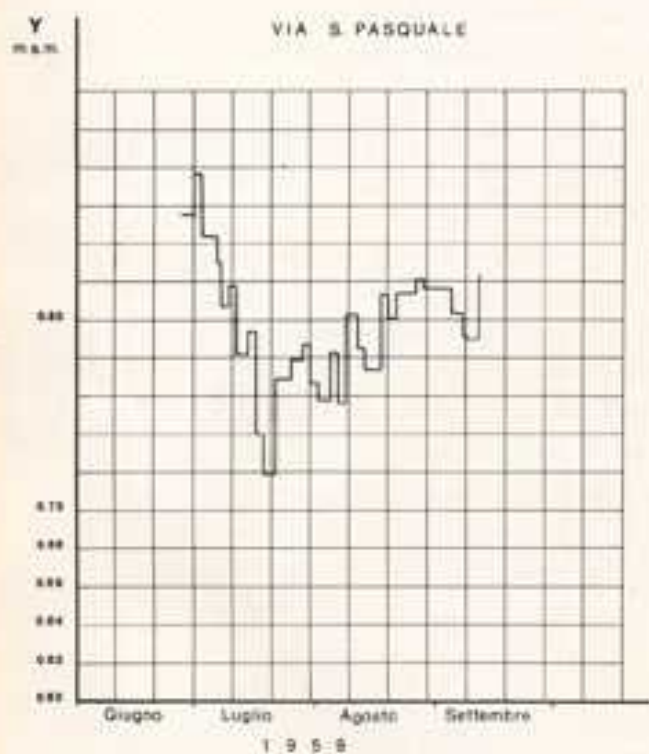
La presenza di bicarbonati alcalino-terrosi ed alcalini e il notevole contenuto di silice colloidale nelle acque che si rinvennero nella zona industriale e nella zona a Nord della città possono spiegarsi rispettivamente con l'azione aggressiva esercitata dall'anidride carbonica sciolta nelle stesse acque su rocce calcaree e vulcaniche che esse hanno incontrato nel sottosuolo e con la successiva scissione degli acidi polisilicici liberatisi in

seguito all'attacco di rocce vulcaniche. Dette acque, cioè, debbono provenire dalla cerchia di monti calcarei del casertano e



87 - Sistemazione delle fogne lungo il litorale: punti di rilevamento dei livelli della falda.

88 - Sistemazione delle fogne lungo il litorale: oscillazioni di livello della falda.



del nolano e dalla falda idrica che, alimentata da detti monti, e ravvenata dalle piogge che cadono direttamente sulla piana, si rinviene nei terreni di tipo B che costituiscono il sottosuolo di Terra di Lavoro.

A conclusioni analoghe inducono le analisi chimiche fatte eseguire dal Consorzio Generale di Bonifica del Basso Volturno sulle acque emunte dai pozzi da esso trivellati nella pianura in sinistra del tronco terminale dei Regi Lagni, all'estremo limite occidentale della regione.

Del tutto diversa, invece, deve essere la provenienza delle acque rinvenute nel sottosuolo del centro urbano e nella zona flegrea.

Nel centro urbano, a meno che nei pozzi del Chiatamone e del Palazzo Reale, in cui furono rinvenute acque minerali (acque ferrate), risalenti a quote nettamente superiori a quelle delle acque rinvenute in pozzi anche molto vicini, si rinvencono sempre acque molto dolci e leggere. Nella zona flegrea, non appena si scenda a una certa profondità, si incontrano acque minerali o fortemente mineralizzate, con composizione e con quote di risalienza notevolmente diverse, anche quando si considerino pozzi molto vicini; acque dolci, di composizione chimica analoga a quella delle acque che si rinvencono nel centro urbano, possono, però, incontrarsi anche in questa zona, quando i pozzi vengano spinti solo a modeste profondità, nelle placche di materiali del tipo B che qua e là si trovano sovrapposte all'ammasso tufaceo.

E' evidente che la presenza di acque minerali o mineralizzate, normale nella zona flegrea, episodica nel centro cittadino, va collegata alle ultime manifestazioni dell'attività vulcanica flegrea. Viceversa la presenza di acque dolci e leggere, quali si incontrano di norma e anche a notevole profondità nel centro urbano e su superficie limitate e a modeste profondità nella zona flegrea, va spiegata coll'infiltrarsi dalla superficie di acque meteoriche e col successivo processo di filtrazione che queste subiscono nell'attraversare l'ammasso tufaceo.

In definitiva, ricollegandosi alla morfologia e alla geologia della regione e a quanto è dato sapere in riguardo ai livelli via via raggiunti dalla falda idrica sotterranea, (vedi Tavole IV e V), si può concludere che, in accordo con l'ipotesi avanzata dal Cangiano più di cento anni fa, effettivamente a Nord della città si rinvencono nel sottosuolo acque alimentate dalla cerchia di monti calcarei del casertano e del nolano e dalla pianura che resta racchiusa fra questi e i rilievi flegreo e vesuviano.

A differenza, però, di quanto aveva ipotizzato il Cangiano, la tormentata tettonica connessa ai successivi episodi dell'attività vulcanica flegrea e vesuviana ha alterato profondamente la circolazione delle acque affluenti

dal retroterra, deviandone il corso verso oriente, nella fascia di terreni di tipo B che resta racchiusa fra l'apparato flegreo e quello del Somma-Vesuvio, e verso occidente, nella fascia, ancora di terreni del tipo B, delimitata fra le ultime propaggini dei Camaldoli e i Regi Lagni.

Di conseguenza le acque che si rinvergono nel centro urbano, fatta eccezione per quei pochi pozzi in cui si sono rinvenute acque minerali o mineralizzate, vengono alimentate dal bacino, di ben più modesta superficie, racchiuso dalle colline che circondano la città al nord e a occidente.

Da bacini di superficie ancor più piccola, infine, vengono alimentate le falde superficiali da cui provengono le scarse acque, non minerali, della zona flegrea.

3-2) Indicazioni sui livelli della falda, abbastanza esaurienti per alcune zone, più o meno lacunose per altre, vengono fornite nelle tavole IV e V e nelle figure che si accompagnano al testo.

A completamento di quanto già abbiamo detto nel precedente pgr. 2 sulle une e sulle altre, ci fermeremo qui brevemente a sottolinearne il significato e a specificare, di conseguenza, in che modo esse debbano essere interpretate.

Come può osservarsi dalle figure da 81 a 84 e dalla figura 86, i livelli della falda in ogni singolo punto variano da un anno all'altro e, in ciascun anno, da un mese all'altro, quando addirittura, come avviene nei punti più vicini alla costa, non variano nello stesso giorno in concomitanza con le oscillazioni delle maree (si che, come si osserva nella fig. 88, i dati raccolti in giorni diversi a ore non coincidenti scartano sensibilmente l'una dall'altro).

Ne deriva che, per caratterizzare in maniera completa i livelli della falda in un punto, occorrerebbe indicarne il valore medio e le oscillazioni che essi subiscono intorno a tale valor medio. Come vien fatto dal S.I.I. per i pozzi del retroterra che esso ha preso in osservazione, in ogni punto occorrerebbe procedere alla registrazione sistematica dei livelli via via raggiunti dalla falda in un lungo periodo di anni, per poter poi rappresentarne la successione storica in diagrammi sul tipo di quelli riportati negli esempi delle figure da 81 a 84 e nella figura 86. Soltanto così, infatti, si potrebbero scindere le oscillazioni periodiche di livello che la falda subisce in ogni punto dalle eventuali variazioni che, nel periodo di osservazione, potrebbe aver subito il valor medio intorno a cui anno per anno e stagione per stagione i livelli della falda vanno

oscillando. Si potrebbe, cioè, riconoscere se, per una ragione o per l'altra, la falda ha subito un progressivo arricchimento o un progressivo depauperamento.

Per le stesse ragioni, per conoscere l'andamento assunto dalla superficie di livello della falda in una determinata zona e per giudicare se tale andamento ha subito variazioni nel tempo, occorrerebbe che in un congruo numero di punti, ricadenti nella zona, fossero state eseguite registrazioni dei livelli della falda continue e sistematiche o, quanto meno, occorrerebbe che le registrazioni, cui si riferiscono i dati in nostro possesso, fossero state eseguite nella stessa stagione e fossero state ripetute, sempre contemporaneamente, in epoche diverse.

Purtroppo, riepilogando quanto è detto nel precedente pgr. 2, registrazioni continue e sistematiche dei livelli della falda sono state eseguite soltanto in punti o in zone isolate:

dal S.I.I., nel periodo dal 1929 al 1962, in alcuni pozzi nel retroterra a Nord della città ;

dall'Acquedotto, nel periodo dal 1946 al 1966, nei pozzi di Lufrano, che lo stesso Acquedotto ha trivellato a settentrione della zona orientale; dalla Cassa per il Mezzogiorno, nel 1959, nei cavi eseguiti per il completamento delle fogne nella zona litoranea.

Rilievi sistematici, per desumere l'andamento della falda in determinate epoche, a loro volta, sono stati eseguiti soltanto:

dagli ingegneri Contarino e D'Amelio, nella zona del centro urbano, rispettivamente nel 1884 e nel 1890 e nel 1900-1901;

da Fiorelli, nella zona orientale, nel 1926;

dal Consorzio Generale di Bonifica del Basso Volturno, nelle zone di Licola e di Varcaturò e in sinistra dei Regi Lagni, rispettivamente nel 1955 e nel 1961;

dal Provveditorato alle OO. PP. della Campania nel medio e alto bacino dei Regi Lagni nel 1967.

Per il resto, i dati a disposizione si riferiscono a misure isolate, eseguite una tantum, durante la trivellazione di pozzi o di sondaggi, indipendentemente l'una dall'altra e in epoche diverse. Per di più, come già si è segnalato nel precedente numero 2, quasi sempre le quote raggiunte dalla falda nei singoli pozzi o nei singoli sondaggi sono riferite al piano campagna, senza che neppure sia stata misurata la quota assoluta di questo.

Ne deriva che, a prescindere dal grado di approssimazione insito nei singoli dati, non sempre è facile dedurre da questi se le differenze di

livello che essi segnalano fra i diversi punti cui si riferiscono siano dovute al fatto che i dati furono raccolti in epoche diverse o, piuttosto, a effettive differenze del livello medio della falda nel passare da un punto all'altro. Analogamente, quando i dati si riferiscono a punti che ricadono in zone in cui, in altra epoca, vennero eseguiti rilevamenti, non è facile valutare se le differenze che si riscontrano fra i livelli indicati da tali dati e quelli osservati in altra epoca siano dovuti alle oscillazioni periodiche della falda o debbano, piuttosto, ascriversi a effettive variazioni subite dal livello medio di questa.

Almeno in parte si può ovviare all'inconveniente considerando, così come abbiamo fatto, i dati nel loro complesso.

In particolare, a meno che per qualche zona in cui non si hanno dati o si hanno troppo pochi dati, l'andamento della falda può essere ricostruito con buona attendibilità se, come abbiamo fatto nella Tavola IV, anziché considerare i livelli di falda misurati nei singoli punti, si considerano i campi di valori entro cui detti livelli ricadono.

A loro volta, le variazioni di livello subite dalla falda negli ultimi decenni, limitatamente al centro urbano e alla zona industriale, possono essere dedotti con sufficiente attendibilità se, come abbiamo fatto nella Tavola V, prendendo a riferimento i rilevamenti sistematici compiuti dal D'Amelio, nel 1900 ÷ 1901, e dal Fiorelli, nel 1926, si raffrontano con essi i dati raccolti in epoca successiva, considerando, però, soltanto se quest'ultimi indicano livelli di falda decisamente maggiori o decisamente minori o praticamente coincidenti con quelli registrati nei due rilevamenti anzidetti.

Si constata, infatti, che i punti in cui i livelli di falda misurati negli ultimi decenni sono decisamente maggiori che nel passato si trovano, pressoché tutti, localizzati in prossimità della costa. Di conseguenza, tenendo anche conto di quanto, sia pure soltanto a titolo descrittivo, hanno scritto i tecnici che, per una ragione o per l'altra, ebbero in passato occasione di studiare l'andamento della falda nel sottosuolo della città e della zona industriale, ad oriente, sembra legittimo concludere che negli ultimi decenni i livelli della falda in prossimità della costa hanno subito un sensibile innalzamento.

D'altra parte, tale innalzamento non può essere attribuito a un aumento delle portate che la falda convoglia al mare, dato che, se così fosse, contrariamente a quanto dicono gli altri dati a disposizione, a una certa distanza dalla costa si sarebbero dovuti avere innalzamenti anche maggiori. Sembra logico, perciò, ricercarne la causa soltanto nelle perdite

di carico che sono state introdotte, in prossimità dello sbocco a mare della falda, quando, con la costruzione di moli e con colmate, si è provveduto in epoche successive a sistemare il litorale per tutta la sua lunghezza, da S. Giovanni a Teduccio a Posillipo.

Sempre dalla Tavola V, si può constatare che i dati per cui i livelli misurati nella falda negli ultimi decenni risultano decisamente minori che per il passato si trovano, per la massima parte, localizzati, a una certa distanza dalla costa, nella zona industriale e, nel centro urbano, lungo una direttrice che segue il tracciato della galleria della Direttissima, nel tratto fra piazza Cavour e piazza Garibaldi.

Anche in tal caso, circostanze e notizie varie concorrono a testimoniare che, in accordo alla interpretazione innanzi illustrata dei dati a disposizione, in dette zone la falda ha subito negli ultimi decenni un notevole abbassamento.

Nella zona industriale, infatti, erano in funzione già da epoca antica numerosissimi pozzi, adoperati o per uso irriguo o per uso potabile, da cui l'acqua veniva emunta a mezzo di norie. Oggi la maggior parte di detti pozzi è stata sostituita da pozzi trivellati profondi e, là dove ciò non si è fatto, per continuare a servirsi dei pozzi più antichi è stato necessario approfondire le vecchie canne e sostituire pompe sommerse alle norie e alle pompe aspiranti, introdotte, in un primo momento, al posto di queste.

Nella zona del centro urbano posta a cavallo del tracciato della Direttissima, fra piazza Cavour e piazza Garibaldi, dove la galleria della Direttissima, lasciato l'ammasso tufaceo, è scavata in materiali del tipo B e a quote più basse della preesistente superficie della falda, a confermare che effettivamente quest'ultima, a seguito della costruzione della galleria e durante gli stessi lavori, subì un sensibile abbassamento, sono le notizie fornite dai tecnici che, per una ragione o per l'altra, si occuparono dei dissesti che in quell'occasione subirono strade e edifici sovrastanti. Tutti, infatti, ebbero occasione di constatare l'abbassamento della falda, collegando, anzi, proprio a questo i dissesti verificatisi.

3-3) Non è questo il luogo per discutere sulla potenzialità della falda nelle diverse zone o, più precisamente, sulle massime portate che possono essere emunte da essa senza provocarne l'esaurimento.

Converrà, soltanto, a complemento di quanto si è detto nel precedente pgr. 3-1, osservare che nel centro urbano, dove la falda idrica sotterranea è alimentata da un bacino imbrifero di dimensioni ridotte, i livelli di essa

subirano oscillazioni sensibili, sollevandosi su ampie zone, allorché, entrato in funzione l'Acquedotto del Serino, aumentarono le acque di risulta immesse nel sottosuolo attraverso i pozzi neri, allora in funzione, e si abbassarono di nuovo allorché, dopo la costruzione del nuovo Acquedotto, fu sistemata anche la rete di fogne cittadine.

Bastarono, cioè, le maggiori portate scaricate nel sottosuolo subito dopo l'arrivo delle acque del Serino a turbarne l'equilibrio e bastò che per allontanare dette maggiori portate si costruissero le fogne perché la falda ritornasse alle condizioni iniziali.

Nella zona orientale, invece, dove la falda è alimentata da un bacino imbrifero molto più esteso, soltanto l'emungimento continuo di portate dell'ordine di $1 \div 2$ mc/sec, quale è stato effettuato nell'ultimo ventennio dall'Acquedotto cittadino, ha avuto ripercussioni sui livelli della stessa, abbassandoli fino a un massimo di circa due metri.

Ma, come può osservarsi mettendo a raffronto con la fig. 86 le figure da 81 a 84, si è trattato di fenomeni localizzati alla zona in cui sono stati concentrati gli emungimenti, tanto è vero che, spostandosi soltanto di poco verso l'entro terra, i livelli medi della falda non hanno praticamente subito variazioni.

Passando, infine, alle falde locali, di acque dolci, che si rinvergono qua e là nella zona flegrea a testimoniare la modestissima superficie dei bacini che le alimentano è il fatto che bastano emungimenti continui anche modesti da pozzi trivellati fino a quote più basse del livello marino perché le acque emunte da esse si arricchiscano di cloruri. Mentre, cioè, i livelli nei pozzi poco variano, data la vicinanza degli stessi al mare, basta emungerne con continuità anche piccole portate perché il bilancio idrico di dette falde venga alterato e le acque del mare avanzino verso l'interno.

CAPITOLO SESTO

Caratterizzazione geotecnica del territorio urbano (*)

I PROBLEMI GEOTECNICA NELLO SVILUPPO DELLA CITTA'

La storia geologica del Napoletano, la morfologia del territorio, la natura dei terreni, le cavità presenti nel sottosuolo, le acque sotterranee sono state illustrate nei precedenti capitoli di questa relazione.

Alcuni di questi elementi riescono utili per comprendere da un punto di vista generale il significato dei vari fattori in gioco; altri non sempre sono presenti e quindi solo a volte influiscono sul comportamento delle opere o sull'esito di interventi sul suolo e nel sottosuolo. Oltre ai fattori citati, e che già furono tenuti presenti nel passato naturalmente entro i limiti di conoscenza dell'epoca altri debbono essere presi oggi in considerazione.

I problemi tecnici connessi con il sottosuolo hanno infatti assunto una complessità per l'innanzi sconosciuta vuoi per la espansione industriale e commerciale della città, vuoi per le accresciute esigenze della popolazione: richiedono dunque, per la loro risoluzione, di essere approfonditi nel loro contenuto fisico-meccanico e trattati su basi quantitative, il che è possibile grazie ai metodi di calcolo e ai procedimenti sperimentali che la Geotecnica pone a disposizione.

E qui conviene chiarire come i problemi geotecnici si pongano in due diversi momenti dell'edificazione della città e si presentino quindi con aspetti in qualche misura differenti.

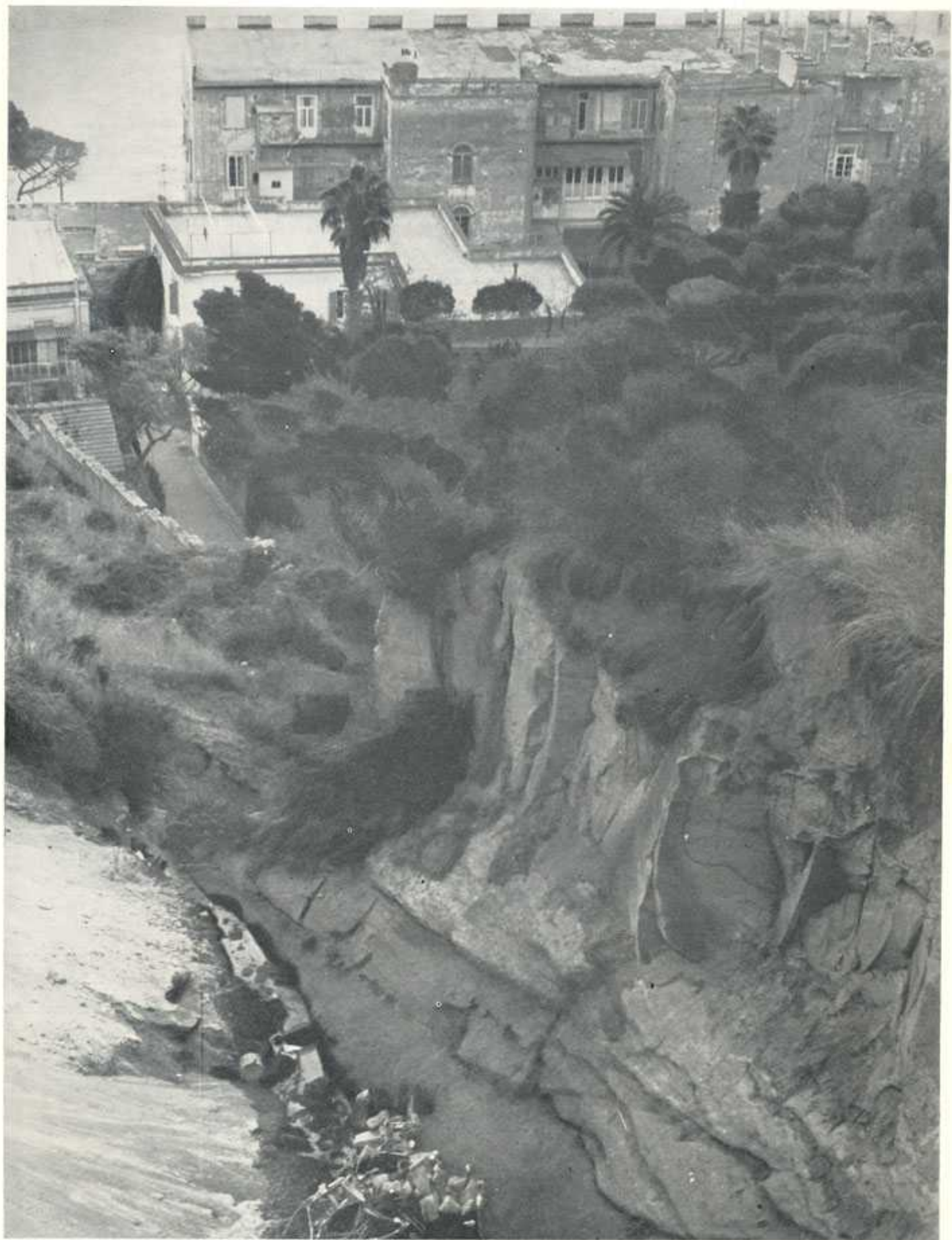
(*) *A cura del Pro/. Ing. Arrigo Croce.*

Problemi geotecnici si pongono può dirsi quotidianamente, ogni volta cioè che si debba progettare e poi realizzare la fondazione di nuovi edifici, aprire nuovi tronchi stradali con esecuzione di scavi e creazione di riporti, eseguire opere in sotterraneo destinate a vari usi. Si tratta cioè di problemi geotecnici localizzati, puntuali, ai quali va data una risposta precisa; ciò presuppone una minuta, particolareggiata conoscenza del sottosuolo dell'area sulla quale insiste o insisterà la costruzione, sia per quanto riguarda le proprietà fisico-meccaniche dei terreni sia per quanto si riferisce a falde di acque sotterranee ed a cavità ove siano presenti. Inoltre il problema non dipende soltanto dai fattori relativi al sottosuolo, ma anche dal tipo, dalle dimensioni, dalla funzione del manufatto.

Si tratta dunque dei problemi geotecnici che sorgono in conseguenza della costruzione di singoli manufatti e che vanno quindi affrontati al momento del progetto ed indagati caso per caso.

Problemi geotecnici, forse non altrettanto evidenti ma indubbiamente di notevole peso per lo sviluppo della città, si pongono quando dal caso singolo si passi a considerare il tessuto urbano relativo ad aree più o meno estese: si pensi alla stabilità di insieme di queste aree in funzione di un dato tipo di insediamento urbano od industriale, alla maggiore o minore attitudine del sottosuolo a sopportare carichi esterni, alle possibili soluzioni tecniche ed ai costi di certe ipotizzabili infrastrutture in sotterraneo e così via. Problemi geotecnici di questo genere non sorgono perciò in occasione della costruzione delle singole opere, ma si pongono in precedenza e cioè all'atto della redazione di piani e programmi urbanistici sia per lo sviluppo della città sia per la sua ristrutturazione; piani e programmi che non solo debbono tener conto, come di consueto, dell'ambiente fisico ed in particolare geologico, ma che debbono essere verificati attraverso analisi di tutti i fattori che caratterizzano il sottosuolo dal punto di vista tecnico ed attraverso la disamina della compatibilità tra le ipotesi derivanti da tali analisi e le ipotesi propriamente urbanistiche; debbono cioè essere verificati in sede geotecnica. Soluzioni urbanistiche accuratamente studiate anche sotto questo punto di vista possono ridurre sostanzialmente difficoltà anche gravi che altrimenti potrebbero sorgere - come infatti è avvenuto per la nostra città - a distanza di anni all'atto della costruzione dei singoli manufatti, sia pubblici sia privati (1).

(1) Per maggiori particolari cfr. CROCE A.: Il sottosuolo della città di Napoli nei riguardi dei problemi geotecnici (1967).



89 - Stato attuale di un alveo nella zona tra via Petrarca e via Posillipo.

CARATTERI GEOTECNICI DEL SOTTOSUOLO

Come si diceva poc'anzi, ogni volta che si debba progettare un manufatto od in genere un intervento sul suolo o nel sottosuolo è necessario indagare sulle caratteristiche geotecniche dei terreni, che saranno interessati dalla nuova costruzione; l'area da considerare è piccola, ma l'indagine deve essere minuziosa. Se però si tratta di risolvere problemi di carattere urbanistico, la conoscenza geotecnica del sottosuolo riguarda necessariamente aree molto vaste, ma allora è sufficiente individuare i caratteri essenziali influenti sulla soluzione del problema urbanistico.

Si scorge così l'utilità di una conoscenza di insieme dei caratteri geotecnici del sottosuolo cittadino che, trascurando i dettagli, presenti in forma sintetica i dati fondamentali. Ed una tale conoscenza a grandi tratti, se è indispensabile ai fini urbanistici, risulta non inutile anche per inquadrare preventivamente i problemi geotecnici specifici delle singole opere. E' con questa finalità ed entro questi limiti che verrà illustrata nel presente paragrafo una *carta geotecnica del territorio urbano* in scala 1:25.000 (v. Tav. VI) tracciata sulla scorta dei dati attualmente disponibili e che in talune zone sono assai scarsi. E' facile comprendere come una tale carta, per essere utile, deve essere periodicamente aggiornata non solo per tener conto di nuovi dati nel frattempo raccolti, ma anche e forse principalmente per adeguarla ai temi nuovi che lo sviluppo della città suscita.

Qualsiasi rappresentazione grafica che voglia dar conto dei caratteri geotecnici del sottosuolo deve necessariamente riguardare uno spazio tridimensionale e precisamente lo *strato del territorio tecnicamente significativo*. Tale spazio non è solo quello destinato a contenere le opere di fondazione dei manufatti e in genere le strutture in sotterraneo, ma anche l'ulteriore spazio nel quale le strutture medesime fanno sentire la loro influenza dal punto di vista geotecnico. Lo spessore dello strato tecnicamente significativo può quindi essere differente da zona a zona della città. Per il momento, in via di prima approssimazione può essere assunto dell'ordine di una cinquantina di metri.

Naturalmente il primo e più evidente elemento che caratterizza lo spazio in questione è la superficie che lo delimita all'esterno e dunque la sua morfologia già ampiamente illustrata nel cap. II: pertanto nella Tav. VI ne è riportata la rappresentazione per curve di livello.

Altro elemento di fondamentale importanza e già approfonditamente analizzato (v. cap. V) è costituito dalle acque sotterranee, che nella nostra città per i caratteri idraulici che le caratterizzano possono

essere rappresentate con semplicità, ma senza perdere di efficacia, dalla superficie libera della falda idrica ⁽²⁾.

Gli altri elementi che vengono rappresentati nella carta geotecnica riguardano la localizzazione e le proprietà fisico-meccaniche dei terreni presenti nel sottosuolo ed è su tali fattori che ci soffermeremo qui brevemente ⁽³⁾.

Ricorderemo intanto (v. cap. I) come l'ossatura della più gran parte del territorio cittadino è costituita da una roccia lapidea formata per autocementazione delle ceneri e delle pomice e di altri detriti lanciati dai vulcani flegrei e noto come *tufo giallo napoletano*. Il tufo giallo è quasi sempre ricoperto da una coltre più o meno spessa di *terreni sciolti* pur essi prevalentemente di origine vulcanica.

Il tufo giallo napoletano

I tufi vulcanici sono presenti nel Napoletano in numerose varietà, ma di gran lunga prevalente è il cosiddetto tufo giallo caotico o tufo giallo napoletano a sua volta alquanto vario per la percentuale e le dimensioni degli inclusi dispersi nella massa cineritica e per la sua porosità.

Nella formazione tufacea non si riscontrano veri e propri piani di stratificazione nel senso di superfici regolari di discontinuità, così evidenti nelle rocce sedimentarie tipiche. Sono invece numerose le fratture, che attraversano la massa in varie direzioni, da subverticali fino ad orizzontali quasi. Esse sono spesso assai estese ed al loro incontro determinano grossi ed irregolari prismoidi. Ne segue che il comportamento di questa formazione sotto l'azione dei carichi esterni dipende dalla geometria e dalle proprietà meccaniche del materiale lungo le superfici di frattura laddove queste sono frequenti o particolarmente disposte in relazione alla distribuzione ed all'orientamento dei carichi esterni. Quando ciò non si verifici, assume significato il comportamento a rottura della massa litoide. Dai dati disponibili si ricava che la capacità di resistenza a rottura del tufo è alquanto variabile a seconda del contenuto di acqua ed a seconda del grado di lapidificazione. In generale può dirsi che trattasi di una roccia lapidea

(2) Le curve di livello della falda rappresentate nella Tav. VI e relative alle zone centrali ed orientali della città sono dedotte dalla Tav. V, *Falde nel centro cittadino*. Per l'area di Coroglio le curve di livello della falda sono state tracciate tenendo conto dei dati raccolti in occasione di perforazioni recentemente eseguite.

(3) Circa le proprietà fisico-meccaniche dei terreni vulcanici del Napoletano potrà utilmente consultarsi la memoria di PELLEGRINO A.: *Proprietà fisicomecchaniche dei terreni vulcanici del Napoletano* (1967).

(coesione mediamente dell'ordine di qualche diecina di kg/cm²; angolo di attrito intorno ai 25°).

Malgrado i valori non elevati delle caratteristiche di resistenza a rottura certamente non paragonabili a quelli delle rocce lapidee compatte o dure, malgrado la presenza a volte di superfici di frattura, il tufo gialle può tuttavia sopportare carichi di entità notevole ed assicurare la stabilità di scavi relativamente ampi.

Ne consegue che uno degli elementi che assume maggiore significato nella carta geotecnica della nostra città è rappresentato dalla presenza o meno della formazione tufacea nel sottosuolo dell'area che si considera. In effetti la formazione tufacea è presente in quasi tutto il territorio urbano, ove in affioramento ove e più spesso a profondità variabili dalla superficie esterna.

La sua presenza è indicata nella Tav. VI con tratteggi gialli di diversa intensità per distinguere la profondità del tetto del tufo dal piano di campagna in relazione ai problemi di fondazione ⁽⁴⁾. Più precisamente sono stati considerati tre intervalli: da 0 a 5 m, da 5 a 30 m ed oltre i 30 m. Per il primo non v'è dubbio che convenga raggiungere con le opere di fondazione la formazione tufacea; per il secondo intervallo può sorgere l'alternativa di trasmettere i carichi o direttamente al tufo o ai sovrastanti terreni sciolti; infine al di là dei 30 m la presenza della formazione tufacea non presenta alcun interesse dal punto di vista tecnico almeno per le opere di più frequente costruzione in quanto sarà quasi sempre possibile e conveniente trasmettere i carichi ai terreni sciolti posti a tetto del tufo.

Le aree nelle quali il tufo è affiorante o a profondità inferiori a 5 m dalla superficie esterna si trovano per lo più in corrispondenza delle pendici e dei bordi superiori delle colline di Posillipo, dei Camaldoli, di San Martino e di Capodimonte. Il tufo affiora anche più a nord e precisamente a Chiaiano ed a Marano.

La formazione tufacea è presente a maggiori profondità, variabili fra i 5 ed i 30 m, in una fascia amplissima larga intorno agli 8 km e che si estende in direzione da N-W a S-E dalla costa, fra via Caracciolo ed il porto, verso l'interno; comprende quasi interamente la parte bassa della città, le colline dei Camaldoli, del Vomero e di Capodimonte nonché la zona più a nord fino all'altezza dei centri di Marano e Marianella. Nelle stesse condizioni si rinviene il tufo nella collina di Posillipo.

(4) L'andamento del tetto del tufo in corrispondenza del centro cittadino è rappresentato anche nelle Tav. I e II in scala 1: 10.000.



90

90 - Via Nuova Camaldoli; sezione artificiale in terreni incoerenti; è visibile il riempimento naturale di un antico vallone inciso nella serie di terreni vulcanici in sede.

91 - Via Pigna, imbocchi di eunicoli scavati per l'estrazione del lapillo ed oggi abbandonati.

91



Infine il tetto del tufo si trova a profondità superiori ai 30 m nella area posta al limite N-E del territorio comunale, e che comprende i centri di Secondigliano, Arzano e Melito, e nell'area posta al limite S-W comprendente Fuorigrotta, Agnano, Pianura, Soccavo.

Nell'interno della formazione tufacea sono state scavate in varie epoche cave di prestito, canali per l'alimentazione idrica, pozzi per attingere a questi ultimi così come è avvenuto per tante altre antiche città. Ogni volta quindi che si debba procedere al progetto e poi alla costruzione di una nuova opera è necessario porsi il quesito della presenza o meno di cavità all'interno della formazione tufacea al fine di valutarne l'influenza sulla stabilità dell'opera medesima.

Il problema di individuare le cavità presenti, abbastanza semplice in linea di principio, è in pratica di difficile soluzione. Molte cavità sono state attendibilmente individuate per esplorazione diretta e fra queste, ovviamente, le gallerie stradali e ferroviarie; altre cavità sono state individuate in forma limitata od incompleta; altre cavità infine sfuggono ad ogni rilievo per essere non più visibili gli imbocchi.

Oltre ai dati così raccolti - e che sono riportati nella documentazione allegata alla presente relazione - di grande utilità è risultata la indagine storica ampiamente illustrata nel cap. IV.

Da questi vari elementi si ricava che, se è vero da un lato che quasi ovunque nel territorio cittadino è possibile imbattersi in una cavità più o meno rilevante, è pur vero dall'altro che le antiche cave di tufo si concentrano in certe zone della città. Solo queste zone, nelle quali le cavità appaiono come un elemento relativamente caratteristico del sottosuolo, sono considerate nella Tav. VI.

Se dunque i dati già raccolti e quelli che nel futuro potranno essere raccolti sulle cavità presenti nel sottosuolo cittadino sono di indubbia utilità, resta pur sempre fra i compiti del progettista e del costruttore verificare se le fondazioni di una nuova opera possano incontrare o possano risultare molto prossime a qualche cavità. A tal proposito deve essere tenuto presente che i metodi geofisici attualmente disponibili cadono in difetto e che quindi non resta che ricorrere ai sondaggi meccanici.

Le antiche cave risultano in generale solide, anche se possa accadere di osservare qualche distacco nei piedritti o nella volta o qualche frattura nei pilastri; al qual riguardo è da ricordare che le cave medesime si svolgevano in sotterraneo seguendo il tufo dove questo appariva di migliori qualità meccaniche.

I terreni sciolti

I terreni sciolti presenti nel sottosuolo della città sono quasi sempre di origine vulcanica; sono tuttavia assai diversi fra loro per dimensioni e struttura delle particelle.

In sito si rinvencono in stratificazioni spesso assai minute e variabili da una verticale all'altra anche se queste sono molto vicine. Quando però si passi a tener conto delle proprietà fisico-meccaniche, quelle differenze si attenuano in guisa che ai fini tecnici ed in via di prima approssimazione i terreni sciolti in questione possono essere raggruppati in:

- *pozzolane con sottili intercalazioni di pomici;*
- *sabbie del litorale;*
- *intercalazioni e mescolanze irregolari di terreni vulcanici, terreni alluvionali e sostanze organiche.*

Le pozzolane con sottili intercalazioni di pomici si incontrano nella maggior parte del territorio cittadino; le sabbie sono presenti lungo una stretta striscia che costeggia il litorale da Mergellina a S. Giovanni a Teduccio. Infine il terzo gruppo di terreni, e cioè le intercalazioni di terreni vulcanici, terreni alluvionali e sostanze organiche, sono presenti sia nella zona pianeggiante posta al limite orientale della città, sia nella zona pianeggiante di Coroglio.

E' da aggiungere, ma su questo non ci soffermeremo, che frequentemente si riscontrano riporti artificiali creati in varie epoche lungo i fianchi delle colline oppure a riempimento di antichi fossi e valloni od anche lungo la costa.

Le pozzolane e le pomici si differenziano fra loro per la granulometria che è più fine nelle pozzolane e per la struttura delle particelle che nelle pomici è nettamente più soffiata e vacuolare. Questi caratteri variano lungo una data verticale, ma l'indagine statistica dimostra che essi rimangono abbastanza costanti in tutto il territorio.

Il comportamento delle pozzolane e delle pomici sotto i carichi esterni è molto semplice e simile nei due materiali. Infatti, sia perché nella maggior parte della città la falda è a notevole profondità dal piano di campagna e quindi i terreni compresi nello strato tecnicamente significativo hanno un grado di saturazione alquanto inferiore all'unità sia per l'elevata permeabilità di questi materiali ed in particolare delle pomici, i carichi applicati si trasmettono immediatamente allo scheletro solido. Di conseguenza il decorso delle deformazioni nel tempo è molto rapido e la resistenza a rottura non è in pratica legata alle modalità di applicazione dei carichi.

La compressibilità dei terreni in discorso è mediamente la stessa, salvo che maggiormente variabile intorno al valore medio quando si passi dalle pozzolane in sede alle pozzolane rimaneggiate e da queste alle pomici.

La resistenza a rottura dipende essenzialmente dalla porosità ed è caratterizzata da valori dell'angolo di attrito relativamente elevati e da valori spesso non nulli della coesione.

Occorre però ricordare che la coesione delle pozzolane dipende da numerosi fattori non sempre contemporaneamente agenti e per di più soggetti all'influenza delle condizioni esterne ed in particolare all'azione della acqua che si esplica in vari modi. Ne consegue che in determinate circostanze la coesione può notevolmente ridursi e perciò ai fini tecnici va trascurata od al più considerata con estrema cautela.

Nelle pomici la coesione è da attribuire all'effetto di incastro reciproco delle particelle, il che è agevolato dalla loro rugosità. Anche la coesione delle pomici è quindi soggetta all'influenza dell'ambiente esterno, in particolare in prossimità della superficie esterna di fronti di scavo o di pendii naturali quando entrino in gioco sollecitazioni di carattere dinamico.

Da quanto innanzi risulta che il sottosuolo cittadino laddove è costituito da pozzolane con intercalazioni di pomici può essere caratterizzato dal punto di vista geotecnico con relativa semplicità grazie a due circostanze che si verificano quasi sempre e cioè un comportamento semplice e praticamente uguale delle pozzolane e delle pomici sotto l'azione dei carichi esterni e campi di variazione delle loro proprietà fisicomeccaniche poco diversi.

Le sabbie del litorale presentano proprietà notevolmente uniformi.

Le intercalazioni e mescolanze di terreni di varia natura sono invece assai diverse in fatto di caratteristiche geotecniche; esse però occupano una parte relativamente piccola del territorio urbano.

Può dunque dirsi che, benché i terreni sciolti che si incontrano nel sottosuolo della città siano di diversa natura e posseggano differenti proprietà fisico-meccaniche, è tuttavia possibile darne una rappresentazione geotecnica a carattere sintetico.

Per quanto riguarda natura, in via di prima approssimazione si può far riferimento al raggruppamento innanzi indicato che tiene conto dei caratteri essenziali dei terreni presenti nello strato tecnicamente significativo.

Per la valutazione delle proprietà meccaniche si può far ricorso ai risultati di prove in sito ed in particolare di prove con penetrometro statico. Analizzando i valori medi della resistenza alla punta lungo le numerose verticali esplorate, si è riscontrata una notevole uniformità anche in aree alquanto vaste. Sono stati così riconosciuti cinque



92

92-93-94 - Parco Comola-Ricci; imbocchi delle sottostanti cave « Mangani »: in fig. 92, il viadotto che collega un parco residenziale in costruzione nella fossa di cava, con la città; in 93 e 94, particolari.

93



94



inviluppi tipici della resistenza penetrometrica alla punta in funzione della profondità e che sono rappresentati nella Tav. VI.

IL TESSUTO URBANO

I problemi geotecnici dipendono dai fattori relativi al sottosuolo innanzi richiamati, ma sorgono e si determinano per effetto delle opere che con il sottosuolo in varia guisa interagiscono. Nel configurare tali problemi intervengono quindi altri fattori che si riferiscono alle opere dello uomo e che possono essere così raggruppati:

- tipi, caratteristiche geometriche e strutturali, stato di conservazione delle costruzioni e delle relative opere di fondazione comprese le opere di sostegno in genere;
- natura ed intensità dei carichi trasmessi al sottosuolo;
- canalizzazioni sotterranee per acquedotti e per fognature.

Allorquando si tratti di un'opera singola, questi dati possono essere determinati senza difficoltà; quando però si voglia impostare un discorso di carattere generale ci si avvede della scarsezza, della frammentarietà, dell'imprecisione dei dati disponibili. E' impossibile quindi, allo stato attuale, tracciare una carta dei parametri rappresentativi del tessuto urbano e significativi ai fini geotecnici.

Qualche elemento può essere dedotto indirettamente da statistiche varie e su questo riferiremo nel presente paragrafo; sulle condizioni statiche delle opere o meglio sui dissesti che su queste gravemente incidono si riferisce nel cap. IX della presente relazione; per gli acquedotti e per le fognature si rimanda ai cap. VII ed VIII.

Può essere anzitutto utile considerare l'evoluzione subita dalla città nel tempo. Le date che in proposito sembrano essere significative sono la fine del secolo XV e gli anni intorno al 1920. Nella fig. 97 sono riportati i perimetri all'interno dei quali a quelle epoche l'urbanizzazione risultava consistente e caratterizzata da certi tipi costruttivi.

Il nucleo edilizio più antico è costituito da fabbricati che in maggioranza furono costruiti in muratura di tufo e con fondazioni ad archi e pilastri; i solai erano a volta od in legno. Successivamente, mentre il tufo continuava a dominare nella costruzione delle murature, andò diffondendosi la pratica di dare agli edifici fondazioni continue o, come si usava dire, in tela; i solai a volta caddero in disuso e presero sviluppo i solai piani con strutture portanti dapprima in legno e poi in ferro.



95 - Recenti costruzioni nel « Parco » Comola-Ricci.



96 - Cavità alla salita Cacciottoli, a monte del corso Vitt. Emanuele.

Con l'avvento del calcestruzzo armato i vecchi schemi costruttivi sono rapidamente scomparsi. Le fondazioni vengono oggi realizzate in grandissima prevalenza con palificate ed i pali sono quasi sempre del tipo trivellato ⁽⁵⁾.

L'indagine statistica è stata svolta facendo riferimento alla suddivisione del territorio comunale in sezioni amministrative ed i risultati più significativi sono riportati in tabella e nella figura 97 ⁽⁶⁾.

Molto interessanti sono anzitutto i seguenti dati globali:

- vani esistenti al 1931	508.527
- vani demoliti dal 1931 al 1939 o distrutti per eventi bellici nell'ultima guerra	117.432
- vani esistenti al 1961	786.210

Può dirsi quindi con ottima approssimazione che nel 1961 i vani di costruzione anteriore al 1931 erano circa 390.000 ossia il 50% del totale esistente. Se ne deduce che alla data odierna ben oltre la metà dei vani sono stati costruiti nell'ultimo quindicennio; è lecito perciò affermare che l'edilizia cittadina è in maggioranza costituita da strutture in cemento armato con fondazioni quasi sempre su palificate.

Passando dall'insieme al particolare si osserva che questo quadro cambia da sezione a sezione. Si nota così che le sezioni Montecalvario e Stella sono state costruite quasi per intero prima del 1931; ma anche le sezioni S. Ferdinando, S. Giuseppe, Avvocata, S. Lorenzo, Porto comprendono in gran prevalenza costruzioni di più o meno antica data.

Risulta quindi che in queste sezioni sono presenti con varia frequenza costruzioni vecchie, logorate dal tempo, modificate e trasformate spesso assai discutibilmente dal punto di vista statico.

(5) Per altri particolari cfr. SAPIO G.: *Fondazioni* (in corso di stampa).

(6) L'indagine è stata effettuata in base ai dati riportati negli Annuari statistici del Comune di Napoli e nel piano Regolatore 1958. Sono stati presi in considerazione i risultati dei censimenti effettuati nel 1931 e nel 1961, le demolizioni effettuate nel periodo dal 1931 al 1939 nelle sezioni S. Giuseppe e Fuorigrotta ed i danni provocati dall'ultima guerra. Il computo dei vani costruiti prima del 1931 ed ancora esistenti al 1961 è stato effettuato trascurando le costruzioni realizzate nel periodo dal 1931 al termine della guerra e le demolizioni del periodo fra il termine della guerra ed il 1961.

Densità delle costruzioni al 1961

S E Z I O N I	Densità vani/ha	Percentuale di vani	
		costruiti prima del 1931	dal termine della guerra al 1961
S. Ferdinando	329	71	29
Chiaia	263	63	37
S. Giuseppe	253	81	19
Montecalvario	375	94	6
Avvocata	362	76	24
Stella	166	97	3
S. Carlo all'Arena	69	57	43
Vicaria	248	54	46
S. Lorenzo	452	82	18
Mercato	335	14	86
Pendino	392	70	30
Porto	323	87	13
Vomero	363	25	75
Arenella	105	25	75
Posillipo	54	38	62
Bagnoli	28	43	57
Fuorigrotta	87	0	100
Miano	48	36	64
Piscinola	15	45	55
Poggioreale	41	22	78
Zona industriale	20	22	78
Barra	24	36	64
Ponticelli	18	35	65
S. Giovanni a Teduccio	88	47	53
S. Pietro a Patierno	11	59	41
Secondigliano	61	40	60
Pianura	4	49	51
Soccevo	16	23	77
Chiaiano	54	43	57

Per quanto riguarda l'intensità dei carichi trasmessi al sottosuolo l'unico elemento che può essere tenuto presente è la densità delle costruzioni e cioè il rapporto fra vani e superficie totale (7).

La densità delle costruzioni è assai variabile nel territorio comunale. Nelle sezioni più antiche - Pendino, Porto, S. Giuseppe, S. Lorenzo - la densità è molto elevata: da 452 vani/ha nella sezione S. Lorenzo a 250 vani/ha nella sezione S. Giuseppe. In esse i vani costruiti dopo la guerra sono inferiori di numero a quelli distrutti a seguito della guerra stessa.

Nelle sezioni la cui urbanizzazione è avvenuta nei secoli XVIII e XIX - S. Ferdinando, Chiaia, Montecalvario, Avvocata, Stella, San Carlo all'Arena, Vicaria e Mercato - la densità delle costruzioni resta elevata; in alcune di esse l'urbanizzazione è stata solo recentemente completata e ciò si verifica nelle sezioni Chiaia, Avvocata e S. Carlo all'Arena. I danni provocati dalla guerra e le successive ricostruzioni sono stati elevati e pertanto la percentuale di vani costruiti dopo la guerra è rilevante: 37% nella sezione Chiaia, 86% nella sezione Mercato.

Fra le rimanenti sezioni, la cui urbanizzazione è avvenuta nel secolo XX, la densità delle costruzioni è nettamente inferiore; fa eccezione la sezione Vomere nella quale è stata raggiunta una densità di 363 vani/ha e cioè uguale a quella delle sezioni del Centro storico della città.

Dei quasi 400.000 vani costruiti dal termine della guerra al 1961 26.000 sono stati realizzati con sopraelevazioni o ampliamenti di vecchi fabbricati. Dai dati a disposizione non risulta la ripartizione di questi vani fra le sezioni della città, ma non v'è dubbio che la maggior parte di essi è stata realizzata nelle sezioni del Centro storico e nelle sezioni centrali della città: S. Ferdinando, Montecalvario, Avvocata, Stella, Pendino, Porto e S. Lorenzo. Poiché in queste sezioni dal termine della guerra al 1961 sono stati complessivamente costruiti 42.146 vani, si può dire che circa la metà è stata realizzata con sopraelevazioni e con ampliamenti.

(7) Mancano statistiche recenti sull'altezza o sul numero dei piani degli edifici, che consentirebbero un migliore apprezzamento della distribuzione dei carichi sul terreno. Un'indagine del genere, e che ancora oggi è non priva di interesse, fu svolta nel lontano 1884, ma naturalmente è ormai completamente superata.

Area urbana alla fine del secolo XV. La maggioranza dei fabbricati è in muratura di tufo, con solai e volte in legno e con fondazioni su anelli e pilastri.

Ampliamento della città fino al 1920. La maggioranza dei fabbricati è in muratura di tufo, con solai in legno o in ferro e con fondazioni continue in tela.

Limite del territorio comunale. La quasi totalità dei fabbricati costruiti dopo il 1927 è in cemento armato e con fondazioni prevalentemente su pali trivellati di calcinaccio.

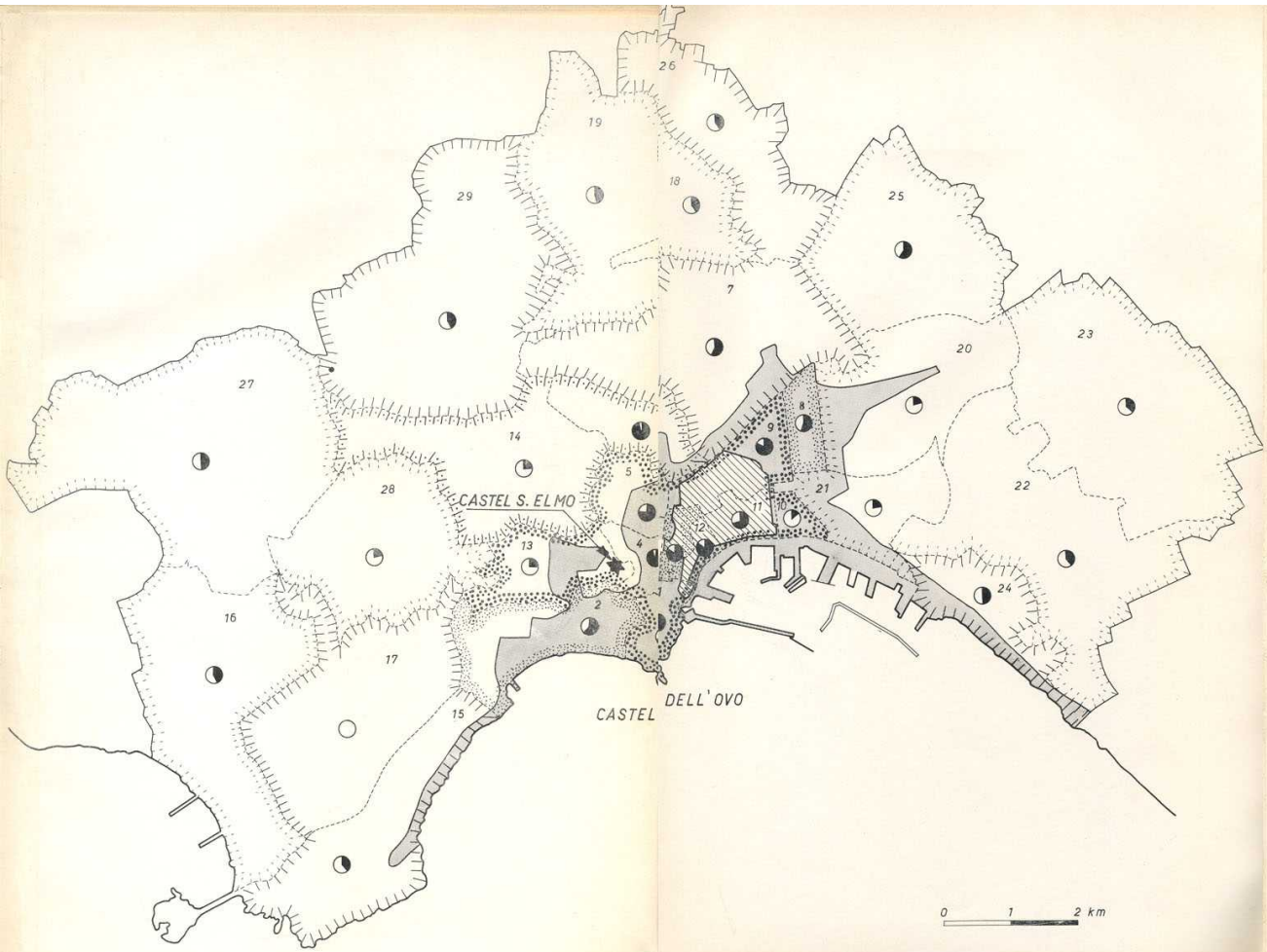
----- Limite delle sezioni amministrative.

DENSITA' DELLE COSTRUZIONI AL 1961 IN VANI/ha

-----	oltre 300	1. S. Ferdinando 4. Montecrociata 5. Arvececa 9. S. Lorenzo
-----	da 200 a 300	10. Marcano 11. Poggio 12. Pomo 13. Vomero
-----	da 100 a 200	2. Chiata 3. S. Giuseppe 8. Vezia
-----	da 50 a 100	6. Stella 14. Arenella 7. S. Carlo all'Arca 15. Poggio 17. Fargignola 24. S. Giovanni a T. 26. Scornigliano 29. Chiatam
-----	meno di 50	16. Bagnoli 18. Milano 19. Pratozia 20. Pignoneola 21. Zona industriale 22. Seta 23. Punticelli 25. S. Pietro a Paterno 27. Piana 28. Scavo

EPoca DELLE COSTRUZIONI

Percentuale dei vani costruiti prima del 1921.



CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRITORIO URBANO

I fattori considerati nei precedenti paragrafi e relativi sia al sottosuolo sia al tessuto urbano vanno considerati unitariamente al fine di dedurne le linee generali secondo le quali possono essere configurati i problemi geotecnici della città. I dati disponibili, come è stato più volte sottolineato, sono spesso scarsi e frammentari e quindi insufficienti per una compiuta caratterizzazione geotecnica della città. Cionondimeno non si è voluto rinunciare a tentarne una sintesi che si ritiene potrà essere utile come primo orientamento e potrà costituire il punto di partenza di successivi approfondimenti ⁽⁸⁾.

In via di prima approssimazione la nostra città può essere suddivisa in sei zone (v. tav. VII) nelle quali i problemi geotecnici, visti nelle linee essenziali, presentano una certa uniformità.

La *zona 1* è la più vasta e comprende la parte alta della città e precisamente le colline di Posillipo, Camaldoli, Vomero, S. Elmo, Capodimonte e Capodichino. La superficie del suolo è in genere a quote comprese fra (+50) e (+300) con un massimo di (+457) in corrispondenza dei Camaldoli.

La morfologia della zona è quanto mai movimentata: salvo poche aree pianeggianti o quasi, il suolo è costantemente più o meno acclive con pendenze spesso molto elevate e dell'ordine anche del 30-40%. L'acclività è pronunziata non solo lungo i bordi della zona, ma anche all'interno sulle sponde dei valloni che la solcano fittamente.

La formazione del tufo giallo è ovunque presente. Affiorante o quasi in numerosi punti delle colline di Posillipo, Camaldoli, S. Elmo e Capodimonte, si incontra in genere a profondità dell'ordine della quindicina di m: nella parte N-E e nella parte W della zona stessa si porta a profondità ancora maggiori e cioè intorno a 60 m ed oltre.

A tetto del tufo sono presenti pozzolane con sottili intercalazioni di pomice quasi sempre in sede. Le proprietà meccaniche di questi terreni a Posillipo, a via Cilea, nell'intorno di piazza Medaglie d'Oro migliorano gradualmente (v. profilo penetrometrico del tipo terzo della tav. VI) fino a profondità dell'ordine di 15 metri, poi restano quasi costanti.

Al limite della zona in esame verso Secondigliano e Melito, le proprietà meccaniche dei terreni di ricoprimento sono notevolmente più scadenti;

(8) Per maggiori particolari cfr. CROCE A., PELLEGRINO A.: *Caratterizzazioni geotecniche della città di Napoli* (in corso di stampa).



98 - Stazione sotterranea delle FF. SS. di piazza Garibaldi.



99 - Scala di collegamento tra la stazione sotterranea e la biglietteria.



100 - Biglietteria della stazione sotterranea FF. SS. di piazza Garibaldi.

sono state infatti misurate in queste località le resistenze più basse di tutto il territorio benché le prove siano state spinte fino a quasi 30 m dal p. e. (v. profilo penetrometrico del tipo secondo).

La falda acquifera si incontra ovunque a profondità rilevanti e pertanto non è influente sulle costruzioni di caratteristiche normali.

Nella zona in esame sono presenti numerose ed estese cavità che rimontano ad epoca relativamente antica quando la cavatura del tufo veniva effettuata in sotterraneo; parte di queste antiche cave è ancora facilmente individuabile lungo le pendici delle colline. Nella stessa zona si riscontrano anche cave più recenti, nelle quali l'estrazione del materiale veniva o viene effettuata a cielo libero.

E' da notare che anche i terreni sciolti a tetto del tufo sono stati nel passato utilizzati quali materiali da costruzione ed in particolare le pomici e, poiché queste sono presenti sotto forma di sottili strati, lo sfruttamento è avvenuto in cunicoli di dimensioni assai ridotte.

Profonde modifiche ai caratteri originari di questa zona si sono verificate recentissimamente a seguito dello sviluppo edilizio. Sia per creare nuove strade, sia per ottenere aree da destinare alle costruzioni le pendici delle colline sono state largamente e profondamente incise con tagli e sbancamenti; contemporaneamente sono stati effettuati rilevati di notevoli dimensioni fino addirittura a colmare interi valloni. Si è accentuata così la necessità di ricorrere a strutture di sostegno, che sono state realizzate per lo più con murature di tufo e solo talvolta in cemento armato. Al riguardo è da segnalare che nel progettare le strutture di sostegno si fa spesso affidamento sulla coesione della pozzolana, coesione che come si è visto innanzi è legata a fattori che possono modificarsi sotto l'azione degli agenti atmosferici. E' ancora da segnalare che quasi sempre i muri non sono provvisti di un efficiente drenaggio. Quanto ai rilevati, le proprietà meccaniche dei terreni che li costituiscono sono molto spesso scadenti vuoi per la natura dei materiali adottati vuoi per deficienza dei procedimenti di posa in opera.

La zona 1 comprende quasi tutte le sezioni nelle quali l'urbanizzazione è avvenuta nel secolo XX; soltanto le sezioni Avvocata e Stella sono state urbanizzate in epoca precedente.

La maggioranza delle costruzioni è destinata a civili abitazioni. Nelle sezioni più antiche, Avvocata, Montecalvario e Stella, si verifica una densità da 375 a 166 vani/ha. Nelle sezioni più recenti la densità delle costruzioni è nettamente minore e spesso inferiore a 50 vani/ha ; fa eccezione, come già si disse, la sezione Vomero.

Escluse le sezioni più antiche, in questa zona le costruzioni sono recentissime o recenti: il 50% degli edifici è stato costruito negli ultimi 15÷20 anni e la rimanente parte alcuni decenni prima.

Questa zona pone alcuni seri interrogativi per quanto riguarda la stabilità del tessuto urbano nel futuro. Poiché infatti questa zona comprende le sezioni municipali con minori densità delle costruzioni, è facile immaginare che lo sviluppo edilizio sarà ivi particolarmente intenso. Al riguardo è da tener presente che non poche delle aree libere sono ubicate sulle pendici delle colline e sono quindi caratterizzate da notevole acclività; altre sono nell'interno della zona, ma ugualmente presentano spesso una morfologia accidentata.

L'urbanizzazione di queste aree comporterebbe inevitabilmente l'esecuzione di scavi e riporti di notevole entità che potrebbero peggiorare ed in qualche circostanza addirittura mettere in pericolo la stabilità delle pendici, soprattutto dove la formazione tufacea è profonda.

Prima di prendere in considerazione queste aree sarà senza dubbio necessario procedere ad un approfondito studio della stabilità delle pendici. In ogni caso l'urbanizzazione dovrà avvenire sulla base di una progettazione globale che tenga conto di tutte le opere da realizzare comprese le canalizzazioni per acquedotti e per fognature, delle modalità esecutive e della successione dei lavori.

Nelle sezioni di Secondigliano e S. Pietro a Patierno la formazione tufacea è a notevole profondità dal piano di campagna. I carichi delle strutture in elevazione verranno quindi affidati ai terreni sciolti posti a tetto della formazione lapidea. Come già è stato osservato, dai pochi dati a disposizione risulterebbe che le proprietà meccaniche dei terreni di queste aree sono mediamente inferiori a quelle che caratterizzano gli stessi terreni in altri punti della città. Pertanto, qualora si volessero realizzare in queste località opere di maggiore importanza di quelle finora costruite, sarà opportuno procedere preventivamente ad accurate indagini.

La *zona 2* ricade a sud-ovest del territorio comunale ed è delimitata dal M. S. Angelo, dal cratere degli Astroni e dalla piana di Coroglio.

La superficie del suolo è pianeggiante o leggermente acclive con quote comprese fra (+20) e (+100).

Il sottosuolo è costituito da terreni sciolti fino a profondità assai elevate; il tetto della formazione tufacea si incontra ad esempio a profondità di 103 m a piazza Leopardi ed oltre 110 m a via Marconi. I terreni sciolti sono rappresentati da pozzolane e pomice in generale in sede, ma

che in superficie, e talvolta anche fino ad una discreta profondità dal piano di campagna, sono rimaneggiati.

Le proprietà meccaniche sono notevolmente uniformi non soltanto in aree di dimensioni ristrette, ma anche nell'ambito di tutta la zona. I profili penetrometrici sono del tipo primo con resistenze alla punta che aumentano sensibilmente con la profondità e raggiungono sempre valori rilevanti e talvolta molto elevati.

La falda acquifera è a profondità minima intorno ad una decina di metri.

In tutta la zona il sottosuolo non ha subito modifiche ad opera dell'uomo né in profondità né in superficie. Solo recentemente verso la estremità settentrionale della zona sono stati effettuati rilevati a riempimento di piccoli valloni con gli stessi procedimenti indiscriminati dei quali già si è fatto cenno a proposito della zona 1.

Nella zona in esame ricadono gran parte delle sezioni Fuorigrotta e Bagnoli. La densità delle costruzioni è bassa e pari a 28 vani/ha nella sezione Fuorigrotta.

La quasi totalità delle costruzioni è adibita a civili abitazioni ed è stata realizzata nel periodo successivo all'ultima guerra.

Per i bassi valori della densità attuale delle costruzioni è facile prevedere che la zona in esame sarà notevolmente interessata dallo sviluppo edilizio. Tenuto conto della natura e delle caratteristiche dei terreni di fondazione è da ritenere che non si presenteranno problemi tecnici di particolare importanza.

La *zona 3* ha forma triangolare ed è delimitata dalla collina di Posillipo, dalla *zona 2* e dal mare. La superficie del suolo è pianeggiante con quote fino (+10).

Anche in questa zona i terreni sciolti si spingono fino a grandi profondità. Essi sono costituiti da terreni vulcanici - pozzolane, pomici e lapilli - mescolati con percentuali variabili e spesso considerevoli di frammenti vegetali e di sostanza organica. Si tratta di terreni trasportati dai corsi d'acqua che anticamente attraversavano la zona od abbandonati dal mare.

Il pelo libero della falda è a solo qualche metro di profondità dal p.c.

Non si dispone di dati sulle proprietà meccaniche dei terreni in questione, ma è da ritenere che la loro capacità di resistenza ai carichi esterni sia ridotta e la loro compressibilità elevata.

La zona è già interamente coperta da costruzioni per lo più a carattere industriale, fra le quali alcune di notevole importanza come le acciaierie della Italsider ed il cementificio della Cimentir.

La *zona 4* si trova al centro del territorio comunale e comprende la area occupata dall'antica città greco-romana.

La superficie esterna è pianeggiante o leggermente acclive con quote comprese fra (+10) e (+50). Fa eccezione il promontorio di Pizzofalcone, che raggiunge quote più elevate e suddivide la zona in due parti.

Ovunque è presente la formazione del tufo giallo che in alcuni punti è affiorante, ma che solitamente è a profondità di 10÷20 m dal p.c. La potenza della formazione è sempre notevole.

A tetto del tufo si rinvencono pozzolane con sottili intercalazioni di pomici per lo più in sede. Per questi terreni non disponiamo di risultati di prove penetrometriche.

La falda è a profondità variabile da alcuni metri ad alcune decine di metri dal p.c. e pertanto la sua presenza può dar luogo a problemi di diversa importanza a seconda del punto e del problema che si considera.

Nella zona in esame l'uomo ha apportato notevoli modifiche sia in profondità che in superficie.

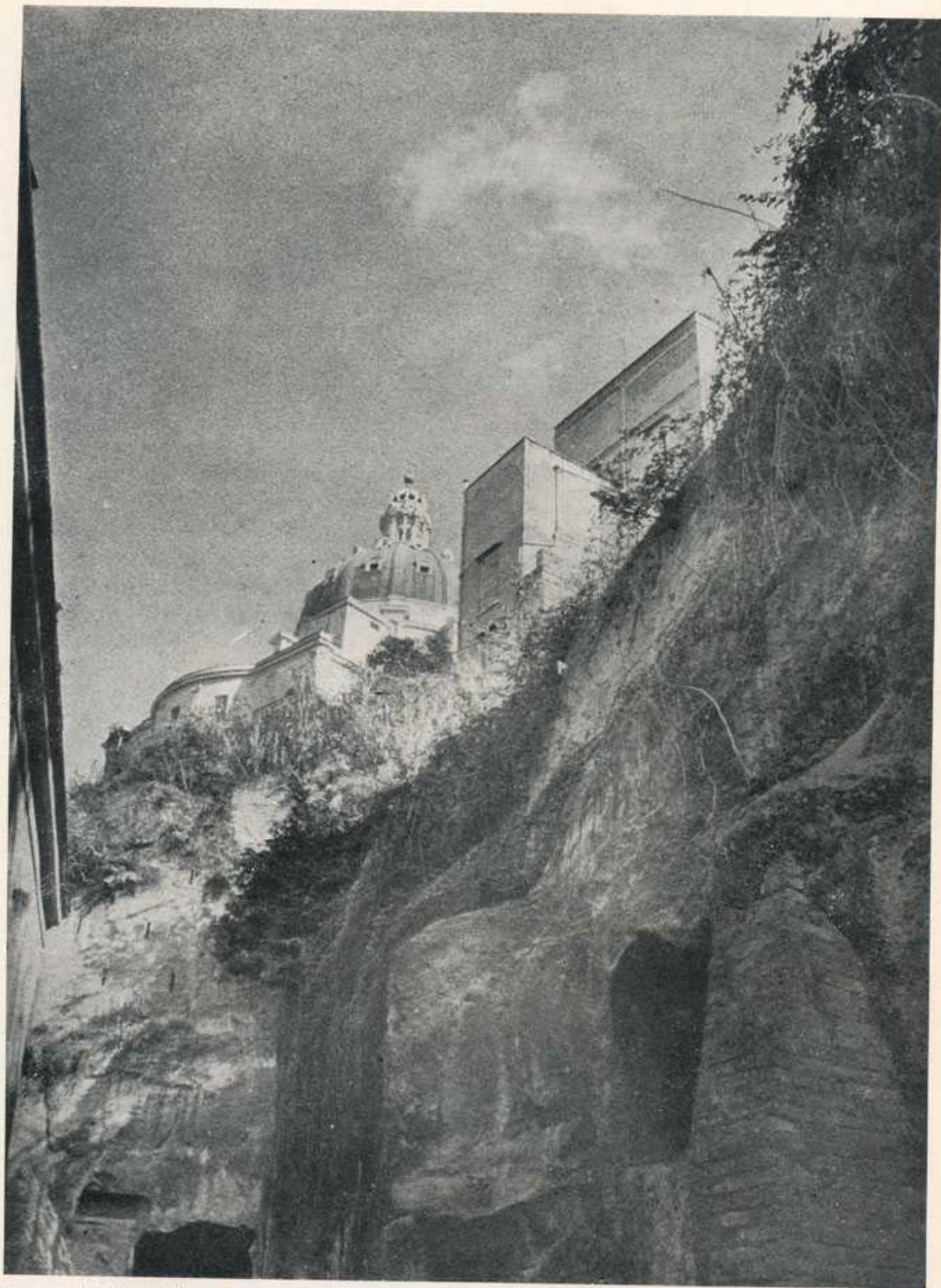
Nella parte orientale - cioè in quella di più antica urbanizzazione - nella formazione tufacea sono presenti numerose cavità scavate in epoche, con finalità ed a quote differenti : dalle gallerie e dai pozzi degli acquedotti della Bolla e del Carmignano a depositi di vario tipo, da catacombe a cave di ridotte dimensioni per l'estrazione del materiale da utilizzare in un singolo fabbricato e così via. Si noti che non è raro il caso in cui più cavità si sovrappongono l'una all'altra a differenti quote.

Gran parte di queste cavità sono state abbandonate da lungo tempo; molte sono riempite di materiale di risulta versato dall'uomo o da materiali franati dalle pareti dei pozzi di cui si è detto.

Altre cavità, di dimensioni assai minori, sono presenti nei terreni sciolti posti a tetto della formazione tufacea e in particolare nei banchi di pomici. Tali cavità sono state scavate per estrarre questo materiale ed utilizzarlo nella costruzione di solai a volta.

In superficie si riscontrano riporti versati nel passato per colmare vecchi alvei e realizzare così superfici da destinare all'edilizia oppure per attenuare pendenze particolarmente accentuate in alcuni punti.

La zona 4 è interamente ed intensamente urbanizzata. Gli edifici sono destinati a civili abitazioni, ad uffici ed a piccole officine a carattere artigianale; numerosi ed importanti i monumenti. La parte ad oriente del promontorio di Pizzofalcone comprende il centro storico e quella parte della città già esistente al XVIII secolo. Questo nucleo della città è rimasto in gran parte inalterato. Fanno eccezione alcune aree di limitata estensione quali quelle che si affacciano sulla via Rettifilo, via Duomo e via Mezzocannone ricostruite verso la fine del secolo scorso e le aree del nuovo rione Carità ricostruito negli ultimi decenni.



101 - Alcuni imbocchi delle catacombe di S. Gennaro dei Poveri e la soprastante Chiesa di S. Maria dell'Incoronata.

La densità delle costruzioni è elevatissima. Essa è sempre superiore ai 300 vani/ha e raggiunge i 452 vani/ha nella sezione S. Lorenzo.

Le costruzioni sono in genere di vecchia data. Dalle statistiche risulta che dal 70 al 90% dei vani è stato realizzato prima dell'ultima guerra, ma ciò può essere meglio inteso dicendo che moltissime costruzioni rimontano ai secoli scorsi. Negli ultimi decenni le costruzioni sono state riprese; dopo la fine della guerra è stato costruito dal 10 al 30% dei vani a seconda delle sezioni municipali e di questi circa la metà è stata ottenuta con sopraelevazioni o con ampliamenti di costruzioni già esistenti.

La parte occidentale della zona 4 è occupata dalla sezione Chiaia. Le costruzioni sono qui un po' meno addensate e risalgono ad epoca assai più recente.

Da tempo sono allo studio progetti di ristrutturazione urbanistica per valorizzare i numerosi monumenti esistenti, per sostituire vecchie costruzioni divenute ormai anacronistiche, per facilitare le comunicazioni sia in superficie che in sotterraneo.

I nuovi edifici potranno avere altezza anche maggiore di quella attuale e potranno essere fondati sulla formazione tufacea o sui sovrastanti terreni sciolti. La scelta sarà condizionata sia dall'entità dei carichi sia dallo stato di manomissione del sottosuolo e cioè dalla presenza di riporti, di vecchie costruzioni e di cavità. Sono questi i punti sui quali bisognerà concentrare la maggiore attenzione nelle indagini sui terreni di fondazione. Le future opere in sotterraneo interessano la formazione tufacea e - in minor misura - i sovrastanti terreni sciolti. Nella progettazione di queste opere la presenza della falda potrà assumere grande importanza e ciò sia in relazione ai problemi tecnologici, sia per l'influenza che una modifica del regime della falda può esercitare sulla stabilità degli edifici sovrastanti o circostanti gli scavi. E' forse non inutile ricordare gli inconvenienti che si ebbero a lamentare durante la costruzione della Metropolitana nel tratto fra via Foria e corso Garibaldi.

Si dovrà inoltre tener ben presente lo stato della maggioranza degli edifici che sono in muratura di tufo, con fondazioni in tela, molto spesso a più piani dei quali uno o più di uno in sopraelevazione. Si tratta cioè di fabbricati le cui strutture potrebbero risentire seriamente di eventuali, anche piccoli cedimenti del sottosuolo provocati da scavi eseguiti a breve distanza dagli edifici stessi.

La *zona 5* è formata da una sottile striscia lungo il litorale del Golfo di Napoli da Mergellina a S. Giovanni a Teduccio. La superficie del suolo è pianeggiante con quote intorno ad alcuni metri.

L'intera zona è stata ottenuta per colmate eseguite con materiali di vario genere, ed in gran parte alla fine del secolo scorso. Lo spessore

delle colmate è di solito di alcuni metri. Al di sotto è presente una formazione tipica di sabbia di litorale costituita in prevalenza da lapilli lapidei.

Lungo tutto il tratto da Mergellina ai Granili la formazione tufacea è presente a profondità da 20 a 30 m con spessori via via decrescenti. In prossimità della centrale elettrica Doganella sembrerebbe che la formazione in esame sia assente, mentre poco dopo ricompare procedendo verso S-E. Secondo il Guadagno avrebbe qui termine il tufo di origine flegrea e avrebbe inizio un tufo di diversa natura ed originato dai prodotti del Somma-Vesuvio. Ai fini tecnici però non sussistono differenze significative di comportamento, per lo meno in base alle esperienze già acquisite.

La falda è presente a brevissima profondità dal piano di campagna.

La resistenza meccanica dei terreni sciolti di ricoprimento a tetto del tufo cresce nei primi metri di profondità e resta poi costante almeno fino a circa 25 m (profilo penetrometrico tipo quinto).

Da livellazioni di alta precisione sembrerebbe risultare che tale zona sia interessata da un fenomeno di subsidenza.

La zona 5 è interamente coperta da costruzioni che lungo l'arco del Golfo presentano differenti caratteri: civili abitazioni nel tratto occidentale tale, e cioè da Mergellina a S. Lucia; attrezzature portuali e fabbricati per civili abitazioni di vecchia data nel tratto orientale; stabilimenti industriali di una certa importanza, fra i quali le tre centrali termoelettriche dell'ENEL, nel tratto dai Granili a S. Giovanni a Teduccio. La densità delle costruzioni è elevata. Un processo di sostituzione delle costruzioni esistenti è già iniziato in tutta la zona per quanto riguarda i fabbricati per civili abitazioni e certamente proseguirà e si svilupperà nel futuro in particolare nel tratto orientale.

I nuovi edifici potranno raggiungere un'altezza anche maggiore di quella attuale ed i relativi carichi potranno essere trasmessi alla formazione tufacea o ai sovrastanti terreni sciolti con fondazioni ripartite o con fondazioni profonde, come attualmente praticato.

La presenza della falda a brevissima profondità è l'assenza di coesione nei terreni a tetto del tufo assumono in questa zona importanza nella scelta dei procedimenti tecnologici per l'esecuzione di scavi, per abbassamenti di falda e simili. Per le stesse ragioni nelle palificate di fondazione è sconsigliabile il palo trivellato di tipo normale.

La zona 6 si estende all'estremità orientale del territorio della città di Napoli, ai piedi del Somma - Vesuvio.

Il piano di campagna ha andamento prossimamente orizzontale con quote intorno ad alcuni metri.

Fino a non molto tempo fa la zona era occupata da «paludi» e solcata da una rete di corsi d'acqua che raccoglievano le acque provenienti dalle circostanti colline. Fra questi corsi d'acqua il maggiore era il Sebeto. Al passare del tempo queste acque sono state canalizzate in parte a cielo libero ed in parte in sotterraneo e così anche il fiume Sebeto è praticamente scomparso.

La costituzione del sottosuolo è in questa zona molto diversa dalle precedenti. Il tufo (cfr. tav. VI) è presente solo marginalmente e costituisce un banco di spessore relativamente modesto: da alcuni metri a una ventina di metri.

Per il resto, il sottosuolo è costituito da terreni sciolti rimaneggiati: in gran parte prodotti piroclastici flegrei e vesuviani - pozzolane, pomice, lapilli - mescolati con percentuali variabili, e spesso considerevoli, di frammenti vegetali e di sostanza organica; materiali torbosi in frequenti banchi di spessore non trascurabile; materiali a grana molto fine (argille) ed a grana grossa (ghiaie) trasportati dalle acque dai retrostanti rilievi appenninici.

La struttura del sottosuolo nel suo insieme è quant'altra mai irregolare e caotica per cui anche a brevissima distanza si riscontrano differenze di costituzione molto rilevanti.

La falda freatica è molto spesso quasi affiorante. In questa zona si verifica un notevole emungimento di acqua a profondità variabili dalla superficie del suolo per alimentazione e per scopi industriali.

Queste così varie caratteristiche del sottosuolo sono pienamente rispecchiate dai profili penetrometrici. La resistenza media lungo qualsiasi verticale varia sensibilmente ed alternativamente con la profondità fra valori bassissimi e valori discreti (profili penetrometrici di tipo quarto). Nella zona 6 ricadono le sezioni Vicaria, Poggioreale e Ponticelli con prevalenza di costruzioni per civili abitazioni e le sezioni Zona Industriale e Barra con costruzioni quasi esclusivamente industriali.

Queste ultime per lo più consistono in capannoni ad 1÷2 piani e contengono macchinari di peso e dimensioni relativamente ridotti. Anche i fabbricati per civili abitazioni sono in genere di modesta importanza. Cionondimeno qualche inconveniente si è pure verificato per deficienza delle fondazioni. Qualche inconveniente è derivato anche dalla presenza dei pozzi che oltre a dar luogo ad un abbassamento del pelo libero della falda hanno determinato fenomeni di erosione anche a distanze notevoli, il che è da porre in rapporto con l'eterogeneità dei terreni costituenti il sottosuolo. In conclusione i carichi trasmessi al sottosuolo nella zona in esame sono di modesta entità.



102

102 - Un tratto del tunnel borbonico a via D. Morelli.

103 - Opere a sostegno di scarpinamenti del tufo in una cavità a Capodimonte.



103

104



105



104-105 - Utilizzazione di cavità per autorimesse.

Ciò spiega come nonostante le scadenti caratteristiche dei terreni di fondazione non siano sorte particolari difficoltà nella progettazione e nella realizzazione delle opere di fondazione. Se però si volessero costruire opere di maggiore importanza, l'impostazione che viene attualmente data a questi problemi dovrebbe essere attentamente riveduta con conseguenti variazioni nelle soluzioni tecniche e nei costi.

CAPITOLO SETTIMO

L'acquedotto ed il sottosuolo (*)

A) PREMESSE GENERALI TECNICHE.

L'acquedotto è uno di quei servizi pubblici che vive a profondità diverse nel sottosuolo della città, per cui è evidente il sussistere di una intima correlazione tra le caratteristiche dei suoi impianti e la natura e conformazione del sottosuolo stesso.

In base a tale correlazione vengono fissati i criteri di progettazione e di esercizio dei vari manufatti (1), costituenti un acquedotto, tenuto conto dei due elementi fondamentali: 1) tipo del manufatto; 2) materiale e modalità di costruzione del manufatto.

La voce 1 si può suddividere in: 1-1) condotte; 1-2) canali; 1-3) serbatoi.

La voce 2 in: 2-1) materiali ferrosi; 2-2) materiali cementizi o lapidei; 2-3) scavo in roccia o terreno naturale.

In genere un acquedotto è costituito da due tipi di opere, quelle *dette di adduzione*, che servono a convogliare le acque dalla fonte di approvvigionamento (sorgente naturali, falde, laghi, fiumi, mare, etc.) alla città, e le altre, *dette di distribuzione*, che servono, invece, a distribuire l'acqua alle utenze. Nel caso in esame ci si riferirà al secondo tipo di opere (di distribuzione), tenendo conto delle accennate correlazioni che esse hanno con il sottosuolo della città di Napoli.

(*) *A cura del Doti. Ing. Silvio Terracciano.*

(1) Per manufatti si intendono tutte le opere che costituiscono un acquedotto, quali, ad esempio: condotte, canali, serbatoi, etc.

B) ESECUZIONE DELLE OPERE.

Riferendoci al capo A è da notare che la voce 1-1 (condotte) implica, in genere, una posa a non grande profondità dal piano viario, essendo, come è noto, le condotte in pressione, e quindi, tali da poter seguire un qualsivoglia percorso altimetrico, (sempre, beninteso, che non si tagli la piezometrica); la profondità, per ragioni di sicurezza e di temperatura dell'acqua, si assume, in generale, intorno ai metri 1,5.

La voce 1-2 (canali) implica un vincolo dato dalla quota di partenza, la quale può essere solo legger mente approfondita per evitare eccessive velocità dell'acqua (sono consentite pendenze tra 0,5‰ e 1‰).

La voce 1-3 (serbatoi) implica posizioni quanto mai varie rispetto al piano viario potendosi avere serbatoi sopraelevati, seminterrati ed interrati anche a profondità notevoli.

Per tali due ultime voci la natura del sottosuolo determina, in maniera talvolta decisiva, il tracciato e la posizione dell'opera.

Per quanto concerne la voce 2-1 (materiali ferrosi) si rileva che con tale materiale si eseguono, in prevalenza, le condotte. Viene adoperato l'acciaio o la ghisa ⁽²⁾.

La scelta viene effettuata, appunto, in funzione delle caratteristiche fisiche e chimiche del sottosuolo; quando ci si trova in presenza di terreni stabili si preferisce la ghisa, mentre, per terreni instabili, si adopera l'acciaio il quale, però, va opportunamente protetto. Per i materiali plastici non si hanno ancora esperienze soddisfacenti.

Per la voce 2-2 (materiali cementizi o lapidei) è da osservare che, in genere, si possono costruire con essi condotte di grosso diametro (ottenendo anche convenienti risultati sul piano economico), cunicoli per alloggiamento di condotte, canali e serbatoi. Anche in questo caso, la natura del sottosuolo determina, a seconda del manufatto da costruire, la scelta del materiale da adoperare.

Per la voce 2-3 (scavo in roccia o terreno naturale) la natura del manufatto si individua solo in canali o serbatoi, che saranno, a seconda dei casi, scavati e rivestiti per la impermeabilizzazione o costruiti interamente nel sottosuolo.

(2) Il piombo è usato solo per acque di scarico o termali e non viene mai interrato.

C) CENNI STORICI SULL'ACQUEDOTTO DI NAPOLI.

Nei secoli passati l'alimentazione idrica di Napoli è avvenuta per mezzo di una serie notevole di opere che hanno sempre sfruttato il particolare carattere del sottosuolo della città.

Il primo acquedotto fu quello romano detto «*Claudio*» ⁽³⁾ che, con un percorso di circa 80 Km., adduceva le acque da Serino a Napoli, a Pozzuoli e sino a Bacoli ove è ancora conservata la «Piscina Mirabilis».

L'ingresso in città dell'acquedotto (canale a pelo libero) avveniva attraverso i «Ponti Rossi» (quota platea 42.10), il resto si svolgeva nella roccia tufacea che consentiva una serie di derivazioni.

Nei pressi dell'ex monastero della Trinità trovavasi un gran serbatoio la cui platea era costruita a circa 15 metri al disotto del piano viario dell'attuale vico Paradiso.

Distrutto l'acquedotto Claudio, intorno al VI secolo, l'approvvigionamento idrico della città avveniva da pozzi locali e da molte piccole fonti quali: quella di vico «Tre Cannoli», de «l'Acqua Aquilia», di «Santa Lucia» (diversa da quella attuale sulfurea), del «Leone» a Mergellina (che esiste ancora ed ha origine alle spalle dell'edificio in angolo tra via Mergellina e via Orazio), di «San Paolo», e così via.

Altro acquedotto antichissimo era quello della «Volla» o «Bolla» usufruente di acque freatiche site in località «Casa dell'Acqua» nel Comune di Casalnuovo. Questo acquedotto, attraverso un canale di circa 10 km, portava l'acqua nella zona di Poggioreale (quota platea 14 m. s.l.m.) alimentando la zona bassa della città.

Nell'anno 1629 il napoletano Cesare Carmignano, costruì, a sue spese, un canale il quale convogliava le acque dell'Isclero, nei pressi di S. Agata dei Goti, sino a Napoli e che, mediante una rete estesissima di canali o «formali» sotterranei, alimentava gli edifici della città.

Non esiste fabbricato nella zona antica della città che non abbia

Il sottostante pozzo dal quale si prelevavano le acque del Carmignano, attraverso «canne di pozzo», tali «canne» sono state, nel tempo, murate e, per lungo periodo, funzionarono da deposito-dispensa.

(3) In Campania vi furono anche quello *Campano* e quello *Augusteo* che alimentavano, rispettivamente, la zona di Cuma e Literno e di Venafro.

Il sottosuolo della città antica è, quindi, attraversato da questa serie di canali. Successivamente la presenza del tufo condusse ad una nuova distribuzione di opere idrauliche nel sottosuolo che, per la sua efficacia e perfezione, non ha oggi riscontro in nessuna altra città.

D) POSIZIONE DEI MANUFATTI DELL'ACQUEDOTTO

Consideriamo, ora, le opere che costituiscono l'attuale acquedotto di distribuzione di Napoli, suddivise per tipi che interessano il presente studio.

a) *Serbatoi*: i più importanti: Scudillo e Capodimonte, della capacità rispettiva di 145.000 mc. e 83.000 mc., sono - a parte successivi ampliamenti - quelli costruiti nel 1885. Interamente scavati nel tufo, essi hanno le vasche rivestite di uno strato di intonaco; sono opere eccezionali per la loro perfezione tecnica e per la particolarità della costruzione resa possibile dalla compattezza della roccia tufacea.

Altri serbatoi scavati nel tufo sono quello di S. *Stefano*, della capacità di 12.000 mc. (che trovasi nei pressi del corso Europa), e quello di *Chiaiano* della capacità di 1.600 mc. ubicato nella omonima località tuttora sede di cave di tufo.

Serbatoi interrati, ma con ossatura in cemento armato, sono: S. *Giacomo* della capacità di 60.000 mc.; S. *Rocco* di 80.000 mc.; *Vomero Medio* di 3.600 mc.

Serbatoi seminterrati sono: *Cangiarli* della capacità di 10.000 mc.; *Camaldoli* di 1.200 mc.

b) *Canali*: *Arenella*, che fa parte della primitiva rete ottocentesca e collega il serbatoio dello Scudillo con la centrale di sollevamento del Vomero a S. Gennaro. La sua lunghezza complessiva è di 2.008 m., si sviluppa in terreni di varia natura ed è in muratura di tufo, la platea in partenza trovasi a quota 176,95 s.l.m. ed in arrivo a quota 176,03 s.l.m.

Grande arteria: è un canale di recente costruzione con il quale si è risolto il problema della alimentazione della zona occidentale della città. Esso è scavato nella roccia tufacea, parte del serbatoio di Capodimonte giungendo alla estremità della collina di via Manzoni, in località detta «Cupa S. Giovanni»; ha una lunghezza di 5.813 m., la sua platea, in partenza, si trova a quota 91,37 s.l.m. ed, in arrivo, a quota 90.00 s.l.m.

c) *Condotte*: le condotte della rete sono in prevalenza in ghisa ed in acciaio, solo talune, generalmente adduttrici, sono in cemento armato. Il piano di posa non supera, in genere, i 2 m. di profondità. In taluni casi sono state utilizzate, per posare tubazioni di grosso diametro, cave abbandonate dopo lo sfruttamento (come, ad esempio, le cave

Reichlin a Capodimonte). Solo alcune condotte, in corrispondenza di strade di particolare importanza (via Roma, via Duomo, via Chiaia, corso Umberto, etc.) sono posate in cunicolo, onde evitare danni al corpo stradale in caso di perdite e, nella manutenzione, intralci al traffico. In alcuni altri casi, in corrispondenza di colmate, le condotte sono posate in cunicolo (strade del quartiere Speme, del quartiere Traiano, etc.).

E' naturale che la particolare configurazione del sottosuolo napoletano ha sempre richiamato l'attenzione responsabile degli acquedottisti sulla necessità di eseguire le opere con ogni accorgimento atto ad evitare rotture le cui conseguenze sono gravissime, come si è visto in varie occasioni.

E) CONSEGUENZE DELLA NATURA DEL SOTTOSUOLO SULLE OPERE DELL'ACQUEDOTTO DI NAPOLI.

Si è, fin qui, più volte ripetuto che le opere dell'Acquedotto, specialmente per quanto attiene alla progettazione e alla costruzione, sono state in gran parte, e favorevolmente, condizionate dalla natura del sottosuolo napoletano; è pur vero, tuttavia, che questa natura, sovente, ha però determinato conseguenze negative (che non hanno riscontro in altre città) nell'esercizio e nella manutenzione dell'acquedotto.

I manufatti, che maggiormente soffrono per la natura del sottosuolo napoletano, sono le condotte, mentre non ne sono influenzati i canali ed i serbatoi, che si trovano nella roccia tufacea ed a profondità considerevole. Una qualsiasi perdita d'acqua nel sottosuolo, anche minima, imbibisce i terreni superficiali incoerenti (spesso di riporto), producendo vuoti anche di notevoli proporzioni, anche perché il materiale sciolto sovente confluisce nelle cavità sottostanti creando le premesse per una successiva rottura della condotta, che, con la conseguente fuoriuscita di acqua in pressione, aggrava ulteriormente il fenomeno producendo danni enormi e talvolta crolli di interi edifici (da ricordare: via Stella, salita Trinità degli Spagnoli, etc.).

Le zone della città nelle quali maggiormente si sono manifestati tali fenomeni sono le seguenti:

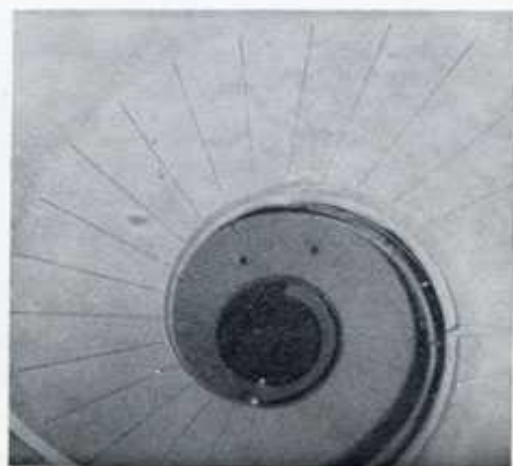
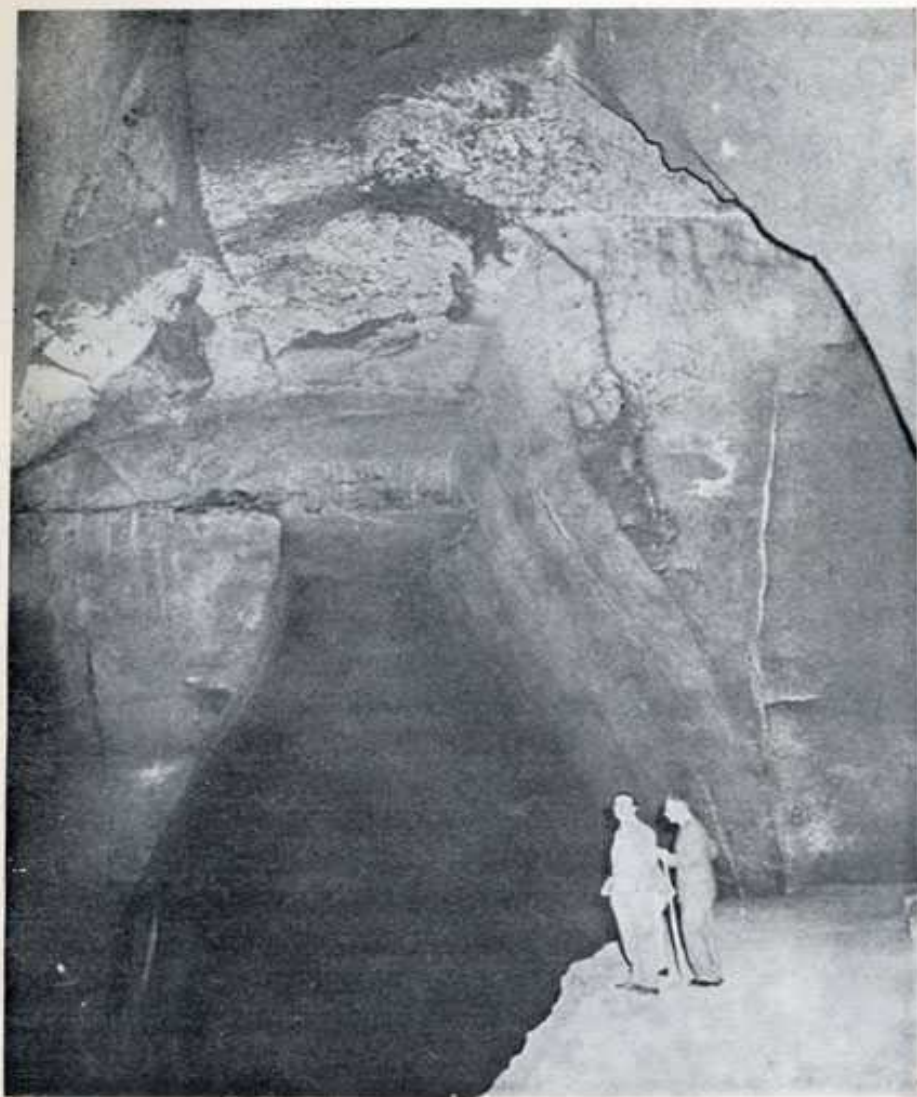
- zona dei quartieri a monte di via Roma;
- zona di Materdei;
- zona della Stella;
- zona di S. Antonio Abate.

La natura del sottosuolo, particolarmente infido, è aggravata dalle condizioni della fognatura pubblica e, ancor più, privata. I fognoli a servizio dei fabbricati, infatti, sono quasi sempre in pessime condizioni, per vetustà e per mancanza di manutenzione. Si aggiunga a ciò il fatto che strade, sino a pochi anni or sono percorse da solo traffico pedonale

o, al massimo, da traffico veicolare leggero, sono oggi tramutate in arterie intensamente percorse da veicoli di ogni dimensione.

107 - Cave Reichlin, utilizzate per la posa di una condotta idrica (\varnothing 800 mm.).

108 - Serbatoio di Capodimonte: scala di accesso.



107

108



109 - Serbatoio di Capodimonte: vasca scavata nel tufo (lunga 250 m ca., alta m 10 ca.).

109

I crolli ed i dissesti nelle zone suindicate si sono succeduti con ritmo impressionante tanto da costringere l'Acquedotto a trasformare gran parte della rete da sotterranea (in ghisa e posta a non grande profondità) in aerea. Altra incidenza indiretta del sottosuolo napoletano sulle opere dello acquedotto è quella derivante dalla presenza delle «canne di pozzo» di cui si è già fatto cenno. Gli edifici della zona antica, infatti, furono alimentati con condotte di ghisa che, partendo dalla tubazione principale sotto la via pubblica e, sottopassando l'androne dell'edificio, salivano in montante nel tratto superiore della «canna di pozzo» (che, in tempo remoto, come già detto, scendeva sino alla cisterna alimentata dall'acquedotto del Carmignano). Successivamente la «canna di pozzo» è stata murata, l'androne è stato sottoposto al traffico pesante di automezzi e le perdite sotterranee di acqua si sono accentuate e rese frequenti con conseguenze dannose. In tali condizioni i guasti ai tubi posti sotto l'androne ed alle colonne montanti, sono spesso stati accertati soltanto quando si erano già verificate conseguenze notevoli e ben più gravi di quelle che, in condizioni di posa normale, si sarebbero verificate.

Anche in questo caso si è provveduto ad eliminare i tratti sotterranei sostituendoli con tubazioni aeree in ferro. Purtroppo le zone cittadine nelle quali il suolo presenta le caratteristiche più pericolose, ai fini dell'esercizio dell'acquedotto, sono quelle antiche in cui, all'epoca della posa delle condotte, il materiale ferroso disponibile era solo la ghisa. Questa, come è noto, sopporta male le sollecitazioni di flessione o di taglio per cui qualsiasi cedimento del piano di posa provoca subito la rottura. I problemi imposti dalla natura del sottosuolo hanno, perciò, creato notevoli difficoltà all'esercizio dell'acquedotto, che, in mancanza di una reale conoscenza del sottosuolo, sono risultati di difficile superamento; ciò principalmente per il fatto che non si è potuto effettuare, con precisione, quella azione preventiva che avrebbe evitato notevoli danni.

F) AZIONI A FARSI IN FUNZIONE DELLA NATURA DEL SOTTOSUOLO.

Come già detto l'acquedotto ha provveduto, nelle zone più pericolose, per la integrità dei propri impianti

- a sostituire gran parte delle condotte di ghisa con altre aeree o di acciaio;
- a creare, dove possibile, sugli organi di manovra camerette collegate con la fogna.

Norma generale nelle nuove canalizzazioni è, quindi, senz'altro quella di usare il materiale più adatto alle caratteristiche del suolo e di porre in opera gli organi di manovra in camerette collegate con la fogna.



110

110-111 - Sistemazione della condotta idrica (\varnothing 800 mm) posata nelle ex cave Reichlin.

112 - Serbatoio di Capodimonte: accesso ad una vasca.

113 - Galleria (scavata nel tufo) di distribuzione delle condotte idriche \varnothing 800 e \varnothing 600 mm.



111



112



113

Ma il problema di fondo consiste nell'evitare gli adattamenti empirici, ed invece, nel razionalizzare gli interventi secondo due criteri fondamentali:

- creazione, ovunque sia possibile, di appositi cunicoli per i sottoservizi;
- pianificazione dello spazio-sottosuolo onde evitare che i servizi interferiscano fra loro con reciproco danno ⁽⁴⁾.

Per tale operazione è, evidentemente, necessaria la conoscenza accurata della natura e dello stato del sottosuolo; più esattamente, occorre la disponibilità di una pianta dalla quale tutte le società esercenti pubblici servizi (primo fra tutto l'acquedotto per la conseguenza che la fuoriuscita di acqua può avere) possano trarre gli elementi particolari che consentano di individuare gli accorgimenti da prendere caso per caso.

La cennata costruzione dei cunicoli, oltre ad eliminare gli inconvenienti provocati da perdite o rotture, rende agevoli i lavori di modifiche e nuovi allacciamenti, nonché le operazioni di manutenzione, riparazione e sostituzioni, senza che la sede stradale venga manomessa con conseguenti, ulteriori incidenti.

Appare, inoltre, indispensabile che, per tutte le strade urbane, venga condotta una analisi attenta attraverso la quale sia possibile individuare il grado di urgenza degli interventi di risanamento e sistemazione da effettuarsi dall'AMAN. Per le nuove strade, poi, è necessario studiare il più idoneo tipo di intervento che consenta anche la più corretta soluzione economica del problema.

Una questione di tale importanza, quale è quella che la presente Commissione è incaricata di affrontare, non può che essere impostata in termini tecnici e con una visione che trascenda dalle soluzioni sinora adottate caso per caso.

(4) Vedi MESSINA IL: *Problemi particolari della costruzione delle reti di distribuzione di acqua in pressione*. «Rivista Ingegneri», n. 38 anno VII e vedi norme DIN - 1998 - 2425 - 4050.

CAPITOLO OTTAVO

Rete di fognatura cittadina, sue deficienze e relativi provvedimenti (*)

Le opere principali della fognatura di Napoli, nei limiti del territorio comunale (prima dell'aggregazione degli ex Comuni di S. Giovanni a Teduccio, Barra, Ponticelli, S. Pietro a Patierno, Secondigliano, Chiaiano ed Uniti, Seccavo e Pianura, avvenuta con i regi decreti del 15 novembre 1925 n. 2183 e del 3 giugno 1926 n. 1002) sono tuttora quelle che, dopo il colera del 1884, furono previste nel progetto generale esecutivo del 1888, approvato dal Consiglio Superiore dei LL. PP. nel 1889 e che, iniziate negli anni immediatamente successivi, furono condotti a termine, per la quasi totalità, nel 1915.

Benvero, approfonditi studi in merito erano stati già fatti eseguire dall'Amministrazione, preoccupata vivamente delle precarie condizioni igieniche cittadine, precisamente nel decennio 1873-1883.

L'aggregato urbano di allora, infatti, era servito da una rete di fognatura a funzionamento promiscuo dello sviluppo di circa 180 Km. e con recapito finale per mezzo di 54 collettori, tracciati lungo le linee d'impluvio o di massima pendenza del terreno in direzione quasi normale al litorale cittadino, nel litorale medesimo (1).

I criteri fondamentali ai quali si ispirò il ricordato progetto furono i seguenti:

1°) Liberare il litorale cittadino degli scarichi cloacali convogliandoli

(*) *A cura del Dott. Guido Mortone.*

(1) Il tracciato planimetrico di tale rete, fatto rilevare dall'Amministrazione nel 1875, si trova riportato su tavola al 1000 custodite presso l'Archivio di Stato.

in un unico emissario con sbocco sulla spiaggia alle falde del Monte Cuma ed avente origine a Piedigrotta.

2°) Versare a mare, lungo il litorale cittadino, le acque di pioggia attraverso nuove canalizzazioni ed, anche, a mezzo degli antichi alvei della zona bassa;

3°) Ammettere lo sversamento a mare, lungo il litorale cittadino, di acque cloacali miste ad acque di pioggia, solo nel caso di piogge di intensità superiore ai 20 mm/h.

4°) Conseguire la regolazione dei deflussi delle acque meteoriche delle zone collinari.

Un grande canale emissario, denominato «Emissario di Cuma», fu quindi progettato e costruito tra l'estremità occidentale del centro urbano ed il punto designato per la foce presso Monte Cuma.

Il tracciato della rete immissaria fu scelto in modo da accordarsi con le condizioni topografiche della Città e con le fogne preesistenti, di cui convenne, per ragioni economiche, conservare il maggior numero possibile di tratti.

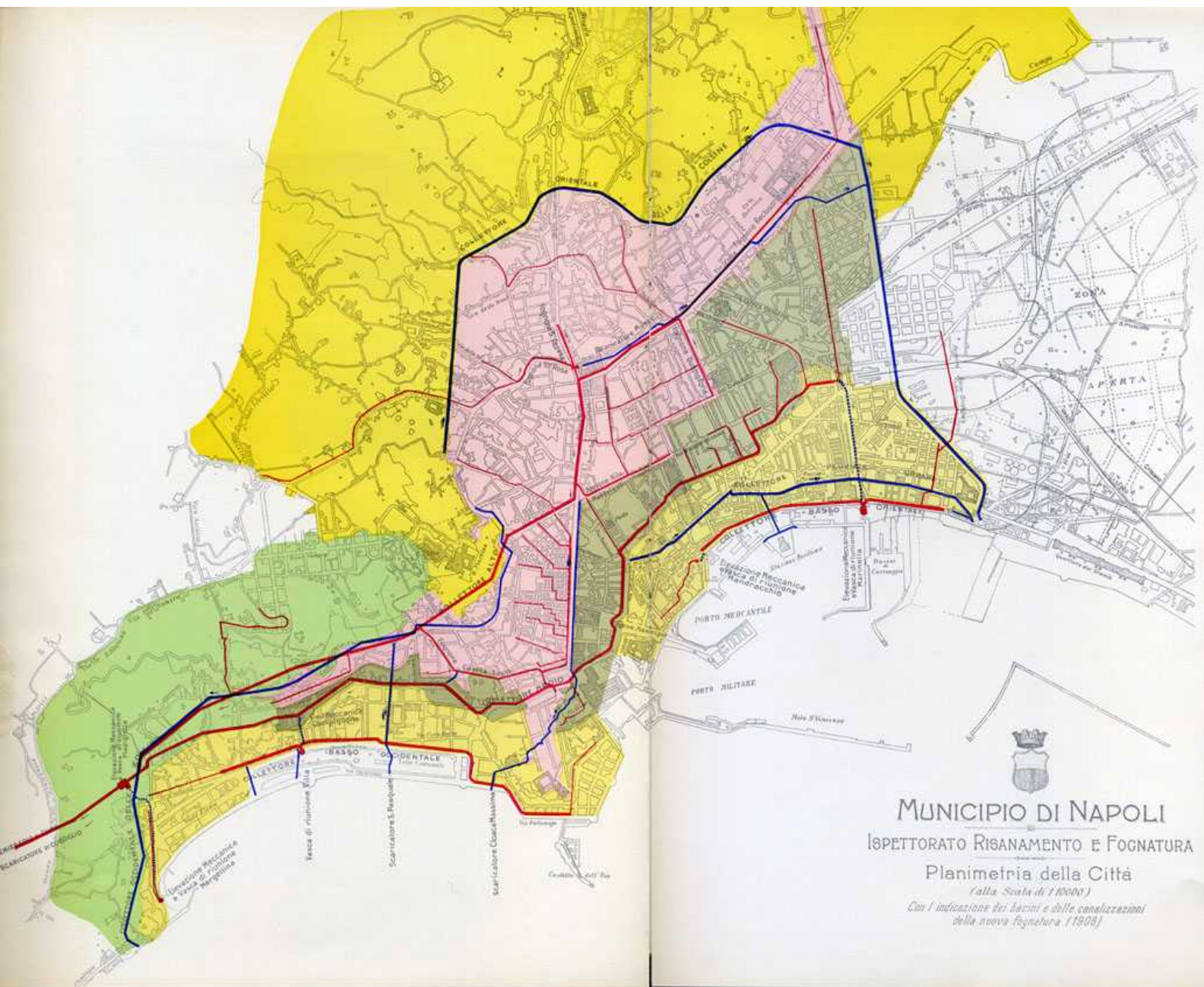
Il suolo della città fu quindi considerato diviso in tre zone, la alta, la media e la bassa, e lungo le linee di demarcazione di ciascuna di esse, e propriamente a valle, fu costruito un collettore destinato a servire la rispettiva zona superiore raccogliendo i deflussi delle fogne declivi da monte a valle.

La convergenza di tutta la rete fu data alla estremità occidentale cittadina nella località denominata Piedigrotta entro il masso tufaceo sotto la collina di Posillipo.

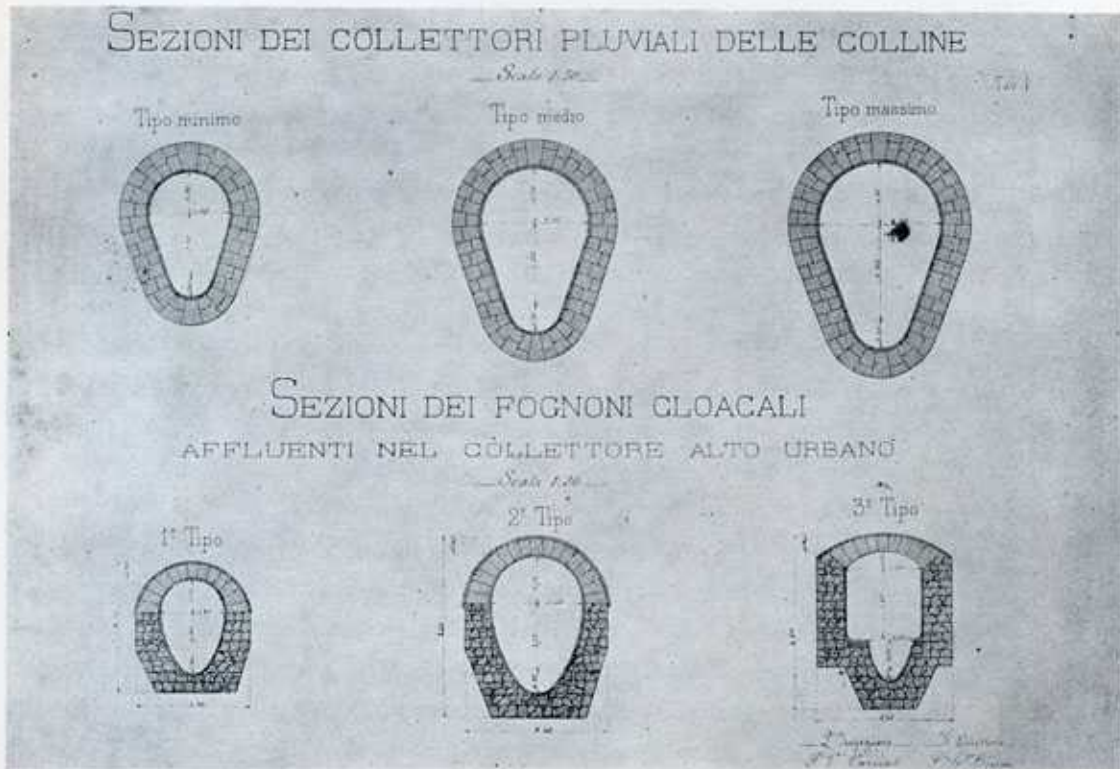
Per ragioni di livello non fu, però, possibile impostare i collettori a servizio della zona media e della zona bassa in modo da convogliare per gravità le relative portate nell'Emissario di Cuma e si provvide, quindi, col sollevamento meccanico ma limitandone tuttavia, per ragioni di economia, il relativo servizio alle sole portate di tempo asciutto.

All'uopo le fogne di tali zone furono progettate e costruite a doppia canalizzazione, una per le acque meteoriche e l'altra per quella di rifiuto e particolarmente: per la zona media, a sistema divisore con specchi murari sovrapposti e per la zona bassa, anche a sistema divisore ma con speco murario per le pluviali nel quale furono ubicate su banchina o staffe le condotte tubolari per le acque di rifiuto.

Alle acque di pioggia sia della zona bassa che di quella media cittadina fu dato come recapito finale il litorale cittadino attraverso un collettore pluviale con origine in via Guglielmo Sanfelice, all'altezza di via Medina, e sbocco nel Porto, all'altezza di piazza Duca degli Abruzzi,



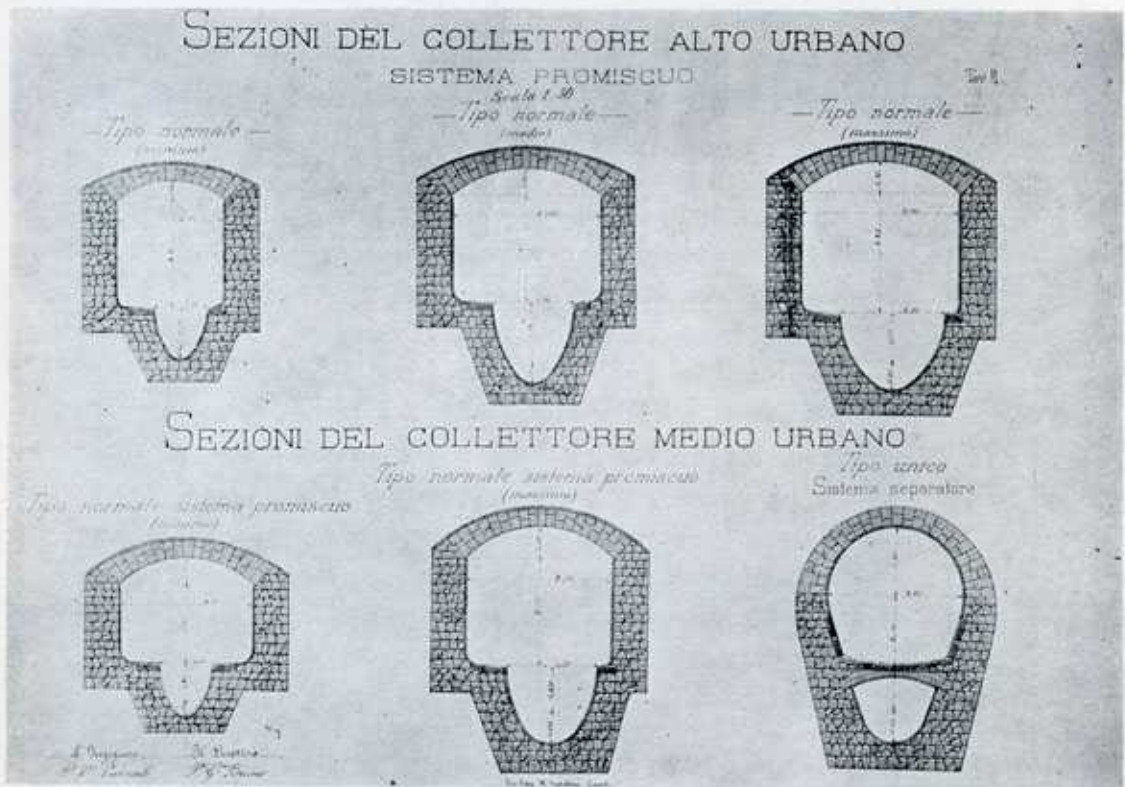
114 - Rete primaria della fognatura realizzata in base al progetto del 1889.



115

115-116 - Grafici esecutivi del progetto del 1889 (archivio comunale di Napoli, vicio Maiorani).

116



e attraverso lo speco superiore pluviale del collettore medio, del quale fu dotato tale collettore da via Medina sino a Piedigrotta, avente per sottocorrente altro canale Emissario con sbocco a Coroglio in località detta «Seno della Badessa» e destinato a ricevere anche gli scarichi di piena del Collettore Alto. I vecchi collettori furono utilizzati come scaricatori di piena dei succitati nuovi collettori pluviali.

Per eliminare, poi, dai collettori e dalle fogne della città il preponderante afflusso di acque torbide pluviali delle sovrastanti colline furono costruiti due collettori l'uno, detto «collettore orientale delle colline», con scarico nel preesistente canale pluviale delle Fontanelle, tributario del canale Arenacela, sfociante nel porto presso il Ponte della Maddalena e, l'altro, denominato «collettore occidentale delle colline», con sbocco a mare presso il largo Sermoneta a Posillipo.

Ovviamente tali opere furono concepite con riferimento alla situazione dell'aggregato urbano anteriore all'anno 1888, cui si riferisce l'alligata planimetria sulla quale sono anche riportati i relativi tracciati.

Le portate nere vennero valutate in base ad una densità media di 600 abitanti per ettaro, ad un consumo medio giornaliero per abitante valutato in 50 litri e adottando un coefficiente di punta pari a 4.

Le portate pluviali, invece, vennero calcolate, per i grandi bacini a nord, con un coefficiente di riduzione globale pari a 0,50 e con una intensità di pioggia di 50 mm/h, per i bacini medi e bassi, con una intensità pari a 90 mm/h.

Le dimensioni e le caratteristiche costruttive dei manufatti risultano dalle relative sezioni riportate nei grafici allegati.

Tutte le opere suaccennate furono eseguite con i fondi della Legge per Risanamento di Napoli, votata dal Parlamento e promulgata il 5 maggio 1885.

I rilievi che si ritengono fare al progetto del 1889 sono i seguenti:

i criteri di funzionalità, dati alla nuova rete di fognatura cittadina, la scelta dello sbocco dell'Emissario di Cuma, le strutture delle principali arterie, i loro tracciati sono ancora oggi validi;

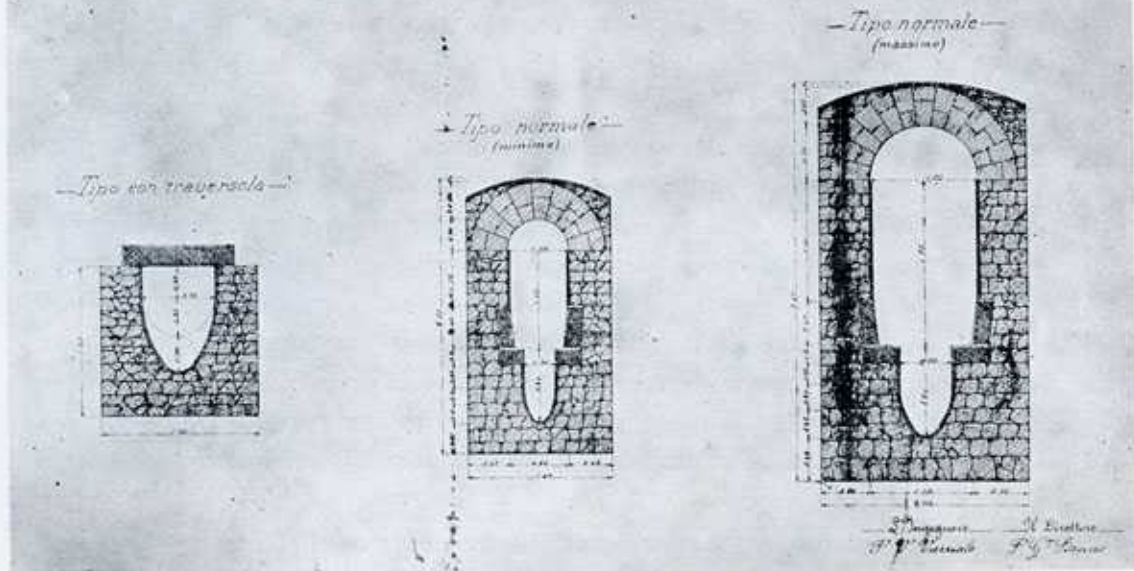
sorpasati sono, invece, i criteri su cui si basarono i calcoli idraulici che tennero conto in modo assai empirico dei tempi di corrivazione e dei volumi d'invaso che tanta influenza hanno nel proporzionamento di una rete idraulica; del pari inadeguati appaiono i coefficienti

di afflusso assunti a base della progettazione stessa;

TIPI DI FOGNE NUOVE A SISTEMA PROMISCUO
 AFFLUENTI NEL COLLETTORE ALTO

Tav. V

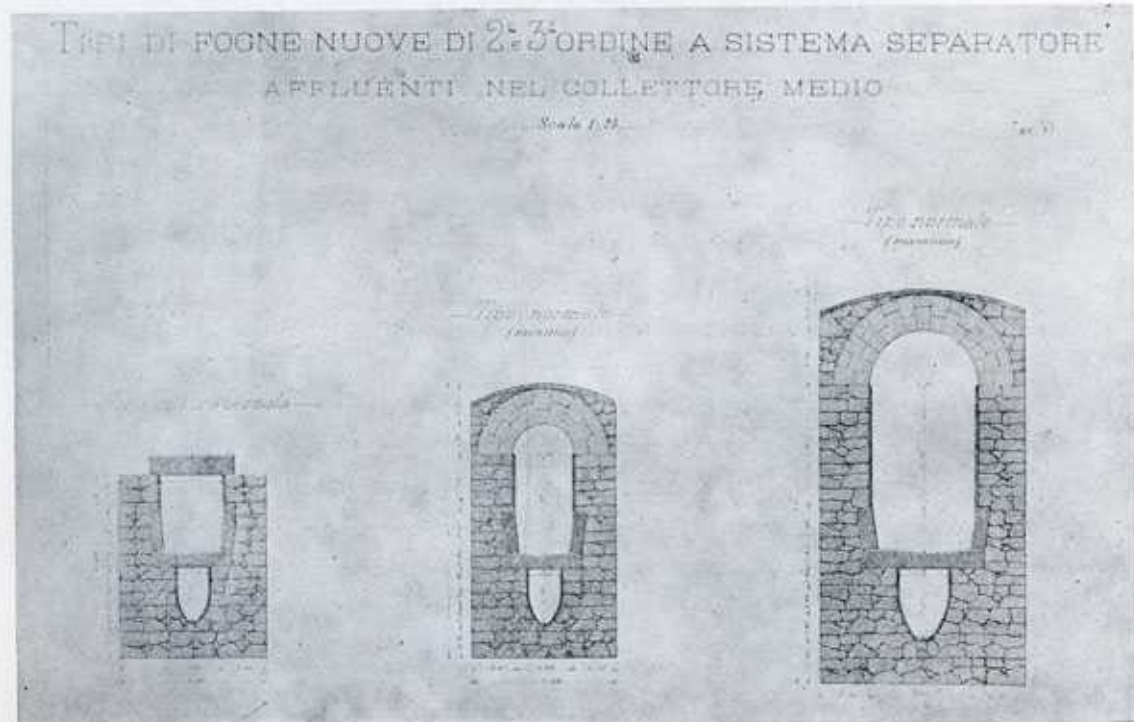
Scala 1/25



117

117-118 - Grafici esecutivi del progetto del 1889 (archivio comunale di Napoli, vico Maiorani).

118



infine, risultano sorpassati i sistemi di separazione di acque nere e bianche adottati nelle zone medie e basse; gli inconvenienti che possono aversi sono evidenti: i tubi, spesso insufficienti, in cui dovrebbero passare i liquami, si otturano facilmente; gli operai di frequente rompono il tubo a monte dell'ostruzione e così lo speco che dovrebbe servire per il convogliamento a mare delle sole acque di pioggia diventa fogna a sistema misto; anche nell'altro tipo a doppio speco, la separazione tra quello superiore pluviale e quello inferiore fecale non può mai essere perfetto. Infatti, in sede di manutenzione e sorveglianza dello speco inferiore i chiusini dei pozzetti di spia restano spesso danneggiati, particolarmente negli spigoli, per cui, in caso di pioggia, acque pluviali unite a fango si riversano nello speco inferiore provocando un dannoso sovraccarico delle stazioni di elevazione e l'usura delle giranti delle pompe centrifughe, per la presenza di terriccio e sabbia nelle acque da elevare nonché l'intasamento delle vasche di raccolta ubicate nelle stazioni citate. Inoltre, è quasi impossibile rilevare attraverso i succitati pozzetti eventuali corrosioni prodottesi alle strutture murarie della cunetta prima ancora che le stesse non determinino, con il loro aggravarsi, perdite sensibili di acqua nel sottosuolo, accompagnate quasi sempre da dissesti dei fabbricati vicini.

Successivamente all'ultimazione, avvenuta nel 1915, delle opere comprese nel progetto del 1889, sono stati eseguiti notevolissimi lavori di ampliamento delle reti, per le accresciute esigenze cittadine derivanti dall'aggregazione degli otto ex Comuni suaccennati e dall'espansione urbanistica con caratteristiche di sviluppo locale; tale ampliamento fu ottenuto senza modificare le linee fondamentali secondo le quali l'opera era stata originariamente concepita.

Le progettazioni relative a tali opere - non riferite, quindi, ad un coordinato programma organico, per quanto sopraccennato - hanno determinato gradualmente l'insufficienza della massima parte della rete. L'errore principale è consistito nell'estendere la rete con sistema promiscuo (nuovi rioni SPEME, Vomero-Arenella e Materdei, sezioni: Camaldoli, Capodimonte, Miano, Mianella, Piscinola, Marianella, ex Comuni di Secondigliano e S. Pietro a Patierno), ad un bacino pressoché quadruplo di quello originario.

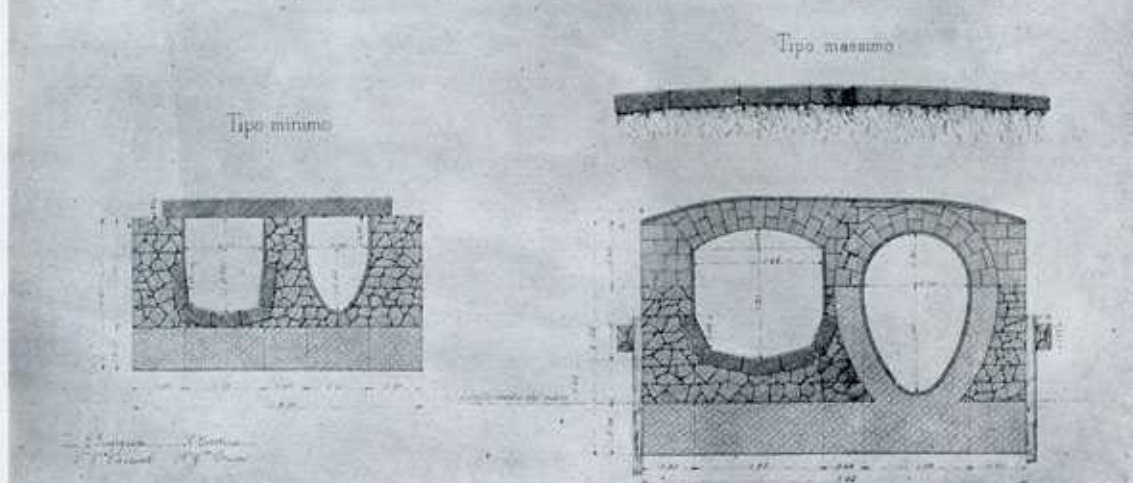
Oltre poi all'aumento notevolissimo, come sopraccennato, delle aree servite, un maggiore apporto è derivato alla rete dal fatto che vaste zone nell'ambito dell'abitato, una volta rurali ed a ville e, quindi, molto assorbenti, con le sopravvenute costruzioni e relative sedi stradali presentano oggi un coefficiente di assorbimento assai più basso.

Inoltre il progressivo ridursi di zone verdi nell'ambito dell'abitato come sopraccennato, ed i più perfezionati ed impermeabili tipi di pavimentazione

SEZIONI TRASVERSALI DEI COLLETTORI BASSI LITORANE
A SISTEMA SEPARATORE

Tav. III

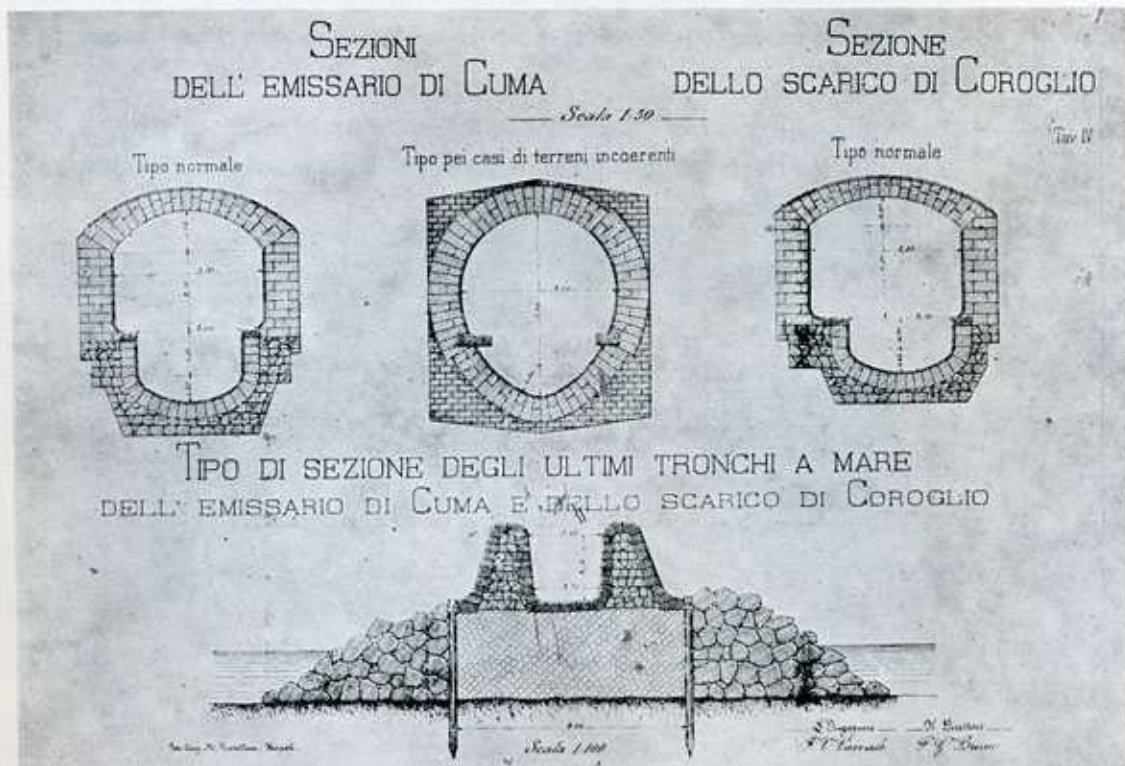
Scala 1/50



119

119-120 - Grafici esecutivi del progetto del 1889 (archivio comunale di Napoli, vico Maiorani).

120



hanno modificato anche le condizioni di deflusso delle fogne che servono la parte più antica della città, pur se i bacini affluenti sono rimasti gli stessi.

Per consentire una rapida valutazione della situazione determinatasi si è provveduto ad indicare sull'allegata planimetria 1/25.000 i tracciati dei collettori e delle principali collettrici, nonché degli scaricatori di piena, mettendo in evidenza con diversa colorazione le opere eseguite prima del 1915 e quelle successive.

Nel 1949 l'Amministrazione, preoccupata di tale grave situazione, destinata ancor più ad accentuarsi, fece eseguire uno studio di larga massima per la sistemazione della fognatura cittadina al Prof. Ing. Castone De Martino, che lo condusse a termine nel settembre del 1950.

I provvedimenti suggeriti con tale studio nelle singole zone nelle quali è suddiviso l'intero territorio comunale nei riflessi della fognatura furono i seguenti:

Zona alta:

- Ridimensionamento del collettore alto e sistemazione delle principali collettrici.

- Costruzione o adeguamento degli sfioratori su tutte le immissioni del Collettore Alto in modo da realizzare la necessaria ed idonea distribuzione delle portate miste tra collettore alto e canali scaricatori.

- Derivazione nel collettore alto o in fogne tributarie delle acque di tempo asciutto defluenti nei canali scaricatori.

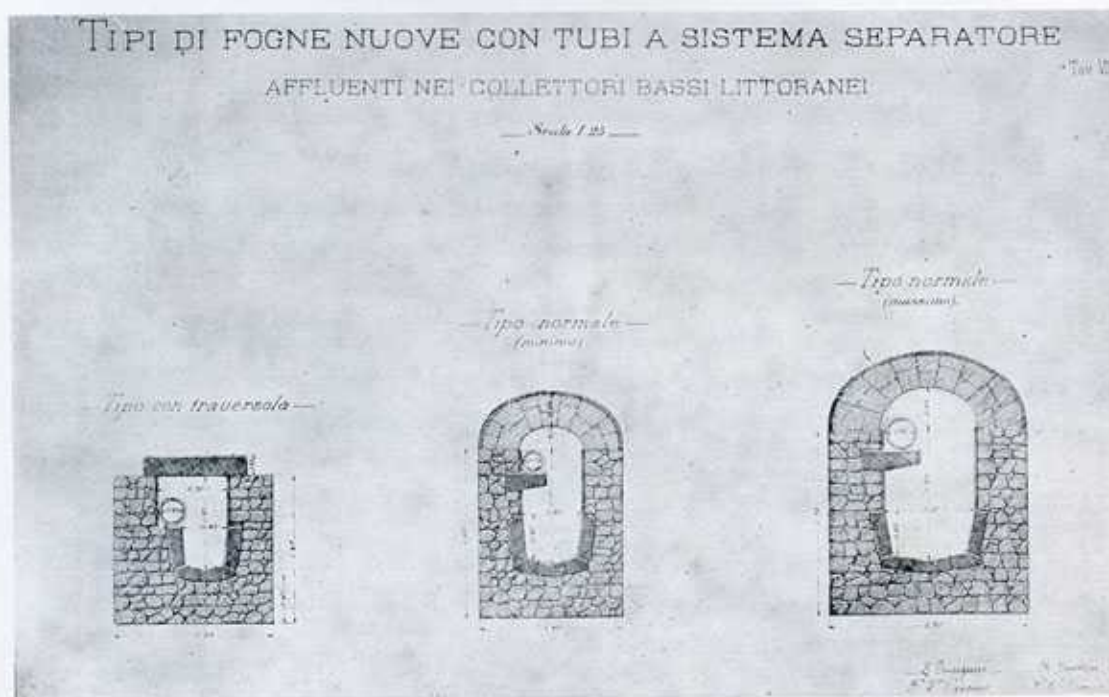
- Sistemazione dei canali scaricatori e costruzione del nuovo scaricatori in via Duomo.

- Sistemazione dell'intera rete di canalizzazioni pluviali, artificiali o naturali, con recapito all'alveo delle Fontanelle, al Vallone S. Rocco e ai Regi Lagni.

- Costruzione di un nuovo collettore circondariale orientale con derivazione in esso del Vallone S. Rocco ed intercettamento dei canali del comprensorio di bonifica di Napoli e Volla, con il conseguente alleggerimento degli scaricatori urbani.

- Sistemazione idraulico forestale nei versanti collinari a ridosso della città e del bacino del Vallone S. Rocco.

- Sistemazione idraulico forestale delle colline a ridosso della via delle Puglie.



121 - Grafici esecutivi del progetto del 1889 (archivio comunale di Napoli, vico Maiorani).

122 - Sagome esistenti nel cantiere comunale della Divisione Fognature; da sinistra:
collettore medio, emissario di Cuma, scaricatore di Coroglio, collettore alto.



Zona media:

- Sistemazione e modifica dell'attuale rete separata con utilizzazione delle canalizzazioni esistenti.

Zona bassa orientale:

- Sistemazione dell'attuale rete separata con l'utilizzazione delle canalizzazioni esistenti e costruzione delle fogne collettrici della nuova via Marittima con il sollevamento delle acque luride direttamente al collettore Alto.
- Costruzione integrale della rete nera nella zona compresa tra via Stadera, via Poggioreale e via Arenaccia e nella zona industriale con recapito al nuovo impianto di epurazione di S. Giovanni a Teduccio.

Zone periferiche:

- Costruzione ex novo di una collettoria nera per Posillipo basso con sollevamento alla esistente collettoria di Posillipo Alto affluente direttamente all'Emissario di Cuma.
- Utilizzazione della rete esistente promiscua di Posillipo Alto per il solo servizio fecale con recapito all'Emissario di Cuma e costruzione ex novo della rete pluviale, con utilizzazione dei colatoi naturali esistenti.
- Costruzione ex novo della rete nera per la Conca di Agnano con recapito a mezzo sollevamento all'Emissario di Cuma.
- Sistemazione idraulico forestale del bacino dell'Arena S. Antonio.
- Costruzione ex novo delle reti di fognature del tipo separatore nelle sezioni di S. Giovanni a Teduccio, Barra e Ponticelli e costruzione del relativo impianto di epurazione.
- Costruzione ex novo delle reti di fognatura del tipo separatore nelle Sezioni di Seccavo e Pianura.
- Modifica a sistema separatore dell'esistente rete di fognatura promiscua nelle Sezioni di Miano, Mianella, Piscinola e Marianella.

Intervenuti i fondi della prima legge Speciale per Napoli, il Consiglio di Amministrazione della Cassa per il Mezzogiorno, in data 1° marzo 1955, decideva, prima di operare gli interventi programmati dalla Amministrazione Comunale sulla rete di fognatura, l'istituzione di una Commissione di Studio per determinare le direttive occorrenti per il

progetto generale della fognatura di Napoli, affidandone la presidenza all'Ing. Mario Folinea, Presidente Onorario del Consiglio Superiore dei LL. PP., che condusse a termine i propri lavori il 4 ottobre 1957. Tale Commissione ritenne, fin dalle prime sedute, opportuno di accettare e far proprie, con qualche adattamento, le direttive di carattere generale proposte dal Prof. Ing. De Martino nello studio di larga massima di cui sopra, eseguito nel 1950, e concluse il proprio studio con il seguente preventivo sommario di spesa:

Zona alta

1) Ridimensionamento collettore Alto	L.	125.000.000
2) Scaricatore di via Duomo	»	
355.000.000		
3) Sistemazione principali collettrici (Calata Capodichino, Corso Umberto a Secondigliano, Capodimonte, Vomero, Arenella)	»	1.000.000.000
4) Sistemazione antichi collettori Occidentale e Orientale per condurre le portate di tempo asciutto e le prime acque di pioggia al Collettore Alto	»	415.000.000

Zona media

5) Sistemazione rete fecale	L.	1.500.000.000
---------------------------------------	----	---------------

Zona bassa

6) Occidentale - Trasformazione a sistema promiscuo con impianti elevatori per sollevamento diretto al Collettore Alto	L.	1.661.000.000
7) Orientale - Costruzione della fognatura della Nuova via Marittima e dei relativi impianti elevatori	»	600.000.000
8) id. : Sistemazione rete nera	»	1.350.000.000
9) Orientale - Costruzione della rete fecale della zona compresa tra via Stadera, via Poggioreale, via Arenacela e prossima zona industriale, per aggregarla alla zona servita dall'impianto di epurazione di S. Giovanni a Teduccio	»	4.500.000.000

10) id.: Sistemazione pluviali zona industriale » 2.000.000.000

Zone periferiche	
11) Nuova collettrice per Posillipo Basso.....L.	
500.000.000	
12) Sistemazione rete Posillipo Alto..... “	
350.000.000	
13) Sistemazione fognature Campi Flegrei (Fuorigrotta, Bagnoli)..... “	200.000.000
14) Fognatura della zona di Agnano con impianto di sollevamento..... “	
150.000.000	
15) Fognatura di Pianura e Seccavo (reti nere e bianche)..... “	610.000.000
16) Fognatura di Chiaiano e Uniti..... “	
200.900.000	
17) Sistemazione fognatura di Miano, Mianella, Piscinola e Marianella..... “	570.000.000
18) Fognatura di Barra, Ponticelli e S. Giovanni a Teduccio	
a) reti fecali e pluviali..... “	
1.720.000.000	
b) impianto di epurazione..... “	
600.000.000	
c) opere a mare per creare la sede dell'impianto di cui sopra..... “	
240.000.000	
<i>Sistemazione zone collinari e regolazione acque pluviali provenienti dalle medesime</i>	
19) Bacino Arena S. Antonio..... L.	
700.000.000	
20) Collettore di Levante e sistemazione dei relativi bacini..... “	
4.000.000.000	
21) Bacini collinari dell'Alveo delle Fontanelle..... ”	
1.000.000.000	
	Sommano L.
24.346.900.000	
22) Per imprevisti (circa il 12 %)..... “	
<u>2.976.000.000</u>	

Totale L.

22.322.900.000

Sulla base di tale studio sono stati eseguiti, a tutt'oggi, i seguenti lavori :

1) con i fondi della 1^a Legge Speciale per Napoli n. 297 del 9 maggio 1953 opere per l'importo complessivo di L. 4.953.400.000 intese a sistemare ed adeguare l'alveo dei Vergini e quello dell'Arenaccia, principali arterie pluviali della rete cittadina ed a dotare di fognatura dinamica le sezioni di Chiaiano, Secondigliano (rione Berlingieri), parte delle sezioni di Ponticelli, Barra, S. Giovanni a Teduccio, Seccavo, Pianura, nonché a sistemare anche in parte le reti esistenti nelle Sezioni di Miano, Mianella, Piscinola e Marianella;

2) con fondi d'istituto della Cassa opere per un importo di lire 2.815.000.000, di cui lire 715.000.000 quale aliquota a carico del Comune a norma della legge 3 agosto 1949, n. 589, per il risanamento igienico del litorale cittadino dal Porto Militare a Mergellina; e per un importo di lire 3.140.822.125, di cui L. 723.959.500 a carico del bilancio comunale, per la realizzazione del 3° Stralcio di opere di costruzione della rete dinamica delle Sezioni di S. Giovanni a Teduccio, Barra, Ponticelli e per il completamento delle reti bianche e nere nelle Sezioni di Soccavo e Pianura. In totale lire 5.955.822.125;

3) con fondi ordinari del Comune opere per un importo di lire 254.500.000 per il ridimensionamento della Collettrice di Calata Capodichino e per la sistemazione del collettore occidentale per condurre la portata di magra e le prime acque di pioggia di tale collettore in quello Alto e per la parziale sistemazione della rete di Posillipo Alto.

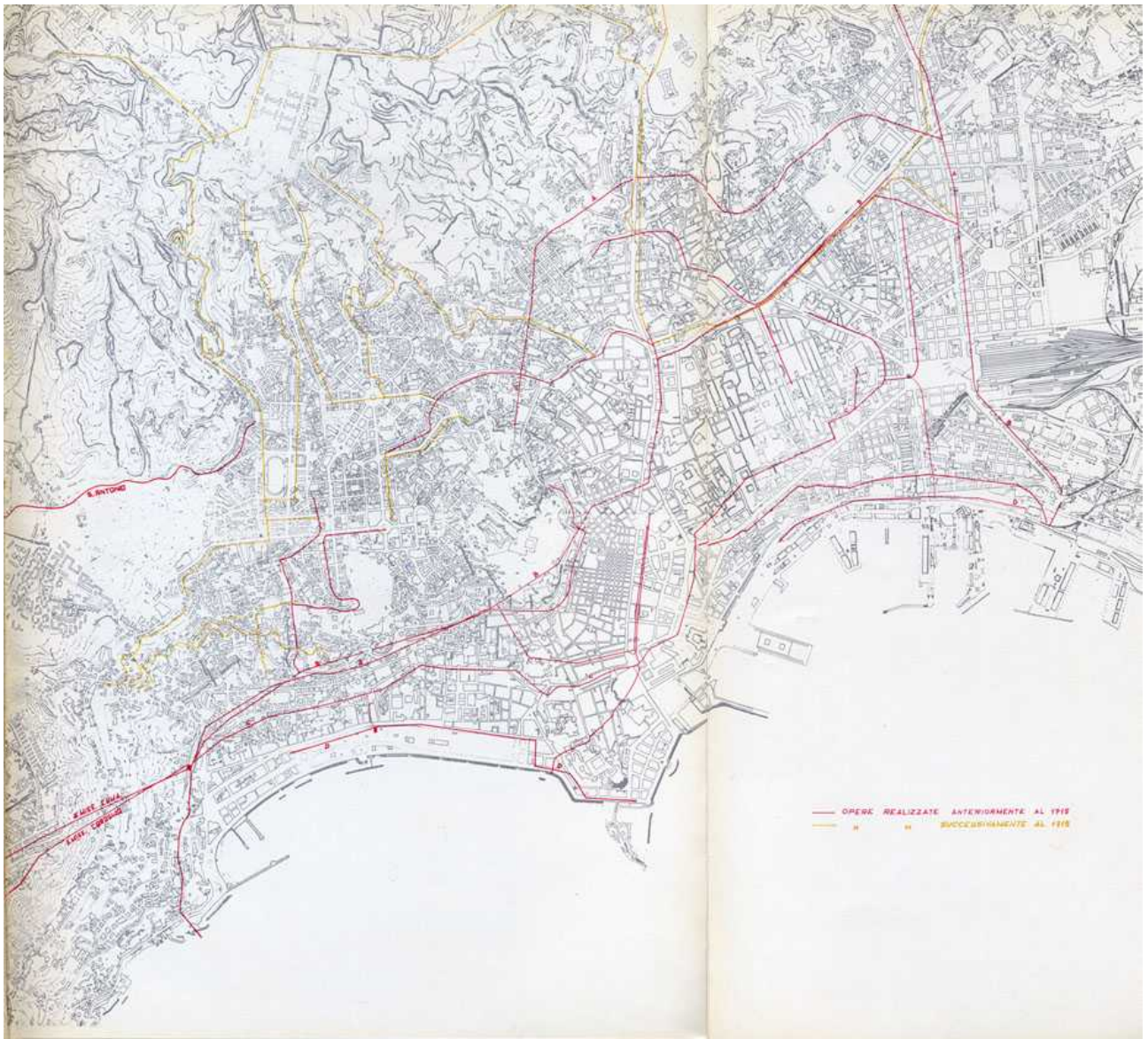
Sono inoltre in corso sempre con fondi ordinari del Comune opere per un importo di Lire 379.000.000 per il raddoppio della collettrice di S. Pietro a Patierno e per l'alleggerimento della collettrice di Viale Colli Aminei-Capodimonte.

Sulla nuova legge speciale per Napoli sono programmate le seguenti opere :

1) da progettarsi ed eseguirsi a cura del Comune per un importo di Lire 7.250.000.000

- a) Ridimensionamento collettore nera Ponticelli
in dipendenza dei maggiori apporti del
comprensorio della 167 L. 140.000.000
- b) Nuova collettore nera lungo la statale 7 bis
con recapito in quella del Cassano a servizio
dell'insediamento della 167 in Secondigliano..... » 150.000.000
- c) Rete di fognatura nera a servizio della zona di
Agnano non ancora servita..... » 350.000.000
- d) Nuova fogna del tipo separatore a spechi
distinti lungo la via Pigna non ancora servita.... » 270.000.000
- e) Nuova fogna del tipo separatore a spechi distinti
in sostituzione della insufficiente e precaria esistente
canalizzazione promiscua nella via Chiaiano-Marianella
e sistemazione delloalveo pluviale a monte..... L. 97.000.000
- f) Lavori di sistemazione definitiva dell'alveo strada
Finanzieri con la costruzione del manufatto fognario
ed apposito cunicolo per le condotte idriche esistenti
nel letto di detto alveo, nonché opere di derivazione
in esso delle portate di piena delle collettrici di via
Ribera e via Fracanzano..... “ 230.000.000
- g) Opere di derivazione della portata di piena della
Collettore di via Regina Margherita nel nuovo
collettore pluviale Orientale..... “ 33.000.000
- h) Opere di ridimensionamento dei primi due tronchi
del Collettore Alto da via Foria a via Roma angolo
Maddaloni e cioè alle finestre di sfioro nello
scaricatore Ventaglieri-Pignasecca, imposte anche
dal previsto ampliamento del bacino servito nella
zona di Secondigliano, e di regolarizzazione della
quota degli sfioratori sia sul collettore che sulle
principali immissioni per assicurare la prescritta
diluizione attraverso gli scaricatori nel rapporto di
diluizione 1:5 per le portate nere di punta..... “ 230.000.000
- i) Nuovo collettore pluviale orientale destinato a
ricevere le acque del comprensorio della 167

di Secondigliano e di quelle dell'aliquota parte della 167 di Ponticelli ricadente a monte della via Argine che non ha possibilità di essere servita dagli esistenti collettori pluviali; nonché la portata dell'Alveo S. Rocco, maggiore tributario dell'Alveo Arenacela, le acque delle zone nord-orientali cittadine confluenti attualmente nella vasca Taglia in tenimento di Cardilo, quelle delle Colline di Poggioreale e Capodichino gravitanti sulla rete pluviale della via Stadera e via Poggioreale, tributaria dei



123 - Tracciati dei collettori principali costruiti prima e dopo il 1915.

canali della bonifica di Napoli e Volla..... “ 5.750.000.000
Totale L. 7.250.000.000

2) Da progettarsi ed eseguirsi a cura della Cassa per il Mezzogiorno per un importo di Lire 2.750.000.000:

A) Per la sistemazione ed integrazione delle fogne nere e pluviali nella attuale zona industriale e orientale e precisamente:

1) Costruzione di canali circondariali a monte della via Stadera e della via Poggioreale per l'intercettazione di tutte le acque meteoriche provenienti dalla collina di Poggioreale, dall'Aeroporto di Capodichino e dalle altre colline a monte di via Stadera e per il loro convogliamento al nuovo collettore pluviale orientale progettato dalla Divisione Fognatura del Comune di Napoli.

2) Opere idonee a trattenere i materiali solidi alla testata delle canalizzazioni coperte esistenti lungo gli impluvi delle colline di Poggioreale e Capodimonte, sistemazione degli imbocchi relativi spostandoli anche verso monte per allontanarli dalla periferia urbana.

3) Rete nera secondaria del bacino considerato tributario della nuova collettrice nera di via Stadera e via Traccia (il cui progetto redatto dalla Cassa per il Mezzogiorno con fondi d'istituto della Cassa medesima è tuttora all'esame della Delegazione Speciale del Consiglio Superiore dei LL. PP.) Finanziamento previsto

.....L.1.000.000.000

B) Risanamento igienico dello specchio d'acqua portuale antistante la zona bassa orientale da piazza Municipio a via Marina di Gigli e precisamente:

1) Costruzione degli impianti di sollevamento delle portate nere della nuova collettrice della via Marittima.

2) Costruzione degli impianti di sollevamento delle portate della collettrice di via Reggia di Portici e via Ponte della Maddalena.

Importo previsto..... L.
500.000.000

C) Sistemazione per le reti nere nella zona orientale cittadina affluente alla collettrice della

via Nuova Marittima e della colletttrice di via Reggia di Portici e via della Maddalena.

Importo previsto..... “
750.000.000

D) Sistemazione principali colletttrici affluenti al collettore Alto e precisamente:

1) Opere di alleggerimento dello speco pluviale del collettore Medio nel tratto a valle di piazza Plebiscito intese a scaricare l'intera portata nella Cloaca Massima attraverso lo sfioratore esistente all'altezza della citata piazza e previo l'adeguamento della sezione idrica di un breve tratto strozzato di detta Cloaca Massima.

2) Opere di sistemazione del collettore Orientale in via Gussone per convogliare le portate di tempo asciutto e le prime acque di pioggia in testa al Collettore Alto in piazza Carlo III.

3) Opere di sistemazione e adeguamento della Colletttrice del Vomero denominata Montella nel suo tronco incidente lungo la via A. Falcone e le aree private a valle sino alla sua confluenza nel Collettore Alto in via S. Maria la Neve.

4) Opera di derivazione della portata di piena della colletttrice di via Tasso nel colatoio Laganà e nel colatoio di viale M. Cristina di Savoia tributari del collettore occidentale delle colline e relative opere conseguenziali.

5) Opere di derivazione della portata di piena della colletttrice dell' Arenella nel collettore Orientale delle colline.

6) Opere di ridimensionamento della colletttrice promiscua del Cassano in relazione anche ai nuovi apporti di acque nere derivanti dall'insediamento previsto in Secondigliano in base alla legge 167.

Importo previsto.....» 900.000.000

TOTALE L. 2.750.000.000

Sono inoltre programmate e di prossima realizzazione con fondi di istituto della Cassa per il Mezzogiorno, a seguito dell'intervento di sollecitazione, diretto e personale, dell'Assessore ai LL. PP. presso l'on.le Ministro Pastore, le seguenti opere:

1) Lavori di completamento delle reti bianche e nere delle sezioni di S. Giovanni, Barra e Ponticelli (approvati dal Consiglio Superiore dei LL. PP. con voto n. 163)

Importo.....	L. 1.780.000.000
2) Lavori di completamento delle reti bianche e nere delle sezioni di Miano, Mianella, Piscinola e Marianella (approvati dal Consiglio Superiore dei LL. PP. con voto n. 261 e già appaltati).	
Importo.....”	900.000.000
3) Lavori di costruzione della nuova collettrice nera per via Stadera e Poggioreale e via Traccia (all'esame del Consiglio Superiore dei LL. PP.).	
Importo.....”	2.000.000.000
4) Lavori di costruzione del tronco terminale del nuovo Emissario pluviale della sezione di Pianura attraverso lo stabilimento Italsider di Bagnoli (approvati dal Consiglio Superiore dei LL. PP. con voto n. 259, già appaltati).	
Importo.....”	400.000.000
5) Lavori di completamento dell'impianto di epurazione di Napoli-Orientale in corso di esecuzione.	
Importo.....”	<u>490.000.000</u>
	Totale L. 5.580.000.000

Sono programmate e da eseguirsi con fondi ordinari del Comune le seguenti opere:

1) Fogna pluviale Viale Kennedy e opere di completamento del canale Piscicelli	
Importo.....L.	80.000.000
2) Emissario sussidiario di Coroglio.	
Importo.....L.	250.000.000
3) Collettrici in via Miano-Agnano tronco travia Pietravalle e il Frullone a servizio anche del nuovo complesso Universitario (Nuovo Policlinico).	
Importo.....L.	160.000.000
4) Opere di ammodernamento e potenziamento dei macchinari elevatori delle acque luride site in via L. Cattolico e via Acton.	
Importo.....L.	200.000.000
5) Nuova fogna collettrice di via Tasso	
Importo.....L.	<u>800.000.000</u>
	Totale L. 1.490.000.000

Per l'attuazione completa del predisposto programma di sistemazione generale della rete di fognatura cittadina restano da eseguire le seguenti opere per le quali manca l'integrale finanziamento:

1) Ristrutturazione delle vecchie collettrici Miano-Capodimonte, Corso Umberto a Secondigliano, Cacciottoli, Conte delle Cerra, Salvator Rosa, via Salute, via Paolo Emilio Imbriani, Corso Vittorio Emanuele, Cloaca Massima lungo via Roma:

Importo circa.....L. 1.500.000.000

2) In molte zone cittadine (Vasto, Vicaria, San Lorenzo, San Giuseppe, Vomero, Fuorigrotta) la rete pubblica di fognatura è costituita da fogne a due specchi: l'uno inferiore semiellittico, per raccogliere le acque luride, l'altro superiore di maggiore ampiezza per raccogliere le acque pluviali, separati da un diaframma orizzontale, di pietraresa incastrato nei piedritti e sul quale sono praticate piccole botole quadrate di spia a distanza non inferiore a metri 5.

In sede di sorveglianza è quasi impossibile rilevare attraverso le botole l'eventuali corrosioni prodottesi alle strutture murarie della cunetta prima ancora che le stesse non determinino con il loro aggravarsi perdite sensibili di acqua nel sottosuolo accompagnate quasi sempre da dissesti delle pavimentazioni stradali e dei fabbricati vicini. All'eliminazione di tale incombente pericolo potrà provvedersi solo con la costruzione di una nuova rete fecale del tutto indipendente da quella pluviale.

Si presume che tali opere potranno comportare in linea di larga massima una spesa di.....L. 10.000.000.000

3) Sistemazione zone collinari e regolazione acque pluviali provenienti dalle medesime :

- Bacino Arena S. Antonio.....L.	1.000.000.000
- Bacino nuovo collettore di Levante.....L.	1.500.000.000
- Bacino alveo Fontanelle.....L.	500.000.000
- Bacino alveo S. Rocco.....L.	500.000.000

4) Revisione, sistemazione ed integrazione fogne pluviali zona industriale e zona orientale

cittadina.....L. 2.000.000.000

5) Sistemazione rete Posillipo Alto.....L. 500.000.000

6) Nuova collettrice per Posillipo Basso.....L. 750.000.000

7) Nuove fogne fecali e sistemazione e integrazione delle fogne pluviali nel bacino

gravitante su piazza S. Rocco e nel rione S. Croce
a Miano.

Importo circa.....L. 500.000.000

IN TOTALE CIRCA L. 18.600.000.000

Inoltre, si ritiene opportuno evidenziare che, per il dimensionamento delle nuove reti nelle zone periferiche cittadine, che ne erano prive, e nei rioni Ina-CASA e nel CEP, non è stato tenuto a base della relativa progettazione il criterio della percorribilità osservato nel progetto del 1889 ma sono stati tenuti in conto esclusivamente, i dati risultanti dai relativi calcoli idraulici; come è ovvio, pertanto, nessuna azione preventiva può essere espletata dal servizio fognatura per gran parte di tali canalizzazioni. In tali zone si ravvisa l'opportunità che siano realizzati (dove mancano) i cunicoli per sottoservizi onde evitare che qualche perdita dalle fogne (non individuabile al primo insorgere per quanto sopra accennato) possa, nel tempo, inficiare anche il piano di posa delle condotte idriche provocando, con la rottura delle stesse, la esaltazione del fenomeno. Per la stessa ragione si ravvisa l'opportunità di estendere i cunicoli per sottoservizi lungo tutte le principali direttrici del traffico cittadino che allo stato non sono dotate. Si presume, tenuto conto dello sviluppo lineare per le zone e direttrici succitate, che la spesa possa ammontare a circa Lire 5.000.000.000.

Elementi tenuti a base dello studio delle soluzioni proposte ed in parte già adottate, come sopra precisato, ai fini della sistemazione generale della fognatura di Napoli.

DATI PLUVIOMETRICI:

Nel progetto del 1889, in base ai bollettini meteorici dell'Osservatorio di Capodimonte e dell'Università degli Studi, per il periodo di undici anni dal 1873 al 1883, dei quali risultava che in un anno si verificavano :

piogge da 10 mm/all'ora	22	volte
» » 20 » »	8	»
» » 30 » »	2	»
» » 40 » »	0,82	»
» » 50 » »	0,54	»
» » 60 » »	0,36	»

furono considerate piogge ordinarie quelle fino a 5 mm. di intensità oraria, straordinarie quelle di intensità maggiore, fino a 30 mm. orari, e piogge di nubifragi quelle superiori ai 30 mm.

124 - Scarico di piena del serbatoio dell'Aquedotto a Capodimonte nel collettore orientale pluviale delle Colline.



125 - Emissario di Cuma.



126 - Collettore medio: scarico all'impianto di Piedigrotta.



127 - Collettore alto

Amnesso il coefficiente 0,50 per calcolare la portata dei canali rispetto alle quantità di acque di pioggia che cadono sui bacini affluenti, le dimensioni dei canali collettori furono calcolate nella previsione che le relative sezioni potessero convogliare le portate competenti a piogge fino a 20 mm, e che, per le piogge di intensità superiore, solo una parte della portata fosse contenuta nei collettori per quanto corrispondente alle altezze delle lame d'acqua sulle soglie degli sfioratori e la rimanente parte fosse versata a mare da questi.

Il Prof. De Martino nel suo studio di massima per la sistemazione della fognatura di Napoli, dopo aver rilevato che, pur esistendo 14 stazioni pluviometriche, della quali 9 munite di apparecchi registratori, i dati raccolti non erano stati sistematicamente elaborati, tuttavia per poter fornire con i dati disponibili una idea dell'andamento delle piogge abbastanza concreta e sufficiente ai fini di un primo studio, si è avvalso:

a) dei dati di precipitazione di massima intensità in tutte le stazioni pluviometriche per il ventennio 1921-1940, rilevati negli annali idrografici;

b) dei dati di precipitazioni di massima intensità, rilevati al pluviografo dell'Osservatore di Capodimonte per il periodo dal 1880 al 1930.

c) dei dati rilevati all'Istituto di Fisica Terrestre dell'Università di Napoli e riportati nella memoria dell'Ing. Andreotti: «Piogge di massima intensità prevedibili per Napoli», pubblicata negli Annali dei Lavori Pubblici del marzo 1933.

Tenuto conto, poi della circostanza che le maggiori lunghezze di percorso per l'acqua di pioggia nei canali di fognatura dai punti più lontani fino all'emissario non superano i 10 Km, e supposta la velocità di piena intorno a m 1 per secondo, dal che consegue che la portata massima potrà raggiungersi in un tempo non superiore a tre ore, il Prof. De Martino ha estesa la sua indagine alle piogge di durata fino a tre ore e ne ha dedotto che la curva di equazione $h = 0,065 T'$ è quella che meglio risponde alle condizioni di Napoli, avvertendo che per il periodo considerato dal 1883 al 1950 non risultavano rispondenti alla detta equazione che soltanto due eventi eccezionali, e precisamente quello del 17 agosto 1917 (Osservatorio di Capodimonte) e quello del 6 giugno 1918 (Istituto di Fisica Terrestre).

La Commissione ha ritenuto poter adottare come legge di variazione dell'intensità delle piogge in funzione della durata quella suindicata proposta dal Prof. De Martino, salvo nella verifica delle opere esistenti a

ridurre in limiti ragionevoli i valori forniti della stessa curva correlativamente ai dati di funzionamento di cui si dispone per le opere stesse.

Dotazioni idriche attuali e future.

L'attuale approvvigionamento idrico di acqua potabile per la città di Napoli è costituito, *in via principale*, dall'acquedotto del Serino, che, dopo l'allacciamento delle sorgenti Acquaro e Pelosi e la conduzione a Napoli della relativa maggiore portata, non è suscettibile di ulteriore incremento ed in via secondaria, dall'acquedotto della Bolla e dai pozzi di Lufrano, dai quali ultimi è possibile ancora trarre qualche modesto aumento di portata.

L'apporto del Serino è di 175.000 mc. al giorno; dai quali vanno detratti i circa mc. 60.000, destinati agli altri Comuni serviti dallo stesso acquedotto, di guisa che sono disponibili per Napoli solo 1/15.000 mc al giorno.

L'acquedotto della Bolla e i pozzi di Lufrano forniscono circa mc 150.000 nelle 24 ore, così che la dotazione giornaliera media risulta di circa mc. 265.000 cui va aggiunta quella fornita dall'Acquedotto Campano per circa 85.000 mc. al giorno per cui la dotazione totale è di mc. 350.000 nelle 24 ore e, per l'attuale popolazione di 1.100.000 abitanti in cifra tonda, di circa 300 litri per abitante/giorno.

Tale dotazione è destinata a incrementarsi per effetto del completamento dell'Acquedotto Campano, col quale sarà assicurata la dotazione di 350 litri per abitante/giorno (ivi compresa la dotazione degli attuali acquedotti) per una popolazione di 1.425.000 abitanti, che si prevede di raggiungere nell'anno 2.000.

Come si dirà in seguito le verifiche dirette a stabilire la sufficienza dei principali collettori sono state estese fino all'anno 2.020, per il quale si prevede la popolazione di 1.650.000 abitanti.

La Commissione ha ritenuto che ulteriori interventi, diretti a mantenere le dotazioni idriche realizzate con la costruzione dell'Acquedotto Campano, potranno garantire la disponibilità di 350 litri per abitante/giorno anche nell'anno 2.020; ed in tale ipotesi ha valutato le portate dovute alle acque nere.

Situazione demografica:

Negli anni dal 1812 al 1891 la popolazione di Napoli (centro e villaggi) passò da 326.000 a 522.595 abitanti, e cioè in circa 80 anni si accrebbe di 196.595 abitanti.

Il miglioramento delle condizioni igieniche dipendente dalla costruzione dell'acquedotto del Serino e dall'esecuzione delle opere di fognatura (attuate negli anni dal 1889 al 1915) e il fenomeno dello urbanesimo hanno determinato nei 57 anni successivi fino al 1948 un aumento nella popolazione del centro e dei villaggi di ben 316.356 abitanti; ma altra circostanza, indipendente dal naturale incremento demografico, ha concorso ad incrementare bruscamente la popolazione negli anni successivi al 1925 per effetto dei RR. DD. del 15 novembre 1925 n. 2183 e del 3 giugno 1926 n. 1002, con i quali vennero aggregati alla città di Napoli i Comuni di Barra, Ponticelli, S. Giovanni a Teduccio e S. Pietro a Patierno, e quelli di Secondigliano, Chiaiano ed Uniti, Soccavo e Pianura.

Per effetto di tale aggregazione la popolazione si accrebbe (censimento 1931) di 116.639 abitanti, che in dipendenza del naturale incremento demografico si elevarono a 158.312 abitanti nel 1948, di guisa che in quest'ultimo anno la popolazione totale di Napoli risultò di 997.263 abitanti.

Il Prof. De Martino nel progetto di massima più volte citato riporta in apposito prospetto i dati dei censimenti dal 1812 al 1948, e ne deduce che, volendo calcolare la futura popolazione in base alla legge naturale esponenziale secondo l'equazione $N = N_0 a^n$ dove N_0 è la popolazione attuale, e N è quella futura dopo n anni l'incremento demografico risulterebbe, se riferito al periodo 1921-36, dell'8,4%; se riferito al periodo 1936-48, del 10,4%; ed infine se riferito al periodo 1921-48, del 9,3%.

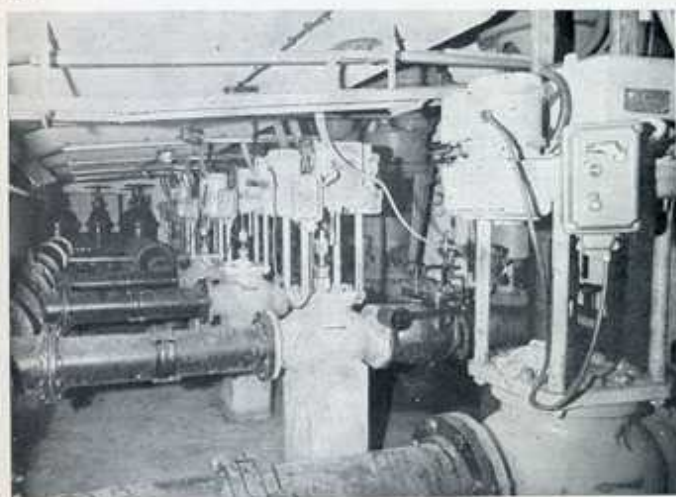
Il Prof. De Martino, nell'ipotesi di estendere le previsioni al periodo 1950-2000, considera che le precedenti valutazioni porterebbero per l'anno 2000 la popolazione compresa tra il 1.540.000 e 1.708.000 abitanti valori che giudica eccessivi, per cui ha ritenuto più prossima al vero per l'anno 2000 la popolazione di 1.425.000 abitanti, corrispondente ad un incremento medio del 6,8% e che coincide con quella assunta nel progetto per l'Acquedotto Campano.

La Commissione, nell'esaminare progetti esecutivi, relativi a zone di non rilevante estensione, ha espresso il parere che gli incrementi di popolazione potessero determinarsi in base al predetto coefficiente, e che le previsioni potessero limitarsi all'anno 2000; ma, al fine di stabilire



128-129-130-131 - Impianto elevatorio (Villa Comunale) delle acque nere e delle prime acque di pioggia della zona bassa occidentale; in fig. 128, banco elettronico di controllo esercizio per gli impianti elevatori di Mergellina, Villa Comunale, e Galleria della Vittoria; in fig. 129 sala-macchine; in fig. 130 vasca di aspirazione; in fig. 131 sala stacci rotanti.

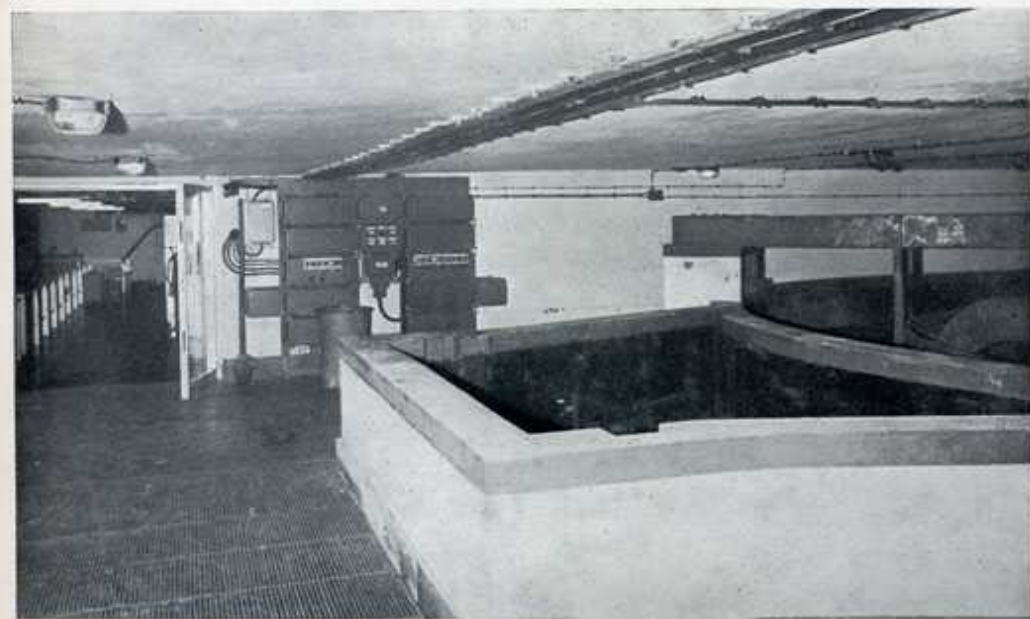
128



129



130



131

la sufficienza o meno dei principali collettori esistenti, destinati a servire l'intera città (Emissario di Cuma - Scaricatore di Coroglio) o gran parte di essa (Collettore Alto - Collettore Medio) ha ritenuto dover prendere in considerazione la presumibile popolazione dell'anno 2020, e ciò, in quanto l'esperienza dimostra che l'adeguamento di un sistema di fognatura col crescere delle esigenze da soddisfare si presenta di attuazione sempre più difficile e complessa, per cui gli studi delle più appropriate soluzioni tecniche da adottare, i provvedimenti amministrativi che ne conseguono, specie per assicurare il finanziamento, e l'esecuzione materiale delle opere richiedono notevole lasso di tempo, che in via prudenziale conviene prevedere almeno in un ventennio ⁽²⁾.

Pertanto, sempre ai fini del controllo della sufficienza dei principali collettori, la Commissione, tenendo fermo il cennato incremento medio del 6,8 per mille, e partendo dalla popolazione di 1.027.800 abitanti censita nel 1951 e desunta dal bollettino dell'Ufficio Statistica del Comune di Napoli ha determinato la presumibile popolazione all'anno 2020 con l'applicazione della formula esponenziale :

$$N = \frac{69}{100} \times 1.027.800 \times 1,068 = 1.650.000 \text{ in e. t.}$$

CRITERI DI VALUTAZIONE DELLE PORTATE

Portate nere.

La valutazione delle portate nere è stata effettuata in base ai dati demografici delle zone da servire e - come si è detto - nel supposto che anche negli anni dal 2000 al 2020 sia disponibile una dotazione idrica di 350 litri per abitante/giorno; e ciò per ulteriori incrementi dell'Acquedotto Campano.

Si è supposto che alle fogne pervenga l'80% della portata idrica distribuita, e che la portata di massima punta nei principali collettori urbani sia pari ad 1,30 quella media.

Ne consegue che la portata massima di un collettore, che dovrà servire N. abitanti sarà:

(2) Si ricorda che i primi studi per la nuova fognatura di Napoli furono impostati al 1873 e le opere furono compiute nel 1915, e nemmeno per intero.

$$350 \times 0,80$$

$$P.\max = N \times 1,30 - = N \times 0,004$$

$$86.400$$

Portate bianche.

Le portate bianche sono state determinate in base alle probabili massime altezze di pioggia, desunte per le zone servite da ciascun collettore con l'applicazione dell'equazione: $h = 0,065 T^{0,333}$ ed in base ai coefficienti di afflusso, stabiliti per le varie zone in rapporto alle loro definitive destinazioni di P. R.; tenendo conto della circostanza che col progressivo sviluppo delle costruzioni, terreni oggi assorbenti diventano più o meno impermeabili, e ciò naturalmente in relazione alla maggiore o minore densità della fabbricazione.

Avuto riguardo alle destinazioni di piano regolatore sono stati assunti i seguenti coefficienti di afflusso:

- Nucleo urbano a costruzione intensiva $\varphi = 0,90$.
- Zone residenziali a costruzione intensiva $\varphi = 0,80$.
- » » » » semintensive $\varphi = 0,70$.
- » » » » estensive $\varphi = 0,60$.
- Zone a costruzione isolate, zone industriali ecc. $\varphi = 0,40 \div 0,50$.
- Zone a verde $\varphi = 0,30$.

Determinazione delle portate.

Per ogni tronco di collettore è stata determinata l'area del bacino servito A e quindi l'area ridotta φA ; si è poi misurata la lunghezza l del Collettore dall'inizio alla sezione che si considera; e si è assegnata un'ulteriore lunghezza l' per tener conto del percorso superficiale ed attraverso le fogne secondarie dal punto più distante del bacino fino al collettore.

Supposta una velocità media V (inferiore a quella presumibile a collettore pieno) compresa tra 0,60 ed 1,20 m/s, variabile con la pendenza del bacino, si è assunto il tempo $t = 1 + l'/V$ come durata critica di pioggia e si è desunto il valore i massimo probabile corrispondente a tale durata.

L'espressione $Q = i \varphi A / 3.600$ mc/s da la portata massima, alla quale si è proporzionato il collettore.

Se lungo il collettore esistono scaricatori di piena, nel tronco a valle si è ripetuta la valutazione della portata come se si trattasse di un tronco iniziale e si è aggiunta la portata che lo sfioratore lascia proseguire.

Nello sviluppo dei progetti esecutivi ovviamente le sommarie valutazioni innanzi esposte andranno vagliate e modificate ove necessario in base a una disamina dei tempi di corrivazione o introducendo nei calcoli i volumi di invaso.

Dati idrometrici delle fogne.

Per esaminare fino a quali limiti i collettori esistenti potessero utilizzarsi nel nuovo sistema sono state costruite le scale di velocità e portata per ciascuno di essi, usando la formula di Bazin col coefficiente $Y = 0,18$.

La rete primaria della fognatura di Napoli esistente all'epoca dello Studio dell'apposita Commissione e le relative opere proposte per la sua sistemazione generale sono graficamente indicate sull'allegata planimetria 1 : 25.000.

L'esame di tale planimetria redatta nel 1957 evidenzia anche le gravi alterazioni effettuate successivamente a tale data degli impluvi naturali a servizio delle estese zone a verde di S. Giacomo dei Capri, Sgambati, Camaldolilli, Pigna tributari dell'Alveo di Bonifica Arena S. Antonio, tenendo presente le zone residenziali a costruzioni intensive sorte in tali località gravitanti ora sulla collettrice Montella e spiega i gravi fenomeni verificatisi nelle aree su cui insiste tale collettrice ed il suo scaricatore di piena Laganà (via Aniello Falcone, via Tasso, corso Viti. Emanuele, via S. Maria la Neve) da alcuni anni a questa parte.

Analoga situazione si rivela nelle vastissime zone allora a verde a monte e a valle della via Colli Aminei confluenti in impluvi naturali tributari rispettivamente del Vallone S. Rocco e del Canale Scudillo ed ora trasformate in zone a costruzione intensive gravitanti in gran parte sulla collettrice della via citata e si spiegano i gravi fenomeni verificatisi in più punti della sovrastante sede stradale.

Per quest'ultima collettrice è stato già precedentemente precisato che sono in corso le relative opere di alleggerimento, mentre per la collettrice Montella e lo scaricatore di piena Laganà sono state già precedentemente specificate le opere programmate e finanziate.

L'Ufficio fognatura del Comune ha subito purtroppo successive trasformazioni e restrizioni che evidentemente hanno fatto sentire la loro negativa influenza sulla gestione della rete.

Da «Ufficio speciale» per l'esercizio e la sorveglianza della fognatura pubblica e privata alle dipendenze dell'Ispettorato Fognatura della Direzione Generale di Sanità fu trasformato nel 1915 in una sezione sotto il titolo di «Sezione Fognatura» alle dipendenze dell'Ufficio Tecnico Comunale. Successivamente nel 1939 con l'applicazione della riforma degli Uffici Municipali, per altro tuttora vigente, fu soppressa ed i servizi da essi dipendenti furono decentrati e divisi tra le altre sezioni dell'Ufficio Tecnico, sezioni, per giunta, non tutte dipendenti da un'unica Divisione del citato ufficio. Infatti mentre le funzioni e le mansioni relative all'esercizio e manutenzione della fognatura pubblica e privata furono ripartite per zone tra le Sezioni Strade della 2ª Divisione, l'esercizio e la manutenzione, degli impianti elevatori fu affidata alla sezione tecnologica della 4ª Divisione.

Tale assurda gestione del ramo fognatura scomparve nel 1944 con la ricostituzione di fatto della cessata sezione fognatura facente parte della 2ª Divisione Strade.

Solo molto più tardi e cioè nel 1963 è stata data alla gestione del servizio una configurazione più aderente all'importanza ed alla delicatezza del ramo elevando la sezione, sempre però di fatto, a Divisione articolata su tre sezioni delle quali la 1ª con il compito degli studi, delle progettazioni e direzione lavori, la 2ª dell'esercizio, della sorveglianza e della manutenzione in economia della rete (dello sviluppo allo stato di circa Km. 780), la 3ª dell'esercizio, della sorveglianza e della manutenzione in economia degli impianti elevatori.

Il personale sia dirigente che operaio è stato però sempre e lo è tuttora numericamente insufficiente ed è costretto a prodigarsi senza limiti di orario e per altro senza la relativa retribuzione per assolvere responsabilmente agli importanti e complessi compiti affidatigli.

CAPITOLO NONO

Cause dei dissesti (*)

Dissesti più o meno gravi - dal semplice lesionamento di edifici e manufatti al crollo di fabbricati e muri di sostegno, ed all'apertura di voragini nelle strade - sono purtroppo, per la città di Napoli, un fenomeno non nuovo. Esso, inoltre, da alcuni decenni si è sviluppato interessando quasi tutte le zone della città, in maniera tale da divenire una vera piaga che affligge Napoli e che preoccupa e, giustamente, allarma l'opinione pubblica.

Può dirsi, quindi, che si tratta di un fenomeno che si estende nel tempo e nello spazio sicché, per interpretarne correttamente le cause, conviene, innanzitutto, esaminare se e quali evoluzioni esso abbia avuto con il volgere degli anni e se e come esso si differenzi fra le varie zone della città. Occorre, inoltre, verificare se e come, nel passare da un periodo di tempo ad un altro e dall'una all'altra zona, siano variate o varino le situazioni ambientali che possono avere influenza sul fenomeno o, meglio, i parametri che intervengono a determinare dette situazioni ambientali.

Sembra utile precisare subito che con il termine «dissesti» si intende riferirsi, come già accennato, sia a quelli edilizi, che interessano cioè i fabbricati di ogni tipo, purché la causa perturbatrice possa in qualche modo individuarsi nel sottosuolo, sia a quelli *stradali*, che riguardano il complesso delle strutture di questo tipo, dal capostrada ai passeggiatoi, dai muri di sostegno ai sottoservizi ed alle opere d'arte in genere.

(*) *A cura dell'intera Commissione e con il contributo degli esperti nominati il 29 settembre 1967 (ved. pag. 4).*

In relazione al fenomeno dei dissesti non sono mancati, nel passato, studi ed interventi di carattere pubblico. L'editto sull'edilizia, emanato da Ferdinando IV di Borbone il 3 ottobre 1781, può forse considerarsi il primo provvedimento di carattere generale, tendente a frenare il caos ed il malcostume edilizio che regnava a Napoli, in conseguenza anche della errata politica delle costruzioni svolta dai Viceré spagnoli durante il XVI ed il XVII secolo. In questa sede, dei dieci articoli che formano l'editto, interessa in particolare il quarto, nel quale è detto, che, ritenendosi che la causa della rovina di tanti edifici dipendesse, per lo più, dagli «scavi e grotte sotterranee» operati per la estrazione di lapillo, pozzolana e pietre, veniva proibita ogni escavazione all'interno dell'abitato ed anche all'esterno, nelle vie pubbliche.

Precisava, inoltre, tale editto che con quanto disposto si intendeva confermare precedenti prammatiche del 30 maggio 1588 e del 9 ottobre 1615, con le quali si era proibito ogni ulteriore escavazione sulle pendici della collina del Vomero, dalla parte di Montesanto ed alle spalle dei quartieri spagnoli, fin sopra alla Certosa di S. Martino. Altri articoli significativi e interessanti dell'editto borbonico riguardavano: le disposizioni per la vigilanza e le ordinanze di intervento sui fabbricati pericolanti ; le puntellature (che anche allora erano presenti in gran numero e deturpavano la città) e le esigenze di eseguire in tempo breve le opere di restauro degli edifici; la disciplina delle attività degli ingegneri, dei costruttori e degli operai che dovevano (tutti) provare definitivamente le loro capacità professionali; il controllo della qualità dei materiali impiegati e della corretta applicazione delle regole d'arte nelle costruzioni, con particolare riferimento alle fondazioni.

In definitiva, quindi, dall'editto del 1781 si ricava una chiara testimonianza della esistenza di disordine edilizio e di uno stato di preoccupazione per la stabilità urbana.

A questo editto hanno, poi, fatto seguito vari provvedimenti del Consiglio Edilizio di Napoli, emanati nella prima metà dell'ottocento per disciplinare le escavazioni sotterranee nel tufo e quelle nel lapillo e per avviare la redazione della pianta superficiale e sotterranea della città; più di recente, alcune Commissioni per lo studio del sottosuolo (vedere bibliografia) sono state costituite e sono pervenute a conclusioni che possono così riassumersi:

1) *Commissione nominata dal Ministero dell'Interno nel 1892 essendovi grave allarme e preoccupazione per la sicurezza delle strade e degli edifici: eseguire una minuziosa esplorazione ed un rilievo sotterraneo di tutte le antiche cave di tufo, delle escavazioni di*

lapillo e di tutte le altre cavità; riparare tutte le fogne pubbliche e private (specialmente nelle sezioni S. Ferdinando, Montecalvario, Avvocata, S. Giuseppe, S. Lorenzo e Vicaria) in modo da evitare infiltrazioni nel sottosuolo; impedire ai proprietari privati di scaricare i materiali nelle cavità sotterranee (pozzi assorbenti, pozzi neri, cave, cisterne) ed imporre il controllo ed il relativo restauro dei pozzi e delle altre cavità esistenti sotto i fabbricati; sorvegliare la canalizzazione interna dell'acqua del Serino; ispezionare, a cura degli Uffici Tecnici Municipali, tutti i fabbricati ritenuti pericolosi e mantenere in osservazione quelli risultati effettivamente tali.

2) Commissione nominata dal Sindacato Ingegneri della Provincia di Napoli nel 1934, a seguito dei crolli del 1933-34: rilevare le opere esistenti nel sottosuolo nonché le vasche ed i canali degli acquedotti della Bolla e del Carmignano; disciplinare le modalità esecutive dei lavori di pubblici servizi interessanti il sottosuolo, con particolare riguardo alla rete di fognatura; eseguire la pianificazione della rete dei sottoservizi; definire le modalità esecutive degli armamenti tramviari per assicurare i percorsi delle correnti elettriche di ritorno e per attenuare le vibrazioni nel sottosuolo ed i rumori del transito; disciplinare le condizioni di isolamento delle condutture di energia elettrica correnti nel sottosuolo; prescrivere, per l'ottenimento delle licenze edilizie, la documentazione dei saggi nel sottosuolo condotti al fine di conoscere le condizioni di stabilità che vanno a crearsi con le nuove costruzioni in dipendenza delle caratteristiche dei piani in fondazione; procedere ad una generale ricognizione dei muri di sostegno, di terrapieni e di abitazioni, ponendo a carico dei proprietari l'esibizione di un certificato di stabilità di un ingegnere; attuare eguale provvedimento per le alte pareti di tufo confinanti con vie (pubbliche o private) aperte al pubblico; provvedere alla sistemazione delle acque che immettono nei collettori pluviali della città e disporre una efficace manutenzione delle sponde e la sistemazione delle pendenze degli alvei coperti; istituire nel Corpo dei VV. FF. una sezione edilizia la quale operi alle dipendenze dirette degli ingegneri dell'Ufficio Tecnico Comunale nelle contingenze dei disastri.

3) Commissione comunale del 1956, per individuare le cause dei frequenti dissesti statici di fabbricati. Per la brevità del tempo a disposizione (i risultati furono consegnati dopo meno di un mese di lavoro) la Commissione concluse in modo sommario, attribuendo la situazione di pericolo essenzialmente ai bombardamenti e denunciando le aree del centro urbano in stato di maggiore pericolosità e che, a suo

giudizio, andavano risanate con demolizioni e ricostruzioni. In particolare la Commissione avvertiva che le azioni di sconvolgimento del sottosuolo, provocate dai bombardamenti, potevano rendere pericoloso il permanere della popolazione nelle abitazioni delle seguenti zone:

- a) fascia della larghezza di sessanta metri circa con asse su via Formale, via S. Matteo, via Trinità degli Spagnoli e, seguendo quasi una curva di livello, fino agli ex Gradoni di Chiaia. Questa fascia insiste sul percorso dell'antico acquedotto greco-romano;
- b) zone meno interessate: salita Stella, a mezza costa, via Nuova Capodimonte e via Cagnazzi;
- c) zona sospetta e quindi da ispezionare: vico S. Caterina a Formiello, via e largo S. Giovanni a Carbonara;
- d) zona della Napoli greca compresa fra i tre decumani di S. Biagio dei Librai, via Tribunali ed Anticaglia.

Inoltre, avendo ammesso come ulteriore causa del perturbamento statico degli edifici lo sconvolgimento del deflusso delle acque del sottosuolo, influenzato dai numerosi vuoti preesistenti, fu proposto di: indagare circa l'andamento delle acque sotterranee; procedere al «catasto» di tutti i vuoti sotterranei; attuare il piano regolatore delle fogne, raccogliendo anche le acque sotterranee di infiltrazione lontana si da impedirne la penetrazione nel sottosuolo del centro cittadino.

Sono, ancora, da segnalare due inchieste svolte dal giornale «Il Mattino» e precisamente:

4) *Inchiesta del 1931-32, a seguito dei numerosi crolli e sprofondamenti verificatesi in quel periodo*: raccogliere i dati necessari per stabilire la posizione e la distribuzione di tutti i vuoti nel sottosuolo; mantenere in osservazione acquedotti e fognature; dare giusto peso agli avvallamenti stradali i quali preannunciano spesso sprofondamenti per inzuppamento del terreno o per crolli sotterranei.

5) *Inchiesta del 1961-62*: raccogliere i dati esistenti sulle cavità sotterranee; redigere una pianta del sottosuolo; ispezionare tutti i fabbricati ritenuti pericolanti; sorvegliare e verificare gli acquedotti e le fognature; disciplinare i lavori relativi ai pubblici servizi; subordinare il rilascio di licenze edilizie alla documentazione di saggi nei terreni di fondazione.

Dai precedenti innanzi richiamati già si rileva che fra le possibili cause dei dissesti lamentati dalla città ve ne sono alcune che trovano concorde indicazione ed altre che vengono solo talvolta citate. Si rileva,

ancora, che in qualche caso si è inteso individuare ulteriori cause degli stessi dissesti in fattori particolari e contingenti.



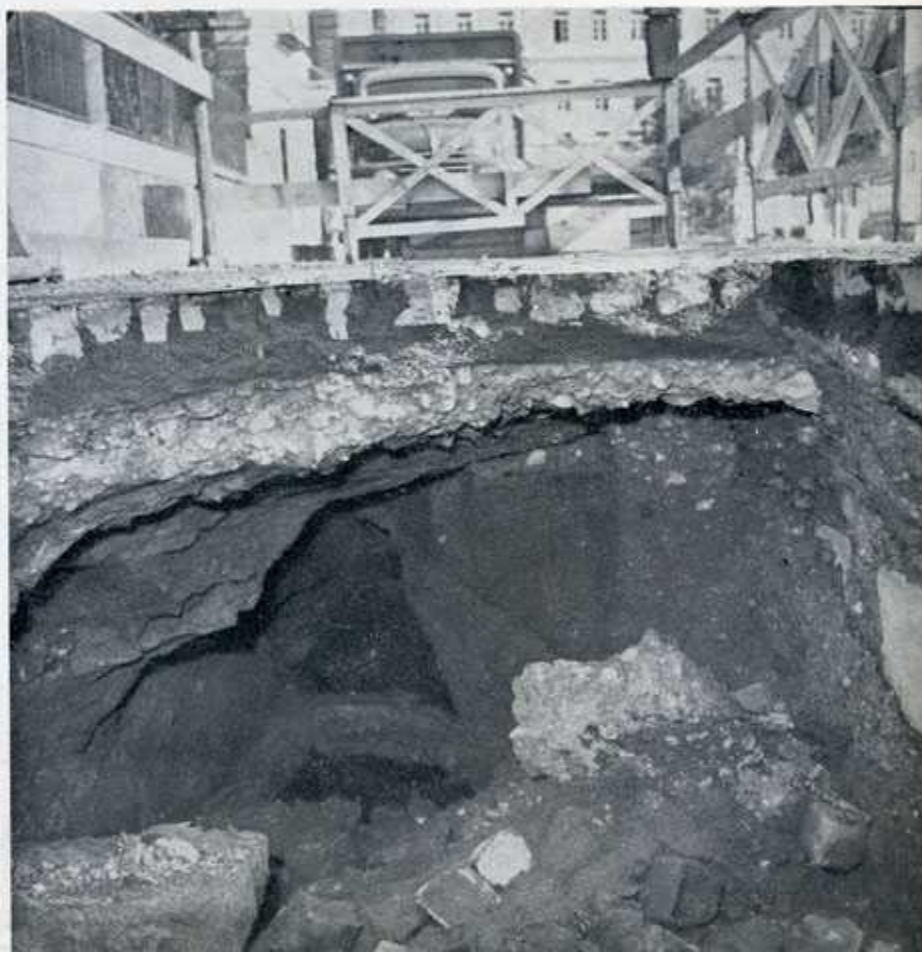
134



133

133-134 - Dissesto stradale al corso Meridionale (ottobre 1956).

135 - Dissesto stradale alla via Posillipo (novembre 1957).



Nel riprendere qui l'argomento abbiamo perciò ritenuto opportuno far ricorso al criterio statistico che, come è noto, meglio di ogni altro si presta ad un'automatica discriminazione fra fattori ricorrenti e fattori contingenti o di valutazione soggettiva.

A tal fine abbiamo unitariamente preso in considerazione le indagini statistiche già effettuate : dall'Amministrazione Comunale, per il periodo 1889-92; da Di Stefano R. - Allocca R. - Tagliartela F., per il periodo 1951-61; da un gruppo di lavoro che sotto l'egida dell'Associazione Geotecnica Italiana si è occupato del problema del sottosuolo nella città di Napoli per riferirne all'VIII Convegno Nazionale di Geotecnica. Questo gruppo di lavoro ha svolto due diverse indagini, delle quali l'una è stata effettuata in base a dati tratti dal repertorio di cronaca de «Il Mattino», per i periodi 1930-39 e 1951-61, e l'altra sulla scorta degli elementi in possesso dell'Azienda Municipalizzata Acquedotto di Napoli (A.M.A.N.), per il periodo 1918-1965.

Purtroppo, i criteri di rilevamento seguiti nelle quattro indagini suddette non sono gli stessi, così come diverse sono le fonti da cui vennero attinti i dati; di conseguenza, diverso è anche il significato.

In particolare, si osserva che le prime due indagini sono state eseguite rispettivamente in base alle risultanze di verifiche dirette dei fabbricati ed attraverso la consultazione dei rapporti in possesso dell'Ufficio Tecnico Comunale Sicurezza Pubblica. Esse prendono perciò in considerazione anche dissesti di minima entità e, pertanto, valgono soprattutto a porre in evidenza come nel passare da una zona all'altra della città vari lo stato di conservazione dei fabbricati.

Le altre due indagini, invece, essendo state effettuate consultando rispettivamente il repertorio di cronaca de «Il Mattino» e la documentazione esistente presso l'A.M.A.N., si limitano a considerare soltanto quei dissesti che abbiano interessato l'opinione pubblica o comportato danni economici di una certa entità e, pertanto, danno idea della maggiore o minore probabilità che nel sottosuolo si determinino condizioni che pregiudichino la stabilità delle strutture sovrastanti.

Più brevemente, convenendo di definire *grandi dissesti* questi ultimi e *piccoli dissesti* gli altri, le prime due indagini includono grandi e, soprattutto, piccoli dissesti, le altre due, soprattutto, grandi dissesti.

Ciò non pertanto, dal raffronto fra i dati statistici rilevabili dalle quattro indagini considerate e fra questi dati ed altre notizie che ci è stato possibile raccogliere per epoche ancora precedenti, si possono trarre sicure conclusioni circa le cause principali dei dissesti e circa il loro evolversi nel tempo e nello spazio.

Una prima conclusione, relativa all'evolversi nel tempo del fenomeno di piccoli e grandi dissesti, riguarda l'influenza che su di esso hanno avuto la costruzione, alla fine del secolo scorso, dell'Acquedotto del Serino e della nuova rete di fogne cittadine.



136 - Indicazione schematica della fascia sede dei «piccoli dissesi» (più chiara) e di quella sede dei «grandi dissesi» (più scura).

Dal raffronto fra il rilevamento statistico del 1889-92 e le notizie sui dissesti antecedenti a tale periodo si deduce, infatti, che la costruzione del nuovo Acquedotto e della nuova rete di fogne, se pur provocò un aggravarsi del fenomeno dei piccoli dissesti, non ne fu la causa determinante poiché tali dissesti erano già in precedenza riscontrabili in tutto il perimetro della Città. Maggiore influenza, invece, le stesse realizzazioni dovettero avere sul fenomeno dei grandi dissesti che in precedenza, se pur non mancavano, dovevano, tuttavia, essere molto meno frequenti, considerato che di essi si ha solo qualche rara notizia.

Altra conclusione interessante si trae dal raffronto fra lo stesso rilevamento statistico del 1889-92 e quelli successivi. Da questo raffronto appare evidente l'influenza che gli interventi della Società per il Risanamento hanno avuto sulla diffusione dei piccoli dissesti, dato che, proprio nelle zone in cui il Risanamento ha operato, la frequenza di essi, dapprima rilevante, è notevolmente diminuita. Prova ne è che la sezione Vicaria, che nel più antico rilevamento era seconda soltanto a quella di Montecalvario, per numero di piccoli dissesti, nei rilevamenti successivi passa verso gli ultimi posti.

Non v'ha dubbio, cioè, che, almeno in parte, i piccoli dissesti che si verificavano nelle zone in cui è intervenuto il Risanamento vadano attribuiti alla vetustà dei fabbricati e al tipo di strutture in essi adoperate. Proseguendo nei raffronti volti a stabilire l'evolversi nel tempo del fenomeno dei dissesti, si osserva che non ritrovano rispondenza nei dati statistici né gli assunti della Commissione nominata nel 1934 dal Sindacato Ingegneri di Napoli, che ravvedeva nel disordinato e caotico svilupparsi dei sottoservizi la causa determinante dei dissesti, né quello della Commissione nominata dal Comune nel 1956, che ravvedeva tale causa nei danni provocati dai bombardamenti dell'ultima guerra. Dal raffronto fra il rilevamento statistico del 1889-1892 e quelli più recenti non sembra, infatti, che da quell'epoca a oggi la frequenza, almeno dei piccoli dissesti, sia aumentata, mentre dal raffronto fra i rilevamenti riferentisi rispettivamente al periodo 1930-39, precedente alla guerra, e al periodo 1951-61, successivo, non si riscontrano differenze notevoli, o quanto meno significative, per asserire che a seguito della guerra sia aumentata la frequenza con cui piccoli e grandi dissesti si verificano nelle diverse zone della città. In proposito si osservi che, fissando i periodi di rilevamento come sopra indicati (1930-39 e 1951-61), sono stati volutamente esclusi i dissesti dell'immediato dopo-guerra.

Considerazioni analoghe conducono alla conclusione che, come i bombardamenti dell'ultima guerra, così anche il terremoto del 1930 non ebbe ripercussioni tali da modificare, se non per un limitato periodo di tempo, frequenza ed entità dei dissesti.

Analogamente si deve ritenere che, limitatamente al fenomeno dei grandi dissesti, il rapido intensificarsi e appesantirsi del traffico non è stato una causa determinante.

In definitiva, quindi, considerando l'evolversi nel tempo del fenomeno, si può dire che fra tutte le cause che sono intervenute negli ultimi 80 anni a modificare l'ambiente e che si potrebbero invocare per giustificare lo stato di dissesto dei fabbricati, delle strade e dei sottoservizi della Città, quella che ha fatto risentire notevolmente il suo effetto è la costruzione della rete di distribuzione idrica e delle fogne mentre le altre hanno interferito nel fenomeno solo come concause. E detto effetto, se pur sensibile anche sul diffondersi di piccoli dissesti, appare determinante soprattutto in riguardo ai grandi.

Passando ora a considerare l'evolversi nello spazio del fenomeno dei dissesti, osserviamo che il raffronto tra i dati statistici raccolti in epoche diverse nelle varie zone della città è significativo per differenziare queste ultime a seconda della maggiore o minore intensità che detto fenomeno assume in ciascuna di esse.

A prescindere, infatti, dalle zone di più recente espansione verso occidente - che le statistiche summenzionate non prendono in considerazione e sulle quali ci soffermeremo separatamente in seguito - risulta, dal raffronto anzidetto, che le zone in cui piccoli e grandi dissesti si verificano con maggior frequenza sono sempre le stesse e comprendono i quartieri Stella, Avvocata, Montecalvario e S. Ferdinando, succedentisi in una fascia pressochè continua lungo le pendici delle colline di Capodimonte e del Vomero.

La ragione dei dissesti, sia piccoli che grandi, quindi, va ricercata o in circostanze che valgano a differenziare dette zone dalle altre o nel fatto che soltanto in dette zone determinate circostanze si presentano in concomitanza.

Premesso quanto innanzi, converrà soffermarsi sulle situazioni ambientali che si determinano in dette zone. In esse, come è noto, sull'ammasso tufaceo, che costituisce l'ossatura delle colline, si addossano, con spessori estremamente variabili, materiali più o meno sciolti; sia i terreni in superficie sia il substrato tufaceo presentano notevoli acclività; la falda idrica sotterranea è profonda; numerose cavità, dovute per una ragione o per l'altra all'opera dell'uomo, interrompono la continuità dell'ammasso tufaceo e, a volte, dei terreni ad esso sovrapposti; gli edifici sono per lo più di antichissima costruzione e le strade ricoperte con vecchie pavimentazioni di basoli.

Orbene, nessuna delle anzidette situazioni ambientali, considerata da sola, appare determinante per spiegare la maggior frequenza dei dissesti nelle zone in esame.



139

140



139-140 - Crollo di muro e dissesto stradale a via Tasso (giugno 1966).

Le caratteristiche meccaniche dei terreni, non soltanto per quanto riguarda le formazioni lapidee tufacee ma anche per ciò che concerne le formazioni sciolte ad esse sovrapposte, sono di per sé alquanto favorevoli e comunque non certamente fra le peggiori che si riscontrano nel sottosuolo delle grandi città.

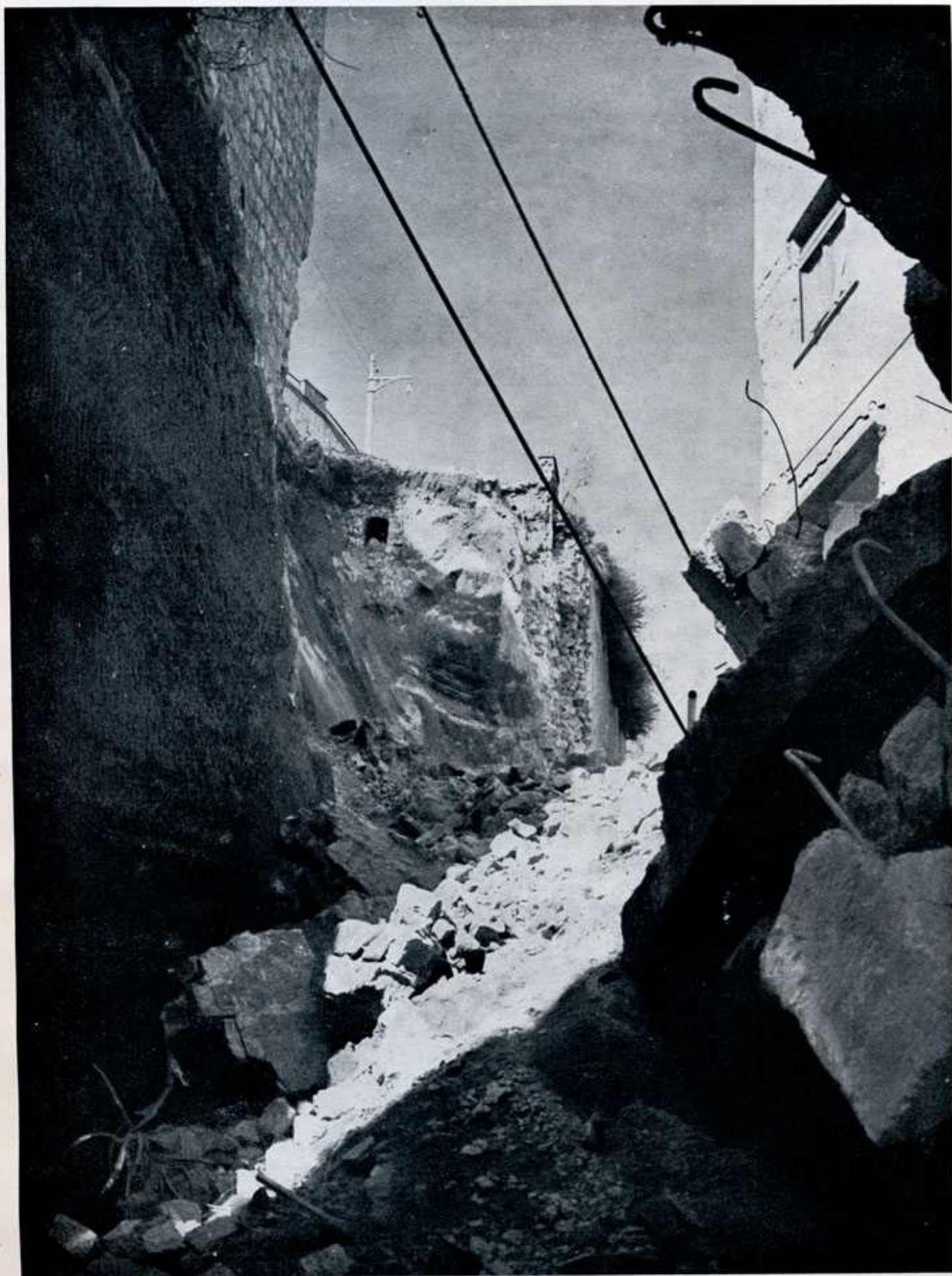
Vi è solo da dire che l'ammasso tufaceo risulta a volte interessato da irregolari e più o meno estese fratture, sicché tagli di pareti molto ripide possono ingenerare distacchi tanto più pericolosi in quanto imprevedibili. A loro volta i materiali sciolti sovrastanti sono piuttosto sensibili all'acqua, nel senso che si assestano apprezzabilmente per semplice imbibizione e possono dar luogo a fenomeni di erosione sotterranea ed, al limite, all'innescò di veri e propri fenomeni di sifonamento se in essi si determinano movimenti d'acqua con gradienti idraulici notevoli.

D'altra parte, da un'indagine svolta sulla base dei metodi di calcolo che la Meccanica dei Terreni oggi pone a nostra disposizione, è risultato che i carichi trasmessi dalle fondazioni dei fabbricati, quale che sia il tipo di fondazione, sono in generale pienamente compatibili con le caratteristiche meccaniche dei terreni di posa, almeno fin quando in questi non si determinino situazioni anomale o per imbibimento di acqua o per fenomeni di erosione sotterranea. Ed infatti, l'esperienza insegna che, nella maggior parte dei casi, le fondazioni cedono non per difetto dei terreni di posa, ma per difetto o faticanza delle murature che le costituiscono.

A loro volta le numerose cavità praticate nel banco tufaceo, essendo le zone qui in esame quelle di più intensa escavazione (v. cap. IV della parte II), non costituiscono neppur'esse di per sé un pericolo, ove si consideri il problema da un punto di vista puramente statico. Infatti, come l'esperienza insegna, nonostante che distacchi dalla volta o dalle pareti possano ridurre notevolmente il grado di stabilità delle caverne in parola, pur tuttavia soltanto in casi del tutto eccezionali si è verificato che la volta di esse non abbia resistito all'azione di sovraccarichi trasmessi dalla superficie.

La vetustà degli edifici, infine, anche se interviene come concausa soprattutto dei piccoli dissesti, ugualmente non basta di per sé a spiegare la maggior frequenza con cui dissesti piccoli e grandi si verificano nelle stesse zone; edifici egualmente vecchi si ritrovano infatti in zone della Napoli antica, in cui il fenomeno dei dissesti è meno sentito.

In definitiva, quindi, si deve ammettere che soltanto il cumularsi di tutte le circostanze anzi descritte fa sì che le zone che si considerano siano, come si è detto, colpite più di ogni altra dalla piaga dei dissesti, degli sprofondamenti, dei crolli.



141 - Crollo di muro e dissesto stradale a via Catullo (marzo 1966).

In effetti, da un lato la notevole profondità della falda idrica sotterranea e, dall'altro, la sensibile acclività del terreno e la diffusa presenza di cavità di vario genere fanno sì che eventuali acque che si infiltrino nei terreni soprastanti al tufo, inizialmente non saturi per grandi spessori, provochino gli assestamenti per imbibizione di cui si è detto prima od anche, potendosi muovere con gradienti idraulici notevoli, più gravi fenomeni di erosione interna.

Nel terreno si determinano, così, continui, piccoli assestamenti, cui, almeno per la massima parte, va attribuito il progressivo deterioramento dei fabbricati di vecchia costruzione e delle infrastrutture. Se, però, per la rottura di un tubo dell'acquedotto o di una fogna o per l'entrata in pressione di una fogna, i volumi di acqua infiltratisi nel terreno aumentano, si verificano veri e propri sifonamenti e i fenomeni descritti, esasperandosi, portano allo sprofondamento o a dissesti che, comunque, compromettono la stabilità delle strutture soprastanti.

Nella maggior parte dei casi, cioè, la causa prima degli sprofondamenti e dei crolli va ricercata in infiltrazioni di acque nel sottosuolo e lo sprofondamento e il crollo rappresentano l'episodio ultimo di tutta una serie di episodi precedenti, che, se pur non hanno dato luogo a dissesti apprezzabili all'esterno, hanno, comunque, creato le condizioni perché lo sprofondamento o il crollo più facilmente si determinino.

Trattasi, come si vede, di fenomeni che trovano semplice e convincente interpretazione. In pratica, però, il loro evolversi è quanto mai complicato, come dimostrano le interminabili controversie giudiziarie cui detti fenomeni danno origine e in cui, a volte inutilmente, si cerca di ricostruire a *posteriori* quanto è avvenuto. Difficilmente, infatti, può dirsi se la prima infiltrazione di acqua e i primi assestamenti del terreno siano dovuti alla perdita di un tubo dell'acquedotto, o di una fogna pubblica o di un fognolo privato o se, viceversa, questi, inizialmente integri, non avrebbero mai dato luogo a una perdita se, per effetto di assestamenti dovuti ad acque arrivate nel sottosuolo per altra via, non avessero subito perdite nei giunti o lesionamenti. Difficilmente si potrà assodare se lo innesco a veri e propri fenomeni di sifonamento sia dovuto a perdite cospicue dell'acquedotto o di una fogna o di un fognolo che corra vicino ad esso; a sifonamento avvenuto, infatti, a meno che in casi eccezionali, sia il tubo dell'acquedotto, sia la fogna o il fognolo saranno stati completamente distrutti e qualsiasi ricostruzione dell'accaduto sarà impossibile.

Si può quindi soltanto concludere che in linea di massima: *piccole perdite dell'acquedotto e dalle fogne possono al più influire sui piccoli dissesti;*



142

142-143 - Crollo di muro e dissesto stradale a via Catullo (marzo 1966).

143



i grandi dissesti, invece, possono essere provocati soltanto quando per rottura di un tubo dell'acquedotto, di una fogna o di un fognolo privato, non tempestivamente riparati, o anche per entrata in pressione di una fogna pluviale, vengono immessi, in zone delimitate di terreno, quantitativi d'acqua cospicui, che trovino possibilità di muoversi attraverso il terreno stesso con gradienti notevoli, sì da provocare fenomeni di trasporto del materiale.

E' evidente che sarebbe praticamente impossibile evitare che, per una ragione o per l'altra, dell'acqua si infiltri nel sottosuolo. Egualmente impossibile appare eliminare le innumerevoli cavità, grandi e piccole, che esistono nel sottosuolo. Di conseguenza, per evitare che le acque infiltratesi in superficie, muovendo verso le cavità con gradienti idraulici notevoli, possano ingenerare fenomeni di erosione sotterranea o veri e propri sifonamenti, non resterebbe altra via che quella di risanare gli strati più superficiali del terreno, creando un efficace drenaggio fra il piano strada e le fogne, in maniera da intercettare e convogliare le acque di infiltrazione in queste ultime.

A prescindere dalla possibilità pratica di realizzare un provvedimento del genere, appare evidente che, anche senza volerne fare una causa determinante (così come reputò la Commissione nominata nel 1934 dal Sindacato Ingegneri) pur tuttavia lo stato di estremo disordine creato nel sottofondo stradale dai molteplici servizi che, indipendentemente l'uno dall'altro e spesso interferendo fra loro, vi sono alloggiati, concorre anche esso al diffondersi dei dissesti.

Fenomeni non diversi da quelli illustrati si verificano anche in altre zone della città. Qui, però, venendo a mancare l'uno o l'altra delle circostanze che si cumulano nei quartieri disposti lungo le pendici delle colline, la frequenza dei dissesti, e soprattutto dei dissesti più gravi, risulta minore.

Così in tutte le zone della città dove la falda idrica sotterranea è a qualche metro dal piano stradale (S. Giovanni a Teduccio, Barra, Ponticelli, Poggioreale, S. Anna alle Paludi, Borgo Loreto, Vasto, Via Marina e Rettifilo) non vi sono cavità sotterranee né possibilità che eventuali acque infiltrantisi nel sottosuolo abbiano ad imbibire spessi strati di terreno inizialmente non saturo. Di conseguenza, come si diceva, alquanto più limitati sono i fenomeni di dissesto e la gravità degli stessi - se non si accompagnano cause insite nella struttura dell'edificio (fondazioni che non raggiungono un valido piano di posa, insufficienza delle sezioni portanti delle murature, faticanza delle fabbriche, ecc.) - resta sempre contenuta in limiti tali da consentire buoni restauri. L'equilibrio statico può essere infatti ristabilito mediante normali opere di sottofondazione o di consolidamento murario.

In proposito va ricordato che tutti gli edifici costruiti con fondazioni in tela a getto di calcestruzzo ordinario (scorie vesuviane, pozzolane del Campo e calce idraulica) durante l'opera di risanamento nella fascia

Rettilineo - Via Marina non hanno dato luogo a dissesto di sorta. Solo alcuni, nel rione Vasto, per insufficienza di spessori resistenti o perché non poggiati su terreno idoneo, hanno dovuto essere ripresi, dopo un cinquantennio, sempre però con opere di restauro tradizionali.

Va ancora notato che gli alvei coperti (Vergini, Arenaccia, Lavinaio, Toledo ecc.), salvo qualche raro caso molto ben circoscritto, non hanno mai dato luogo ad inconvenienti notevoli.

Gravi dissesti, nelle stesse zone con falda idrica sotterranea alquanto superficiale, si verificarono, viceversa, lungo il tracciato della galleria della Metropolitana fra piazza Cavour e piazza Garibaldi allorché, alla epoca della costruzione, vi si abbassò artificialmente il livello di detta falda; il che collima perfettamente con quanto esposto prima.

Un discorso a parte meritano, come si è già accennato, le zone in cui la città si è andata espandendo negli ultimi anni ed in, particolare, quelle che si adagiano sulle pendici di parte delle colline del Vomere e di Posillipo.

Qui caratteristiche morfologiche e natura dei terreni sono analoghe a quelle già descritte per i quartieri Stella, Avvocata, Montecalvario e San Ferdinando. La corsa sfrenata alla costruzione di nuovi fabbricati e le diverse possibilità offerte dai recenti mezzi di cantiere, vi hanno condotto, però, a sistemazione dei terreni con sbancamenti e rilevati di altezze solo eccezionalmente raggiunte nei vecchi quartieri.

Per di più, l'iniziativa privata, precedendo nel tempo quella pubblica, ha impedito nella massima parte dei casi che la costruzione di nuovi quartieri seguisse ad un'ordinata sistemazione della viabilità e della rete di fogne.

Triste risultato di tale stato di cose è stato il rapido deterioramento superficiale della rete stradale, l'altrettanto rapido deterioramento delle fogne, private e pubbliche, il continuo moltiplicarsi di rotture della rete idrica, e, quel che più ha allarmato la opinione pubblica, il susseguirsi di dissesti stradali, di crolli di muri di sostegno, di franamenti di pareti di scavo.

Alcuni di tali dissesti, quali distacchi di scarpine da pareti tagliate nel tufo o franamenti di pareti scavate nelle pozzolane, trovano la loro ragione in situazioni geologiche del tutto particolari, e, in molti casi, neppure facilmente prevedibili.

Altri dissesti, quali il lesionamento e il crollo di vecchi muri di sostegno di strade a mezza costa, sono stati causati dalle maggiori sollecitazioni provocate su di essi dall'intensificarsi e dallo appesantirsi del traffico.

Altri dissesti, infine, in analogia a quanto avviene nei vecchi quartieri, sono stati causati da infiltrazioni di acqua, rese qui più frequenti dal fatto che sia le nuove fogne (per difetto di dimensionamento) sia le vecchie fogne (per l'affluire di portate maggiori che per il passato)

entrano in pressione anche per eventi di pioggia di intensità non eccezionali.

Nella maggior parte dei casi, però, dissesti stradali e crolli di muri vanno attribuiti all'opera dell'uomo e trovano la loro ragione soltanto nel mancato rispetto delle comuni norme di buona costruzione o in difetti di progettazione.

Infatti, a parte gli esempi in cui il sottofondo stradale poggia su colmate realizzate con materiali di risulta gettati alla rinfusa, anche quando rilevati e rinterri vennero effettuati con materiali pozzolanici prelevati da apposite cave, non venne mai eseguito, o venne male eseguito, il costipamento degli strati via via messi in opera.

Di conseguenza, nonostante la bontà dei terreni di imposta e nonostante le ottime qualità meccaniche dei materiali impiegati per la loro costruzione, col passare del tempo e sotto l'azione dei carichi, i corpi stradali hanno subito e subiscono continui e rilevanti assestamenti, col conseguente scomporsi del sottofondo stradale e del manto impermeabile del capostrada. E il fenomeno si aggrava e progredisce rapidamente per il fatto che, attraverso le fessure apertesì nel manto impermeabile, che si accentuano sempre più sotto gli urti localizzati delle ruote dei veicoli, e attraverso il sistema di fogne creato per allontanare le acque dal capostrada, poggiante sul corpo dei rilevati e rapidamente sconnessosi per gli assestamenti che questo ha subito, si verificano sempre più cospicue infiltrazioni di acqua.

Di conseguenza, quando l'acqua, trovando una via d'uscita, può muoversi attraverso il corpo del rilevato, si verificano all'interno di questo fenomeni di erosione e sempre nuovi assestamenti. In alcuni casi avviene che il sottofondo stradale si trovi ad un certo momento sospeso sul vuoto e resti in posto soltanto perché riesce «a far ponte»; basta, però, il passaggio di un veicolo perché esso sprofondi. In altri casi, la voragine si verifica come episodio ultimo di tutta una serie di episodi precedenti, per il fatto che nel corpo del rilevato si innesca un vero e proprio fenomeno di sifonamento.

Fenomeni diversi si hanno quando le acque che si infiltrano dalla superficie non trovano via di uscita e, diffondendosi tutto intorno, imbibiscono progressivamente il corpo del rilevato.

A situazioni siffatte, che portano a una alterazione delle caratteristiche dei terreni e all'insorgere di spinte idrostatiche non previste nei calcoli di progetto, si ricollega il crollo di alcuni muri di sostegno.

In riguardo a quest'ultimo tipo di dissesti, però, più frequente è il caso in cui, procedendo a una verifica statica del muro, si riconosce che, anche se i rinterri a tergo fossero stati eseguiti a regola d'arte, molto probabilmente il muro sarebbe crollato ugualmente. Infatti, nella maggior parte dei casi, le dimensioni dei muri risultano fissate in base a regole empiriche o a teorie ormai superate.

Ma, quand'anche si sia fatto ricorso a teorie più moderne, quasi mai è stata effettuata una indagine seria, sia per desumere il valore che in sede di calcolo si sarebbe dovuto assegnare alle grandezze che dette teorie introducono in riguardo alle caratteristiche meccaniche dei terreni, sia per fissare il coefficiente di sicurezza che si sarebbe dovuto assumere per tener conto della incertezza con cui dette caratteristiche possono essere stimate.

Ad aumentare la colpevolezza degli uomini, infine, è il fatto che molti dissesti culminati col crollo di un muro e con la apertura di una voragine sono stati preceduti da segni premonitori, che non sono stati avvertiti e di cui non si è tenuto conto.

Prima di concludere, occorre fare cenno di un particolare gruppo di dissesti: quelli in galleria.

Numerose gallerie costruite in tempi recenti nel tufo giallo napoletano, hanno presentato, o durante la costruzione o a poca distanza dal completamento, notevoli segni di dissesto per cui si è reso necessario intervenire con opere di rafforzamento.

Ad esempio si ricordano le gallerie attraversanti la collina di Posillipo: la galleria delle Quattro Giornate (già galleria municipale dei tramways) aperta nel 1884, fu chiusa per dissesti nel 1890; la galleria della Direttissima Napoli-Roma, collaudata nel 1917, denunciò danni nel 1922, fu in riparazione fino al 1925 e presentò di nuovo dissesti nel 1931; la galleria della Laziale, ultimata nel 1926, dopo che si erano manifestati numerosi dissesti durante la costruzione, subì nuovamente danni nel 1932. In tutte queste gallerie si osservò la rottura longitudinale delle calotte e lo schiacciamento dei piedritti.

Analoghi dissesti si sono recentemente riscontrati nella galleria della Circumflegrea che attraversa la collina del Vomero: terminata di scavare nel 1954 è ora in corso di riparazione.

Questi dissesti nelle gallerie scavate nel tufo non trovano sempre una concorde spiegazione.

Da un lato, è da osservare che le ipotesi di omogeneità ed isotropia, che vengono necessariamente poste a base dei calcoli dei rivestimenti, sono, nel caso del tufo, di norma non verificate, e ciò per la particolare genesi di questo materiale. Avviene così che un medesimo banco di tufo può spesso presentare, da punto a punto, variazioni di caratteristiche meccaniche notevoli senza che il suo aspetto cambi in qualche modo, sicché, anche in fase di scavo, è praticamente impossibile accorgersi di tali variazioni. E ciò senza considerare il caso di fessurazioni e fratture che, arrestandosi poco all'interno della superficie posta a nudo dallo scavo, possono, in una maniera imprevedibile ed imprevedibile, modificare sensibilmente il presunto regime delle sollecitazioni.

Ma anche quando le ipotesi dell'omogeneità ed isotropia fossero pienamente verificate, un'analisi dello stato tensionale instauratosi nello ammasso tufaceo dopo lo scavo di ciascuna delle gallerie anzidetto,



144

145



144 - Dissesto stradale a via Cortese all'Arenella (settembre 1967).
145 - Dissesto stradale a via A. Falcone (settembre 1967).

mostra che le sollecitazioni nei piedritti ed in calotta sono superiori alla resistenza, rispettivamente a compressione ed a trazione, del tufo.

Pertanto, si deve anche considerare quale causa dei dissesti qui in esame la mancanza di un adeguato calcolo delle sollecitazioni che si verificarono, a seguito dello scavo, nella roccia tufacea circostante alla galleria.

A tal proposito è opportuno tener presente che i rivestimenti, costruiti, in genere, non immediatamente dopo lo scavo ma ad una certa distanza di tempo, non sono in grado di ridurre le tensioni, poiché queste si sviluppano nel momento stesso in cui lo scavo è stato completato.

D'altra parte, in alcune delle gallerie citate il rivestimento è anche praticamente inesistente (ad esempio, nella galleria della Circumflegrea esso era in muratura di tufo dello spessore medio di 40 cm e fu costruito con l'unico scopo di regolarizzare la sagoma).

Si ritiene pertanto che, allo scopo di evitare nelle eventuali future gallerie analoghi fenomeni di dissesti, sia necessario mantenere le tensioni nella massa tufacea circostante lo scavo entro limiti ammissibili.

Riassumendo, i dissesti piccoli e grandi lamentati dalla città sono da ascrivere a fattori molteplici, dovuti solo in parte alla costituzione e struttura del sottosuolo e, più spesso, all'opera dell'uomo. Fra i primi si pone in evidenza la particolare sensibilità all'acqua dei terreni sciolti presenti nel sottosuolo, i quali si assestano in misura apprezzabile per semplice imbibizione e vanno soggetti a fenomeni di erosione interna da parte di acque in movimento, specialmente se ciò avviene con gradienti idraulici notevoli. Tale caratteristica assume, evidentemente, importanza laddove la falda è piuttosto profonda e dove esistono cavità più o meno estese, sia negli stessi terreni sciolti che nel substrato tufaceo; situazioni queste, che si verificano su gran parte del territorio cittadino.

Quanto ai fattori connessi all'intervento dell'uomo, dalle indagini statistiche effettuate è risultato che essi sono diversi e di differente importanza nella parte della città preesistente allo sviluppo edilizio dello ultimo dopo-guerra ed in quella di più recente urbanizzazione.

Nella città più antica si riscontra che si sono sempre verificati frequenti piccoli dissesti, mentre i grandi dissesti hanno avuto praticamente inizio, salvo poche eccezioni, con la costruzione dell'acquedotto del Serino e della fognatura cittadina.

I piccoli dissesti sono stati innanzi tutto originati dalla circostanza che il tipo strutturale dei fabbricati era, nella Napoli antica, incapace di resistere, senza lesionarsi, anche a piccoli assestamenti di fondazione, conseguenti ad infiltrazioni, sia pur modeste, di acqua nel sottosuolo. Con il passare degli anni si è poi aggiunta la vetustà degli stessi fabbricati e le modificazioni - quali sopraelevazioni, apertura di vani, ecc. - su di essi apportate, spesso senza alcun criterio tecnico.

I grandi dissesti sono, invece, da porsi in relazione con le più cospicue e concentrate immissioni di acqua che si sono potute verificare nel sottosuolo rompendosi, ora qua ora là, una fogna o un tubo dello acquedotto.

Diversa è la situazione nelle zone di più recente espansione della città, e più in particolare sulle colline del Vomero e di Posillipo. Qui i piccoli dissesti sono percentualmente molto più rari, il che si spiega con la presenza di edifici strutturalmente più idonei a sopportare cedimenti anche apprezzabili, di più corretta esecuzione e per i quali manca la componente della vetustà.

Molto più frequenti sono, invece, i grandi dissesti, quali aperture di voragini nelle strade, sprofondamenti, crolli di muri. Le ragioni sono da ricercarsi, da un lato, nelle infrastrutture, che sono divenute rapidamente insufficienti a causa della velocità ed intensità con la quale si è proceduto nelle nuove costruzioni, e, dall'altro, nella non corretta progettazione ed esecuzione degli scavi, dei rilevati e dei muri di sostegno, per di più qui molto importanti e frequenti trattandosi di aree che si sviluppano in collina.

In tali zone di più recente espansione urbana è, purtroppo, chiaramente prevedibile il verificarsi di nuovi dissesti piccoli e, specialmente, grandi, né può ragionevolmente ritenersi che la esecuzione dei provvedimenti che questa Commissione raccomanda all'Amministrazione, per rapida che sia, possa evitarli. Chiaro è, d'altra parte, che il ritardare lo inizio dei richiesti interventi ed il trascurare, nel futuro sviluppo urbano, quanto emerge dagli studi effettuati non potrà non aggravare le condizioni di pericolosità in cui versa la Città; vale a dire che tutta la programmazione urbanistica e l'edilizia di Napoli dovrà essere subordinata alle linee ed alle direttive di un organico piano di sicurezza urbano.

PARTE TERZA

Una proposta di "Normativa per il progetto, la costruzione ed il collaudo delle opere di sostegno nei centri urbani,, (*)

PREMESSA

La necessità di una normativa per la disciplina delle opere di sostegno trova le sue origini molto più lontano di quanto il profano possa immaginare; esse sono da ricercarsi, a parere degli scriventi, principalmente nell'attuale organizzazione degli studi universitari e dell'ordinamento professionale.

Si va sempre più delineando, infatti, una situazione gravissima e pertanto insostenibile: da un lato i piani di studio sono orientati verso una specializzazione sempre più esasperata, dall'altro l'albo professionale, comune a tutti gli ingegneri quale che sia il loro indirizzo di laurea, consente di esercitare nei campi più disparati della tecnica. Accade quindi che ad un ingegnere industriale (elettrotecnico, elettronico, chimico, meccanico, navale, aeronautico) sia data la possibilità, una volta superato l'esame di abilitazione, di progettare e dirigere un'opera di sostegno anche di notevole importanza; e ciò, malgrado il suo bagaglio di cultura tecnica, all'infuori degli elementi generali fornitigli dal Corso di Scienza delle Costruzioni, non comprenda alcuna nozione di meccanica del terreno, di cemento armato, di idraulica applicata. Inutile dire che gran numero di giovani prescelgono il corso di laurea nelle specializzazioni suddette, a torto reputate più prestigiose, ed in seguito, spinti dal triste fenomeno della disoccupazione intellettuale, sono costretti a ripiegare sulla professione di ingegnere civile — che oltre tutto è assai più soggetta alle interferenze del clientelismo politico — e quindi ad operare in certi

(*) *A cura dei Proff. Ingg. V. Franciosi e L. Adriani.*

settori dell'attività tecnica dei quali non hanno alcuna reale cognizione di causa. Si aggiunga, a quanto si è detto, il particolare carattere della materia che precipuamente si occupa del calcolo delle opere di sostegno, materia non ancora ben definita in tutte le sue componenti essenziali ed in fase di continuo aggiornamento. Ne deriva la necessità, per il progettista, di essere costantemente documentato; donde l'importanza di un'adeguata esperienza professionale nel campo specifico o di una garanzia di tipo accademico.

Tutto ciò proietta le sue ombre non tanto sulle opere esistenti quanto su quelle future: ed è questo l'aspetto della questione che induce a porsi il problema di una normativa, che fornisca alle competenti autorità lo strumento legale per evitare in avvenire il ripetersi di disastri oggi troppo frequenti.

La normativa che si propone consta di due parti: la prima, a carattere disciplinare, definisce i rapporti tra committenti, costruttori e tecnici da un lato ed Autorità comunale dall'altro; la seconda, di carattere propriamente tecnico, suggerisce, sotto forma di «Istruzioni», degli accorgimenti da seguire nella redazione del progetto e nella costruzione di muri di sostegno, ed è completata da un foglio allegato nel quale è riportato per esteso un esempio di calcolo.

Gli scriventi si augurano che la loro proposta venga accolta dalle Autorità responsabili e che la normativa venga resa in breve tempo operante. Si augurano altresì che analogo indirizzo si assuma nei riguardi delle opere di taglio, scavo e rinterro, nonché delle opere di fondazione, per tutte le quali sono altrettanto valide le precedenti considerazioni.

PARTE I – NORME PER IL PROGETTO, LA COSTRUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE OPERE DI SOSTEGNO NEI CENTRI URBANI

ART. 1 - *Disposizioni generali*

Ogni opera avente la funzione di sostenere la spinta esercitata dal terreno e da eventuali sovraccarichi fissi o accidentali è oggetto della presente normativa.

La realizzazione delle opere di cui al comma precedente deve avvenire in modo tale da garantire alle strutture un adeguato coefficiente di sicurezza e da evitare pericolo per la pubblica incolumità.

ART. 2 - *Classificazione delle opere di sostegno*

Con riguardo alla tipologia le opere di sostegno possono classificarsi nel seguente modo:

a) muri di muratura o di pietrame, a secco o con l'impiego di malta;

- b) muri a getto di calcestruzzo di cemento non armato o debolmente armato (questi ultimi cosiddetti a semigravità);
- c) muri di conglomerato cementizio armato o precompresso, a parete, a contrafforti interni od esterni, a contrafforti interni con solette intermedie di contrappeso, etc.;
- d) diaframmi e paratie di qualunque tipo, in C.A. o in precompresso, eseguiti in opera o prefabbricati, semplicemente infissi o ancorati. Per quanto riguarda i tipi sub a) sono consentiti i muri a secco solo per altezze non maggiori di m. 3,00.

Per i tipi sub b), c) e d) si rimanda, per quanto non contemplato nella presente normativa, alle vigenti norme sulla disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso.

ART. 3 - *Progetto, direzione ed esecuzione*

La costruzione delle opere di sostegno deve avvenire in base ad un progetto esecutivo redatto da un ingegnere iscritto nell'albo professionale.

L'esecuzione deve aver luogo sotto la direzione di un ingegnere iscritto all'albo.

Nei limiti consentiti dalla legge sull'ordinamento professionale dei geometri è ammesso che il progetto esecutivo o la direzione lavori siano effettuati a cura di un geometra iscritto nel relativo albo.

Nel caso di opere eseguite per conto dello Stato, della Provincia o del Comune, non è necessaria l'iscrizione all'albo del progettista e del direttore dei lavori, se questi sono ingegneri o geometri funzionari rispettivamente dello Stato, della Provincia o del Comune.

ART. 4 - *Responsabilità*

Il progettista ha la diretta responsabilità della corretta progettazione di tutte le strutture dell'opera - ivi comprese le fondazioni - comunque realizzate ed approvvigionate, in particolare anche di eventuali elementi prefabbricati.

Il direttore dei lavori ed il costruttore, ciascuno per la parte di sua competenza, hanno la responsabilità della rispondenza dell'opera al progetto, della osservanza delle prescrizioni di esecuzione del progetto, della qualità dei materiali impiegati, mentre per quanto riguarda gli eventuali elementi prefabbricati la loro responsabilità è limitata alla posa in opera.

ART. 5 - *Denuncia dei lavori*

Le opere di cui all'art. 1 da costruirsi nel territorio comunale, sia per conto di Enti, sia di privati, non potranno essere eseguite senza preventiva licenza edilizia del Sindaco.

1° Caso - *Opere interessanti direttamente o di riflesso il Comune.*

Nel caso di opere appaltate direttamente dal Comune o che interessino comunque la statica di strade o di altre costruzioni di proprietà comunale, alla richiesta di licenza edilizia devono essere allegati:

a) il progetto dell'opera in duplice copia, firmato dal progettista, dal quale risultino in modo chiaro ed esauriente le calcolazioni eseguite, la ubicazione, il tipo, le dimensioni delle strutture e delle armature metalliche e quanto altro occorre per definire l'opera sia nei riguardi dell'esecuzione che delle sollecitazioni in fondazione ed in elevazione;

b) una relazione, sempre in duplice copia, firmata dal progettista, nella quale siano riportati i risultati di tutte le indagini e prove geotecniche eseguite sul terreno spingente e *su* quello di fondazione al fine di determinare i valori delle caratteristiche da introdurre nei calcoli di stabilità. Per quanto riguarda tipo, modalità, numero ed estensione delle indagini e prove, nonché per i criteri da seguire nella loro esecuzione, ci si atterrà alle «Istruzioni per il progetto, la costruzione edil collaudo delle opere di fondazione» del Ministero dei LL. PP. Qualora il progettista ritenga non necessario procedere alle indagini e prove di cui sopra dovrà esplicitamente indicare, nella relazione, i criteri che lo hanno indotto a scegliere determinati valori, in ogni caso cautelativi, delle caratteristiche dei terreni.

Il Comune non potrà rilasciare la licenza edilizia se il progetto e la relazione di cui ai punti a) e b) non saranno stati preventivamente approvati dal proprio Ufficio Tecnico - Sezione Speciale per il Sottosuolo. E' altresì facoltà del Comune affidare tale incarico ad un esperto il cui nominativo sia scelto fra quelli contenuti in un pubblico albo di specialisti di fiducia. La compilazione di tale albo sarà fatta dall'Amministrazione comunale su segnalazione dell'Ordine Provinciale degli Ingegneri; in esso potranno essere inclusi soltanto professionisti iscritti nello albo professionale da almeno cinque anni, laureati in una sezione specifica (edile, idraulica, trasporti, mineraria), o che, in alternativa, possano dimostrare una congrua esperienza nella progettazione delle opere di sostegno.

All'atto del rilascio della licenza edilizia il Comune provvederà a restituire all'interessato una copia del progetto e della relazione debitamente approvati.

Quando si tratti di opere da eseguirsi da parte di Enti o di privati e che interessino manufatti stradali o altre costruzioni di proprietà comunale, la licenza edilizia formerà parte integrante di apposita convenzione da stipularsi col Comune, il quale fisserà le condizioni della concessione. Agli atti della convenzione andranno successivamente allegati la denuncia di inizio dei lavori di cui al comma seguente, nonché la relazione a costruzione ultimata ed il certificato di collaudo di cui agli artt. 7 e 8.

E' fatto obbligo poi al costruttore di denunciare al Comune le opere di cui sopra, prima dell'inizio dei lavori. Nella denuncia dovranno essere indicati gli estremi della licenza edilizia, nonché i nomi ed i recapiti del direttore dei lavori e del costruttore.

2° Caso - Opere non interessanti il Comune.

Nel caso di opere di sostegno da costruirsi, nel territorio di un dato Comune, per conto di Enti o di privati, e che non interessino la statica di strade o di altre costruzioni di proprietà comunale, il rilascio della licenza edilizia non è subordinato all'approvazione, da parte dei competenti organi comunali, degli elaborati di progetto di cui ai punti a) e b). Questi dovranno ugualmente essere allegati alla richiesta di licenza, sempre in duplice copia, di cui una sarà restituita all'interessato all'atto del rilascio della licenza con l'attestazione dell'avvenuto deposito. Restano ferme le disposizioni riguardanti la denuncia dell'inizio dei lavori.

ART. 6 - Documenti in cantiere

Nei cantieri, dal giorno di inizio a quello di ultimazione dei lavori, devono essere conservati gli elaborati di progetto indicati al secondo comma dell'art. 5, datati e firmati anche dal costruttore, oltre che dal direttore dei lavori, nonché un apposito giornale dei lavori. Devono pure essere conservati copia della licenza edilizia, della convenzione stipulata col Comune nel caso sia prevista, e della denuncia relativa all'inizio dei lavori.

Il direttore dei lavori deve integrare gli atti di cui al precedente comma con tutte le eventuali modifiche al progetto originario, apportate in corso d'opera, i cui elaborati dovranno essere datati e firmati dal progettista, dal costruttore e dallo stesso direttore dei lavori. Sono ammesse in questa sede solo quelle varianti che non alterino sostanzialmente, nelle dimensioni e nel sistema costruttivo, il progetto

iniziale; in caso contrario occorrerà ripetere la procedura per il rilascio della licenza edilizia e quella relativa alla denuncia delle opere.

Della conservazione e regolare tenuta dei documenti di cui sopra è responsabile il direttore dei lavori. Quest'ultimo è anche tenuto a visitare periodicamente, ed in particolare nelle fasi più importanti dell'esecuzione, il giornale dei lavori.

ART. 7 - *Relazione a costruzione ultimata*

A costruzione ultimata, entro il termine di sessanta giorni, il direttore dei lavori dovrà depositare presso il Comune una relazione, in duplice copia, sull'adempimento degli obblighi di cui all'art. 5; in tale relazione andranno altresì esposti:

a) le eventuali varianti apportate, in sede di esecuzione, al progetto originario, allegando i relativi elaborati che devono essere datati e firmati oltre che dal direttore dei lavori, anche dal costruttore e dal progettista; qualora l'entità delle varianti sia stata tale da richiedere, ai sensi del secondo comma dell'art. 6, il rilascio di una nuova licenza edilizia ed una nuova denuncia dell'opera, il direttore dei lavori dovrà illustrare dettagliatamente le varie fasi della procedura seguita, indicando gli estremi delle autorizzazioni concesse dalle competenti Autorità;

b) per le opere in conglomerato precompresso, ogni indicazione inerente alla tesatura dei cavi ed ai sistemi di messa in coazione;

c) i risultati di eventuali prove di carico sulle strutture e di prove «in situ» non distruttive sui materiali impiegati nella costruzione, allegando le copie dei relativi verbali, firmate per copia conforme.

d) i risultati delle prove su campioni dei materiali impiegati, allegando i certificati rilasciati da un Laboratorio Ufficiale;

e) i risultati delle indagini e prove geotecniche sul terreno spingente e su quello di fondazione, eseguite in corso d'opera allo scopo di controllare i valori delle caratteristiche introdotti nel progetto e di cui alla relazione richiesta al punto b) dell'art. 5, allegandone la relativa documentazione.

Delle due copie della relazione, una, con l'attestazione dell'avvenuto deposito, sarà restituita dal Comune al direttore dei lavori.

ART. 8 - *Collaudo statico*

Tutte le opere di cui all'art. 1 debbono essere sottoposte a collaudo statico.

Il collaudo deve essere eseguito da un ingegnere, iscritto all'albo professionale da almeno dieci anni, laureato in una sezione specifica

(edile, idraulica, trasporti, mineraria) o, in alternativa, con una provata esperienza nel campo delle opere di sostegno, il quale non sia intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione ed esecuzione dell'opera.

La nomina del collaudatore spetta al Comune, qualora si tratti di opere da esso direttamente appaltate o che interessino comunque la statica di strade o di altre costruzioni di proprietà comunale. Per opere di una certa importanza, il nominativo del collaudatore andrà scelto preferibilmente tra quelli degli esperti di fiducia di cui al terzo comma dell'art. 5, curando, ove sia possibile, che tale professionista sia lo stesso cui è stato già affidato l'incarico della revisione del progetto. Ove se ne ravvisi l'opportunità, il Comune potrà, a suo insindacabile giudizio, disporre la nomina del collaudatore in corso d'opera, con il compito, tra gli altri, di segnalare di urgenza le eventuali irregolarità all'Autorità comunale, che adotterà i provvedimenti del caso.

Per opere che non rientrino tra quelle di cui al precedente comma, la nomina del collaudatore è di pertinenza del committente o direttamente del costruttore se questi esegue in proprio. Dell'avvenuta nomina dovrà essere data comunicazione al Comune, nel termine di 60 giorni dall'ultimazione dei lavori, precisando le generalità del professionista e trasmettendo, ai sensi del 2° comma del presente articolo, il certificato dal quale risulti la sua anzianità di iscrizione all'albo, nonché la documentazione attestante la sua esperienza nel campo delle opere di sostegno qualora non risulti laureato in una sezione specifica. Il committente o il costruttore preciserà altresì i termini di tempo entro i quali dovranno essere completate le operazioni di collaudo.

Al collaudatore andranno consegnati gli elaborati di progetto di cui ai punti a) e b) dell'art. 5, la relazione a costruzione ultimata di cui all'art. 7, oltre alla documentazione a suo giudizio necessaria all'assolvimento del mandato nell'ambito della presente normativa.

Il collaudatore deve redigere due copie del certificato di collaudo e trasmetterle all'Ufficio Tecnico del Comune, il quale provvederà a restituirne una, con l'attestazione dell'avvenuto deposito.

ART. 9 - *Licenza d'uso*

E' prescritta, per le opere oggetto della presente normativa, la licenza d'uso, da rilasciarsi dall'Autorità Comunale dopo il deposito del certificato di collaudo.

ART. 10 - *Vigilanza, violazioni, procedimento*

Per quanto riguarda i controlli sulla osservanza delle disposizioni di cui alla presente normativa, l'accertamento delle violazioni con la

conseguente individuazione delle responsabilità, ed i procedimenti a carico dei contravventori, si rimanda al vigente Regolamento Edilizio, nonché a tutte le leggi e regolamenti generali e speciali, aventi comunque attinenza con quanto indicato negli articoli precedenti.

ART. 11 - *Costruzioni in corso*

Le disposizioni contenute negli articoli precedenti non si applicano alle opere di sostegno che alla data di entrata in vigore della presente normativa risultino già iniziate.

PARTE II - ISTRUZIONI PER IL PROGETTO E L'ESECUZIONE DEI MURI DI SOSTEGNO NEI CENTRI URBANI

CAPO PRIMO

ART. 1 - *Oggetto*

Oggetto delle presenti Istruzioni sono i muri di sostegno propriamente detti e precisamente quelli di cui ai punti a) b) c) art. 2 delle «Norme per il progetto, la costruzione ed il collaudo delle opere di sostegno nei centri urbani» (Parte I).

CAPO SECONDO

CRITERI DI PROGETTO

ART. 2 - *Forze esterne*

Le forze da considerare nei calcoli sono quelle derivanti dal peso proprio del manufatto e del terreno, nonché quelle derivanti dalle azioni di sovraccarichi fissi o accidentali di qualsiasi tipo insistenti sul terrapieno a monte e nella zona a valle, da valutarsi caso per caso. Per opere a sostegno di corpi stradali si considereranno agenti su questi ultimi i carichi previsti dalle «Norme per il calcolo dei ponti stradali» (Circolare del Ministero LL. PP. n. 384 del 14-2-1962).

Alla determinazione delle spinte sul manufatto si perverrà attraverso una qualsiasi delle teorie proposte dai testi specializzati: si eviterà, però, l'uso di tabelle, o almeno si cercherà conferma nei principali risultati tratti dalle tabelle stesse mediante un calcolo diretto

basato sulla curva limite del terreno, sia pure approssimata alla Coulomb. E' sconsigliabile, in ogni caso, tener conto della coesione attraverso un incremento dell'angolo di attrito.

E' inoltre prudente prescindere dall'azione di contenimento del terreno a valle, cioè dalla spinta passiva, tutte le volte che quest'ultimo non sia costipato a regola d'arte.

ART. 3 - *Caratteristiche del terreno*

I valori delle caratteristiche del terreno spingente e di quello di fondazione che intervengono nei calcoli di progetto verranno fissati a seguito delle indagini e prove geotecniche da effettuarsi, come specificato dall'art. 5 delle «Norme per il progetto, la costruzione ed il collaudo delle opere di sostegno nei centri urbani», in conformità delle «Istruzioni per il progetto, la costruzione ed il collaudo delle opere di fondazione» del Ministero dei LL. PP.

Qualora il progettista non reputi indispensabile procedere alle indagini di cui sopra, è tenuto ad indicare, sempre ai sensi del citato art. 5. i criteri che lo hanno guidato nella scelta dei dati di calcolo, assumendosene nel contempo l'intera responsabilità.

ART. 4 - *Attrito terreno-muratura*

Quando l'azione spingente del terrapieno a monte, spinta attiva, insiste direttamente sul paramento interno del muro, si potrà tener conto della forza di attrito che, all'atto della rotazione, il terreno eserciterebbe sul manufatto, e conseguentemente considerare la spinta risultante inclinata verso il basso, rispetto alla normale al paramento stesso, di un certo angolo δ , angolo di attrito terreno-muratura. Si assumeranno valori $\delta \leq 2/3 \varphi$, essendo φ l'angolo di attrito interno del terreno.

Non verrà invece considerato l'effetto dell'attrito quando alle spalle del muro è prevista la realizzazione di un diaframma di drenaggio, né quando il calcolo si riferisce ad un complesso muro-terreno, come per i muri in e. a. con suola di base e soletta verticale di contenimento, nel quale caso si considera la spinta agente su di una parete ideale di separazione terreno-terreno; in definitiva, cioè, tutte le volte in cui sussistono dubbi sull'effettivo intervento dell'attrito.

Per quanto riguarda l'eventuale spinta passiva, è buona norma prescindere completamente dall'attrito che, facendo inclinare la risultante verso l'alto rispetto alla normale al paramento del muro, darebbe luogo ad un ulteriore beneficio.

ART. 5 - *Verifiche*

Sui manufatti oggetto delle presenti Istruzioni si eseguiranno le consuete verifiche al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento, che servono ad assicurarsi della stabilità del muro e del terreno di fondazione separatamente, ed inoltre l'altra relativa alla possibilità di slittamento del complesso terreno - manufatto. Quest'ultima verifica può omettersi quando il terreno di fondazione sia costituito da roccia compatta o quando si tratti di piccoli manufatti.

Un esempio particolareggiato di calcolo di verifica di un muro di sostegno è riportato nel Foglio allegato alle presenti Istruzioni.

ART. 6 - *Coefficiente di sicurezza*

Il valore del coefficiente di sicurezza sarà assunto dal progettista, nelle diverse verifiche da compiersi, in funzione delle indagini e prove sul terreno di cui all'art. 3, dell'attendibilità delle ipotesi sotto le quali sono state determinate le forze agenti sul muro, ed infine dell'importanza delle opere esistenti o da costruirsi a monte ed a valle del muro stesso. In ogni caso il coefficiente di sicurezza non dovrà risultare inferiore a 1,5.

CAPO TERZO

CRITERI DI ESECUZIONE

ART. 7 - *Lunghezza dei muri*

Tutte le volte che il terreno spingente e quello di fondazione non presentino, nella direzione della lunghezza del manufatto, valori delle caratteristiche sensibilmente uniformi, è consigliabile costruire il muro a tratti opportunamente giuntati. La distanza dei giunti sarà stabilita in funzione della riscontrata disuniformità del terreno. E' buona norma, però, prevedere giunti almeno ogni 20 ÷ 30 m.

Analoga precauzione andrà presa per muri con andamento planimetrico non rettilineo, anche se le caratteristiche del terreno risultano costanti lungo l'intero sviluppo di essi.

ART. 8 - *Drenaggio*

Quando il terreno contenuto dal muro non sia a grana ghiaio-sabbiosa con assenza di limo od argilla sarà necessaria la realizzazione, alle spalle

del muro, di un diaframma di drenaggio, di opportuna pezzatura, capace di far filtrare l'acqua dal rilevato, ma d'impedire il trascinamento della terra.

Tale drenaggio verrà eseguito con pietrame nel caso di terreni in sito o a formazione di rilevati molto compatti e contenenti percentuali modeste (< 25%) di limo od argilla, e con filtro a granulometria graduata nel caso di terreni poco compatti o con maggiori percentuali di fino.

Il diaframma di drenaggio avrà uno spessore minimo di 35 ÷ 40 cm e sarà chiuso in sommità da un sigillo di argilla compatta o di calcestruzzo; inferiormente non si spingerà fino al piano di spiccato del muro e sarà fatto poggiare su di un cuscino di calcestruzzo con pendenza verso l'esterno, per evitare che l'acqua s'infiltri in fondazione.

Il sistema di drenaggio verrà completato mediante la realizzazione di canaletti o feritoie attraversanti l'intero spessore del muro. Essi saranno opportunamente disposti a distanze variabili da 1,5 a 3 m. orizzontalmente e verticalmente e saranno sfalsati per file contigue. Avranno una certa pendenza verso l'esterno, e una sezione allungata nella direzione dell'altezza (ad esempio rettangolare cm. 10 x 40) in maniera da drenare un cospicuo strato di terra alle spalle del muro. L'ultima fila in basso di canaletti sarà eseguita all'altezza del cuscino di calcestruzzo di appoggio al diaframma drenante.

UN ESEMPIO PER IL CALCOLO DI VERIFICA DI UN MURO DI SOSTEGNO ()

Le caratteristiche geometriche del muro, del tipo a costoloni e solette in c.a., si rilevano dalla fig. 146.

Il muro sostiene un terrapieno limitato superiormente da un piano inclinato di $\varepsilon = 15^\circ$ rispetto all'orizzontale, sul quale agisce un sovraccarico del valore di 0,45 t/mq.

I dati relativi al terreno, supposti costanti in ogni punto della zona circostante il muro, sono:

peso dell'unità di volume	$\gamma = 1,8$ t/mc
angolo di attrito	$\varphi = 20^\circ$
coesione	$c = 2$ t/mq

Si adotta la teoria della curva intrinseca (o limite) approssimata alla Coulomb, cioè ad una coppia di rette (fig. 147).

Nei calcoli che seguono si è operato sostituendo al sovraccarico p una maggiore altezza A_h di terreno ad esso equivalente. Risulta:

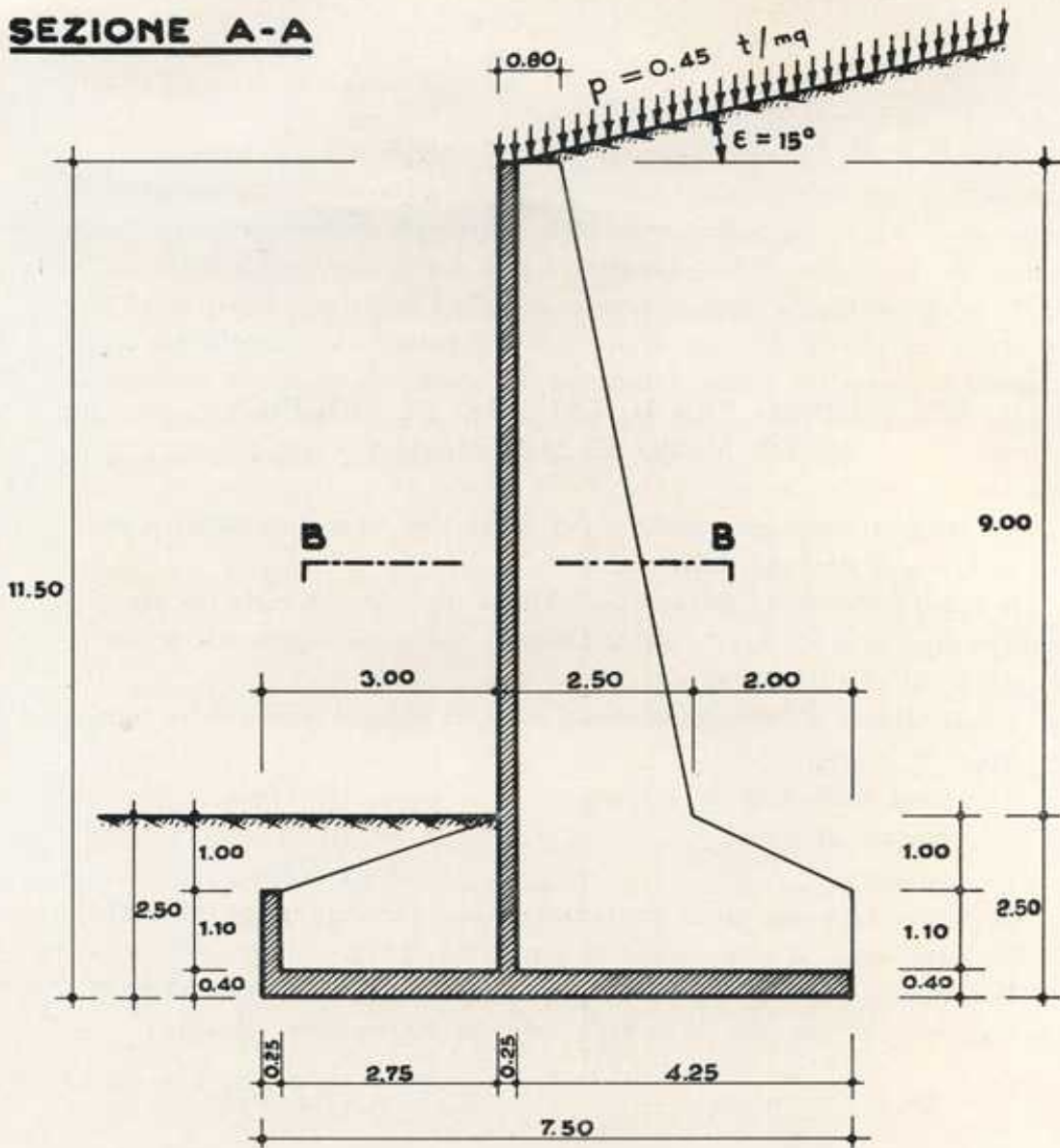
$$\Delta h = p/\gamma = 0,45/1,8 = 0,25 \text{ m (fig. 148).}$$

Determinazione della spinta esercitata dal terrapieno sul muro.

Conviene, per le verifiche da eseguire, riferirsi alla spinta sulla parete verticale ideale PQ passante per lo spigolo interno Q della suola di base (fig. 148). Le tensioni τ_a agenti su tale parete sono parallele al piano limite del terreno, e danno quindi luogo ad una componente orizzontale δa ed una verticale τ_a ; esse vanno calcolate in stato limite attivo ed il loro diagramma è lineare lungo l'altezza. La determinazione va fatta

(1) Foglio allegato alle « Istruzioni per il progetto e l'esecuzione dei muri di sostegno nei centri urbani ».

SEZIONE A-A



PIANTA B-B

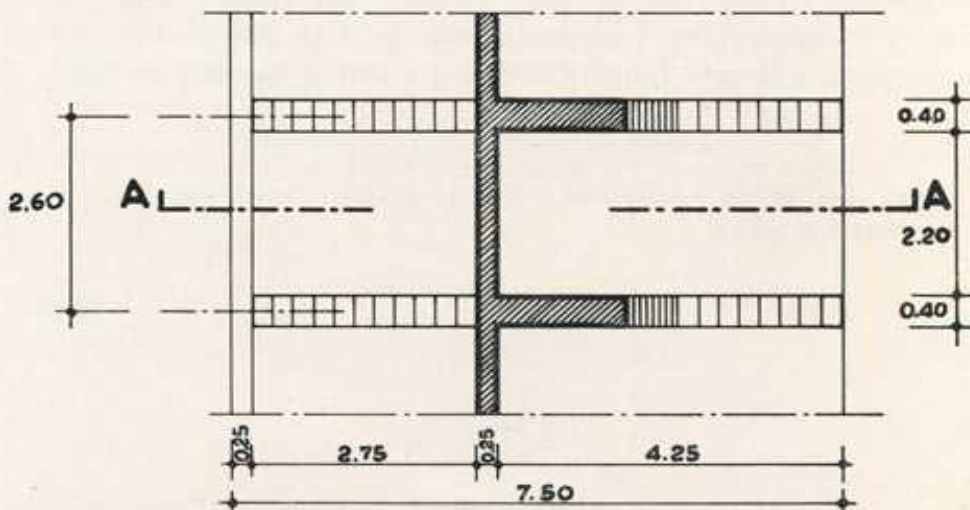


Fig. 146

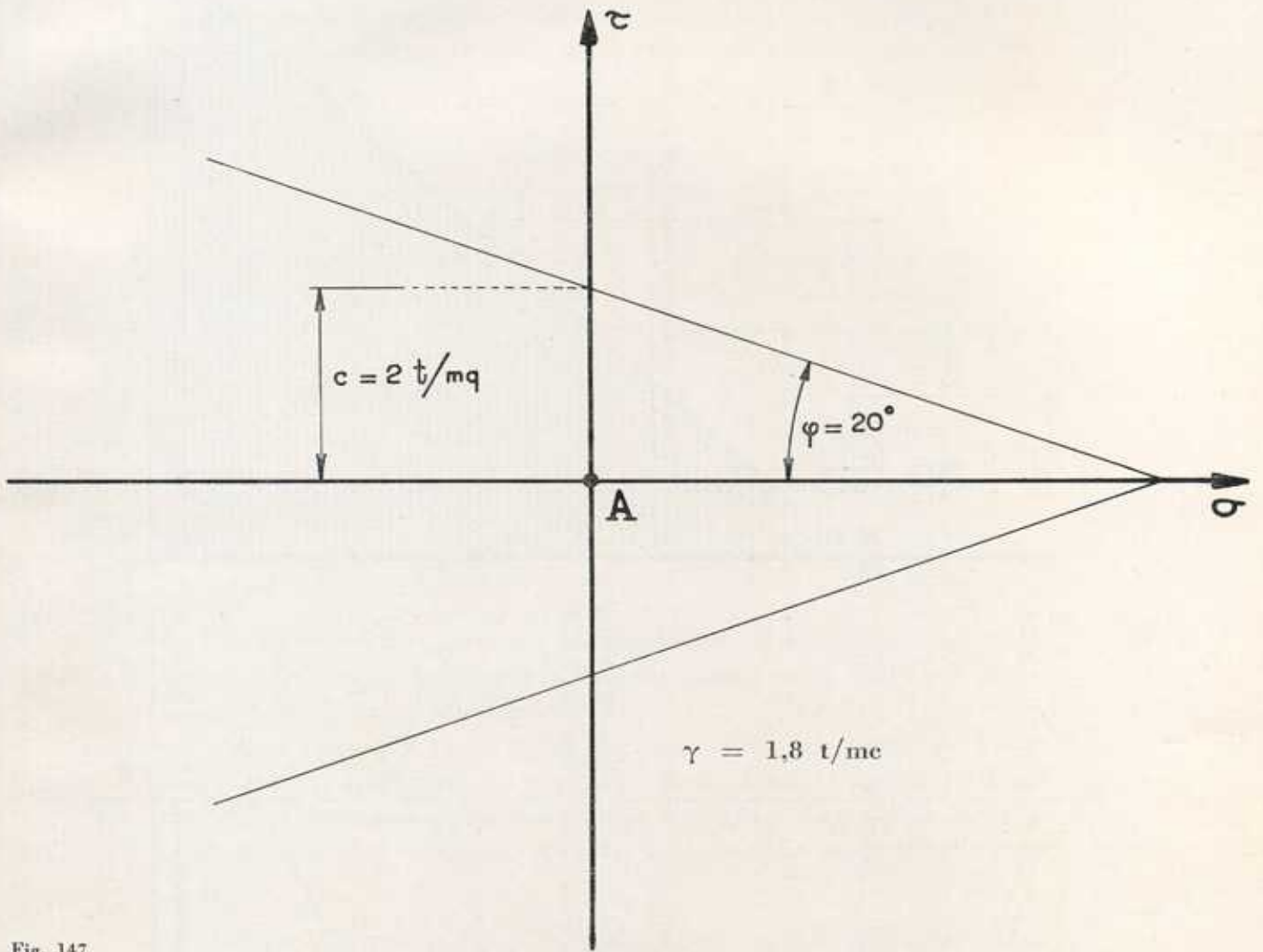


Fig. 147

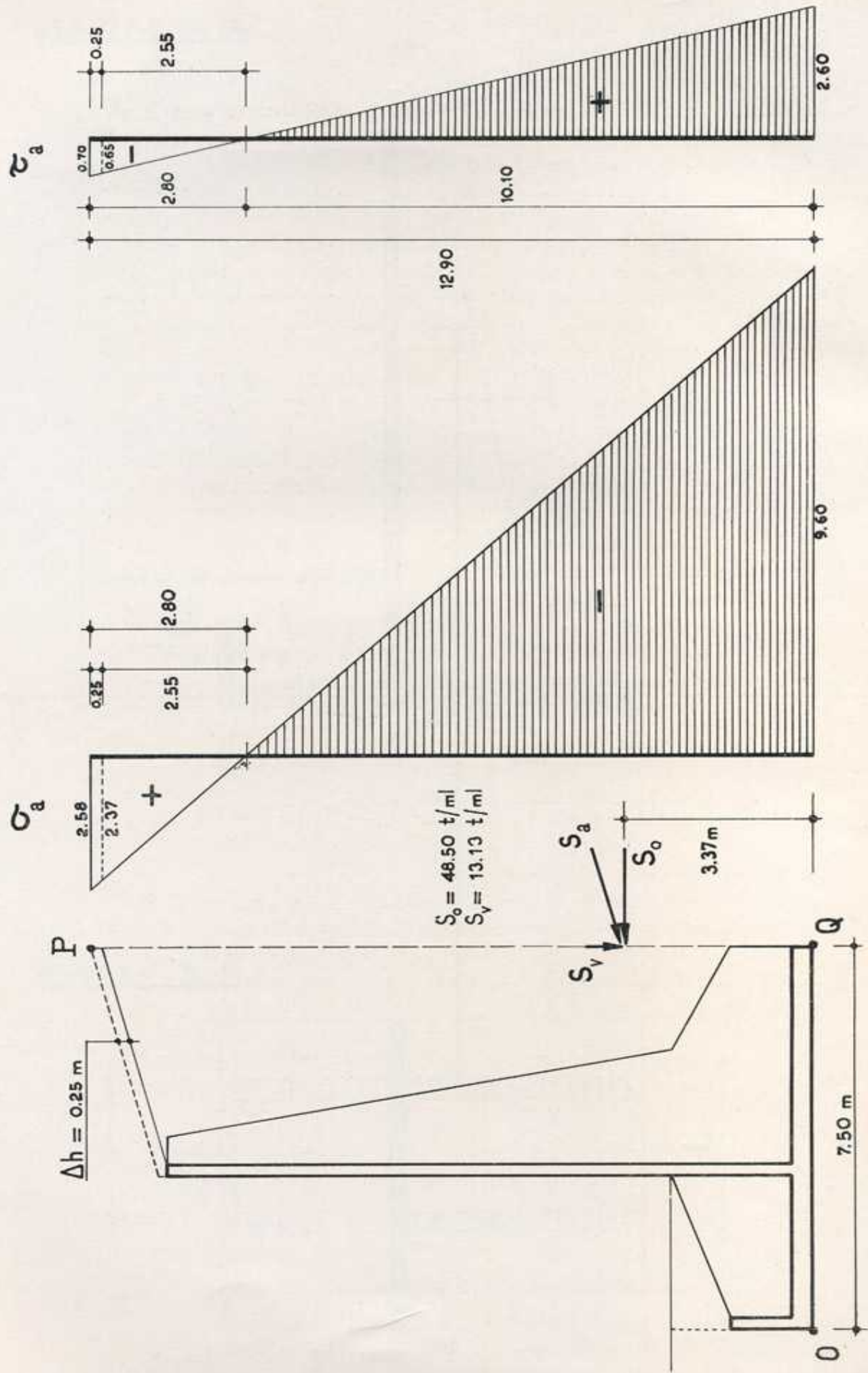


Fig. 148

con il cerchio di Mohr, come illustrato nella fig. 149 relativa ad un punto sito alla profondità h generica (comprendente la maggiore altezza di terreno equivalente al sovraccarico) (2).

Sulla retta per A e parallela al piano limite del terreno si riporta il punto P_ε di ascissa $-\gamma h \cos \varepsilon$. Si disegna poi il cerchio di crisi in stato attivo, tangente alla curva intrinseca a destra di P_ε , intersecato dalla retta AP_ε nel polo P_a ; da quest'ultimo si conduce la retta parallela alla traccia della superficie sulla quale si vuoi determinare la tensione, in questo caso la verticale, e nell'intersezione col cerchio, si ottiene il punto T rappresentativo dello stato tensionale cercato. Le coordinate di T sono δ_a e τ_a mentre il segmento \underline{AT} fornisce il valore della tensione totale t_a . Risulta:

$\delta_a < 0$ e quindi di compressione;

$\tau_a > 0$ e quindi oraria, cioè diretta verso il basso, nella convenzione di Mohr, sull'elementino di parete considerato.

I diagrammi completi di δ_a e τ_a lungo la parete PQ si ottengono agevolmente, attesa la loro linearità, calcolandone i valori per due quote, ad es. nei punti P e Q, con la costruzione su esposta. Si ottiene (v. fig. 148):

nel punto P $h = 0$

$$\delta_a = 2,58 \text{ t/mq}$$

$$\tau_a = -0,70 \text{ t/mq}$$

nel punto Q $h = 12,90 \text{ m}$

$$\delta_a = -9,60 \text{ t/mq}$$

$$\tau_a = 2,60 \text{ t/mq}$$

Le δ_a sono di trazione per una profondità di m. 2,80, di compressione per la rimanente parte; le τ_a sono dirette verso l'alto nel primo tratto, verso il basso nel secondo.

Se si considera una striscia di muro della lunghezza di 1 m., le componenti orizzontale S_0 e verticale S_v della spinta agente sulla parete PQ si ottengono integrando lungo l'altezza i diagrammi δ_a e τ_a . Si è trascurato, nei calcoli che seguono, l'effetto della coesione nella zona

(2) Nel caso di terrapieno con piano limite superiore orizzontale risulta $\tau_a = 0$ e $t_a \equiv \delta_a$. La determinazione della tensione agente sulla parete BQ alla profondità h può essere fatta in tal caso analiticamente mediante la $\delta_a = -\gamma h \operatorname{tg} (45^\circ - \delta/2) + 2c \operatorname{tg} (45^\circ - \delta/2)$

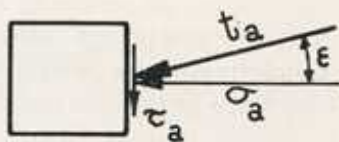
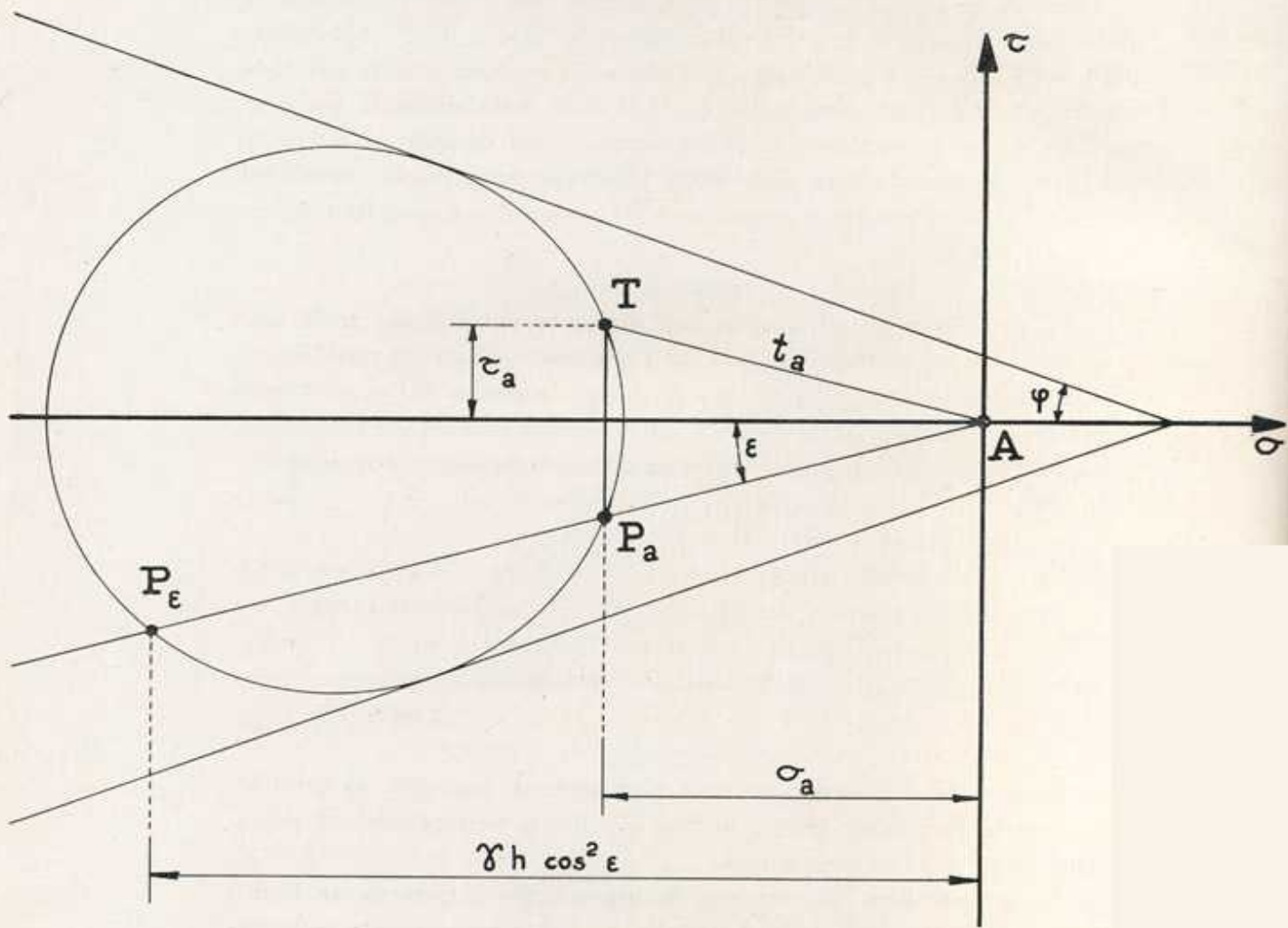


Fig. 149

alta del terrapieno (parte non tratteggiata dei diagrammi di fig. 148), e ciò conformemente a quanto suggeriscono i più autorevoli Autori. Si ha pertanto:

$$\begin{aligned} S_0 &= \frac{1}{2} 9,60 \times 10,10 = 48,50 \text{ t/ml} \\ S_v &= \frac{1}{2} 2,60 \times 10,10 = 13,13 \quad \gg \end{aligned}$$

applicate nella posizione di figura (3,37 = 10,10/3).

Verifica al ribaltamento

Le forze agenti sul muro da computarsi ai fini dell'equilibrio alla rotazione intorno allo spigolo O della fondazione sono (fig. 150):

- a) le forze S_0 ed S_v esercitate dal terrapieno a monte sopra la superficie PQ e prima calcolate;
- b) quelle esercitate dal terrapieno a valle lungo la superficie OR;
- c) le forze dovute al peso proprio del muro e del terreno gravante sulla suola di base OQ.

Sulla superficie di appoggio OQ non agisce, all'atto della rotazione, alcuna forza, non essendo capace il terreno di opporsi al distacco.

Le forze di cui al punto b) sono state considerate nulle, in conformità di quanto suggerito nelle Istruzioni, art. 2 (3).

Il calcolo delle forze di cui al punto e) è stato effettuato dividendo in 9 conci la massa muro-terreno interessato. Si è assunto, per il peso specifico del e. a., il valore 2,5 t/mc; il peso dei costoloni, il cui interesse è di m. 2,60 (fig. 146), è stato riportato alla striscia di muro di lunghezza unitaria. Il peso dei singoli conci si legge nella tabellina di fig.150.

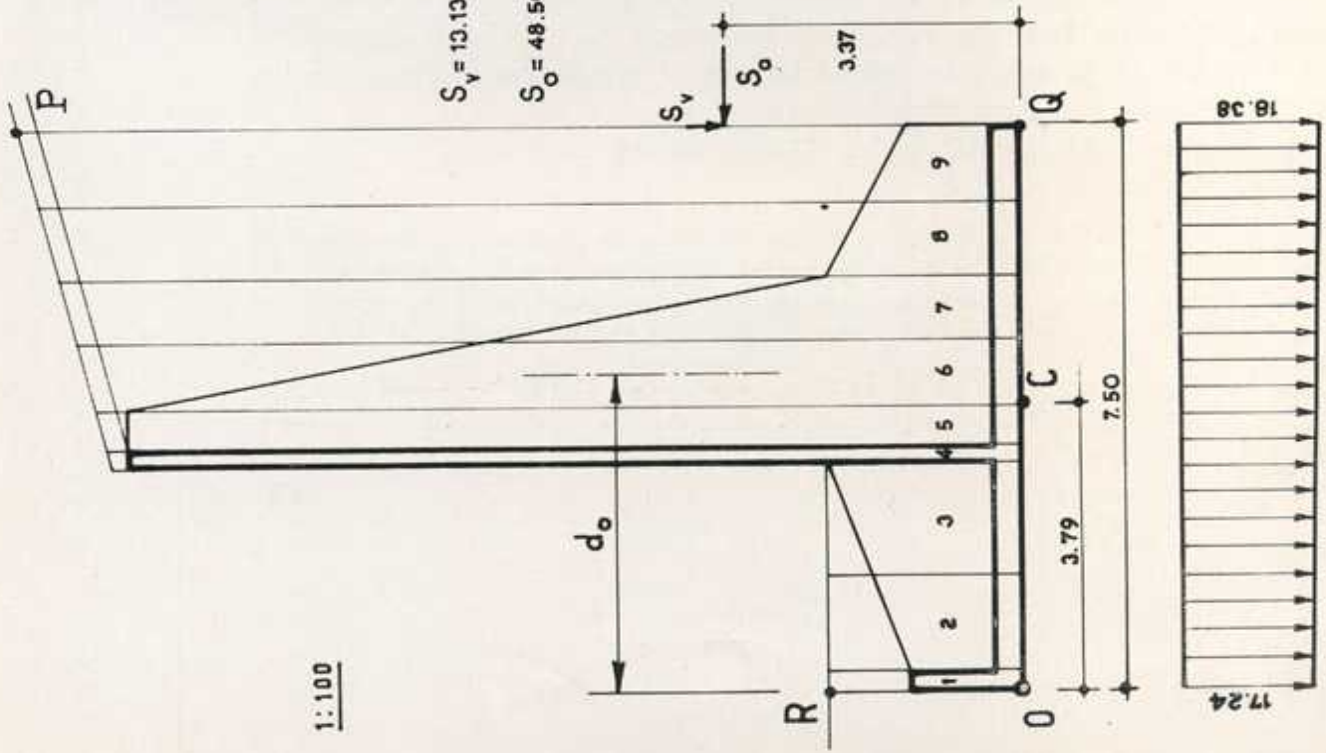
Detto P_i il peso del concio generico, e d_{oi} la relativa distanza dal punto O, il momento delle forze che si oppongono al rovesciamento del muro (*momento stabilizzante*) e

$$M_s = \sum p_i d_{oi} = 570,60 \text{ tm/ml.}$$

(3) Nell'ipotesi di terreno a valle efficacemente costipato, si potrebbe tener conto di tali forze, il cui effetto è ovviamente benefico ai fini del ribaltamento. Esse si riducono ad un'unica forza orizzontale (per piano limite del terreno orizzontale), risultante del diagramma di a in stato passivo, lineare lungo OR:

$$\delta_p = - \frac{\gamma h}{2} \text{tg} (45^\circ + \varphi/2) - 2c \text{tg} (45^\circ + \varphi/2)$$

1:100



CONCIO N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PESO t/ml	1.38	6.63	7.79	7.26	12.50	19.31	19.37	22.86	23.33
d_o m	0.125	0.875	2.250	3.125	3.525	4.225	5.075	6.000	7.000
M_o tm/ml	0.173	5.800	17.530	22.690	44.060	81.580	98.300	137.160	163.310
									120.43
									570.60

$$M_s = 570.60 \text{ tm/ml (MOMENTO STABILIZZANTE)}$$

$$M_r = -48.50 \times 3.37 + 13.13 \times 7.50 = -64.97 \text{ tm/ml (MOMENTO RIB.)}$$

$$s = \frac{M_s}{M_r} = 8.78 \text{ (COEFFICIENTE DI SICUREZZA AL RIBALTAMENTO)}$$

$$S_v = 13.13 \text{ t/ml}$$

$$S_o = 48.50 \text{ t/ml}$$

VERIFICA A SCHIACCIAMENTO

$$M_{(s+r)} = 505.63 \text{ tm/ml}$$

$$N = 120.43 + 13.13 = 133.56 \text{ t/ml}$$

$$d_{N,0} = \frac{M_{(s+r)}}{N} = 3.79 \text{ m}$$

$$e = 3.79 - \frac{7.50}{2} = 0.04 \text{ m}$$

$$W = \frac{bh^2}{6} = 9.38 \text{ m}^3$$

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{Ne}{W} = 18.38 \text{ t/mq}$$

$$\sigma_{min} = \frac{N}{A} - \frac{Ne}{W} = 17.24 \text{ t/mq}$$

DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI SUL TERRENO

L'azione spingente del terrapieno a monte sulla superficie PQ è quella invece che tende a produrre il ribaltamento. Il *momento ribaltante* risulta perciò, a meno del segno,

$$M_r = S_0 \cdot 3,37 - S_v \cdot 7,50 = 64,97 \text{ tm/ml.}$$

Ed il *coefficiente di sicurezza al ribaltamento* vale:

$$s = M_s/M_r = 570,60/64,97 = 8,78.$$

Verifica a schiacciamento

L'azione combinata dei pesi e della spinta del terreno da luogo, sulla superficie di appoggio OQ, ad un diagramma di pressioni che può supporre lineare attesa la grande rigidità del manufatto.

Il momento complessivo delle forze agenti rispetto al punto O è dato (fig. 150) dalla somma algebrica del momento stabilizzante e di quello ribaltante prima calcolati : Si ha:

$$M_{(s+r)} = M_s + M_r = 570,60 - 64,97 = 505,63 \text{ tm/ml.}$$

Lo sforzo normale su OQ vale:

$$N = \Sigma p_i + S_v = 120,43 + 13,13 = 133,56 \text{ t.}$$

Il centro di pressione dista pertanto da O della quantità

$$d_{NO} = M_{(s+r)}/N = 505,63/133,56 = 3,79 \text{ m}$$

e dal baricentro della sezione di

$$e = 3,79 - 7,50/2 = 0,04 \text{ m.}$$

Esso è dunque leggermente spostato verso la parte interna del muro. Poiché il centro di pressione cade all'interno del nocciolo la sezione di base risulta tutta compressa ed i valori estremi della sollecitazione si calcolano con la formula:

$$\delta_{\max} \quad \delta_{\min} = N/A \pm N \cdot e/W$$

che porge (v. fig. 150):

$$\delta_{\max} = 18,38 \text{ t/mq}$$

$$\delta_{\min} = 17,24 \text{ t/mq}$$

Verifica allo slittamento

Il complesso manufatto-terreno può compiere movimenti nei confronti dei quali occorre garantirsi con adeguato coefficiente di sicurezza.

Il caso più frequente è quello di superfici di slittamento cilindriche a generatrici orizzontali e direttrice circolare. La fig. 151 mostra una possibile superficie di slittamento per il muro in esame: essa passa per lo spigolo interno Q della suola di base e la traccia del suo asse è C, equidistante dalla verticale per O e dal paramento del muro, e sito alla quota del punto più basso del terreno contenuto (maggiorata della quantità Δh equivalente al sovraccarico).

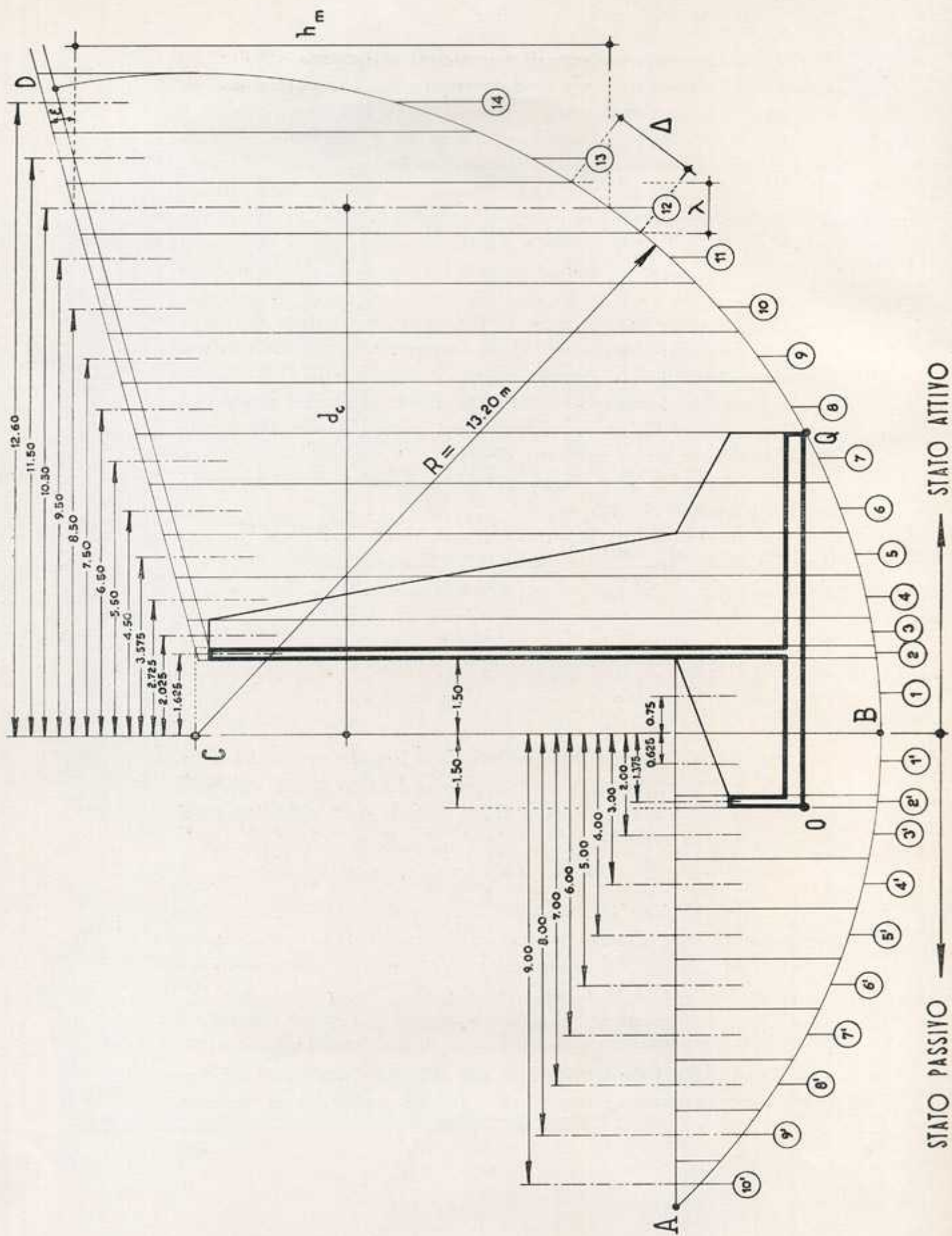


Fig. 151

Alla superficie così individuata compete, secondo i risultati degli studi più recenti, un grado di sicurezza tra i più bassi; gli stessi studi assicurano inoltre che, per varie superfici prossime a quella più sfavorevole, il coefficiente di sicurezza non varia sensibilmente al variare del raggio e della posizione del centro.

Alla rotazione dell'insieme terra-muro intorno a C, che tende ad avvenire sotto l'azione dei carichi verticali, si oppone la resistenza del terreno lungo la fissata superficie di slittamento A B D. In condizioni prossime al moto dev'essere verificato l'equilibrio alla rotazione intorno a C dei pesi gravanti su A B D e delle forze elementari che, attraverso A B D, il terreno circostante trasmette alla massa che tende a muoversi: di queste ultime interessano solo quelle tangenziali poiché quelle normali, passando per C, non danno contributo alcuno. Detti pertanto *momento ribaltante* M_{rib} e *momento resistente* M_{res} i momenti complessivi rispetto a C dei due gruppi di forze di cui innanzi, sarà, all'atto del moto

$$M_{rib} = M_{res}$$

Il *coefficiente di sicurezza allo slittamento* è quindi, per definizione, quel moltiplicatore k di tutti i carichi o di una parte di essi (per es. il sovraccarico p) che conduce alla relazione sopra scritta.

Nella determinazione di M_{rib} le forze peso a destra della verticale per C intervengono con un dato segno, quelle a sinistra col segno opposto. Le forze resistenti che danno luogo al momento M_{res} vengono calcolate, secondo la teoria della curva intrinseca, in stato limite, attivo lungo B D dove il terreno tende a scendere rispetto alla sua quota originaria, passivo lungo AB dove il terreno tende invece a salire. Il calcolo viene condotto per via grafica, attraverso il cerchio di Mohr di crisi, analogamente a quanto illustrato in fig. 149. Nel caso di stato attivo, dal polo P_a del cerchio, costruito per il generico concio nel modo già descritto, si tira la parallela al lato inferiore del concio stesso di lunghezza A (v. figura 151: è lecito, attesa la suddivisione piuttosto fitta, sostituire all'arco di cerchio una spezzata con i vertici in corrispondenza delle rette delimitanti i conci). Si ottiene così, nell'intersezione col cerchio, il punto rappresentativo dello stato tensionale agente sull'elemento di superficie di scorrimento: di tale stato tensionale interessa, come già detto, la sola τ . Per lo stato passivo si procede nello stesso modo con le uniche avvertenze che il punto P_ε si trova sull'asse delle ascisse essendo per tali conci $\varepsilon = 0$, e che il cerchio di crisi ed il relativo polo P_p (pur'esso sull'asse delle ascisse) sono alla sinistra di P_ε invece che alla destra.

Il procedimento è ampiamente illustrato nella tabella a pag. 292, nonché nelle figg. 152, 153, 154, 155, 156. Si è operato, come suoi dirsi, *per carico proporzionale*, cioè si è ricercato quel moltiplicatore di tutti i carichi agenti che conduce alla crisi per slittamento. Posto, anzitutto, $k = 1$ si è ottenuto:

$$M_{rib} = 1504,50 \text{ tm/ml}$$

CONCICIO Nº	h_m (m)	λ (m)	d_c (m)	Δ (m)
1	3.97	1.500	0.750	1.55
2	13.05	0.250	1.625	0.27
3	13.15	0.550	2.025	0.57
4	13.20	0.850	2.725	0.88
5	13.20	0.850	3.575	0.90
6	13.15	1.000	4.500	1.07
7	13.00	1.000	5.500	1.12
8	12.75	1.000	6.500	1.15
9	12.40	1.000	7.500	1.22
10	11.90	1.000	8.500	1.30
11	11.25	1.000	9.500	1.45
12	10.30	1.000	10.500	1.65
13	9.10	1.000	11.500	2.10
14	6.75	1.200	12.600	3.55
1'	3.96	1.250	-0.625	1.30
2'	3.90	0.250	-1.375	0.27
3'	3.85	1.000	-2.000	1.03
4'	3.65	1.000	-3.000	1.05
5'	3.40	1.000	-4.000	1.07
6'	3.00	1.000	-5.000	1.10
7'	2.60	1.000	-6.000	1.15
8'	2.00	1.000	-7.000	1.20
9'	1.35	1.000	-8.000	1.27
10'	0.50	1.000	-9.000	1.35

K = 1

PE/O (t/ml)	M_{rib} (tm/m)	$\gamma \cdot h_m$ (t/mq)	$\gamma h_m \cdot \cos^2 \epsilon$ (t/mq)	τ (t/mq)	$\tau \Delta$ (t/m)
11.39	8.54	7.57	-	0.51	0.80
7.88	12.81	31.50	29.39	5.48	1.48
13.81	28.00	25.80	24.07	5.40	3.08
21.27	58.00	25.01	23.33	5.55	4.88
20.85	74.54	24.55	22.91	6.32	5.69
24.07	108.32	24.07	22.46	6.85	7.33
23.82	131.01	23.82	22.22	7.28	8.15
22.95	149.18	22.95	21.41	7.35	8.45
22.32	167.40	22.32	20.82	7.35	8.97
21.42	182.07	21.42	19.98	7.00	9.10
20.25	192.38	20.25	18.89	6.35	9.21
18.54	194.67	18.54	17.30	5.30	8.75
16.38	188.37	16.38	15.28	3.95	8.30
14.58	183.71	12.15	11.34	2.25	7.99
9.34	- 5.85	7.45	7.45	0.45	0.59
2.02	- 2.78	8.08	8.08	1.17	0.32
6.93	-13.86	6.93	6.93	1.94	2.00
6.57	-19.71	6.57	6.57	2.83	2.97
6.12	-24.48	6.12	6.12	3.54	3.79
5.40	-27.00	5.40	5.40	3.88	4.27
4.68	-28.08	4.68	4.68	4.30	4.95
3.60	-25.20	3.60	3.60	4.20	5.04
2.43	-19.44	2.43	2.43	3.95	5.02
0.90	- 8.10	0.90	0.90	3.32	4.48

1'504.50

125.61

$M_{rib} = 1'504.50 \text{ tm/ml}$
 $M_{res} = 125.61 \times 13.20 = 1'658.05 \text{ tm/ml}$

K = 4

PE/O (t/ml)	M_{rib} (tm/m)	$\gamma \cdot h_m$ (t/mq)	$\gamma h_m \cdot \cos^2 \epsilon$ (t/mq)	τ (t/mq)	$\tau \Delta$ (t/m)
45.56	34.16	30.28	-	1.34	2.07
31.52	51.24	126.00	117.56	24.40	6.59
55.24	112.00	103.20	96.29	22.60	12.88
85.08	232.00	100.04	93.34	23.35	20.55
83.40	298.16	98.20	91.62	24.95	22.46
96.28	433.28	96.28	89.83	26.30	28.14
95.28	524.04	95.28	88.90	27.20	30.46
91.80	596.72	91.80	85.65	26.70	30.71
89.28	669.60	89.28	83.30	25.50	31.11
85.68	728.28	85.68	79.94	23.45	30.49
81.00	769.52	81.00	75.57	20.30	29.44
74.16	778.68	74.16	69.19	15.40	25.41
65.52	753.48	65.52	61.13	9.00	18.90
58.32	734.84	48.60	45.34	4.50	15.98
37.36	-23.40	29.80	29.80	1.30	1.69
8.08	-11.12	32.32	32.32	3.30	0.89
27.72	-55.44	27.72	27.72	5.05	5.20
26.28	-78.84	26.28	26.28	7.45	7.82
24.48	-97.92	24.48	24.48	9.15	9.79
21.60	-108.00	21.60	21.60	9.70	10.67
18.72	-112.32	18.72	18.72	10.30	11.85
14.40	-100.80	14.40	14.40	9.15	10.98
9.72	-77.76	9.72	9.72	7.25	9.21
3.60	-32.40	3.60	3.60	4.70	6.35

6'018.00

379.64

$M_{rib} = 6'018.00 \text{ tm/ml}$
 $M_{res} = 379.64 \times 13.20 = 5'011.25 \text{ tm/ml}$

$$M_{res} = 1658,05 \text{ tm/ml}$$

e pertanto non si è ancora in condizioni di crisi.

Poiché tanto il momento ribaltante quanto quello resistente dipendono dal valore di k , si è ripetuto il calcolo per il valore $k = 4$ del moltiplicatore dei carichi. Risulta:

$$M_{rib} = 6018,00 \text{ tm/ml}$$

$$M_{res} = 5011,25 \text{ tm/ml}$$

Entrambe le funzioni $M_{rib}(k)$ ed $M_{res}(k)$ sono lineari in k (per curva intrinseca bilatera). Pertanto i valori trovati sono sufficienti a tracciarne l'andamento (fig. 157) e ad individuare così il valore s di k per il quale $M_{rib} = M_{res}$, cioè il cercato *coefficiente di sicurezza allo slittamento*.

Le equazioni delle due rette sono:

$$M_{rib} = 1504,50 \cdot k$$

ovviamente passante per l'origine degli assi, e

$$M_{res} = 1117,73 \cdot k + 540,32$$

tratta dai valori di k surriportati. Da esse si ottiene facilmente:

$$s = 1,4$$

Il procedimento esposto, di carattere grafico, può condurre ad errori di qualche importanza. Pertanto si è ritenuto opportuno eseguire il calcolo di M_{res} anche per $k = 6$ (di esso per brevità non si riporta lo intero sviluppo). E' risultato

$$M_{res} = 7230,75 \text{ tm/ml}$$

contro il valore

$$M_{res} = 7246,70 \text{ tm/ml}$$

fornito dall'equazione della retta $M_{res} = M_{res}(k)$ in corrispondenza di $k = 6$

$K = 1$ STATO PASSIVO

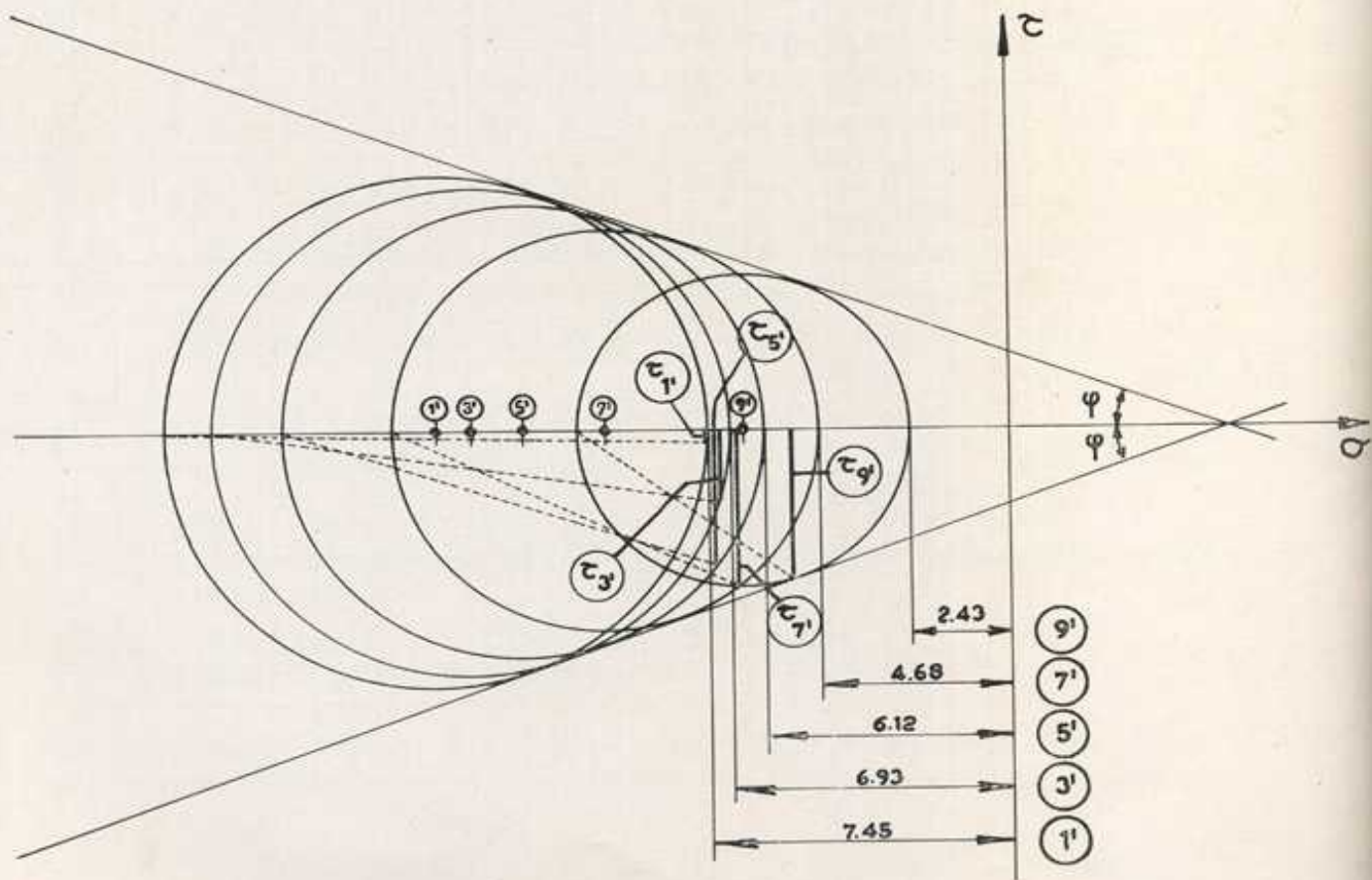
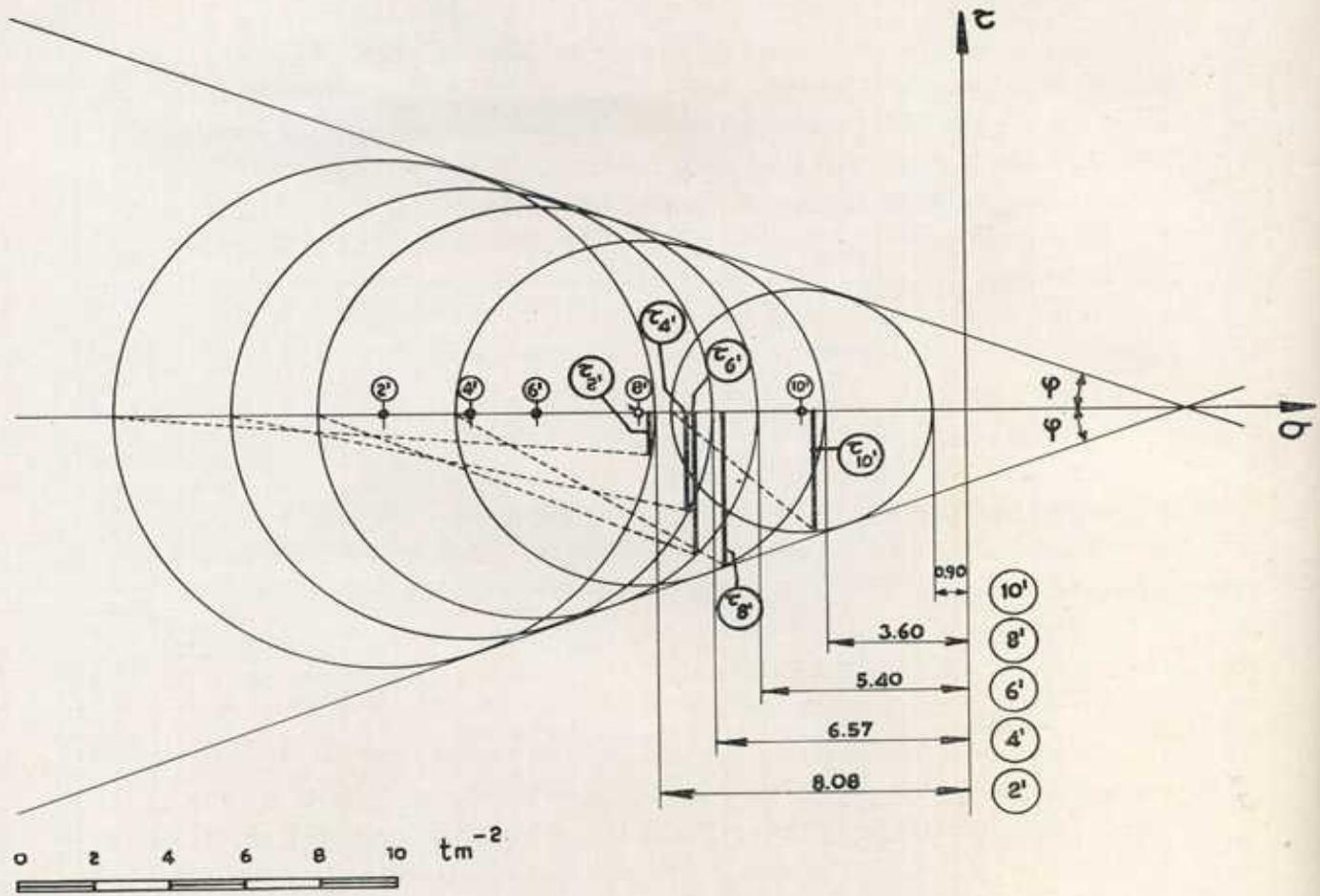


Fig. 152

$K=1$ STATO ATTIVO

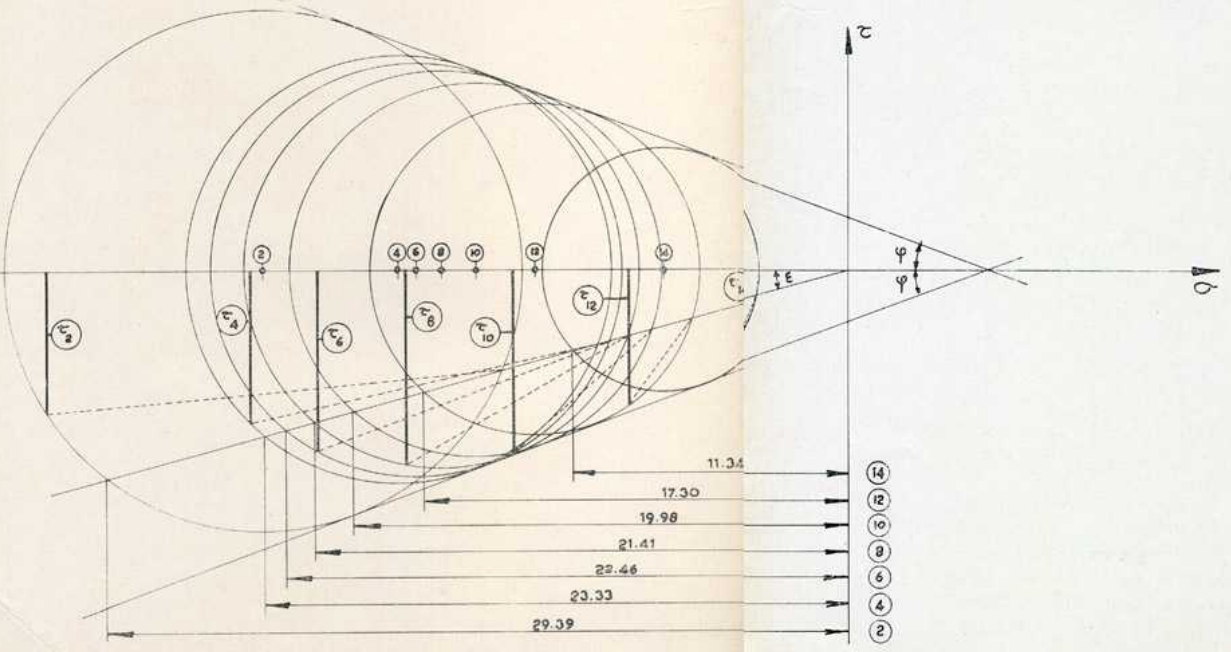
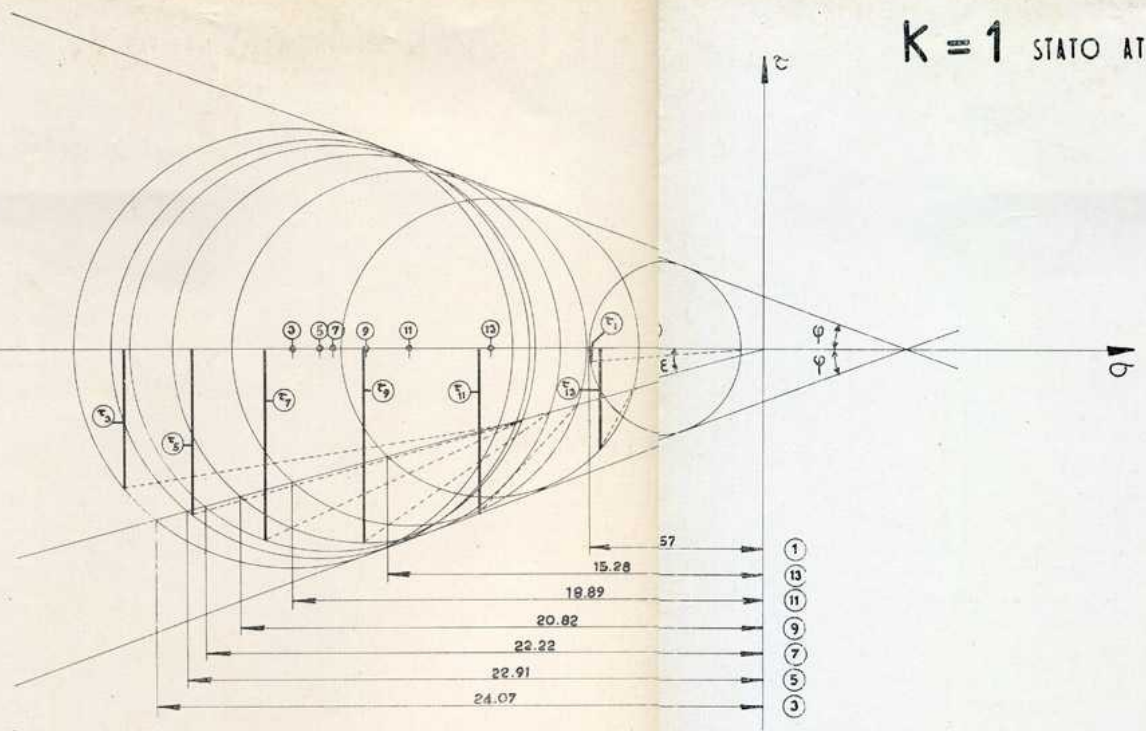


Fig. 153

$K=4$ STATO ATTIVO

0 5 10 15 20 25 tm^{-2}

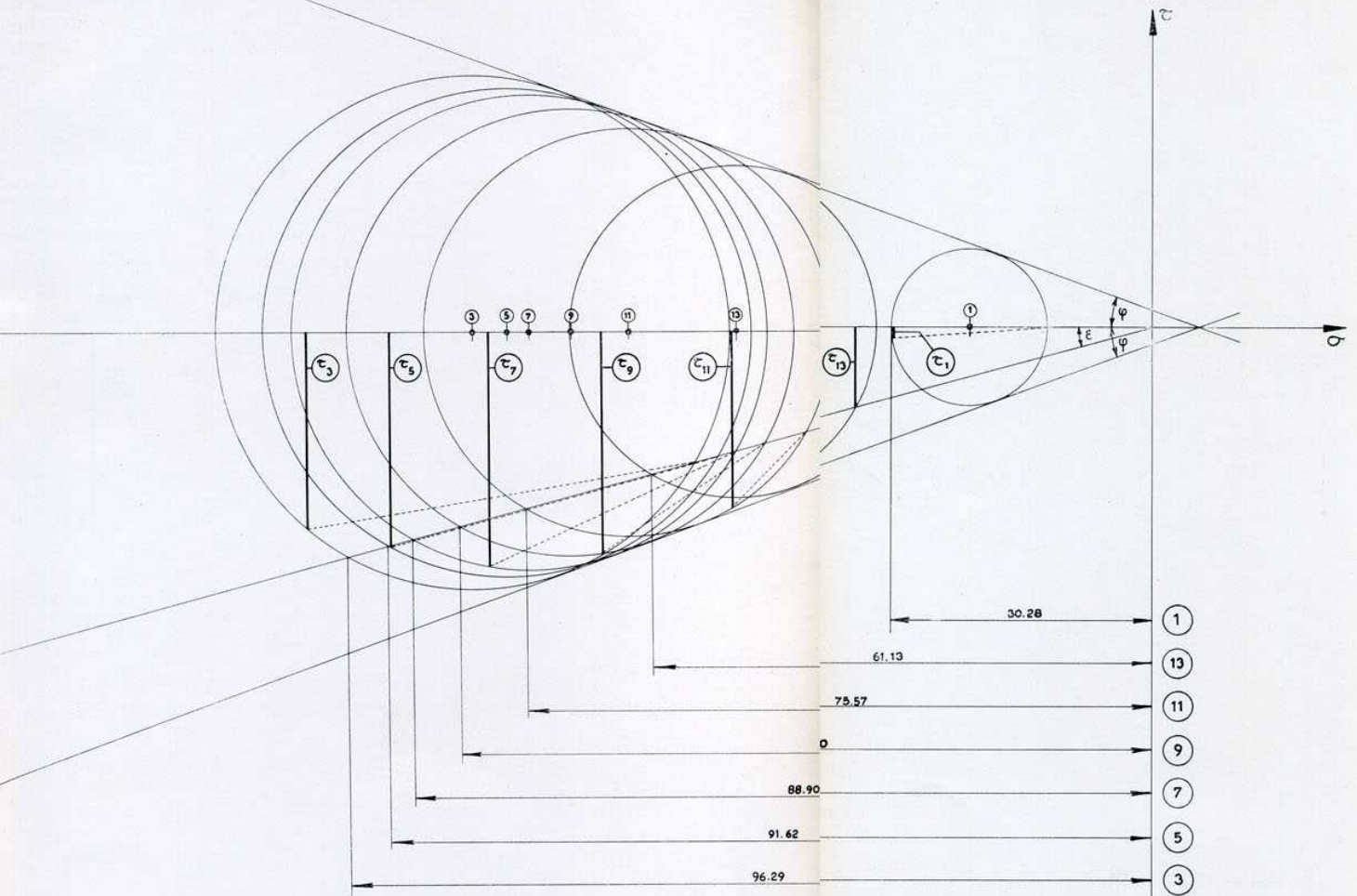


Fig. 154

$K = 4$ STATO ATTIVO

0 5 10 15 20 25 tm^{-2}

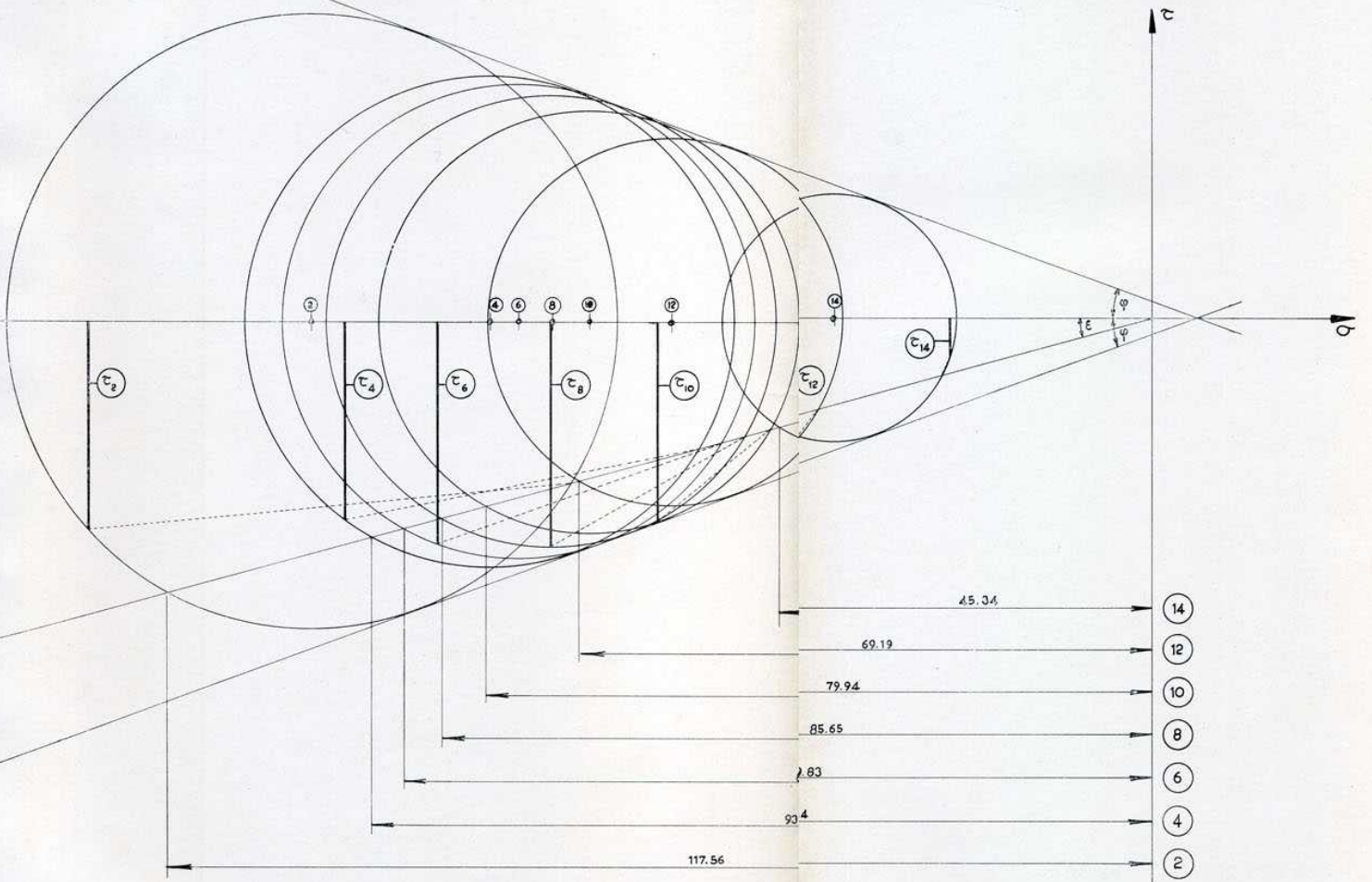


Fig. 155

$K = 4$ STATO PASSIVO

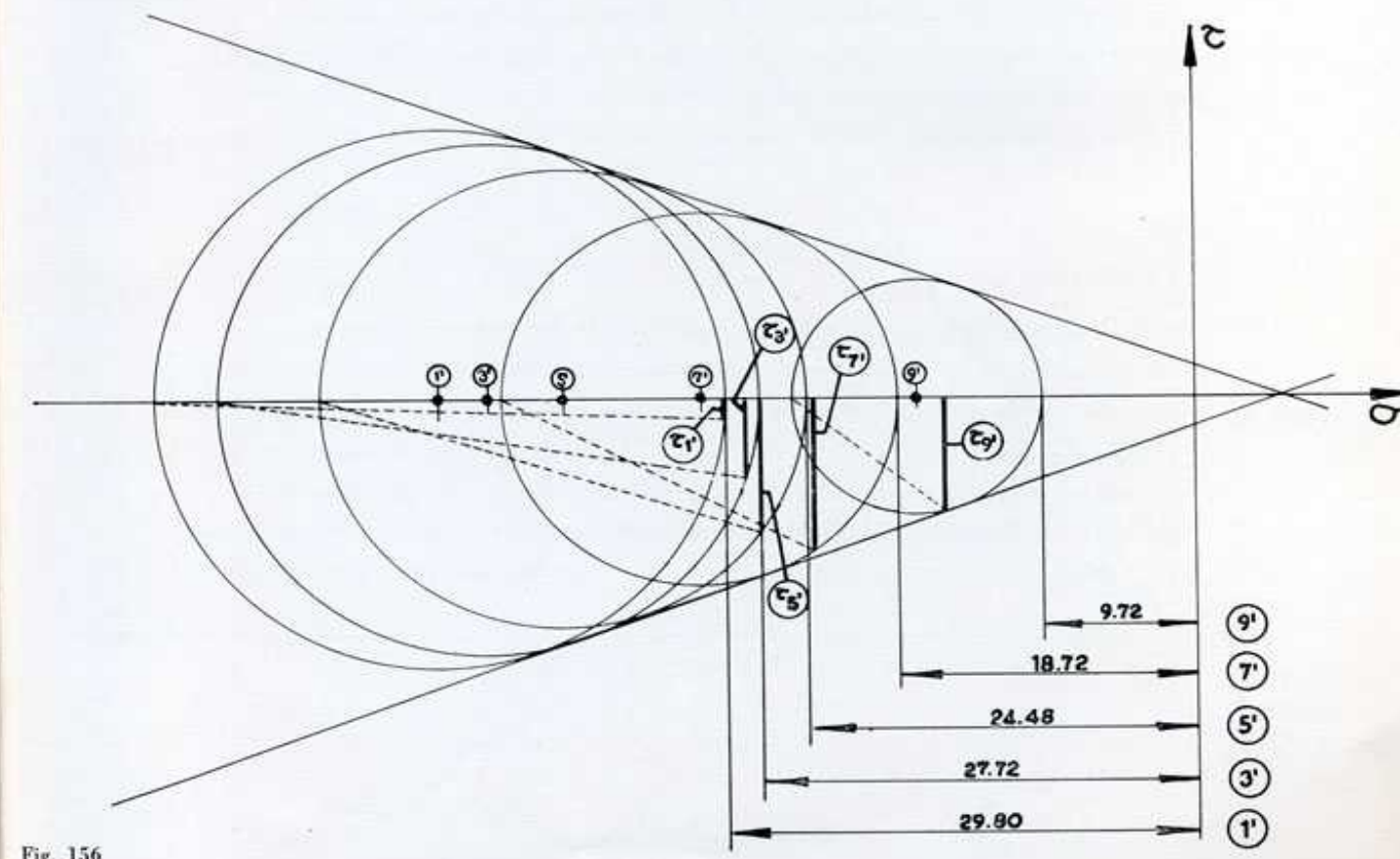
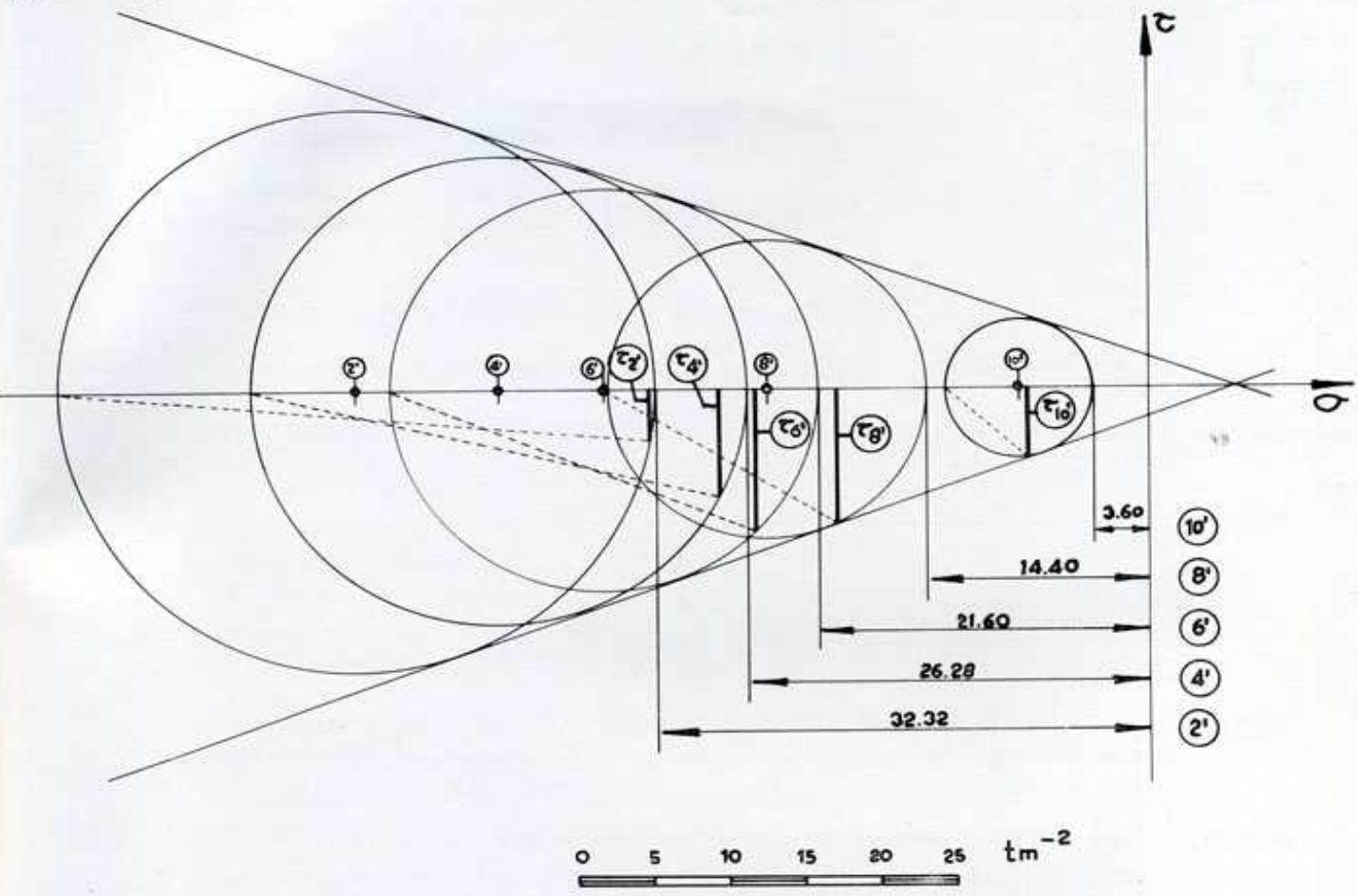


Fig. 156

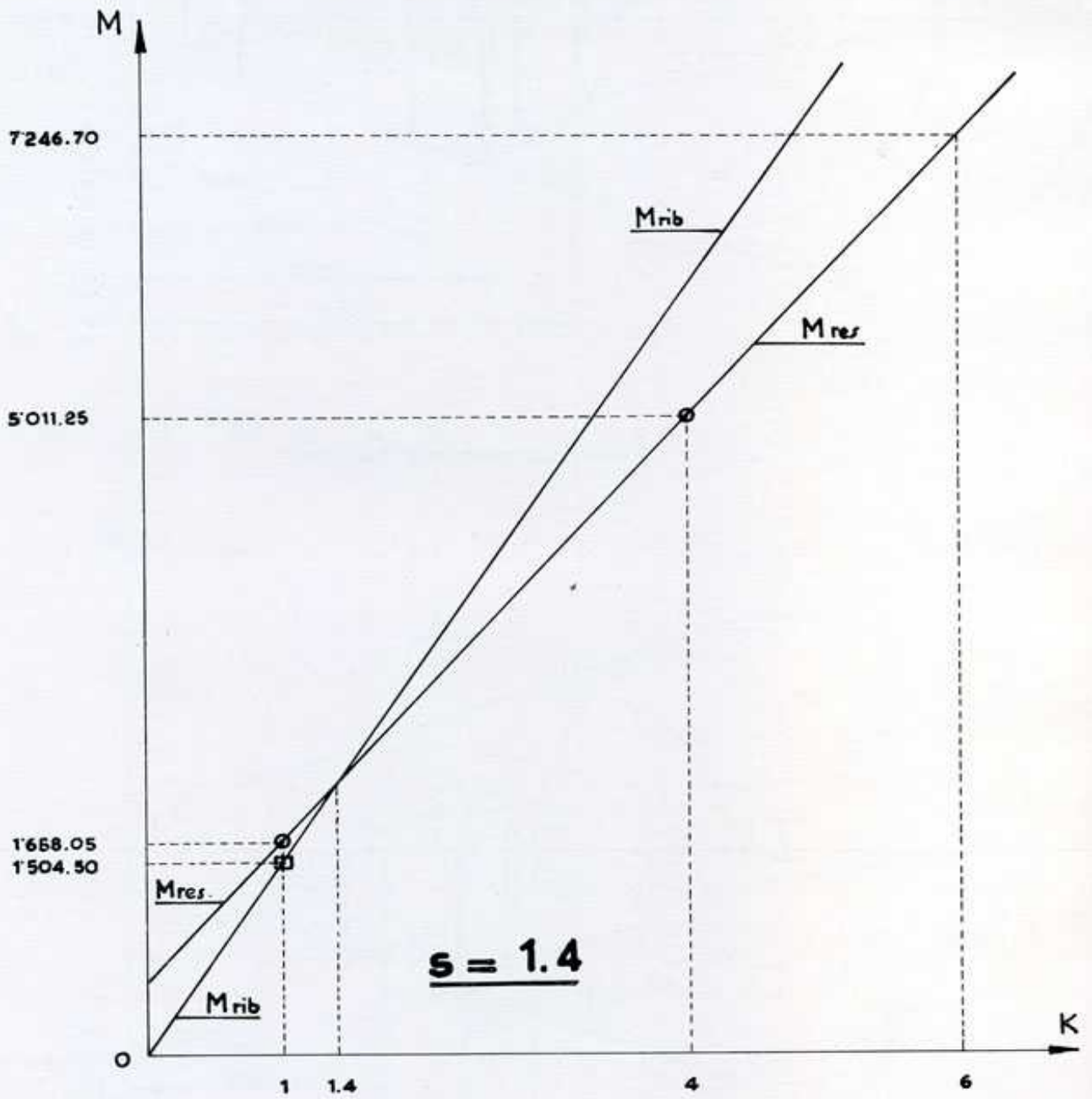
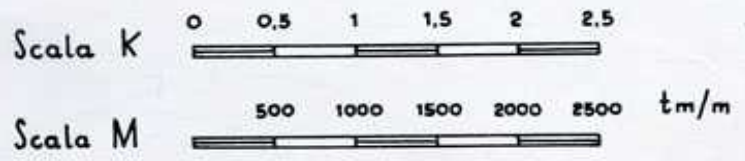


Fig. 157

**Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il collaudo
delle opere di fondazione formulate dal Consiglio
Superiore del Ministero dei Lavori Pubblici**

I - CONSIDERAZIONI GENERALI

I-1) Scopo e limiti delle istruzioni

Le presenti istruzioni stabiliscono i criteri e gli indirizzi di carattere generale da seguire nel progetto, nella esecuzione e nel collaudo delle fondazioni; la formulazione di dettaglio dei criteri e degli indirizzi medesimi resta affidata ai tecnici che concorrono alla realizzazione della opera nelle sue varie fasi. Suggerimenti ed indicazioni a tale riguardo sono contenuti in fogli d'istruzione.

Le presenti istruzioni si applicano alle fondazioni di tutte le opere d'ingegneria civile, con esclusione delle dighe e traverse, argini ed opere di difesa fluviale. Per le zone classificate come sismiche debbono essere integrate da quanto stabilito dalle norme sulle costruzioni in zone sismiche.

I-2) Contenuto delle istruzioni

Le presenti istruzioni riguardano le fondazioni considerate nella loro funzione di elemento di trasmissione dei carichi e delle forze dal sovrastante manufatto al terreno e, reciprocamente, il terreno di fondazione quale sede dell'opera.

Per quanto attiene al calcolo delle strutture costituenti la fondazione, ai relativi materiali, ai procedimenti e metodi costruttivi valgono le vigenti norme specifiche.

Le presenti istruzioni sono articolate nelle seguenti quattro parti:

I - Considerazioni generali

II - Progetto

III - Costruzione

IV - Collaudo

e si completano con fogli d'istruzione, che recano suggerimenti ed indicazioni particolari.

1-3) *Operatori*

All'applicazione delle presenti istruzioni sono tenuti quanti partecipano alla realizzazione della fondazione ed in particolare:

a - Il Committente

L'Ente, l'Amministrazione o l'Ufficio, che fa eseguire l'opera è tenuto a finanziare e far eseguire tutte le indagini, studi e rilievi, necessari per il progetto della fondazione, e a far progettare la fondazione unitariamente con tutta l'opera.

Le indagini, gli studi ed i rilievi dovranno essere ultimati con un congruo anticipo rispetto alla ultimazione del progetto.

Il Committente affiderà le indagini, gli studi ed i rilievi di cui innanzi in tutto od in parte allo stesso Progettista dell'opera o ad esperti.

b - Il Progettista

La fondazione è e deve essere considerata parte integrante dell'opera nel suo complesso e pertanto, nei limiti di applicazione delle presenti istruzioni, deve essere progettata unitariamente con tutta l'opera.

Allorquando lo svolgimento di indagini, studi, rilievi, calcoli relativi alle fondazioni sia stato affidato in tutto o in parte ad esperti diversi dal Progettista dell'opera, questi si assicurerà della rispondenza delle citate operazioni alla finalità che egli intende raggiungere con il progetto e terrà conto dei relativi risultati nello svolgimento del progetto medesimo.

e - Gli Esperti

Possono essere :

- Ingegneri esperti in Meccanica dei Terreni e Tecnica delle fondazioni (Geotecnica) per quanto attiene a saggi, indagini e prove in sito ed in laboratorio aventi lo scopo a definire caratteri geotecnici e proprietà fisico-meccaniche dei terreni di fondazione, nonché di orientare sulla scelta del tipo di fondazione e dei relativi procedimenti costruttivi, a studi e calcoli specifici;
- Ingegneri esperti in Idraulica per particolari questioni derivanti dalla presenza, in prossimità dell'opera in progetto, di condotti e canali, di corsi d'acqua, di laghi, del mare;
- Ingegneri esperti in geologia o Geologi, allorquando si ravvisi la necessità di precisare la conoscenza in merito a origine e natura delle formazioni geologiche costituenti la zona, nella quale ricade l'area interessata alla costruzione dell'opera.

d - II Direttore dei lavori

Di regola il Direttore dei Lavori sarà il medesimo per la fondazione e per il sovrastante manufatto. Ove, eccezionalmente ciò non si verifichi, il Direttore dei Lavori dell'opera in elevazione è tenuto a svolgere tutti i rilievi e le indagini, che crederà opportuni, per assicurarsi della idoneità della preesistente fondazione.

e - II Costruttore

Di regola la fondazione ed il sovrastante manufatto saranno realizzati dal medesimo Costruttore. Allorquando per alcune parti della fondazione fosse previsto in progetto l'impiego di tecniche e procedimenti speciali, esse dovranno essere realizzate da un Costruttore specializzato.

f - II Collaudatore

La fondazione in tutte le sue parti sarà di regola collaudata unitariamente con il manufatto sovrastante.

1-4) *Aggiornamento delle istruzioni*

Le presenti istruzioni saranno revisionate ed aggiornate ad intervalli di tempo non superiore di cinque anni; i fogli d'istruzione potranno essere modificati, soppressi, ampliati e potranno essere completati con nuovi fogli su altri argomenti ogni qualvolta se ne ravvisasse l'opportunità.

II - PROGETTO

II-1) *Finalità del progetto*

La finalità del progetto è quella di definire la fondazione in tutte le sue parti in modo da assicurare un soddisfacente comportamento del complesso manufatto-terreno di fondazione nei riguardi della sicurezza ed in relazione alla funzione che il manufatto dovrà assolvere. Il progetto comprende inoltre la definizione dei procedimenti e dei metodi di costruzione e ciò con particolare riguardo a quelli di carattere speciale, che, eventualmente, si rendessero necessari per lo svolgimento dei lavori.

Nella stima dei lavori dovrà essere inserita una somma a disposizione del Direttore dei Lavori per indagini e prove in corso d'opera.

L'entità della somma dovrà essere commisurata all'importanza della opera e alle condizioni ambientali.

II-2) *Svolgimento del progetto*

Il progetto della fondazione comporta alcune fasi successive strettamente interdipendenti fra loro e cioè:

- a) Indagini, rilievi, studi preliminari per individuare e valutare i fattori, di cui al successivo paragrafo II-3:
- b) Progetto d'insieme della fondazione, che comprende :

—la scelta del tipo di fondazione;

- la verifica di stabilità del complesso terreno-fondazione;
- la determinazione dei cedimenti prevedibili;
- scelta dei metodi e dei procedimenti costruttivi;
- calcolo delle singole strutture della fondazione e progetto definitivo.

Queste fasi del progetto assumeranno a giudizio del Progettista ampiezza e grado di approssimazione diversi secondo l'importanza del manufatto e dei vari fattori, elencati all'art. II-3, come pure in relazione al grado di sviluppo previsto per il progetto (progetto preliminare; di massima; esecutivo).

II-3) *Fattori influenzanti il comportamento delle fondazioni*

Il comportamento delle fondazioni è condizionato da numerosi fattori, dei quali si elencano quelli che più di frequente occorre considerare.

II - 3-1) Terreni di fondazione

- Natura dei terreni dal punto di vista geotecnico;
- Successione e disposizione dei terreni nel sottosuolo;
- Proprietà indici;
- Proprietà meccaniche: caratteristiche relative alla deformabilità, alla resistenza a rottura ed alla permeabilità;
- Presenza e caratteristiche delle acque sotterranee, a pelo libero e in pressione e caratteri degli eventuali movimenti di filtrazione.

II - 3-2) Opera in progetto

- Forma, dimensioni d'insieme, tipo e caratteristiche strutturali;
- Forze trasmesse alla fondazione;

—Carattere delle forze statiche o dinamiche e loro modalità di applicazione.

II - 3-3) Fattori ambientali

- Morfologia della superficie del suolo;
- Decorso delle acque superficiali;
- Presenza e caratteristiche di altri manufatti (edifici, canali, acquedotti, fogne, strade, muri di sostegno, gallerie, ponti ecc.) esistenti nelle vicinanze o dei quali è prevista la costruzione.

Nel caso di ponti, opere marittime e simili assumono particolare importanza la configurazione ed il grado di mobilità dell'alveo fluviale o del fondo marino ed altresì la loro erodibilità in relazione al regime delle acque ed alle caratteristiche del manufatto.

II - 4) *Indagini e rilievi*

II - 4-1) Generalità

Per individuare e valutare i fattori relativi ai terreni di fondazione (v. art. II - 3-1) e quelli ambientali (v. art. II - 3-3) verranno eseguiti indagini e rilievi. Le indagini ed i rilievi saranno sviluppati con ampiezza diversa a seconda delle caratteristiche strutturali e delle dimensioni del manufatto, dei carichi da questo esercitati e delle caratteristiche dei terreni di fondazione.

Nel caso di modesti manufatti, che ricadono in zone già note, le indagini ed i rilievi potranno essere ridotti alla raccolta di notizie e dati in precedenza acquisiti.

In ogni caso, tutte le indagini ed i rilievi dovranno essere svolti prima che il progetto abbia inizio o contemporaneamente a questo, purché siano condotti a termine in tempo debito affinché il Progettista dell'opera ne possa tenere conto. Ove fosse opportuno, le indagini ed i rilievi potranno essere eseguiti in più tempi intervallati fra loro.

II - 4-2) Indagini sui terreni di fondazione

Queste indagini hanno lo scopo di raccogliere gli elementi necessari per definire i fattori relativi ai terreni di fondazione (v. art. II - 3-2) e consistono in *indagini in sito* ed *indagini in laboratorio*.

a - Indagini in sito

Queste indagini avranno come primo e fondamentale scopo quello di stabilire la costituzione del sottosuolo dal punto di vista geotecnico e di permettere il prelievo di campioni.

Esse consisteranno, in generale, in saggi di vario tipo - quali sondaggi, pozzi, trincee o cunicoli di esplorazione - dei quali sarà effettuata un'accurata descrizione in base ai criteri geotecnici di identificazione e classifica.

Nei casi più semplici potrà essere sufficiente la descrizione di fronti di scavo, trincee o simili esistenti nelle vicinanze.

La profondità da raggiungere con queste indagini sarà misurata a partire dalla quota più bassa, che sarà prevedibilmente raggiunta dalla fondazione (ad esempio, per le palificate a partire dall'estremità inferiore dei pali). Essa sarà stabilita caso per caso in base alla forma, alle dimensioni e alle caratteristiche strutturali del manufatto, al valore dei carichi da trasmettere in fondazione ed alle caratteristiche degli stessi terreni di fondazione.

Nel caso di opere edili, in prima approssimazione, la profondità minima da raggiungere con le indagini, può essere assunta pari a $(1,5 \div 2) b$ ove b è la lunghezza in metri del lato minore del rettangolo che meglio approssima la forma in pianta del manufatto. Nel caso di fondazioni su pali, la profondità d'indagine, computata dall'estremità inferiore dei pali in base al precedente criterio, potrà essere ridotta di $1/3$.

La profondità delle esplorazioni dovrà essere aumentata se si presume o si riscontra nel corso stesso delle indagini l'esistenza di terreni dotati di proprietà meccaniche particolarmente scadenti (scarsa resistenza a

rottura, elevata compressibilità, come ad esempio, nelle argille e nei limi molli, nelle torbe e nei materiali torbosi) o la presenza di cavità sotterranee.

La profondità delle esplorazioni potrà invece essere ridotta ove si incontrino terreni di caratteristiche meccaniche ottime ed uniformi e la cui presenza fino a profondità maggiori di quella strettamente necessaria risulti già accertata per altre vie.

Nel caso dei muri di sostegno, la profondità e l'estensione delle indagini si fisseranno tenendo presenti l'andamento e l'ampiezza delle possibili superfici di scorrimento.

Le indagini per lo studio di fondazioni in condizioni ambientali difficili o in terreni franosi o per opere molto complesse, dovranno essere programmate caso per caso.

Altre indagini in sito, della cui opportunità si giudicherà di volta in volta, avranno finalità particolari come ad esempio:

- misurare in sito alcune proprietà meccaniche;
 - controllare il comportamento di speciali tipi di fondazione (ad esempio, pali di prova);
 - rilevare la costituzione del sottosuolo con metodi geofisici.
- Tutte le indagini dovranno essere eseguite con attrezzature adatte allo scopo e perfettamente efficienti e da personale specificatamente qualificato.

b - Indagini in laboratorio

Le indagini in laboratorio avranno lo scopo di determinare:

- le proprietà indici per una completa identificazione e classifica geotecnica dei terreni;
- le proprietà fisico-meccaniche dei terreni.

Le prime potranno determinarsi sia su campioni rimaneggiati sia su campioni indisturbati; le seconde saranno determinate soltanto su campioni indisturbati.

Il programma delle indagini sarà stabilito dal Progettista o da un Ingegnere esperto in Meccanica dei Terreni o Tecnica delle Fondazioni (Geotecnica).

II-5) *Stabilità e cedimenti del terreno di fondazione*

II - 5-1) Stabilità

La stabilità del terreno sotto l'azione delle forze trasmesse dalla fondazione dovrà essere verificata secondo i metodi ed i procedimenti della Meccanica dei Terreni (Geotecnica), tenendo conto dei risultati acquisiti con le varie indagini svolte. Dovrà, pertanto, essere determinato il carico limite del complesso terreno-fondazione, da cui dovrà dedursi il carico di sicurezza con l'introduzione di un adeguato coefficiente. Questa verifica di stabilità dovrà di regola essere eseguita. Potrà essere omessa allorquando il terreno di fondazione sia costituito da roccia compatta od in quei casi particolari nei quali i metodi ed i procedimenti citati non siano applicabili od anche quando si tratti di piccoli manufatti, che ricadano in zone già note dove una lunga o soddisfacente pratica locale indichi il tipo di fondazione adatto.

In tali casi dovrà essere espresso un giudizio sulla stabilità del complesso terreno-fondazione tenendo conto della natura dei terreni e degli altri fattori in gioco e procedendo, in quanto possibile, ad una valutazione per paragone.

Nel caso in cui la fondazione comporti muri di sostegno o fronti di scavo libero a carattere definitivo dovranno essere eseguite le relative verifiche di stabilità.

II - 5-2) Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti del piano di appoggio della fondazione conseguenti alle deformazioni del terreno per effetto dei carichi ad esso trasmessi dovrà essere eseguito ogni volta che con le indagini si sia accertata la presenza di strati molto compressibili, per cui si rende necessario valutare il comportamento statico delle strutture componenti il manufatto in elevazione tenendo conto dei cedimenti anzidetti ; inoltre,

quando siano imposti determinati limiti ai cedimenti del manufatto medesimo in dipendenza della funzione alla quale questo è destinato.

Il calcolo dei cedimenti verrà svolto secondo i metodi ed i procedimenti della Meccanica dei Terreni (Geotecnica), tenendo conto dei risultati acquisiti con le varie indagini svolte.

Nei casi in cui il calcolo dei cedimenti non venga eseguito, occorrerà tuttavia esprimere sul valore di questi un giudizio basato sulla compressibilità dei terreni, misurata direttamente o valutata sulla base delle proprietà indici.

II-6) *Elaborati del progetto*

Il progetto della fondazione deve essere redatto unitamente con quello del manufatto in elevazione. I disegni costruttivi ed i calcoli inerenti al dimensionamento delle strutture costituenti la fondazione dovranno far parte integrante dei disegni e dei calcoli relativi al manufatto in elevazione. Dovranno, inoltre, essere illustrati i criteri adottati nella scelta del tipo di fondazione, le ipotesi assunte, i calcoli svolti nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione. A tal fine si raccomanda di riportare detti elementi in una apposita *Relazione sulla fondazione* corredata da allegati (grafici e documentazione) in quanto necessari.

III - COSTRUZIONE

III-1) *Compiti del Direttore dei Lavori*

Salvo casi particolari la Direzione dei Lavori sarà svolta unitariamente per le opere di fondazione e in elevazione in conformità delle altre norme vigenti in materia.

All'atto dell'assunzione dell'incarico il Direttore dei Lavori dovrà prendere formale visione del progetto della fondazione.

Appena iniziati i lavori, controllerà la rispondenza fra lo stato effettivo dei luoghi e quello descritto in progetto e, ove lo ritenesse opportuno, farà

eseguire saggi nei terreni di fondazione per prendere esatta cognizione dei terreni medesimi.

Nel caso in cui all'inizio o nel corso dei lavori il Direttore ravvisasse la necessità di apportare modifiche non sostanziali al progetto, egli è tenuto a prenderne nota particolareggiatamente e, se necessario, mediante appositi grafici.

Particolare cura dovrà porre il Direttore dei Lavori, nella definizione dei particolari esecutivi delle opere minori, come quelle per la raccolta, la canalizzazione e lo scarico delle acque superficiali, per i sottoservizi, per la sistemazione delle aree circostanti.

Nel corso dei lavori il Direttore prenderà nota di tutti gli elementi, relativi alle caratteristiche dei terreni di fondazione che risultassero dalla esecuzione di scavi o da perforazioni per pali e, se necessario, farà eseguire le prove di laboratorio che riterrà opportune sui campioni prelevati, utilizzando la somma appositamente prevista in sede di progetto (v.art. II-I). Per i manufatti di particolare importanza installerà punti di riferimento, dei quali verranno misurati in corso d'opera ed anche successivamente gli spostamenti per rapporto a caposaldi fissi.

III-2) *Compiti del Costruttore*

All'atto della consegna dei lavori il Costruttore dovrà prendere visione del progetto della fondazione e di tutti gli elaborati e dovrà assicurarsi che lo stato effettivo dei luoghi corrisponda a quello descritto in progetto e dovrà esaminare e valutare in tutti gli aspetti i metodi ed i procedimenti costruttivi prescritti in progetto.

Quanto ai metodi ed ai procedimenti costruttivi non prescritti in progetto, la scelta spetta al Costruttore salvo l'approvazione del Direttore dei lavori, che deciderà in via definitiva dopo aver esaminato la proposta e la documentazione presentata dal Costruttore.

Il Costruttore è tenuto a verificare la stabilità e l'efficienza di tutte le opere, strutture e procedimenti provvisori, come scavi liberi od armati, strutture di sostegno rigide e flessibili, rilevati ed argini, effetti di emungimenti ed abbassamenti di falde e così via, e ciò anche nei

riguardi dei manufatti già esistenti in prossimità dell'opera in costruzione.

Qualsiasi variante proposta dal Costruttore al progetto delle fondazioni o ai metodi costruttivi prescritti in progetto che rientri nello ambito della discrezionalità del Direttore dei lavori ai sensi del Regolamento n. 35 del 25-5-1895, dovrà essere giustificata e documentata tecnicamente mediante uno specifico studio.

IV COLLAUDO

L'atto formale, conclusivo di collaudo dell'intero manufatto dovrà fare espressa menzione della fondazione e della sua accettabilità.

A tal fine il Collaudatore accerterà nei limiti del possibile la rispondenza dell'opera al progetto ed alle eventuali successive modifiche apportate in corso d'opera e ciò sia dal punto di vista geotecnico che per quanto riguarda il tipo delle strutture e la loro esecuzione, con particolare riferimento del comportamento dell'opera in relazione alla reazione del terreno di sedime; prenderà nota delle varianti apportate, accerterà la efficiente sistemazione delle opere minori, come i sottoservizi e la canalizzazione delle acque superficiali.

Per le opere di maggiore importanza, o per quelle che richiedono delle fondazioni di particolare difficoltà, dovrà essere nominato un collaudatore in corso d'opera.

FOGLIO DI ISTRUZIONI N. 1

INDAGINI SUI TERRENI DI FONDAZIONE

1) *Scopo delle indagini*

Le indagini hanno lo scopo di accertare tipo, natura, successione e proprietà fisiche dei terreni di fondazione e tutti gli altri elementi necessari per lo studio del progetto.

In corso d'opera le indagini hanno lo scopo di controllare le previsioni formulate in progetto e di raccogliere altri dati.

Al termine dei lavori le indagini possono servire per verificare il comportamento dell'opera costruita.

2) *Programma delle indagini*

Il programma delle indagini deve essere proporzionato al tipo, alle caratteristiche strutturali ed all'importanza dell'opera da costruire ed allo stato delle conoscenze sulla zona in cui ricade la costruzione.

Non è possibile stabilire delle regole e dare dei suggerimenti in merito allo sviluppo che le indagini devono avere.

In generale è preferibile che l'indagine sia ampia anche oltre lo stretto necessario, ma si deve in ogni caso evitare di raccogliere un numero eccessivo di dati che non possono essere utilizzati e che talvolta portano il Progettista a perdere la visione generale del problema.

Per lo studio di fondazioni di opere speciali (camini, serbatoi sopraelevati, torri piezometriche, silos, etc.) e per le costruzioni in zone sismiche o franose, o generalmente difficili, la progettazione delle indagini potrà essere affidata ad Esperti i quali dovranno lavorare in stretta collaborazione con il Progettista.

Le indagini dovranno essere dirette e seguite dal Progettista e dagli Esperti, i quali, se necessario, modificheranno il programma delle indagini stesse sulla base dei dati mano a mano raccolti.

3) *Mezzi di indagine*

3-1) Rilievi di superficie

Consistono nell'esame a vista della zona sede della costruzione e degli eventuali scavi, trincee e fronti naturali esistenti nelle immediate vicinanze, nonché nella raccolta delle notizie e di dati relativi a: tipo e caratteristiche delle costruzioni vicine, acque superficiali e del sottosuolo, vuoti sotterranei etc. I dati raccolti con i rilievi di superficie possono servire per l'inquadramento e l'interpretazione dei dati forniti da indagini più approfondite.

3-2) Pozzi, cunicoli, trincee.

Si ricorre a questi metodi di indagine quando sia necessario un esame a vista del terreno dell'immediato sottosuolo con prelievo di campioni indisturbati o disturbati, quando si vogliono controllare situazioni già note, o quando siano da eseguire prove in sito.

3-3) Sondaggi

3-3-1) Tipo dei sondaggi.

I sondaggi consentono di riconoscere la successione e la natura dei terreni del sottosuolo di prelevare campioni (rimaneggiati e indisturbati) dei terreni stessi.

A seconda del tipo di attrezzature si distinguono in *sondaggi a percussione* e *sondaggi a rotazione*.

Il metodo a percussione viene impiegato specialmente per sondaggi non molto profondi (30-40 m) in terreni sciolti, incoerenti e a grana grossa (sabbie e ghiaie).

I sondaggi a rotazione si eseguono sia nelle rocce sia nelle terre e possono raggiungere profondità considerevoli (oltre 100 m).

Per indagini superficiali (fino a qualche metro di profondità) possono essere impiegate trivelle a mano o a motore che consentono di prelevare campioni disturbati.

I sondaggi dovranno essere eseguiti da personale qualificato e dotato di notevole esperienza in grado di registrare i fatti salienti occorsi durante la trivellazione.

Nel corso dell'esecuzione si dovrà osservare la presenza di acque del sottosuolo il livello da esse assunto e le variazioni di questo nel tempo.

3-3-2) Profondità e numero dei sondaggi.

La profondità dei sondaggi deve essere stabilita in rapporto alle dimensioni, alle caratteristiche strutturali e all'importanza dell'opera, alla entità dei carichi trasmessi e alla complessità dell'ambiente geologico. La lunghezza dei sondaggi deve essere fissata con il criterio di investigare il sottosuolo fino alle profondità alle quali le tensioni indotte dal manufatto sono di entità tali da produrre apprezzabili deformazioni del terreno.

Alcuni criteri empirici per stabilire la profondità dei sondaggi sono riportati al punto II-4-2 delle Istruzioni.

Il numero dei sondaggi sarà stabilito in base alle dimensioni e al tipo del manufatto ed alla complessità dell'ambiente in cui il manufatto stesso ricade. In generale sarà in ogni caso opportuno eseguire almeno 3 sondaggi.

3-3-3) Diametro dei sondaggi

Il diametro dei sondaggi deve essere stabilito in modo da ottenere campioni effettivamente rappresentativi dei terreni attraversati.

Per i sondaggi a percussione, eseguiti in terreni ghiaiosi, il diametro deve essere stabilito in rapporto alla massima dimensione degli elementi che costituiscono il terreno. E' comunque consigliabile adottare diametri non minori di 200 mm.

Nei sondaggi a rotazione il diametro minimo consigliabile è di 100 mm.

3-4) Metodi geofisici

Sono metodi di indagine indiretta, basati sulla determinazione di una qualche caratteristica fisica (velocità di propagazione delle onde elastiche, resistività elettrica, densità ecc.) dei terreni. Consentono di estendere il quadro delle conoscenze sul sottosuolo ottenuto con altre indagini.

L'impiego di tali metodi è di regola riservato allo studio di opere particolarmente importanti e che coprono aree molto estese.

I metodi geofisici più largamente impiegati nel campo dei lavori di ingegneria civile sono quelli della «sismica a rifrazione» e quello dei «sondaggi elettrici verticali».

3-5) Prove penetrometriche.

In generale tali prove consistono nella determinazione della resistenza alla infissione nel terreno di utensili di forma e dimensioni varie.

A seconda delle modalità esecutive si dividono in: prove statiche, prove dinamiche.

Nelle prove statiche la forza necessaria per infiggere l'utensile viene applicata per mezzo di un martinetto contrastato da una incastellatura fissata al suolo ed eventualmente zavorrata.

Nelle prove dinamiche la infissione viene ottenuta per mezzo di una serie di colpi di un maglio che cade guidato verticalmente per una data altezza.

Nelle prime la misura della resistenza all'infissione si ricava dalla forza applicata all'asta del penetrometro, nelle seconde dal numero di urti della massa battente per la infissione dell'utensile per una data lunghezza.

Queste prove forniscono principalmente dati sullo stato di addensamento dei terreni sabbiosi e sulla consistenza dei terreni argillosi.

La resistenza alla infissione, diagrammata in funzione della profondità, dà i «profili penetrometrici». Questi interpretati con i dati forniti da sondaggi, per quanto riguarda la natura dei terreni, e da prove di laboratorio, per quanto riguarda le proprietà meccaniche, permettono di completare le conoscenze sulle caratteristiche geotecniche del sottosuolo.

Questi dati possono essere utilizzati direttamente per il progetto delle fondazioni soltanto nelle zone in cui siano già note, in generale, le proprietà dei terreni e se possono essere interpretati sulla base dell'esperienza ottenuta per mezzo di prove eseguite con apparecchiature e procedure identiche.

Le prove penetrometriche trovano particolare applicazione per il completamento dei dati di altre indagini in aree estese in quanto permettono di controllare rapidamente ed economicamente le caratteristiche di uniformità del sottosuolo di riconoscere la presenza di terreni di elevata consistenza o di sabbie o ghiaie ben addensate tra materiali a grana fine e la profondità di un basamento lapideo sotto la coltre di terreni sciolti.

L'attendibilità dei risultati delle prove penetrometriche è limitato al campo delle indagini fino a profondità dell'ordine di una decina di metri, per quelli dinamici, e di 20, 30 metri, per quelli statici.

4) *Prelievi di campioni*

4-1) Modalità di prelievi

Il prelievo di campioni rimaneggiati (campioni del terreno in sede che non hanno subito modifiche della porosità, del contenuto d'acqua naturale e della consistenza) non presenta particolari difficoltà e non richiede il ricorso ad attrezzature e tecniche particolari.

In pozzi, cunicoli, trincee è possibile il prelievo di campioni indisturbati (che conservano cioè la porosità, il contenuto d'acqua e l'eventuale consistenza del terreno nella sua sede) direttamente dalle pareti esposte, mediante l'isolamento di blocchi di adeguate dimensioni (vedi n. 5-4) o la infissione di cilindri a bordi taglienti.

Da sondaggi a rotazione o a percussione, il prelievo di campioni indisturbati si esegue mediante appositi attrezzi (campionatori) i quali inseriscono il campione direttamente entro astucci cilindrici.

Il tipo di campionatore deve essere scelto in relazione alle esigenze del problema e al tipo di terreno.

A meno di non ricorrere a tecniche particolari ed a strumenti speciali non è di regola possibile prelevare campioni indisturbati di terre incoerenti al disotto del livello delle acque del sottosuolo.

E' da avvertire che il prelievo di campioni indisturbati è un'operazione estremamente delicata e deve essere eseguita da personale altamente specializzato con la massima attenzione.

4-2) Numero di campioni

Per ogni sondaggio si dovranno estrarre campioni rimaneggiati in numero sufficiente a ricostruire la successione dei terreni del sottosuolo.

Il numero di campioni indisturbati per la determinazione delle caratteristiche fisiche dovrà essere proporzionato alla complessità dell'ambiente geologico, all'importanza dell'opera, alla fase del progetto.

In un sottosuolo costituito da diversi tipi di terreni si dovrà, se possibile, prelevare almeno un campione indisturbato per ciascun tipo di terreno.

In un sottosuolo costituito da un unico terreno il numero di campioni deve essere sufficiente per individuare come variano le caratteristiche tecniche del terreno in funzione della profondità.

4-3) Dimensioni dei campioni

Le dimensioni dei blocchi prelevati da pozzi, cunicoli ecc. dovranno essere stabilite di volta in volta in funzione della granulometria del terreno. In ogni caso è opportuno che esse non siano minori di 20 x 20 cm.

I campioni indisturbati estratti dai sondaggi devono avere un diametro non inferiore ai 100 mm. ed altezza di 35-40 cm.

Per l'esecuzione di particolari prove possono essere adottati diametri maggiori o minori.

Comunque le dimensioni dei campioni e la tecnologia di prelievo devono essere concordate col laboratorio che eseguirà le prove.

4-4) Conservazione dei campioni

I campioni dopo estratti, devono essere sigillati e conservati in modo che mantengano invariati il loro contenuto in acqua e la loro struttura.

I campioni in blocco devono pertanto essere accuratamente paraffinati; quelli contenuti in tubi metallici dovranno essere sigillati; la superficie esterna del contenitore dovrà essere paraffinata.

Se i campioni indisturbati non devono essere immediatamente fatti pervenire al laboratorio prove, essi dovranno essere conservati in locali protetti dal gelo ed a distanza da fonti di calore intenso.

I campioni disturbati e rimaneggiati dovranno essere conservati in cassette o barattoli e non dovranno essere esposti all'azione degli agenti atmosferici.

Su ciascun campione dovranno essere riportati i dati necessari per stabilire:

- la località di prelievo;
- il numero del sondaggio o del pozzo;
- la quota di prelievo;
- l'indicazione della direzione di prelievo.

5) *Prove in situ*

Si può ricorrere a prove in situ per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni nei casi in cui sia particolarmente difficile il prelievo di campioni indisturbati (ad esempio, sabbie o ghiaie incoerenti, tufi vulcanici incoerenti, torbe e materiale di riporto, argille scagliose) sui quali eseguire le prove di laboratorio, oppure quando si voglia verificare il comportamento di strutture di fondazione (ad esempio, prova di carico su pali).

Per le modalità esecutive e l'interpretazione di tali prove si veda l'apposito foglio di istruzioni.

FOGLIO DI ISTRUZIONI N. 2

RELAZIONE SULLA FONDAZIONE

1) Con riferimento a quanto stabilito nell'ari. II-6 delle istruzioni si riportano gli argomenti, che in generale devono essere trattati nella *Relazione sulla fondazione*.

a) *Dati di carattere generale*

- località nella quale sarà costruita l'opera: riferimenti geografici, topografici, morfologici ed altri fattori ambientali;
- acque superficiali: loro entità e possibilità di deflusso in canalizzazioni naturali ed artificiali;
- notizie su manufatti esistenti nelle vicinanze (edifici, canali, acquedotti, fogne, strade, muri di sostegno, gallerie) con particolare riguardo, in quanto possibile, alle fondazioni ed alle loro condizioni statiche;
- notizie sui sottoservizi esistenti o in progetto, nei loro elementi essenziali ed in rapporto alla fondazione in progetto.

b) *Caratteristiche dell'opera in progetto*

Strutture, tipo e dati essenziali relativi al manufatto in elevazione; forze trasmesse in fondazione e loro carattere; strutture previste per la fondazione e relative quote e dimensioni; materiali, metodi e procedimenti di costruzione previsti per la fondazione e loro giustificazione.

c) *Terreni di fondazione*

c-1 - Identificazione e classificazione geotecnica; successione dei terreni nel sottosuolo; consistenza e compattezza; eventuali cavità naturali o artificiali; presenza e caratteristiche delle acque sotterranee a pelo libero ed in pressione e degli eventuali movimenti di filtrazione.

c-2 - Proprietà meccaniche dei terreni: esplorazione, indagini in sito e loro finalità, attrezzature e tecniche adottate, campionamento e relativi risultati; indagini in laboratorio e loro finalità; tecnica sperimentale e risultati; conclusioni sulle proprietà meccaniche dei terreni di fondazione in relazione alle finalità da raggiungere con il progetto.

d) *Stabilità della fondazione e cedimenti*

Carico limite del complesso terreno-opera di fondazione, determinato mediante calcoli (ipotesi, valori dei parametri, sviluppi, risultati) e, nel caso di piccoli manufatti, valutato per paragone con opere analoghe in terreni e condizioni simili;

coefficiente di sicurezza della fondazione e conclusioni sulla stabilità di questa.

Quando si renda necessaria la valutazione dei cedimenti verranno esposti le ipotesi, lo sviluppo dei calcoli ed i risultati ottenuti.

e) *Prescrizioni e controlli*

—su misure o prove da eseguirsi in corso d'opera e ad opera ultimata;

—su procedimenti costruttivi o sull'andamento dei lavori.

f) *Altre opere*

Caratteristiche geometriche e strutturali di eventuali opere e strutture di sostegno e rispettive verifiche di stabilità; fronti di scavo a carattere definitivo e loro sistemazione.

La trattazione dei singoli argomenti sarà proporzionata all'importanza del manufatto in progetto ed alle difficoltà derivanti dalla natura dei terreni di fondazione. Comunque, gli argomenti indicati in a), b) e c) dovranno essere trattati in tutti i casi; gli argomenti di cui in c2), d), e), f) potranno invece essere sviluppati in diversa misura ed al limite omessi.

2) La Relazione sulla Fondazione dovrà essere completata in quanto necessario per la precisa intelligenza del progetto, dai seguenti allegati:

a) Grafici, di cui si elencano i principali :

—planimetria di insieme quotata nella quale sia riportato l'andamento della superficie topografica con le particolarità significative, il manufatto in progetto ed i manufatti eventualmente preesistenti nelle vicinanze, nonché la posizione dei saggi eseguiti per le indagini in sito;

—una o più piante dettagliate dell'opera di fondazione;

b) Documentazione sulle indagini eseguite in sito ed in laboratorio.

La relazione sulla Fondazione sarà redatta dal Progettista dell'opera considerata nel suo complesso (in elevazione ed in fondazione). Ove il Committente e lo stesso Progettista si siano

avvalsi della collaborazione di ingegneri, di tecnici specializzati e di laboratori universitari per lo studio di alcuni o di tutti gli argomenti oggetto della Relazione, è ammessa la presentazione di Relazioni degli anzidetti ingegneri, tecnici specializzati e laboratori purché il Progettista dell'opera nel suo complesso dichiarerà di far proprie le conclusioni delle citate Relazioni e di averne tenuto conto nella progettazione dell'opera.

FOGLIO DI ISTRUZIONI N. 3

TERMINOLOGIA

Angolo di attrito

Angolo che la tangente alla curva limite forma con l'asse delle ascisse.

Campionatore

Utensile per il prelievo di campioni di terreno.

Campione indisturbato

Campione che conserva la tessitura, la struttura, il contenuto di acqua e l'eventuale consistenza propri del terreno nella sua sede.

Campione rimaneggiato

Campione di un terreno, che ha subito qualche modifica delle sue caratteristiche durante le operazioni compiute per il suo prelievo.

Carico limite O_f o q_f (t o t/m^2)

Il valore del carico che determina la rottura del terreno di fondazione.

Carico di sicurezza Q_a o q_a ; (t o t/m^2)

Valore del carico totale o unitario, trasmesso al terreno, che viene adottato nel progetto della fondazione in modo da garantire la sicurezza dell'opera tenuto conto di tutti i fattori, che ne possono influenzare il comportamento.

Coerente

Terra (o terreno) che, allo stato secco, presenta una resistenza alla trazione apprezzabile; ma che in presenza di acqua, in quantità sufficiente, perde tale proprietà.

Coesione e ; (ton/m²)

Ordinata della curva limite in corrispondenza di un valore nullo della pressione normale. Può essere quindi interpretata come resistenza al taglio (riferita all'unità di area) di una terra o di un terreno quando la componente normale della forza agente è nulla.

Compattezza D_r

$$D_r = \frac{n_{\max} - n}{n_{\max} - n_{\min}}$$

Proprietà del terreno definita dall'indice adimensionale:

Composizione granulometrica

Distribuzione dei diametri dei grani, che compongono una terra. Si rappresenta con la curva granulometrica, in cui sulle ascisse, la percentuale in peso, riferita al peso totale del campione di terra essiccata, dei grani di diametro inferiore al valore della ascissa corrispondente.

Consistenza

Proprietà del terreno definita dall'indice adimensionale:

$$I_c = W_L - W_n / I_p$$

Contenuto d'acqua w

Rapporto tra il peso dell'acqua contenuta nel materiale e che si libera per essiccamento fino a peso costante in stufa a 105°-110°, ed il peso del materiale essiccato. (Vedi Istruzioni C.N.R. UNI N. 10008).

Contenuto naturale d'acqua w_n

Contenuto d'acqua del materiale in sito.

Curva limite

Luogo dei punti le cui coordinate τ_f , δ rappresentano le tensioni tangenziali e normali agenti sulla superficie di rottura. Quando alla curva limite è possibile sostituire una retta questa è espressa analiticamente dalla relazione di Coulomb

$$\tau_f = c + \delta \operatorname{tang} \varphi$$

Fondazione

Parte del manufatto avente la funzione di trasmettere al terreno il peso della struttura e le altre forze esterne.

Geotecnica (Meccanica dei Terreni, Tecnica delle Fondazioni e costruzioni di terra)

Disciplina dell'Ingegneria, che studia le proprietà fisiche dei terreni ed i fenomeni che in questi hanno luogo in relazione a problemi di ingegneria sia quando i terreni medesimi si trovino in sede, sia quando vengono impiegati come materiali da costruzione.

Oggetto della Geotecnica sono pertanto: le teorie intese a definire il comportamento del complesso terreno-opera di fondazione e delle costruzioni in terra (terrapieni, arginature, dighe di materiali sciolti e simili), nonché la stabilità delle formazioni naturali; i metodi sperimentali; i procedimenti tecnologici.

Grani

Le singole parti solide che sono separabili senza bisogno di esercitare frantumazione.

Incoerente

Terra (o terreno) che allo stato secco è priva di apprezzabile resistenza alla trazione e che si disgrega sotto la minima pressione delle dita.

Indice di plasticità I_p

Definito dalla relazione:

$$I_p = W_L - W_p$$

Indice della porosità e

Rapporto tra il volume dei pori esistenti in un campione di terra ed il volume della sola parte solida.

Limiti di consistenza

Contenuti d'acqua corrispondenti a determinate consistenze assunte convenzionalmente per delimitare gli stati liquido, plastico, semisolido e solido di una terra.

Tali limiti sono rispettivamente:

- limite di liquidità;
- limite di plasticità;

Limite di liquidità w_p

Contenuto d'acqua di una terra assunto convenzionalmente quale limite tra lo stato liquido e lo stato plastico.

Per i contenuti d'acqua superiori al limite di liquidità il materiale sotto minimo sforzo esterno può fluire come un liquido; per contenuti d'acqua inferiori esso passa allo stato plastico, cioè si lascia modellare.

Tale limite viene determinato mediante una prova convenzionale e standardizzata eseguita con l'apparecchio di Casagrande (Vedi Istruzione C.N.R.-UNI n. 10014).

Limite di plasticità w_p

Contenuto d'acqua di una terra assunto convenzionalmente come limite tra lo stato plastico e lo stato semisolido.

Viene determinato mediante una prova convenzionale e standardizzata (Vedi Istruzione C.N.R. - UNI n. 10014).

Peso specifico dei grani γ_s ; ton/m³

Rapporto fra il peso dei grani di una terra ed il volume totale dei grani stessi. (Vedi Istruzione C.N.R. - UNI n. 10013).

Peso dell'unità di volume γ ; ton/m³

Rapporto fra il peso di un campione di terra ed il suo volume totale.

Porosità n

Rapporto tra il volume dei vuoti contenuti in un campione di terra ed il volume totale del campione stesso.

Porosità n_{max}

Porosità della terra nello stato di minimo addensamento.

Porosità minima n_{min}

Porosità della terra nello stato di massimo addensamento.

Pressione effettiva δ ; (ton/m²)

Rapporto fra la componente normale della forza che si trasmette attraverso i grani compresi in un elemento di superficie passante per un punto e l'area dell'elemento stesso.

Pressione neutra u ; (ton/m²)

Pressione dell'acqua o dell'aria che occupano i pori del terreno nel punto che si considera.

Pressione totale δ ; (ton/m²)

Rapporto fra la componente normale della forza trasmessa complessivamente dai grani e dall'acqua compresi in un elemento di superficie passante per un punto e l'area dell'elemento stesso. La pressione totale è la somma della pressione effettiva e della pressione neutra.

Proprietà indici

Le proprietà che si assumono per individuare e caratterizzare una terra o un terreno dal punto di vista geo tecnico. Le principali sono la composizione granulometrica, i limiti di consistenza, il peso dell'unità di volume.

Resistenza alla compressione a dilatazione trasversale libera δ_f ; (ton/m²)

Carico unitario di rottura in una prova di compressione a dilatazione trasversale libera.

Resistenza a rottura τ_f (ton/m²)

Capacità di una terra di resistere a sforzi tangenziali. Per un generico valore della sollecitazione normale essa è rappresentata dalla corrispondente ordinata della curva limite.

Roccia

Materiale, che in campioni al di fuori della sede naturale risulti dotato di elevata coesione anche dopo prolungato contatto con acqua.

Struttura del terreno

Caratteristiche macroscopiche di un terreno rilevabili in sede o su grandi campioni (ad esempio: stratificazione e laminazione).

Superficie di rottura

Luogo dei punti del terreno nel quale il valore della risultante degli sforzi tangenziali applicati eguaglia il valore delle resistenze a rottura.

Terra

Materiale, che in campioni al di fuori della sede naturale risulti dotato di elevata coesione anche dopo prolungato contatto con acqua.

Terreno

Roccia o terra nella sua sede naturale.

Terreno di fondazione

Terreno compreso in quella parte del sottosuolo, entro cui sono significative ai fini tecnici le tensioni e le deformazioni indotte dalle forze trasmesse dalla fondazione.

Tessitura

Indica le caratteristiche di forma, dimensioni, disposizione e stato di aggregazione dei costituenti di una terra o di un terreno.

**Relazione della commissione dell'Ufficio Tecnico
comunale, nominata per l'esame delle condizioni di
stabilità dei muri di sostegno della zona collinare**

A seguito del crollo di un tratto del muro di contenimento della Via Catullo, verificatosi il 5 marzo 1966, fu dato incarico dall'Assessore ai LL. PP., On. Dott. Bruno Romano, ad una commissione di ingegneri dello Ufficio Tecnico del Comune di Napoli di effettuare indagini circa le condizioni di stabilità dei muri di sostegno della zona collinare della città di Napoli.

Nella seduta del 31 maggio 1966 della Commissione per lo studio del sottosuolo della città di Napoli fu stabilito che dette indagini venissero svolte in maniera che i risultati fossero utili anche alla suddetta Commissione. Pertanto, poiché uno studio esteso all'intera area collinare, avrebbe comportato una spesa elevata e moltissimo tempo, fu deciso di effettuare tali indagini - fermo restando che esse dovessero essere rivolte principalmente alla verifica delle condizioni di stabilità dei muri di sostegno - in maniera da poter avere un rilievo, da valle a monte, quasi continuo secondo delle fasce comprese in una zona limitata.

La zona presa in esame è stata quella delimitata a valle della piazza Piedigrotta, dalla piazza Sannazzaro, dalla via Mergellina e dalla parte iniziale della via Posillipo, a monte della via Manzoni, e lateralmente da due fasce l'una che partendo da piazza Piedigrotta attraverso la via Pacuvio, la via Stazio e la via Ortensie raggiunge la via Manzoni, e, l'altra, che partendo dalla via Posillipo (a valle del palazzo Donna Anna) attraverso le vie Petrarca, Catullo, Nevio, Scipione Capece ed Orazio raggiunge anch'essa la via Manzoni (ved. Fig. 159).

Detta zona occupa una superficie di circa mq. 500.000 e supera un dislivello di circa ml. 150, partendo dalla quota (10) di via Posillipo e raggiungendo la quota (160) di via Manzoni.

La stratigrafia di detta zona e di tutta la collina di Posillipo, come già noto, e come risulta dai saggi eseguiti, può essere così schematizzata:

a) Terreno vegetale che raggiunge al massimo la profondità di ml. 2,00.

b) Pozzolana,

c) Roccia tufo.

Per quanto riguarda la profondità a cui viene rinvenuto il tufo, possiamo distinguere tre zone, a partire da valle: una prima zona, delimitata a monte da una linea che partendo poco a valle dell'incrocio della via Orazio con la via Petrarca raggiunge la zona a valle della Pacuvio in cui il tufo è affiorante in superficie; una seconda, compresa tra detta linea e la congiungente l'incrocio via Nevio - via Catullo con l'incrocio via Orazio - via Pacuvio, in cui il tufo trovasi a profondità non superiore ai mi. 10,00; ed una terza zona, delimitata a monte dalla via Manzoni, in cui la profondità della roccia tufacea varia dai 10,00 ai 30,00 ml. di profondità.

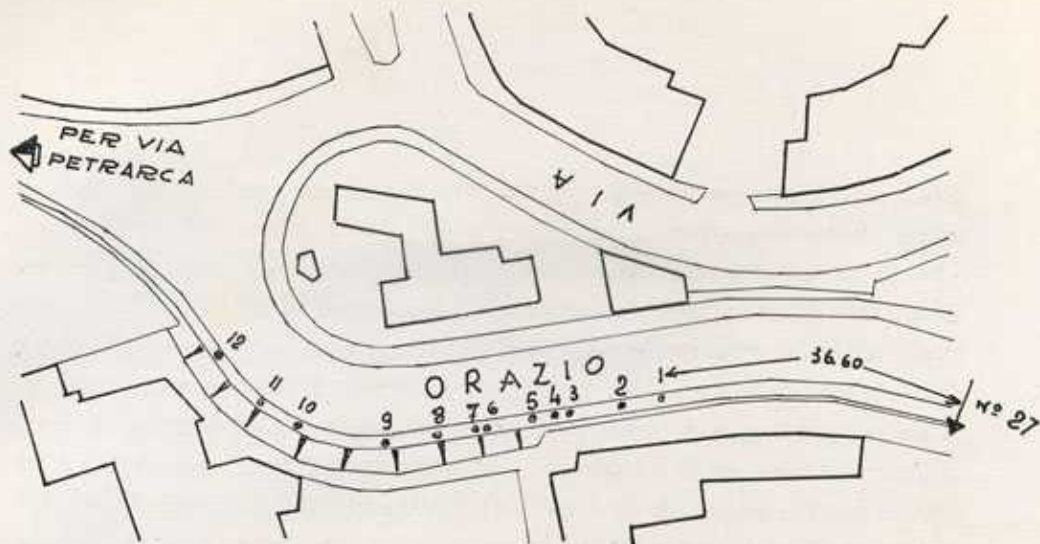
Per la pozzolana è da tener presente che essa mostra strati di lapillo il cui spessore, in genere, è sempre inferiore ad 1,00 metro.

La zona presa in esame è anche quella più varia dal punto di vista morfologico a seguito di molti ed estesi sbancamenti e riempimenti di vecchi valloni, per l'esecuzione sia di opere pubbliche che di costruzioni di complessi edilizi privati.

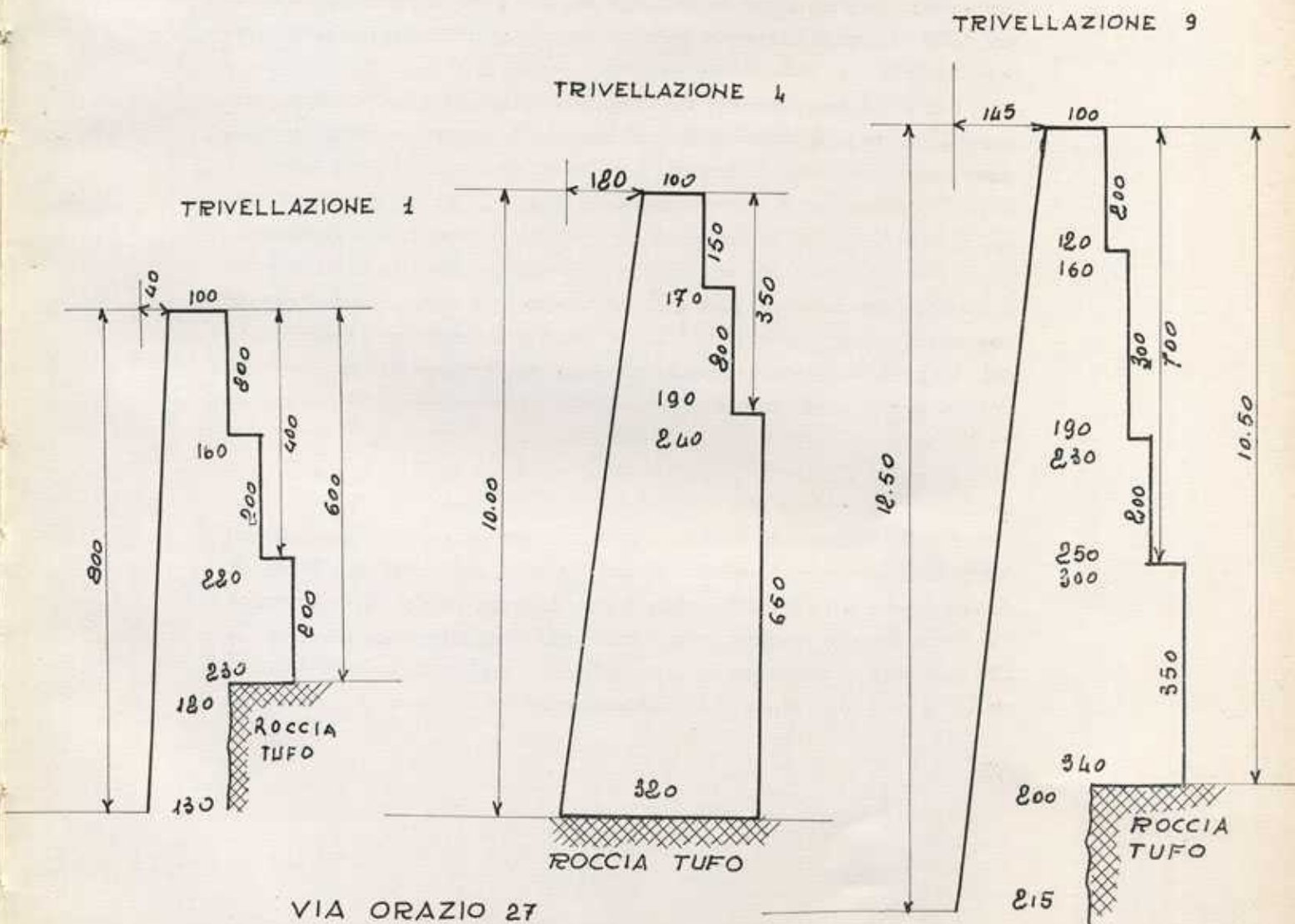
Infatti, in detta zona è stata realizzata la maggior parte della rete viaria collegante la parte bassa della città con la sommità della collina di Posillipo; ciò ha dato luogo a scavi ed a rilevati di notevole entità che hanno reso necessaria la realizzazione di pareti di sostegno di grande mole, sia in altezza che in lunghezza, nonché ad ulteriori scavi per la costruzione della rete fognaria e per la posa delle varie canalizzazioni dei servizi pubblici. Inoltre essa è attraversata per tutta la sua lunghezza dal tracciato della quarta funicolare.

La rete stradale è costituita da una arteria principale, la Via Orazio, su cui si immettono tutte le altre strade esistenti nella zona e, propriamente, a partire da valle, la via Petrarca, la via Stazio, la via Giovenale e la via Scipione Capece. Dette strade, la cui pendenza media è del 3,50%, sono pavimentate nella quasi totale superficie (circa mq. 55.000) in macadam a semipenetrazione di bitume con superiore manto di conglomerato bituminoso. Sono tutte strade a mezza costa per cui numerose sono le opere di sostegno sia a valle che a monte del loro tracciato.

La rete fognaria, percorribile in tutto il suo sviluppo (circa ml. 6.500) è del tipo promiscuo; anche in essa possiamo distinguere un'arteria principale, la fogna di via Orazio, in cui confluiscono tutte le fogne delle altre strade; detta fogna, all'altezza del n. civ. 14 della via Orazio, attraverso un collettore scavato in traforo nella roccia per la lunghezza di circa mi 800,00, raggiunge il fognone di Donna Anna, andando



160 - Via Orazio, planimetria del tronco esaminato a monte del civico 27.



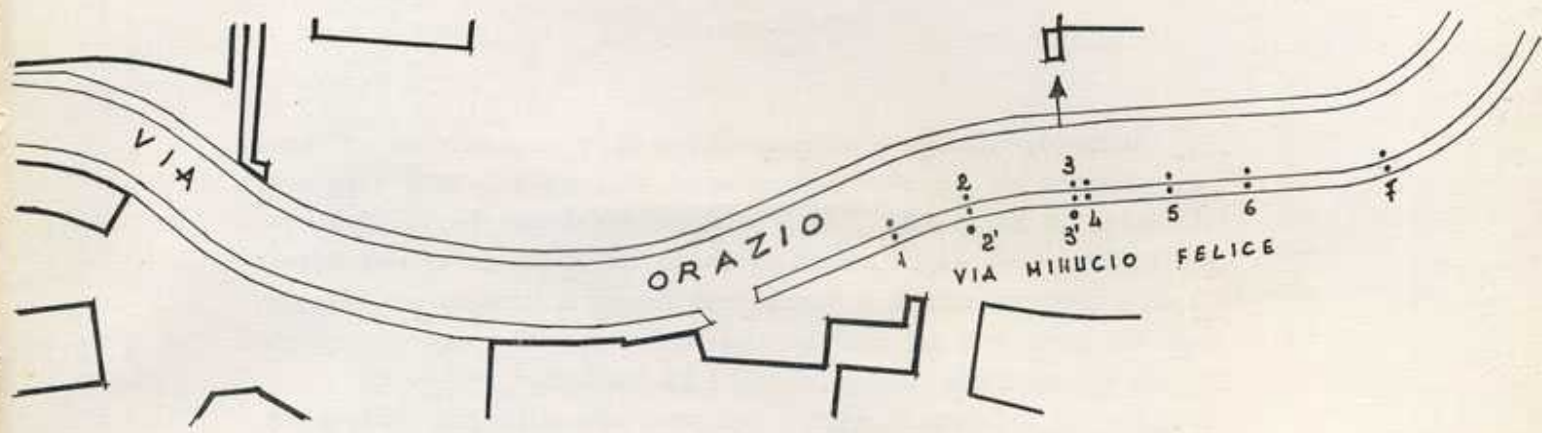
161 - Alcune sezioni del muro di via Orazio a monte del civico 27.

così ad immettersi nell'emissario di Cuma. Lungo il percorso, sia della fogna principale che delle fogne in essa immissarie, vi sono numerosi sfiori di piena, nella maggior parte sversanti nel collettore occidentale delle colline ed alcuni sfocianti direttamente a mare attraverso colatoi esistenti nei vecchi impluvi naturali (colatoio Merlino, colatoio via Petrarca ecc.). La pendenza della rete va da un minimo della 0,50% (tratto di via Pacuvio in tubi) ad un massimo del 5,50% (via Petrarca), ma essa mediamente può essere ritenuta del 4,50%. Le condizioni statiche di dette fogne, quasi tutte in muratura di tufo a volta, possono essere considerate buone; ma, a causa anche del tipo di costruzione, esse risentono facilmente di eventuali movimenti del terrapieno stradale dovuti a cedimenti e ad infiltrazioni d'acqua, subendo dissesti più o meno gravi. Consideriamo, ora, le varie strade singolarmente tenendo presente tutte le loro caratteristiche con principale riferimento ai muri di sostegno ove sono stati eseguiti i saggi. Le indagini per la verifica dei muri di sostegno sono state effettuate mediante trivellazioni orizzontali, onde accertare gli spessori e la consistenza della muratura, e mediante trivellazioni verticali eseguite a monte ed a valle del muro di contenimento, per accertare la natura del terrapieno gravante sul muro stesso ed il piano di posa di esso muro.

A) Via Orazio:

E', come detto, l'arteria principale. Essa ha una larghezza media del capostrada di mi. 8,00 e due marciapiedi laterali larghi complessivamente mi. 4,00. E' l'unica strada che presenta un tratto pavimentato in cubetti di porfido (il tratto iniziale all'imbocco di Via Mergellina) a causa della forte pendenza, circa il 12%. Essa è dotata, nel primo tratto a partire dalla via Manzoni, di due fogne di sezione media 0,80 x 2,00 che, poco a monte dell'incrocio con la via Catullo, immettono in una fogna di sezione 1,40 x 1,80 la quale, come già detto, attraverso un collettore sfocia nel fognone di Donna Anna, e di qui, nell'emissario di Cuma. Lungo il suo percorso abbiamo un sfioro di piena all'altezza di via Pacuvio, un'altro a valle del n. civ. 27 di via Orazio ed un terzo nel cortile del n. civ. 10 di via Orazio, tutti collegati con il collettore occidentale delle colline; altro sfioro sito all'altezza della Villa Oro che, mediante un pozzo di caduta, raggiunge la piazza Serrnoneta e di qui, attraverso una fogna, sfocia direttamente a mare.

Il primo dei muri verificati è quello sito a valle del numero civico 148. Esso ha un' altezza fuori terra variabile da mi. 8,50 a mi. 7,20 con una scarpa esterna del 13% circa. La muratura risulta di buona fattura. Lo spessore alla base è di mi. 2,70. Il terreno del terrapieno è costituito in gran parte da pozzolana. Anche il piano di posa del muro è formato da pozzolana. La roccia tufo si rinviene a ml.

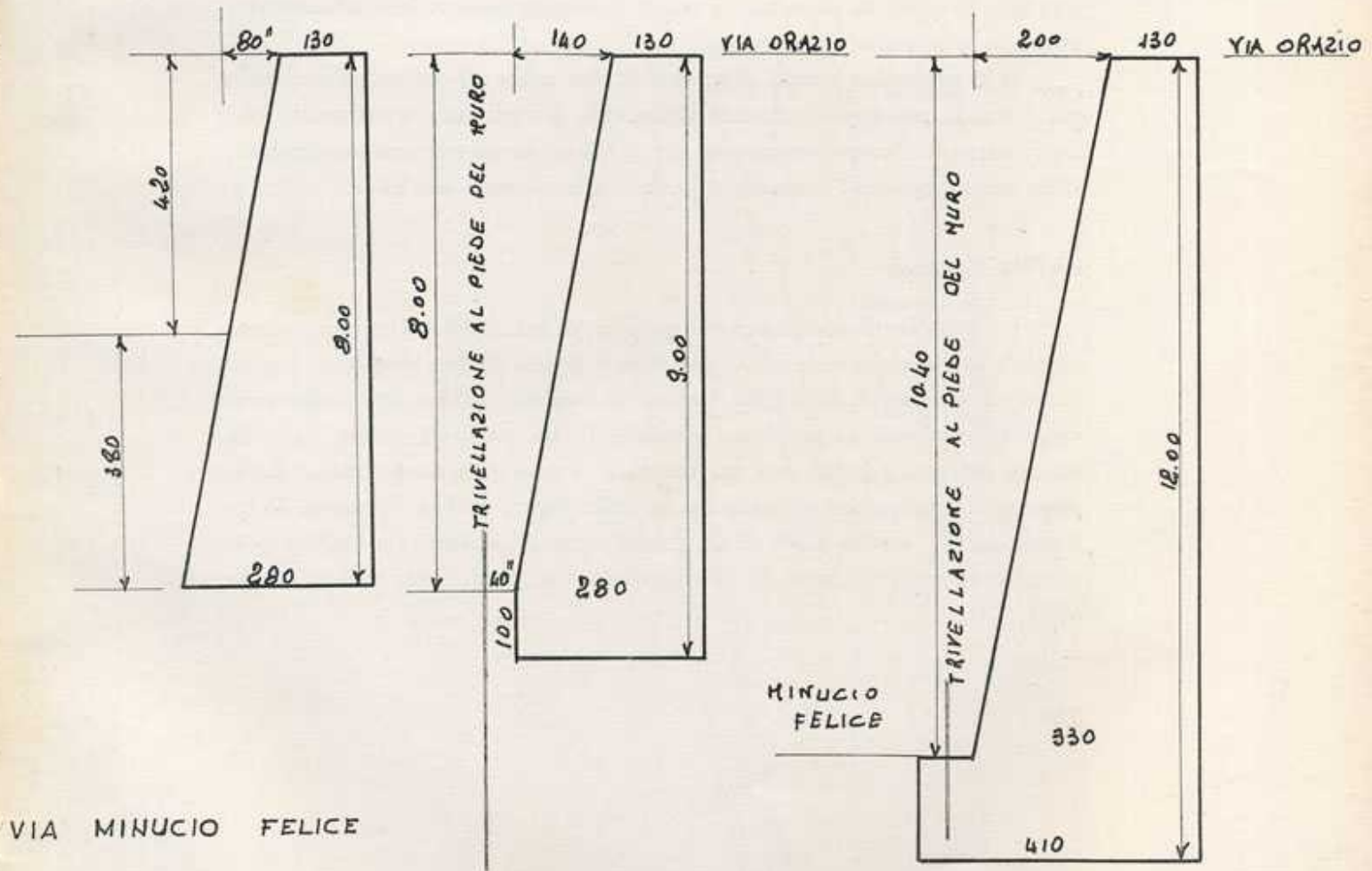


162 - Via Orazio, planimetria del tronco esaminato a monte della via Minucio Felice.

TRIVELLAZIONE 2

TRIVELLAZIONE 5

TRIVELLAZIONE 7



163 - Alcune sezioni del muro di via Orazio a monte di via Minucio Felice.

13,50 dal piano di campagna, cioè ad una profondità di circa mt. 22,00 dal piano stradale. Il muro, considerate anche le opere eseguite a seguito di costruzioni a valle, è da ritenersi in condizioni di equilibrio stabile. Il secondo muro è quello a valle del numero civico 151 fronte civ. 132. Esso presenta un'altezza fuori terra variante da mt. 7,50 a mt. 6,00 con una scarpa esterna di circa il 18%. E' fondato sulla pozzolana ed ha alla base uno spessore di mt. 3,40. La muratura di tufo è di buona fattura; pertanto esso è da ritenersi in buone condizioni statiche. Il muro a monte del civ. 27 (ved. figg. 160 e 161) poggia sulla roccia di tufo. Esso ha un'altezza variabile fuori terra da mt. 8,00 a mt. 12,50 con riseghe interne. Considerato anche che nel terrapieno stradale a circa mt. 6,00 di profondità esiste il tufo, anche questo manufatto è da ritenersi stabile.

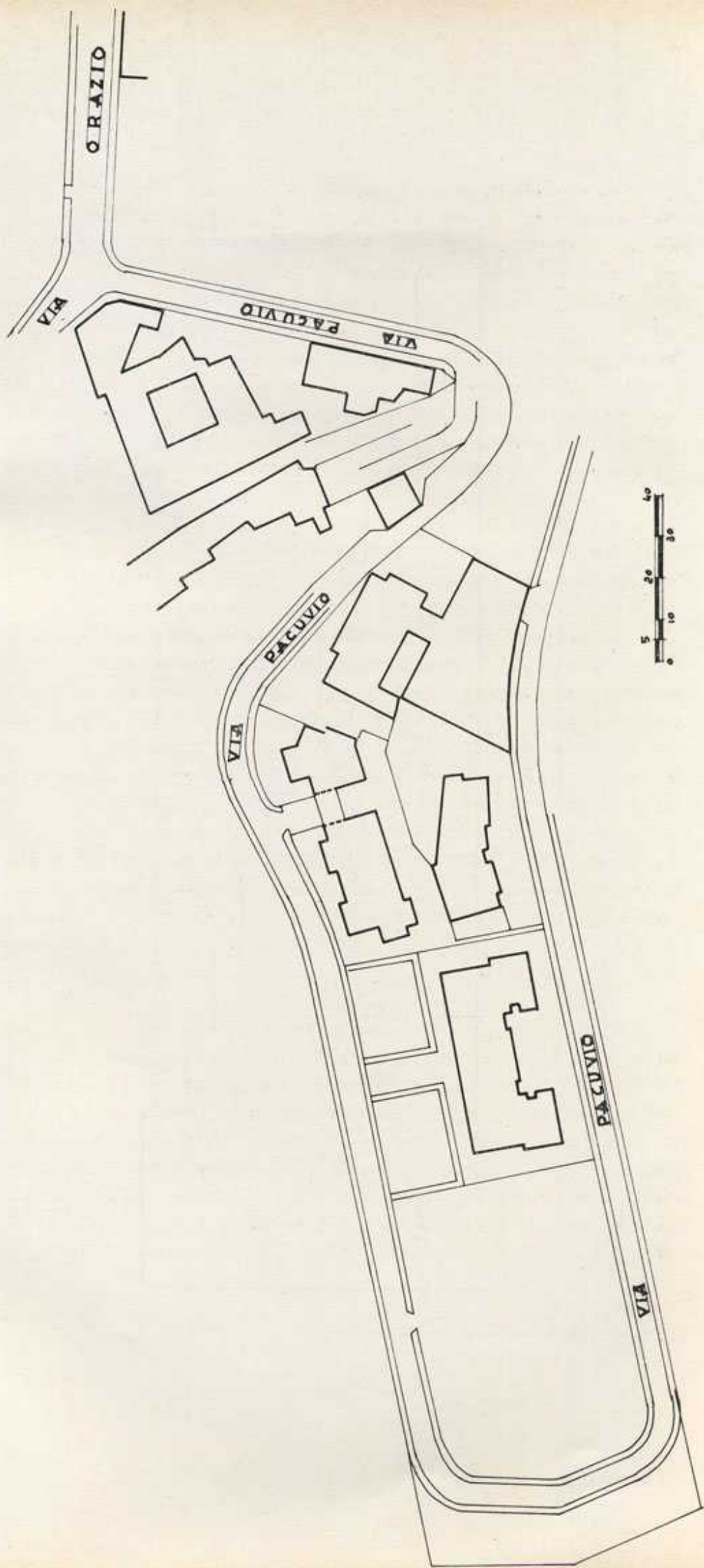
Il muro di sostegno della via Orazio (ved. figg. 162-163) a monte della via Minucio Felice, che conduce al piazzale S. Antonio a Posillipo, presenta numerose lesioni e dissesti. Esso ha un'altezza fuori terra massima di mt. 10,40 con uno spessore alla base di mt. 3,30. In considerazione, anche, del fatto che la muratura si presenta in non buone condizioni, che il terreno retrostante costituente il terrapieno è costituito da terreno di riporto, che lo stesso piano di fondazione non risulta idoneo per la presenza di lapillo nella pozzolana, il muro è da ritenersi in condizioni statiche precarie, per cui si rende necessario provvedere alla sua ricostruzione o per lo meno ad opere di radicale rafforzamento.

B) Via Pacuvio:

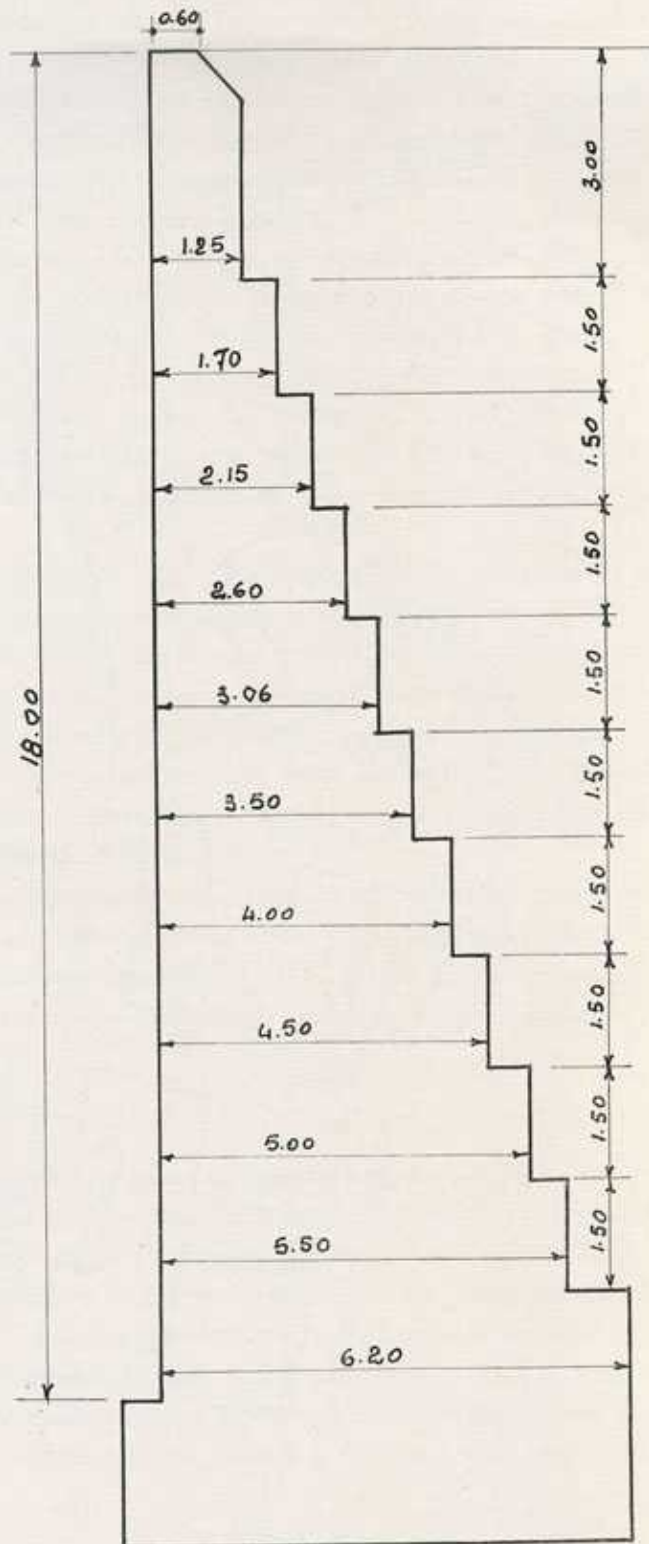
La via Pacuvio ha una carreggiata larga mt. 5,00 e due marciapiedi di larghezza complessiva di mt. 3,00; è dotata di una fogna di sezione media 0,70 x 1,50 con una pendenza media del 3,50% tranne un tratto (quello compreso tra i fabbricati degli Aquiloni ed il civico 29) che ha una pendenza dello 0,50% ed è realizzata in tubi del diametro di cm. 100, annegati in calcestruzzo.

Detta strada dopo il numero civico 21 è contenuta da un muro che partendo da un'altezza fuori terra di circa mt. 2,00 raggiunge al centro (di fronte alla Villa Virgiliana) un'altezza di mt. 20,00 per poi risalire verso monte ad un'altezza di mt. 3,00. In corrispondenza di detta maggiore altezza si è proceduto a saggi di trivellazioni. Si è rilevato che lo spessore del muro alla base è di mt. 6,20 e mediante riseghe ha alla sommità uno spessore di mt. 1,25 (ved. figg. 164-165).

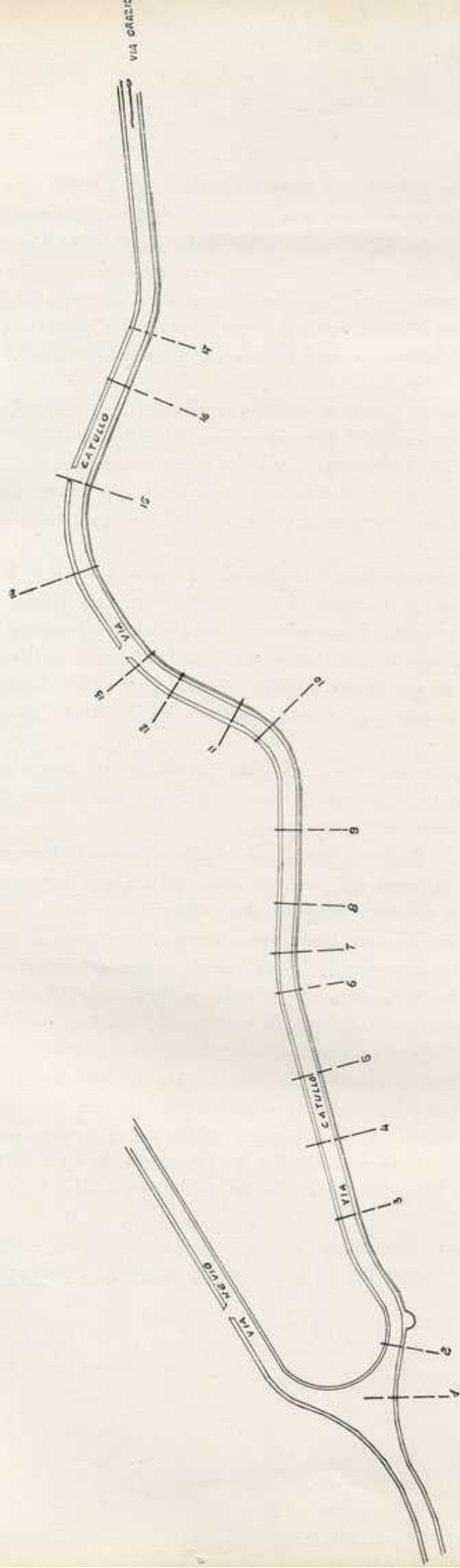
Da tali indagini è risultato che esso, allo stato, non desta preoccupazioni per la sua stabilità. Si è però constatato che il terrapieno retrostante è costituito da terreno di riporto la cui altezza è di circa mt. 25,00. La collina in questo tratto presenta un impluvio



164 - Via Pacuvio, planimetria.



165 - Sezione del muro di via Pacuvio.



166 - Via Catullo, planimetria.

naturale, per cui si verificano spesso dei cedimenti dovuti ad infiltrazione di acqua proveniente da monte, che hanno reso necessaria la costruzione del nuovo tronco di fogna poggiate su pali incastrati nel banco tufaceo sottostante.

Altre trivellazioni sono state eseguite anche nel piazzale della Villa Virgiliana, dove spesso si riscontrano leggeri cedimenti e fenditure della pavimentazione. Anche detti saggi hanno riscontrato la stessa natura del terreno, che è anche risultato in alcuni tratti molto umido. Pertanto, onde evitare che eventuali infiltrazioni possano determinare ulteriori cedimenti nel corpo stradale e nelle zone limitrofe, danneggiando i sottoservizi e le opere di sostegno, si rende necessario provvedere ad adeguate opere di drenaggio delle acque.

Si è proceduto anche alla verifica del muro di contenimento della via Pacuvio nel tratto a monte della villa Virgiliana; detto muro, che raggiunge un'altezza massima di mt. 5,00 ed ha le fondazioni poggianti sulla roccia tufacea, è risultato in buone condizioni statiche.

C) Via Catullo:

La via Catullo ha una carreggiata larga mt. 5,00 e due marciapiedi larghi complessivamente mt. 3,00. Essa è dotata di due tronchi di fogna, l'uno di sezione 0,70 x 1,50 l'altro, di sezione 0,70 x 1,60, che convergono, seguendo la pendenza stradale, in un pozzo di caduta sito alla altezza del civ. 42 che, con un tronco di fogna di sezione 1,00 x 2,10, passante in proprietà privata, sfocia nella fogna di Via Petrarca. Detta strada corre a mezza costa su un banco terroso costituito da terreno pozzolanico spesso interrotto da banchi di lapillo (ved. Figg. 166-167-168-169).

Questo masso terroso, di altezza variabile tra i 6,00 ed i 20,00 mt., poggia sul banco tufaceo con pendenze declinanti verso il mare. Lungo la linea esterna della sede stradale della via Catullo, l'andamento naturale del banco tufaceo appare interrotto bruscamente da tagli verticali, che lasciano scoperte le pareti per un'altezza variabile tra i 20 ed i 25 metri, e ciò a causa di tagli verticali o quasi verticali effettuati da privati per fare posto ai fabbricati che sorgono lungo le sottostanti vie Orazio e Petrarca.

Il terrapieno in parola è contenuto da muri in pietra di tufo a paramento esterno verticale, paramento che coincide quasi con il piano della parete tufacea lasciata scoperta dai tagli anzidetti.

Dalle indagini effettuate mediante scavi di saggio, trivellazioni orizzontali e verticali nel terrapieno e nei muri di sostegno, sono emersi i seguenti risultati:

- a) i muri di contenimento del terrapieno stradale, a partire dal tratto

antistante l'albergo Paradiso e procedendo verso via Nevio, presentano forti strapiombi. I manufatti si sono rilevati di sezione insufficiente, tali da non fornire, attesi i valori delle spinte del terrapieno incrementate da quelle dei fabbricati incombenti su via Catullo sorti dopo la costruzione della strada, adeguati coefficienti di sicurezza al ribaltamento;

b) la configurazione del piano di posa, costituito dal banco roccioso, si presenta declinante verso il mare, per cui viene ridotto il coefficiente di sicurezza allo slittamento;

c) il piano di posa, inoltre presenta un ampio e profondo fenomeno fessurativo che interessa il banco tufaceo, nella parte superiore della parete tufacea verticale scoperta dai tagli;

d) il masso terroso che costituisce, come innanzi premesso, il terrapieno di via Catullo, presenta in alcuni tratti ampie soluzioni di continuità, costituite da vecchie cave e dalla galleria della IV funicolare;

e) il muro di sostegno al rilevato di via Orazio, che fiancheggia la via Catullo tra l'innesto su via Orazio ed il fabbricato distinto con il n. civ. 8, non sempre è fondato sul banco tufaceo; per lunghi tratti è poggiato su banchi pozzolanici e sul lapillo. La sua sezione, anche quando poggia sul tufo, non appare sufficientemente adeguata, mancando in un tratto la contropinta del terrapieno di via Catullo, che, come innanzi detto, è contenuto da muri strapiombati e di insufficiente sezione.

Dagli accertamenti suddescritti sono emersi elementi assolutamente negativi per la stabilità della strada in oggetto. Pertanto, l'Amministrazione Comunale sta già provvedendo al rafforzamento del muro di contenimento nel tratto iniziale della via Catullo a partire da via Nevio ed alla ricostruzione del relativo tronco di fogna in conglomerato cementizio poggiato su pali trivellati ancorati al banco tufaceo; per la restante parte della via Catullo, avendo ravvisata la necessità di provvedere al rafforzamento e sostituzione dei vecchi muri di contenimento al terrapieno stradale della via Catullo con strutture adeguate a sopportare le spinte dei terrapieni, dei manufatti e dei fabbricati incombenti sulla strada in parola, l'Amministrazione ha bandito apposito appalto concorso, stante le diverse situazioni di fatto che si riscontrano ai manufatti in relazione allo stato dei luoghi che richiedono caso per caso soluzioni diverse.

D) Via Stazio:

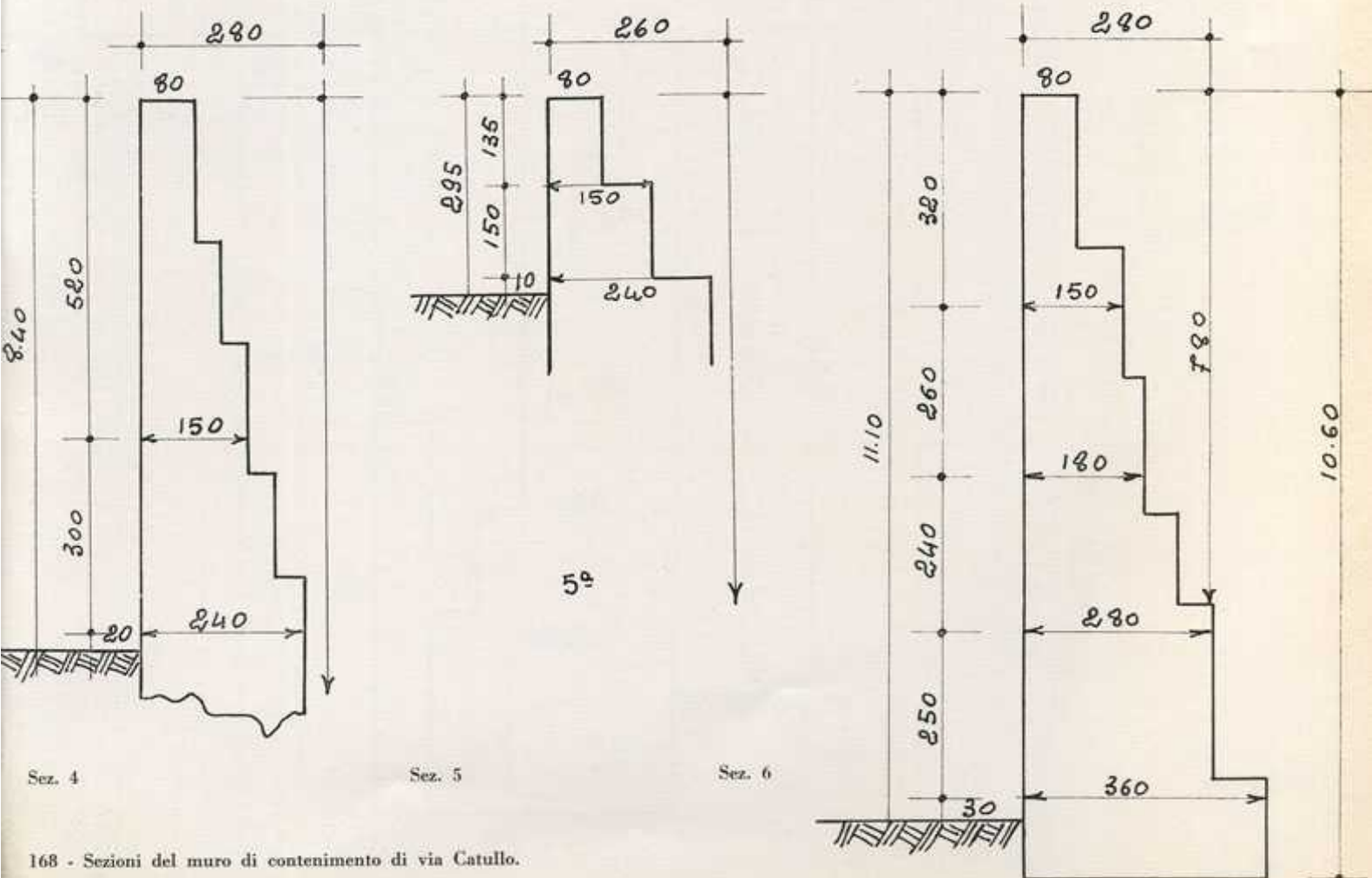
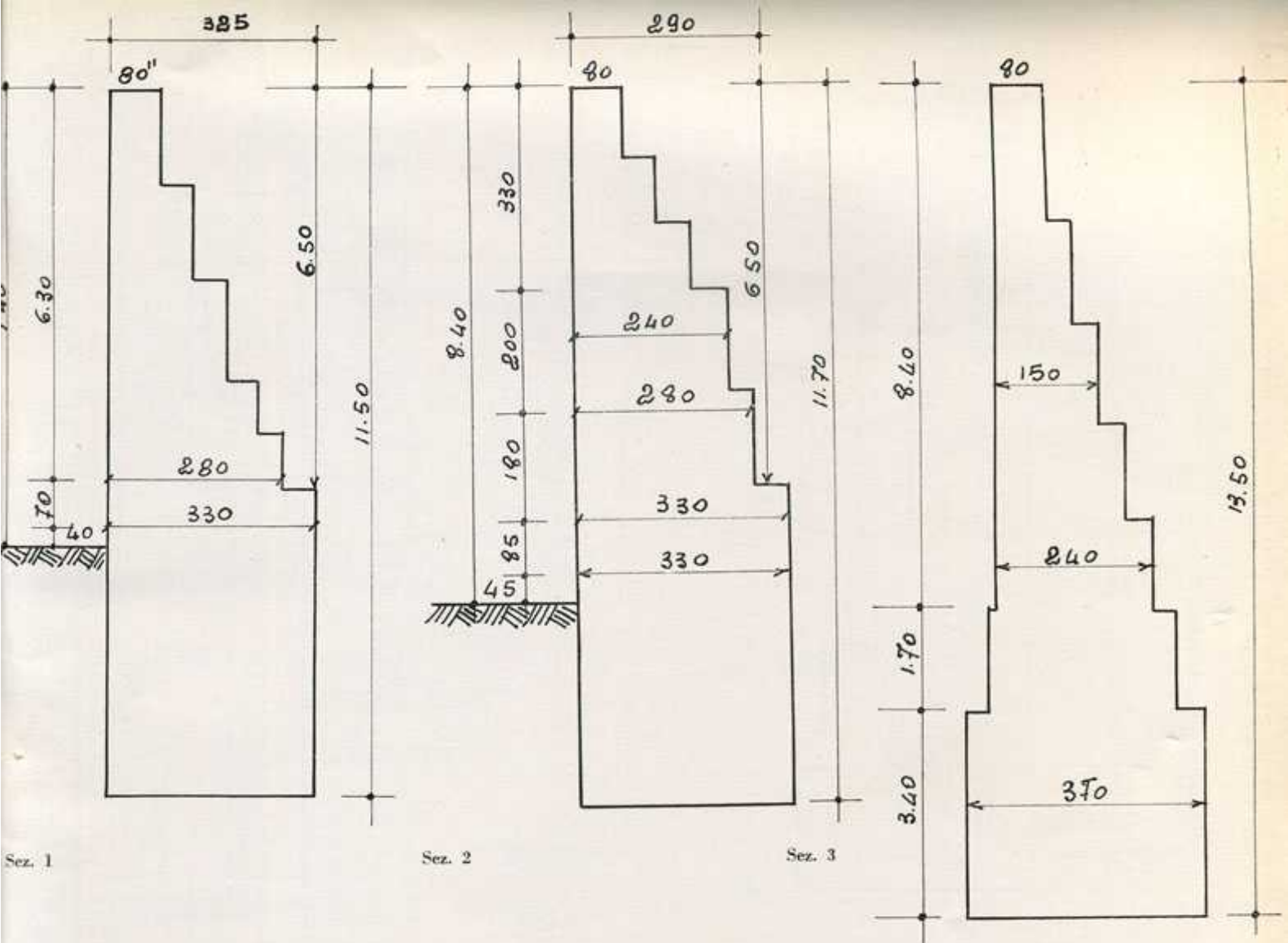
La via Stazio ha una larghezza di mt. 8,00 e due marciapiedi di mt. 4,00 complessivi; è dotata di una fogna di sezione 1,40 x 1,70 che,

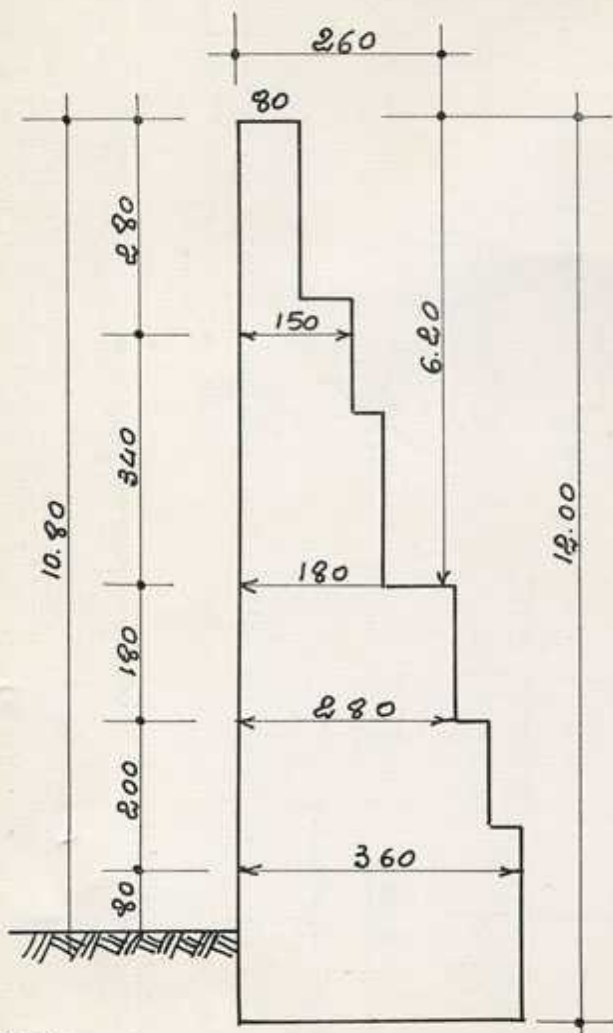
Scala
 1:1000
 1:2000

167 - Sezione longitudinale della via Cattolo con indicazione del prevedibile andamento del tetto del info.

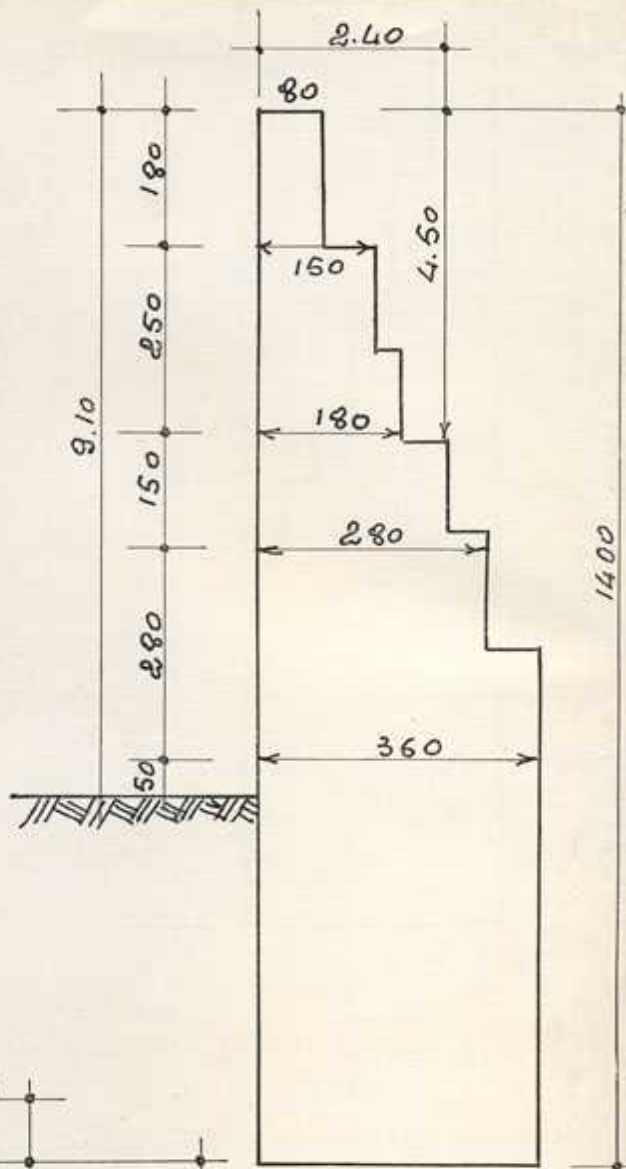
Profilo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Quota (m)	11.45	11.30	11.20	11.10	11.00	10.95	10.90	10.85	10.80	10.75	10.70	10.65	10.60	10.55	10.50	10.45	10.40	10.35	10.30	10.25	10.20	10.15	10.10	10.05	10.00	9.95	9.90	9.85	9.80	9.75	9.70	9.65	9.60	9.55	9.50	9.45	9.40	9.35	9.30	9.25	9.20	9.15	9.10	9.05	9.00	8.95	8.90	8.85	8.80	8.75	8.70	8.65	8.60	8.55	8.50	8.45	8.40	8.35	8.30	8.25	8.20	8.15	8.10	8.05	8.00	7.95	7.90	7.85	7.80	7.75	7.70	7.65	7.60	7.55	7.50	7.45	7.40	7.35	7.30	7.25	7.20	7.15	7.10	7.05	7.00	6.95	6.90	6.85	6.80	6.75	6.70	6.65	6.60	6.55	6.50	6.45	6.40	6.35	6.30	6.25	6.20	6.15	6.10	6.05	6.00	5.95	5.90	5.85	5.80	5.75	5.70	5.65	5.60	5.55	5.50	5.45	5.40	5.35	5.30	5.25	5.20	5.15	5.10	5.05	5.00	4.95	4.90	4.85	4.80	4.75	4.70	4.65	4.60	4.55	4.50	4.45	4.40	4.35	4.30	4.25	4.20	4.15	4.10	4.05	4.00	3.95	3.90	3.85	3.80	3.75	3.70	3.65	3.60	3.55	3.50	3.45	3.40	3.35	3.30	3.25	3.20	3.15	3.10	3.05	3.00	2.95	2.90	2.85	2.80	2.75	2.70	2.65	2.60	2.55	2.50	2.45	2.40	2.35	2.30	2.25	2.20	2.15	2.10	2.05	2.00	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.35	1.30	1.25	1.20	1.15	1.10	1.05	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00	-0.05	-0.10	-0.15	-0.20	-0.25	-0.30	-0.35	-0.40	-0.45	-0.50	-0.55	-0.60	-0.65	-0.70	-0.75	-0.80	-0.85	-0.90	-0.95	-1.00	-1.05	-1.10	-1.15	-1.20	-1.25	-1.30	-1.35	-1.40	-1.45	-1.50	-1.55	-1.60	-1.65	-1.70	-1.75	-1.80	-1.85	-1.90	-1.95	-2.00	-2.05	-2.10	-2.15	-2.20	-2.25	-2.30	-2.35	-2.40	-2.45	-2.50	-2.55	-2.60	-2.65	-2.70	-2.75	-2.80	-2.85	-2.90	-2.95	-3.00	-3.05	-3.10	-3.15	-3.20	-3.25	-3.30	-3.35	-3.40	-3.45	-3.50	-3.55	-3.60	-3.65	-3.70	-3.75	-3.80	-3.85	-3.90	-3.95	-4.00	-4.05	-4.10	-4.15	-4.20	-4.25	-4.30	-4.35	-4.40	-4.45	-4.50	-4.55	-4.60	-4.65	-4.70	-4.75	-4.80	-4.85	-4.90	-4.95	-5.00	-5.05	-5.10	-5.15	-5.20	-5.25	-5.30	-5.35	-5.40	-5.45	-5.50	-5.55	-5.60	-5.65	-5.70	-5.75	-5.80	-5.85	-5.90	-5.95	-6.00	-6.05	-6.10	-6.15	-6.20	-6.25	-6.30	-6.35	-6.40	-6.45	-6.50	-6.55	-6.60	-6.65	-6.70	-6.75	-6.80	-6.85	-6.90	-6.95	-7.00	-7.05	-7.10	-7.15	-7.20	-7.25	-7.30	-7.35	-7.40	-7.45	-7.50	-7.55	-7.60	-7.65	-7.70	-7.75	-7.80	-7.85	-7.90	-7.95	-8.00	-8.05	-8.10	-8.15	-8.20	-8.25	-8.30	-8.35	-8.40	-8.45	-8.50	-8.55	-8.60	-8.65	-8.70	-8.75	-8.80	-8.85	-8.90	-8.95	-9.00	-9.05	-9.10	-9.15	-9.20	-9.25	-9.30	-9.35	-9.40	-9.45	-9.50	-9.55	-9.60	-9.65	-9.70	-9.75	-9.80	-9.85	-9.90	-9.95	-10.00

167 - Sezione longitudinale della via Cattolo con indicazione del prevedibile andamento del tetto del info.

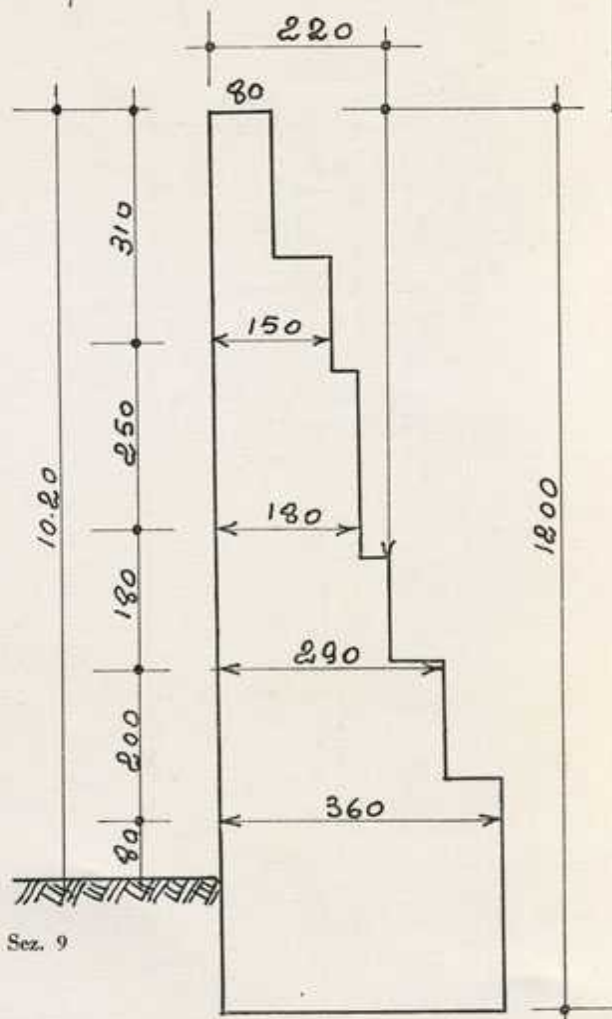




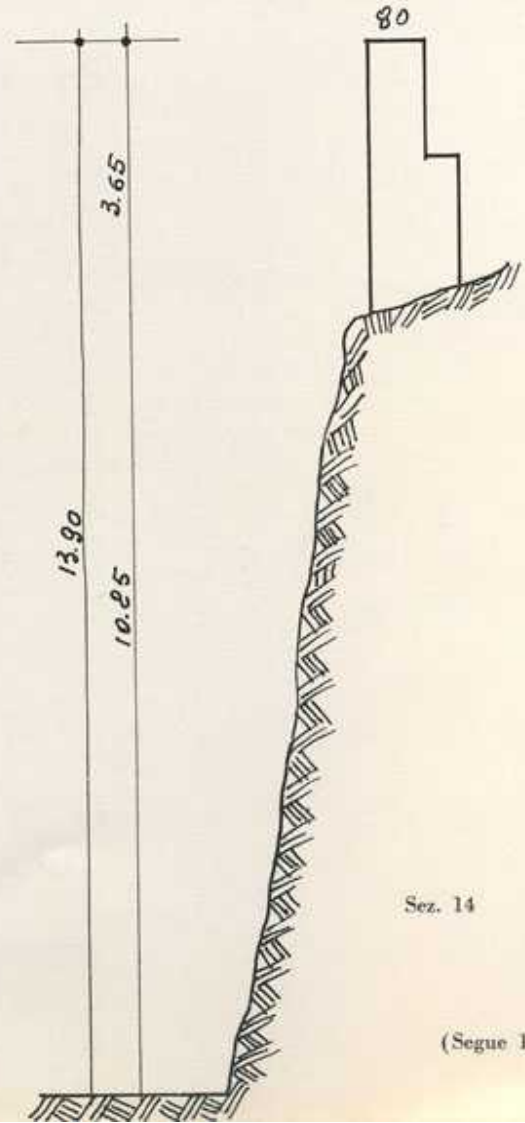
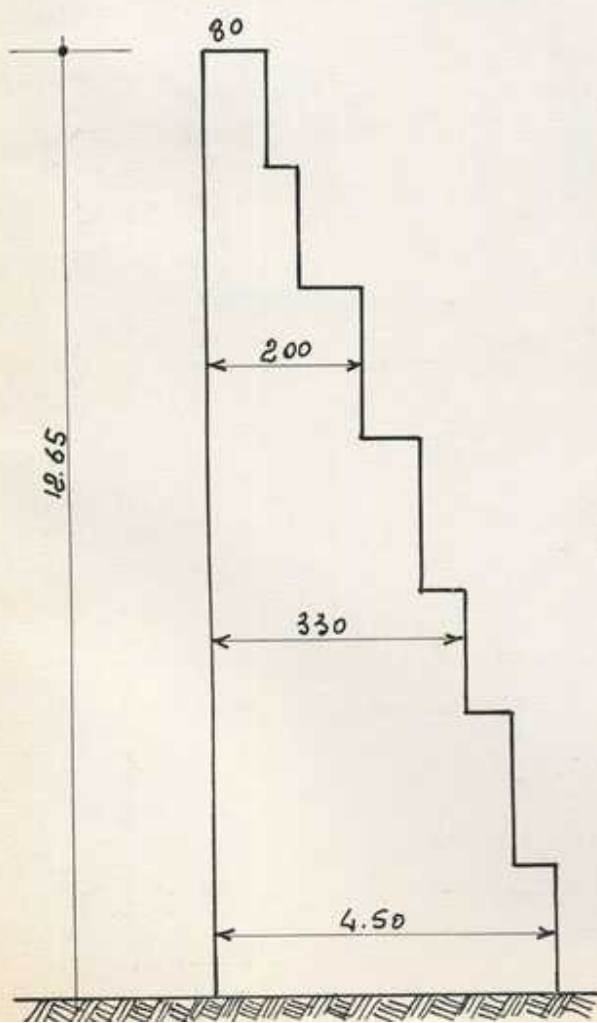
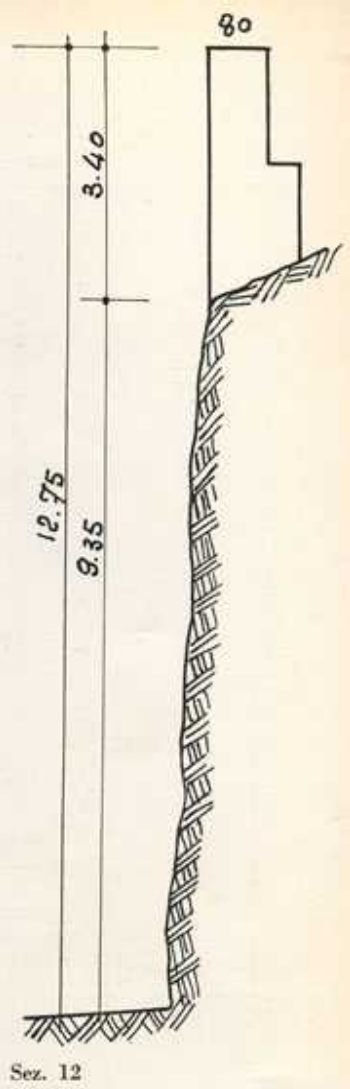
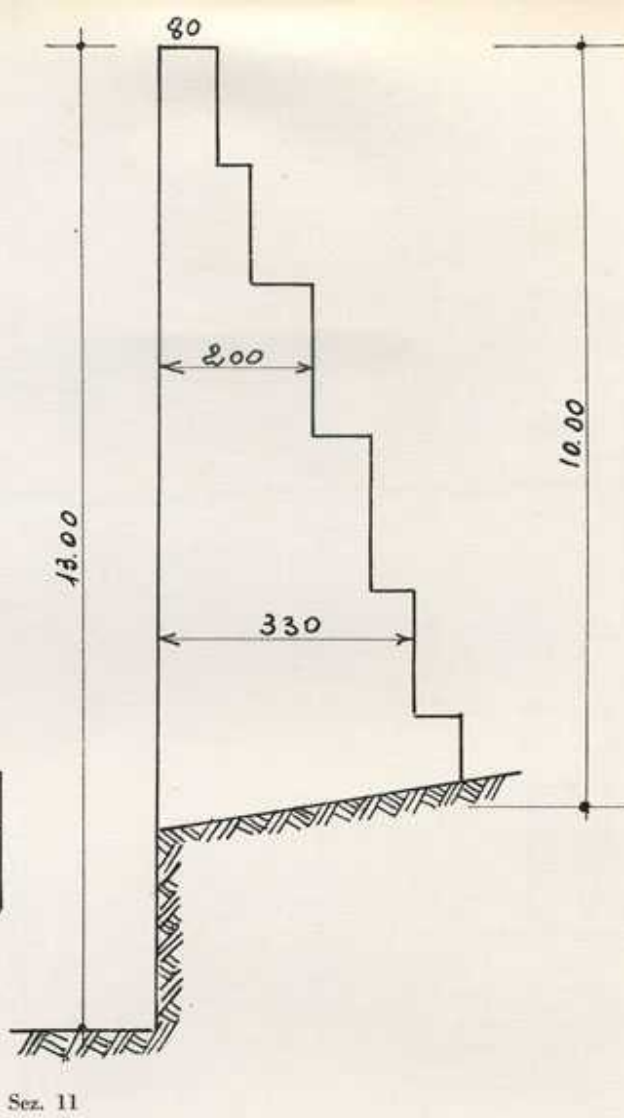
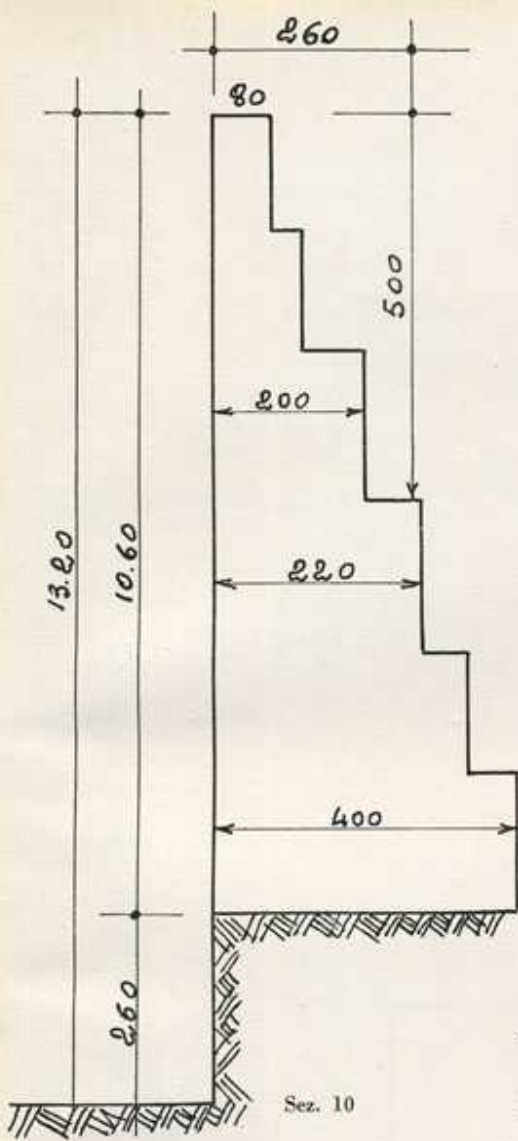
Sez. 7



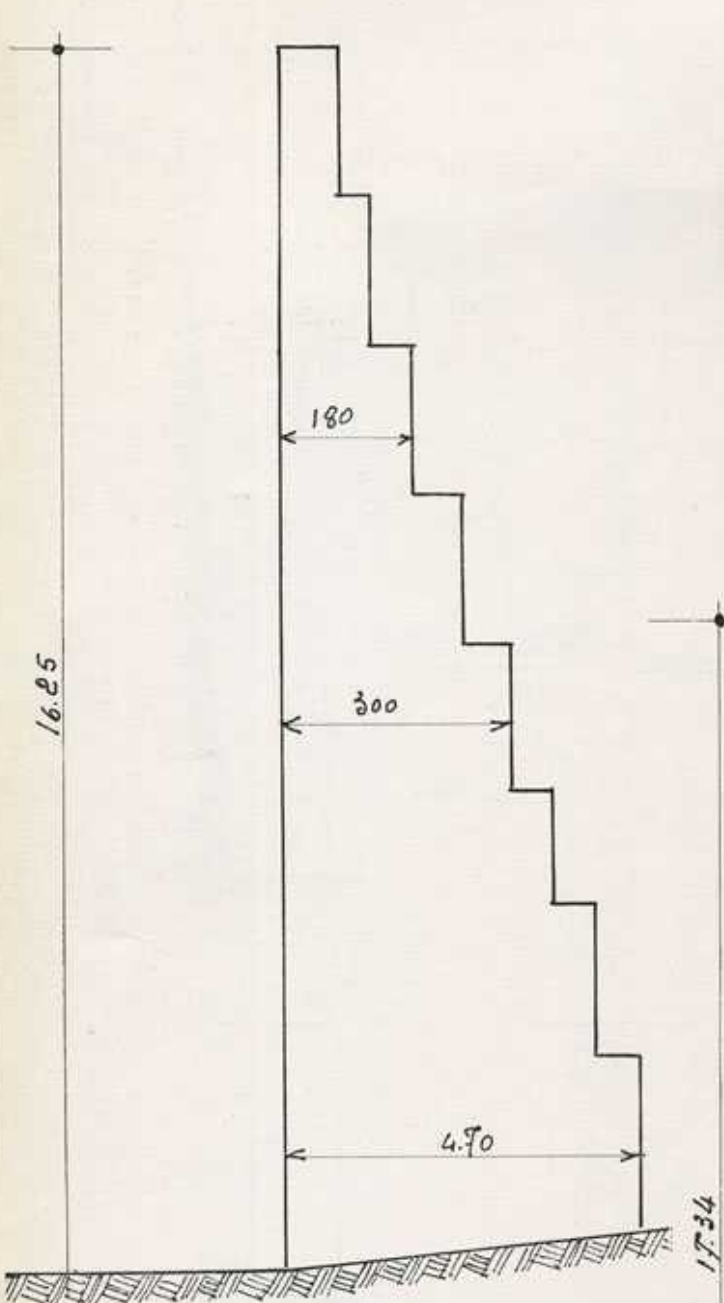
Sez. 8



Sez. 9



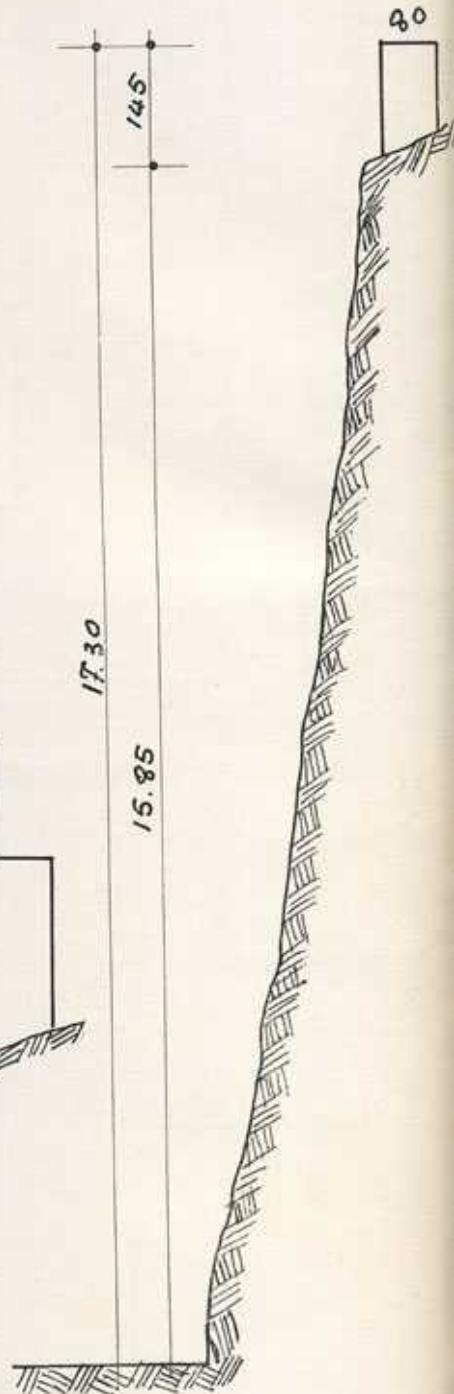
(Segue 168)



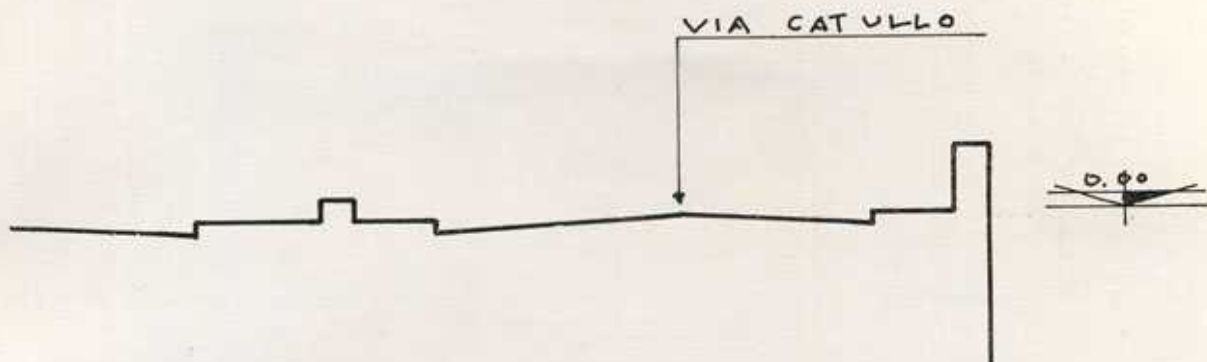
Sez. 15



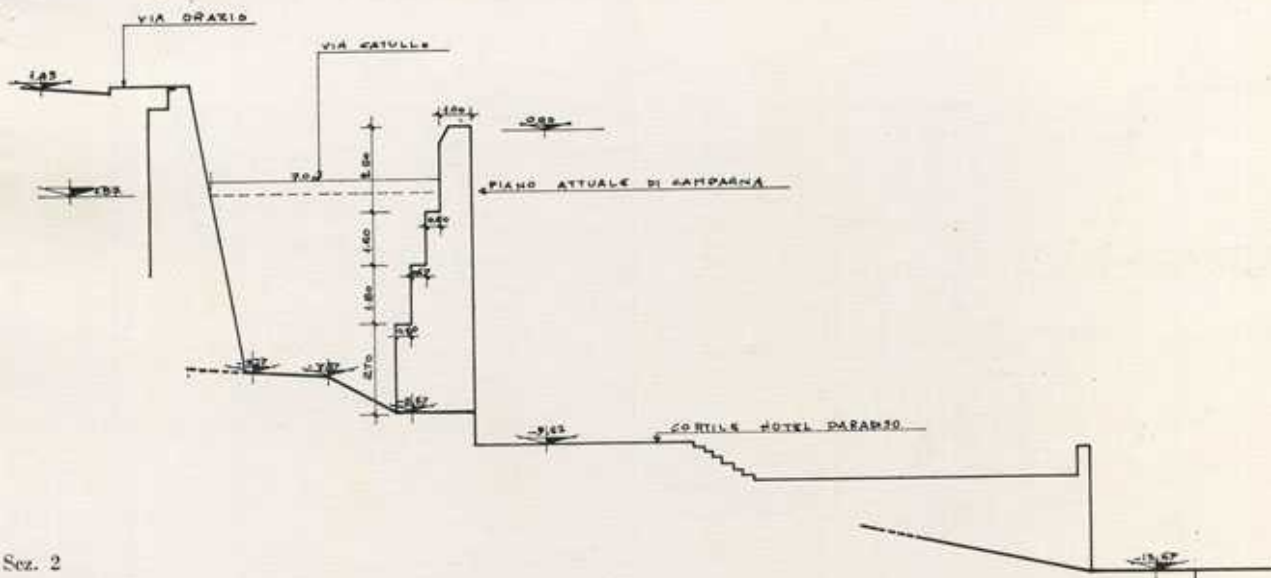
Sez. 17



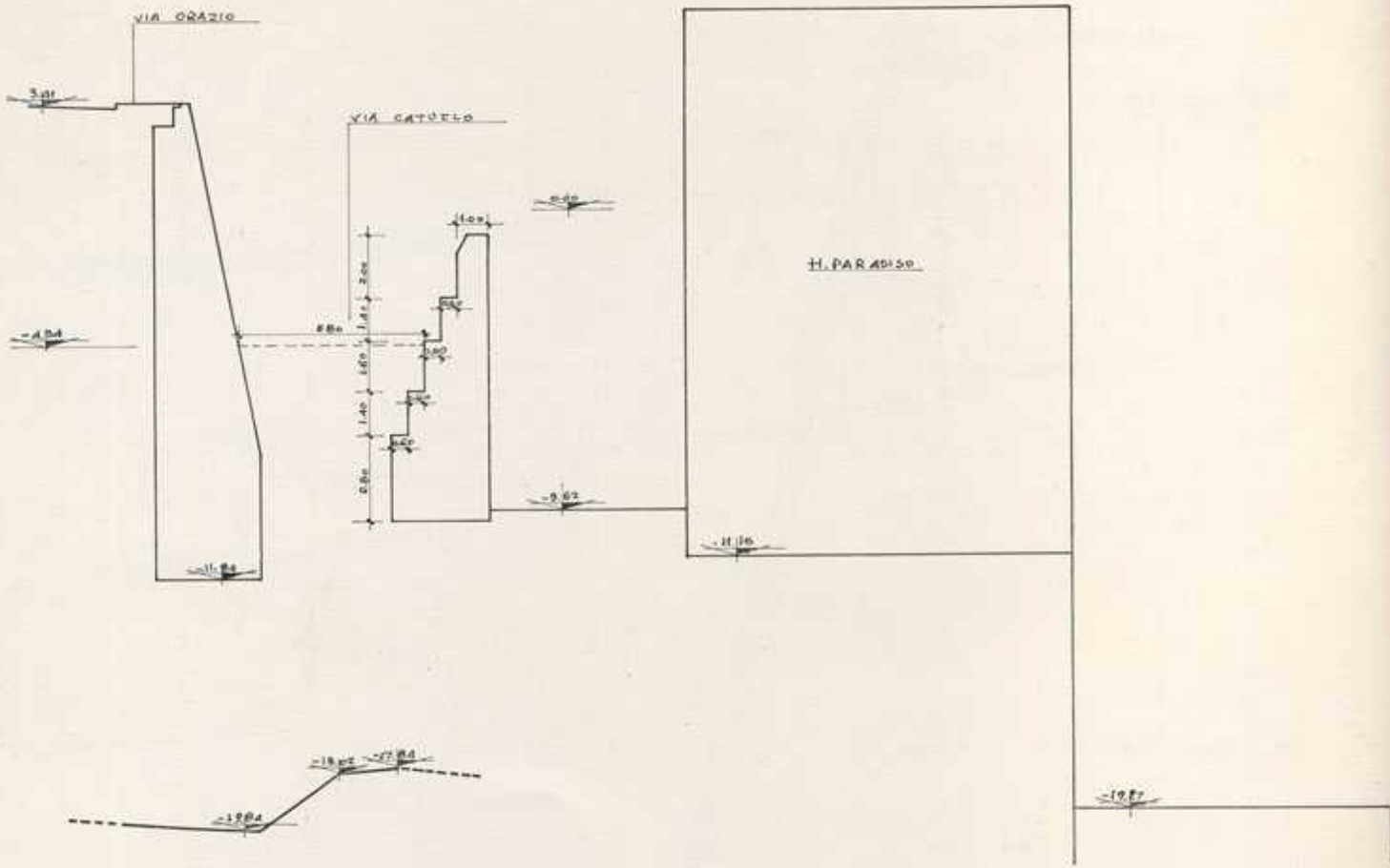
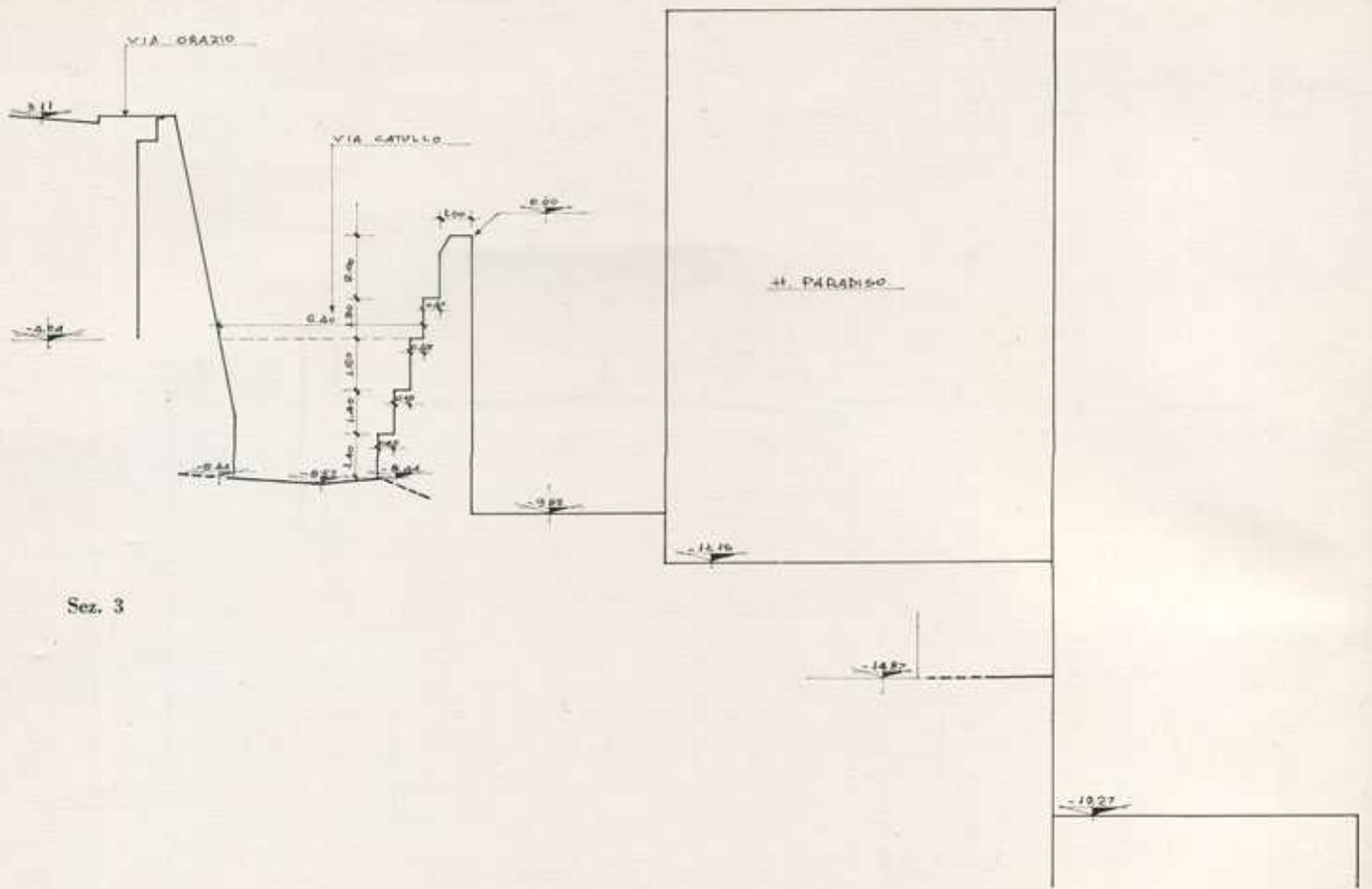
Sez. 16

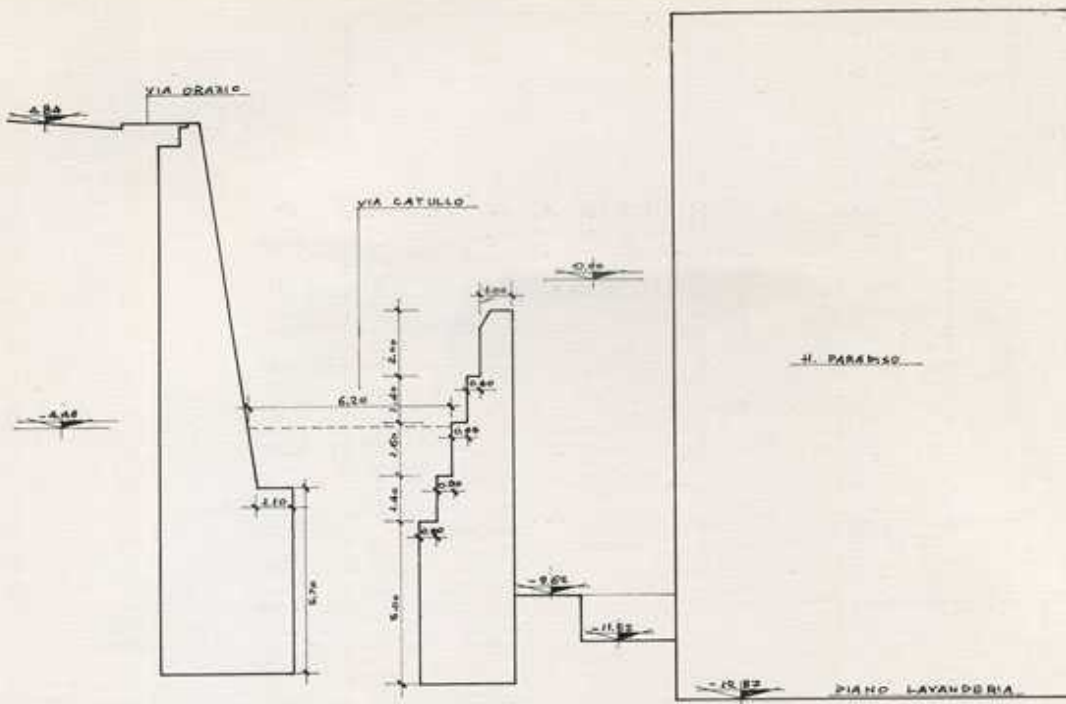


Sez. 1

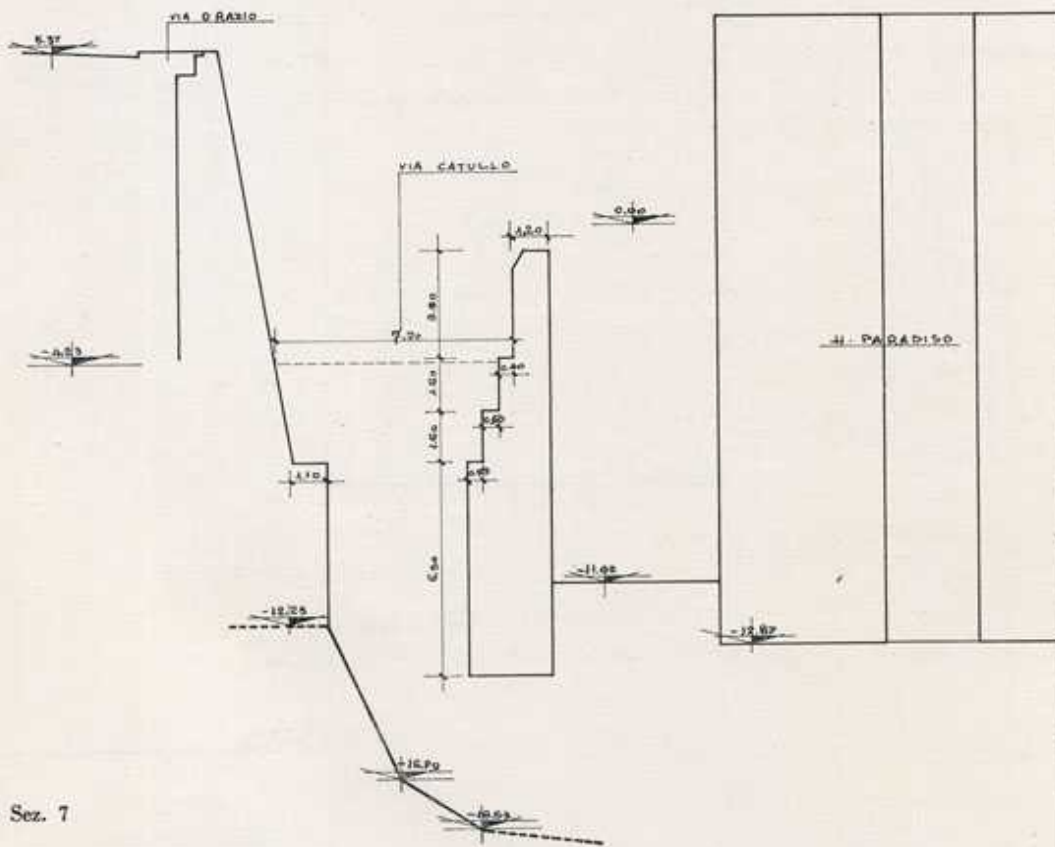
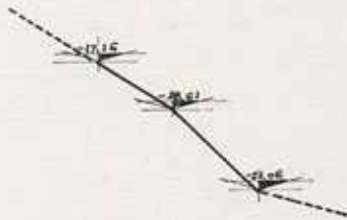


Sez. 2

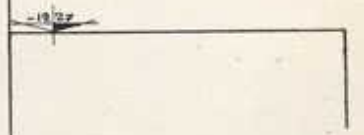




Sez. 6



Sez. 7



sottopassando l'edificio scolastico Pascolato, raggiunge il pozzo di caduta della via Pacuvio per poi sfociare nella fogna della via Orazio.

Si è proceduto alla verifica del muro di contenimento della superiore via Ortensie, poco a valle dell'incrocio della via Stazio con la detta via Ortensie. Esso presenta strapiombi sensibili (circa 20 cm) sezioni insufficienti e la muratura si appalesa in alcuni tratti fatiscente; pertanto, anche a causa dei numerosi cedimenti che si sono verificati nel piano di posa del muro stesso, costituito da pozzolana mista a lapillo, si è provveduto, alla costruzione di quattro contrafforti in muratura di tufo per assicurare la statica del muro stesso.

E) Via Petrarca:

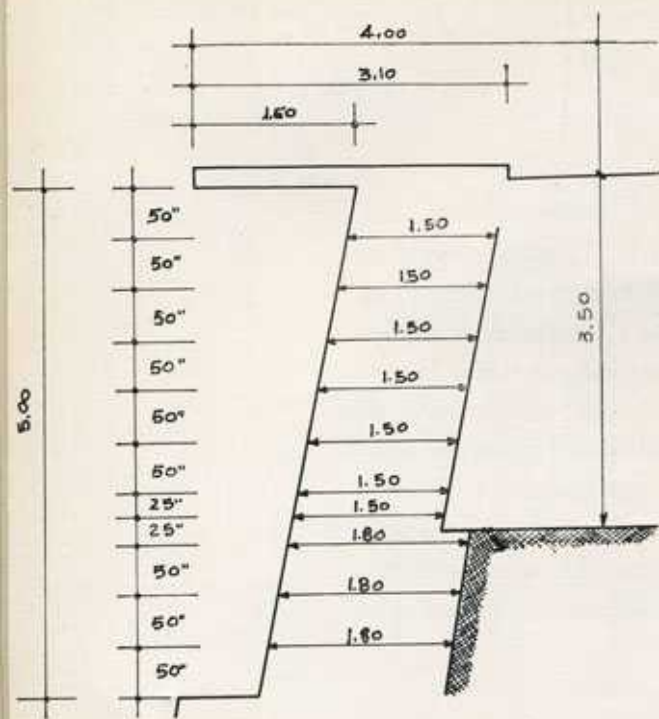
La via Petrarca, nel tratto compreso tra la via Nevio e la via Orazio, ha una larghezza di mt. 6,00 con due marciapiedi di mt. 3,00. Essa è dotata di una fogna di mt. 1,00 x 1,75 con pendenza del 5%, scavata parzialmente nella roccia che in detta zona trovasi ad una profondità di circa mt. 4,00.

Nel tratto, invece tra la via Nevio e la via Manzoni, la larghezza della sede stradale è di mt. 16,00. In questo tratto e propriamente nel tratto di strada in curva all'altezza del civ. 64, il muro di sostegno del terrapieno stradale presenta delle lesioni in senso verticale in corrispondenza della soletta a sbalzo. In tale tratto è stato accertato che la roccia tufacea ha andamento declinante verso il mare ed il muro in parola (ved. fig. 170) segue l'andamento della roccia tufacea con spessori variabili e non proporzionati alla propria altezza. La soletta a sbalzo, costituente il marciapiede della via Petrarca, presenta lesioni nel senso trasversale.

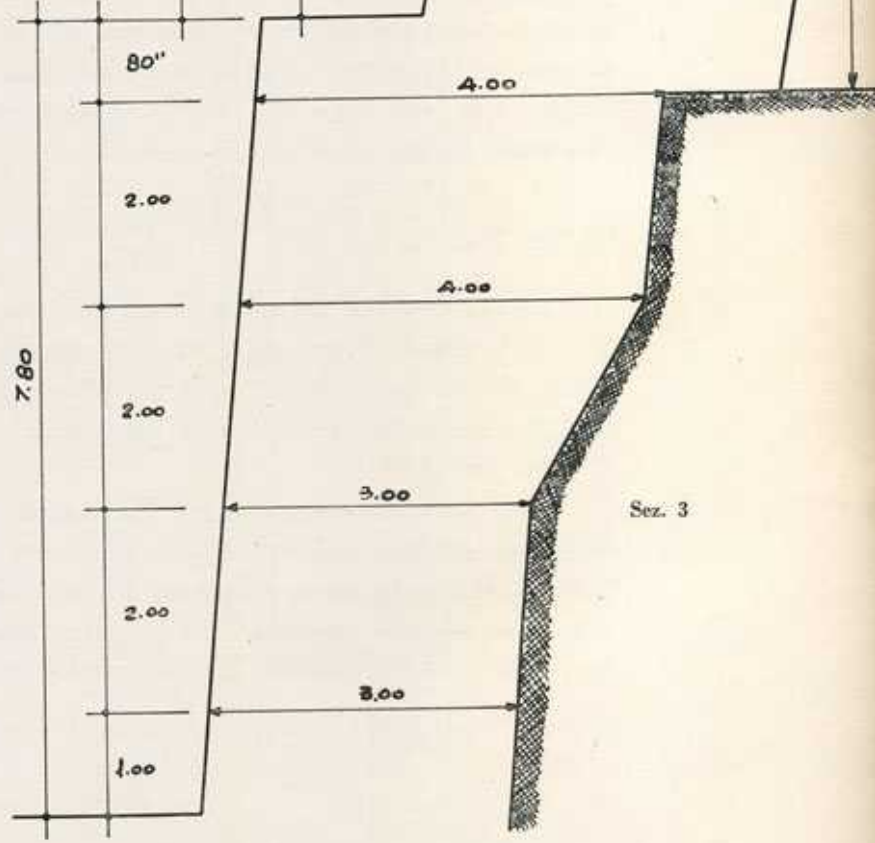
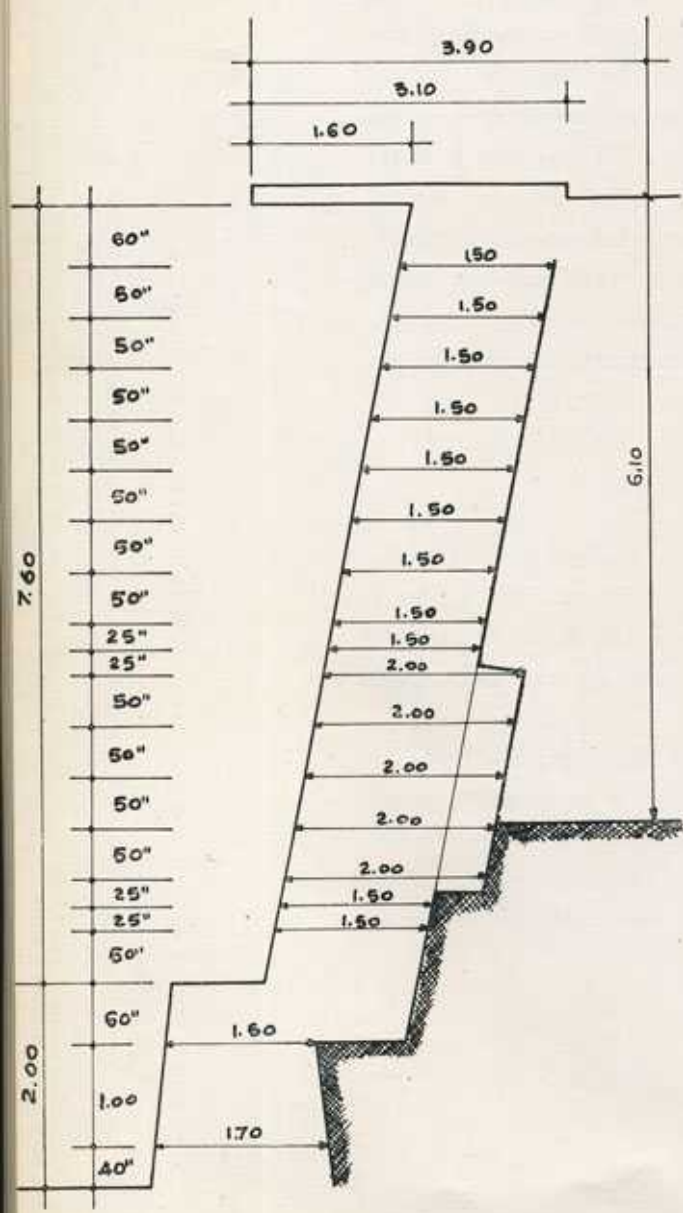
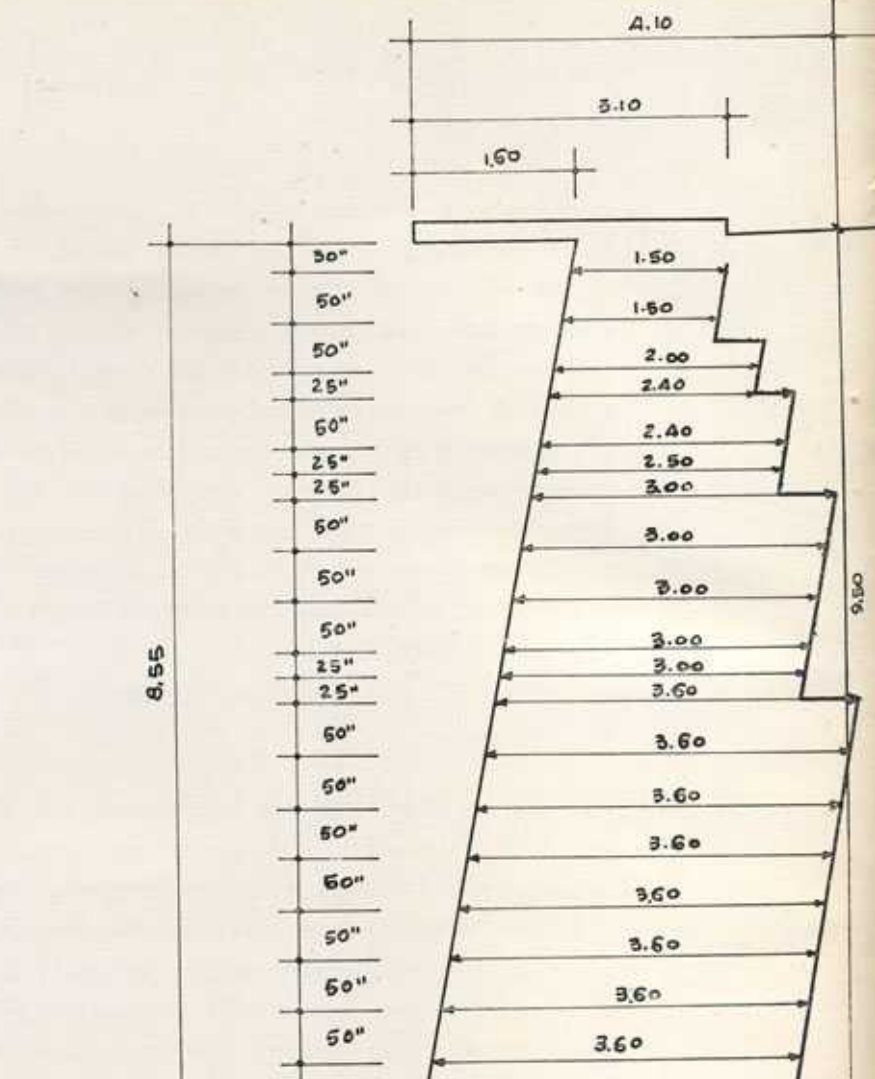
Pertanto si rende necessario effettuare opere di consolidamento del muro mediante sarciture delle lesioni ed ancoraggi della muratura alla retrostante roccia tufacea.

Dai risultati dei sondaggi eseguiti e da quelli desunti da sondaggi di imprese che hanno costruito nella zona, è stato possibile eseguire due sezioni continue, da valle verso monte, dell'andamento della roccia tufacea.

Dette due sezioni sono state eseguite (v. figg. 171-172), la prima, con inizio della zona a valle di via Pacuvio e risalendo, attraverso alcune aree private, la stessa via Pacuvio, la via Stazio, la via Ortensie, alla via Manzoni; la seconda, iniziando dalla zona a valle di via Petrarca attraverso le vie Nevio, Catullo, Capece ed Orazio fino alla via Manzoni.



Sez. 1



Sez. 3

Sez. 2

Modalità e organizzazione dei lavori di rilevamento nel sottosuolo di Napoli C¹)

I vuoti che dovranno essere rilevati avranno le più svariate dimensioni planimetriche ed altimetriche; i casi più comuni possono essere:

- a) Ex cave in galleria: accessibili direttamente;
- b) Ex cave in fossa accessibili con galleria o discenderia e scale scavate nel tufo, o pozzi.
- c) Gallerie e cunicoli, sedi di antiche strade, acquedotti luoghi di culto, fognature, ecc. accessibili con scale e pozzi.
- d) Vuoti in sotterraneo non accessibili per ingresso bloccato da materiali di rifiuto o da frane.

Il rilevamento in alcuni dei casi sopracitati potrà essere eseguito con ottima approssimazione, con tacheometro e stadia, in altri casi invece si potrà solo eseguire un rilievo di minor approssimazione con bussola e nastro metrico; in qualche caso poi di inaccessibilità si dovrà procedere con sole indicazioni di misure stimate a vista e puramente indicative.

Per le gallerie, ex cave, etc., accessibili direttamente dall'esterno e anche per i vuoti in sotterraneo accessibili con scale, pozzi, etc. il rilevamento potrà essere fatto, se ritenuto necessario, con tacheometro e quindi con precisione massima possibile.

Più difficoltose invece si presenta il rilievo di vuoti non accessibili con scale, pozzi, discenderie, di cui alla lettera d) ; in tale caso sarà necessario disporre di personale adatto e relative attrezzature per ripristinare l'accesso. Dopo di che si procederà ad una preventiva prospezione eseguita da tecnici competenti e qualificati, per stabilire le possibilità e modalità di rilievo.

(1) *A cura del Doti. Ing. Sabattino Meneganti.*

Nel caso infine di vuoti, ubicati a notevole profondità (ad es.: Acquedotto del Carmignano, nella zona di Via Chiaia) che trovasi a 40 m. dalla quota del piano stradale) e collegati all'esterno con solo pozzi, saranno necessarie apposite attrezzature per la discesa, e precisamente :

2) Argano (HP 10-15);

3) Funi;

e) Bilanciola;

d) Elmetti, lampada da miniera e tute;

(Speciali assicurazioni, in questi casi, dovranno essere stipulate, a garanzia del personale incaricato di ispezione e rilievi di tal genere).

Sembra opportuno segnalare infine, le notevoli difficoltà sollevate dai proprietari di immobili sotto i quali vi sono vuoti, gallerie, cisterne, etc. a dare il permesso di accesso al sotterraneo di loro proprietà.

Sarebbe opportuno trovare uno strumento giuridico, efficiente e operante attraverso le competenti Autorità Prefettizie e Comunali, per evitare sicuri dinieghi e quindi l'impossibilità del rilievo desiderato.

Modalità e approssimazione delle operazioni di rilievo.

1) Per i rilevamenti di massima di quei vuoti sotterranei, in cui sarà impossibile l'accesso, ci si dovrà contentare solo di misure indicative per cui non si può parlare di tolleranze in quanto non si potrà procedere a misurazione diretta.

2) Per i rilievi con squadre mediante bussola e nastro metrico, potrà essere consentita un'approssimazione di: 60" per misure di angoli; 10 cm. su battute di 20-40 m.

3) Per rilevamenti con tacheometro e stadia, le approssimazioni saranno caratteristiche dello strumento: 4 mm su tratti di 100 m.; 5" su angoli zenitali e azimutali.

Le tolleranze delle misure sopraindicate rientrano nell'ordine di grandezza di quelle suggerite dal Catasto Italiano appresso indicate.

La tolleranza, cioè il limite superiore ancora tollerabile per lo errore, è data da:

a) $t = p \cdot \sqrt{L} + qL$ (per misure di lunghezze)

b) $t = 2' \cdot \sqrt{n}$ (per misure di angoli)

in cui

t - è la misura espressa in metri

L - è la lunghezza misurata in metri

n - è il numero dei vertici

p, q - coefficienti

p = 0,015 – Terreno piano; 0,020 Terreno ondulato; 0,025 Sfavorevole

q = 0,008 in ogni caso

Da un confronto tra valori previsti dalle norme per le tolleranze e quelli precisati per i rilievi in questione si può osservare che questi ultimi rientrano in maniera soddisfacente, anche in considerazione che le tolleranze ammesse dal Catasto Italiano si riferiscono a rilievi a giorno e per la rappresentazione in disegni nella scala 1:1000 - 1:2000.

Es.: rilievo di una zona con distanze di 49 m. e con 36 vertici:

$$t = 0,025 \sqrt{49} = 0,175 + 0,392 = 0,567$$

$$t = 2' \times \sqrt{36} = 12'$$

Errore di valutazione:

0,567 cm. su 49 m.

Valori delle tolleranze ammesse dal Catasto Italiano.

Va tenuto presente a proposito delle approssimazioni che l'errore grafico per una scala 1:2.000 (del catasto) è di ± 40 cm (valutando 1/5 di mm. lo spessore del segno grafico).

Organizzazione

Si ritiene opportuno organizzare il rilevamento con almeno N. 2 squadre composte da:

- n. 1 geometra;
- n. 2 assistenti.

Le due squadre opereranno alle dirette dipendenze di un Ingegnere, che potrà anche essere dell'Ufficio Tecnico del Comune o uno dei componenti della Commissione.

Le squadre opereranno indipendentemente una dall'altra, ciascuna con propria attrezzatura.

Il rilevamento dovrà essere organizzato per quartieri.

Per i lavori di rimozione di materiale, frane, etc. si dovrà disporre di operai qualificati il cui numero e i cui mezzi saranno valutati caso per caso.

Attrezzature

N. 2 tacheometri - tipo Galileo TG2 L. 394.000 (cadauno).

Caratteristiche:

Ingrand. 28 appross. - 4 mm/100 m - 5"

Ap. obiet: 40 mm - Campo: 1° 40' - Cost. Diastometrica: 100 - Sensib. Livella; 30"

N. 2 squadri con bussola L. 20.000 (cadauno).

N. 2 bussole da miniera L. 35.000 (cadauna).

N. 20 paline in legno lung. m. 1,60 L. 600 (cadauna).

N. 2 stadie ribaltabili da m. 2,50 L. 6.000 (cadauno).

N. 2 tavoli da disegno con tecnigrafo L. 90.000 (cadauno).

- N. 2 tacheometri..... L. 788.000

- “ 2 stadie..... “ 12.000

– “	20 paline.....“	12.000
– “	2 bussole..... L.	70.000
– “	2 squadri..... “	40.000
– “	2 tavoli da disegno con tecnigrafo... L.	<u>180.000</u>
		1.102.000
– “	Cancelleria..... “	<u>98.000</u>
	Totale	L. 1.200.000

Osservazioni

Collegamenti con l'esterno.

Le gallerie e le caverne con imbocco orizzontale e quasi non presentano alcuna seria difficoltà mentre queste possono essere notevoli per vuoti sotterranei collegati con l'esterno mediante uno o più pozzi o scale più o meno tortuose.

E' evidente che l'approssimazione richiesta è strettamente connessa con la sicurezza e pericolosità del vuoto rispetto alle costruzioni soprastanti.

Se in base alla profondità delle caverne, allo stato delle volte e dei pilastri e per altre cause si riterrà direttamente interessata la sicurezza si dovrà procedere con metodi che diano la maggior approssimazione possibile.

Di contro se la profondità e le condizioni generali del vuoto sono tali da non destare preoccupazioni eccessive, ai fini della sicurezza, si potrà eseguire il rilevamento con l'approssimazione consentita dalla bussola di miniera e rollina metrica.

Dati da rilevare e da ubicare nel disegno delle cavità sotterranee.

- 1) Posizione del vuoto rispetto all'esterno e sue dimensioni planimetriche ed altimetriche.
- 2) Venute di acqua e modalità del loro manifestarsi (da spaccature, per trasudamento, etc.).
- 3) Frane in atto, zone molto fratturate che minacciano di franare, blocchi dislocati in precarie condizioni di stabilità, fratture, liscioni, scarpine, presenza di materiali non tufacei, etc.

CONCLUSIONI

A parere dello scrivente il lavoro di rilevamento dovrebbe procedere come segue:

1) Due o più squadre munite di bussola da miniera e rollina effettueranno un primo rilievo indicando nel disegno, oltre alle dimensioni dei vuoti rilevati riferiti all'esterno:

- a) Lo spessore dei terreni intercorrenti tra la sommità della caverna e l'esterno;
- b) Venute di acqua con descrizione del loro modo di manifestarsi;
- c) Stato di conservazione dei pilastri e delle volte (se vi sono state frane, se vi sono fratture, liscioni, scarpine, se vi è pericolo di crolli, etc.);
- d) Eventuali presenze di materiali non tufacei e loro posizione.

2) La Commissione, e un gruppo ristretto da essa delegato, si dovrà riunire periodicamente (ogni 15 gg. ad esempio) per esaminare i rilievi e le relative descrizioni e decidere se, in relazione alla sicurezza, il rilievo effettuato sia di sufficiente approssimazione. Se la sicurezza non è interessata, il rilievo viene inserito nell'apposito album con specifica indicazione.

In caso contrario la Commissione dovrà stabilire le modalità e la approssimazione del nuovo rilievo, previa eventuale ispezione in posto di uno o più componenti la Commissione, esperti di lavorazioni in sotterranee.

Successivamente, accertata la possibile pericolosità del vuoto, la Commissione proporrà i provvedimenti e gli interventi del caso.

3) Il costo del rilevamento è strettamente collegato oltre alla pratica, alla abilità, e alla specializzazione delle squadre preposte, anche alle difficoltà che s'incontreranno per un rilievo di maggior approssimazione, con collegamento con l'esterno, in conseguenza della presunta pericolosità del vuoto.

Quindi, il costo del rilievo per ciascun vuoto è composto dalle seguenti voci:

- 1) Rilievo di massima con bussola e rollina;
- 2) Riunione della Commissione o gruppo per esame dei rilievi e classificazione con eventuali sopralluoghi;
- 3) Rilievo di dettaglio con approssimazione indicata dalla Commissione;

Sicuramente la terza voce, quando intervenga, è di gran lunga la più rilevante.

Si ritiene prematuro fare un preventivo, sia pure di massima, non conoscendo neppure le modalità secondo cui l'Amministrazione Comunale intenda procedere e cioè se rilevare con personale proprio o a cottimo e in forma mista, né i compensi per la Commissione o per i gruppi di lavoro.

Tale costo si potrà valutare con una certa approssimazione dopo almeno 3 mesi di rilevamenti.

Elenco delle cavità sotterranee censite
a tutto il 30 settembre 1967

N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E		N. foglio carta topografica relativa		Loca- lizzazione		Stato del rilevamento			
			1/1000	1/4000	Incerta	Esatta	Di larghezza massima	Dettagliato ma parziale	Dettagliato e completo	
1		Catacombe di S. Gennaro dei Poveri	145	9/b				+		
2		Catacombe della Certosa di S. Martino	274	13/b	+					
3		Catacombe di S. Maria della Vita	172	9/b	+					
4		Catacombe di S. Gaudioso	173	9/b		+				
5		Catacombe di S. Severo	200 - 173	9/b		+				
6		Catacombe di S. Efremo Vecchio	147	10/a		+				
7		Grotta degli Sportiglioni (S. M. del Pianto)	122	10/a		+				
8		Cavità a vico Carcere Sanfelice, 7	251	9/b			+			+
9		Cavità a via G. Maffei, 14	252	10/a			+			+
10		Antiche cave a via F. S. Correrà, 222	226	9/b			+			+
11		Cavità a corso Amedeo di Savoia, 307	145	9/b			+			+
12		Cavità a salita di Capodimonte, 140/141	146	9/b			+			+
13		Cavità a via Sergente Maggiore, 9	298	13/b			+			
14		Cavità a vico Grotte della Marra, 7	201	10/a			+			
15		Cavità a via Laura Oliva Mancini, 6/13	298	13/b		+				
16		Cavità tra via Ventaglieri - salita S. Antonio ai Monti e corso Vittorio Emanuele	250	9/b			+			+
17		Cavità ai Gradoni Petraio al corso Vittorio Emanuele	297	13/b		+				
18		Cavità a via Broggia, 11/18	227	9/b		+				+

N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E				N. foglio carta topografica relativa		Loca- lizzazione		Stato del rilevamento	
	1/1000		1/4000		Inerzia	Esatta	Di larga massima	Dettagliato ma parziale	Dettagliato e completo	
46	Cavità a via Filippo Rega	.	.	.	297	13/b	+			
47	Cavità a via Miracoli	.	.	.	173 - 174 - 200	9/b				+
48	Cave a via Cupa Vecchia	.	.	.	274	9/b	+			
49	Cavità a via Nardones	.	.	.	298	13/b	+			
50	Ricovero con accesso da piazza M. Pagano, via P. Villari, 22 e 56 e piazza Cavour	.	.	.	200	9/b				+
51	Cavità sottostante a piazza Museo	.	.	.	297	9/b	+			
52	Gallerie della Ferrovia Cumana e Circumflegrea	.	.	.						+
53	Grotta di Pozzuoli (Crypta Neapolitana)	.	.	.		13/a				+
54	Galleria Laziale	.	.	.		13/a				+
55	Funicolare Centrale	.	.	.		13/b				+
56	Ricovero a via S. Ant. a Capodimonte « Villa delle Fate »	.	.	.	146	9/b	+			
57	Funicolare di Montesanto	.	.	.		13/b				+
58	Funicolare di Mergellina	.	.	.		13/a				+
59	Funicolare di Chiaia	.	.	.		13/b				+
60	Caverne alla salita dello Scudillo (le prime a sinistra scen- dendo)	.	.	.	145	9/b				+
61	Galleria sulla sinistra della strada per il Serbatoio di San Giacomo dei Capri	.	.	.	196	9/a				+

99	Cavità tra via Parco Margherita, vico Vasto e largo Prota	297	13/b	+	+	+	+	+	+
100	Cavità con accesso dal Serbatoio AMAN di Capodimonte in direzione Ovest (zona Cagnazzi)	146	9/b	+	+	+	+	+	+
101	Caverna nella fossa di cava situata tra salita Capodimonte e l'Osservatorio Astronomico	173	9/b	+	+	+	+	+	+
102	Cavità tra via G. Santacroce e corso Vittorio Emanuele	225 - 249	9/b	+	+	+	+	+	+
103	Cavità tra via G. Santacroce e corso Vittorio Emanuele	249	9/b	+	+	+	+	+	+
104	Cavità tra via G. Santacroce e corso Vittorio Emanuele	249	9/b	+	+	+	+	+	+
105	Cavità a via E. Dalbono	249	9/b	+	+	+	+	+	+
106	Cave « Mangoni », sottostanti parco Comola-Ricci	319	13/a	+	+	+	+	+	+
107	Caverne presso l'imbocco della galleria FF.SS. a Piedigrotta	341	13/a	+	+	+	+	+	+
108	Tunnel Borbonico (tra Largo Carolina e la cavità n. 43)	322	13/b	+	+	+	+	+	+
109	Ricovero a via Megaride (già vicoletto S. Lucia)	323	13/b	+	+	+	+	+	+
110	Fognone abbandonato lungo vico Lungo Gelso	274 - 275 - 298	13/b	+	+	+	+	+	+
111	Ricovero a via S. Gennaro ad Antignano, 63	248	9/b	+	+	+	+	+	+
112	Caverna alla salita Scudillo (a destra scendendo)	144	9/b	+	+	+	+	+	+
113	Caverna nel Parco di Capodimonte (fuori zona urbana)	120	13/b	+	+	+	+	+	+
114	« Antro di Mitra » a S. Maria a Cappella Vecchia	322	13/b	+	+	+	+	+	+
115	Caverna a sinistra dell'Antro di Mitra (Autorim.)	322	13/b	+	+	+	+	+	+
116	Ricovero a via Salvator Rosa, 139/146	225	9/b	+	+	+	+	+	+
117	Ricovero a piazza Trieste e Trento, 48 ed a lato della Chiesa di S. Ferdinando	298 - 299	13/b	+	+	+	+	+	+
118	Ricovero con accesso da via Egiziaca a Pizzofalcone e vico del Grottone	322	13/b	+	+	+	+	+	+
119	Cavità a S. Caterina a Chiaia	522	13/b	+	+	+	+	+	+
120	Galleria AMAN Garritone-Serbatoio S. Stefano			+	+	+	+	+	+
121	Fognatura - Galleria Tronco Villa Comunale			+	+	+	+	+	+
122	Fognatura - Galleria Tronco Galleria Vittoria			+	+	+	+	+	+

N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E	N. foglio carta topografica relativa		Loca- lizzazione		Stato del rilevamento		
		1/1000	1/4000	Incerta	Esatta	Di larga massima	Dettagliato ma parziale	Dettagliato e completo
123	Caverne site nel cortile del corso Vittorio Emanuele, 110				+			+
124	Cava « Matarazzo », a monte della Stazione di Mergellina				+			+
125	Galleria AMAN Bosco di Capodimonte - Del Balzo - Neu- ricoffre - Castagneto	295 - 296 319	13/a 13/a	+		+		
126	Galleria AMAN Arenella - Serbatoio Scudillo			+		+		
127	Galleria AMAN S. Giacomo dei Capri - Gerolomini			+		+		
128	Galleria AMAN Vallone Miano - Serb. Capodimonte			+		+		
129	Galleria AMAN Cavone Miano - Serb. Capodimonte			+		+		
130	Galleria AMAN S. Stefano - Soccavo - via Tasso			+		+		
131	Galleria AMAN Serb. Capodimonte - Serb. S. Stefano			+		+		
132	Cavità a via S. Giov. a Carbonara (pal. Santobuono)	201	10/a	+		+		
133	Cavità con accesso nel Castello di S. Elmo	273	13/b	-				
134	Cavità sottostanti l'UPIM di via Kerbaker	273	13/b	+				
135	Antico tunnel tra V. G. Serra e S. Caterina a Chiaia	322	13/b	+				
136	Ricovero a vico S. Petrillo e dall'Asilo Vittorio Emanuele a via L. Settembrini	200 - 201 199	9/b 9/b	+		+		
137	Caverna con accesso da vico Corigliano a Materdei	121	10/a	+		+		
138	Ricovero al rione Scodes, via C. De Marco			+		+		

178	3 ^a Caverna ubicata come la 176	141	9/a	+					
179	4 ^a Caverna ubicata come la 176	141	9/a	+					
180	5 ^a Caverna ubicata come la 176	141	9/a	+					
181	6 ^a Caverna ubicata come la 176	141	9/a	+					
182	7 ^a Caverna ubicata come la 176	141	9/a	+					
183	8 ^a Caverna ubicata come la 176	141	9/a	+					
184	9 ^a Caverna ubicata come la 176	141	9/a	+					
185	10 ^a Caverna ubicata come la 176	141	9/a	+					
186	Caverna nel vallone di cava dietro l'Ospedale Cardarelli	116	9/a	+					
187	Cavità a piazza San Gaetano, 67	228	10/a		+				
188	Cavità ex ricovero al vico Sedil Capuano	228	10/a		+				
189	Cavità ex ricovero ai Gradoni di Chiaia (1° palazzo a sinistra salendo)	298	13/b		+				
190	Cavità a via Card. Saripando (ex ricovero)	201	10/a		+				
191	Cavità di fronte la Chiesa di S. Patrizia	228	10/a		+				
192	Cavità tra la fermata della funicolare Centrale del corso Vittorio Emanuele e Gradini Petralo	274	13/b		+				
193	Caverna al vicoletto privato S. Gennaro dei Poveri	- 172	9/b		+				
194	Cavità a via Gofalone (sotto via G. Gigante)	198	9/b		+				
195	Cavità a piazza Arenella (pal. Impr. ICECA)	224	9/b		+			+	
196	Cavità al vicoletto privato S. Gennaro dei Poveri (attigua all'Autorimessa)	172	9/b		+				
197	Cavità sotto il palazzo S. Severo a piazza S. Domenico	251	9/b		+				
198	Cavità al Supportico via Solitaria	322	13/b		+				
199	Cavità attraversate dalla galleria della Funicolare Centrale (Progr. 600) sotto S. Nicola da Tolentino	298	13/b		+				
200	Cavità al corso Vittorio Emanuele, 455, nel cortile	226	9/b		+				+

N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E		N. foglio carta topografica relativa		Localizzazione		Stato del rilevamento		
			1/1000	1/4000	Incerta	Esatta	Di larga massima	Dettagliato ma parziale	Dettagliato e completo
201		Cavità tra corso Vittorio Emanuele - S. Carlo alle Mortelle e S. Nicola da Tolentino	298	13/b					+
202		Pozzi (due) a vico Carcere Sanfelice	251	9/b					+
203		Caverne in fondo all'ultimo vicolo a destra di via Ven- taglieri (autorimessa)	250	9/b					+
204		Caverna a via Tasso, 5 (autorimessa)	296	13/a					+
205		Caverna detta « Grotta delle Saraghe » alle salite dello Scu- dillo	172	9/b					+
206		Cavità ex ricovero con accesso a via Chiaia, angolo Santa Anna di Palazzo	298	13/b		+			
207		Cavità ex ricovero con accesso da largo Barracche	274	13/b		+			
208		Cavità ex ricovero con accesso da via S. Liborio	250	9/b		+			
209		Cavità ex ricovero a via Costantinopoli	227	9/b		+			
210		Cavità ex ricovero a via C. Rossaroll	201	10/a		+			
211		Cavità ex ricovero a Porta S. Gennaro	200	9/b		+			
212		Cavità ex ricovero a via S. Paolo	227	9/b		+			
213		Cavità ex ricovero a piazza Ottocalli	122	10/a				+	
214		1° Caverna dopo il cavalc. della Metropolitana a Mergellina	319	13/a				+	+
215		2° Caverna dopo il cavalc. della Metropolitana a Mergellina	319	13/a				+	+

N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E	N. foglio carta topografica relativa		Loca- lizzazione		Stato del rilevamento		
		1/1000	1/4000	Incerta	Esatta	Di larghezza massima	Dettagliato ma parziale	Dettagliato e completo
238	Cavità soprastante al vicoletto prima del pal. Donn'Anna a via Posillipo	366	13/a		+			
239	Cavità a piazza Cimitero (ramo principale acquedotto Car- mignano)			+				
240	Cavità a piazza Tribunali (aiuola) ramo principale acque- dotto Bolla)	228	10/a	+				
241	Cavità con accesso dalla Scuola « G. Bovio » a via S. Gio- vanni a Carbonara (ex ricovero)	201	10/a		+			
242	Cavità a vico Mattonelle civ. 18 (ex ricovero)	201	10/a		+			
243	Cavità a vico Cappella a Pontenuovo civ. 47	201	10/a		+			
244	Cavità detta « Grotta di Betlem » al Tondo Capodimonte	145	9/b		+			
245	Cavità al Tondo Capodimonte, 34	146	9/b		+	+		
246	Cavità al corso Amedeo di Savoia civ. 308	146	9/b		+			
247	Cavità al corso Amedeo di Savoia civ. 294	146	9/b		+			
248	Cavità al corso Amedeo di Savoia civ. 259	145	9/b		+			+
249	Cavità al vico Fico al Purgatorio civ. 28	227	9/b		+			+
250	Cavità a via Nilo civ. 30	251	9/b		+			
251	Cavità a via Nilo civ. 26	251	9/b		+			
252	Cavità a via Nilo civ. 34 (scala b)	251	9/b		+			+

253	Cavità a via Nilo civ. 17	227	9/b	+					
254	Cavità a via F. De Sanctis civ. 22	227	9/b						+
255	Cavità a via B. Croce civ. 12 (cortile del palazzo Croce)	251	9/b					+	
256	Cavità a via B. Croce civ. 19	251	9/b					+	
257	Cavità a via B. Croce civ. 23	251	9/b	+					
258	Cavità a via S. Domenico, nel 2° cortile	227	9/b						
259	Cavità con accesso da vico S. Domenico Soriano civ. 59	227	9/b	+					
260	Cavità a via Chiatamone civ. 36	343	13/b					+	
261	Cavità a via Monte di Dio civ. 15, ex ricovero (pal. Cassano)	322	13/b	+					
262	Cavità nell'Ist. Professionale statale a p.tta Casanova civ. 5	251	9/b	+					
263	Cavità a salita S. Anna di Palazzo, civ. 3 o 4	298	13/b					+	
264	Cavità a via Chiaia civ. 190	293	13/b	+					
265	Cavità a via Chiaia civ. 205	298	13/b	+					
266	Cavità a via Chiaia civ. 209	298	13/b					+	
267	Cavità con accesso da vico S. Anna di Palazzo, civ. 52	293	13/b					+	
268	Cavità con accesso a vico S. Teresella degli Spagnoli civ. 5	298	13/b					+	
269	Pozzo a via Nardones civ. 63	298	13/b					+	
270	Cavità a Gradoni di Chiaia	298	13/b						+
271	Pozzo a via Monteroduni civ. 1	298	13/b						
272	Cavità con accesso da via Monteroduni civ. 12	298	13/b						
273	Pozzo a via S. Caterina da Siena, 78	298	13/b						
274	Pozzo a via S. Caterina da Siena, civ. 73	298	13/b						
275	Pozzi (due) a via S. Caterina da Siena, civ. 68	298	13/b						
276	Pozzo a via S. Caterina da Siena, civ. 64	298	13/b						
277	Pozzo a via S. Nicola da Tolentino (di fronte al civ. 16) (pal. De Simone)	298	13/b						
278	Cavità a via Salvator Rosa civ. 53	199	9/b						+

N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E				N. foglio carta topografica relativa		Loca- lizzazione		Stato del rilevamento		
	1/1000		1/4000		Incerta	Esatta	Di larga massima	Dettagliato ma parziale	Dettagliato e completo		
279	Cavità a salita S. Nicola da Tolentino, civ. 16				298	13/b		+			+
280	Cavità dal Corso Vittorio Emanuele civ. 171 (pal. Moglie)				297	13/b		+			
281	Cavità al corso Vittorio Emanuele civ. 175				297	13/b		+			
282	Cavità al corso Vittorio Emanuele civ. 178				297	13/b		+			
283	Cavità al corso Vittorio Emanuele civ. 182				297	13/b		+			
284	Cavità al corso Vittorio Emanuele civ. 187				297	13/b		+			
285	Cavità al corso V. Em. civ. 136 (garage Parker's Hotel)				296	13/a		+			+
286	Cavità con accesso dal corso Vittorio Emanuele civ. 244				298	13/b		+			
287	Cavità sottostanti il corso Vittorio Emanuele civ. 244				298	13/b		+			
288	Cavità a vico Lungo Gelso				274	13/b		+			
289	Cavità a vico Grotta della Marra (pal. prima della scuola)				201	10/a		+			
290	Cavità a Largo Donnarregina				228	10/a		+			
291	Cavità nella Casa del Soldato o Circolo Sottufficiali a piazza S. Maria degli Angeli, 2				322	13/b		+			+
292	Cavità con accesso da via S. Domenico Soriano, 22				227	9/b		+			
293	Cunicoli in lapillo a via Tanucci sotto al palazzo sito quasi di fronte al Reclusorio				148	10/a		+			
294	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri 3° imbocco a destra				145	9/b		+			+

295	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri - 5° imbocco a destra	145	9/b	+	+	+	+
296	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri - 6° imbocco a destra	145	9/b	+	+	+	+
297	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri - 2° imbocco a sinistra	145	9/b	+	+	+	+
298	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri - 3° imbocco a sinistra	145	9/b	+	+	+	+
299	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri - 5° imbocco a sinistra	145	9/b	+	+	+	+
300	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri - 6° imbocco a sinistra	145	9/b	+	+	+	+
301	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri - 7° imbocco a sinistra	145	9/b	+	+	+	+
302	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri - 8° imbocco a sinistra	145	9/b	+	+	+	+
303	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri - 9° imbocco a sinistra	145	9/b	+	+	+	+
304	Cavità a vico Centogradi, 10	173	9/b	+	+	+	+
305	Galleria detta « Grotta di Seiano » (fuori zona urbana)	386 - 392 - 393	16/a/b	+	+	+	+
306	Cave a Cupa Principe (Frullone) (fuori zona urbana)	—	4/b	+	+	+	+
307	Cave nel vallone di S. Rocco (fuori zona urbana)	—	4/b	+	+	+	+
308	Cave nei pressi di via Vecchia S. Rocco (Frullone) (fuori zona urbana)	—	4/b	+	+	+	+
309	Cave in local. Ponte Caracciolo (Frullone) (fuori zona urbana)	—	4/b	+	+	+	+
310	Cave Di Donato e Serra (Conocchia)	172	9/b	+	+	+	+
311	Cave a salita dei Cinesi	173	9/b	+	+	+	+

N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E				N. foglio carta topografica relativa		Loca- lizzazione		Stato del rilevamento		
					1/1000	1/4000	Incerta	Esatta	Di larga massima	Dettagliato ma parziale	Dettagliato e completo
312	Cave a salita Due Porte all'Arenella	.	.	.	198	9/b		+			+
313	Pozzo a via Mancinelli, 10	.	.	.	226	9/b		+			+
314	Cavit� sotto via Posillipo	.	.	.	379	16/b		+			
315	Cavit� a piazza S. Luigi a Posillipo	.	.	.	373	16/b		+			
316	Cavit� a piazza S. Luigi a Posillipo	.	.	.	373	16/b		+			
317	Cavit� a piazza S. Luigi a Posillipo	.	.	.	373	16/b		+			
318	Cavit� a piazza S. Luigi a Posillipo	.	.	.	373	16/b		+			
319	Cavit� a via Petrarca, 80	.	.	.	356	13/a		+			
320	Cavit� tra l'inizio di via Posillipo e l'incr. di via Petrarca	.	.	.	356	13/a	+				
321	1 ^a Cavit� nel primo vialetto privato a destra di via Po- sillipo salendo	.	.	.	356	13/a			+		
322	2 ^a Cavit� nel primo vialetto privato a destra di via Po- sillipo salendo	.	.	.	356	13/a			+		
323	Cavit� tra via Posillipo - via Petrarca - sal. Villanova	.	.	.	374	16/b		+			
324	Cavit� tra via Posillipo - via Petrarca - sal. Villanova	.	.	.	374	16/b		+			
325	Cavit� a via Chiatamone, 6	.	.	.	322	13/b		+			
326	Cavit� ex ricovero a via S. Gennaro dei Poveri, 23	.	.	.	172	9/b		+			
327	Cavit� ex ricovero a via Roma, 424	.	.	.	251	9/b		+			+
328	Cavit� ex ricovero a via Roma, 429	.	.	.	251	9/b		+			

329	Pozzo a via Roma, 432	251	9/b	+
330	Cavità ex ricovero a via Roma, 4	251	9/b	+
331	Cavità al vicoletto Salato alla Olivella, 15	250	9/b	+
332	Pozzi (due) alla salita S. Antonio a Tarsia, 28	250	9/b	+
333	Pozzi (tre) alla salita S. Antonio a Tarsia, 30	250	9/b	+
334	Cavità ex ricovero a salita S. Antonio a Tarsia, 33	250	9/b	+
335	Pozzo a vico Spezzano, 13	250	9/b	+
336	Pozzo a vico Spezzano, 9	250	9/b	+
337	Pozzi (due) a vico Spezzano, 5	250	9/b	+
338	Pozzo a vico Spezzano, 7	250	9/b	+
339	Pozzi (due) a via Tarsia, 31	250	9/b	+
340	Pozzo a salita Tarsia, 20	250	9/b	+
341	Pozzo a via Tarsia, 44	250	9/b	+
342	Pozzo a via Tarsia, 41 (Ist. Nautico)	250	9/b	+
343	Pozzi (due) a Via Montesanto, 52	250	9/b	+
344	Cavità con accesso da via Tarsia, 63	250	9/b	+
345	Pozzo a via Tarsia, 27	250	9/b	+
346	Pozzo a via Montesanto, 56	250	9/b	+
347	Cava alla salita S. Antonio ai Monti, 19	250	9/b	+
348	Cavità dietro il palazzo di via Canalone alla Olivella, 21	250	9/b	+
349	Cave a via Sottomonte ai Ventaglieri, 14 (3 imbocchi)	226	9/b	+
350	Cava a vico Salato all'Olivella, 30	250	9/b	+
351	Pozzo a via Roma, 402	251	9/b	+
352	Cavità a cupa Gerolomini, 8	170	9/a	+
353	Cavità alla Traversa Giacinto Gigante, 115	198	9/b	+
354	Cavità alla cupa Gerolomini (piazzetta Due Porte) (1 ^a)	197	9/b	+
355	Cavità alla cupa Gerolomini (piazzetta Due Porte) (2 ^a)	197	9/b	+

+

N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E		N. foglio carta topografica relativa		Loca- lizzazione		Stato del rilevamento			
			1/1000	1/4000	Incerta	Esatta	Di larga massima	Dettagliato ma parziale	Dettagliato e completo	
356		Cavità alla cupa Gerolomini (piazzetta Due Porte) (3 ^a) .	197	9/b						
357		Cavità a via Duomo, 166, angolo Tribunali .	228	10/a			+			
358		Pozzo a vico Fico al Purgatorio, 1 .	251	9/b		+				
359		Pozzo a via Pasquale Scura, 41 .	250	9/b			+			
360		Cavità alla salita Caciottoli, 3 .	249	9/b			+			
361		Cavità alla salita Caciottoli, 4 .	249	9/b			+			
362		Cavità a via Alfredo Rocco, 17 .	224	9/b			+	+		
363		Cavità a via Giacinto Gigante, 140 .	198	9/b			+			
364		Cavità a vico Sant'Aniello a Caponapoli .	227	9/b		+				
365		Cavità al corso Vittorio Emanuele, 327/328 .	274	9/b		+				
366		Cavità al corso Vittorio Emanuele, 372-373-374 .	250	9/b			+			+

Quadro riassuntivo delle cavità rilevate a
tutto il 30 settembre 1967

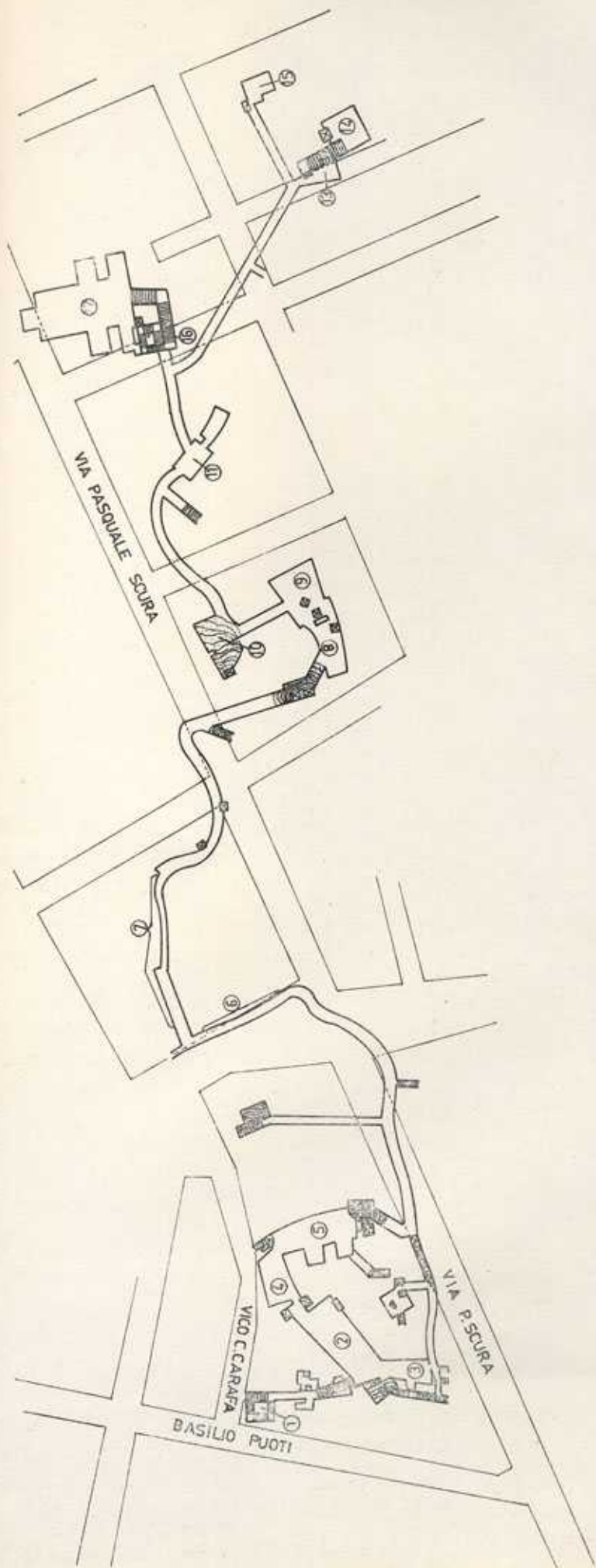
N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E	Tipo di cavità	Scala del rilievo	Superficie rilevata	Dissesti individuati
8	Cavità a vico Carcere Sanfelice, 7	acquedotto	1/250	947	si
11	Cavità a corso Amedeo di Savoia, 307	cava	1/250	2.454	—
12	Cavità a salita di Capodimonte, 140/141	cava	1/200	238	—
16	Cavità tra via Ventaglieri - salita S. Antonio ai Monti e corso Vittorio Emanuele	cava	1/500	3.000	—
18	Cavità a via Broggia, 11/18	acquedotto	1/250	2.000	—
19	Cavità a via Foria, 76	acquedotto	1/250	500	—
26	Cavità a via Chiaia, 138	cava	1/100	891	—
27	Cavità a vico Tronari ai Cristallini, 20	cava	1/250	5.800	—
30	Cavità a via Vergini, 19	acquedotto	1/250	436	si
35	Cavità a vico Carlo Carafa, 14	acquedotto	1/100	1.554	—
37	Pozzo a via Anticaglia, 32	acquedotto	1/250	71	—
44	Cavità a via Duomo, 142 (Convento Gerolomini)	acquedotto	1/200	488	si
47	Cavità a via Miracoli	acquedotto	1/250	3.182	—
60	Caverne alla salita dello Scudillo (le prime a sinistra scendendo)	cava	1/250	5.101	si
61	Galleria sulla sinistra della strada per il Serbatoio di San Giacomo dei Capri	cava	1/250	485	—

62	Caverna nel piazzale di cava retrostante la strada per il Serbatoio di S. Giacomo dei Capri	cava	1/250	263	—
63	Cavità a via Duomo, 156 (ex 148)	acquedotto	1/200	281	—
67	Cavità sotto l'Ospedale Militare (S.S. Trinità)	cava	1/200	300	sì
70	Ricovero a via Salvator Rosa, 1 e S. Giuseppe dei Nudi, 77	cava-acquedotto	1/250	511	—
71	Caverne a via Fontanelle, 65	cava	1/250	6.000	—
73	Caverna a via Chiatamone, 6/bis (Balestraio)	cava	1/200	434	—
77	Caverna a vico S. Gennaro dei Poveri (sottostante la Villa Rispoli) - (2 ^a a destra nel piazzale di cava)	cava	1/250	8.548	sì
78	Cavità a via Fontanelle (Ossario)	cava	1/250	3.000	sì
80	Cava dei Monaci della Palma (la 4 ^a a sinistra nel piazzale di cava S. Gennaro dei Poveri)	cava	1/500	38.000	sì
81	Caverna al vicoletto privato S. Gennaro dei Poveri (Auto-rimessa)	cava	1/250	1.720	—
82	Caverna al vico S. Maria della Catena a destra salendo	cava	1/250	4.301	sì
83	Caverne nel piazzale ex Campo Di Nuzzo, a S. Maria della Catena	cava	1/250	4.530	sì
84	Caverna nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri (la 1 ^a a sinistra)	cava	1/500	(va col n. 80)	sì
86	Pozzo a via Duomo, 142 (nel chiostro del Convento dei Gerolomini)	acquedotto	1/100	300	—
92	Cavità a via S. Nicola da Tolentino	cava-acquedotto	1/250	1.600	sì
93	Caverne con accesso dal v.to priv. S. Gennaro dei Poveri (Ex Arsenale Marina)	cava	1/500	(va col n. 80)	sì
95	Cava Mattarazzo (a monte della stazione di Mergellina)	cava	1/250	1.602	—
98	Cavità a via F. S. Correrà, 29	cava	1/250	3.623	—
106	Cave « Mangoni », sottostanti parco Comola-Ricci	cava	1/200	10.300	sì
107	Caverne presso l'imbocco della galleria FF.SS. a Piedigrotta	cava	1/200	4.600	sì

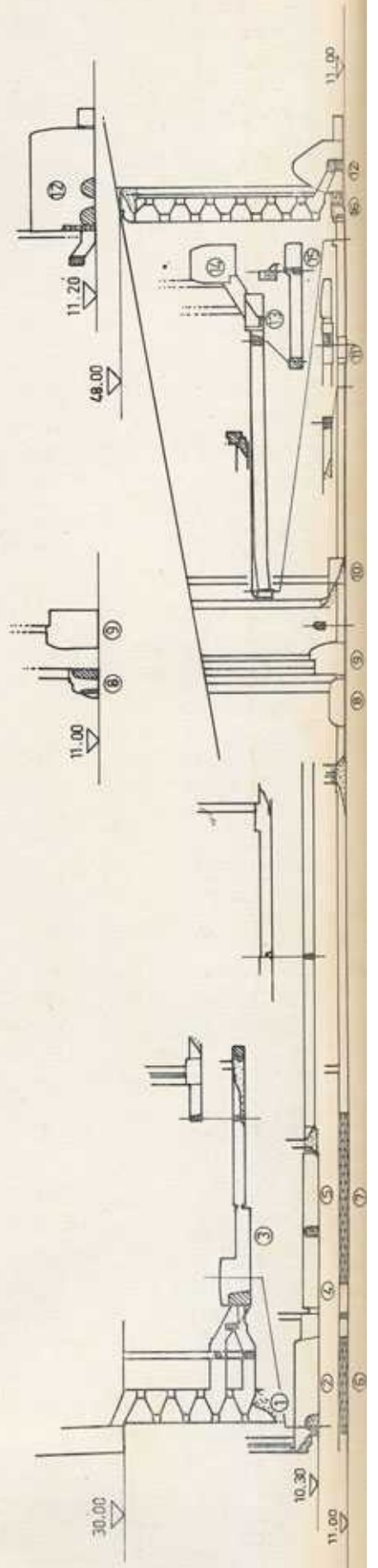
N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E	Tipo di cavità	Scala del rilievo	Superficie rilevata	Dissesti individuati
119	Cavità a S. Caterina a Chiaia	cava	1/200	600	—
123	Caverne site nel cortile del corso Vittorio Emanuele, 110	cava	1/250	4.899	si
123 bis	Caverne site nel cortile del corso Vittorio Emanuele, 110	cava	1/250	606	si
124	Cava « Matarazzo », a monte della Stazione di Mergellina	cava	1/250	(va col n. 35)	—
141	Cava « Mangoni », sottostante parco Comola-Ricci (3 ^a cava)	cava	1/200	(va col n. 106)	si
149	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri (la 4 ^a sulla destra)	cava	1/250	(va col n. 77)	si
151	Cavità con accesso da un negozio davanti alla stazione della Cumana a Montesanto	acquedotto	1/250	2.912	si
164	Cavità nel palazzo Barbaia a Mergellina	cava	1/250	1.139	si
165	Cave a via Orazio (1 ^a curva a tornante)	cava	1/250	587	—
171	Cavità a vico S. Gennaro a Materdei, 13	acquedotto	1/250	641	—
200	Cavità al corso Vittorio Emanuele, 455, nel cortile	cava	1/250	380	—
201	Cavità tra corso Vittorio Emanuele - S. Carlo alle Mortelle e S. Nicola da Tolentino	acquedotto	1/250	(va col n. 92)	si
205	Caverna detta « Grotta delle Saraghe » alle salite dello Scudillo	cava	1/250	2.046	—
214	1 ^a Caverna dopo il cavalc. della Metropolitana a Mergellina	cava	1/200	(va col n. 106)	si
215	2 ^a Caverna dopo il cavalc. della Metropolitana a Mergellina	cava	1/200	(va col n. 106)	si

216	4° Caverna dopo il cavale. della Metropolitana a Mergellina	cava	1/200	(va col n. 106)	si
217	6° Caverna dopo il cavale. della Metropolitana a Mergellina	cava	1/200	(va col n. 106)	si
218	5° Caverna dopo il cavale. della Metropolitana a Mergellina	cava	1/200	(va col n. 106)	si
219	7° Caverna dopo il cavale. della Metropolitana a Mergellina	cava	1/200	(va col n. 106)	si
235	Cavit� a via Montesanto, 59	acquedotto	1/250	(va col n. 151)	si
247	Cavit� al corso Amedeo di Savoia civ. 294	cava	1/250	3.086	—
248	Cavit� al corso Amedeo di Savoia civ. 259	cava	1/250	900	—
252	Cavit� a via Nilo civ. 34 (scala b)	acquedotto	1/200	532	—
254	Cavit� a via F. De Sanctis civ. 22	acquedotto	1/200	(va col n. 251)	—
277	Pozzo a via S. Nicola da Tolentino (di fronte al civ. 16) (pal. De Simone)	acquedotto	1/100	90	—
278	Cavit� a via Salvator Rosa civ. 53	acquedotto	1/250	200	—
279	Cavit� a salita S. Nicola da Tolentino, civ. 16	acquedotto-cava	1/250	(va col n. 92)	si
285	Cavit� dal Corso V. Em. civ. 136 (garage Parker's Hotel)	cava	1/250	3.000	si
291	Cavit� nella Casa del Soldato o Circolo Sottufficiali a piazza S. Maria degli Angeli, 2	cava	1/100	(va col n. 26)	—
294	Cavit� nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri . 3° imbocco a destra	cava	1/250	(va col n. 77)	si
295	Cavit� nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri . 5° imbocco a destra	cava	1/250	(va col n. 77)	si
296	Cavit� nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri . 6° imbocco a destra	cava	1/250	(va col n. 77)	si
297	Cavit� nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri . 2° imbocco a sinistra	cava	1/500	(va col n. 80)	si
298	Cavit� nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri . 3° imbocco a sinistra	cava	1/500	(va col n. 80)	si
299	Cavit� nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri . 5° imbocco a sinistra	cava	1/500	(va col n. 80)	si

N. d'ordine	D E N O M I N A Z I O N E	Tipo di cavità	Scala del rilievo	Superficie rilevata	Dissesti individuati
300	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri	cava	1/500	(va col n. 80)	sì
301	6° imbocco a sinistra	cava	1/500	(va col n. 80)	sì
304	Cavità nel piazzale di cava di S. Gennaro dei Poveri	cava	1/200	3.628	—
312	7° imbocco a sinistra	cava	1/250	1.493	—
313	Cavità a vico Centogradi ai Cristallini, 10	cava	1/250	100	—
327	Cave a salita Due Porte all'Arenella	acquedotto	1/250	3.450	sì
348	Pozzo a via Mancinelli, 10	acqued.-fognat.	1/250	866	sì
366	Cavità ex ricovero a via Roma, 424	cava	1/250	612	—
	Cavità dietro il palazzo di via Canalone alla Olivella, 21	cava			
	Cavità al corso Vittorio Emanuele, 372-373-374	cava			



SEZIONI



CARTA DI NAPOLI
TAV. 1:10.000 N° "C"CARTA DI NAPOLI
SEZ. 1:4.000 N° 9/b

UBICAZIONE: VICO CARLO CARAFA 14 - L'accesso è chiuso da un cancello di ferro che da luogo ad una scala ingombra di detriti che porta al sottosuolo.

DENOMINAZIONE: CAVITA' AL VICO CARAFA 14 (1a parte)

PROVENIENZA DELLA NOTIZIA: da R. DI STEFANO (su "Napoli Sotterranea")

GRAFICI ORIGINALI FORNITI DA: PLANIMETRIE N° 1 IN SCALA: 1/100
Centro Speleologico Meridionale PROFILI E SEZIONI N° 13 IN SCALA: 1/100

OSSERVAZIONI SULLO STATO DELLA CAVITÀ: situazione riscontrata a fine settembre 1967 :

- coltre livellata di materiali di risulta nei vani n. 3, 2, 4, 5, 8, 9, 11 e 12;
- accumuli o conoidi di materiali detritici e di rifiuto, scaricati da canne di pozzo verticali, che hanno ostruito dei cunicoli nei pressi del vano n. 3, nel vano n. 5, e numerosi altri rinvenibili lungo il tracciato del cunicolo principale;
- infiltrazioni di acque luride alla sommità del corpo di scala nel vano n. 16.

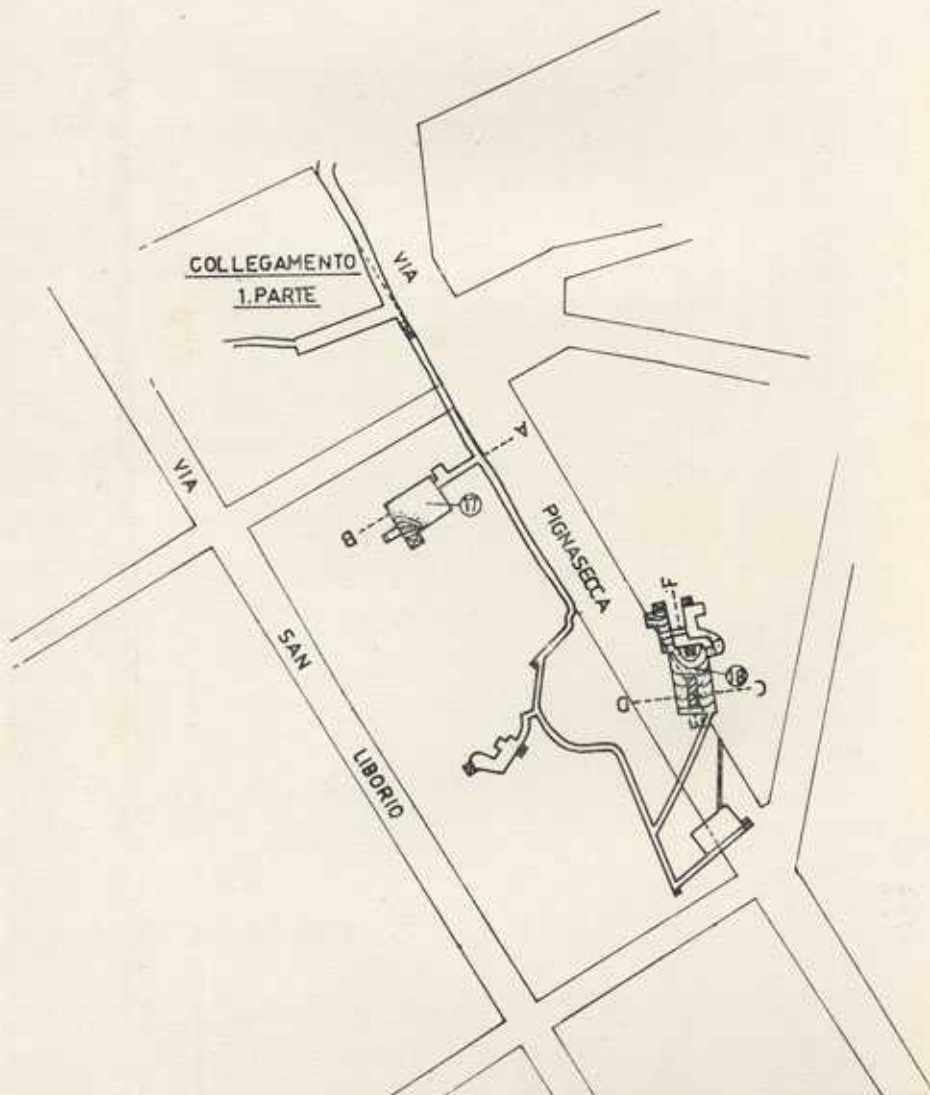
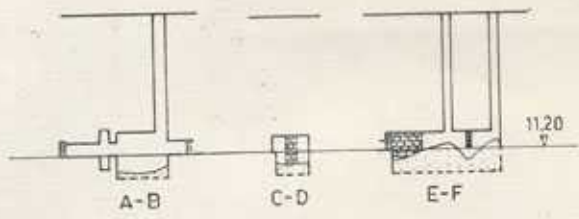
Nella cavità, ricavata nel tufo giallo lapideo salvo che nelle zone riportate in tabella, 4a colonna, sono stati riscontrati i seguenti dissesti statici :

- cunicolo dissestato (tratto n. 7) per la presenza di materiali incoerenti e per l'insufficienza del rivestimento murario;
- lesionamento, per cedimento del piano di posa, del muro di sostegno al corpo di scala nel vano n. 16.

RIPORTO SULLE TAVOLETTE SCALA 1:1.000 - TAV. N° 250 - 251

RIFERIMENTO N°	QUOTA PAVIMENTO	QUOTA SOFFITTO	QUOTA DEL TETTO DEL TUFO	QUOTA DEL P.C. SOPRSTANTE	SPESORE DEL TUFO IN CALOTTA	SPESORE DEI MATERIALI SCIOLTI SOPRSTANTI
1	7,30	-	-	30,00	-	-
2	10,30	14,80	-	30,50	-	-
3	10,30	12,50	-	31,00	-	-
4	10,30	13,30	-	31,50	-	-
5	10,30	13,30	-	31,70	-	-
6	11,00	13,00	11,00	31,00	0,00	18,00
7	11,00	13,00	11,00	31,00	0,00	18,00
8	11,00	15,00	-	40,00	-	-
9	11,00	19,00	-	40,00	-	-
10	11,00	15,00	-	40,00	-	-
11	10,20	12,40	-	44,00	-	-
12	11,20	21,20	-	48,00	-	-
13	12,00	15,00	-	49,00	-	-
14	16,20	23,20	-	49,00	-	-
15	12,00	15,50	-	50,00	-	-
16	12,00	-	-	48,00	-	-

SEZIONI



CARTA DI NAPOLI
TAV. 1:10.000 N° "C"CARTA DI NAPOLI
SEZ. 1:4.000 N° 9/b

UBICAZIONE: VICO CARLO CARAFA 14 (attraverso gli ambienti della 1a parte al punto "R" c'è la diramazione che porta alla 2a parte)

DENOMINAZIONE: CAVITA' AL VICO CARAFA 14 (2a parte)

PROVENIENZA DELLA NOTIZIA: da R. DI STEFANO (su "Napoli Sotterranea")

GRAFICI ORIGINALI FORNITI DA:

PLANIMETRIE N° 1

IN SCALA: 1/100

Centro Speleologico Meridionale

PROFILI E SEZIONI N° 3

IN SCALA: 1/100

OSSERVAZIONI SULLO STATO DELLA CAVITÀ: situazione riscontrata a fine sett. 1967

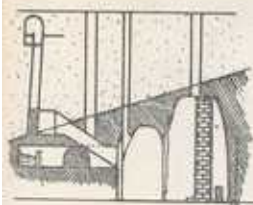
La cavità si volge interamente nella formazione del tufo giallo litoide. I cunicoli non sono ingombri di materiali detritici di riporto. Accumuli o conoidi di questi sono presenti in quantità rilevante solo nella cisterna n. 18, palesemente scaricati dalle canne di pozzo esistenti.

Le opere di sostegno sono rare ed irrilevanti.

Non sono stati rinvenuti dissesti statici di particolare rilievo.

RIPORTO SULLE TAVOLETTE SCALA 1:1.000 - TAV. N° 250 - 251

RIFERIMENTO N°	QUOTA PAVIMENTO	QUOTA SOFFITTO	QUOTA DEL TETTO DEL TUFO	QUOTA DEL P.C. SOPRSTANTE	SPESORE DEL TUFO IN CALOTTA	SPESORE DEI MATERIALI SCIOLTI SOPRSTANTI
17	8,20	13,50	-	30,00	-	-
18	8,20	13,50	-	29,30	-	-



SEZIONI

A-B

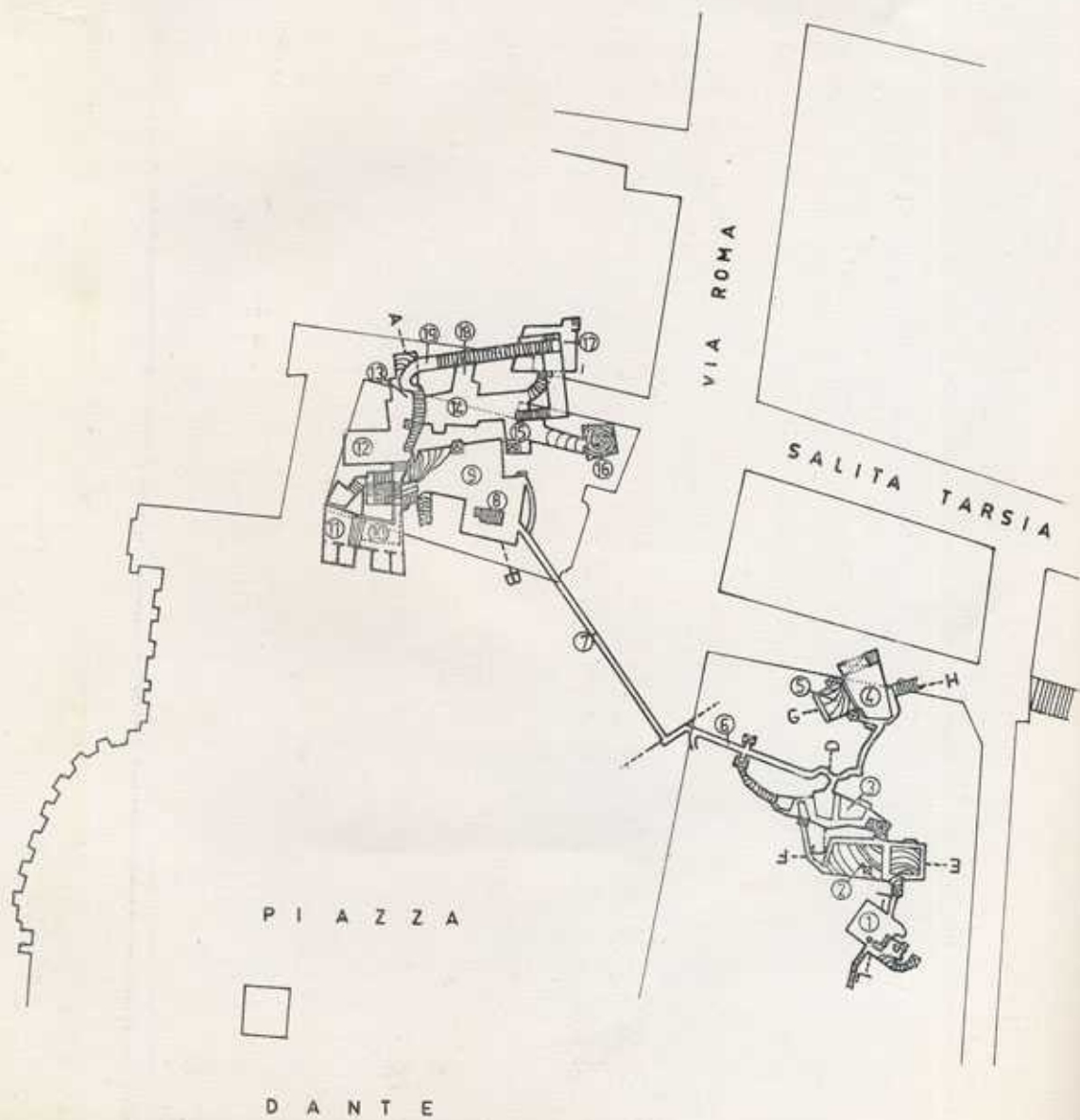
C-D

E-F

G-H

I-L

11.20



CARTA DI NAPOLI
TAV. 1:10.000 n° "C"CARTA DI NAPOLI
SEZ. 1:4.000 n° 9/b

UBICAZIONE: VICO CARCERE SANFELICE 7 - Si accede ad uno scantinato adibito a deposito (fiori e piante) dal quale, mediante una scala, si raggiunge il sottosuolo.

DENOMINAZIONE: CAVITA' AL VICO CARCERE SANFELICE 7

PROVENIENZA DELLA NOTIZIA: da R. DI STEFANO (su "Napoli Sotterranea")

GRAFICI ORIGINALI FORNITI DA:

PLANIMETRIE n° 1

IN SCALA: 1/100

Centro Speleologico Meridionale

PROFILI E SEZIONI n° 5

IN SCALA: 1/100

OSSERVAZIONI SULLO STATO DELLA CAVITÀ: situazione riscontrata a fine sett. 1967

- coltre livellata di materiali di risulta dello spessore di pochi metri negli ambienti contrassegnati con i n. ri 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18 e 19;
- notevoli accumuli o conoidi di materiali detritici e di rifiuto, scaricati dalle canne di pozzo verticali, principalmente nelle camere n. 2, 5, 9 e 16, materiali che ostruiscono, inoltre, i proseguimenti dei cunicoli o inizi di cunicoli nei punti H, L e nella camera n. 9.

Nella cavità, ricavata nel tufo giallo lapideo salvo che nei punti riportati nella 4a colonna, sono stati riscontrati i seguenti dissesti statici :

- deformazione, per schiacciamento, del pilastro tufaceo al centro del vano n. 8;
- cunicolo dissestato (l'intero tratto compreso tra la la curva ad angolo retto ed il punto D) per la presenza di materiali incoerenti al posto del tufo litoide e per l'insufficienza del rivestimento murario.

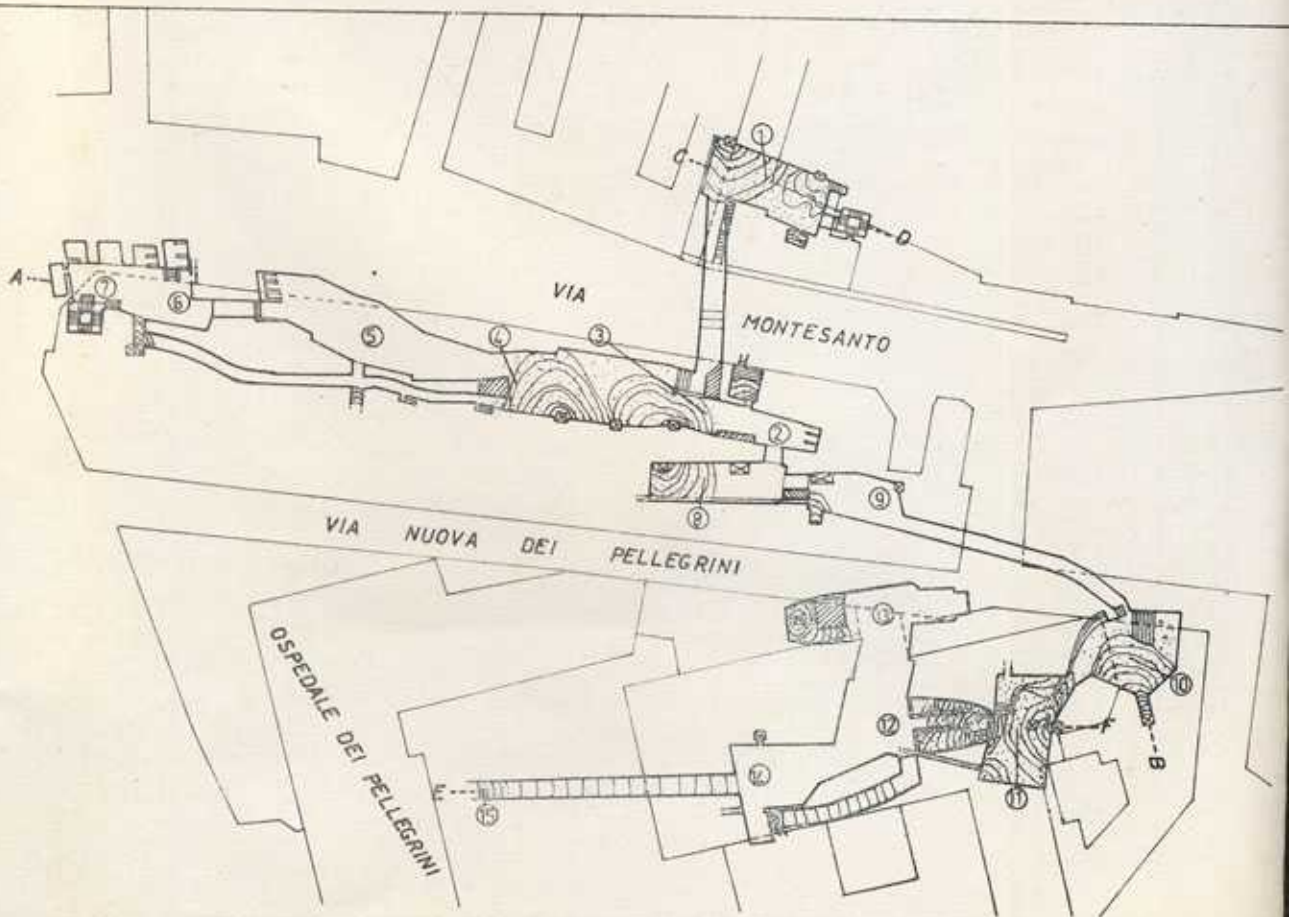
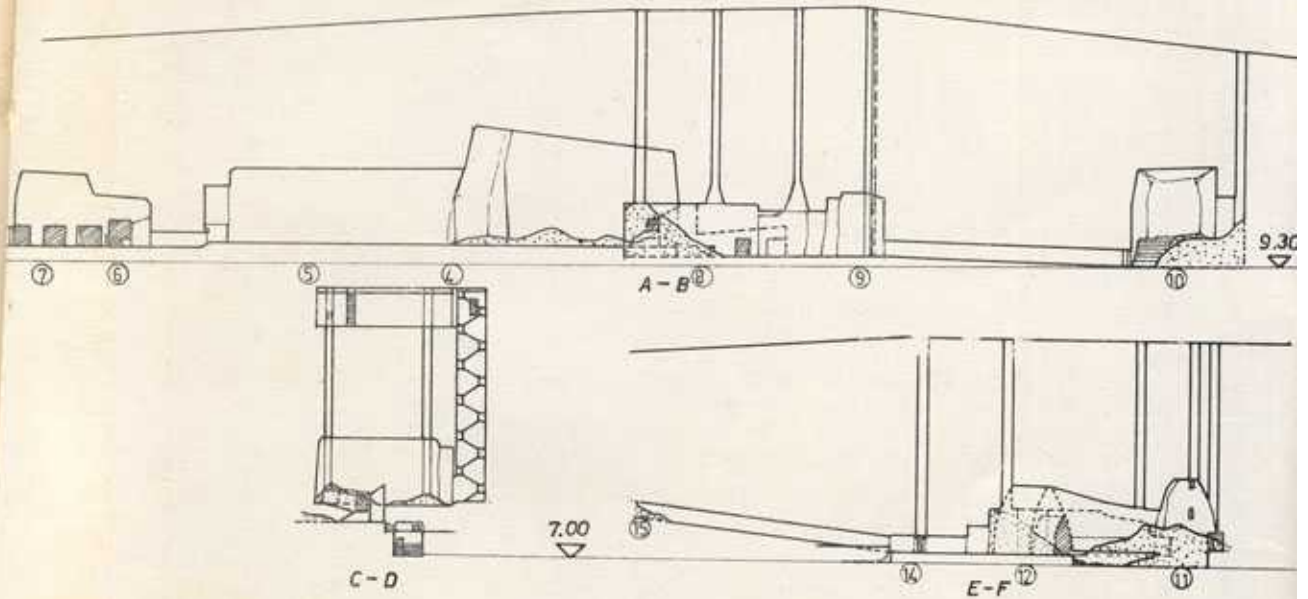
E' stata inoltre accertata la seguente situazione d'instabilità :

- il rivestimento in muratura della volta delle camere n. 1 e 4, ricavata in materiali incoerenti, si presenta piuttosto degradato.

RIPORTO SULLE TAVOLETTE SCALA 1:1.000 - TAV. n° 251

RIFERIMENTO N°	QUOTA PAVIMENTO	QUOTA SOFFITTO	QUOTA DEL TETTO DEL TUFO	QUOTA DEL P.C. SOPRSTANTE	SPESORE DEL TUFO IN CALOTTA	SPESORE DEI MATERIALI SCIOLTI SOPRSTANTI
1	9,10	16,10	15,10	38,00	0,00	21,90
2	9,40	13,50	-	38,00	-	-
3	8,40	14,60	-	38,00	-	-
4	7,20	15,20	14,30	38,00	0,00	22,80
5	10,50	13,10	-	38,00	-	-
6	11,20	12,10	11,20	36,50	0,00	24,40
7	11,20	13,00	-	36,30	-	-
8	11,00	25,00	-	36,00	-	-
9	11,00	21,00	-	36,00	-	-
10	12,20	21,20	-	36,00	-	-
11	13,90	18,50	-	36,00	-	-
12	15,30	18,30	-	36,00	-	-
13	15,30	18,10	-	36,00	-	-
14	15,30	17,80	-	36,00	-	-
15	15,30	18,10	-	36,00	-	-
16	17,50	23,50	-	36,00	-	-
17	14,00	20,00	-	36,00	-	-
18	15,30	18,00	-	36,00	-	-
19	19,60	21,60	19,60	36,00	0,00	14,40

SEZIONI



CARTA DI NAPOLI
TAV. 1:10.000 N° "C"CARTA DI NAPOLI
SEZ. 1:4.000 N° 9/b

UBICAZIONE: VIA MONTESANTO 59 - Da un laboratorio di falegnameria una scala scende negli scantinati da dove si accede alla scala che porta alla cavità

DENOMINAZIONE: CAVITA' A VIA MONTESANTO 59

PROVENIENZA DELLA NOTIZIA: Centro Speleologico Meridionale

GRAFICI ORIGINALI FORNITI DA: PLANIMETRIE N° 1 IN SCALA: 1/250

Centro Speleologico Meridionale PROFILI E SEZIONI N° 7 IN SCALA: 1/250

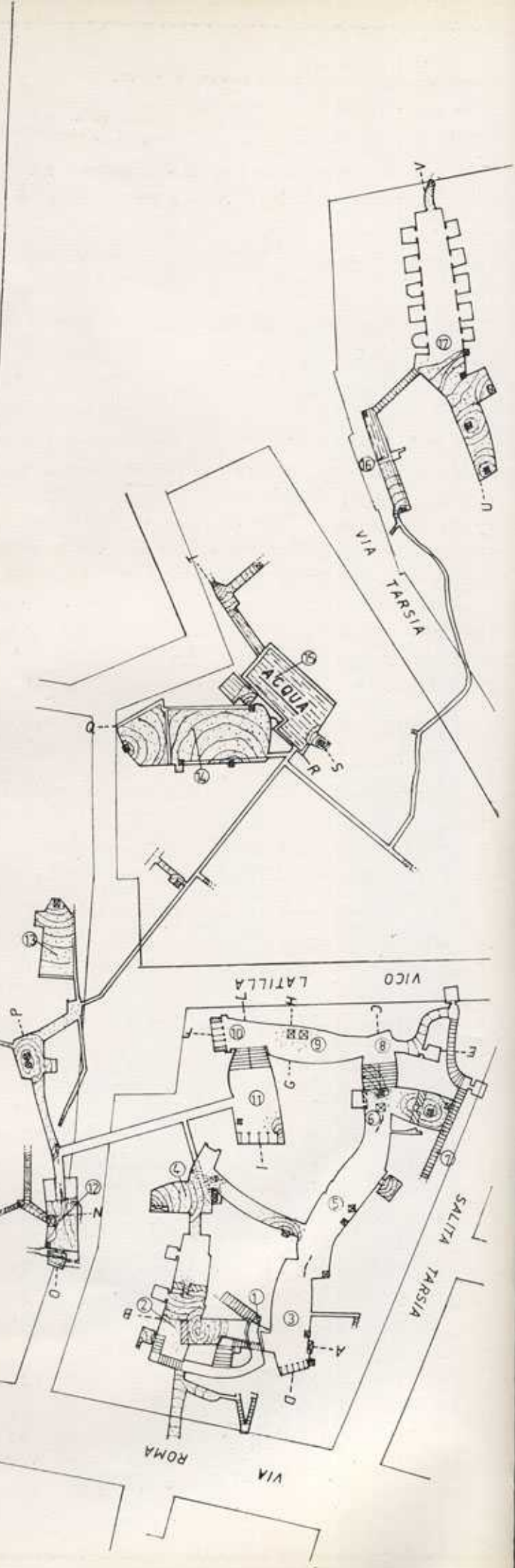
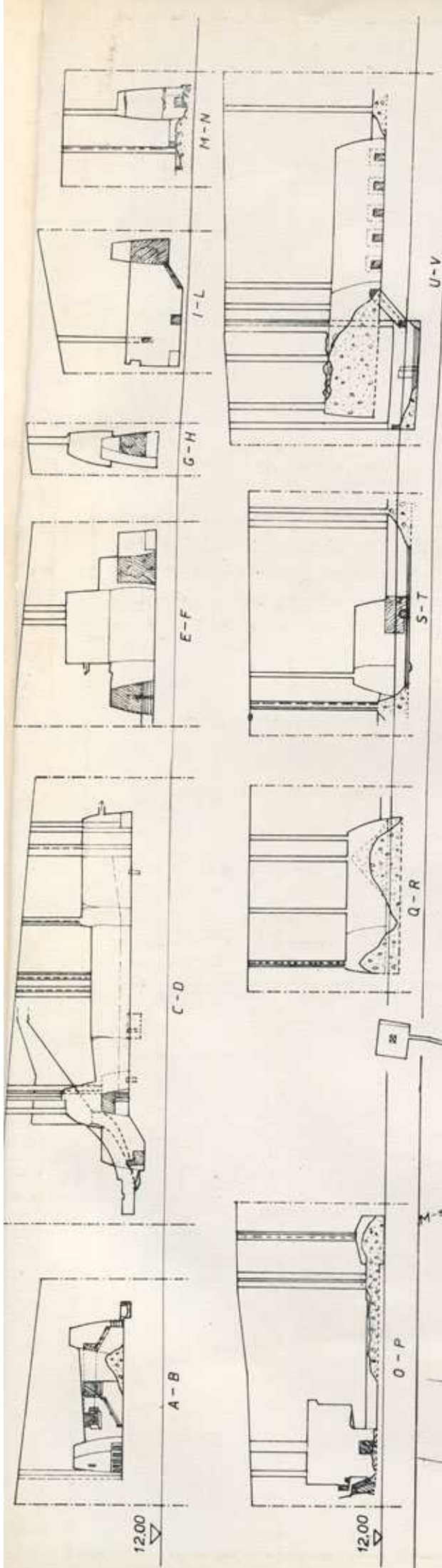
OSSERVAZIONI SULLO STATO DELLA CAVITÀ: situazione riscontrata a fine sett. '67 (da G. Innocenzi):

- coltre livellata di materiali di risulta dello spessore di qualche metro nell'intera cavità;
- notevoli accumuli o conoidi di materiali detritici, scaricati recentemente da numero se canne di pozzo verticali, sono presenti principalmente nelle camere n. 1, 3, 4, 8, 10, 11 e 13; in particolare, i materiali provenienti dal pozzo indicato con F hanno interrotto il passaggio tra il vano n. 10 e 11, mentre altri hanno ostruito il proseguimento dei cunicoli rinvenibili nelle camere n. 6-7, 5, 8, 11, 14 e nei punti indicati con B e 15;
- zone di infiltrazione e perdite d'acqua lungo il corpo di scala e la canna di pozzo verticale nel vano n. 1 e lungo la canna di pozzo verticale del punto 4;
- acqua ristagnante nella piccola cisterna adiacente al corridoio n. 2.

Nella cavità, che si svolge nel tufo giallo litoide, non sono stati rinvenuti dissesti statici di particolare rilievo negli ambienti, nè alle numerose opere murarie di sostegno.

RIPORTO SULLE TAVOLETTE SCALA 1:1.000 - TAV. N° 250

RIFERIMENTO N°	QUOTA PAVIMENTO	QUOTA SOFFITTO	QUOTA DEL TETTO DEL TUFO	QUOTA DEL P.C. SOPRASTANTE	SPESORE DEL TUFO IN CALOTTA	SPESORE DEI MATERIALI SCIOLTI SOPRASTANTI
1	13,70	22,70	-	43,00	-	-
2	10,30	13,80	-	43,00	-	-
3	11,50	24,00	-	43,00	-	-
4	11,50	27,50	-	41,70	-	-
5	11,50	21,50	-	40,70	-	-
6	10,80	17,30	-	38,80	-	-
7	10,80	20,50	-	38,20	-	-
8	10,30	17,30	-	43,00	-	-
9	10,30	18,80	-	43,00	-	-
10	9,30	22,30	-	40,00	-	-
11	7,00	18,50	-	37,00	-	-
12	8,30	17,30	-	37,00	-	-
13	8,30	13,50	-	37,00	-	-
14	8,30	10,30	-	37,00	-	-
15	12,00	14,00	-	35,00	-	-



CARTA DI NAPOLI
TAV. 1:10.000 N° "C"CARTA DI NAPOLI
SEZ. 1:4.000 N° 9/b

UBICAZIONE: VIA ROMA 424 - Nell'androne tra il primo ed il secondo cortile c'è l'accesso agli scantinati dai quali scende la scala per la cavità

DENOMINAZIONE: CAVITA' EX RICOVERO A VIA ROMA 424

PROVENIENZA DELLA NOTIZIA: Centro Speleologico Meridionale

GRAFICI ORIGINALI FORNITI DA:

PLANIMETRIE N° 1

IN SCALA: 1/250

Centro Speleologico Meridionale

PROFILI E SEZIONI N° 15

IN SCALA: 1/250

OSSERVAZIONI SULLO STATO DELLA CAVITÀ: situazione riscontrata a fine sett. '67 :

- coltre livellata di materiali di risulta dello spessore di qualche metro nei vani n. 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14 e 17;
- notevoli accumuli o conoidi di materiali detritici, scaricati recentemente da canne di pozzo verticali, principalmente nei vani contrassegnati con i n. ri 2, 4, 6, 13, 14, 16 e 17, materiali che ostruiscono, inoltre, le prosecuzioni dei cunicoli od inizi di cunicoli rinvenibili negli ambienti n. 2, 3, 12, 13, lungo il tracciato del cunicolo che si svolge tra i punti P, R e la cisterna n. 16 e di quelli indicati con M, T e V;
- infiltrazione di acqua lurida nella camera n. 12;
- acqua ristagnante nelle cisterne contrassegnate con i n. ri 15 e 16.

Nella cavità, ricavata nel tufo giallo lapideo, sono stati riscontrati i seguenti dissesti statici :

- murature di rinforzo del soffitto parzialmente crollate o lesionate, nel vano contrassegnato con il n. 2;
- pilastro d'angolo in muratura crollato, nel vano n. 11.
- scarpinamento con distacchi di roccia della volta del vano tra i punti U e 17.

RIPORTO SULLE TAVOLETTE SCALA 1:1.000 - TAV. N° 250 - 251

RIFERIMENTO N°	QUOTA PAVIMENTO	QUOTA SOFFITTO	QUOTA DEL TETTO DEL TUFO	QUOTA DEL P.C. SOPRASTANTE	SPESSORE DEL TUFO IN CALOTTA	SPESSORE DEI MATERIALI SCIOLTI SOPRASTANTI
1	25,00	27,00	27,50	35,70	0,50	8,20
2	19,20	29,20	-	36,00	-	-
3	19,20	28,20	-	37,00	-	-
4	19,20	28,20	-	36,00	-	-
5	19,20	26,20	-	39,80	-	-
6	19,20	30,60	33,80	42,00	2,70	8,70
7	31,00	36,40	31,00	41,40	-	-
8	16,00	24,00	33,60	42,60	9,60	9,00
9	16,00	32,20	-	40,40	-	-
10	16,00	24,00	-	41,50	-	-
11	13,00	23,00	-	36,50	-	-
12	13,00	24,80	-	35,50	-	-
13	10,20	16,80	-	40,70	-	-
14	10,20	20,20	-	38,40	-	-
15	9,50	19,50	-	39,10	-	-
16	9,50	14,50	-	45,00	-	-
17	17,20	26,40	-	46,40	-	-

Stratigrafie dei sondaggi riportati nella carta geologico-tecnica della città di Napoli

1 - Largo Lala, già piazza Giacomo Leopardi - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,00 = Terreni di riporto; da m. 4,00 a m. 13,20 = Sabbia vulcanica alluvionata e pozzolane a strati; da m. 13,20 a m. 24,45 = Sabbie vulcaniche; da m. 24,45 a m. 25,20 = Lapilli; da m. 25,20 a m. 30,00 = Sabbie; da m. 30,00 a m. 42,00 = Sabbie sottili vulc aniche e pozzolane a strati; da m. 42,00 a m. 50,00 = Sabbie; da m. 50,00 a m. 52,00 = Sabbia con piccolo strato di tufo nero; da m. 52,00 a m. 55,00 — Sabbia vulcanica; da m. 55,00 a m. 57,00 = Strati di pom ice trachitica; da m. 57,00 a m. 98,28 = Sabbia e pozzolana; da m. 98,28 a m. 103,28 = Sabbia vulcanica e pozzolana a strati; da m. 103,28 ad oltre m. 261,00 = Tufo giallo.

2 - Sulla destra (verso Soccavo) di via Nuova Agnano-Miano a 110 m. prima di via Piave - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 16,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

3 - Fuorigrotta - via Consalvo - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 15,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

4 - Parco Comola-Ricci, Coop. Miraglia (fabbricati 1966-67) – (da Impr. Contardi)

da m. 0,00 a m. 0,80 = Pozzolana sciolta con lapillo; da m. 0,80 a m. 1,80 = Lapillo e poca pozzolana; da m. 1,80 a m. 3,30 = Pozzolana sciolta; da m. 3,30 a m. 4,75 = Pozzolana sabbiosa; da m. 4,75 a m. 5,10 = Sabietta fins con tracce di lapillo; da m. 5,10 a m. 8,50 = Pozzolana compatta; da m. 8,50 a m. 10,75 = Sabbione; da m. 10,75 a m. 11,35 = Sabbietta fine; da m. 11,35 a m. 12,10 = Sabbione con poca pozzolana; da m. 12,10 a m. 13,00 = Pozzolana sciolta; da m. 13,00 a m. 16,00 = Tufo.

5 - Via M. da Caravaggio - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 2,00 = Terra di riporto e vegetale; da m. 2,00 a m. 6,00 = “ Tasso ” di pozzolana; da m. 6,00 a m. 7,60 = Pomici; da m. 7,60 a m. 11,00 = “ Tossi ” di pozzolana e pomici stratificati; da m. 11,00 a m. 18,80 = “ Tasso ” di pozzolana arenosa; da m. 18,00 a m. 20,00 = Sabbia vulcanica; da m. 20,00 a m. 23,00 = “ Tassi ” di pozzolana e pomici stratificati. Tufo grigio del III periodo; a m. 23,00 = Tufo giallo.

6 - Via M. da Caravaggio n. 76 - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 12,60 = Terreno di riporto pozzolanico, con sabbia, pietrisco e frammenti di laterizi; da m. 12,60 a m. 18,20 = Pozzolana sabbiosa scura con tracce di minuti elementi di riporto; da m. 18,20 a m. 18,40 = Sabbia fine scura; da m. 18,40 a m. 20,70 = Pozzolana sabbiosa scura, con tracce di riporto; da m. 20,70 a m. 22,10 = Lapilli in pozzolana sabbiosa; da m. 22,10 a m. 29,40 = Pozzolana grigia sabbiosa con lapilli; da m. 29,40 a m. 34,70 = Tufo giallo.

1 - Largo Donn'Anna a Posillipo - (da M. Guadagno: v. bibl. 244) da m. 0,00 a m. 6,00 = Terreno di riporto; da m. 6,00 a m. 15,00 = Pozzolana; da m. 15,00 a m. 16,70 = Pomici; da m. 16,70 a m. 18,60 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; a m. 18,60 = Tufo giallo.

8 - Scuola Pascolato all'incrocio tra via Orazio e via Stazio - (da Impresa Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,80 = Frammenti sottofondo pavimenti; da m. 0,80 a m. 5,15 = Pozzolana bruna con tracce di lapillo; da m. 5,15 a m. 6,60 = Pozzolana grigio-bruna sabbiosa, con lapilli, legg. umida; da m. 6,60 a m. 8,05 = Pozzolana bruna con tracce di lapillo minuto; da m. 8,05 a m. 12,35 = Pozzolana grigia legg. sabbiosa con tracce di lapillo minuto, limosa, legg. umida; da m. 12,35 a m. 13,50 = Pozzolana scura limosa, umida; da m. 13,50 a m. 14,20 = Pozzolana grigia legg. sabbiosa con lapillo minuto; da m. 14,20 a m. 15,00 = Frammenti di laterizi in pozzolana; da m. 15,00 a m. 19,10 = Tufo giallo legg. friabile, con tracce di limo nerastro nei primi 2 metri.

9 - Parco Comola-Ricci, Coop. Miraglia (fabbricati 1966-67) - (da Impr. Contar di)

da m. 0,00 a m. 1,50 = Pozzolana sciolta con tracce di sabbia fine; da m. 1,50 a m. 3,00 = Pozzolana sciolta con tracce di lapillo; da m. 3,00 a m. 4,20 = Pozzolana sciolta; da m. 4,20 a m. 5,50 = Pozzolana con sabbia fine; da m. 5,50 a m. 6,90 = Lapillo con sabbia; da m. 6,90 a m. 8,10 = Pozzolana compatta; da m. 8,10 a m. 9,50 = Pozzolana sciolta; da m. 9,50 a m. 10,80 = Sabbia; da m. 10,80 a m. 13,20 = Pozzolana sabbiosa con trovanti di piccola pezzatura; da m. 13,20 a m. 15,20 = Pozzolana compatta; da m. 15,20 a

m. 16,70 = Pozzolana sciolta con tracce di lapillo; da m. 16,70 a m. 18,50 = Pozzolana sciolta; da m. 18,50 a m. 19,00 = Pozzolana compatta; da m. 19,00 a m. 19,50 = Pozzolana sciolta; da m. 19,50 a m. 20,50 = Pozzolana sciolta con tracce di lapillo; da m. 20,50 a m. 21,80 = Pozzolana chiara; da m. 21,80 a m. 23,20 = Pozzolana sciolta; da m. 23,20 a m. 25,10 = Pozzolana scura con tracce di sabbia fine; da m. 25,10 a m. 26,00 = Pozzolana sciolta con tracce di lapillo.

10 - Cavalcavia della Metropolitana a Mergellina (salita della Grotta)
- (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 3,80 = Terreno di riporto; da m. 3,80 a m. 8,70 = Pozzolana; da m. 8,70 a m. 9,70 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; da m. 9,70 = Tufo giallo.

11 - Piazza Sannazzaro - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 2,50 = Terreno di riporto; da m. 2,50 a m. 14,00 = Sabbia e ciottoli marini con conchiglie; da m. 14,00 a m. 36,00 = Tufo giallastro; da m. 36,00 a m. 40,00 = Sabbie e ciottoli; da m. 40,00 a m. 48,00 = Sabbia grossa con ciottoli e “ straterelli di tufo ”; da m. 48,00 a m. 58,00 = Sabbia grossa mista a “ tufo ”; da m. 58,00 a m. 66,00 = “ Conglomerato azzurro ” (?); da m. 66,00 a m. 70,00 = Conglomerato di sabbia; da m. 70,00 a m. 80,00 = Sabbia grossa; da m. 80,00 a m. 91,00 = Sabbia; da m. 91,00 a m. 108,00 = Tufo giallo; da m. 108,00 a m. 126,00 = Sabbia; da m. 126,00 a m. 199,00 = “ Banco di pomici ” (?); da m. 199,00 a m. 205,00 = Sabbia; da m. 205,00 a m. 214,00 = Sabbia con pomici; da m. 214,00 a m. 252,00 = Terreni vulcanici incoerenti, pomici, lapilli e sabbia marina; da m. 252,00 a m. 265,00 = Sabbia.

12 - Corso Vittorio Emanuele, 670 - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 20,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 20,00 a m. 25,00 = Tufo.

13 - Via Mergellina - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 1,30 = Riporto con tracce di lapillo minuto; da m. 1,30 a m. 2,30 = Riporto misto a sabbietta giallastra; da m. 2,30 a m. 3,20 = Pozzolana sabbiosa; da m. 3,20 a m. 6,00 = Riporto costituito da lapillo, sabbietta, pezzetti di laterizi, ciottoli, pomice; da m. 6,00 a m. 6,30 = Riporto: sabbia, alghe, limo; da m. 6,30 a m. 7,60 = Sabbia limosa azzurrastra; da m. 7,60 a m. 9,20 = Sabbia fine limosa giallastra; da m. 9,20 a m. 12,35 = Tufo compatto.

14 - Corso Vittorio Emanuele, 652 - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 4,00 = Terreno vegetale con strati di pozzolana; da m. 4,00 a m. 6,00 = Pozzolana con lapillo; da m. 6,00 a m. 11,90 = Pozzolana

sabbiosa, da m. 11,90 a m. 18,00 = Pozzolana; da m. 18,00 a m. 21,00 = Pozzolana sabbiosa.

15 - Viale M. Cristina di Savoia - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 15,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

16 - Largo Cangiani, presso il casotto del Dazio - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 1,00 = Terreno di riporto; da m. 1,00 a m. 5,50 = Pozzolana; da m. 5,50 a m. 7,70 = Pomici; da m. 7,70 a m. 13,60 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa e tufo grigio del 3° periodo; a m. 13,60 = Tufo giallo.

17 - Di fronte al civ. 29 di via Pacuvio (Villa Virgiliana) - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 0,20 — Massicciata stradale; da m. 0,20 a m. 1,50 = Terreno di riporto; da m. 1,50 a m. 21,60 = Pozzolana mista a lapillo; da m. 21,60 a m. 24,00 — Tufo.

18 - Via S. Filippo a Ghiaia (palazzo Ottieri) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 24,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

19 - Via M. Semmola, zona Cardarelli - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 3,00 — Terra vegetale; da m. 3,00 a m. 4,40 = Terra vegetale con sabbione; da m. 4,40 a m. 5,00 = Pozzolana chiara con sabbia fine compatta; da m. 5,00 a m. 8,20 = Lapillo con grana grossa; da m. 8,20 a m. 9,00 = Pozzolana sabbiosa con lapillo; da m. 9,00 a m. 10,70 = Pozzolana sabbiosa; da m. 10,70 a m. 11,60 = Pozzolana chiara con sabbia fine compatta; da m. 11,60 a m. 12,00 = Pozzolana scura con sabbia; da m. 12,00 a m. 12,40 = “ Cappellaccio ” di tufo; da m. 12,40 a m. 15,00 = Tufo grigio-verdastro.

20 - Via M. Semmola, zona Cardarelli - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 0,60 = Humus o terra vegetale; da m. 0,60 a m. 1,20 = Lapillo di grana media con sabbia; da m. 1,20 a m. 2,30 = Pozzolana poco sabbiosa; da m. 2,30 a m. 3,10 = Terra pozzolanica rossastra con poco lapillo; da m. 3,10 a m. 4,00 = Pozzolana poco sabbiosa; da m. 4,00 a m. 6,20 = Lapillo piccolo con sabbia grossa; da m. 6,20 a m. 9,30 = Sabbia fine pozzolanica; da m. 9,30 a m. 11,50 = Lapillo grosso; da m. 11,50 a m. 12,70 = Pozzolana fine poco sabbiosa; da m. 12,70 a m. 13,80 = Sabbia pozzolanica con poco lapillo; da m. 13,80 a m. 16,60 = Pozzolana chiara sabbiosa con lapillo; da m. 16,60 a m. 17,80 = Pozzolana sabbiosa scura con lapillo; da m. 17,80 a m. 19,20 = Pozzolana verdastra sabbiosa con

lapillo; da m. 19,20 a m. 19,80 = “ Cappellaccio ” di tufo grigio-verde;
da m. 19,80 a m- 20,50 = Tufo grigio-verde.

21 - Via Fracanzano (palazzo Merolla) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 16,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

22 - Via Cilea (palazzo dell'Immobiliare) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 16,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

23 - Via Belvedere (palazzo Pica) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 20,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

24 - Via Piedigrotta alla Torretta, presso il palazzo S. Rocco - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 5,90 = Terreno di riporto; da m .5,90 a m. 12,00 = Pozzolana; da m. 12,00 a m. 19,40 = Sedimento lacustre con detrito veg. misto a pomice.

25 - Via A. Falcone (palazzo Mannella) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 16,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

26 - Via Tasso (pai. Tagliatela) - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 3,20 = Scavo esistente; da m. 3,20 a m. 19,30 = Terreno pozzolanico di riporto con zone sabbiose; da m. 19,30 a m. 23,15 = Tufo giallo notevolmente fessurato, di consistenza variabile.

27 - Via Gemito (case dei senza-tetto) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 15,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

28 - Via Cilea (pai. Tucci) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 18,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

29 - Corso Vittorio Emanuele 122/A - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,20 = Massicciata; da m. 0,20 a m. 6,90 = Terreno di riporto pozzolanico con pietre tufacee; da m. 6,90 a m. 7,80 = Come sopra, molto umido; da m. 7,80 a m. 9,00 = Terreno di riporto pozzolanico con pietre tufacee; da m. 9,00 a m. 15,70 = Pozzolana sabbiosa con lapillo; da m. 15,70 a m. 17,20 = Come sopra, molto umida; da m. 17,20 a m. 19,00 =

Pozzolana sabbiosa con lapillo; da m. 19,00 a m.20,60 = Pozzolana sabbiosa con lapillo e abbondante sostanza organica bagnata; da m. 20,60 a m. 21,20 = Tufo.

30 - Via Arco Mirelli - Monastero Suore della Carità - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 6,30 = Terreno di riporto; da m. 6,30 a m. 11,50 = Pozzolana; da m. 11,50 a m. 13,00 = Pomici; da m. 13,00 a m. 17,60 = “ Tasso ” sabbioso; da m. 17,60 a m. 18,50 = Pomici; da m. 18,50 a m. 22,20 = Pozzolana e pomici a strati.

31 - Am.34a valle del n. civ. 148 di via Orazio, sul marciapiede di valle - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 0,60 = Massicciata stradale; da m. 0,60 a m. 4,40 = Riporto; da m. 4,40 a m. 5,80 = Pozzolana mista a sabbia; da m. 5,80 a m. 8,00 = Pozzolana; da m. 8,00 a m. 9,50 = Pozzolana mista a sabbia; da m. 9,50 a m. 12,00 = Pozzolana mista a lapillo; da m. 12,00 a m. 13,50 = Pozzolana umida; da m. 13,50 a m. 15,00 = Pozzolana mista a lapillo; da m. 15,00 a m. 16,00 — Lapillo; da m. 16,00 a m. 19,00 = Pozzolana; da m. 19,00 a m. 23,00 = Sabbietta pozzolanica; da m. 23,00 a m. 29,50 = Pozzolana.

32 - Via S. Giacomo dei Capri (pai. Mercadante) - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 4,00 = Terreno vegetale e lapillo; da m. 4,00 a m. 5,50 = Pozzolana sciolta; da m. 5,50 a m. 8,50 = Pozzolana sciolta; da m. 8,50 a m. 12,00 = Lapillo; da m. 12,00 a m. 15,00 = Pozzolana; da m. 15,00 a m. 17,20 = Tufo.

33 - Via Michelangelo Schipa - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 7,90 = Terreno di riporto con pietre di varie dimensioni e qualità; da m. 7,90 a m. 9,90 = Terra sabbiosa; da m. 9,90 a m. 10,70 = Pozzolana e lapillo; da m. 10,70 a m. 11,30 = Sabbia con tracce di lapillo; da m. 11,30 a m. 12,50 = Pozzolana bianca; da m. 12,50 a m. 13,00 = Pozzolana, sabbia e lapillo; da m. 13,00 a m. 13,80 = Pozzolana con tracce di sabbia; da m. 13,80 a m. 15,90 = Lapillo grosso con sabbione e tracce di pozzolana; da m. 15,90 a m. 19,30 Pozzolana bianca; da m. 19,30 a m. 22,00 — Pozzolana sabbiosa con tracce di lapillo; da m. 22,00 a m. 24,50 = Pozzolana bianca con tracce di lapillo.

34 - Via P. Castellino presso il ponte (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 3,10 = Terreno di riporto; da m. 3,10 a m. 10,10 = Pozzolana; da m. 10,10 a m. 13,80 = “ Tasso ” di pozzolana con sabbia a m. 13,80 = Tufo giallo.

35 - Via B. Cavallino (pai. Del Gaudio) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 10,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 10,00 a m. 15,00 = Tufo.

36 - Via Ugo Palermo (IACP) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 3,10 = Terreno vegetale; da m. 3,10 a m. 6,50 = Sabbia fine; da m. 6,50 a m. 6,95 = Pozzolana chiara; da m. 6,95 a m. 7,55 = Sabbia, lapillo e ciottoli; da m. 7,55 a m. 8,65 = Pozzolana mista a terra giallastra; da m. 8,65 a m. 14,10 = Pozzolana chiara mista a poco lapillo; da m. 14,10 a m. 15,70 = Sabbia fine mista a terra giallastra; da m. 15,70 a m. 19,20 = Sabbia fine; da m. 19,20 a m. 19,50 = Tufo giallastro.

37 - Via Ugo Palermo (IACP) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 1,00 = Terra vegetale; da m. 1,00 a m. 3,10 = Terreno di riporto; da m. 3,10 a m. 7,70 = Pozzolana sabbiosa; da m. 7,70 a m. 9,20 = Pozzolana chiara con tracce di lapillo; da m. 9,20 a m. 10,00 = Terreno rosso con tracce di lapillo minuto; da m. 10,00 a m. 10,50 = Tufo giallastro.

38 - Via Ugo Palermo (IACP) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 1,70 = Terra vegetale; da m. 1,70 a m. 4,70 = Terreno di riporto; da m. 4,70 a m. 7,30 = Lapillo; da m. 7,30 a m. 10,90 = Pozzolana bianca e lapillo; da m. 10,90 a m. 11,50 = Tufo giallastro.

39 - Via Luca Giordano (Scuola Vanvitelli) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 3,00 = Riporto e terra vegetale; da m. 3,00 a m. 7,50 = Terra scura mista a poca pozzolana; da m. 7,50 a m. 9,00 = Terra nera mista a qualche traccia di lapillo; da m. 9,00 a m. 10,00 = Pozzolana scura; da m. 10,00 a m. 11,00 = Pozzolana chiara; da m. 11,00 a m. 12,20 = Sabbia scura; da m. 12,20 a m. 14,00 = Lapillo; da m. 14,00 a m. 14,80 = Pozzolana chiara; da m. 14,80 a m. 16,00 = Sabbia scura; da m. 16,00 a m. 17,00 = Pozzolana chiara; da m. 17,00 a m. 18,20 = Lapillo misto a poca sabbia; da m. 18,20 a m. 19,30 = Lapillo; da m. 19,30 a m. 20,80 = Pozzolana sabbiosa; da m. 20,80 a m. 22,00 = Sabbia scura.

40 - Via Luca Giordano (pai. SIEN) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 22,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

41 - Via Cimarosa (pai. Cotronei) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 20,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

42- Via Orazio, a valle del civ. 151/148 - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 2,50 = Riporto; da m. 2,50 a m. 10,50 = Muratura; da m. 10,50 a m. 12,80 = Pozzolana mista a lapillo; da m. 12,80 a m. 15,00 = Pozzolana.

43 - Via Orazio, a monte dell'inizio di via M. Felice – Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 1,00 = Massetto e vespaio di “ scordoni ”; da m. 1,00 a m. 5,00 = Pozzolana mista a riporto di tufo; da m. 5,00 a m. 11,00 = Pozzolana; da m. 11,00 a m. 13,00 = Sabbia; da m. 13,00 a m. 16,00 = Tufo.

44- Villa Comunale (di fronte via Palasciano) - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 1,40 = Riporto; da m. 1,40 a m. 3,00 = Sabbia scura limosa; da m. 3,00 a m. 5,50 = Sabbione scuro; da m. 5,50 a m. 8,10 = Sabbia scura; da m. 8,10 a m. 9,20 = Sabbia a grana grossa con tracce di lapillo; da m. 9,20 a m. 10,15 = Sabbia fine grigiastra; da m. 10,15 a m. 10,80 = Sabbia a grana grossa con tracce di lapillo; da m. 10,80 a m. 14,65 = Tufo abbastanza compatto: azzurrastro inizialmente, poi giallastro, di nuovo azzurrastro negli ultimi 10-15 crn. (Da notare che questo giallastro si presenta più duro).

45- Villa Comunale (di fronte al vico 3° S. Maria in Portico) - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 2,80 = Terreno vegetale e di riporto; da m. 2,80 a m. 16,40 = Sabbia fine; da m. 16,40 a m. 18,20 = Sabbia argillosa; da m. 18,20 a m. 24,00 = Sabbia fine; da m. 24,00 a m. 24,40 = Pomici sciolte; da m. 24,40 a m. 30,30 = Sabbia argillosa; da m. 30,30 a m. 49,00 = Tufo giallo verdognolo, lapideo; da m. 49,00 a m. 64,20 = Tufo giallo; da m. 64,20 a m. 79,50 = Tufo verde.

46- Via Catullo - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 0,20 = Massicciata stradale; da m. 0,20 a m. 6,50 = Pozzolana; da m. 6,50 a m. 11,50 = Muratura di tufo; da m. 11,50 a m. 12,50 = Pozzolana; da m. 12,50 a m. 14,00 = Tufo (“ cappellaccio ”); da m. 14,00 a m. 14,70 = Tufo.

47- Via S. Gennaro ad Antignano - Nuova sede INAM (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 1,82 = Terreno vegetale con tracce di sabbia finissimo; da m. 1,82 a m. 5,73 = Terreno vegetale con pozzolana; da m. 5,73 a m. 6,11 = Vuoto; da m. 6,11 a m. 6,29 = Terreno pozzolanico; da m. 6,29 a m. 13,70 = Pozzolana con tracce di lapillo; da m. 13,70 a m. 20,10 = Sabbia fine; da m. 20,10 a m. 21,00 = Sabbia grossa; da m.

21,00 a m. 24,95 = Sabbia con presenza di limo; da m. 24,95 a m. 27,67 = Sabbia scura; da m. 27,67 a m. 30,62 - Tufo giallo; da m. 30,62 a m. 32,42 - Tufo azzurastro; da m. 32,42 a m. 33,00 = Tufo giallo.

48- Piazza Vanvitelli - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 3,90 = Terreno di riporto; da m. 3,90 a m. 11,70 = Pozzolana; da m. 11,70 a m. 15,20 - “ Tasso ” sabbioso; a m. 15,20 = Tufo giallo.

49- Piazza Medaglie d'Oro, a ridosso dell'aiuola centrale - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 1,10 = Pavimentazione e sottofondo stradale; terreno vegetale; da m. 1,10 a m. 4,50 = Pozzolana con livelli di pomici; da m. 4,50 a m. 6,00 = Grosse pomici; da m. 6,00 a m. 7,20 = Pozzolana bruna; da m. 7,20 a m. 8,00 = Sabbia con pomici; da m. 8,00 a m. 9,00 = Pozzolana con pomici; da m. 9,00 a m. 18,50 = Pozzolana probabilmente con pomici alternate; da m. 18,50 a m. 20,00 = Sabbia; da m. in. 20,00 a m. 21,50 = Tufo giallo, poroso, tenero (“ mappamonte ”); da m. 21,50 a m. 24,00 = Tufo giallo sempre più resistente passante a tufo verde.

50- Piazza Amedeo (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 1,20 = Terreno di riporto; da m. 1,20 a m. 6,10 Pozzolana; da m. 6,10 a m. 14,05 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; a m. 14,05 Tufo giallo.

51- Viale delle Acacie (Scuola Sannazzaro) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 0,80 = Terra di riporto; da m. 0,80 a m. 2,50 = Lapillo misto a sabbia; da m. 2,50 a m. 3,70 = Pozzolana sabbiosa; da m. 3,70 a m. 8,00 = Pozzolana chiara; da m. 8,00 a m. 12,00 = Tufo.

52- Via Cimarosa, 29 - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,50 — Pavimentazione; da m. 0,50 a m. 11,50 = Muratura di tufo; da m. 11,50 a m. 18,25 = Tufo giallastro.

53- Via Catullo - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 1,00 = Massetto e vespaio; da m. 1,00 a m. 3,50 = Terreno di riporto; da m. 3,50 a m. 5,50 = Pozzolana; da m. 5,50 a m. 12,50 = Riporto bagnato e muratura non buona; da m. 12,50 a m. 15,00 = Pozzolana bagnata; a m. 15,00 = Tufo.

54- Via Vittoria Colonna (pai. Capaldo) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 16,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

55- Vico Caciottoli (pai. Mirante) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 14,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

56- Via S. Pasquale a Ghiaia (pai. Vitale) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 17,50 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

57- Via Catullo - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 1,00 = Massetto stradale e vespaio; da m. 1,00 a m. 12,30 = Pozzolana; da m. 12,30 a m. 13,00 = Tufo.

58- Via Bonito, 21 (Hotel S. Elmo) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 6,70 = Terreno di riporto recente; da m. 6,70 a m. 7,20 = Pozzolana di riporto; da m. 7,20 a m. 8,10 = Terreno vegetale antico; da m. 8,10 a m. 9,00 = Pozzolana sabbiosa; da m. 9,00 a m. 11,00 = Sabbia sottile; da m. 11,00 a m. 12,30 = Pozzolana e sabbia fine; da m. 12,30 a m. 13,40 = Lapillo fine e pozzolana; da m. 13,40 a m. 15,00 = Sabbia fine; da m. 15,00 a m. 15,90 = Sabbia; da m. 15,90 a m. 20,50 = Pozzolana; da m. 20,50 a m. 21,40 = Sabbia vulcanica; da m. 21,40 a m. 23,80 = Pozzolana con tracce di lapillo fine; da m. 23,80 a m. 24,60 = Pozzolana scura; da m. 24,60 a m. 25,30 = Pozzolana bianca sabbiosa; da m. 25,30 a m. 26,10 = Tufo.

59- Via Morghen, presso la Stazione della Funicolare - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 2,70 = Terreno di riporto; da m. 2,70 a m. 9,80 = Pozzolana; da m. 9,80 a m. 11,40 = Pomici; a m. 11,40 = Tufo giallo.

60- Via Gonfalone presso Villa del Canneto - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,90 = Terreno di riporto; da m. 4,90 a m. 14,30 = Pozzolana; da m. 14,30 a m. 15,50 = Pomici; da m. 15,50 a m. 18,90 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; a m. 18,90 = Tufo giallo.

61- Via Catullo - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 1,00 = Massetto stradale e vespaio; da m. 1,00 a m. 13,00 = Pozzolana compatta; da m. 13,00 a m. 14,00 = Tufo.

62- Corso Vittorio Emanuele, presso S. Maria Apparente - (da M. Guadagno ; v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 2,40 = Terreno di riporto; da m. 2,40 a m. 3,30 = Pozzolana e pomici; a m. 3,30 = Tufo giallo.

63- Via Nevio - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 22,72 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 22,72 = Tufo.

64 - Vico Paradiso alla Salute - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,20 = Terreno di riporto; da m. 4,20 a m. 11,60 = Pozzolana; da m. 11,60 a m. 13,30 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; da m. m. 13,30 a b. 14,80 = Pomici; a m. 14,80 = Tufo giallo.

65 - Via dei Mille, inizio rampe Brancaccio - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 1,90 = Terreno di riporto; da m. 1,90 a m. 13,20 - Pozzolana; da m. 13,20 a m. 15,00 = Pomici; da m. 15,00 a m. 20,20 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa.

66 - Vico Belledonne a Ghiaia - Ex bagni Gautier - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 1,60 = Terreno vegetale; da m. 1,60 a m. 2,70 = Pozzolana; da m. 2,70 a m. 5,62 = “ Tasso ” di pozzolana; da m. 5,62 a a m. 14,25 = Sabbie e pomici; da m. 14,25 a m. 17,32 = Sabbia e ghiaia; da m. 17,32 a m. 19,72 = Pozzolana, ghiaia e pomici; da m. 19,72 a m. 26,46 = Ghiaia, sabbia e pomici; da m. 26,46 a m. 29,22 = Pozzolana e pomici; da m. 29,22 a m. 31,52 = Pozzolana; da m. 31,52 a m. 33,12 = Pozzolana e pomici; da m. 33,12 a m. 53,12 — Tufo giallo; da m. 53,12 a m. 70,12 = Tufo verde; da m. 70,12 a m. 72,66 = Pozzolana; da m. 72,66 a m. 86,62 — Sabbia vulcanica; da m. 86,62 a m. 93,42 — Tufo argilloso grigio rossastro; da m. 93,42 a m. 100,42 = Sabbia con lapilli e ciottoli di lava; da m. 100,42 a m. 102,92 = Sabbia e lapilli; da m. 102,92 a m. 108,92 - Sabbia grossa.

67 - Piazza Vittoria - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 3,70 = Terreno di riporto; da m. 3,70 a m. 30,60 = Sabbie alluvionali; da m. 30,60 a m. 86,50 = Tufo giallo cui segue alla base il tufo verde; da m. 86,50 a m. 227,00 = Terreni vulcanici incoerenti; da m. 227,00 a m. 254,20 - Cineriti più o meno compatte con conchiglie e residui di organismi marini.

68 - Via B. De Falco a Materdei (pai. Talamo) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 19,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

69 - Via M. R. Imbriani (pai. Zenga) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 12,00 - Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 12,00 a m. 20,00 = Tufo.

70- Gruppo di sondaggi - via M. R. Imbriani (pal. Merolla) - (da Impr. SACIF)

Spessore dei materiali sciolti di copertura variabile da ni. 0,00 a m. 4,00; sotto, il tufo giallo.

71- Fabbricati S.C.E.C, tra via Ventaglieri e salita S. Antonio ai Monti - (da Impr. S.C.E.C.)

da ni. 0,00 a ni. 9,10 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 9,10 a m. 28,90 = Tufo; da m. 28,90 a m. 32,00 = Vuoto.

72- Via Capece Scipione - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 19,20 = Materiali sciolti 'di copertura non meglio specificati; a m. 19,20 = Tufo.

73- Corso Vittorio Emanuele, 580 - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,90 = Terreno di riporto; da m. 0,90 a m. 12,00 = Tufo giallo; da m. 12,00 a m. 13,70 = Vuoto; da m. 13,70 a m. 16,30 = Tufo giallo.

74- Via Generale Parisi (ex piazza Nunziatella) - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 13,00 = Terreno di riporto, pozzolana e pomici; a m. 13,00 = Tufo giallo.

75- Via N. Tommaseo - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 7,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 7,00 a m. 15,00 = Tufo.

76- Via Partenope - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 4,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 4,00 a m. 20,00 = Tufo.

77- Piazzetta Materdei - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 6,10 = Terreno di riporto; da m. 6,10 a m. 9,50 = Pozzolana; da m. 9,50 a m. 10,60 = Lapillo; da m. 10,60 a m. 11,90 = Pozzolana; da m. 11,90 a m. 15,30 = " Tasso " di pozzolana sabbiosa.

78- Piazza Montesanto, presso la Funicolare - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,10 = Terreno di riporto; da m. 4,10 a m. 7,80 = Pozzolana; da m. 7,80 a m. 8,40 = Trovante lapideo; da m. 8,40 a m. 12,50 = " Tasso " di pozzolana sabbiosa; a m. 12,50 = Tufo giallo.

79 - Osp. Militare (SS. Trinità), zona tra lo spaccio e la farmacia - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 3,50 = Terreno vegetale; da m. 3,50 a m. 10,00 = Terreno pozzolanico molto sabbioso; da m. 10,00 a m. 13,50 = Pozzolana scura sabbiosa; da m. 13,50 a m. 15,00 = Sabbia nera; da m. 15,00 a m. 38,04 = Pozzolana con tracce di lapillo.

80 - Vico Tofa - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 5,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 5,00 a m. 25,00 = Tufo.

81 - Via Monte di Dio (ang. via della Nunziatella) - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 1,70 = Terreno di riporto; da m. 1,70 a m. 4,20 = Pozzolana trachitica; da m. 4,20 a m. 5,40 = Strateretli di pozzolana e pomici; da m. 5,40 a m. 5,80 = Pomici trachitiche; da m. 5,80 a m. 8,50 = Pozzolana sabbiosa; da m. 8,50 a m. 9,00 Sabbia vulcanica; da m. 9,00 a m. 9,45 = Pozzolana; da m. 9,45 a m. 10,50 = Sabbia vulcanica; da m. 10,50 a m. 11,10 = Tufo grigio del 3° periodo; da m. 11,10 a m. 50,28 = Tufo giallo.

82 - Via Partenope (Albergo Royal) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 20,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

83 - Piazza Pignasecca (presso l'edicola) - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 7,20 = Terreno di riporto; da m. 7,20 a m. 15,55 = Pozzolana; da m. 15,55 a m. 16,95 = " Tasso " di pozzolana sabbiosa; a m. 16,95 = Tufo giallo.

84 - Via Pallonetto a S. Lucia, a metà circa tra vico Solitaria e via Solitaria - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 1,20 = Sabbie vulcaniche alluvionali e pomici; da m. 1,20 a m. 11,20 = Pozzolane trachitiche con strati di pozzolana e sabbie verso il basso; da m. 11,20 a m. 13,05 = Sabbia vulcanica trachitica; da m. 13,05 a m. 13,55 = Tufo grigio del 3° periodo; da m. 13,55 a m. 34,20 = Tufo giallo.

85 - Via Partenope (Albergo Royal) - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,20 = Terreno di riporto; da m. 4,20 a m. 7,90 = Pozzolana; da m. 7,90 a m. 8,20 = Pomice; da m. 8,20 a m. 9,30 = Sabbia fine; a m. 9,30 = Tufo giallo.

86 - Piazza Carità - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 7,45 = Terreno di riporto; da m. 7,45 a m. 14,35 = Pozzolana; da m. 14,35 a m. 15,90 = Pomici; da m. 15,90 a m. 18,30 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; a m. 18,30 = Tufo giallo.

87- Via Roma, palazzo Motta - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 29,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

88- Via Roma, ang. via S. Brigida - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,60 = Terreno di riporto; da m. 4,60 a m. 11,80 = Pozzolana; da m. 11,80 a m. 13,55 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; a m. 13,55 = Tufo giallo.

89- Piazzetta D. Salazar, cortile Ist. Artistico - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 20,00 = Stratificazioni di pozzolana e sabbia e tufo grigio del 3° periodo; a m. 20,00 = Tufo giallo.

90- Borgo Marinaro (S. Lucia), strada di accesso - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,25 = Basolato; da m. 0,25 a m. 0,45 = Pietrame nero durissimo; da m. 0,45 a m. 3,25 = Muratura di tufo a calcestruzzo pozzolanico; da m. 3,25 a m. 4,00 = Sabbia limosa con tracce di lapillo; da m. 4,00 a m. 7,20 = Trovanti misti a ghiaietto, sabbia e conchiglie; da m. 7,20 a m. 10,00 = Pozzolana sabbiosa giallastra con tracce di lapillo.

91- Borgo Marinaro (S. Lucia) - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,25 = Basolato; da m. 0,25 a m. 2,05 = Riporto sabbioso; da m. 2,05 a m. 3,00 = Trovanti misti a pomici; da m. 3,00 a m. 3,15 = Tufo tenero azzurastro; da m. 3,15 a m. 3,30 = Sabbia nerastra; da m. 3,30 a m. 5,90 = Scogliera; da m. 5,90 a m. 7,00 = Sabbia scura; da m. 7,00 a m. 7,50 = Tufo tenerissimo; da m. 7,50 a m. 8,20 = Sabbia scura molto limosa; da m. 8,20 a m. 10,50 = Sabbia scura leggermente limosa.

92- Piazza Dante - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 5,35 = Terreno di riporto; da m. 5,35 a m. 11,10 = Pozzolana; da m. 11,10 a m. 11,65 = Trovante lapideo (incluso); da m. 11,65 a m. 16,55 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; a m. 16,55 = Tufo giallo.

93- Via S. Anna dei Lombardi, ang. calata Trinità Maggiore (pai. Oueri) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 19,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

94- Angolo tra via Roma e via Forno Vecchio (Banco di Napoli) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 0,40 = Solaio; da m. 0,40 a m. 3,10 = Vuoto cantinato; da m. 3,10 a m. 6,80 = Riporto; da m. 6,80 a m. 17,50 = Pozzolana scura con scarsi granuli di lapillo; da m. 17,50 a m. 27,90 - Tufo di media consistenza.

95- Palazzo E.N.E.L. a via R. Braccio, angolo via M. Capuano – (da F. Meo: v. bibl. 319)

da m. 0,00 a m. 7,00 - Terreno di riporto; da m. 7,00 a m. 17,90 = Pozzolana sabbiosa e lapillo; da m. 17,90 a m. 23,00 = Pozzolana; da m. 23,00 a m. 28,50 = Sabbia; da m. 28,50 a m. 37,00 = Lapillo e sabbia vulcanica; da m. 37,00 a m. 69,00 = Tufo giallo; da m. 69,00 a m. 90,80 = Tufo verde; da m. 90,80 a m. 95,30 = Piperno; da m. 95,30 a m. 135,00 = Pozzolana sabbiosa

96- Via Capece Scipione - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 14,90 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 14,90 = Tufo.

97- Piazza Plebiscito, pai. Reale - (da G. D'Erasmus : v. bibl. 175)

da m. 0,00 a m. 1,00 = Terreno vegetale; da m. 1,00 a m. 16,50 = Materiale di riporto, pozzolana e lapilli grigi; da m. 16,50 a m. 69,00 = Tufo trachitico giallo, in masse compatte; da m. 69,00 a m. 102,40 = Tufo verdognolo; da m. 102,40 a m. 108,00 — Tufo trachitico bigio, friabile; da m. 108,00 a m. 112,00 = Sabbie vulcaniche mescolate con minuti frammenti di trachite; da m. 112,00 a m. 112,40 = Ceneri vulcaniche, di colar bigio; da m. 112,40 a m. 114,70 = Tufo trachitico bigio, friabile; da m. 114,70 a m. 115,70 = Tufo trachitico grigio-gialliccio, friabile, a grana finissima; da m. 115,70 a m. 116,00 = Tufo trachitico bigio, incoerente, mescolato a pomici; da m. 116,00 a m. 119,50 = Sabbia vulcanica grigia, con ciottoli; da m. 119,50 a m. 120,00 = Tufo trachitico grigia-scuro, friabile; da m. 120,00 a m. 121,80 = Tufo vulcanico sciolto, a grana fine, bigio; da m. 121,80 a m. 122,50 = Tufo trachitico sciolto, con piccole pomici arrotondate; da m. 122,50 a m. 124,00 = Sabbia vulcanica, grigio-scuro; da m. 124,00 a m. 125,00 = Sabbia vulcanica fine, grigio-chiara, con ciottolini trachitici, scuri; da m. 125,00 a m. 131,30 = Tufo vulcanico sciolto, con frammenti di trachite; da m. 131,30 a m. 132,30 = Tufo trachitico sciolto, grigio; da m. 132,30 a m. 133,50 = Tufo vulcanico sciolto, grigio-chiaro, alquanto argilloso, con piccoli frammenti di trachite; da m. 133,50 a m. 136,50 = Tufo vulcanico grigio, argilloso e friabile; da m. 136,50 a m. 137,30 = Tufo trachitico sciolto, bigio; da m. 137,30 a m. 141,50 = Tufo trachitico sciolto, grigio-chiaro; da m. 141,50 a m. 143,70 = Tufo vulcanico, grigio-nerastro, a grana fine con pomici arrotondate e frammenti di rocce vulcaniche (trachiti,

tufo verde, ecc.); da m. 143,70 a m. 145,00 = Tufo vulcanico, grigio-scuro, a grana finissima; da m. 145,00 a m. 149,50 = Tufo vulcanico, bigio-scuro, friabile, con frammenti di bivalvi (pettinidi); da m. 149,50 a m. 150,50 = Sabbia vulcanica fina, grigio-scura; da m. 150,50 a m. 153,50 = Tufo vulcanico bigio, friabile; da m. 153,50 a m. 154,00 = Sabbia vulcanica, con piccole pomici arrotondate; da m. 154,00 a m. 157,25 = Tufo trachitico bigio, friabile; da m. 157,25 a m. 158,15 = Tufo vulcanico sciolto, con piccole pomici arrotondate e frammenti di trachite; da m. 158,15 a m. 159,85 = Tufo trachitico grigio, friabile; da m. 159,85 a m. 161,00 = Tufo vulcanico bigio, friabile, con frammenti di pettinidi; da m. 161,00 a m. 166,70 = Tufo trachitico grigio, friabile; da m. 166,70 a m. 169,50 = Tufo vulcanico grigio, sciolto; da m. 169,50 a m. 171,00 = Tufo vulcanico sabbioso, grigio-scuro con ciottoli arrotondati, più spesso trachitici; da m. 171,00 a m. 171,50 = Tufo vulcanico sciolto, grigio-chiaro con ciottoletti arrotondati e pomici; da m. 171,50 a m. 172,00 = Tufo vulcanico grigio, friabile, con frammenti angolosi di ciottoli trachitici; da m. 172,00 a m. 174,50 = Tufo vulcanico grigio, sciolto, da m. 174,50 a m. 177,00 = Tufo trachitico grigio, friabile; da m. 177,00 a m. 181,50 = Tufo vulcanico sciolto, grigio-chiaro, con lapilli biancastri; da m. 181,50 a m. 182,00 = Tufo vulcanico bigio, friabile, con ciottoli trachitici non arrotondati; da m. 182,00 a m. 194,00 = Tufo vulcanico bigio, friabile, con pomici e trachite; da m. 184,00 a m. 185,00 = Come sopra con lapilli e piccoli frammenti di trachite; da m. 185,00 a m. 189,50 = e. s. a grana fine, con piccoli lapilli trachitici (un frammento ha aspetto pipernoide); da m. 189,50 a m. 195,50 = e. s. con molte pomici e frammenti di trachite (una vena dello spessore di 10 a 20 cm. di tufo bruno argilloide a 194,50 m. di profondità); da m. 195,50 a m. 201,50 = Sabbia trachitico grossa grigio-chiaro, un pò argillosa, con pomici e ciottoli di trachite; da m. 201,50 a m. 205,40 = Sabbia di antica spiaggia, con piccole pomici, frammenti di cristalli di sanidino, ciottoli di trachite, pagliuzze di biotite, ecc.; da m. 205,40 a m. 212,40 = Tufo vulcanico, gialliccio in massa; da m. 212,40 a m. 216,50 = Tufo vulcanico grigio-chiaro, sabbioso, a grana piuttosto fina; da m. 216,50 a m. 220,50 = Tufo vulcanico argilloide, bigio, da m. 220,50 a m. 224,50 = Tufo vulcanico biglia, friabile, con frammenti di trachite e di tufo grigio - rossastro; da m. 224,50 a m. 227,00 = Tufo vulcanico argilloide grigio, e sabbia di lavaggio grigio-scura con abbondantissimi frammenti di conchiglie; da m. 227,00 a m. 228,00 = Tufo vulcanico bigio, friabile; da m. 228,00 a m. 234,00 = Tufo vulcanico grigio-scuro, argilloide, e sabbia di lavaggio frammista a molti piccoli ciottoli, a frammenti di tufo e granuli di materiali vulcanici diversi fra cui vetri, pomici, augite, feldspati, mica, ecc.; da m. 234,00 a m. 247,00 = e. s. e sabbia di lavaggio con piccole pomici bianche, frammenti di tufo ed altri sottili materiali; da m. 247,00 a m. 249,50 = Tufo vulcanico bigio-scuro, friabile, e sabbia di lavaggio grigio-verdastra, con rari frammenti di pomici ma più abbondanti materiali di cui sopra; da m. 249,50 a m. 250,35 = Tufo vulcanico

argilloide, grigia-chiaro, alquanto sabbioso; da m. 250,35 a m. 252,32 = e. s. ma più compatto e sabbia di lavaggio e. s. ma più fina; da m. 252,32 a m. 263,40 = Arenaria calcarea grigia, friabile; da m. 263,40 a m. 276,50 = Arenaria grigia, prevalentemente calcarea, con grossi ciottoli calcarei, altri più piccoli di rocce vulcaniche, pomici, ecc. A m. 265,63, una arenaria micaceo-grigio-rossastra, fortemente argillosa. A m. 272,00 ciottoli di un'arenaria silicea, a cemento calcareo ed a grana finissimo; da m. 276,50 a m. 276,60 = Arenaria calcarea a grana molto fina, tenace; da m. 276,60 a m. 278,30 = Sabbia marnosa grigia con granuli silicei e squamette di mica con foraminiferi, da m. 278,30 a m. 278,38 = Calcare sabbioso, grigio-rossastro, da m. 278,38 a m. 300,00 - Marna sabbiosa, compatta, micacea, conchiglifera. Sabbia silicea con foraminiferi e frammenti di conchiglie di gastropodi con ciottoli di arenaria calcarea (a m. 289,00); da m. 300,00 a m. 320,00 = Argilla marnosa conchiglifera. A m. 315,70, arenaria giallastra, friabile, calcareo-micacea; da m. 320,00 a m. 323,20 = Argilla marnosa, grigio-azzurrognola, con frammenti di molluschi; da m. 323,20 a m. 326,50 = Argilla sabbiosa con ciottoli silicei e calcarei, e avanzi di molluschi; da m. 326,50 a m. 327,15 = Argilla marnosa, grigio-azzurrognola; da m. 327,15 a m. 329,50 = Arenaria friabile, grigia, con sostanza argillosa. Sabbia quarzosa e foraminiferi; da m. 329,50 a m. 331,00 = Argilla sabbiosa, grigio-rossastra; da m. 331,00 a m. 337,70 = Arenaria calcarea, friabile: da m. 337,70 a m. 341,00 = Sabbia quarzosa, fina (che al momento dello scavo mandava forte odore di nafta) e frammenti di marna grigia; da m. 341,00 a m. 353,20 = Arenaria calcarea friabile, con selci arrotondate; da m. 353,20 a m. 361,30 = Argilla sabbiosa, grigio-bruna, e sabbia marnoso-micacea con foraminiferi; da m. 361,30 a m. 361,52 = Arenaria calcarea, molto tenace, con squamette di mica; da m. 361,52 a m. 366,65 = Marna sabbiosa, micacea, grigia; da m. 366,65 a m. 369,00 = Arenaria calcarea, grigio-rossastra; da m. 369,00 a m. 371,90 = Marna sabbiosa, micacea, grigia; da m. 371,90 a m. 372,00 = Calcare argillifero; da m. 372,00 a m. 375,50 = Marna sabbiosa, micacea, grigia; da m. 375,50 a m. 376,76 = Argilla sabbiosa micacea; da m. 376,76 a m. 376,88 = Frammenti di ciottoli calcarei, più o meno argilliferi; da m. 376,88 a m. 379,64 = Argilla sabbiosa, grigio-rossastra; da m. 379,64 a m. 379,71 = Frammenti di ciottoli calcarei; da m. 379,71 a m. 456,60 = Argilla marnosa micacea grigio-rossastra, inglobante ciottoli e frammenti calcarei diversi. Negli strati inferiori l'argilla si fa più compatta e più scura; da m. 456,60 a m. 458,62 = Frammenti di ciottoli calcarei più o meno sabbiosi; da m. 458,62 a m. 460,48 = Frammenti di calcare argilloso grigio azzurrognolo; da m. 460,48 a m. 465,00 = Piccoli frammenti di calcare dolomitico e di arenaria consistente.

98- Piazza del Plebiscito, cortile del palazzo Salerno - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da ni. 0,00 a m. 1,00 = Terreno di riporto; da m. 1,00 a m. 4,50 = Pozzolana; da m. 4,50 a m. 7,90 = Sabbia vulcanica; a m. 7,90 = Tufo giallo.

99- Piazza del Plebiscito, giardino del palazzo Salerno - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 1,30 = Terreno di riporto; da m.1,30 a m. 3,70 = Pozzolana trachitica; da m. 3,70 a m. 7,40 = Strati di sabbia vulcanica e pomici; da ni. 7,40 a m. 14,90 = Pozzolana con strati di sabbia verso il basso; da m. 14,90 a m. 18,50 = Sabbia vulcanica; a m. 18,50 = Tufo giallo.

100 - Gruppo di sondaggi - via Cagnazzi (pai. Pica) - (da Impr. SACIF)

Spessore dei materiali di copertura variabile da m. 4,00 a m. 15,00; sotto, il tufo giallo.

101 - Strada Comunale Miano a 200 m. oltre Porta Piccola - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 18,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

102 - Strada Comunale Miano presso Porta Piccola - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 3,00 = Terreno di riporto; da m. 3,00 a m. 4,70 = Pozzolana; da m. 4,70 a m. 8,10 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; da m. 8,10 a m. 11,20 = Pozzolana sabbiosa; a m. 11,20 Tufo giallo.

103 - Piazza Cavour, ang. Museo, di fronte via Costaitinopoli - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,30 = Terreno di riporto; da m. 4,30 a m. 10,50 = Pozzolana; da m. 10,50 a m. 13,40 - “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; a m. 13,40 = Tufo giallo.

104 - Piazza Bellini, presso il monumento - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 6,35 = Terreno di riporto; da m. 6,35 a m. 11,90 = Pozzolana; da m. 11,90 a m. 13,70 = Pomici; da m. 13,70 a m. 16,45 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; da m. 16,45 a m. 46,60 = Tufo giallo.

105 - Gruppo di sondaggi - Ist. S. Pietro a Maiella (via S. Pietro a Maiella) - (da Impr. SACIF)

Spessore dei materiali di copertura variabile da m. 7,00 a m. 25,00; sotto, il tufo giallo.

106 - Via Monte Olivete (cinema Adriano) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 16,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 16,00 a m. 20,00 = Tufo.

107 - Via Fiorentini n. 21 (grattacielo Cattolica) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 22,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 22,00 = Tufo.

108 - Via Medina, sede INPS - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 21,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 21,00 a m. 30,00 = Tufo.

109 - Piazza Municipio, sede INA - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 20,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 20,00 a m. 25,00 = Tufo.

110

- Via Fuorigrotta, a sinistra prima dell'imbocco della Galleria Laziale - (da Impr. ACSE)

da m. 0,00 a m. 2,50 = Muratura; da m. 2,50 a m. 3,10 = Pomici bianche miste a pozzolana sabbiosa grossolana; a m. 3,10 = Pozzolana sabbiosa avaria con rare pomici bianche semicoerente (detto " Tasso ").

111 - Piazza M. Pagano (Scuola Angiulli) - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 9,50 = Terreno di riporto; da m. 9,50 a m. 20,00 = Tufo.

112 - Largo S. M. delle Grazie, Ospedale Incurabili - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 11,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 11,00 a m. 41,00 = Tufo.

113 - Via Sapienza - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,00 = Terreno di riporto; da m. 4,00 a m. 10,00 = Pozzolana; da m. 10,00 a m. 12,10 = Pomici; da m. 12,10 a m. 17,90 = " Tasso " di pozzolana sabbiosa; a m. 17,90 = Tufo giallo.

114 - Piazza L. Miraglia, presso ingresso Policlinico - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 7,20 = Terreno di riporto; da m. 7,20 a m. 15,65 = Pozzolana; da m. 15,65 a m. 17,30 = Pomici; da m. 17,30 a m. 20,50 = " Tasso di pozzolana sabbiosa; a m. 20,50 = Tufo giallo.

115 - Piazza Cavour, presso fermata Metropolitana - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,20 = Terreno di riporto; da m. 4,20 a m. 11,55 = Pozzolana; da m. 11,55 a m. 12,60 = Pomice; da m. 12,60 a m. 16,30 = Tufo grigio del 3° periodo; a m. 16,30 = Tufo giallo.

116 - Piazza Bovio - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,50 = Pavimentazione e sottofondo stradale; da m. 0,50 a m. 2,50 = Materiali di riporto artificiale; da m. 2,50 a m. 11,20 = Materiali alluvionali di deposito subaereo e subacqueo; da m. 11,20 a m. 19,00 = Sedimenti sabbiosi di antico fondale; da m. 19,00 a m. 22,20 = Tufo giallo.

117 - Via Marchese Campodisola (pai. Flotta Grimaldi) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 21,50 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 21,50 = Tufo.

118 - Via Acton (Istituto Universitario Navale) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 8,00 = Riporto; da m. 8,00 a m. 14,00 = Pozzolana; da m. 14,00 a m. 18,00 = Tufo.

119 - Via Manzoni - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 31,50 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 31,50 = Tufo.

120 - Via A. De Gasperi (pai. Pellegrino) - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 3,80 = Materiali di riporto; da m. 3,80 a m. 8,00 = Melma sabbiosa con ciottoli; da m. 8,00 a m. 8,30 = Trovante di roccia calcarea; da m. 8,30 a m. 11,00 = Melma con tracce di conchiglie; da m. 11,00 a m. 14,50 Melma con tracce di alghe e conchiglie; da m. 14,50 a m. 16,70 = Sabbione melmoso conchigliifero; da m. 16,70 a m. 18,50 = Sabbione con tracce di lapillo; da m. 18,50 a m. 18,90 = Pozzolana sabbiosa; da m. 18,90 a m. 20,80 = Sabbione con lapillo; da m. 20,80 a m. 24,00 = Pozzolana sabbiosa; da m. 24,00 a m. 24,50 = “ Cappellaccio ” di tufo; da m. 24,50 a m. 26,30 = Tufo.

121 - Via Filiere (pai. Nova Dogana) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 20,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 20,00 a m. 24,00 = Tufo.

122 - Via F. Gioia, ang. via Piliero (pai. Risanamento Laziale) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 3,00 = Terreno di riporto, e ciottoli con qualche pietra di tufo; da m. 3,00 a m. 4,00 = Ghiaia; da m. 4,00 a m. 7,00 = Limo; da m. 7,00 a m. 13,50 = Tufo.

123 - Piazza Municipio, presso il Teatro Mercadante - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,90 = Terreno di riporto; da m. 4,90 a m. 11,70 = Sabbia fine; da m. 11,70 a m. 16,80 = Sabbia grossa; da m. 16,80 a m. 27,80 = Sabbia fine; a m. 27,80 = Tufo giallo.

124 - Via M. Pacuvio - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 5,50 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 5,50 = Tufo.

125 - Via Piliero (pai. Lauro) - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 26,00 = Serie marina sabbioso-melmosa, con conchiglie, alghe, ecc.; a m. 26,00 = Tufo.

126 - Nel porto, presso Stazione Marittima (Magazzini Raimondi) - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 28,00 = Serie marina, melmoso-sabbiosa, con conchiglie, alghe ecc.; a m. 28,00 = Tufo.

127 - Gruppo di sondaggi - Porto, calata Piliero - (da Impr. SACIF)

Spessore dei materiali sciolti di copertura variabile da m. 10,00 a m. 24,00; sotto, il tufo giallo.

128 - Molo Angioino, Stazione Marittima - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,10 = Pavimentazione di porfido; da m. 0,10 a m. 0,35 = Ghiaia; da m. 0,35 a m. 2,55 = Calcestruzzo normale; da m. 2,55 a m. 6,00 = Calcestruzzo magro; da m. 6,00 a m. 9,10 = Muratura ciclopica; da m. 9,10 a m. 10,55 = Calcestruzzo magro; da m. 10,55 a m. 13,70 = Muratura ciclopica; da m. 13,70 a m. 15,30 = Calcestruzzo (armato ?); da m. 15,30 a m. 16,00 = Ciottolame; da m. 16,00 a m. 20,00 = Sabbia; da m. 20,60 a m. 25,70 = Tufo.

129 - Molo Angioino, Stazione Marittima - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 18,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

130 - Via Foria, di fronte a via Crocelle - (da m. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 1,80 = Terreno di riporto; da m. 1,80 a m. 7,70 = Pozzolana; da m. 7,70 a m. 12,80 = " Tasso " di pozzolana sabbiosa.

131 - Gruppo di sondaggi - via Foria, ang. via Duomo (palazzo Ottieri) - (da Impr. SACIF)

Spessore dei materiali sciolti di copertura variabile da m. 10,00 a m. 24,00; sotto, il tufo giallo.

132 - Piazza S. Gaetano, lato piazza Gerolomini - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 7,20 = Terreno di riporto; da m. 7,20 a m. 15,70 = Pozzolana; da m. 15,70 a m. 17,05 = Tasso di pozzolana e sabbia grossa; da m. 17,05 a m. 17,55 - Pomici; da m. 17,55 a m. 22,40 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; a m. 22,40 = Tufo giallo.

133 - Via Stazio - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 19,70 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 19,70 = Tufo.

134 - Corso Umberto I, presso Università - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 1,80 - Terreno di riporto; da m. 1,80 a m. 4,80 - Sabbia marina fine; da m. 4,80 a m. 8,20 = Sabbia marina grossa.

135 - Via Duomo, ang. via Tribunali - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 5,90 = Terreno di riporto; da m. 5,90 a m. 12,10 = Pozzolana; da m. 12,10 a m. 13,00 = Pomici; da m. 13,00 a m. 16,95 = “ Tasso ” di pozzolana con sabbia; a m. 16,95 = Tufo giallo.

136 - Porto, Stazione Porta di Massa, (stab.to Starila) - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 7,10 = Terreno di riporto; da m. 7,10 a m. 8,20 = Residuo di scogliera; da m. 8,20 a m. 9,45 = Fango; da m. 9,45 a m. 23,65 = Sabbia marina- da m. 23,65 a m. 27,40= Tufo grigio; da m. 27,40 a m. 50,85 = Tufo giallo; da m. 50,85 a m. 77,90 = Tufo verde; da m. 77,90 a m. 92,25 = Breccia trachitica cui segue un banco di sabbia e pomici, con spessori parziali imprecisati.

137 - Molo Angioino, Stazione Marittima - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,10 = Pavimentazione in porfido; da m. 0,10 a m. 0,80 = Calcestruzzo magro; da m. 0,80 a m. 2,70 = Materiale sciolto; da m. 2,70 a m. 14,80 = Calcestruzzo magro; da m. 14,80 a m. 15,40 = Cassone in e. a.; da m. 15,40 a m. 16,00 = Ciottolame; da m. 16,00 a m. 31,20 = Sabbia mista a fango; da m. 31,20 a m. 36,80 = Tufo.

138 - Molo Angioino, Stazione Marittima - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,10 = Pavimentazione; da m. 0,10 a m. 0,70 = Ciottolame e sabbia; da m. 0,70 a m. 13,00 = Calcestruzzo magro; da m. 13,00 a m. 14,76 = Cemento armato (cassone ?) ; da m. 14,76 a m. 16,35 = Vuoto; da m. 16,35 a m. 18,43 = “ Scardoni ”; da m. 18,43 a m. 21,00 = Sabbia; da m. 21,00 a m. 27,10 — Tufo.

139 - Via Carbonara, presso il pai. Santobuono - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 8,30 = Terreno di riporto; da m. 8,30 a m. 15,35 = Pozzolana; da m. 15,35 a m. 17,05 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; a m. 17,05 = Tufo.

140 - Via Nuova Teatro S. Ferdinando (Teatro S. Ferdinando) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 20,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

141 - Via Carbonara, ang. vico S. Caterina a Formiello - (da M. Guadagno : v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 5,40 = Terreno di riporto; da m. 5,40 a m. 10,15 = Pozzolana; da m. 10,15 a m. 11,85 = Pomici; da m. 11,85 a m. 14,65 = Pozzolana arenosa; da m. 14,65 a m. 17,80 = “ Tasso ” di pozzolana e sabbia; a m. 17,80 = Tufo giallo.

42 - Piazza Tribunali - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 5,50 = Terreno di riporto; da m. 5,50 a m. 9,10 = “ Tasso ” di pozzolana con strati di pomici; da m. 9,10 a m. 10,20 = Pomici; da m. 10,20 a m. 12,50 = “ Tasso ” di pozzolana sabbiosa; da m. 12,50 a m. 13,70 = “ Tasso ” di pozzolana; a m. 13,70 = Tufo giallo.

143 - Porto (Capitaneria di porto) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 23,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 23,00 a m. 32,00 = Tufo.

144 - Via Stazio - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 24,15 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 24,15 = Tufo.

145 - Via Benedetto Cairoli (Magazzini Standa) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 18,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

146 - Gruppo di sondaggi - viale Maddalena (costruz. Ottieri) - (da Impr. SACIF)

Spessore dei materiali sciolti di copertura variabile da m. 11,00 a m. 15,00; sotto, il tufo giallo.

147 - Via Manzoni - Commissione comunale per i muri di sostegno

da m. 0,00 a m. 30,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 30,00 = Tufo.

148 - Porto, calata Villa del Popolo - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 20,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

149 - Porto, Molo Pisacane (Cidonio) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 20,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

150 - Piazza S. Maria della Fede - (da M. Guadagno: v. bibl. 239)

da m. 0,00 a m. 5,00 = Terreno di riporto e di colmata; da m. 5,00 a m. 13,00 = Pomici trachitiche miste a sabbia parimenti trachitica; da m. 13,00 a m. 14,00 = Sabbia trachitica, nella quale ha sede la falda freatica, che si appoggia sul tufo giallo; da m. 14,00 a m. 38,30 = Tufo giallo poco coerente, misto a rare scorie trachitiche e pomici; da m. 38,30 a m. 52,00 = Tufo giallo di buona consistenza, ricco di pomici; da m. 52,00 a m. 64,40 = Tufo verdiccio poco consistente; da m. 64,40 a m. 73,75 = Piccole pomici trachitiche, miste a rari frammenti di trachite; da m. 73,75 a m. 75,00 = Frammenti di trachite misti a sabbia; da m. 75,00 a m. 78,60 = Frammenti di trachite molto compatta, misti n sabbia; da m. 78,60 a m. 87,40 = Conglomerato di colar grigio-scuro, con materia argillosa, marnosa (strato impermeabile della prima falda artesianica); da m. 87,40 a m. 104,00 = Ghiaia di ciottoli trachitici a piastrella; da m. 104,00 a m. 112,30 = Sabbia di spiaggia, un pò argillosa; da m. 112,30 a m. 151,00 - Marna grigia e giallognola con pomici tra-chitiche, mista a strati di arenaria marnosa contenente muscovite e pomici trachitiche arrotondate; da m. 151,00 a m. 197,00 = Sabbia marnosa con pomici e cristalli di sanidino; da m. 197,00 a m. 200,00 = Pomici trachitiche giallognole, miste a sabbia marnosa; da m. 200,00 a m. 210,00 = Conglomerato tufaceo a frammenti di tufo verde, con cemento calcareo; da m. 210,00 a m. 220,00 = Marna sabbiosa ad elementi vulcanici, tra cui vetro, tufo verde, pomici, ossidiana e mica biotite; da m. 220,00 a m. 230,00 = Sabbia marnosa sottile con numerosi frammenti cristallini (sanidino e augite) e vetrosi e pagliuzze di muscovite; da m. 230,00 a m. 250,00 = Sabbia marnosa più sottile a minuti elementi ialini arrtondati, misti a laminette di muscovite; da m. 250,00 a m. 300,00 = Sabbia marnosa più grossolana; da m. 300,00 a m. 321,00 = Argilla marnifera passante a marna; da m. 321,00 a m. 337,00 = Sabbia marnifera grigio oscura contenente molti frammenti di conchiglie.

151 - Piazza del Carmine - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 0,60 ~ Terreno di riporto; da m. 0,60 a m. 3,00 - Fango; da m. 3,00 a m. 5,40 = Sabbia sottile marina e ghiaia; da m. 5,40 a m. 17,40 = Sabbia grossa; da m. 17,40 a m. 24,40 - Sabbia sottile con tracce di materia argillosa; da m. 24,40 a m. 28,40 = Sabbia grossa e ghiaia; da m. 28,40 a m. 29,40 = Pozzolana; da m. 29,40 a m. 51,40 = Tufo giallo; da m. 51,40 a m. 72,20 = Tufo verde; da m. 72,20 a m. 77,20 = Breccia trachitica; da m. 77,20 a m. 78,40 = Sabbia vulcanica con pomici e argilla; da m. 78,40 a m. 80,40 = Sabbia.

152 - Via Arenacela n. 236 (Caserma VV. FF.) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 1,50 = Terreno di riporto; da m. 1,50 a m. 3,30 = Lapillo e pozzolana; da m. 3,30 a m. 6,40 = Lapillo e pozzolana scura; da m. 6,40 a m. 8,85 = Pozzolana; da m. 8,85 a m. 11,20 = Lapillo e pozzolana; da m. 11,20 a m. 13,40 = Pozzolana sabbiosa; da m. 13,40 a m. 21,70 = Sabbia fine (falda freatica); da m. 21,70 a m. 28,00 = Pozzolana con tracce di lapillo; da m. 28,00 a m. 59,30 = Tufo giallo; da m. 59,30 a m. 67,20 = Tufo verde; da m. 67,20 a m. 69,80 = Piperno; da m. 69,80 a m. 72,50 - Argilla e pozzolana; da m. 72,50 a m. 79,30 = Sabbia con tracce di lapillo; da m. 79,30 a m. 80,00 = Pozzolana con tracce di sabbia e lapillo minuto; da m. 80,00 a m. 83,20 = Sabbione e brecciolino; da m. 83,20 a m. 88,10 — Pozzolana bianca con tracce di lapillo; da m. 88,10 a m. 91,60 = Sabbia finissima; da m. 91,60 a m. 99,40 = Sabbione con breccia e tracce di lapillo; da m. 99,40 a m. 101,60 = Crostone di sabbia con breccia; da m. 101,60 a m. 103,20 = Breccia con poca sabbia; da m. 103,20 a m. 104,00 = Pozzolana sabbiosa; da m. 104,00 a m. 105,50 = Sabbia; da m. 105,50 a m. 108,40 = Sabbia fine con qualche crostone di sabbia; da m. 108,40 a m. 112,30 = Sabbia con qualche nodulo di pozzolana ed argilla; da m. 112,30 a m. 113,70 = Sabbione con breccia e conglomerato di sabbia; da m. 113,70 a m. 130,25 = Tufo verde tenero; da m. 130,25 a m. 136,00 = Acqua, sabbia con breccia e lapillo.

153 - Via Piazzolla al Trivio n. 3 (Stabilimento Radaelli) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 5,00 = Pozzolana terrosa scura; da m. 5,00 a m. 6,50 = Pozzolana chiara con lapilli minuti; da m. 6,50 a m. 11,00 = Terra rossastra; da m. 11,00 a m. 13,00 = Pozzolana sabbiosa con piccoli lapilli; da m. 13,00 a m. 14,20 = Pozzolana con detriti lavici; da m. 14,20 a m. 18,00 = Pozzolana limosa; da m. 18,00 a m. 30,00 = Pozzolana con lapilli (falda freatica) - da m. 30,00 a m. 35,00 = Sabbietta fina e pozzolana; da m. 35,00 a m. 59,40 = Pozzolana con detriti vulcanici; da m. 59,40 a m. 63,00 = Sabbione vulcanico; da m. 63,00 a m. 70,30 = Sabbia fina limosa; da m. 70,30 a m. 72,00 = Pozzolana limosa; da m. 72,00 a m. 74,00 = Sabbione vulcanico; da m.

74,00 a m. 74,40 = Pozzolana limosa; da m. 74,40 a m. 75,50 = Sabbia con piccoli lapilli e detriti lavici cristallini; da m. 75,50 a m. 82,00 = Pozzolana con lapilli; da m. 82,00 a m. 92,00 = Sabbia fina limosa; da m. 92,00 a m. 94,00 = Sabbia limosa finissimo; da m. 94,00 a m. 98,00 = Pozzolana argillosa; da m. 98,00 a m. 107,00 = Sabbia con elementi cristallini; da m. 107,00 a m. 108,00 = Ghiaia vulcanica con sabbia; da m. 108,00 a m. 112,00 = Sabbia grossa con ghiaietto vulcanico; da m. 112,00 a m. 125,00 = Sabbione vulcanico con qualche pomice; da m. 125,00 a m. 127,00 = “ Tasso ” di pozzolana; da m. 127,00 a m. 137,00 = Ghiaietto vulcanico-sabbione.

154 - Via Arenaccia, isolato di fronte via A. De Meo - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 15,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

155 - Via Casanova (palazzo Fratelli Carbone) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 27,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 27,00 = Tufo.

156 - Via Generale E. Cosenz, ang. corso Garibaldi - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 4,50 = Terreno di riporto; da m. 4,50 a m. 18,00 - Sabbia sottile; da m. 18,00 a m. 22,00 = “ Tasso ” di pozzolana arenosa; da m. 22,00 a m. 24,00 = Pozzolana argillosa; da m. 24,00 a m. 26,00 = Sabbia grossa ed argilla; da m. 26,00 a m. 30,00 = Sabbia grossa e pomici; da m. 30,00 a m. 33,00 = Sabbia grossa; da m. 33,00 a m. 43,50 = Sabbia e pomici a strati; da m. 43,50 a m. 47,40 = Tufo grigio del 3° periodo; da m. 47,40 a m. 58,50 = Tufo giallo; da m. 58,50 a m. 75,25 = Tufo verde; da m. 75,25 a m. 76,85 = “ Tasso ” di sabbia compatta durissimo; da m. 76,85 a m. 77,70 = Argilla (alterazione di materiali vulcanici); da m. 77,70 a m. 79,70 = Sabbia con pomice.

157 - Via Arenacela, ang. via Casanova (staz. serv. Ezzo) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 14,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

158 - Stazione piazza Garibaldi - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 22,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 22,00 a m. 25,00 — Tufo.

159 - Piazza Nazionale (sede INAIL) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 30,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

160 - Via Roma - Sede centrale del Banco di Napoli - (da D. Lambertini e V. Scorza: v. bibl. 272)

da m. 0,00 a m. 1,90 = Pozzolana; da m. 1,90 a m. 4,20 = Lapillo; da m. 4,20 a m. 9,55 = Pozzolana e arenaria (?); da m. 9,55 a m. 13,20 = Sabbia grossa; da m. 13,20 a m. 19,00 = Pozzolana e lapillo; da m. 19,00 a m. 21,70 - Sabbia e lapillo; da m. 21,70 a m. 31,10 = Tufo giallo alternato con strati di pomici; da m. 31,10 a m. 66,00 = Tufo giallo; da m. 66,00 a m. 81,80 = Tufo verde; da m. 81,80 a m. 85,20 = Piperno; da m. 85,20 a m. 91,60 = Lapillo e sabbia; da m. 91,60 a m. 104,90 - da m. 85,20 a m. 87,00 = Argilla; da m. 87,00 a m. 89,00 = Tufo verde; Argilla mista a brecce; da m. 104,90 a m. 106,50 = Torba e brecce; da m. 106,50 a m. 109,90 — Sabbia argillosa; da m. 109,90 a m. 119,30 = Sabbia grossa compatta; da m. 119,30 a m. 120,60 = Argilla; da m. 120,60 a m. 124,00 = Sabbia grossa compatta; da m. 124,00 a m. 125,80 = Argilla; da m. 125,80 a m. 126,90 = Sabbione; da m. 126,90 a m. 130,00 = Argilla; da m. 130,00 a m. 131,60 = Lapillo e sabbione.

161 - Via Marinella, bacini di carenaggio - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 3,50 = Terreno di riporto; da m. 3,50 a m. 9,00 Sabbia; da m. 9,00 a m. 24,00 = Sabbia mista a conchiglie; da m. 24,00 a m. 39,50 = Tufo giallo; da m. 39,50 a m. 51,50 = Tufo verde; da m. 51,00 a m. 85,15 = Brecce trachitiche e sabbie.

162 - Presso il varco n. 10 del porto, di fronte al Carmine - (da F. Ippolito: v. bibl. 254)

da m. 0,00 a m. 33,00 = Sabbia di spiaggia; da m. 33,00 a m. 57,50 = Tufo giallo; da m. 57,50 a m. 75,50 = Tufo verdognolo con pomici verdi e qualche pomice bianca (esposto all'aria diventa grigio pallido); da m. 75,50 a m. 77,30 = Tufo trachitico grigio, litoide, tipo “campano”; da m. 77,30 a m. 92,30 = Sabbia fine grigiastro-chiara con piccoli detriti bianchi (calcitici).

163 - Via Marinella, bacino di carenaggio n. 1, lato Ovest - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,80 = Materiali di riporto prevalentemente ciottoli; da m. 0,80 a m. 2,30 = Sabbia di grana media, con piccoli ciottoli e tracce di limo; da m. 2,30 a m. 9,30 = Sabbia di grana media con pochi ciottoli; da m. 9,30 a m. 9,50 = Trovanti di legno; da m. 9,50 a m. 15,05 = Sabbia di grana media.

164 - Via Nuova Marittima, Ospedale S. Maria di Loreto - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 2,00 — Materiale di riporto; da m. 2,00 a m. 8,50 = Sabbia fina (falda freatica); da m. 8,50 a m. 18,00 = Sabbia limosa; da

ra. 18,00 a m. 25,00 = Sabbia; da m. 25,00 a m. 34,00 = Sabbia e argilla; da m. 34,00 a m. 40,00 = Pozzolana sabbiosa; da m. 40,00 a m. 44,00 = “ Cappellaccio ” tufaceo; da m. 44,00 a m. 75,00 = Tufo giallo; da m. 75,00 a m. 84,00 = Pozzolana con tracce di torba; da m. 84,00 a 88,00 = Lapillo grosso con sabbione (1ª falda artesianiana); da m. 88,00 a m. 92,50 = Pozzolana sabbiosa; da m. 92,50 a m. 97,00 = Sabbione con detriti lavici (2ª falda artesianiana).

165 - Porto, Molo Cesarie Console - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 5,00 = Pietrame di vario genere frammisto a sabbia; da m. 5,00 a m. 8,35 - Sabbia scura; da m. 8,35 a m. 15,00 = Sabbia grossa con qualche pietra; da m. 15,00 a m. 20,10 = Sabbia grossa grigiasta.

166 - Corso Malta, n. 152 - (da D. Lambertini : v. bibl. 273 bis)

da m. 0,00 a m. 2,20 = Materiale di riporto; da m. 2,20 a m. 7,20 = Pozzolana; da m. 7,20 a m. 9,00 = Sabbione; da m. 9,00 a m. 11,00 = Pozzolana e lapilli; da m. 11,00 a m. 13,20 = Sabbione; da m. 13,20 a m. 22,50 - Pozzolana dura; da m. 22,50 a m. 28,00 - Sabbione e lapilli; da m. 28,00 a m. 32,00 = Pozzolana melmosa; da m. 32,00 a m. 34,00 = Lapilli acquiferi; da m. 34,00 a m. 36,60 = Lapilli e sabbione; da m. 36,60 a m. 39,00 = Sabbione grosso; da m. 39,00 a m. 44,00 = Pozzolana e lapilli; da m. 44,00 a m. 53,00 = Sabbia sottile; da m. 53,00 a m. 68,00 = Sabbia; da m. 68,00 a m. 100,80 = Sabbione misto a pomici; da m. 100,80 a m. 103,20 = Tufo grigio scuro; da m. 103,20 a m. 105,70 - Sabbione e lapilli; da m. 105,70 a m. 109,40 = Pozzolana sabbiosa; da m. 109,40 a m. 110,00 = Sabbia con conchiglia.

167 - Porto, Molo Cesarlo Console - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 1,90 = Pietrame di vario genere frammisto a sabbia; da m. 1,90 a m. 5,00 = Sabbia grossa giallo-rossastra con qualche ciottolo; da m. 5,00 a m. 8,00 = Sabbia scura; da m. 8,00 a m. 15,00 = Sabbia fine nera; da m. 15,00 a m. 20,10 = Sabbia finissimo nera.

168 - Via Roma, Sede Centrale del Banco di Napoli

da m. 0,00 a m. 1,60 = Terreno di riporto; da m. 1,60 a m. 3,10 = Pozzolana; da m. 3,10 a m. 3,25 = Sabbia; da m. 3,25 a m. 3,55 = Pozzolana; da m. 3,55 a m. 4,15 = Lapillo; da m. 4,15 a m. 5,82 = Pozzolana con intere. 2 straterelli di lapillo; da m. 5,82 a m. 6,32 = Lapillo; da m. 6,32 a m. 7,02 = Sabbia; da m. 7,02 a m. 9,12 = Lapillo; da m. 9,12 a m. 17,22 = Pozzolana.

169 - Via Galileo Ferraris (pai. I.N.P.S.) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 25,00 - Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; da m. 25,00 a m. 30,00 = Tufo.

170 - Corso Malta, ex IMAM - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 32,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a m. 32,00 = Tufo.

171 - Corso Meridionale - (filiale Fiat) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 22,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

172 - Corso A. Lucci, Case Popolari - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 32,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

173 - Via Nuova Poggioreale, Carcere Giudiziario - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 7,00 = Terreno vegetale di riporto; da m. 7,00 a m. 11,00 = Sabbia fine sottile; da m. 11,00 a m. 19,50 = Sabbia grossa; da m. 19,50 a m. 22,00 = Pomici; da m. 22,00 a m. 25,00 = Sabbia e pomici; da m. 25,00 a m. 32,00 = Sabbia sottile; da m. 32,00 a m. 40,00 = Sabbia e pomici; da m. 40,00 a m. 60,00 = Pozzolana e pomici; da m. 60,00 a m. 68,00 = Sabbia e pomici; da m. 68,00 a m. 74,00 = Sedimenti lacustri torbosi; da m. 74,00 a m. 80,00 = Sabbia e pomici; da m. 80,00 a m. 86,00 = Sabbia fine; da m. 86,00 a m. 90,00 = Argille e sedimenti lacustri torbosi; da m. 90,00 a m. 108,00 = Sabbia fine; da m. 108,00 a m. 114,00 = Sabbia e argilla; da m. 114,00 a m. 116,00 = Pomici.

174 - Via Lauria (Centro CAMIM) - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 3,00 = Terreno di riporto con tracce di pietrisco; da m. 3,00 a m. 5,60 = Pozzolana limosa; da m. 5,60 a m. 6,80 = Pozzolana sabbiosa; da m. 6,80 a m. 8,30 = Pozzolana sabbiosa e lapillo; da m. 8,30 a m. 9,05 = Pozzolana e lapillo; da m. 9,05 a m. 10,00 = Sabbia con tracce di pozzolana; da m. 10,00 a m. 10,95 = Limo sabbioso; da m. 10,95 a m. 12,10 = Pozzolana sabbiosa; da m. 12,10 a m. 14,50 = Sabbia scura leggermente limosa; da m. 14,50 a m. 20,00 = Sabbia a grana fine; da m. 20,00 a m. 21,35 = Sabbia fine con tracce di pozzolana; da m. 21,35 a m. 25,20 = Sabbia a grana grossa.

175 - Zona insediamento nuovo Policlinico ai Cangiani - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,50 = Terreno vegetale pozzolanico; da m. 0,50 a m. 2,50 = Pozzolana con lapillo; da m. 2,50 a m. 3,50 = Pozzolana sabbiosa con tracce di lapillo; da m. 3,50 a m. 5,00 = Pozzolana con lapilli; da m. 5,00 a m. 7,50 = Sabbia; da m. 7,50 a m. 9,50 = Sabbia con pozzolana; da m. 9,50 a m. 11,50 = Lapilli con sabbione e pozzolana; da m. 11,50 a m. 14,00 = Pozzolana con sabbione; da m. 14,00 a m. 15,50 = Pozzolana

con sabbia e lapilli; da m. 15,50 a m. 16,50 = “ Cappellaccio ” tufaceo; da m. 16,50 a m. 27,10 = Tufo giallo leggermente fessurato.

176 - Stazione FF.SS., inizio banchine passeggeri - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 3,60 = Terreno di riporto con sassi; da m. 3,60 a m. 9,30 = Sabbia fine con tracce di riporto; da m. 9,30 a m. 12,70 = Pozzolana limosa; da m. 12,70 a m. 21,70 = Limo e sabbia a grana media; da m. 21,70 a m. 25,40 = Limo compatto grigiastro; da m. 25,40 a m. 32,30 = Sabbione; da m. 32,00 a m. 37,20 = Pozzolana e lapilli; da m. 37,20 a m. 38,10 = Sabbia a grana media con conchiglie; da m. 38,10 a m. 58,00 = Tufo giallo-verdastro; da m. 58,00 a m. 77,50 = Tufo grigio; da m. 77,50 a m. 110,00 = Sabbia a grana media e grossa con lapillo.

177 - Via G. Ferraris (stab.to Pirelli) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 4,00 = Terreno di riporto; da m. 4,00 a m. 5,50 = Limo chiaro; da m. 5,50 a m. 6,80 = Terra scura; da m. 6,80 a m. 12,00 = Sabbione con ghiaietto; da m. 12,00 a m. 15,50 = Sabbia; da m. 15,50 a m. 15,70 = sabbia finissimo; da m. 15,70 a m. 16,40 = Limo grigio; da m. 16,40 a m. 17,00 = Sabbione; da m. 17,00 a m. 20,40 = Sabbia fine con tracce di lapillo; da m. 20,40 a m. 27,30 = Sabbia fine con tracce di conchiglie marine; da m. 27,30 a m. 29,00 = Limo grigio; da m. 29,00 a m. 29,50 = Limo scuro con tracce di lapillo; da m. 29,50 a m. 32,70 = “ Tasso ” grigio; da m. 32,70 a m. 34,00 = Sabbia; da m. 34,00 a m. 37,50 = Tufo verdastro; da m. 37,50 a m. 55,00 = Tufo giallo; da m. 55,00 a m. 57,00 = Tufo verdastro; da m. 57,00 a m. 73,50 = Tufo grigio; da m. 73,50 a m. 74,00 = Limo grigio; da m. 74,00 a m. 76,50 = Sabbione e brecciolino; da m. 76,50 a m. 77,00 = Terra scura limosa; da m. 77,00 a m. 85,00 = Roccia trachitica; da m. 85,00 a m. 86,00 = Sabbione e tracce di lapillo.

178 - Corso A. Lucci (Gasometro) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 38,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati; a 38,00 m. = Tufo.

179 - P. Duca degli Abruzzi - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 2,40 = Terreno di riporto; da m. 2,40 a m. 5,00 = Fango; da m. 5,00 a m. 9,00 = Sabbia marina e ghiaia; da m. 9,00 a m. 14,00 = Sabbia marina compatta; da m. 14,00 a m. 17,20 = Sabbia fine con tracce di argilla; da m. 17,20 a m. 17,40 = Argilla; da m. 17,40 a m. 29,70 = Sabbia compatta; da m. 29,70 a m. 30,40 = Sabbia; da m. 30,40 a m. 33,00 = Argilla; da m. 33,00 a m. 40,00 = Sabbia compatta; da m. 40,00 a m. 49,00 = Tufo giallo; da m. 49,00 a m. 69,50 = Tufo verdiccio; da m. 69,50 = Breccia vulcanica trachitica, cui segue sabbia vulcanica, sabbia e argilla, sabbia e pomici, con spessori parziali imprecisati.

180 - Corso A. Lucci, (Gasometro) - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 2,55 = Terreno vegetale; da m. 2,55 a m. 14,95 = Sabbia marina grossa; da m. 14,95 a m. 17,95 = “ Tasso ” di pozzolana; da m. 17,95 a m. 19,95 — “ Tasso ” simile con lapilli e pomici, e conchiglie; da m. 19,95 a m. 24,95 = Pomici e lapilli agglomerati con carbonato di calcio e conchiglie in frammenti; da m. 24,95 a m. 26,45 = Sabbia agglomerata con frammenti di conchiglie e con carbonato di calcio; da m. 26,45 a m. 28,45 = Sabbia grossa vesuviana con piccole pomici; da m. 28,45 a m. 34,45 = Ciottoli di lava leucofritica; da m. 34,45 a m. 36,45 = Ciottoli simili, ma più grossi; da m. 36,45 a m. 38,45 = “ Tasso ” di cenere vulcanica con lapilli e conchiglie; da m. 38,45 a m. 41,95 = Ciottoli di tufo ricoperti da crosta e ciottoli di lava grigia pure con croste; da m. 41,95 a m. 42,55 = “ Arenaria ” con lapilli, grossi frammenti di tufo e ceneri vulcaniche e tracce di carbonati; da m. 42,55 a m. 59,55 = Tufo giallo; da m. 59,55 a m. 74,55 = Tufo verde e tufo verde più cavernoso; da m. 74,55 a m. 80,55 = Argilla marnosa; da m. 80,55 a m. 84,65 = Cenere vulcanica grigia scura; da m. 84,65 a m. 87,65 = Conglomerato argilloso bruno, sabbioso; da m. 87,65 a m. 103,65 = Ghiaia di lava e lapilli; da m. 103,65 a m. 114,65 = Sabbia; da m. 114,65 a m. 115,65 = Sabbia con piccole pomici; da m. 115,65 a m. 120,65 = Sabbia grigia; da m. 120,65 a m. 121,65 = Tufo giallo con pomici bianche, grosse 1 cm.; da m. 121,65 a m. 127,65 = Ghiaia di pomici e di lava, con abbondanti conchiglie, e con carbonati.

181 - Porto, calata Marinella (palazzo Postale) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 27,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

182 - Piazza E. Cenni (SAOM) - (da Impr. SAMCEF)

da m. 0,00 a m. 5,30 = Terreno di riporto; da m. 5,30 a m. 11,00 = Limo sabbioso di colore scuro; da m. 11,00 a m. 11,70 = Ghiaietto vulcanico con lapilli pomicei; da m. 11,70 a m. 17,00 = Limo di colore scuro; da m. 17,00 a m. 22,00 = Sabbia fina limosa di colore scuro; da m. 22,00 a m. 24,80 = Sabbione vulcanico con lapilli pomicei; da m. 24,80 a m. 28,10 = “ Tasso ” di sabbia fine; da m. 28,10 a m. 51,30 = Sabbia limosa; da m. 51,30 a m. 57,40 = Sabbia pozzolanica con tracce di lapillo; da m. 57,50 a m. 70,50 = Lapilli pomicei con sabbione; da m. 70,50 a m. 73,40 = Sabbia pozzolanica limosa; da m. 73,40 a m. 78,30 — Limo torboso con sabbia fine; da m. 78,30 a m. 80,70 = Sabbia e lapilli lavici; da m. 80,70 a m. 82,00 = Sabbia pozzolanica limosa; da m. 82,00 a m. 85,60 = Sabbia fine compatta; da m. 85,60 a m. 88,40 = Conglomerato di sabbia pozzolanica di colore chiaro.

183 - Via Lauria (centro CAMIM) - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 1,50 = Riporto; da m. 1,50 a m. 4,20 = Pozzolana nerastra con limo; da m. 4,20 a m. 6,40 = Cenere vulc. giallastra con tracce di lapillo; da m. 6,40 a m. 8,00 = Cenere vulc. nerastra con tracce di lapillo; da m. 8,00 a m. 14,40 = Lapillo con sabbia; da m. 14,40 a m. 17,05 = Sabbia vulc. scura a grana media; da m. 17,05 a m. 19,57 = Sabbia vulc. grigiastra con lapillo; da m. 19,57 a m. 23,40 = Cenere vulcanica compressa grigio-scura; da m. 23,40 a m. 31,50 = Cenere vulcanica compressa giallastra; da m. 31,50 a m. 50,20 = Tufo giallastro; da m. 50,20 a m. 55,50 = Tufo verde; da m. 55,50 a m. 65,05 = Sabbione vulcanico verde scuro con lapillo e cenere; da m. 65,05 a m. 73,80 = Cenere vulcanica compressa verdastra; da m. 73,80 a m. 77,60 = Sabbione vulcanico grigio scuro con lapillo; da m. 77,60 a m. 81,50 = Cenere vulcanica compatta nerastra; da m. 81,50 a m. 82,00 = Ghiaietto vulcanico misto a lapillo; da m. 82,00 a m. 86,60 = Sabbione vulcanico grigio scuro con lapilli e cenere; da m. 86,60 a m. 90,00 = Pozzolana giallastra con sabbia fine.

184 - Porto, calata Vittorio Emanuele (Luongo) - (da Impr. SACIF)

da m. 0,00 a m. 17,00 = Materiali sciolti di copertura non meglio specificati.

185 - Via S. Erasmo - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 2,00 = Terreno di riporto; da m. 2,00 a m. 8,00 = Sabbia fine; da m. 8,00 a m. 11,60 = Sabbia grossa.

186 - Zona insediamento nuovo Policlinico ai Cangiani - (da Impr. Trivelsonda)

da m. 0,00 a m. 2,00 = Terreno vegetale pozzolanico con grani di lapillo; da m. 2,00 a m. 5,00 = Pozzolana rossastra; da m. 5,00 a m. 7,00 = Sabbietta e pozzolana; da m. 7,00 a m. 9,50 = Lapillo, da m. 9,50 a m. 11,00 = Pozzolana sabbiosa; da m. 11,00 a m. 14,00 = Pozzolana compatta; da m. 14,00 a m. 17,00 = Pozzolana compatta chiara; da m. 17,00 a m. 18,70 = Pozzolana compatta chiara con grani di lapillo; da m. 18,70 a m. 23,20 = Tufo.

187 - Zona insediamento nuovo Policlinico ai Cangiani - (da Impr. Trivelsonda)

da m. 0,00 a m. 3,00 = Terreno vegetale pozzolanico con lapillo; da m. 3,00 a m. 4,50 = Pozzolana rossastra; da m. 4,50 a m. 7,00 = Pozzolana scura sabbiosa; da m. 7,00 a m. 9,50 = Pozzolana scura con lapillo; da m. 9,50 a m. 10,50 = Lapillo misto a pozzolana; da m. 10,50 a m. 13,50 = Lapillo; da m. 13,50 a m. 15,00 = Pozzolana sabbiosa; da m. 15,00 a m. 17,50 = Pozzolana normale compatta; da m. 17,50 a m. 20,00 = Pozzolana compatta con grani di lapillo; da m. 20,00 a m. 22,20 = Pozzolana compatta sabbiosa, da m. 22,20 a m. 25,20 = Tufo.

188 - Via Nazario Sauro - (da M. Guadagno: v. bibl. 244)

da m. 0,00 a m. 1,70 = Terreno di riporto; da m. 1,70 a m. 4,90 = Sabbia grossa; da m. 4,90 a m. 8,30 = Sabbia fina; a m. 8,30 = Tufo.

189 - Via Acton, Circolo Canottieri Napoli - (da D. Lambertini e G. Mondelli: v. bibl. 277)

da m. 0,00 a m. 1,30 = Terreno di riporto; da m. 1,30 a m. 13,70 = Scogli e riporto; da m. 13,70 a m. 18,30 = Sabbia; da m. 18,30 a m. 19,50 = Trovanti rocciosi; da m. 19,50 a m. 62,00 = Tufo giallo; da m. 62,00 a m. 80,00 = Tufo grigio; da m. 80,00 a m. 84,50 = Arenaria; da m. 84,50 a m. 92,00 = Roccia compatta; da m. 92,00 a m. 104,00 = Sabbia; da m. 104,00 a m. 114,00 = Tufo grigio.

190 - Via Monteoliveto - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 11,00 = Murature di tufo di antiche costruzioni; da m. 11,00 a m. 14,30 = Materiale alluvionale o di riporto; da m. 14,30 a m. 29,50 = Sabbia di depositi litorali; da m. 29,50 a m. 31,40 = Tufo giallo.

191 - Piazza Monteoliveto - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,30 = Attuali ed antiche pavimentazioni; da m. 0,30 a m. 11,00 = Depositi alluvionali in parte forse palustri; da m. 11,00 a m. 22,00 ~ Deposito alluvionale costiero e spiaggia; da m. 22,00 a m. 25,50 = Deposito alluvionali (probabilmente di estuario); da m. 25,50 a m. 29,50 = Tufo giallo.

192 - Piazza VII Settembre - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,50 = Pavimentazione e sottofondo stradale; da m. 0,50 a m. 1,80 = Riporto artificiale; da m. 1,80 a m. 3,50 = Sabbia e pozzolana con piccole pomici; da m. 3,50 a m. 5,50 = Riporto artificiale; da m. 5,50 a m. 9,50 = Pozzolana probabilmente in sede; da m. 9,50 a m. 10,00 = Humus e materiali sciolti; da m. 10,00 a m. 16,50 = Tufo giallo.

193 - Piazza d'Ovidio - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,30 = Pavimentazione stradale; da m. 0,30 a m. 1,00 = Riporto artificiale; da m. 1,00 a m. 5,10 = Materiale alluvionale; da m. 5,10 a m. 5,40 = Humus (?); da m. 5,40 a m. 5,70 = Tufo giallo alterato; da m. 5,70 a m. 12,40 = Tufo giallo.

194 - Via S. Gennaro ad Antignano - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,30 = Pavimentazione marciapiede; da m. 0,30 a m. 5,80 = Pozzolane con livelli di pomici minute; da m. 5,80 a m. 10,00 = Tufo giallo.

195 - Viale Michelangelo - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,30 = Pavimentazione stradale; da m. 0,30 a m. 1,70 = Pozzolana; da m. 1,70 a m. 2,40 = Lapillo; da m. 2,40 a m. 4,50 =

Sabbia e pozzolana; da m. 4,50 a m. 4,60 = Livelletta tufaceo (trovante ?); da m. 4,60 a m. 8,00 = Pozzolana; da m. 8,00 a m. 10,00 = Livelli sabbiosi; da m. 10,00 a m. 11,20 = Pozzolana; da m. 11,20 a m. 12,50 = Pomici (2 o più livelli); da m. 12,50 a m. 14,50 = Pozzolana; da m. 14,50 a m. 17,50 = Tufo giallo.

196 - Zona insediamento nuovo Policlinico ai Cangiani - (da Impr. Fondedile)

da m. 0,00 a m. 0,50 = Terreno vegetale pozzolanico; da m. 0,50 a m. 3,00 = Pozzolana con tracce di lapillo; da m. 3,00 a m. 4,50 = Sabbia; da m. 4,50 a m. 5,50 = Pozzolana sabbiosa con tracce di lapilli; da m. 5,50 a m. 8,20 = Sabbia con pozzolana; da m. 8,20 a m. 10,50 = Lapilli con sabbione e pozzolana; da m. 10,50 a m. 13,50 = Pozzolana sabbiosa; da m. 13,50 a m. 14,50 = Pozzolana con tracce di lapilli; da m. 14,50 a m. 15,50 = “ Cappellaccio ” tufaceo; da m. 15,50 a m. 25,50 = Tufo giallo leggermente fessurato.

Bibliografia

ABATE F.: L'antichissimo Sebeto sepolto sotto Napoli. Poliorama Pittresco; 4, pp. 113-115 (con cartina); Napoli 1830-1840.

ABATE F.: Intorno alle acque pubbliche di Napoli. Ann. Civ. Regno Due Sicilie, fase. 43 - Napoli 1840.

ABATE F.: Delle acque pubbliche della città di Napoli. Napoli 1840.

ABATE F.: Intorno ai pozzi artesiani ed alla utilità della loro propagazione nel Regno. Ann. Civ. Regno Due Sicilie, fase. 47, Napoli 1840.

ABATE F.: Gli acquedotti antichi e moderni nella città di Napoli. Poliorama Pittresco, a IV, sem. 1° p. 178 e pp. 182-183, Napoli 1840.

ABATE F.: Intorno all'acquedotto Claudio. Memoria letta il 20 gennaio 1842 all'Ist. di Incoraggiamento, 1842, con recensione su Ann. Civ. Regno Due Sicilie, fase. LV, pag. 72; Napoli 1842.

ABATE F.: Sulle acque pubbliche della città di Napoli. Napoli 1861.

ABATE F.: Primi studi sull'acquedotto Claudio. Napoli 1862.

ABATE F.: Sa due progetti per aumentare le acque potabili in Napoli. Napoli 1862.

ABATE F.: Memoria sulla questione del fornimento di nuove acque potabili alla città di Napoli. Napoli 1863.

ABATE F.: Studi sull'acquedotto Claudio e progetto per fornire di acqua potabile la città di Napoli. Opuscolo di 79 pagine, 2 tavole. Stamperia del Giornale di Napoli, Napoli 1864.

ABATE F.: Cenno storico della condotta in Napoli delle acque del Serino. Opuscolo di 29 pagine; Ed. Tip. del Vaglio; Napoli 1885.

ACHELIS H.: Die Katacombeu von Neapel. Lipsia 1935.

AIELLO G. B. ED ALTRI: Napoli ed i luoghi celebri delle sue vicinanze. Napoli 1845.

- ALFANO G. B. Vulcani della Campania felice. Riv. Scienze Lett. Napoli 1905.
- ALLERS C. W.: La bella Napoli. Stuttgart 1893.
- ANDREOTTI A., BARDI D., BETTA C., CAMPANELLA M., COLANGELO E., DEL GAUDIO E., FIORE R., GIANTURCO V., IACCARINO U., MATERAZZO V., MINERVINI G., BAVARESE V.: Relazione sui dissesti e crolli della città di Napoli. Opuscolo a stampa di 15 pagine, con 2 tavole, Tip. V. de Alfieri; Napoli, 1956.
- ANDRIELLO D.: La speologia nella urbanistica e nella difesa civile. Il Congresso Internazionale di Speologia, Bari 1958.
- ANDRIELLO D.: La pianificazione territoriale e la protezione delle vite umane. Roma 1961.
- ANNECCHINO E.: La pozzolana ed altri minerali flegrei nella antichità. Napoli 1933, op. in 8°, pp. 20, figg. 3.
- ANONIMO: Sul nuovo acquedotto di Napoli. Giorn. Genio Civ. Roma 1885.
- ANONIMO: Visita ai lavori detta HI Funicolare. Ann. della Sez. di Napoli del Sindacato Ingegneri (poi Ann. di Ing.); 1, fase. IV, p. 17, Napoli 1927.
- AUDRIA N.: Trattato delle acque minerali. Napoli 1775.
- BALDACCI L., BENTIVEGNA R., DE BENEDICTIS B., FORNAHI G. B., NAZZANI U.: Relazioni sull'ispezione del sottosuolo e delle opere di fognatura di Napoli (Riassunto). Ann. d. Soc. d. Ing. e d. Arch. It.; 9, fase. II, p. 47-76, Roma 1894
- BARATTA M.: Il Vesuvio e le sue eruzioni dall'anno 79 d.C. al 1896. Roma, Soc. Ed. Dante Alighieri, 1897, Voi. in 16°, pp. IV + 202 figg. 33, 1 carta vulcanolog. 1:50.000.
- BARRA C.: Partenope languente per l'accaduto terremoto al 5 giugno 1668. Alle città di Europa epistola storica. Napoli 1688.
- BEGUINOT C.: L'uso del sottosuolo in una politica di piano per Napoli. Vili Convegno di Geotecnica, febbraio 1967 - Cagliari.
- BELLINI R.: L'uomo preistorico nella tradizione e nella scienza. Chivasso 1901.
- BELLINI R.: I lenti movimenti del suolo nella regione del Golfo di Napoli. Urania, 10 pp. 49-57 fig. 1, Torino 1921.
- BELLINI R.: Notizie di preistoria. Gli uomini dell'età della selce e delle caverne. Torino, Paravia. 1924.
- BELLUCCI P. A.: Ritrovamenti archeologici nelle catacombe di S. Gaudioso e di S. Eusebio a Napoli. Rivista di archeologia cristiana, Roma 1934.

BELLUCCI P. A.: Ritrovamento dette catacombe di S. Eusebio e di nuove zone nella catacomba di S. Gaudioso a Napoli. Atti del III Congr. Intern. di archeologia cristiana, Roma 1934.

BELOCH G.: Le fonti di Strabone nella descrizione della Campania. Mem. Acc. Lincei, CI. Se. mor. Stor. e Filolog. 3° 10, pp. 429-448. Roma 1882.

BELTHANO O.: Breve descrizione del Regno di Napoli. Napoli 1640.

BERTARELLI L, V.: Italia Meridionale. Voi. II, Napoli e dintorni - Guida d'Italia del T.C.I. Milano 1927.

BIDERA E.: Passeggiate per Napoli e dintorni. Napoli 1844.

BLESSICH A.: La carta topografica di Napoli di Giovanni Carafa Duca di Noja. Napoli nobilissima, 4, fase. XII, pp. 193-185. Napoli 1896.

BAESI E.: Grotte nel Napoletano. Rass. Speleologica It., Como 1896.

BOTTI A.: Su di una pregiata sorgente non molto nota (acqua ferrata del palazzo Reale di Napoli). Napoli 1924.

BOTTI A.: Valorizzazione delle risorse idrologiche, balneari marine e climatiche del Golfo di Napoli. Atti del I Convegno reg. Ass. medica It. Idrol. Climatol. e Terap. fis. (Agnano, Campi Flegrei, 1924) pp. 13-39, figg. 12. Napoli 1925.

Bovio G.: La geologia dell'Italia meridionale rispetto all'indole degli abitanti. Discorso pronunciato in Piedimonte d'Alife a prò dei superstiti di Casamicciola, Napoli 1883.

BRANCACCIO T.: Gallerie napoletane. Note sui dissesti che si verificano nelle gallerie traversanti la collina di Posillipo. Ann. di Ing., 6, n. 7-12, pp. 7-11, Napoli 1932.

BHEISLAK S.: Topografia fisica della Campania. Voi. in 8°, pp. XII+ 368, Tav. I, Firenze 1798.

BKETT G. ED ALTRI: Per la realizzazione del nuovo "Acquedotto Campano". Relazione alla On. Amministrazione del Comune di Napoli. Napoli 1958.

BRUNO F. S.: L'osservatore di Napoli, ossia rassegna delle istituzioni civili, de' pubblici stabilimenti, de' Monumenti storici ed artistici e delle cose notevoli di Napoli; con breve descrizione dei suoi contorni. Napoli 1854.

BRUNO G.: Progetto di nuova galleria attraverso la collina di Posillipo. Tip. Giannini, Napoli 1872.

BRUNO G.: Fognature della città di Napoli. Napoli 1885.

BRUNO G.: Considerazioni e note riguardanti gli effetti dovuti alla azione del mare sul litorale di Ghiaia (Napoli) in rapporto alle opere della nuova riviera. L'ingegneria civ. e le arti industr. II pp. 56. Torino 1885.

BRUNO G.: Programma e conferenze per lo studio sull'origine delle frane e sul modo di correggerle. Napoli 1888.

BRUNO G.: Di una nuova comunicazione rotabile fra la via Roma ed il rione Amedeo. Napoli 1890.

BRUNO G.: Moto ondoso e trasporto di alluvioni sul litorale di Ghiaia. L'ingegneria civ. a. XVIII, n. 8, Torino 1891.

BRUNO G.: Risanamento della città di Napoli - Fognatura generale. Napoli 1892.

BRUNO G.: Considerazioni sulla migliore utilizzazione delle acque del Serino e delle altre acque comunali. Atti Ist. Incoragg. 57 (1905) pp. 399-414, Napoli 1906.

BRUNO G., GIAMBARBA A., MARTINEZ C., MELISURGO G.: Fognatura cloacale della città di Napoli. Relazione al Sindaco. Opuscolo di 102 pag. con piante e disegni, Tip. F. Giannini e f., Napoli 1883.

BRUNO G. E LUCARELLI B.: Dell'acquedotto di Serino, studio per migliorare ed accrescere la distribuzione dell'acqua in città. Napoli 1902.

BUCHNER G.: Isole Ponziane, Napoli, Olipeto Cifra (Salerno). In Scoperte e Scavi preistorici in Italia durante il 1949 Oiv. Se. Freisi, p. 225, Firenze 1949.

BUCHNER G.: Appunti sulle collezioni preistoriche del Museo Naz. di Napoli in occasione del loro riordinamento. Riv. Se. Preist. 5 pp. 97-107, Firenze 1950.

BUSSMANN K. G. E STOCHK: Ricerche con modelli sulla distribuzione degli sforzi intorno ai vuoti praticati nel sottosuolo. Berlino 1939.

CAIAZZA F.: Reazioni fisiologiche dell'organismo umano in condizioni ipogee. Rass. Speleol. It., Como 1956.

CALCI P. E MARCELLI L.: Oscillazioni libere del Golfo di Napoli. Ann. Geofisica, Roma 1949.

CAMPANELLA G., RICCI F., MAIO E., RUFFOLO F., FIORE R., DONZELLI, GIANTURCO V., MELISURGO G., MUNICCHI: Sulle cause dei crolli edilizi a Napoli. Inchiesta del giornale " Il Mattino " - 19-1-31 e 15, 16 e 17-1-32.

CAMPOLONGO A.: La Campania e i Campi Flegrei. Studio storico geologico. Napoli 1922.

CANGIANO L.: Su le acque pubbliche potabili della città di Napoli e dei modi d'aumentarle. Napoli 1843.

CANGIANO L.: Scavo di un pozzo artesiano nel cortile del Palazzo Reale di Napoli. Atti VI Riun. Scienziati ital. pp. 553-555, Milano 1845.

CANGIANO L.: Sul pozzo che si sta forando nel giardino della Reggia di Napoli e di talune induzioni geologiche di cui è stata occasione. Op. in 8°, pp. 23, Napoli 1845.

CANGIANO L.: Notizie sopra i pozzi forati conosciuti col nome di pozzi artesiani, di fontane artesiane e di fontane zampillanti. Op. in 8°, pp. 23, Napoli 1846.

CANGIANO L.: Sul pozzo forato nel giardino della Reggia di Napoli. Atti VII adun. Scienz. It. p. II, pp. 1147-1148, Napoli 1847.

CANGIANO L.: Riflessioni sulle acque potabili della città di Napoli, Napoli 1848.

CANGIANO L.: Description géologiques des points du royaume de Naples propices a Vobtention de sources artésiennes. Bull. Soc. géol. de France. Paris 1852.

CANGIANO L.: Sulle attuali condizioni delle acque pubbliche in Napoli e dei modi di migliorarle. Napoli 1859.

CANGIANO L.: Breve ragguaglio del perforamento di due pozzi artesiani recentemente compiuti nella città di Napoli. Napoli 1859.

CANGIANO L.: Relazione intorno alle acque potabili della città di Napoli. Napoli 1865.

CAPACCIO G. C.: Neapolitanae historiae tomus primus. In quo antiquitas aedificio, ducibus, religione, bellis, lapidibus, locis adiacentibus, qui totam fere amplectuntur Campaniam, continentur. Napoli 1607.

CAPACCIO G. C.: Il Foriastiero, dialoghi nei quali si ragiona dell'origine di Napoli ecc. con tutto il contorno da Cuma al Promontorio di Minerva ecc. Napoli 1634.

CAPASSO B.: Topografia della città di Napoli nell'XI secolo. Napoli 1895.

CARELLI A.: Osservazioni sui dissesti dei fabbricati in Napoli. Napoli 1890.

CARLETTI N.: Istituzioni di Architettura civile. Napoli 1776.

CARLETTI N.: Topografia universale della città di Napoli in Campagna felice. Stamp. Raimondiana. Napoli 1776.

CARLETTI N.: Istituzioni di Architettura Idraulica. Napoli 1780.

CARLETTI N.: Storia della regione abbruciata in Campagna Felice. Voi. in 8°, pp. XLIII + 382, tav. 1. Napoli 1787.

CARLETTI N.: Perché la nuova fognatura non può funzionare. Napoli 1796.

CARO O.: Le acque del Carmignano dal punto di vista della loro potabilità. Napoli 1904.

CARRELLI F.: Sulle acque potabili della città di Napoli. Napoli 1866.

CARRELLI F.: Perché la nuova fognatura non può funzionare. Op. a stampa; Tip. Cosmi, Napoli sett. 1896.

CASOPIA E.: Le acque della regione vesuviana. Ann. R. Scuola Sup. Agricoltura di Portici, voi. VI. Napoli 1891.

CASORIA E.: Sui processi di mineralizzazione delle acque in rapporto con la natura geologica dei terreni e delle rocce. Annali R. Scuola Agricoltura di Portici, IV. Napoli 1903.

CASSA PER IL MEZZOGIORNO - SERVIZIO ACQUEDOTTI E FOGNATURE : Acquedotti del sistema Campano-Molisano - L'Acquedotto Campano. Roma 1959.

CASSINIS R.: Validità delle moderne tecniche geofisiche applicate alla ingegneria. Boll. Ord. Ingegn. Palermo, luglio-agosto 1965, Palermo.

CASSINIS R.: Evoluzione dei metodi di prospezione geofisica. Riv. Miner. Siciliana n. 94-96, pp. 210-220, Palermo 1965.

CASTALDI F.: / crateri orientali di Napoli. Bull. Vulc. Serie II: Tome II, pp. 143-171, Napoli 1937.

CASTALDI F.: Marmite dei giganti nei tufi di Posillipo Gli abissini. 1 pp. 105-107, fig. 1, Napoli 1938.

CAVALLI G., DE NOHA A., GIANTURCO V., GUERRA C., IMMIRZI E., MELISURGO G., PEPE C.: Relazione sullo studio e sulle proposte per la prevenzione dei dissesti edilizi e per la regolazione di tutti i servizi pubblici che si esercitano con opere sottostradali. Ann. di Ing., 8, n. 2, pp. 14-19, Napoli 1934.

CELANO C.: Delle notizie del bello, dell'antico e del curioso della città di Napoli. Ili ed., Napoli 1758-59.

CENNI G.: Memorandum intorno alle acque di Napoli. Napoli 1865.

CENTRO STUDI PER LE RISORSE NATURALI : Attività svolta dal 13 luglio 1939 al 31 agosto 1940. Boll. della Soc. dei Natur. in Napoli 1940.

CENTRO STUDI PER LE RISORSE NATURALI : Attività svolta dal 31 agosto 1940 al 28 ottobre 1941. Atti del R. Istituto di Incoraggiamento. Napoli 1941.

CESARI C.: Saggio di idrografia sotterranea alle falde del Vesuvio. Giorn di Geol. pratica, 5, pp. 104-107, Perugia 1907.

CHEVALLEY DE RIVAZ E.: Voyage scientifique a Naples. Napoli 1843.

CHIERICI G.: / lavori di restauro del trecentesco Tempio Napoletano di S. Maria Donnaregina. " Il Mattino ". Napoli 1934.

CHIERICI G.: Contributo allo studio dell'architettura paleocristiana nella Campania. Atti del III congresso internazionale di Archeologia cristiana. Roma 1934.

CIOFALO G. M.: Variante all'ultimo tronco del progetto governativo della Direttissima Roma-Napoli. Op. in 4°, pp. 12 e tavv. 2, Napoli 1911.

CIOTOLA B.: Intorno alle cave di tufo giallo napoletano. Brevi note. Op. di 21 pagine; Tip. L. Barca, Napoli 1923.

GIRELLI F.: Sconvolgimento della natura. Vulcani. Tremuoti. Geologia, del Vesuvio e del Monte Somma. Geologia dei Campi e delle isole Flegree. Il regno delle due Sicilie descritto ed illustrato. Napoli 1853.

CIRILLO R., AMODIO M.: Concorso per una nuova via di comunicazione fra l'oriente e l'occidente della città di Napoli. Op. ed. da Tipogr. Elzevira. Napoli 1925.

CLAUSON C.: Saggio sulla topografia della antica Partenope. Napoli 1889.

CLEMENT S.: Naples, thè city of Partenope and its environs. London 1894.

COYER G. F.: Naples. In: C.G.F. "Voyages d'Italie et de Holland ", Paris 1775.

COLAMONICO C.: Napoli. Enciclop. It. Roma 1934.

COLAMONICO C.: La carta del Regno di Napoli della Libreria della Stella e la sua fonte principale. Firenze 1942.

COLINI G. A.: Determinare in quali regioni italiane si abbiano prove certe di una civiltà della pura età del bronzo, e se per ognuna di esse debba ammettersi che tale civiltà avesse una sola origine e si svolgesse nel medesimo tempo. Atti Congr. Intern. Se. st. Roma 1904.

COLLENUCCIO P. ED ALTRI: Compendio dev'istoria del Regno di Napoli, di Pandolfo Collenuccio da Pesare, di Membrino Roseo da Fabriano, et di Tommaso Costo Napolitano. Diviso in tre parti. Con le annotazioni del Costo. Venezia 1613.

COLOMBO A.: // Golfo di Napoli; configurazione del fondo, cenni geologici. In: C. A. La fauna sottomarina del Golfo di Napoli, Riv. Maritt. Roma 1887.

Compendio delle cose più curiose di Napoli e di Pozzuoli. Con alcune notizie del Regno. Napoli 1679.

CONTARINO L.: L'antichità di Napoli. Napoli 1569.

CONTARINO F.: Nota sulle acque sotterranee della città di Napoli. Boll. Coli. Ing. Arch. 3, p. 4, tav. 1, Napoli 1885.

CONTARONO F.: Sull'acqua latente nel sottosuolo della città di Napoli nello anno 1890 ed in epoche anteriori. Ingegneria Sanitaria, 2, pp. 17-20, tav. 1, Torino 1891.

CONTARINO F.: Sulla fognatura delle acque meteoriche e delle acque sotterranee. Boll. del Collegio degli Ingegneri ed Architetti, pag. 20, Napoli 1895.

CORAGGIO G. P.: Breve trattato e discorso di quello che successe di bene al Regno di Napoli ecc. Napoli 1769.

CORCIA N.: Storia delle due Sicilie. Napoli 1845.

CORRADI C.: Geognostical studies preliminary to the constructions of the Express Line from Roma to Naples. Word Engin. Congress. Tokio 1929.

CORRADO G.: Nodo stradale e grande galleria sotto Piazza Plebiscito ed edifici circostanti. Atti R. Acc. Medico-Chirurgica di Napoli, 80, 1926.

CORTESE R.: Progetto pel sottosuolo di Napoli. Op. a stampa con cartina 1: 8.000 riguardante la fognatura, Napoli 1883.

COSTANTIN J. A. NNES: Voyage scientifique a Naples avec M. Magendie en 1848. Paris 1844.

COTECCHIA V.: Vecchie vedute e nuove ricerche sulle pozzolane. Atti Fondaz. Politecn. del Mezzogiorno, voi. IV, Napoli 1952.

COZZOLINO P.: La Barra e la sua origine nella Napoli suburbana in occasione del bonificamento barese progettato dall'autore. Napoli 1889.

CRAVEN A.: Studi sull'antico Sebeto. Napoli 1863.

CREMA C.: Il terremoto del 1930 nell'Italia meridionale e la geotettonica della sua area. Ann. dei LL. PP., 71; pp. 418-424, 1 tavola fuori testi, Roma 1933.

CROCE A.: Organizzazione dello studio dei terreni di fondazione e del rilievo delle carte geotecniche. Rie. Scient. 5-6 1946.

CROCE A.: Secondary time effect in the compression of unconsolidated sediments of volcanic origin. Atti 2° Congresso Int. di Geotecnica. Rotterdam 1948.

CROCE A.: Sulla compressibilità delle pozzolane quali terreni di fondazione. Geotecnica, n. 1 1954.

CROCE A.: Studi Geotecnici. Atti Fond. Politecn. Mezzogiorno d'Italia. Napoli 1955.

CROCE A.: Il sottosuolo della città di Napoli nei riguardi dei problemi geotecnici. Rivista Italiana di Geotecnica, n. 1 1967.

CROCE A., PELLEGRINO A.: Caratterizzazione geotecnica del territorio urbano. Vili Convegno di Geotecnica, febbraio 1967 - Cagliari (in corso di stampa).

CURCI C.: Sulla fogna e sulla utilizzazione delle sue acque. Napoli 1869.

CUTOLO A.: Il Decurionato di Napoli. Napoli 1932.

DAINELLI G. E DORIA G.: Campania (itinerari automobilistici). Firenze 1927.

DAINELLI G.: Guida della escursione ai Campi Flegrei. Atti XI Congr. geogr. it., Napoli 1930. D'ALOÈ S.: Naples, ses monuments et ses curiosités, avec une description de Pompéi, Herculaneum, Stabies, Paestum, Pouzzoles, Cumae, Capuae, et des autres endroits célèbres des environs. Napoli 1847.

D'ALOÈ S.: Delle cose esposte da alcuni intendenti delle province del Regno di qua del faro ne' discorsi tenuti ai Consigli Provinciali dell'anno 1857. Ann. Civ. d. R. d. Sic., Voi. LXI, fase. CXXI, pp. 82-97.

D'ALOÈ S.: Delle cose esposte dagli intendenti delle province del Regno di qua del faro ne' discorsi tenuti ai Consigli Provinciali dell'anno 1858. Ann. Civ. d. R. d. D. Sic., pp. 5-22, A, 1858.

D'ALOÈ S.: Delle cose esposte dagli intendenti delle province del Regno delle Due Sicilie ne' discorsi tenuti ai Consigli Provinciali inaugurati il dì 20 maggio 1859. Ann. Civ. d. R. d. D. Sic., Voi. LXII, fase. XXXIV, pp. 135-154, A, 1859.

D'AMBRA R.: Dei porti della città di Napoli, ricerche storiche topografiche. Ann. Civ. d. R. d. D. Sic., fase. LXV, p. 28, Napoli 1843.

D'AMBRA R.: Acque vecchie ed acque nuove della città di Napoli. Atti Acc. Pontan. Napoli 1883.

D'AMELIO A.: L'acqua latente nel sottosuolo della città di Napoli. Ing. Moder, 2, pp. 22, tav. 1, Napoli 1901.

D'AMELIO A.: Pianta dell'idrografia sotterranea della città di Napoli. Boll. Coli. Ing. Arch., Numero unico, Op. in 4°, Napoli 1901.

D'AMELIO A.: L'acqua latente nel sottosuolo della città di Napoli. Ann. Sind. Nazion. Ing. 2, n. 9, pp. 13-23 (con fig. 2). Napoli 1928.

D'AMELIO A.: Nel sottosuolo del rione Materdei. Ann. di Ing., 8, fase. 1, pp. 7-11, Napoli 1934.

D'AMELIO A.: / funtori dei trams e dei camions e le scosse relative. Ann. di Ing., 8, fase. 3-4, Napoli 1934.

D'ARRIGO A.: Variazioni morfologiche della piattaforma continentale del Golfo di Napoli intercorse dal secolo XVIII (Rizzi-Zannoni) ad oggi. Atti I Congr. Naz. dei Porti. (Napoli 1948), pp. 433-447, fig. 9, Napoli 1950.

D'ARRIGO A.: Natura e tecnica nel Mezzogiorno. La nuova Italia editrice. Firenze 1956.

DE ANGELIS D'OSSAT G.: Il pozzo artesiano di Marigliano (1882). Atti Accademia Geolog. Voi. VII 4° - Catania 1894.

DE ANGELIS D'OSSAT G.: Un pozzo trivellato presso Napoli. Boll. Soc. Geol. It., 21, pp. 33-35, 1902.

DE BOUCHARD P.: Naples sans site, sans histoire, sans sculpture. Paris 1905.

DE CESARE F.: La scienza dell'architettura applicata alla costruzione, alla distribuzione, alla decorazione degli edifici civili. Napoli 1855-56.

DE JORIO A.: Napoli e contorni. Napoli 1835.

DE FALCO B.: Antichità di Napoli e del suo amenissimo distretto. Napoli 1687.

DE FERRARI G. B.: Nuova guida di Napoli, dei contorni, di Precida, Ischio, e Capri compilata sulla guida del Vasi ed altre opere più recenti. Napoli 1826. . 156) DELL'ERBA L.: Sulla sanidinite sodalito-pirossenica di Sant'Elmo. (Studio petrografico e considerazioni geologiche). Atti R. Acc. Se. Fis. e Mat. s. 2, 4, pp. 175-186, Napoli 1890.

DELL'ERBA L.: Considerazioni sulla genesi del piperno. Atti Acc. Se. Fis. e mat. s. II, 5, n. 3, pp. 22, Napoli 1892.

DELL'ERBA L.: L'andesite pirosseno-micacea di Posillipo. Atti Accademia Pontoniana, 23, Napoli 1893.

DELL'ERBA L.: Ricerche sul potere d'imbibizione dei tufi napoletani. Atti Ist. Incoragg., s. 6° 70, pp. 41-62, Napoli 1918.

DELL'ERBA L.: Le frane nel tufo giallo Napoletano. Atti Ist. Incoragg. a. 6", 73, pp. 96-121, Napoli 1921.

DELL'ERBA L.: Sulla resistenza allo schiacciamento ed alla flessione del tufo giallo napoletano. Atti Ist. Incoragg., s. 6° 73, pp. 15-38, Napoli 1921.

DELL'ERBA L.: Uso delle mine nelle cave di tufo giallo napoletano. Atti ist. Incoragg., s. 6^a, 75, pp. 177-186, Napoli 1923.

DELL'ERBA L.: Corso di geologia applicata alle costruzioni. Pironti, 1, pp. Vili + 647, figg. 102, 2, pp. VIII-1101, figg. 71, Napoli 1923.

DELL'ERBA L.: Il tufo giallo napoletano. Studio scientifica-tecnico esteso alle cave e alle frane. Ed. R. Pironti, Napoli 1923.

- DELL'ERBA L.: Geologia applicata alle costruzioni. Pironti, Napoli 1925.
- DE LORENZO G.: L'attività vulcanica dei Campi Flegrei. Rend. Acc. Se. Fis. e Mat., s. 3^a 10, pp. 203-221, Napoli 1904.
- DE LORENZO G.: Il cratere di Nisida nei Campi Flegrei. Atti Acc. Se. Fis. e Mat. Napoli 1907.
- DE LORENZO G.: Geologia dell'Italia meridionale (1904). Laterza, Bari. Seconda edizione a cura di G. D'Erasmo E.P.S.A. Napoli 1937.
- DE LORENZO G.: La terra e l'uomo. Napoli (Ricciardi) (Altre edizioni Bologna, Zanichelli, 1919 e 1920; Roma, Faro, 1946 e 1947).
- DE LUCA S.: Ricerche chimiche sopra un'acqua di pozzo della città di Napoli. Rend. Acc. Se. Fis. e Mat. Napoli 1867.
- DE NISCO B.: Stratigrafia del Monte Coroglio (Napoli). Boll. Soc. Nat. in Napoli, 64 (1955), pp. 110-120, Napoli, 1956.
- D'ERASMO G.: Cenni geologici sui Campi Flegrei. Atti XIX Congr. Naz. Assoc. it. idrol. climat. e terap. fis., pp. 162-173, Napoli 1928.
- D'ERASMO G.: Studio geologico dei pozzi profondi della Campania. Boll. Soc. Nat. in Napoli, 43, Napoli 1931.
- D'ERASMO G.: / crateri della pozzolana nei Campi Flegrei. Atti Acc. Se. Fis. e Mat., s. 2^a, 19, n. 1, pp. 1-55, figg. 5, tavv. 6, Napoli 1931.
- D'ERASMO G.: Studio geologico dei pozzi profondi della Campania. Boll. Soc. Nat. in Napoli, 43, pp. 15-143, Napoli, 1931.
- D'ERASMO G.: Istoria naturale della Campania sotterranea. Atti Acc. Soc. fis. e mat., s. 30^a 2, n. 2, pp. 1-48, Napoli 1941. D'ERASMO G.: A proposito di una nota del Pro/. Luigi Ranieri sul bradisismo di Fazzuoli. Boll. Soc. Geogr. It., s. Vili; 6 pp. 42-44, Roma 1953.
- D'ERASMO G.: La rideterminazione altimetrica del Serapeo di Fazzuoli eseguita dall'Ist. Geografico Militare nel 1953. Boll. Soc. Nat. in Napoli, 53. Napoli 1954.
- D'ERASMO G., BENASSAI SGADARI M. L.: Bibliografia geologica d'Italia Voi. Ili, Campania, Napoli 1958.
- DE RENZI S.: Topografia e statistica medica della città di Napoli con alcune considerazioni sul Regno intero eco. Napoli 1838.
- DE ROSSI M. S.: Relazione del vulcanismo con la storia, l'industria, l'arte e le bellezze naturali in Italia. Bull. Vulcan. it. Roma 1888.
- Di CASTRI L.: Rivestimento murale della galleria di Posillipo. Op. in 8^a, Napoli 1899.

- Di GIACOMO S.: Nuova vita di Napoli e dintorni. Napoli 1926.
- Di GIACOMO S.: Napoli, Italia artistica. Voi. XXXII, Bergamo 1929.
- Di MARTINO R.: Rilevati e sottofondi stradali. Vili Convegno di Geotecnica, febbraio 1967 - Cagliari.
- Di STEFANO R.: Osservazioni sul piano regolatore della città di Napoli. Presentato all'Istituto Nazionale d'Urbanistica, Sezione Napoli, ivi 1959.
- Di STEFANO R.: Le cave di tufo nel napoletano. Rassegna Tecnica della Ass. Naz. Ingegneri e Architetti Italiani, n. 7, 1959.
- Di STEFANO R.: // sottosuolo e la stabilità del centro urbano. Rassegna tecnica ANIAI, Napoli 1960.
- Di STEFANO R.: Inchiesta sul sottosuolo di Napoli. Giornale " Il Mattino " di Napoli, Napoli 1961 (febb.-marzo).
- Di STEFANO R.: Napoli sotterranea. Napoli nobilissima; A. L. f. Ili, Napoli 1961.
- Di STEFANO R.: Napoli sotterranea. Comunicaz. present, al IV Convegno Intern. di Urbanistica Sotterranea, Varsavia 1965.
- Di STEFANO R.: Le cavità e le gallerie sotterranee in rapporto allo Sviluppo urbanistico nel tempo. Vili Convegno di Geotecnica, febbraio 1967 - Cagliari, (in corso di stampa).
- Di STEFANO R., ALLOCCA R., TAGLIALATELA F.: Le condizioni di stabilità degli edifici nel territorio comunale di Napoli. Ing. A, II, n. 8-9, Napoli 1961.
- Di STEFANO R., Lucrai P., NICOTERA P. POTENZA IL, SAP io G., VIPARELLI C.: Dissesti e loro cause. Vili Convegno di Geotecnica, febbraio 1967 - Cagliari (in corso di stampa).
- DORIA G.: Storia di una capitale. Voi. in 8°, pp. XV + 299, Tav, 12, Napoli 1952.
- Ducei A.: Sommario della memoria. La natura geologica del golfo di Napoli. Presentata all'Ass. Naz. Idrovie-Navigaz. e Porti. Primo Congr. dei Porti 26-30 Napoli, Settembre 1948. Ducei A., SEGRE A. G.: Relazione sui rilevamenti nel F. 183-184 Ischia-Napoli. Boll. Serv. Geol. d'Italia, 75, pp. 682-691, 1953.
- Ducei A., SEGRE A. G.: Relazione sul proseguimento dei rilevamenti nel F. 183-184 Ischio-Napoli. Boll. Serv. Geol. d'Italia, 76, pp. 369, 476, 1954.
- FALINI F.: Rilevamento geologico della zona nord-occidentale dei Campi Flegrei. Boll. Soc. Geol. It., 69, pp. 211-264, 1950.

- FARAGLIA N. F.: Le fosse del grano. In " Napoli nobilissima " Serie /. 1892.
- FASULO M.: // Golfo di Napoli nelle descrizioni di italiani e stranieri. Sorrento 1938.
- FERRARI P. PAOLELLA G.: Gallerie stradali e ferroviarie. Vili Convegno di Geotecnica febbraio 1967 - Cagliari.
- FIGRELLI T.: Cenni sull'andamento della falda acquifera nel sottosuolo della zona tra Napoli e Famigliano d'Arco in relazione con la costituzione geologica e la topografia e idrologia superficiale del territorio medesimo. Ann. LL. PP., 69, pp. 613-26., Roma 1926.
- FODERA ' O.: Cave di tufo nei dintorni di Napoli. R. Corpo delle Miniere, Roma 1894.
- FOLINEA E.: Sull'origine delle lesioni nei fabbricati. Napoli 1885.
- FOLINEA R.: Turbamenti statici negli edifici. Napoli 1891-1892.
- FOLINEA M.: Le comunicazioni fra l'oriente e l'occidente di Napoli e la nuova galleria sotto Monte Echio. L'Ingegnere, 5, pp. 2-10, figg. 13, Tavv., 2, Roma 1931.
- FRANCO P.: Il piperno. Boll. Soc. Naturai., 14, pp. 34-52, Tavv. 2, Napoli 1900.
- FRANCO P.: Il tufo della Campania. Boll. Soc. Naturai., Voi. XIV, pp. 19-33, Napoli 1900.
- FRANCO P.: L'attività vulcanica nella Campania secondo la tradizione e la storia. Boll. Soc. Naturai., Voi. XVI, pp. 260-288, Napoli 1902.
- FREDA G.: Sulla composizione del piperno trovato nella Collina del Vomero e sull'origine probabile di questa roccia. Rend. R. Acc. Se. Fis. Mat., s. 2% 2, pp. 177-180, Napoli 1888.
- FREDA G.: Sulle masse trachitiche rinvenute nei recenti trafori delle colline di Napoli. Rend. Acc. Se. Fis. e Mat., s. 2% 3, pp. 39-46, Napoli 1889.
- FRENKEL W.: Napoli. Torre del Greco 1926.
- FUCINI R.: Napoli ad occhio nudo. Lettere ad un amico. Firenze 1878.
- Fusco G. M., GIAMPIETRI A. T., Fusco G. V.: Giunta al commento critico archeologico di Fabio Giordano. Napoli 1842.
- GABRICI E.: Archeologia e Geologia. A proposito di un libro di R. T.
- GALANTE A.: Catacombe di S. Gennaro. Rend. Arch. Lett. e B. A. Napoli 1903.

- GALANTE A.: Catacombe di S. Gaudioso. Rend. Arch. Lett e B. A. Napoli 1903.
- GALANTE A.: Le catacombe di S. Eusebio. Rend. Arch. Lett. e B. A. Napoli 1907.
- GALANTE A.: Catacombe di S. Severo. Rend. Arch. Acc. Lett. Napoli 1907.
- GALANTE A.: Nuovi scavi nelle catacombe di S. Gennaro. Atti della Acc. Arch. Lett. e B. A. Napoli 1908.
- GALANTE A.: Catacombe di S. Vita. Rend. della Acc. Arch. Lett. e B. A. Napoli 1908.
- GALANTI G. M.: Breve descrizione della città di Napoli e del suo contorno da servire da appendice alla descrizione geografica e politica della Sicilia. Voi. in 8°, pp. 7-348, Napoli, 1792.
- GALANTI G. M. E GALANTI L.: Nuova guida di Napoli e contorni, di G. M. Galanti ultima edizione su quella riformata dall'abate Luigi, corredata di molte aggiunte e di un'appendice. Napoli 1845.
- GANGEMI F.: Sul comportamento di alcune opere di difesa lungo il litorale del Golfo di Napoli. Op. in 8°, pp. 9, figg. 2, Napoli 1953.
- CANGEMI F.: Sul comportamento delle principali opere di difesa del porto di Napoli. Op. in 8°, pp. 12, travv. 3, fig. 1, Napoli 1953.
- GAUTHIER V.: Il bradisismo flegreo all'epoca ellenica. R. Acc. Se. Fis. Mat. Voi. XVIII. Napoli 1911.
- GAUTHIER V.: Le acque solfuree di S. Lucia nei rapporti della igiene. Atti Acc. Med. Chir. Napoli 1911.
- GENOVESI A.: Raccolte di lettere scientifiche ed erudite. Napoli 1780.
- GHIDINI G. M.: Uomini, caverne e abissi. A.P.E. Milano 1954.
- GIANTURCO V.: Considerazioni sul tunnel della Laziale (Nota redazionale). Ann. d'Ing., 6, n. 7-12, Napoli 1932.
- GIORDANO F.: Frammento inedito di uno scrittore napoletano del secolo XVI intorno alle grotte incavate del promontorio di Posillipo in cui. è parola di quella detta volgarmente di Seiano ecc. Voi. in 8°, pp. Ili, Napoli 1841.
- GRANATA L.: Discorso su la geologia, la produzione e la economia rustica del monte Ernica (1830). Atti Acc. Pontan., 12, pp. 79-125, Napoli 1831.
- GRECO L.: Impianti sperimentali per lo studio del moto ondoso nel porto di Napoli. Ann. Ist. Sup. Nav. Napoli 1935.
- GRIFEO A.: Napoli e suoi dintorni. Visioni italiche (De Agostini) Novara 1928.

GUADAGNO M.: Le perturbazioni statiche dei manufatti che attraversano la collina di Posillipo. Att. E. Ist. Incoragg. di Napoli, 75, Napoli 1923.

GUADAGNO M.: Sui bradisismi nella collina di Posillipo. Nota Boll. Soc. Nat. in Napoli, 37, Napoli, 1923.

GUADAGNO M.: Osservazioni sulle gallerie cavate nel tufo giallo trachitico e sull'ipotesi di carico per la verifica dei rivestimenti, con riferimento alla sistemazione della Galleria Grande di Posillipo. Atti R. Ist. d'Incoragg. di Napoli, 76, Napoli 1924.

GUADAGNO M.: Notizie sul pozzo artesiano recentemente trivellato nella Piazza S. Maria la Fede in Napoli. Contributo alla conoscenza del sottosuolo

cittadino e delle sue acque sotterranee. Boll. Soc. Nat. in Napoli, 36 (ser. II, voi. 16), A, 38, Atti p. 120-128, Napoli 1924.

GUADAGNO M.: Il tufo trachitico ossidianico di S. Stefano al Vomero (Napoli). Boll. Soc. Nat. in Napoli, 37, (serie II, voi. 17, A. 39, pagg. 113-125, Napoli, 1925.

GUADAGNO M.: La galleria della direttissima. Terzo contributo alla conoscenza del sottosuolo cittadino. R. Ist. d'Incoragg. di Napoli, Ser. VI, voi. 78, pag. 75 con tavole, 1926.

GUADAGNO M.: Il pozzo artesiano della Centrale elettrica del Volturno. Quarto contributo alla conoscenza del sottosuolo cittadino e delle acque sotterranee. Boll. Soc. Natur. in Napoli, 38, (Se*. II, voi. 18), A, 40, pp. 250-266, Napoli 1926.

GUADAGNO M.: Monte Echia. Geologia ed antiche escavazioni. Quinto contributo alla conoscenza del sottosuolo cittadino. Atti del R. Istituto d'Incoraggiamento di Napoli, 6, 1928.

GUADAGNO M.: Il tufo giallo trachitico nel sottosuolo della città di Napoli. Sesto contributo alla conoscenza del sottosuolo cittadino. Atti del R. Istituto d'Incoraggiamento di Napoli, 6, 1928.

GUICCIARDINI C.: Mercurius Campanus Praecipus Campaniae Felicis loca indicans, et perlustrans. Napoli 1667

GUNTHER R. T.: Earth movements in the bay of Naples. The geogr. Journ. 22 pp. 121-149 e 269-189, figg. 17, tavv. 1, Londra 1903.

GUNTHER R. T.: Contributions to the study of earth: movements in the bay of Naples. Oxford and Rome 1903.

GUNTHER R. T.: Changes in the level of the city of Naples. Geogr. Journ. London 1904.

GUNTHER R. T.: Exhibit of maps and photograph showing effects to earthmovements near Naples: with a note on the area effected by them. British Ass. For Advance of Sc. London 1905.

GUNTHER R. T.: Pausilypon, the imperial villa near Naples, with a description of the submerged foreshore and with observations on the of Virgil and other remarkable antiquities on Posillipo. Oxford 1913.

HAAS H.: Neapel, Seine Umgebung und Sizilien. G. Greim. Belefeld e Lipsia 1927.

HAMILTON W.: Remarks upon the nature of the soil of Naples and its neighbourhood. Phil. Trans. R. Soc. 59, pp. 18-22, Londra 1772.

IPPOLITO -RAJOLA ecc.: Descrizione dei materiali da costruzione della Provincia di Napoli. Napoli 1879.

IPPOLITO F.: Su alcuni pozzi profondi del Napoletano. Boll. Soc. Natur. in Napoli, 53, pp. 121-142, 4 tav., Napoli 1942.

IPPOLITO F.: Studio idrogeologico delle acque del Chiniamone in Napoli. Atti Fond. Polit. Mezzog. d'Italia. 2, pp. 306-316. Napoli 1942.

IPPOLITO F.: Sulla stratigrafia del Somma-Vesuvio. Atti Fond. Polit. Mezzog. Voi. **III**, Napoli 1947.

IPPOLITO F.: Studi sulla costituzione geologica del sottosuolo di Napoli. Boll. Soc. Natur. in Napoli, 57 (1948), pp. 96-98, Napoli 1949).

IPPOLITO F.: Geologia e urbanistica. Annali dell'Ist. Sup. di Sc. e Lett. di S. Chiara di Napoli, Napoli 1950.

IPPOLITO F.: La geologia e le attività umane. Napoli 1951.

IPPOLITO F.: Istituto di geologia applicata dell'università di Napoli. Attività svolta dal 1° gennaio 1954 al 31 maggio 1955. La Riev. Scient. Roma 1955.

IPPOLITO F., COTECCHIA V.: Su alcuni pozzi trivellati nella zona industriale di Napoli. Boll. Soc. Natur. in Napoli, 58 (1949), pp. 47-58, Napoli 1950.

ISSEL A.: Le oscillazioni lente del suolo o bradisismi. Atti Univer. Genova, 5, voi. in 8°, pp. 422, tav. 1, Genova 1883.

ISSEL A.: Le oscillazioni lente del suolo. Nuova Antol., 71, fase. 20, pp. 646-666, Roma 1883.

ISSEL A.: Delle osservazioni da eseguirsi per lo studio dei movimenti secolari del suolo. Boll. Club alp. hai. Torino 1885.

JATTA G.: Discorso sulla ripartizione civile e chiesastica dell'antico agro Cumano, Miseneso, Baiano e Pozzolana, sui famosi Campi Flegrei ecc. sulle

acque della Bolla e sull'antico acquedotto che da Sermo conduce l'acqua di Napoli. Voi. in 8°, pp. Vili + 242, Napoli 1843.

JERVIS W. P.G The supposed Quaternary and since submerged Folcano of Mergellina, at Naples. The Mediterr. Natur., Malta, 1 ottobre 1892.

JOHNSTOS -LEVIS H. J.: // Pozzo di Ponticelli (1886). Rend. R. Accademia delle Scienze di Napoli, Anno XXVIII, fase. 5. Napoli 1889.

JORDANUS D.: Delectus Scriptorum rerum Neapolitanarum, qui populorum, ac civitatum res antiquitas, aliasque vario tempore gest memoriae prodiderunt. Partim nunc primum editi, partim auctiores, ac emendatiores accesserunt variae, ac accuratae tabulae geographicae ac aliae cum indice locupletissimo etc. Napoli 1735.

KEINPAUL R.: Neapel und ihre Umgebung. Leipzig 1884.

LA GRECA M., LAZZARI A., MONCHARMANT U.: L'attività del Centro Speleologico della Società dei Naturalisti in Napoli durante l'anno 1946. Boll. Soc. Naturai. 55 (1944-1946), p. 147-150, Napoli 1947.

LAMBERTINI D., SCORZA V.: Le acque delle falde sotterranee nella zona industriale sud-orientale della città di Napoli. Boll. Soc. Natur. in Napoli, 64 (1955), pp. 41-82, Napoli 1956.

LAMBERTINI D., SCORZA V.: Relazione sull'esame dell'acqua di un pozzo artesiano esistente nell'interno del nuovo palazzo del Banco di Napoli a Via Roma, Napoli. Boll. Soc. Natur. in Napoli, 65 (1956), pp. 3-7, Napoli 1957. 273)

LAMBERTINI D.: Ancora sulle acque artesiane detta zona orientale della città di Napoli. Boll. Soc. Naturai., voi. 66, Napoli 1958.

273 bis) LAMBERTINI D.: Acque sotterranee nell'ambito del centro urbano della città di Napoli. Boll. Soc. Natur. in Napoli, voi. 69, Napoli, 1960.

LAMBERTINI D.: Le acque del sottosuolo di Napoli e dintorni utilizzate a scopo industriale. La termotecnica, 9, 1960.

LAMBERTINI D., CARDINALE A.: Le acque della falda sotterranea della zona a nord della città di Napoli. Boll. Soc. dei Nat. in Napoli, voi. LXIX. Napoli 1950.

LAMBERTINI D., ESPOSITO A. M.: Acque del sottosuolo dei Campi Flegrei utilizzate a scopo industriale. Boll. Soc. dei Nat. in Napoli voi. LXIX. Napoli 1950.

LAMBERTINI D., MANDELLI G.: Relazione sull'esame di un'acqua profonda rinvenuta nella zona litoranea, in prossimità del Palazoz Reale di Napoli. Boll. Sor. dei Natur. in Napoli voi. LXX Napoli 1961.

LAMONT YOUNG : Progetto di ferrovia Metropolitana. Napoli 1884.

LANCELLOTTI L.: Sullo scavo della grotta di Seiano e sulla nuova strada di Coroglio. Op. iti 8°, pp. 23 ,Napoli 1840.

LANCELLOTTI L.: Sulla regia strada ferrata Capuana. Napoli 1843.

LANCELLOTTI L.: Promenade a Mergellina, Pausilype et aug fouilles de Coroglio. Napoli 1892.

LANZONI N.: Lezioni d'intorno l'analisi dell'acqua Lucullana volgarmente detta Acqua Ferrata. Napoli 1746

LAVAGNINO E.: / lavori di ripristino detta basilica di S. Gennaro extra moenia a Napoli. Boll. d'Arte, pag. 145. Napoli 1928.

LAVAGNINO E.: Osservazioni sulla topografia della catacomba di S. Gennaro a Napoli. Boll. d'Arte. Napoli 1928.

LE RISCHE M. J.: Antiquités des environs de Naples, et dissertations qui y soni relatives. Voi. in 8°, pp. 397, Napoli 1820.

LONGO A.: Sul piperno e sul tufo. Il Luceifero. anno Vili, p. 334. Napoli 1845.

LUCINI P., TONGIORGI E.: Determinazione con C¹⁴ dell'età di un legno fossile dei Campi Flegrei (Napoli). Studi'e ricerche della Divisione Geomineraria. Voi. II, Comitato Naz. per le Ricerche Nucleari, Roma 1959.

988) LUCINI P., NICOTERA P.: La costituzione geologica del sottosuolo di Napoli nei riguardi dei problemi tecnici. Vili Convegno di Geotecnica, febbraio 1967 - Cagliari (in corso di stampa).

MADDALENA L.: Il pozzo eseguito dalle ferrovie dello Stato per il nuovo palazzo delle Poste di Napoli. Boll. Soc. Geol. It. 53, pag. XC-XCI, 1934.

MAGGIORE L.: Notizie sui materiali vulcanici della Campania utilizzati nette costrudioni. Rei. Serv. min. e statistiche ind. estr., A. XLV, n. 60, pp. 392-428, Roma 1936.

MAIURI A.: Delle opere intese a riparare e compiere il porto di Nisida ed a stabilire colà un lazzaretto semisporco. Stato antico dell'Isola Nisida. Ann. Civ. Regno due Sicilie. Napoli 1856.

MAIURI A.: Del bonificazione delle paludi di Napoli. Napoli 1858.

MAIURI A.: Relazione terza (della Commissione) contenente l'esposizione di un progetto per condurre le acque di Senno nella Città di Napoli. Napoli 1867.

MAIURI A.: I Campi Flegrei, Roma 1934.

MAJO E.: 7 fenomeni vulcanici della Grotta del Cane (Campi Flegrei) in rapporto alle variazioni atmosferiche. *Le Grotte d'Italia*, luglio-sett. 1928 e *l'Universo*, 10, n. 1, p. 104, 1929.

MAJO E.: Il bradisismo flegreo con particolare riguardo all'influenza che esercita sui manufatti che attraversano la collina di Posillipo. *Boll. Soc. Nat.* voi. XLV. Napoli 1933.

MAJO E.: Il bradisismo flegreo. *Ann. R. Oss. Ves.*, S. 4, 2 (1929-30), p. 261-273, 1934.

MALQUORI G., SASSO F.: Le pozzolane dei dintorni di Napoli *La Ricerca Scient.*, a. VI, 2, pp. 3-16, Roma 1935.

MANASSE E.: Di alcune leucotefriti di S. Maria del Pianto nei Campi Flegrei. *Atti Soc. Soc. Tose, di Se. Nat., Proc. Verb.* 14, p. 171-174, 1905.

MARANTA B.: De aquae Neapolis, in Luculliano scaturientis (quam ferream vocant) metallica materia, ac viribus epistola. Napoli 1559.

MASONI U.: Il problema degli acquedotti di Napoli. Napoli 1905.

MAZZELLA S.: Descrizione del Regno di Napoli. Napoli 1601.

MAZZEO M.: Passeggiata geo-idro-sanitaria partenopea. Napoli 1955.

MAZZETTI V.: Studio di una pozzolana. *Atti R. Ist. Incoragg.*, Napoli 1934.

MELI R.: Breve relazione sulla qualità delle rocce incontrate nella perforazione della galleria di Montoro (ferrovia direttissima Roma-Napoli) dallo imbocco Napoli fino alla progressiva 1380 m. Op. in 8°, pp. 23, Roma 1909.

MELISURGO G.: Napoli sotterranea. Topografia della rete di canali di acqua profonda. Contributo allo studio del sottosuolo di Napoli. Opusc. a stampa di 44 pagine. Tip. F. Giannini e figli, Napoli 1889.

MELISURGO G.: Studi e considerazioni sui terremoti (terremoto del 23 luglio 1930). *Ann. d'Ing.*, 5, n. 1-2, pp. 24-30 e 3-4, pp. 23-38, Napoli 1931.

MELISURGO G.: L'acqua del Leone a Mergellina. Ricerche per determinare le condizioni di acqua freatica in una galleria filtrante. *Ann. d'Ing.*, 5, n. 1-2, pp. 30-34, Napoli 1931.

MELISURGO G.: Comportamento della roccia tufo nelle gallerie e nelle fondazioni. *Ann. d'Ing.* 6, n. 4, pp. 19-24 e n. 5-6, pp. 23-29, Napoli 1932.

MELISURGO G.: Ricerche per determinare le condizioni di afflusso di acqua freatica in una galleria filtrante. Napoli 1932.

MELISURGO G.: Napoli sotterranea. Conferenza. Sola notizia in *Ann. d'Ing.* Napoli 1933.

MELISURGO G.: / rapporti nel sottosuolo fra il demanio comunale e le proprietà private. Ann. d'Ing., 8, n. 2, pp. 7-13, Napoli 1934.

MELISURGO G.: Per un piano regolatore di Napoli. Via Italiana, 25, fase. 2 291, Roma 1937.

MELISURGO G.: Piano regolatore di Napoli. Contributo per la definizione, approvazione, esecuzione del piano, regolatore generale della città. Opusc. a stampa della Tip. Lucina, Napoli 1937.

MELISURGO G.: Lavori. Titoli. Pubblicazioni. Opusc. a stampa della Tip. Lucina, Napoli 1938.

MELISURGO G.: / “ barbacani ” di Monte Echia sono inutili. La montagna non ha bisogno di essere contenuta ecc. ecc. La voce di Napoli. Napoli,, 16-11-1942.

MELOGRANI G.: Manuale geologico. Voi. in 8°, pp. Vili + 393, Napoli 1809.

MENDIA A.: Progetto di una condotta di acqua potabile dalla valle del Sebeto alla città di Napoli. Napoli 1868.

MEO F.: Relazione sull'esame dell'acqua di un pozzo trivellato durante gli scavi di fondazione dei nuovi fabbricati nelle adiacenze della Chiesa dei Fiorentini, in Napoli. Boll. Soc. Natur. in Napoli, 61, pp. 3-11. Napoli 1952.

MERCALLI G.: Tufi vulcanici del napolitano. Boll. R. Comm. Geol. Roma 1884.

MONTAGNA R.: Osservazioni geomorfologiche sulla Conca di Pianura nei Campi Flegrei. Boll. Soc. natur. in Napoli, Voi. LXX, Napoli 1961.

MONTAGNA R.: Stratigrafia vulcanica nel territorio di Napoli ad occidente del Vomero. Boll. Soc. Natur. in Napoli, Voi. LXX, Napoli 1961.

MONTAGNA R.: Stratigrafia Flegrea del terzo periodo recente. Boll. Soc. Natur. in Napoli, Voi. LXXI, Napoli 1962.

MONTICELLI T.: Sulle origini delle acque del Sebeto di Napoli antica etc. Atti Ist. Incoragg. Napoli 1934 M.T. Opere. Napoli 1828.

MONTICELLI T.: Sull'economia delle acque (1841). Recensione in Ann., Civ. del Regno delle Due Sic. Napoli 1843.

MONTICELLI T.: L'origine delle acque del Sebeto ed altre acque del napoletano. Opere, Napoli 1840. Vasta recensione in Ann. Civ. Regno delle due Sic., fase. LXIV, 1843.

MORMILE G.: Descrizione dell'amenissimo distretto della città di Napoli. Napoli 1617.

MORMILE G.: Nuovo discorso intorno alla antichità di Napoli e di Pozzuoli. Napoli 1629.

MOSCHIETTI D.: Cronaca Ufficiale, Maggio e Giugno 1857. Ann. Civ. d. R. d. D. Sic. 1857.

MULLER G.: Die rezenten Sedimente im Golf von Neapel. Die Sedimente des Golfes von Fazzuoli. Geologisch. Rundschau, 47, h. 1, 1958.

NAPOLI M.: Quaranta secoli di storia nel sottosuolo di Napoli. Il Giornale, 31-5-1950, Napoli 1950.

NAPOLI M.: Napoli greco-romana. Napoli 1959.

NARICI E.: Contributo alla petrografia chimica della provincia magmatica campana e del Monte Vulture. Zeitschrift f. Vulkanologie. 14, fate. 3,, pp. 210-239, 1932.

NAZZANI I., BALDACCI L., BENTIVEGNA R., DE BENEDICTIS B., FORNARI G. B.: Il sottosuolo di Napoli e le nuove opere di fognature, con un'appendice. Descrizione di due sprofondamenti. Boll. Coli. Ing. Arch., 11, pp. 21-27 e 41-44. Napoli 1893.

335) NAZZANI J., SCHIOPPA L., BRESCIA MORRÀ G.: La frana del monte Echio "del 28 gennaio 1868. Perizia, voi. in 8°, pp. 168, Tavv. 16, Napoli 1907.

.336) NEBBIA G.: Il problema dell'acqua a Napoli. Osservazioni e proposte. Ami. d'Ing., 4, n. 11. Napoli 1950.

NICOTERA P.: Contributo alla conoscenza del tufo trac/litico della collina del Vomero (Napoli). Boll. Soc. dei Natur. in Napoli, 58, pp. 16-33, 1949.

NICOTERA P.: Osservazioni geologiche sulla collina di Posillipo e sulla zona urbana occidentale di Napoli. Boll. Soc. It., 69, pp. 335-362, 1950.

NICOTERA P.: Ricerche idra geologiche nel distretto di Bonifica di LicolaVarcaturo (Napoli). Geotecnica, 6, pp. 4-22, 1959.

Nisco A.: Conferenza sul problema dell'acqua a Napoli e sul modo come risolverlo. Napoli 1923.

Nisco A.: La coppa della Campania (progetto di massima del lago artificiale del Campiglione). Napoli 1926.

542) Nisco A.: Il lago artificiale del Campiglione per risolvere il problema idrico della città di Napoli. Napoli 1928.

Nisco A.: L'assillante problema dell'acqua a Napoli. Ann. Sez. Napoli Sind. Naz. Fase. Ingeg. Napoli 1929.

NORIN E.: The Mineral Compositions of the Neapolitan Yellow Tuff. *Geologische Rundschau*, 43, n. 2, pp. 526-534, 1955.

NORIN E.: The sediments of the Central Tyrrhenian Sea. *Meddelanden Fran Uppsala Universitets Mineralogisk-Geologiska Institution*, 1958.

348) NUNZIANTE G.: Considerazioni sulla bollonatura di fronti rocciosi. *Ingegneri*. Anno III, n. 13.

GOLIARDO, TODARO A. ETC.: Acque minerali di Mercogliano. *Rendiconti R. Accademia delle Scienze di Napoli*, 1896, fase. II. Napoli 1896.

OKAMOTO SH. E MIZUKOSHI T.: Schwingungen im Untergrund eines Kavernen. *Krafthauses wahrend eines Erdbebens*. *Geolog. n. Bauw. Vienna* 1958.

OTTUMONELLI M.: Delle acque minerali di Napoli. *Voi. in 8°*, Napoli 1808.

PADULA F., MAIURI A., E RIGGEL G.: Poche osservazioni sul progetto di una condotta delle acque di Carmignano e del fiume Sebeto in Napoli ecc. *Napoli* 1867.

PALEOCAPA P.: Osservazioni sul progetto proposto dall'ing. Abate per la restaurazione dell'acquedotto Claudio onde fornire di acqua la città di Napoli. *Napoli* 1865.

PALEOCAPA P.: *Replica dell'ing. Abate*. *Napoli* 1865.

PALMIERI L., DE GASPERIS A., GUISCARDI G.: Rapporto sulla proposta di nuove indagini sulle variazioni del livello del mare nel Golfo di Napoli. *Rend. Acc. Se. Fis. e Mat. Ann. Osserv. Vesuv. Napoli* 1865.

PALMIERI P.: Il pozzo artesiano all'Arenacela del 1880 confrontato con quello del palazzo reale di Napoli del 1847. *Lo Spettatore del Vesuvio e dei Campi Flegrei - Nuova Serie* (a cura e spese della Sez. Napoli, del Club Alpino Italiano), pp. 53-60, *Napoli* 1887.

PANE R.: *Napoli imprevisa*. *Torino* 1949.

PANE R.: *Il monastero di San Gregario Armeno*. *Napoli* 1957.

PAGLINI R.: *Memorie sui monumenti di antichità e belle arti che esistono in Miseno, Bacoli, Cuma, Fazzuoli, Napoli, Capua antica, Ercolano, Pompei e Pesto*. *Napoli* 1812.

PAOLUCCI G.: // consolidamento delle frane e degli scoscendimenti. *Op. in 8°*, pp. 58, *Benevento* 1914.

PAPA L.: Commissione per lo studio del sottosuolo della città di Napoli. *Boll. Coli. Ing. è Arch. Napoli* 1897.

PARASCANDOLA A.: Note geomorfologiche su alcuni crateri insulari e continentali flegrei. *Atti XI Congr. it.*, 2, pp. 139-141, *Napoli* 1930.

- PAHASCANDOLA A.: / vulcani occidentali di Napoli. Boll. Soc. di Nat. in Napoli, 48, 1936.
- PARASCANDOLA A.: Osservazioni sull'attività post-vulcanica nella zona occidentale di Napoli. Boll. Soc. Naturai., 5 (1947), pp. 70-73, Napoli 1948.
- PAHASCANDOLA A.: Ulteriori osservazioni sul Serapeo di Fazzuoli. Boll. Soc. di Nat. in Napoli, 61 (1952), pp. 97-110, Napoli 1953.
- PAHENZAN P.: Contributo alla conoscenza delle elevazioni sottomarine del Golfo di Napoli. Costruzione biografica, topografica e biocenologica. Boll. Soc. Naturai., 63 (1954), pp. 68-95, fig. 6, Napoli 1955.
- PARENZAN P.: Attività detta Sezione speleologica dell'I.B.A. di Napoli. Rass. speleol. it., a. Vili, fase. 1, p. 47, Como 1956.
- PARRAVANO N., GAGLIOTI V.: Ricerche sulle pozzolane. La Ricerca Scient. s. 2^a, a. Vili, 1, pp. 271-289, Roma 1937.
- PARRINO A.: Moderna distintissima descrizione di Napoli città nobilissima, antica e fedelissima, e del suo seno cratere. Aggiunte, osservazioni e correzioni a questo primo tomo della nuova descrizione di Napoli. Napoli 1703-4.
- PASINI L.: Sul pozzo artesiano di Napoli. Atti Ist. Veneto Se. Leti, e Arti, 5, pp. 234-237, Venezia 1845-46.
- PAVESIO B.: Da Serino a Biferno. Storia di un acquedotto. Napoli 1955.
- PELLEGRINO A.: Proprietà fisico-meccaniche dei terreni vulcanici del Napoletano. Vili Convegno di Geotecnica, febbraio 1967 - Cagliari.
- PENTA F.: Osservazioni sul tufo giallo napoletano come piano di posa di costruzioni. Op. Ed. da Indus. Napol. Arti Graf., pag. 8, con fig. Napoli 1930.
- PENTA F.: I nostri terreni in rapporto all'Ingegneria .Arni, di Ing. 5, n. 6, 7, Napoli 1931.
- PENTA F.: Osservazioni petrografiche su di una pozzolana del Vesuvio (pozzolana di fuoco). BuU. Volcan., a. VII, pp. 117-120, Napoli 1934.
- PENTA F.: Incrostazioni calcinche in vecchie grotte cavate nel tufo giallo napoletano. Boll. della Soc. dei Natur. in Napoli, 46, Atti, pp. 153-170, 1934.
- PENTA F.: / materiali da costruzione dell'Italia Meridionale. Ed. Fond. Politecnica del Mezzogiorno. Napoli 1935.
- PENTA F.: Su uno studio delle pozzolane flegree. La Ricerca Scient. a. Vili, 1, pp. 108-112. Roma 1937.
- PENTA F.: Le rocce usate nelle costruzioni e alcune loro caratteristiche meccaniche. Ann. Lav. Pubbl., a. LXXVI, p. 402-420, Roma 1937.

PENTA F.: Studi geominerari e geotecnici dal 1937 al 1941. Centro Studi delle risone naturali dell'Italia Meridionale. Centro Geotecnico. Atti della Fondazione Politecnica per il Mezzogiorno d'Italia. Napoli 1942.

PENTA F.: Sulle ricerche per forze endogene nel Napoletano. Boll. Soc. Geol. It., 69, p. 567, 1950.

PENTA F.: Sulle temperature del sottosuolo in rapporto agli scavi di gallerie o pozzi, alla cementazione di fori trivellati, atte malte di rivestimenti. Boll. tecn. Circolo cult. Ing. Arch. sardi. Cagliari 1950.

PENTA F.: Il sottosuolo della città di Napoli in rapporto alla progettazione di una metropolitana. Atti Acc. Se. Fis. e Mat., Voi. Ili, s. 3^a, n. 7. Napoli 1960.

PENTA F., CROCE A., Esu F.: Engineering properties of volcanic soils. Proc. Conf. Soil. Mech. Found. Eng. Paris (1961).

PENTA F., CROCE A., Esu F.: Caratteristiche geotecniche dei terreni vulcanici, Geotecnica n. 2, 1961. ,

PINI G.: Sulla impermealizzazione delle gallerie. Ann. LL. PP. Roma 1933.

PISTILLI G., CELLULOSA CLORO SODA S. A.: Pozzi artesiani. Studio sulla potenzialità dei pozzi. Relazione inedita. Napoli 1942.

PUTIGNANI J. D.: De redivivo sanguine. De Januarii Episcopi et Martyris. Napoli 1726.

POTENZA IL, VIPARELLI C.: Acqua sotterranea. Vili Convegno di Geotecnica, Febbraio 1967 - Cagliari.

QUATTROMANI G.: Sopra le acque della città di Napoli. Ann. d. R. d. D. Sic., fase. Vili (marzo-aprile), pag. 78, 1834.

QUATTROMANI G.: Delle acque minerali del regno di Napoli. Ann. Civ. d. R. d. D. Sic., Prov. di Napoli, fase. LUI, pag. 64-78, Napoli 1841.

QUATTROMANI G.: Del Consiglio Edilizio. Ann. Civ. d. R. d. D. Sic., 28, pag. 5-15. Napoli 1842.

RAJOLA PESCARINI I.: Descrizione dei materiali da costruzione della provincia di Napoli, presentati all'esposizione del Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Napoli. II Congr. Ing. ed Arch. Napoli 1879.

RAFFAELE A.: Le acque carbonico-ferrate di Napoli. Gior. Intern. Se. med. Napoli 1880.

RANIERI L.: Inversione del bradisismo di Fazzuoli. Boll. Soc. Geogr. It., s. Vili, 5, pp. 27-36, Roma 1952.

- RANIERI L.: Ancora sull'inversione del bradisismo di Fazzuoli. Boll. Soc. Geogr. It., s. Vili, 6, pp. 427, Roma 1953.
- RAZZO V., MINERVINI G., SAVARESE V.: Relazione sui dissesti e crolli nella città di Napoli. Napoli
- REBUFFAT A.: Sinossi dei materiali da costruzione della provincia di Napoli. Relaz. V Congr. Ing. ed Arch. (Firenze 1924), n. 4, pp. 43, Benevento 1925.
- REBUFFAT O.: Sulle acque del sottosuolo di Napoli. Atti Ist. Incoragg. s. 6% 78, (1926), pp. 191-193, Napoli 1926.
- RECA V.: Progetto di galleria. Tipogr. Università, Napoli, 1910.
- RITTMANN A.: Beitrag zur Kenntnis des neapolitanischen Tuffs. Zeitsch. f. Vulkanologie, 10, n. 2, pag. 81-88, 1926.
- RITTMANN A.: Das Vesuvmagma una Seine Entdicklung. Die Naturwissensch 20, pp. 305-311, Berlino 1932.
- RITTMANN A.: Sulle rocce Italiche del Somma-Vesuvio. Bull. Volcanol., a. 7, n. 23-26 (1930) pp. 151-176, fig. 1, Napoli 1934.
- RITTMANN A.: Sintesi geologica dei Campi Flegrei. Boll. Soc. Geol. It., 69, pag. 117-128, 1950.
- RITTMANN A.: Rilevamento geologico della collina dei Camaldoli nei Campi Flegrei. Boll. Soc. Geol. It., 69, pag. 129-178, 1950.
- RITTMANN A.: Les volcans et leur activité. Masson Paris 1963.
- RODOLICO F.: Le pietre delle città d'Italia. Le Monnier, voi. in 8°, p. 475, fig. 36, tavv. 37, Firenze 1953.
- ROMANELLI D.: Napoli antica e moderna. Parti 3 in 16°. Napoli 1815.
- ROMANELLI D.: Antica Topografia del Regno di Napoli. Voi. 3 in 4°, Napoli 1815-1819.
- ROSA D. T.: Raggiugli storici della origine di Napoli, della Campagna Felice d'Italia. Napoli 1702.
- Rossi E.: Cenni sulle acque di Napoli. Ann. d'Ing., 6, n. 5-6, pag. 30-40, Napoli 1932.
- RUBINO A.: Le acque minerali di Napoli e dintorni. In Napoli, Storia, Costumi, Igiene, Clima, Edilizia, Risanamento, Statistica, Industria. Napoli, Ed. Tocco 1895.
- RUGGIERO P.: Falde artesiane di Napoli e dintorni. Atti XI Congresso Geo. Ital., Voi. II, pag. 75 Napoli 1930.

RUGON A., COSTES A.: Le bouloonnage des riches en souterrain. Eyrolles, Paris 1959.

SABATINI V.: Sugli agenti di consolidazione dei tufi vulcanici. Boll. Soc. Geol. It., 31, pp. XLVI-XLVII, Roma 1912.

sabatini V.: Gli elementi per lo studio geologico delle regioni vulcaniche. Boll. R. Com. Geol. Atti ufficiali, 1919.

sabatini V., balzano E., dell'erba L., Di castri L., carofali M., maddalena L., masoli IL, campanella G.: Sulle condizioni statiche della galleria di Piedigrotta e provvedimenti relativi. Op. in 4°, pp. 21, Napoli 1921.

salvatore E., friedlander I.: Contributo allo studio del tufo napoletano. Su una varietà verde. Zeitschrift f. Vulkanologie, 10, n. 2, pag. 13-80, 1926

sanchez G.: La Campania sotterranea e brevi notizie degli edifici scavati entro riccia nelle due Sicilie. Voi. in 8°, pp. II + 655, Napoli 1833.

sapio G.: Intervento al VII Convegno Nazionale di Geotecnica su L'evoluzione della tecnica della esplorazione sotterranea a Napoli. Geotecnica, n. 4, 1966.

sapio G.: Fondazioni. Vili Convegno di Geotecnica, febbraio 1967 Cagliari, (in corso di stampa).

sasso C. N.: Cenno sulle acque di Napoli. Acquedotto Claudio, acqua Giulia, acquedotto Carmignano. 1631.

scacchi A.: Memorie geologiche sulla Campania. Rendic. Acc. Se., 8, pp. 115-140 e pp. 235-261, Tavv. 3, Napoli 1849.

scagnozzi V.: Dell'idea dell'architettura universale. Venezia (II ediz.) 1694.

scherillo G.: Le catacombe napolitane. Atti Acc. Arch. Lett. e B. A. 1869.

scherillo G.: Esame speciale delle catacombe di San Gennaro dei Poveri. Atti Acc. Arch. Lett. e B. A. 1870.

scherillo A.: Petrografia chimica dei tufi flegrei: 1) il tufo giallo. Nota prima. Rend. acc. Se. fis. e Mal. s. 4^a, 17, fp. 343-356, Napoli 1950.

scherillo A.: Le ricerche petrografiche sui prodotti attuali del Vesuvio compiute nell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Napoli. Bull. Volc. S. 2° 10, pp. 117-124, Napoli 1950.

scherillo A.: Sulla revisione del foglio « Napoli » della Carta Geologica d'Italia. Boll. Serv. Geol. d'It., 75, pag. 808-826, 1953.

scherrillo A.: Relazione sui lavori di revisione del foglio di Napoli della Carta Geologica d'Italia compiuto nel 1954. Boll. Serv. Geol. d'It., 76, pp. 581-587, 1954 (Marano e Pozzuoli).

scherrillo A.: La stratigrafia della zona Vomero-Arenella (Napoli). Boll. Soc. dei Natur. in Napoli, 63, pag. 102-113, Napoli 1954.

scherrillo A.: Osservazioni stratigrafiche sul sottosuolo di Via Roma (Napoli). Boll. Soc. dei Natur. in Napoli, 63, pag. 121-122, 1954.

scherrillo A.: Petrografia chimica dei tufi flegrei. II: Tufo giallo, mappamonte, pozzolana. Rend. Acc. Se. Fis. e Mat. della Soc. Naz. Lett. ed Arti in Napoli, Serie 4, 22, Napoli 1955.

scherrillo A.: Nuove osservazioni sulla stratigrafia della città di Napoli (Via Roma, Via Pessina, Via S. Teresa degli Scalzi). Boll. Soc. dei Natur. in Napoli, 64 (1955), pag. 93-102, Napoli 1956.

scherrillo A.: La stratigrafia del Nuovo Rione Carità (Napoli). Boll. Soc. Natur. in Napoli, 65 (1956), p. 16-26, Napoli 1957.

scherrillo A.: I « tufi antichi » tra S. Maria Apparente e Via Parco Grifeo in Napoli. Boll. Soc. dei Natur. in Napoli, 66, Napoli 1957.

scherrillo A.: Piroclastici ed evoluzione vulcanica. Parte I. Boll. Soc. Natur. in Napoli. Voi. LXXI, Napoli 1962.

scherrillo A.: Piroclastici ed evoluzione vulcanica. Parte II. Piperni, tufi pipernoidi, tufi campani. Boll. Soc. Natur. in Napoli. Voi. LXXII, Napoli 1963.

serbale R.: Genesi e costituzione del tufo giallo napoletano. Rend. Acc. di Soc. Fis. e Mat. della Soc. Naz. di Se. Lett. ed Arti in Napoli, Serie 4, Voi. XXL, 1958.

serbale R.: Analogie costituzionali fra il « trass » renano ed il tufo giallo napoletano. Rend. Acc. di Se. Fis. e Mat. della Soc. Naz. di Se. Lett. ed Arti in Napoli, Serie 4, 26, 1959.

serbale R.: Costituzione dei tufi verdi della regione flegrea. Rendiconto dell'Acc. di Se. Fis. e Mat. della Soc. Naz. di Se. Lett. ed Arti in Napoli, Serie 4, 26, 1959.

serbale R.: Analogie costituzionali fra il tufo giallo napoletano ed il tufo giallo della Gran Canaria. Rend. dell'Acc. di Se. Fis. e Mat. della Soc. Naz. di Se., Lett. ed Arti in Napoli, Serie 4, 26, 1959.

serbale R.: Indagini intorno alle genesi del tufo giallo napoletano. Annali di Chimica, Voi. 49, Roma 1959.

serbale R.: Ricerche sulla zeolitizzazione dei vetri vulcanici per trattamento idrotermale. Nota I: Herschelite da vetro etc. Rend. Acc. se. Fis. E Mat., s. 4, voi. XXVI, Napoli 1959. Nota II: Zeolitizzazione di ossidiane etc. Ibidem, s. 4, voi. XXVI, Napoli 1959. Nota VI: Zeolitizzazione delle pomice e delle pozzolane del Vesuvio, Ibidem, s. 4, Voi. XXVI, Napoli 1959.

serbale R.: Analogie genetiche e costituzionali tra tufi vulcanici a comportamento « pozzolanico ». Silicates Industriels, Verre, Céramique, n. 11, nov. 1960, Bruxelles 1960.

serbale R.: Ricerche sperimentali sulla costituzione, sulla genesi e sul comportamento chimico dei tufi vulcanici. Rend. Soc. Mineral. Ital., A. XVII, Pavia 1961.

serbale R.: Materiali litoidi ottenuti per trattamento in autoclave di miscele pozzolana e calce. Rend. Soc. Se. Fis. e Mat., s. 4, Voi. XXIX, Napoli 1962.

sigismondo G.: Descrizione della città di Napoli e suoi borghi. Voi. 3 in 8°, Napoli 1788-1789.

signore F.: Notizie geofisiche su Napoli e dintorni. Guida d'Italia del T.C.I. It. Med., pp. 7-13, Milano 1927.

sinclair, ducky P. E.: La fotoelasticità e le sue applicazioni ai sotterranei di miniera ed alle gallerie in genere. Mining. Technologj, 1940.

sinno R.: Relazione sul rilevamento della zona Bagnoli-Fazzuoli Cigliano. Bull. Serv. Geol. d'It., 76, pp. 589-594, 1954.

sinno R.: Su alcuni pozzi profondi alla base del Gauro (Campi Flegrei). Bo. Soc. dei Natur. in Napoli, 64, (1955), p. 103-104, Napoli 1956.

skempton A. W. Effective stress in soils, concrete and rocks. Pore pressure and suction in soils. Butterworths. London 1961.

sogliano A.: Disegno storico della Campania antica. Atti Soc. It. Prog. Ec. Roma 1925.

scria F. A.: Vesuviani scrittori. In: S.F.A. Memorie storico-critiche degli storici napoletani. Tomo I. Napoli 1781.

summonte G. A.: Historia della città e regno di Napoli. Voi. 4 in 8°, Napoli 1675.

surgens M. A.: De Neapoli illustrata liber I. Cuna, adnot Mutii fratris. Napoli 1597.

tarcanota G.: Del sito et lodi della città di Napoli. Napoli 1566.

tenore G.: Consolidamento delle rocce franabili e processi grafici dei progetti stradali. Atti R. Ist. Incoragg. S. 4% 3, n. 2, pp. 1-12, Napoli 1890.

tenore G.: Per il definitivo assestamento della frana soprastante la strada di Posillipo. Atti Ist. Incoragg., 7. 4% 4, n. 8, pp. 1-4, Napoli 1891.

tenore G.: Il tufo vulcanico della Campania e le sue applicazioni alle costruzioni. Collez. Ing. ed Arch. di Napoli, a. X, p. 40-41, Napoli 1892.

tivelli C.: Contributo alla conoscenza del sottosuolo di Famigliano di Arco Napoli. Boll. Soc. Geol. It., 69, pag. 487, 1950.

tizzano G.: Sui provvedimenti per ovviare ai dissesti statici delle gallerie attraversanti la collina di Posillipo. Giorn. Genio Civile, a. LXI, pp. 225-237, Roma 1923.

turini C.: Memorie storiche della vita, miracoli e culto di S. Giannuario... et oltre gli narrati incendi del Vesuvio per tutto il 1631, se ne descrivono altri dodici successi in appresso, Napoli 1710.

varriale V.: Rapporto sugli studi del canale emissario a Licola eseguiti dalla IV Direzione Tecnica. Studi e proposte per la esecuzione del progetto esecutivo della fognatura generale della città di Napoli. Stab. Tip. Comm. Frane. Giannini e figli, Napoli 1888.

ventriglia U.: Rilievo geologico dei Campi Flegrei (zona centrale fra la direttissima Napoli-Roma e la Collina dei Camaldoli). Boll. Soc. Geol. It., 69, pp. 265-334, 1950.

vernau F., bruno G.: Le acque del Sermo. Boll. Coli. ing. e Arch. Napoli 1887.

vernau F.: L'acquedotto di Napoli. Storia e descrizione ragionata della opera preceduta da uno studio sulla diramazione secondaria dell'Appennino e sulle acque in generale. Napoli 1907.

vetrano A.: Sebethi vinaicide, sive dissertatio de Sebethi antiquitate, nomine, fola; cultu, origine; prisca magnitudine, decremento alveis. Voi. in 8°, pp. 8 + 213, Tavv. 2, Napoli 1767.

vichi L.: Rilevamento geologico della zona a sud del parallelo di Baia e della zona di Nisida, Coroglio e Trentaremi, nei Campi Flegrei. Boll. Soc. Geol. It., 69, pp. 179-210, 1950.

villani G.: Chronica de Parthenope. Ristampato in Napoli 1680.

viparelli M.: Ricerca idrica in sinistra Regi Lagni: Relazione idrologica. Consorzio Generale di Bonifica del Bacino inferiore del Volturno. Relazione inedita. Napoli 1960.

viparelli M., dentice D'AccADiA R.: Centrale du bilan d'une nappe souterraine. Memoires, Tome IV. Reunione de Rome (1951); Congres geologique international de l'Association international des hydrogeologiques. Rome 1951.

viparelli M. e mercogliano F.: Consorzio Generale di Bonifica del Basso Volturno. Studio della situazione delle acque sotterranee del distretto di Licola e Varcaturò. Relazione inedita. Napoli 1955.

vittoria R.: Studio sulla stabilizzazione delle gallerie nella collina di Posillipo. Atti Ist. Incoragg., s. 6^o 77 (1925), pp. 131-148, figg. 8, Napoli 1925.

walter J.: / vulcani sottomarini del Golfo di Napoli. Boll. R. Com. Geol. 17, pp. 360-369, Tav. 1, Roma 1886.

walter J., schirlitz P.: Studien zur geologie del Golfes von Neapel. Zeitschrift ol. Deutsch. Geol. Ges. voi. 38, pp. 295-341, Berlino 1886.

zambonini F.: Il tufo pipernoide della Campania e i suoi minerali. Meni, per serv. Descrf. Carta geol. d'It., pt. 2^o Roma 1919.

zei M.: Nuovi pozzi trivellati per l'alimentazione di Napoli. Rend. della R. Acc. Se. Fis. e Mat. della Soc. reale di Napoli, Voi. 14, Napoli, 1946.

"La Giunta, dopo aver preso atto delle conclusioni della Commissione per il sottosuolo, si compiace anzitutto dell'ottimo lavoro svolto dalla Commissione, rivolgendo un plauso ai componenti e rivendicando a merito dell'Amministrazione di centro-sinistra di aver proposto e condotto per la prima volta una così organica indagine sull'annoso problema ".

(dal verbale della seduta del 25-10-1967
della Giunta Comunale di Napoli)

ATTENZIONE: durante la digitalizzazione ed il successivo processo OCR di riconoscimento del testo non siamo riusciti a mantenere la stessa formattazione del volume originale e pertanto si è prodotto uno slittamento nella numerazione delle pagine. Gli indici che seguono indicano il numero di pagina del testo originale e pertanto non corrispondono alla copia PDF. Li abbiamo comunque riportati per consentire una più agevole consultazione.

Indice delle illustrazioni

1 - Zona a valle del viale Colli Aminei, veduta del sagrato della Chiesa di S. Maria dell'Incoronata.....	pag...15
2 - Fronte della espansione edilizia vomerese, veduta da via Pigna.....	15
3 - Le aree colorate si riferiscono alle zone indicate nella raccomandazione 1-2; sono distinte con lettere le zone indicate nella raccomandazione 1-3.....	16-17
4 - Cavità al vico dei Cinesi ai Cristallini.....	25
5-6 - Cavità a via Montesanto 59, ambiente dell'acquedotto del Carmignano successivamente ampliato per l'estrazione del tufo.....	31
7-8 - Cavità a via Broggia 18, in 8 particolare in corrispondenza della volta.....	31
9-10-11-12-13 - Cavità a via Broggia 18; cunicolo in terreni incoerenti sotto la zona di piazza Dante, particolari di soluzioni diverse per la copertura.....	37
14 - Cavità a via Broggia 18, cunicoli dell'acquedotto del Carmignano ampliati per la realizzazione di un ricovero antiaereo.....	43
15 - Cavità a via Montesanto 59.....	43
16 - Cavità a largo Vasto a Chiaia.....	43
17-18-19 - Fronti di scavo, operati per insediamenti edilizi, in terreni	

vulcanici incoerenti (alla via Nuova Camaldoli, fig. 17 e 19)	
ed in terreni di riporto (nella zona di S. Giacomo dei Capri, fig. 18).....	49
20-21-22 - Riempimento del vallone Sgambati (S. Giacomo dei Capri) per realizzare nuovi suoli edificatori; il fronte di avanzamento dello scarico del terreno di riporto (fig. 20), un caso per la realizzazione di un plinto su pali (fig. 21), terreni di riporto su materiali vulcanici incoerenti in sede (fig. 22).....	55
23-24 - Costruzioni addossate o inserite nel banco tufaceo, nella zona di vico Lepri ai Ventaglieri.....	69
25-26 - Cavità nella zona dei Ventaglieri adattata ad autorimessa e deposito; l'imbocco sulla strada (fig. 25) e l'interno (fig. 26).....	75
27 - Imbocco alle catacombe di S. Gennaro.....	81
28 - Catacombe di S. Gennaro, particolare.....	81
29-30-31-32 - Catacombe di S. Gennaro, particolari.....	87
33-34 - Catacombe di S. Gennaro, particolari.....	93
35-36 - Catacombe di S. Gaudioso; corridoio principale (fig. 35) e tombe a scolatoio (fig. 36).....	99
37-38 - Catacombe di S. Gaudioso, particolari.....	103
39-40 - Cavità a via Montesanto 59; in fig. 40, particolare allo sbocco di un pozzo adoperato, secondo la consuetudine corrente, per scarico di materiale di rifiuto.....	113
41-42 - Formali dell'acquedotto del Carmignano nella zona sottostante via Pessina.....	117
43 - Cavità a via S. Antonio ai Monti, antica cisterna; sono visibili i segni sull'intonaco dei vari livelli dell'acqua.....	117
44-45-46-47 - Particolari di una grande cisterna per deposito di acqua; ponte canale passante sulla cisterna (ricavato nella roccia tufacea) (fig. 45), sistema per regolare l'afflusso d'acqua alla cisterna in corrispondenza di una spalla del ponte-canale (fig. 44), segni dei vari livelli d'acqua nella cisterna (fig. 46), canaletti per lo smaltimento delle acque di troppo-pieno dalle cisterne in un pozzo adiacente.....	119
48 - Napoli greco-romana (secondo B. Capasso).....	123
49 - Napoli nell'XI secolo (secondo B. Capasso).....	123
50 - Napoli, sec. XI; distribuzione delle cavità.....	124-125
51 - Tavola Strozzi (Museo di S. Martino), particolare.....	127
52 - Pianta di Antonio Lafrery (1566).....	127
53 - Napoli, sec. XVI; distribuzione delle cavità.....	130-131
54 - Pianta di Stophendal (sec. XVII).....	131
55 - Pianta di Giovanni Carata, duca di Noja (sec. XVIII).....	131
56 - Napoli, sec. XVIII; distribuzione delle cavità.....	134-135
57 Napoli, sec. XIX; distribuzione delle cavità.....	134-135
58 - Imbocco della galleria Laziale a Piedrigrotta.....	135
59 - Imbocco della galleria SEPSA a Montesanto.....	135
60 - Imbocco della galleria della Vittoria a via Acton.....	135
61 - Napoli, distribuzione attuale delle cavità.....	136-137

62 - Schema della rete dei canali formanti la maglia delle fognature e degli acquedotti della Bolla e del Carmignano, in corrispondenza del centro urbano.....	138-139
63 - Corografia della città tratta dalla cartografia dell'I.G.M. E tracce delle sezioni riportate nelle figure da 64 a 70, da 74 a 75 e da 76 a 79.....	141
64 - Sezione 1; livelli a quote di rinvenimento delle falde.....	143
65 - Sezione 2; livelli a quote di rinvenimento delle falde.....	144
66 - Sezione 3; livelli a quote di rinvenimento delle falde.....	145
67 - Sezione 4; livelli a quote di rinvenimento delle falde.....	145
68 - Sezione 5; livelli a quote di rinvenimento delle falde.....	146
69 - Sezione 6; livelli a quote di rinvenimento delle falde.....	146
70 - Sezione 7; livelli a quote di rinvenimento delle falde.....	147
71 - Eidipsometriche della P falda (dal Ruggiero).....	149
72 - Eidipsometriche della 2 ^a falda (dal Ruggiero).....	149
73 - Eidipsometriche della 3 ^a falda (dal Ruggiero).....	149
74 - Sezione 2; andamenti della base dell'ammasso tufaceo e della eidipsometrica della 2 ^a falda del Ruggiero.....	151
75 - Sezione 6; andamenti della base dell'ammasso tufaceo e della eidipsometrica della 2 ^a falda del Ruggiero.....	151
76 - Sezione A; successivi rilievi della falda nel periodo dal 1884 al 1900 e livelli della stessa registrati nel corso degli ultimi venti anni.....	154
77 - Sezione B; successivi rilievi della falda nel periodo dal 1884 al 1900 e livelli della stessa registrati nel corso degli ultimi venti anni.....	155
78 - Sezione C; successivi rilievi della falda nel periodo dal 1884 al 1900 e livelli della stessa registrati nel corso degli ultimi venti anni.....	156
79 - Sezione D; successivi rilievi della falda nel periodo dal 1884 al 1900 e livelli della stessa registrati nel corso degli ultimi venti anni.....	157
80 - Escursioni della falda nella zona orientale (da Fiorelli).....	157
81 - Acerra (Campomarzo); oscillazioni delle falde registrate dal S.I.I. nel periodo dal 1929 al 1962.....	159
82 - Noia (Stella); oscillazioni della falda registrate dal S.I.I. Nel periodo dal 1929 al 1962.....	159
83 - Parete; oscillazioni della falda registrate dal S.I.I. Nel periodo dal 1929 al 1962.....	161
84 - S. Marco Evangelista; oscillazioni della falda registrate dal S.I.I. nel periodo dal 1929 al 1962.....	161
85 - Ubicazione dei pozzi trivellati dall'Acquedotto nella zona di Lufrano.....	163
86 - Oscillazioni di livello registrate nei pozzi dell'Acquedotto	

nel periodo dal 1946 al 1966.....	163
87 - Sistemazione delle fogne lungo il litorale: punti di rilevamento dei livelli della falda.....	165
88 - Sistemazione delle fogne lungo il litorale: oscillazioni di livello della falda.....	165
89 - Stato attuale di un alveo nella zona tra via Petrarca e via Posillipo.....	177
90 - Via Nuova Camaldoli; sezione artificiale in terreni incoerenti; è visibile il riempimento naturale di un antico vallone inciso nella serie di terreni vulcanici in sede.....	181
91 - Via Pigna, imbocchi di cunicoli scavati per l'estrazione del lapillo ed oggi abbandonati.....	181
92-93-94 - Parco Comola - Ricci; imbocchi delle sottostanti cave «Mangoni»: in fig. 92, il viadotto che collega un parco residenziale in costruzione nella fossa di cava, con la città; in 93 e 94, particolari.....	185
95 - Recenti costruzioni nel « Parco » Comola-Ricci.....	187
96 - Cavità alla salita Cacciottoli, a monte del corso Vittorio Emanuele.....	187
97 - Sviluppo edilizio tra.....	190-191
98 - Stazione sotterranea delle FF. SS. di Piazza Garibaldi.....	193
99 - Scala di collegamento tra la stazione sotterranea e la biglietteria.....	193
100 - Biglietteria della stazione sotterranea FF. SS. di Piazza Garibaldi.....	193
101 - Alcuni imbocchi delle catacombe di S. Gennaro dei Poveri e la soprastante Chiesa di S. Maria dell'Incoronata.....	197
102 - Un tratto del tunnel borbonico a via D. Morelli.....	201
103 - Opere a sostegno di scarpinamenti del tufo in una cavità a Capodimonte.....	201
104-105 - Utilizzazione di cavità per autorimesse.....	201
106 - Serbatoio di Capodimonte, interamente scavato nel tufo (quota 82 - 90 m. s.l.m.).....	205
107 - Cave Reichlin, utilizzate per la posa di una condotta idrica (Ø 800 mm.).....	209
108 - Serbatoio di Capodimonte: scala di accesso.....	209
109 - Serbatoio di Capodimonte: vasca scavata nel tufo (lunga 250 m. ca., alta m. 10 ca.).....	209
110-111 - Sistemazione della condotta idrica (Ø 800 mm.) posata nelle ex cave Reichlin.....	211
112 - Serbatoio di Capodimonte: accesso ad una vasca.....	211
113 - Galleria (scavata nel tufo) di distribuzione delle condotte idriche Ø 800 e Ø 600 mm.....	211
114 - Rete primaria della fognatura realizzata in base al progetto del 1889.....	216-217
115-116 - Grafici esecutivi del progetto del 1889 (archivio comunale di Napoli, vico Maiorani).....	217
117-118 - Grafici esecutivi del progetto del 1889 (archivio	

comunale di Napoli, vico Maiorani).....	219
119-120 - Grafici esecutivi del progetto del 1889 (archivio comunale di Napoli, vico Maiorani).....	221
121 - Grafici esecutivi del progetto del 1889 (archivio comunale di Napoli, vico Maiorani).....	223
122 - Sagome esistenti nel cantiere comunale della Divisione Fognature; da sinistra: collettore medio, emissario di Cuma, scaricatore di Coroglio, collettore alto.....	223
123 - Tracciati dei collettori principali costruiti prima e dopo il 1915.....	228-229
124 - Scarico di piena del serbatoio dell'Acquedotto a Capodimonte nel collettore orientale pluviale delle Colline.....	235
125 - Emissario di Cuma.....	235
126 - Collettore medio: scarico all'impianto di Piedigrotta.....	235
127 - Collettore alto.....	235
128-129-130-131 - Impianto elevatorio (Villa Comunale) delle acque nere e delle prime acque di pioggia della zona bassa occidentale; in fig. 128, banco elettronico di controllo esercizio per gli impianti elevatori di Mergellina, Villa Comunale, e Galleria della Vittoria in fig. 129 sala-macchine; in fig. 130 vasca di aspirazione; in fig. 131 sala stacci rotanti.....	239
132 - Rete primaria delle fognature al 1957, con le opere proposte dalla Commissione Folinea per la sistemazione generale.....	242-243
133-134 - Dissesto stradale al corso Meridionale (ottobre 1956).....	249
135 - Dissesto stradale alla via Posillipo (novembre 1957).....	249
136 - Indicazione schematica della fascia sede dei «piccoli dissesti» (più chiara) e di quella sede dei «grandi dissesti» (più scura).....	250-251
137-138 - Dissesto stradale al corso Vittorio Emanuele, all'incrocio con via Fontano (settembre 1964).....	253
139-140 - Crollo di muro e dissesto stradale a via Tasso (giugno 1966).....	255
141 - Crollo di muro e dissesto stradale a via Catullo (marzo 1966).....	257
142-143 - Crollo di muro e dissesto stradale a via Catullo (marzo 1966).....	259
144 - Dissesto stradale a via Cortese all'Arenella (sett. 1967).....	263
145 - Dissesto stradale a via A. Falcone (settembre 1967).....	263
146 fino a 157 - Grafici illustrativi dell'esempio di calcolo di muro di sostegno.....	282-296
159 - Planimetria della zona esaminata dalla Commissione tecnica comunale.....	323
160 - Via Orazio, planimetria del tronco esaminato a monte del civico 27.....	325
161 - Alcune sezioni del muro di via Orazio a monte del civ. 27.....	325
162 - Via Orazio, planimetria del tronco esaminato a monte della via Minucio Felice.....	327

163 - Alcune sezioni del muro di via Orazio a monte di via Minucio Felice.....	327
164 - Via Pacuvio, planimetria.....	329
165 - Sezione del muro di via Pacuvio.....	330
166 - Via Catullo, planimetria.....	331
167 - Sezione longitudinale della via Catullo con indicazione del prevedibile andamento del tetto del tufo.....	332-333
168 - Sezioni del muro di contenimento di via Catullo.....	334-336
169 - Sezioni trasversali della via Catullo.....	337-340
170 - Sezioni del muro di contenimento in via Petrarca alla altezza del civico 64.....	342
171 - Sezione trasversale della collina con indicazione del prevedibile andamento del tetto del tufo.....	343
172 - Sezione trasversale della collina con indicazione del prevedibile andamento del tetto del tufo.....	343
173 - Scheda per la cavità n. 35.....	376-377
174 - Scheda per la cavità n. 35 (II parte).....	376-377
175 - Scheda per la cavità n. 8.....	376-377
176 - Scheda per la cavità n. 151-235 (I parte).....	376-377
177 - Scheda per la cavità n. 327 (I parte).....	376-377

Indice

Introduzione (B. Romano).....	pag. I-III
Parte Prima	
Rapporto sull'attività svolta e conclusioni.....	3
Parte Seconda	
Cap. I - La costituzione geologica (P. Nicotera e P. Lucini).....	23
Cap. II - Carta geologico-tecnica della città di Napoli (P. Nicotera e P. Lucini).....	65
Cap. III - Influenza sui dissesti dei metodi di coltivazione del materiale litoide nell'area metropolitana e della presenza nel sottosuolo di antichi manufatti (D. bardi).....	109
Cap. IV - Distribuzione delle cavità rispetto al territorio urbano (R. Di Stefano).....	121
Cap. V - Le acque sotterranee (C. Viparelli).....	139
Cap. VI - Caratterizzazione geotecnica del territorio urbano (A. Croce).....	175
Cap. VII - L'acquedotto ed il sottosuolo (S. Terracciano).....	203
Cap. VIII - Rete di fognatura cittadina, sue deficienze e relativi provvedimenti (G. Martone).....	215
Cap. IX - Cause dei dissesti.....	245
Parte Terza	
Una proposta di «Normativa per il progetto, la costruzione ed il collaudo delle opere di sostegno nei centri urbani» (V. Franciosi, L. Adriani).....	269
Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle opere di fondazione formulate dal Consiglio Superiore del Ministero dei Lavori Pubblici.....	297
Relazione della Commissione dell'Ufficio Tecnico comunale, nominata per l'esame delle condizioni di stabilità dei muri di sostegno della zona collinare.....	321
Modalità e organizzazione dei lavori di rilevamento nel sottosuolo di Napoli (S. Meneganti).....	345
Elenco delle cavità sotterranee censite a tutto il 30 settembre 1967.....	351
Quadro riassuntivo delle cavità rilevate a tutto il 30 settembre 1967.....	371

Alcuni esempi di schede di cavità rilevate (figg. da 173 a 177 tra le pagine 376 e 377) Stratigrafie dei sondaggi riportati nella carta geologico-tecnica della città di Napoli.....	377
Bibliografia.....	411
Delibera della Giunta comunale di Napoli.....	437
Indice delle illustrazioni.....	439
Indice generale.....	445

Finito di stampare nel gennaio MCMLXVIII
nello Stabilimento Tipolitografico A.G.I.F.
(Dottor Alfredo Diana) - AVERSA

