

PROVINCIA DI ROMA

Assessorato Ambiente - Servizio Geologico, Difesa del Suolo



SIGEA

Società Italiana di Geologia Ambientale - Sezione *Lazio*

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

E con la collaborazione

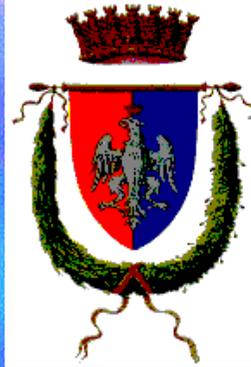
del Sistema Informativo Provinciale

PRESENTANO



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



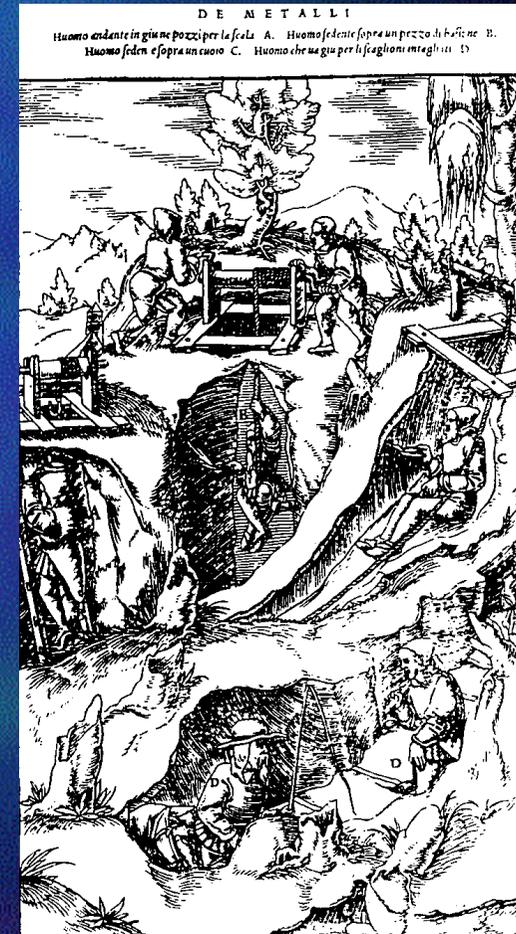
Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Le cavità sotterranee nell'area
urbana di Roma e nella
provincia.
Problemi di pericolosità e
gestione

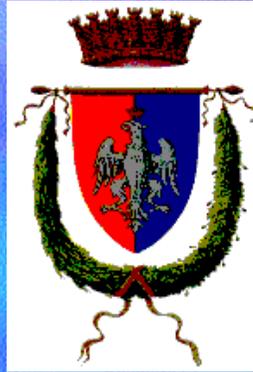
Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale





SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Piazza del Pantheon
Cavità sotterranea

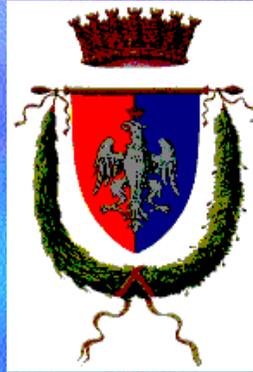


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio



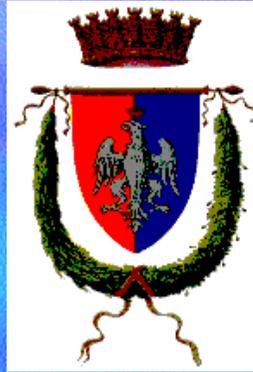
Piazza del Pantheon - cavità sotterranea

Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio



Appia Antica - voragine

**Centocelle - pali di
fondazione**

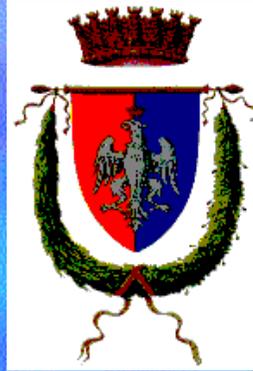


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio



Centocelle

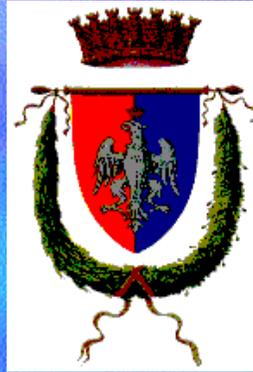
Cavità sotterranea

Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Quartiere Prenestino
Voragine

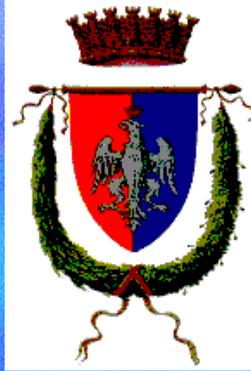


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio



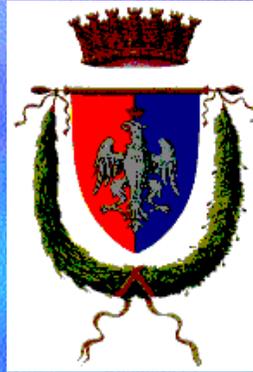
**Quartiere Prenestino
Voragine**

Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia / Ambientale
Sezione Lazio

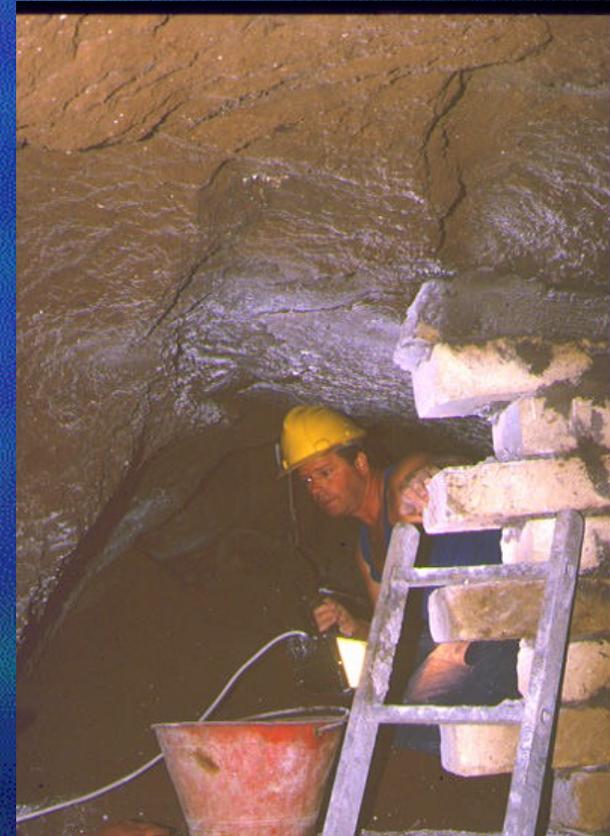


Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Quartiere Salarario - cavità sotterranea

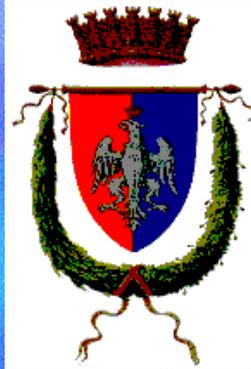


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

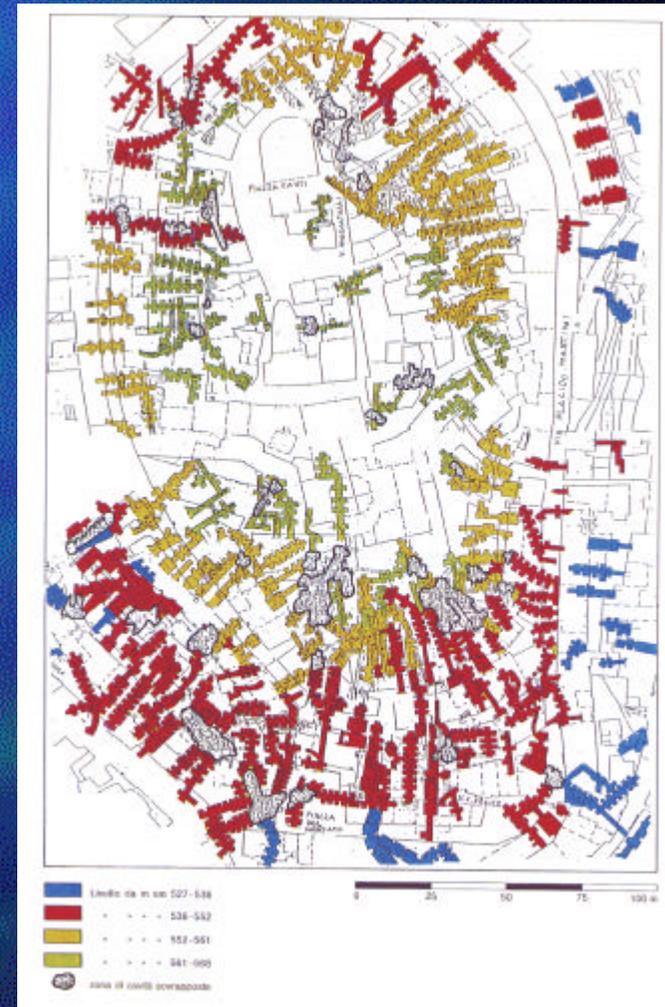
Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

AMM.NE PROV.DI ROMA:

Servizio Geologico e Difesa del Suolo

Rilievo cavità Comune di Montecompatri

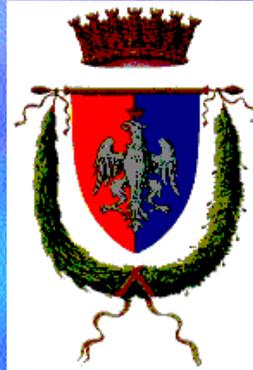


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Ventriglia 1971

“Catacombe di Domitilla”

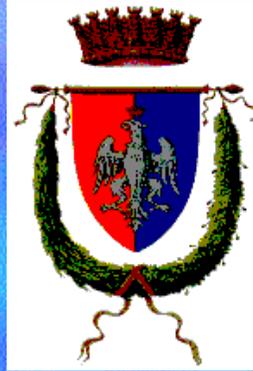


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



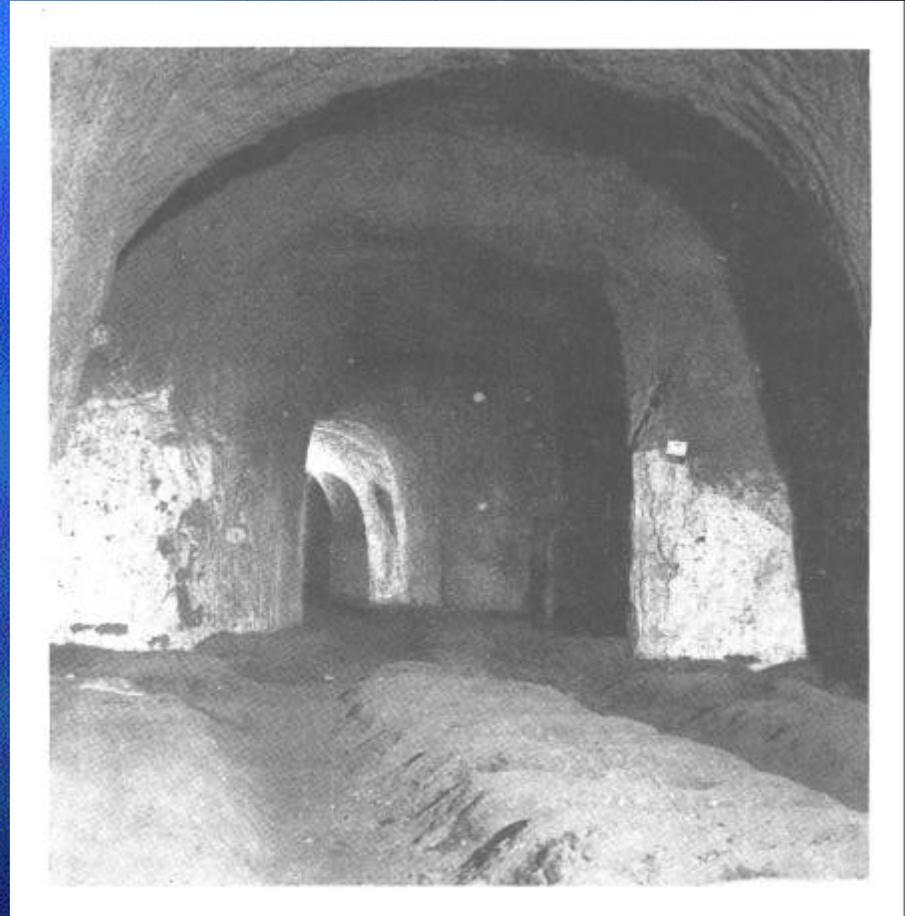
Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Ventriglia 1971 “

Cave sotterranee alle Tre Fontane”

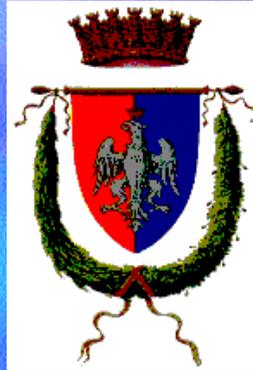


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio

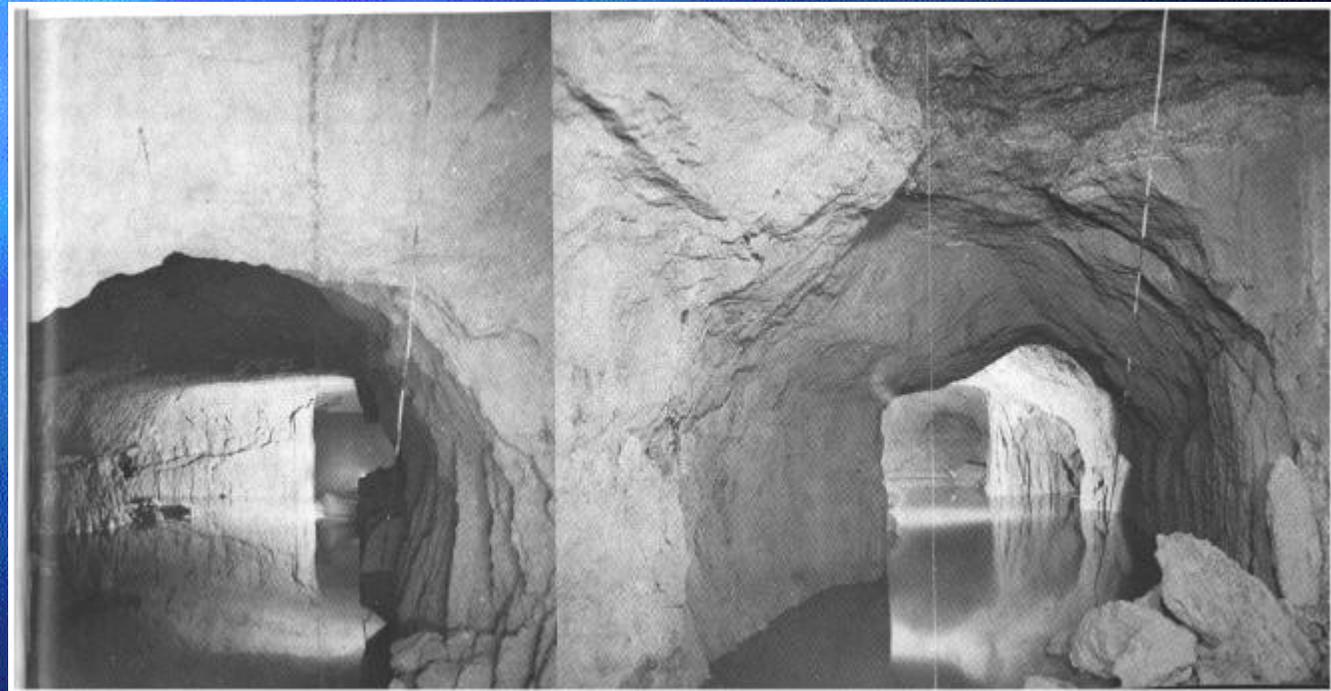


Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Ventriglia 1971”Cave nel quartiere Tuscolano che hanno
raggiunto la falda acquifera principale”

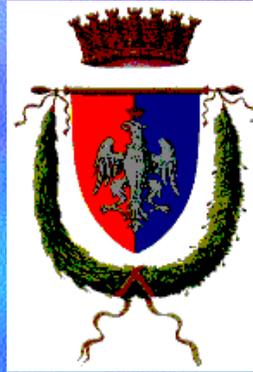


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Servizio Geologico
“Cavità Tre Fontane”

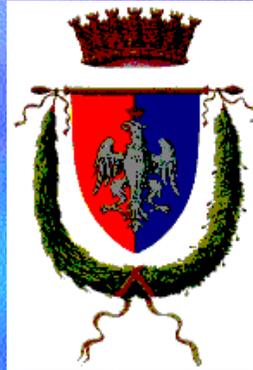


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Servizio Geologico
“Cavità Tre Fontane”

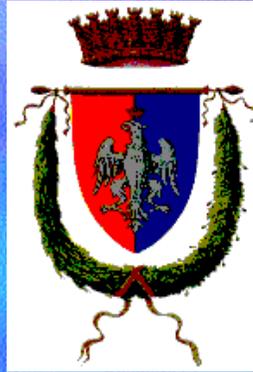


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Servizio Geologico
"S.P: Empolitana I[^]"

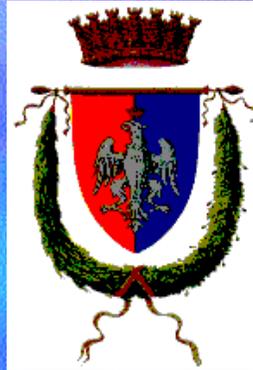


Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Breve filmato (Trevi)

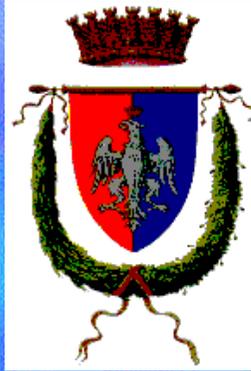
Foto relazione Cerlesi

Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

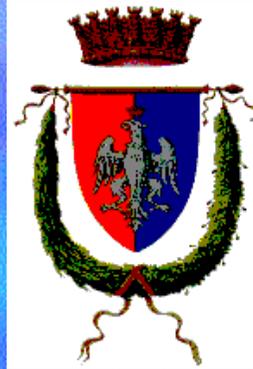
Breve filmato (Lanzini)

Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Introduzione

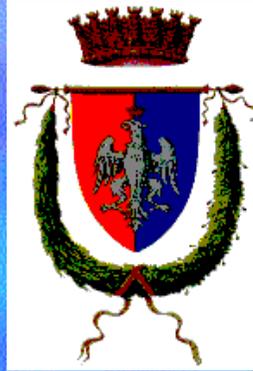
- Interventi e Saluti...
- **Presidente Moffa**
 - **Sessa**
 - **Gisotti**
 - **Gasparini**
 - **Reitano**

Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



SIGEA

Società Italiana di
Geologia Ambientale
Sezione Lazio



Provincia di Roma

Assessorato Ambiente -
Servizio Geologico, Difesa del Suolo

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Relazioni:

- Sciotti
- Grisolia
- Lanzara
- Cerlesi
- Borelli
- Federici
- Toro
- Conti
- Latini
- Mazzoli

Allegati:

- Cicconi
- Piccoli
- Bono
- Cappa
- Lanzini
- Floris
- Amadio
- Corazza
- Lanzini
- Lanzini
- Lanzini
- Lanzini

Con la collaborazione del Sistema Informativo Provinciale



*SIGEA Società Italiana di Geologia Ambientale
Sezione Lazio*

*PROVINCIA DI ROMA – Assessorato Ambiente
Servizio Geologico e Difesa del Suolo*

Con il patrocinio dell'Ordine dei Geologi del Lazio

ATTI

Convegno

Le cavità sotterranee nell'area urbana
di Roma e della Provincia.
Problemi di pericolosità e gestione.



Hanno collaborato per la parte Informatica:
Rossetti Alessandro – Sanetti Giovanni

Roma - Venerdì 12 Marzo 1999
Sala Mons. Di Liegro - Palazzo Valentini (sede della Prov. di Roma)
Via IV Novembre, 119/A
ore 9:30 - 17:30

Organizzazione:

PROVINCIA DI ROMA
Servizio Geologico e Difesa del Suolo
www.provincia.roma.it
Email: *r.reitano@provincia.roma.it*
Tel. 06/67664303-4 fax. 06/67664305

SIGEA sez. Lazio - Società Italiana di Geologia Ambientale
Tel. 06/5086834 - *www.aconet.it/sigea* - Email: *sigea@aconet.it*

Si ringrazia per la valida e pronta collaborazione
Giuseppe Sappa (Ordine degli Ing. - Università La Sapienza, Facoltà di Ingegneria)

Con il contributo:
Geotecnosond srl - Roma

"Tentiamo così di raggiungere tutte le fibre intime della terra e viviamo sopra cavità che vi abbiamo prodotto, meravigliandoci che talvolta essa si spalanchi o si metta a tremare, come se, in verità, non potesse esprimersi così l'indignazione della nostra sacra genitrice"

PLINIO, *Storia Naturale*, XXXIII



da: Georgius Agricola - *De Re Metallica* (1621)

L'area romana e molti centri urbani della Provincia sono frequentemente attraversate da gallerie prodotte da attività di coltivazione di pozzolane, orizzonti tufacei e, subordinatamente, di ghiaie e sabbie; inoltre sono diffuse gallerie relative a cunicoli drenanti e catacombe, legati ad una storia più che bimillenaria.

Nel tempo si è persa la memoria della ubicazione e presenza di tali cavità. Durante la intensa espansione edilizia degli anni 50-70, si è costruito un tessuto continuo di strutture urbane al di sopra di tali gallerie, non sempre precedute da indagini tecniche dettagliate. Non sono rari i casi di edifici costruiti con fondazioni dirette al di sopra di reti ipogee a piccola profondità ed in condizione di potenziale pericolo.

Il verificarsi di e voragini e frane in corrispondenza di dette cavità determina condizioni di rischio per la cittadinanza e problemi legati alla interruzione di strade e di reti di sottoservizi (fognature, reti idriche, elettriche, telefoniche, ecc.).

Sono altresì da considerare gli aspetti inerenti la salvaguardia dei beni culturali e quelli legati alla conservazione e fruizione per ambienti ipogei di importanza storico-archeologica (catacombe, colombari, ecc.), particolarmente frequenti a Roma e nell'area provinciale

Il convegno si propone come incontro fra tecnici interessati alle problematiche inerenti l'individuazione di cavità sotterranee, per la valutazione del rischio, per la scelta delle tipologie di intervento di risanamento e bonifica; inoltre si propone come momento di discussione e di collaborazione fra Pubblica Amministrazione, Università e liberi professionisti per una corretta gestione del territorio.

Roma, Marzo 1999

Servizio Geologico e Difesa del Suolo (Prov. Di Roma)
Sistema Informativo Provinciale
Sigea - Società Italiana di Geologia Ambientale - sez. Lazio

.....DOPO IL CONVEGNO

E. S. Bonini¹, M. Lanzini²

Promotori e organizzatori del convegno

Le ragioni che hanno portato alla organizzazione del convegno sono essenzialmente l'esigenza e la necessità di fare il punto sullo stato dell'arte circa le problematiche di rischio, di indagine e di studio delle reti caveali presenti nel sottosuolo di molte aree urbane: tema questo abbastanza trascurato nell'ambito dei rischi geologici.

Purtroppo la realtà ipogea non è ben conosciuta: non è attualmente nota l'esatta ubicazione delle cavità e non sono conosciuti i percorsi delle gallerie sotterranee, le profondità e le dimensioni (a parte alcuni casi), di conseguenza non è facile intervenire per eventuali messe in sicurezza o bonifiche, per altro molto costose.

Un tempo agli abitanti di Roma il sottosuolo era noto, era più "vissuto", (ma un tempo era più vissuto tutto il territorio "naturale" che ci circondava!); esistono ancora testimonianze di vecchi che da bambini giocavano nelle gallerie. Poi con il passare del tempo se ne è persa la memoria e, soprattutto durante la intensa espansione edilizia degli anni 50-70, si è costruito un tessuto continuo di strutture urbane al di sopra delle gallerie, non sempre con le opportune tipologie fondazionali; sovente infatti si riscontrano edifici costruiti con fondazioni dirette al di sopra di reti ipogee a piccola profondità ed in condizione di potenziale pericolo.

E' ben evidente che tale situazione, del tutto particolare per l'area romana, avrebbe richiesto un più accorto uso del territorio e scelte urbanistiche più attente alla realtà geoambientale, invece dell'attuale espansione edilizia disordinata, iniziata a partire dal dopoguerra, soprattutto nei settori orientali di Roma, che ha realizzato interi quartieri densamente popolati al di sopra di una estesa rete di gallerie.

A fronte di questo problema, mai trattato precedentemente in maniera diffusa e completa in una sede pubblica, il Servizio Geologico e Difesa del Suolo della Provincia di Roma e la SIGEA (Società Italiana di Geologia Ambientale), Sezione Lazio, hanno organizzato questo convegno che appare significativo nei suoi propositi: "**Le cavità sotterranee nell'area urbana di Roma e della Provincia. Problemi di pericolosità e gestione**". Vista la qualità dei relatori, l'adesione e la

¹Geologo, Funzionario della Provincia di Roma, Assessorato Ambiente, Servizio Geologico e Difesa del Suolo

²Geologo, Presidente SIGEA, Sezione Lazio, libero professionista (lanzini@aconet.it).

partecipazione al convegno di professionalità politiche e tecniche della Pubblica Amministrazione, della Libera Professione e del mondo accademico e l'affluenza di pubblico, il convegno può

senz'altro dirsi riuscito.

Nel corso del Convegno sono stati sviluppati vari temi attraverso una numerosa serie di interventi e relazioni estremamente qualificate. Si sono discussi i rischi geologici relativi alle cavità sotterranee anche in relazione al cosiddetto "Fascicolo Casa", che dovrebbe essere redatto nell'ambito del prossimo censimento, sulle condizioni di stabilità e sicurezza degli edifici urbani e che ha acquisito particolare importanza soprattutto dopo l'evento luttuoso del crollo del palazzo di Via di Vigna Jacobini nel quartiere Portuense, a Roma.

Particolarmente gradita è stata la presenza del Prof. Ugo Ventriglia che è stato applaudito vivamente dai congressisti per la passione che ha messo nei suoi numerosi studi sulla geologia romana (sua è la prima mappatura delle cavità sotterranee a Roma) e per la inesauribile fonte di dati sulla geologia dell'area romana e della provincia che ancora oggi i geologi utilizzano per i loro studi.

Ricordiamo infine che il convegno, oltre agli scopi informativi circa le tematiche in oggetto, si è proposto anche come incontro fra tecnici, pubblici e privati, interessati alle problematiche inerenti l'individuazione di cavità sotterranee, la valutazione del rischio, la scelta delle tipologie di intervento di risanamento e bonifica; inoltre si è proposto come momento di discussione e di collaborazione fra Pubblica Amministrazione, Università e liberi professionisti per una corretta gestione del territorio.

Ringraziamo il Presidente della Provincia On. Silvano Moffa e l'Assessore all'Ambiente Dott. Ing. Massimo Sessa per la sentita partecipazione; i soci della SIGEA Anna Canessa e Enrico Marchetti per il lavoro svolto alla Segreteria; i colleghi del Servizio Geologico e Difesa del Suolo Aldo Bombardieri e Mario Vecchio per la realizzazione grafica delle slides di presentazione; i colleghi del Sistema Informativo Provinciale Alessandro Rossetti e Giovanni Sanetti per l'assistenza tecnica alla parte informatica e per la collaborazione fornita per la realizzazione di un CD con la raccolta dei testi degli atti.

Ringraziamo inoltre Raffaele Reitano, Dirigente del Servizio Geologico della Provincia, il cui appoggio è stato fondamentale per il buon esito dell'iniziativa.

Ringraziamo tutte le persone che ci hanno consigliato e sostenuto per la riuscita del Convegno.

Roma, Giugno 1999

PROGRAMMA DEL CONVEGNO

ore 9:30 - Saluti

- Silvano Moffa (Pres. Prov. Di Roma)
- Massimo Sessa (Assessore Ambiente - Prov. Di Roma)

Introduzione e coordinamento:

R. Reitano (Servizio Geologico e Difesa del Suolo - Prov. Di Roma)

Maurizio Lanzini (Pres. SIGEA Lazio)

Elena S. Bonini (Servizio Geologico e Difesa del Suolo - Prov. Di Roma)

Intervengono:

- Giuseppe Gisotti (Serv. Geol. Nazionale - Pres. Naz. Sigea)
- Fabrizio Millesimi (Pres. Ordine dei Geologi del Lazio)
- Aurelio Misiti (Cons. Sup. LL. PP.)

Interventi

- Maurizio Sciotti (Università di Roma):

Il sottosuolo delle aree urbane: risorsa o minaccia ?

- Massimo Grisolia (Ing. Università di Roma)

Problematiche fondazionali in presenza di cavità sotterranee

- Carmine Lanzara (Pres. Comm. Per la Valutazione della Qualità della vita nella Prov. Di Roma):

Assetto del suolo/sottosuolo e qualità della vita

- Ennio E. Cerlesi (Ing. Lib. Prof.):

Problematiche di stabilità in reti caveali adibite a fungaia e di reti caveali di tipo catacombale

- Giovanni Borelli (Geol. Lib. Prof. - Generale Prospezioni):

Metodologie di indagine per ricerca e mappatura di cavità sotterranee, con particolare riferimento alle aree urbane.

- Walter M. Santoro, Vittorio. Federici (Geol. Lib. Prof.):

Studi e indagini di un sistema di cavità sul colle Aventino (Roma).

- Beniamino Toro, Michele Di Filippo - (Univ. Di Roma La Sapienza):

Individuazione di cavità nel sottosuolo con metodi microgravimetrici - il caso di Via Buie d'Istria (Roma)

- Maurizio Conti (Ing. - TREVI spa)

Interventi di risanamento e consolidamento di cavità sotterranee: il caso della Scuola S. Beatrice (Roma)

- Marco Pasquali (Sovr. Archeol. Comune di Roma):

La realtà sotterranea di Roma nei virtuali cunicoli della rete.

- Mario Mazzoli (A.S.S.O. o.n.l.u.s.):

Hypogea Urbis - un progetto integrato per la gestione del sottosuolo

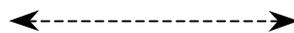
ore 17:00 - Discussione

ore 17:20 - Conclusioni

- Massimo Sessa (Ass. Ambiente - Prov. Di Roma)
- Fabrizio Millesimi (Pres. Ordine dei Geologi del Lazio)

ore 17:30 - Chiusura dei lavori

I Relatori sono responsabili dei rispettivi interventi



La riproduzione dei testi e/o figure è permessa con il vincolo di citare sempre la fonte degli Atti e dell'Autore

Introduzione e coordinamento:

Raffaele Reitano (Dirigente Servizio Geologico e Difesa del Suolo - Prov. di Roma)

Maurizio Lanzini (Pres. SIGEA Lazio)

Elena Silvia Bonini (Funz. Servizio Geologico e Difesa del Suolo - Prov. di Roma)

Sono intervenuti:

- Silvano Moffa (Pres. Prov. di Roma)
- Massimo Sessa (Assessore Ambiente - Prov. di Roma)
- Giuseppe Gisotti (Serv. Geol. Nazionale - Pres. Naz. Sigea)
- Fabrizio Millesimi (Pres. Ordine dei Geologi del Lazio)
- Aurelio Misiti (Pres. Cons. Sup. LL. PP.)

[Ritorno Menù](#)



Società Italiana di Geologia Ambientale

Casella Postale 15244 (00143) ROMA

Tel/Fax 06/5086834; Tel 06/5943344

E-mail : sigea@aconet.it

<http://www.aconet.it/sigea>

[Ritorno Menù](#)

La SIGEA è un'associazione culturale, senza fini di lucro, per la promozione del ruolo delle Scienze della Terra nella protezione della salute e nella sicurezza dell'uomo, nella salvaguardia della qualità dell'ambiente naturale ed antropizzato e nell'utilizzazione più responsabile del territorio e delle sue risorse.

Tale associazione è aperta non solo ai geologi, bensì a tutte le persone che hanno interesse alla tutela dell'ambiente. La SIGEA è stata costituita nel maggio 1992 a Roma da 19 Soci fondatori (geologi, ingegneri, architetti, geografi) esperti o cultori di Geologia Ambientale.

L'associazione ha lo scopo di favorire il progresso, la valorizzazione e la diffusione della Geologia Ambientale e di stimolare il coordinamento e la collaborazione interdisciplinare nelle attività conoscitive ed applicative rivolte alla tutela ambientale. Pertanto essa opera nei settori dell'educazione e divulgazione, della formazione professionale, della ricerca applicata e in altri settori correlati con le suddette finalità, organizzando corsi, convegni, escursioni di studio, interventi sui mezzi di comunicazione di massa.

Possono far parte della SIGEA, in qualità di soci, persone fisiche o persone giuridiche.

I soci appartengono a vari Enti, come Servizi Tecnici Nazionali, ENEA, CNR, Università, Regioni, Province, Comuni, Ministeri, Presidi Multizonali di Prevenzione, ANPA, ANAS, Autorità di Bacino, Istituto Nazionale di Geofisica, INAIL, ISPESL, Società private o sono liberi professionisti. Sono soci anche persone giuridiche, come Istituti scolastici, Associazioni, Comunità Montane, Imprese, Ordini Regionali dei Geologi, Enti Parco Nazionale. I soci sono diffusi in tutta Italia.

La SIGEA, col suo gruppo di lavoro sui Geotopi ed aree protette, ha organizzato il 2° Symposium internazionale sui geotopi tenutosi a Roma nel maggio 1996 e altri Convegni sul ruolo della geologia nella protezione della natura; inoltre collabora con l'associazione internazionale ProGEO per svolgere studi, censimenti e valorizzazione dei geotopi. Col gruppo di lavoro sulla Divulgazione e formazione organizza corsi di aggiornamento professionale o di divulgazione su varie tematiche geoambientali, quali smaltimento dei rifiuti, bonifica siti industriali dismessi, studi d'impatto ambientale, rischi geologici, ecc.; inoltre rende disponibili per i soci audiovisivi, pubblicazioni, dispense dei corsi SIGEA.

L'Associazione interviene sui mezzi di comunicazione di massa facendo sentire il suo parere sui problemi attuali che coinvolgono l'ambiente geologico (dissesto idrogeologico e difesa del suolo, smaltimento rifiuti, pianificazione territoriale, tutela risorse geologiche, ecc.). La SIGEA pubblica il periodico trimestrale "Geologia dell'Ambiente", in cui si trattano argomenti tecnico-scientifici, che viene inviato a tutti i soci e a numerosi enti pubblici e privati.

ÿ

Presidente: Giuseppe Gisotti, geologo e forestale (Servizio Geologico Nazionale - DSTN - Presidenza del Consiglio dei Ministri)

Vicepresidente: Raniero Massoli Novelli, Professore di Geologia (Università de L'Aquila)

Consiglieri: Mario Aversa, geografo (Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale); Francesco Biondi, geopedologo (Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante), Tesoriere; Giancarlo Bortolarni, docente universitario (Università di Torino); Gerardo Brancucci, docente universitario (Università di Genova); Aldo Brondi, geologo (ENEA); Marina Fabbri, geologo (libero professionista), Segretario; Giancarlo Guado, geologo (libero professionista); Gioacchino Lena, geologo (docente di Scuola Media Superiore); Giancarlo Poli, geologo (Regione Emilia Romagna).

Revisori dei Conti: Aleandro Tinelli, ingegnere (Presidenza della Repubblica); Giulio Pazzagli, geologo (libero professionista); Francesco Silvestri, geologo (ISPESL).

[Ritorno Menù](#)

INDICE

INTERVENTI E SALUTI

Silvano Moffa (Pres. Prov. di Roma)	2
Massimo Sessa (Assessore Ambiente - Prov. di Roma)	6
Giuseppe Gisotti (Serv. Geol. Nazionale - Pres. Naz. Sigea)	7
Fabrizio Millesimi (Pres. Ordine dei Geologi del Lazio)	10
Raffaele Reitano (Direttore Servizio Geol. E Difesa del suolo – Prov.Roma)	12
Aurelio Misiti (Cons. Sup. LL. PP.)	

RELAZIONI³

- <i>Il sottosuolo delle aree urbane: risorsa o minaccia ?</i> - M.Sciotti	16
- <i>Problematiche fondazionali in presenza di cavità sotterranee</i> - M. Grisolia	24
- <i>Assetto del suolo/sottosuolo e qualità della vita</i> - Gen. C. Lanzara	29
- <i>Problematiche di stabilità in reti caveali adibite a fungaia e di reti caveali di tipo catacombale</i> - E. Cerlesi	32
- <i>Metodologie di indagine per ricerca e mappatura di cavità sotterranee, con particolare riferimento alle aree urbane</i> - G. Borelli	46
- <i>Studi e indagini di un sistema di cavità sul colle Aventino (Roma)</i> - W. M. Santoro, V. Federici	39
- <i>Individuazione di cavità nel sottosuolo con metodi microgravimetrici - il caso di Via Buie d'Istria (Roma)</i> - B. Toro, M. Di Filippo	73
- <i>Interventi di risanamento e consolidamento di cavità sotterranee: il caso della Scuola S. Beatrice (Roma)</i> - M. Conti, F. Pagliacci	83
- <i>La realtà sotterranea di Roma nei virtuali cunicoli della rete</i> - G. Latini, M. Pasquali	95
- <i>Hypogea Urbis - un progetto integrato per la gestione del sottosuolo</i> - M. Mazzoli	102

ALLEGATI⁴

- <i>Il Sistema Informativo sull'ambiente esterno geografico, economico, territoriale, ambientale</i> G. Cicconi	123
- <i>L'ausilio della videocamera in foro per lo studio delle cavità sotterranee</i> - A. Piccoli	131
- <i>Il sink-hole "Pozzo Merlo", Elementi morfometrici, idrologici ed idrogeologici della cavità</i> - P. Bono, G. Caramanna, C. Percopo	138
- <i>Contributi della speleologia allo studio delle cavità sotterranee in ambiti</i> - G. Cappa	146
- <i>Indagini sulle cavità di V. Borsa (V Circostrizione, Roma)</i> - M. Lanzini	151
- <i>Ricerche di cavità sotterranee in ambiente urbano tramite metodi magnetici</i> - S Floris, A. Menghini, G. Pagano	160
- <i>Indagine geologica sulle antiche gallerie drenanti (Formali) in località S. Clemente, in comune di Velletri (Roma)</i> - A. Amadio, M. Piro	171
- <i>Cavità e fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee</i> A. Corazza	181
- <i>Censimento dei dissesti causati dal crollo di cavità sotterranee verificatisi in Italia dal dopoguerra al 1990 (da: V. Catenacci, Mem. Soc. Geol. It., Serv. Geol. Naz., Vol. XLVII, 1992)</i> - nota di M. Lanzini	186
- <i>Valutazione del rischio di crollo per cavità sotterranee (rischio di voragine)</i> - M. Lanzini	192
- <i>Un sito in rete sulle cavità</i> - M. D'Alessandro, M. Lanzini	199
- <i>Documentazione fotografica della Relazione di E.E. Cerlesi</i>	201

³I relatori sono responsabili dei rispettivi interventi

⁴Date le richieste ricevute ed anche per completare il quadro delle problematiche relative alla presenza di cavità sotterranee presentiamo come ALLEGATI altre relazioni pervenuteci dopo il convegno.

INTERVENTI E SALUTI

[Ritorno Menù](#)

IL RUOLO DELLA PROVINCIA NELLA DIFESA DEL SUOLO



On. le Silvano Moffa
Presidente della Provincia di Roma

La conoscenza delle caratteristiche fisiche del territorio, rappresenta un presupposto fondamentale per la programmazione e gestione di interventi che su di esso si andranno a realizzare.

La difesa del suolo e la prevenzione dalle diverse forme di dissesto, oggi di particolare e spesso tragica attualità, rendono il citato obiettivo ancor più prioritario per una corretta politica del territorio da realizzarsi attraverso un'attenta pianificazione.

In tale contesto più generale della salvaguardia del territorio, si inquadra l'argomento del convegno di oggi che si svolge di concerto con la SIGEA sezione Lazio.

La conoscenza delle aree collegate con la presenza di vuoti sotterranei, risulta di notevole importanza per tutte le attività connesse con la conservazione del patrimonio archeologico di valore inestimabile, per la programmazione di opere di consolidamento di edifici antichi ed infine per la realizzazione di nuovi insediamenti.

Ritengo utile, prima di tutto, riassumere brevemente le competenze della Provincia in materia di difesa del suolo.

Esse traggono origine da diversi riferimenti normativi, fra i quali i più significativi sono: la legge 183/89, la legge 142/90 che fra l'altro prevede la possibilità di fornire assistenza tecnica agli Enti Locali che ne facciano richiesta, la deliberazione della Giunta Regionale n° 3888/98 e la legge Regionale n° 53/98.

In particolare, con la deliberazione della Giunta Regionale n° 3888/98 e la successiva emanazione della Legge Regionale n° 53/98, che disciplina il riordino delle funzioni amministrative in materia di difesa del suolo in attuazione dei principi di cui alla legge n° 183/89, le Province divengono competenti in materia di:

(A) **Difesa del suolo**, relativamente a:

- opere idrauliche;
- opere di bonifica;
- forestazione e sistemazioni idraulico - forestali;
- interventi, autorizzazioni e pareri relativi alle aste secondarie dei bacini idrografici di competenza regionale;

- sbarramenti di ritenuta (con invasi inferiori a un milione di metri cubi);
- provvedimenti riguardanti il vincolo idrogeologico (limitatamente ad alcune tipologie di intervento).

(B) Tutela, uso e valorizzazione delle risorse idriche, relativamente a:

- rilevamento, catasto e autorizzazione e controllo degli scarichi nelle acque, nel suolo e nel sottosuolo, compresi gli scarichi industriali;
- raccolta dati inerenti gli scarichi per la relativa trasmissione alla Regione;
- monitoraggio delle acque di fognatura;
- individuazione e proposta di delimitazione delle aree in cui è consentito lo smaltimento dei liquami;
- concessioni per derivazioni, attingimento e utilizzazione delle acque pubbliche;
- ricerca estrazione ed utilizzazione delle acque sotterranee;
- tutela e salvaguardia dell'igiene e della salute connesse all'utilizzo di acque potabili.

E' altresì previsto, dall'art. 42 della citata legge 53/98, che le Provincie e le Autorità di bacino collaborino con la Regione per il riordino del Vincolo Idrogeologico e per l'aggiornamento del perimetro delle aree sottoposte a vincolo.

L'Amministrazione Provinciale di Roma, nell'ambito delle proprie competenze istituzionali in materia di programmazione ed assetto del territorio, ha avvertito già da anni, anche in assenza di precisi riferimenti normativi, la necessità di approntare validi strumenti per una approfondita conoscenza della natura del suolo e del sottosuolo del territorio provinciale.

Nel 1971, a cura dell'Ente, veniva stampata e pubblicata l'opera del prof. Ugo Ventriglia, "La geologia della città di Roma". Tale opera, purtroppo esaurita, anche a distanza di quasi trent'anni, è ancora molto richiesta rappresentando una fonte indispensabile nella conoscenza delle caratteristiche geologiche del tessuto urbano (riferito al 1971) della città di Roma. Fra le tavole allegate al testo, una in particolare, in riferimento all'argomento trattato dal Convegno, riveste molto interesse, quella delle cavità sotterranee. E' noto, infatti, che nel sottosuolo della città di Roma e della provincia, esistono una serie di cavità (cave, catacombe, tombe ipogee, ecc..) spesso sviluppatesi su più livelli, a volte sovrapposti, che costituiscono una fitta rete di gallerie.

La rapida espansione urbanistica verso aree dove si sono sviluppate queste cavità, ha reso e rende sempre più importante la localizzazione preventiva dei vuoti per il consolidamento delle zone instabili onde evitare pericolosi fenomeni di subsidenza che possono assumere carattere di sprofondamenti laddove tali gallerie si trovino a modesta profondità rispetto al piano di campagna

La pubblicazione citata riporta l'esatta ubicazione delle cavità distinguendole per origine (cave, cunicoli, catacombe, tombe ipogee, ecc..) e per natura del terreno (rocce vulcaniche o sedimentarie). Sono inoltre riportate gallerie stradali e ferroviarie, tracciati o supposti tracciati di antichi acquedotti

sotterranei, collettori principali delle fognature e i collettori previsti nel "Piano generale di massima dei Collettori dell'Ispettorato Fognature del Comune di Roma".

Sono segnalate altresì come probabili e distinte secondo il livello di probabilità, ulteriori gallerie in aree vulcaniche e sedimentarie.

In considerazione del successo ottenuto con tale prima pubblicazione e nell'ottica di accrescere ulteriormente la conoscenza del territorio, è stata portata a compimento, all'inizio degli anni 90, una nuova pubblicazione articolata in quattro volumi, redatta e coordinata dal Prof. Ing. Ugo Ventriglia con la collaborazione del Servizio Geologico dell'Ente concernente lo studio idrogeologico del territorio della Provincia di Roma. Tale opera costituisce, in virtù della dettagliata mole di dati in essa catalogati ed interpretati, un fondamentale supporto per la conoscenza delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche e morfologiche del territorio, e rappresenta quindi un'utile base di riferimento per la gestione del territorio e la programmazione degli interventi per la salvaguardia del patrimonio naturale e delle opere antropiche.

Mantenendo l'impostazione descritta, il nostro Servizio Geologico sta andando avanti nello studio del territorio, in particolare, sempre in collaborazione con il prof. U. Ventriglia, sta procedendo all'aggiornamento della prima opera "La geologia della città di Roma" che, pur se non ancora nella versione definitiva, dovrebbe essere disponibile in concomitanza con il Giubileo. Ciò sarà possibile grazie all'approvazione da parte della Giunta Provinciale di un primo stanziamento di lire 200.000.000 previsto nel PEG assegnato al Servizio Geologico per l'anno 1999 e necessario per la realizzazione e stampa delle cartografie allegate al testo.

E' comunque già disponibile, presso il Servizio Geologico, una banca dati, su supporto informatico, riferita a circa 6000 punti da cui sono ricavabili:

- * localizzazione cartografica con riferimento al CTR della Regione Lazio a scala 1:10.000;
- * riferimenti toponomastici;
- * stratigrafia;
- * eventuale presenza di falde;
- * altre informazioni:

Come ultima riflessione di questo mio breve intervento, intendo ricordare che l'Amministrazione Provinciale di Roma, già da anni attiva sul territorio con interventi volti allo studio, all'analisi e al monitoraggio di dissesti interessanti opere di carattere istituzionale, fornisce inoltre il proprio supporto tecnico ai Comuni, Comunità Montane ecc. che ne fanno richiesta. Tale attività, resa possibile dall'applicazione di quanto previsto all'art. 14 della L. 142/90, è stata successivamente disciplinata con deliberazione del Consiglio Provinciale n° 249/97.

Ad oggi diversi sono stati gli interventi fin qui richiesti dai Comuni al Servizio Geologico anche per lo studio ed il monitoraggio di aree soggette a fenomeni di dissesto presenti all'interno del proprio territorio.

Riferito all'argomento oggi trattato, rientrano gli studi eseguiti per conto del comune di Montecompatri per l'individuazione e la rappresentazione su base cartografica di gallerie presenti all'interno del proprio centro urbano e per il comune di Roma - V Circoscrizione - per lo studio preliminare sulla stabilità delle cavità sotterranee interessata dal crollo di via dell'Antracite.

Inoltre, stante la sempre maggiore attenzione che questa Amministrazione Provinciale rivolge alle problematiche inerenti la difesa del suolo e l'assetto del territorio, si è proceduto, in applicazione dell'art. 15 della L. 142/90, alla redazione del **Piano Territoriale di Coordinamento** che contiene un'analisi dello stato del territorio con l'individuazione di aree che, in base ai dati in possesso dell'Ente sono da considerare "a rischio".

In ultimo si ricorda che il completamento dell'organico del Servizio Geologico e Difesa del Suolo e l'ampliamento, già in fase di realizzazione, del Laboratorio geotecnico e della strumentazione per le prove "in situ" in dotazione al Servizio, renderanno sempre più efficace ed efficiente l'intervento che l'Ente eserciterà per una corretta politica di programmazione e gestione del territorio.

Nell'augurare a tutti voi un buon lavoro, vorrei ringraziare la SIGEA sezione Lazio e il nostro Servizio Geologico che si sono adoperati per la organizzazione di questo convegno. Un doveroso e sentito ringraziamento rivolgo anche agli autorevoli relatori che forniranno un utile e qualificato contributo alla conoscenza del tema specifico.

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)



On. le M. Sessa
Assessorato Ambiente - Provincia di Roma

La città di Roma e molti centri della provincia sono attraversati da cavità sotterranee originate da attività di cava, da cunicoli e cisterne idrauliche, da ipogei di origine archeologica, come quelli catacombali.

Le varie fasi di urbanizzazione che si sono succedute, soprattutto a Roma, non hanno in genere tenuto conto della presenza di queste cavità.

Le interazioni fra le cavità sotterranee, le infrastrutture di superficie e le infrastrutture sotterranee, quali le reti idriche e fognarie, portano a fenomeni di instabilità difficilmente prevedibili e controllabili, considerato anche che la realtà ipogea, a tutt'oggi, non è ben conosciuta. Si verificano spesso, per esempio, fenomeni di crollo sotterranei che provocano voragini sulla superficie e/o cedimenti alle strutture sovrastanti.

Al fine di esaminare e discutere i molteplici aspetti legati all'argomento, che vanno dalla pericolosità alle peculiarità storico - culturali, archeologiche ed urbanistiche, l'Amministrazione Provinciale di Roma, Assessorato Ambiente e Difesa del Suolo, Servizio Geologico e Difesa del Suolo, unitamente alla SIGEA (Società Italiana di Geologia Ambientale) - Sezione Lazio, hanno organizzato questo Convegno che ci auspichiamo possa essere l'inizio di una serie di conferenze su tale tematica, molto sentita sia dall'opinione pubblica che dagli "addetti ai lavori", cercando di coinvolgere altre Amministrazioni, il mondo accademico e le libere professioni.

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

LE CAVITÀ SOTTERRANEE, UN RISCHIO ED UNA RISORSA

Giuseppe Gisotti

Dirigente del Servizio Geologico Nazionale e Presidente della SIGEA

Il Convegno di oggi viene subito dopo la catastrofe di Via di Vigna Iacobini al quartiere Portuense, dove si è appurato che il crollo è dovuto a cause "strutturali" e non dipendenti dalla natura del sottosuolo. Un aspetto che è emerso dal dibattito sulle cause del crollo della palazzina, aspetto che ha interessato il largo pubblico oltre che gli amministratori, è la scoperta che la città è in gran parte costruita su cavità sotterranee a rischio di crollo. Pertanto il Convegno vuole servire per creare un forum di discussione su come i cittadini, le pubbliche amministrazioni, le associazioni debbano muoversi per cercare di prevenire, prevedere e mitigare un pericolo imminente che fin'ora è stato ignorato dai "decisori", ma che si manifesta tanto è vero che si verificano incidenti anche mortali a carico di lavoratori che operano nelle cavità dove si coltivano i funghi, le fungaie.

E' dovere precisare che la SIGEA, la quale ha promosso questo Convegno, ha ritenuto di organizzarlo non all'indomani del crollo del Portuense bensì da circa due anni, sensibile com'è ai rischi geologici.

Il problema che si affronta oggi non è nuovo per Roma: si può dire che fin dai primordi della sua storia la città ha incontrato questo particolare rischio geologico, poiché da sempre i cittadini di Roma hanno utilizzato come materiali da costruzione quelli esistenti nel sottosuolo stesso della città, aprendo quindi cave in galleria, sempre più profonde ed estese, o hanno realizzato ambienti sotterranei per le più svariate attività, dai luoghi di culto sotterranei (mitrei, chiese cristiane, ecc.) ai cunicoli per acquedotti, fogne, ecc.

Col tempo questo rischio è andato aumentando, poiché le gallerie sono andate incontro a sempre maggiori fenomeni di degradazione, a causa dei processi geologici come l'incremento delle fessurazioni causato da scosse sismiche e da infiltrazioni di acque non solo piovane ma anche derivanti dagli insediamenti urbani; d'altra parte le attività antropiche hanno sottoposto a crescenti pressioni le stesse cavità, in particolare le volte, per la stessa espansione urbanistica in superficie ma anche per un diverso uso delle stesse cavità - in particolare le ex cave di pozzolana- utilizzate per la coltivazione dei funghi.

A questo proposito gli incidenti sul lavoro, anche mortali, che si sono verificati a carico degli operai nelle fungaie del sottosuolo romano dimostrano che la stabilità delle volte delle gallerie tende a diminuire col tempo. In occasione di incidenti mortali la Magistratura interviene con lo scopo di individuarne le cause ed i colpevoli: lo stesso Servizio Geologico Nazionale è stato recentemente chiamato a svolgere le funzioni di consulenza tecnica in occasione degli incidenti mortali di Via Appia Pignatelli (8 settembre 1994) e di Via dell'Almone (7 luglio 1997). Peraltro da tali indagini è risultato che spesso il crollo della volta della cavità si trasmette in superficie, creando dei veri e propri "camini di collasso", i quali rappresentano ulteriori problemi per l'uso del territorio soprastante la rete di gallerie.

Questo Convegno dovrebbe avere l'obiettivo non solo di individuare le cause generali dei dissesti – ma queste sono in gran parte note – ma anche di suggerire alle pubbliche amministrazioni competenti gli interventi da intraprendere; a questo proposito posso dire che manca un censimento generale e completo delle cavità sotterranee nel sottosuolo romano e quindi tale operazione dovrà essere svolta nel più breve tempo possibile; tale censimento dovrà accertare non solo la presenza delle cavità ma anche le loro dimensioni, la geometria, le condizioni statiche e l'uso. Ma le autorità competenti, nell'attesa dei risultati di tale censimento, dovranno decidere su come agire in merito a quelle conosciute, le quali minacciano non solo la vita degli addetti alle fungaie ma anche la stabilità di tanti fabbricati costruiti su tali cavità, e gli esempi di lesioni gravi ai fabbricati sono numerosi, poiché varie zone di Roma sono soggette a questo rischio, dal centro storico (area Via XX Settembre – Stazione Termini) alla periferia, ad esempio area di Via Buie d'Istria – Via Prenestina angolo Via Dignano d'Istria – Via Giannetto Valli – Via di Generosa e il quartiere di Centocelle.

Ma le cavità sotterranee, a Roma come in altre città, vanno viste non solo come sorgente di rischi ma anche come risorsa urbanistica, ossia come opportunità di utilizzare le cavità per realizzarvi servizi, trasferiti dalla superficie nel sottosuolo: con questa operazione si vengono a creare nuovi spazi in superficie, che contribuiscono a decongestionarne le attività e a creare spazi verdi per una migliore qualità della vita. E' questo il campo di interesse della Geologia urbana.

Alcuni connotati qualificanti di questa disciplina sono: l'integrazione di discipline diverse (geologia, ingegneria, architettura, agronomia, archeologia, ecc.) necessaria per risolvere i problemi urbani secondo un approccio ecosistemico; l'impulso conferibile alla ricerca nei settori sopra citati, compreso quello relativo alle nuove tecnologie per la realizzazione, l'impianto e la gestione delle opere in sotterraneo; la riduzione di alcuni impatti ambientali e viceversa la creazione di nuove opportunità per una migliore qualità della vita urbana.

Lasciamo all'Uomo la luce del sole. Sprofondiamo i servizi e Se vogliamo il verde "sopra" – utilizziamo lo spazio profondo sono i titoli di due Convegni organizzati qualche anno fa a Milano da COCIS – Associazione per l'utilizzo del sottosuolo, che dimostrano il crescente interesse in Italia per l'utilizzo razionale del sottosuolo urbano (all'estero sono in genere molto avanti in questo campo).

Se guardiamo al sottosuolo come ad una dimensione non meno varia e articolata della superficie urbana, la cosiddetta "quarta dimensione", possiamo immaginare sullo sfondo l'ipotesi di un piano regolatore del sottosuolo, corredato da rilievi sistematici, indagini, cartografie tematiche, alla scoperta di grandi e nuovi spazi per le nostre città.

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

LE CAVITÀ SOTTERRANEE NELL'AREA URBANA DI ROMA E PROVINCIA

Calvino Gasparini

Istituto Nazionale di Geofisica – Consigliere dell'Ordine dei Geologi del Lazio

Quale rappresentante dell'Ordine dei Geologi del Lazio chiamato ad introdurre i lavori di questo convegno, in sostituzione del Presidente Fabrizio Millesimi, mi preme innanzi tutto ricordare e salutare caldamente il Prof. Ugo Ventriglia, che sull'argomento delle cavità sotterranee della città di Roma, è stato di noi tutti maestro.

Le cavità della città di Roma hanno una storia antichissima; la prima grande voragine della storia c'è riportata da Tito Livio: «nell'anno 361 a.C. si dice che quasi nel mezzo del Foro si sia aperta una cavità di profondità immensa» nella quale si precipitò con cavallo e armatura Marco Curzio.

Le cavità sotterranee romane, sono tutte di natura artificiale e tra queste annoveriamo anche quelle formatesi per processi erosivi causati dalle cattive opere dell'uomo; Costruzioni sotterranee, opere urbanistiche, cave di materiali.

Il rischio si manifesta quando le cavità nella loro evoluzioni dinamica, rendono instabili le opere edili postegli al disopra o nei casi peggiori le coinvolgono nel loro crollo. Le necessità di ricerca sono quindi due: la prima è quella d'individuare, esplorare, catalogare e cartografare tutte le cavità; la seconda è quella della verifica del loro stato nel tempo. Le cavità sono soggette ad evoluzione, per il naturale sfaldamento, per la circolazione sotterranea dei fluidi (erosione) per gli effetti antropici prevalentemente causati dal traffico pesante, dai carichi soprastanti e non ultimo dai terremoti.

Il rischio geologico connesso con le cavità sotterranee è ordinariamente eluso nel breve e medio termine, perché non immediatamente connesso con i problemi costruttivi e conseguentemente lasciato ai proprietari degli edifici i quali restano poi, sommersi dal problema, uscendone con enormi difficoltà; vedere i problemi di certe periferie urbanizzate dopo il 1920.

Il problema delle cavità sotterranee non può restare solo una visione scientifica per gli addetti ai lavori ma deve essere un problema del quale la comunità politica, soprattutto per quanto riguarda la difesa dell'ambiente e delle persone, se ne deve fare pienamente carico. Certamente va' in questa direzione il lavoro svolto dal Servizio Geologico e Difesa del Suolo della Provincia di Roma e

questo convegno sui problemi della pericolosità e gestione delle cavità sotterranee ne è una testimonianza.

La sensibilità relativa al problema della sicurezza, è stata manifestata recentemente con i tragici fatti del Portuense ed è inderogabile per un Paese civile far conoscere al cittadino la reale situazione dell'ambiente in cui egli vive incluso quello geologico. Per i rischi geologici non ci può e deve esserci la possibilità d'occultamento, derubricazione o altro che ne minimizzi il problema. Sembra, se va in porto, che la proposta del *Libretto Casa*, sia la giusta soluzione conoscitiva a taluni problemi tra cui anche quello del rischio connesso con le cavità sotterranee. La conoscenza dell'ambiente geologico in cui si vive, che il *Libretto* può mettere in luce, è fondamentale per una reale presa di coscienza di colui che abita in un sito a rischio. Il residente può porre direttamente e indirettamente rimedio alla conservazione dell'ambiente e all'eliminazione del rischio.

Un'ultima affermazione che non vuole essere allarmistica ma che certamente va tenuta in considerazione per il futuro, è quella dell'esaltazione del rischio conseguente al degrado urbanistico e che in occasione di terremoti di per se lievi, hanno dato invece, a causa del degrado, effetti inusitatamente gravi. A mio avviso non tutto deve essere attribuito al degrado urbanistico ma una certa responsabilità va anche data all'esaltazione delle accelerazioni del suolo da parte di terreni soffici. L'indagine geotecnica sul rischio geologico, richiesta dalla legge per le sole aree soggette alla classificazione sismica della prima e seconda categoria, dovrebbe essere estesa anche in quelle zone in cui il degrado geologico e urbanistico è al di fuori della norma.

[**Ritorno Menù**](#)

[Ritorno Menù](#)



PROVINCIA DI ROMA

Servizio Geologico e Difesa del Suolo

www.provincia.roma.it

Email: r.reitano@provincia.roma.it

Tel. 06/67664303-4 fax. 06/67664305

Raffaele Reitano

Dirigente Servizio Geologico e Difesa del Suolo

Il Servizio Geologico e Difesa del Suolo, svolge la propria attività in relazione ai compiti conferitigli dalla deliberazione del Consiglio Provinciale n°109 del 26/01/1996 "Istituzione dei Servizi all'interno dei Dipartimenti e dei Servizi all'interno degli Uffici non compresi nei Dipartimenti. In particolare il Servizio ha competenze in materia di difesa del suolo, rischio idrogeologico, studi e indagini geologiche, idrogeologiche, geotecniche, sismiche per la progettazione e direzione di lavori di tutte le opere di competenza istituzionale, per studi d'impatto ambientale, per la programmazione di opere per la tutela del suolo, assetto del territorio, recupero ambientale, tutela delle falde idriche dall'inquinamento, per la protezione civile e per l'assistenza tecnica agli enti locali. A far data dal 01/10/1998, su delega della Regione Lazio D.G.R. 3888/98, il Servizio Geologico cura il procedimento per il rilascio del nulla osta per il vincolo idrogeologico.

Le competenze richiamate, derivano da numerose disposizioni legislative nazionali e regionali.

Inoltre, proprio durante il mese di giugno c. a., la Giunta Provinciale ha ridefinito, con atto deliberativo del 31/05/199 n. 205/99, il nuovo assetto organizzativo dell'Ente.

Questa nuova organizzazione e le nuove deleghe conferite dalla Reg.Laz. alle Provincie, hanno Ampliato i compiti del Servizio che richiederanno nuovi assetti organizzativi interni e nuove figure professionali.

Con riferimento più specifico al tema del Convegno, mi preme sottolineare come l'Amm.ne Prov.le già da anni mostri particolare attenzione a tutte le problematiche inerenti la tutela e salvaguardia del territorio. In tale ambito il Servizio Geologico promuove e promulga studi finalizzati alla conoscenza sempre più approfondita del territorio provinciale.

In particolare, a partire dagli anni 70, è iniziata una proficua collaborazione con il prof. Ing. Ugo Ventriglia che ha portato alla pubblicazione di due studi "Geologia della città di Roma" (da tempo

ormai esaurita) e "Idrogeologia della Provincia di Roma" (ancora disponibile). Tali studi rappresentano un elemento fondamentale per la conoscenza del territorio; in particolare, con riferimento al tema che qui oggi si dibatte, la prima opera conteneva allegata al testo una carta scala 1:20.000, con l'ubicazione delle cavità individuate e censite a quella data.

Mi sia consentito, prima di procedere oltre in questo breve intervento, di porgere un mio personale e sincero ringraziamento per la partecipazione al convegno, al prof. Ventriglia con il quale ho avuto la fortuna e l'onore di collaborare dall'inizio della mia attività all'interno dell'Ente.

Ed è proprio continuando in questo spirito di collaborazione che, a partire dal 1997, si sono avviati lavori per l'aggiornamento dell'opera "Geologia della Città di Roma", estendendo lo studio a tutto il territorio del Comune di Roma. Attualmente è stata quasi del tutto completata la parte cartografica con l'ubicazione di tutte le campagne di sondaggi disponibili presso il Servizio o fornite dal Prof. Ugo Ventriglia sulle nuove carte topografiche, in scala 1:10.000 e 1: 20.000, della Regione Lazio.

Sono state redatte n. 52 tavole a scala 1:10.000, n. 13 tavole a scala 1:20.000 ed è in corso di ultimazione n. 1 carta a scala 1:100.000 che costituiranno gli allegati dell'opera.

Coerentemente con l'impostazione fin qui descritta e nella profonda convinzione che possa instaurarsi un nuovo e più proficuo rapporto fra pubblica Amministrazione Enti pubblici e privati, Università, Associazioni, Liberi professionisti e Cittadinanza, il Serv.Geol. ha ritenuto importante aderire e promuovere il progetto della Sigea sez. Lazio, teso all'organizzazione di una giornata di studio su un tema molto rilevante sia per grandi aree metropolitane (Roma, Napoli, ecc.) che per piccoli centri, qual è quello della presenza di cavità naturali e/o artificiali poste al disotto del tessuto urbano.

L'Amm.ne Prov.le ed in particolare il Serv. Geol. ha già avuto modo di occuparsi delle cavità anche avendo condotto studi per conto del Comune di Montecompatri e di Roma per l'individuazione, catalogazione e rappresentazione cartografica delle gallerie.

La partecipazione e l'intervento di illustri professionisti appartenenti ad Amministrazioni pubbliche, al mondo universitario, al mondo imprenditoriale o associazionistico, hanno portato un contributo rilevante sull'argomento con le loro relazioni che illustrano nuove tecniche di indagine e di intervento. La folta partecipazione alla manifestazione e la richiesta di inserimento, negli atti del convegno, di proprie relazioni da parte di Associazioni e professionisti che per problemi di tempo non avevano trovato spazio il 12/03/1999, hanno confermato la riuscita dell'iniziativa, convincendo e stimolando tutti noi a proseguire lungo la strada intrapresa.

Sarà nostro obiettivo, affrontando altri temi, sempre di grande rilievo in materia di ambiente, organizzare nuovi incontri, rendendo sempre più rilevante, la partecipazione dei cittadini.

Vorrei concludere ringraziando il Presidente della Giunta Provinciale e l'Ass.re all'Ambiente che, sostenendoci in questa nostra iniziativa, hanno contribuito fattivamente alla sua riuscita. Un ringraziamento inoltre, da parte mia, a tutto il personale del Servizio Geologico e Difesa del Suolo, al dirigente dei Sistemi Informativi Rag. G. Cicconi ed ai Sig.ri Rossetti e Sanetti che hanno coordinato il supporto informatico e con tutti noi collaborano alla preparazione degli atti del convegno su CD e al Sig. C. Carocci responsabile dell'Ufficio Stampa.

[Ritorno Menù](#)

RELAZIONI

IL SOTTOSUOLO DELLE AREE URBANE: RISORSA O MINACCIA?

Prof. Maurizio Sciotti

Facoltà di Ingegneria - Università di Roma "La Sapienza"

Il sottosuolo di molti centri abitati, in Italia e all'estero, dalle grandi metropoli alle cittadine di provincia, ha modificato nel tempo il suo ruolo nel complesso sistema costituito dalla città e dai suoi abitanti. Da risorsa indispensabile per la nascita e lo sviluppo dello stesso centro abitato, il sottosuolo è divenuto nel tempo un "vincolo" gravoso nella realizzazione delle successive opere di urbanizzazione (edifici, infrastrutture, ecc.); infine, in molti casi, è degenerato in "minaccia" per il tessuto urbano e per gli abitanti.

In talune circostanze, tale trasformazione è derivata dalla naturale evoluzione dell'ambiente geologico, ma in molte altre è stata sicuramente indotta dalle attività antropiche. Al secondo caso sono riferibili i fenomeni di subsidenza conseguenti alla estrazione dal sottosuolo di fluidi (acqua o idrocarburi) o di materiali solidi (minerali o rocce) di interesse per l'industria e le costruzioni.

In particolare, nei centri abitati dell'Italia centrale, molti problemi di instabilità derivano dalla presenza di cavità artificiali, di vario tipo e di varie dimensioni, scavate dall'epoca etrusca ai primi decenni del XX secolo, per soddisfare esigenze quanto mai diversificate. Catacombe, cunicoli di drenaggio, acquedotti, cantine e, soprattutto, cave in sotterraneo di materiali da costruzione, variamente associate ed interconnesse, pervadono estesamente il sottosuolo di molti centri abitati e principalmente di quelli di più antica data. Il problema si esalta, ovviamente, in corrispondenza delle grandi città. Facendo riferimento al caso della città di Roma (Sciotti M., 1982; 1983; 1984) si rileva che, in generale, tali cavità si trovano a profondità tali da interagire con le opere di urbanizzazione, creano vincoli, difficoltà tecniche ed aggravii economici nella realizzazione di nuove opere in superficie e nel sottosuolo.

In alcuni casi, tali cavità sono in sufficienti condizioni di stabilità e sono utilizzate per la coltivazione di funghi, come magazzini, ecc. In molti casi, invece, sono in condizioni di stabilità molto precarie sia per il modo in cui venivano condotte in passato le coltivazioni, sia per il progressivo, naturale ammaloramento delle strutture in sotterraneo; tali cavità condizionano la

sicurezza di ampie aree del territorio urbano. È importante, tuttavia, sottolineare che si hanno anche esempi nei quali le condizioni di stabilità di queste cavità sono state aggravate, anche nei tempi relativamente recenti, da provvedimenti incauti, tesi ad un illusorio recupero di zone del territorio con manifesti segni di dissesto in superficie (Sciotti M., 1984).

Da un'analisi storica della situazione emerge che lo sviluppo di questi centri abitati è avvenuto da sempre attraverso una serie di attività interdipendenti ma conflittuali, generatrici, a lungo termine, di squilibri ambientali, di pesanti vincoli per il successivo sviluppo della città, di rischio per le persone e le cose (Sciotti M., 1984). A fronte di questa situazione si pongono due pressanti interrogativi:

1. è possibile eliminare le situazioni di rischio?
2. quali sono gli interventi più opportuni?

La risposta al primo interrogativo è senz'altro affermativa, se si fa riferimento a situazioni circoscritte, per le quali sia verificata tutta una serie di favorevoli condizioni al contorno (tra cui, principalmente, l'estensione limitata e finita delle cavità) e siano noti o siano stati definiti: parametri geometrici delle cavità, parametri geologico-tecnici e geomeccanici dei terreni presenti nell'area interessata dalle cavità, condizioni di stabilità delle cavità stesse. La definizione di questi parametri è difficile, e spesso molto impegnativa sul piano tecnico ed economico, anche per l'intralcio causato dalle opere di urbanizzazione in superficie. Alcuni di questi aspetti saranno illustrati in dettaglio da altri Relatori in questo Convegno, anche con riferimento ad alcuni interventi realizzati di recente.

Per quanto riguarda la risposta al secondo interrogativo, è evidente che la scelta degli interventi più opportuni deve derivare necessariamente dalle caratteristiche specifiche del sito e da un accurato accertamento dei parametri sopra ricordati. È da ricordare, tuttavia, che fare riferimento solo ad aree circoscritte in una situazione nella quale il problema è diffuso su grandi aree appare troppo limitato e fonte di possibili errori: se, infatti, le cavità costituiscono reti complesse ed estese, nella verifica statica e nella progettazione dell'intervento in un'area circoscritta si deve tener conto delle interazioni con le cavità presenti nelle zone limitrofe e degli effetti degli interventi stessi, anche a lungo termine, sulla stabilità di aree più ampie. In questo caso gli interventi che vengono effettuati hanno il carattere specifico di emergenza e non eliminano (al contrario spesso aggravano) il problema del pericolo e del rischio preesistente sull'area più estesa.

Nel caso che il primo interrogativo (eliminare le situazioni di rischio) si riferisca ad una situazione di pericolo temuto, diffuso su ampia area, la risposta deve essere più articolata ma, a mio avviso,

può ancora essere affermativa. In tali casi la complessità dei fenomeni di instabilità che possono verificarsi e quella delle varie interazioni con il tessuto urbano, nonché la diffusione del fenomeno in interi quartieri della città richiede studi, indagini, e interventi molto impegnativi ed onerosi sotto l'aspetto economico.

È evidente che a questo livello, per l'importanza dell'impegno finanziario necessario, per le implicazioni di competenze tra i soggetti istituzionali che hanno titolo in materia, l'intero problema richiede l'intervento e il coordinamento dell'Autorità pubblica.

È necessario, pertanto, che alla scala del centro abitato il problema sia affrontato preliminarmente in termini ampi, con un approccio di studio che consenta una valutazione quantitativa del rischio e premetta di graduare nel tempo l'impegno tecnico ed economico da dedicare ad accertamenti di dettagli, a più precise valutazioni del rischio e della necessità di intervento, alla scelta degli interventi di consolidamento più idonei.

Tale approccio può essere efficacemente realizzato facendo riferimento alle metodologie di valutazione del rischio già sperimentate e collaudate negli studi sulla instabilità dei versanti, adottandone con opportuni accorgimenti, i principi informativi ed i criteri che guidano nella scelta della strategia di intervento.

I vincoli imposti dal tessuto urbano certamente riducono la scelta tra le possibili strategie di intervento nei casi di instabilità del territorio, ma, in ogni caso, le analisi suggerite dalla metodologia consentono di verificare e confrontare in modo più organico ed oggettivo i vari fattori che concorrono a definire il livello di rischio.

Si possono incontrare oggettive difficoltà nelle verifiche di stabilità sia per la irregolare geometria delle cavità, sia per la difficoltà di valutare il comportamento meccanico dei terreni interessati dalle coltivazioni, soprattutto se si tratta di pozzolane, come nella città di Roma (Bernabini et al., 1966; Lanzini, 1995; Sciotti, 1982). Ma certamente l'aspetto più critico nelle analisi (Sciotti A., 1999) è rappresentato dalla scelta del coefficiente di sicurezza da assumere nella verifica di stabilità delle cavità o, ancor più, il coefficiente di sicurezza minimo da conseguire con un intervento di stabilizzazione. Inoltre, la definizione del rischio implica necessariamente la definizione di un livello di rischio accettabile in una determinata area. La definizione di tale soglia ha implicazioni sociali, giuridiche, economiche e deve trovare in ogni caso consenso ed adesione da parte dell'opinione pubblica.

Nel caso della città di Roma (Fig.1), l'applicazione di tale metodologia è già possibile sulla base delle conoscenze attuali, a partire dai lavori di censimento e delimitazione delle aree con presenza

di cavità fatti già in passato sulla base dell'analisi dei riscontri diretti, della successione stratigrafica delle varie aree, dello spessore e delle caratteristiche degli orizzonti che venivano coltivati e delle tecniche di coltivazione che venivano adottate (Ventriglia e Sciotti M., 1970; Sciotti M., 1982).

L'applicazione di tale metodologia affidata ad una *Authority* che raccolga figure professionali diverse (geologi, ingegneri, urbanisti ed archeologi) sarebbe una chiara risposta alla richiesta di maggior livello di protezione contro il "rischio cavità sotterranee".

In tal modo il sottosuolo potrebbe riacquistare il suo ruolo primitivo di "risorsa", ed essere considerato, a pieno titolo, come una riserva di spazio, tanto più utile e necessaria quanto più la superficie dell'area urbana è congestionata.

Riferimenti bibliografici

- AA.VV. (1964). *Inseidamento edilizio alle Tre Fontane: progetto preliminare*. Ministero del tesoro, Direzione Generale Istituti di Previdenza.
- Albertini V., Baldi A., Bartoli L., Collini F., Esposito C., Guerra V., Miraglino P., Schiattarella F., Vallario A. (1988). Le cavità sotterranee del Napoletano: pericolosità e possibili utilizzazioni. *Geologia Tecnica*, 3, 54-63.
- Aquilina C. (1968). Nuove possibilità offerte dai metodi geofisici per la risoluzione dei problemi connessi all'esistenza dei vuoti sotterranei. *Riv. Italiana di Geotecnica*, 68-75.
- Astie H., Both J., Trupin G. (1979). Les consequences sur l'aménagement des carrières souterraines abandonnées: le cas du lotissement de "Fontbonne" à Camblanes et Meynac (Gironde). *Colloque National – Connaître le sous-sol: un atout pour l'aménagement urbain*, Lyone, 13-14 Mars, Document du BRGM, 541-546.
- Bardot F., Erling J.C., Giroussè L. Siwertz E. (1979). Les problèmes de cavités en milieu urbain. *Colloque National – Connaître le sous-sol: un atout pour l'aménagement urbain*, Lyone, 13-14 Mars, Document du BRGM, 541-546.
- Beniawski Z.T. (1984). *Rock mechanics design in mining and tunnelling*. Balkema.
- Bernabini M., Esu F., Martinetti S., Ribacchi R. (1966). On the stability of the pillars in an underground quarry worked through soft pyroclastic rocks. *I ISRM Congr.*, 2, 285-291.
- Berrino G., Capuozzo F., Miraglino P., Luongo G. (1982). Individuazione di cavità sotterranee con metodi gravimetrici. *Riv. Italiana di Geotecnica*, XVI, 193-202.
- Castonetto S. et al. (1990). Studio geologico-tecnico delle cavità di Montecompatri (Roma). *VII Congresso Nazionale dell'Ordine dei Geologi*, Roma.
- Cherubini C., Giasi C. (1994). Fenomeni di subsidenza indotti dall'escavazione di calcareniti in sottoterraneo. *IV Conv. Intern. di Geingegneria "Difesa e valorizzazione del suolo e degli acquiferi"*, Torino, 65-71.
- Chisari A. (1980). Attraversamento del centro storico di Roma con la linea A della metropolitana. *XIV Conv. Naz. di Geotecnica*, AGI, 65-72.
- Cole K.W. (1987). Abandoned limestone mines in the west Midlands. *Q. J. of Engineering Geology*, 20, 193-198.
- Cotecchia V., Grassi D. (1974). Stato di conservazione dei "Sassi" di Matera (Basilicata) in rapporto alle condizioni geomorfologiche e geomeccaniche del territorio e alle azioni antropiche. *Geologia applicata e idrogeologia*, 55-104.
- Crescenzi R., Piro M., Vallesi R. (1995). Le cavità sotterranee a Roma *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 50, 249-278.
- Croce A. (1967). Il sottosuolo della città di Napoli nei riguardi dei problemi geotecnici. *VIII Convegno Naz. di Geotecnica*, AGI, Cagliari, 1, 23-40.
- Croce A., Pellegrino A. (1967). Il sottosuolo della città di Napoli. Caratterizzazione geotecnica del territorio urbano. *VIII Convegno Naz. di Geotecnica*, AGI, Cagliari, 3, 233-253.
- Culshaw M.G., Walyham A.C. (1987). Natural and artificial cavities as ground engineering hazards. *Q. J. of Engineering Geology*, 20, 139-150.
- Delaunay J., Drouin J.C. (1979). Carrières souterraines et aménagement. *Colloque National – Connaître le sous-sol: un atout pour l'aménagement urbain*, Lyone, 13-14 Mars, Document du BRGM, 541-546.
- Di Stefano R. (1967). Le cavità e le gallerie sotterranee in rapporto allo sviluppo urbanistico nel tempo. *VIII*

Convegno di Geotecnica, AGI, Cagliari, 3, 165-175.

- Di Stefano R., Lucini P., Nicotera P., Potenza U., Sapio G., Viparelli C. (1967). Dissesti nella città di Napoli e loro cause. *VIII Convegno di Geotecnica*, AGI, Cagliari, 3, 217-226.
- Evangelista A., Lapegna U., Pellegrino A. (1980). Problemi geotecnici nella città di Napoli per la presenza di cavità nella formazione del tufo. *VIII Convegno di Geotecnica*, AGI, Firenze, 1, 163-175.
- Federici V., Santoro V.M. (1997). Antiche cave sotterranee sul colle Aventino (Roma): indagini, studi e rilievi eseguiti nella zona di via Giosafat e valutazione delle caratteristiche di potenzialità di dissesto. *Geologia tecnica & Ambientale*, 3, 63-78.
- Gisotti G., Zarlenga F. (1998). La geologia della città di Roma tra urbanistica ed archeologia. *Geologia dell'ambiente*, 4, 48-58.
- Hasan E. (1987). Some problems in the use of land over abandoned mines in Kansas City, USA. *Cities and Subsurface Use*, Bordeaux, 21-23 October, 425-430.
- Lanzini M. (1995). Il problema delle cavità sotterranee a Roma (un rischio geologico). *Geologia dell'ambiente*, 3, 2-9.
- Lapegna U. (1978). Il fenomeno delle frane nel napoletano: cause preparatorie e cause determinanti. *Memorie Soc. Geol.Ital.*, 19, 169-175.
- Legget R.F. (1973). *Cities and Geology*.
- Lembo-Fazio A., Ribacchi R. (1990). Problemi di stabilità di scarpate e cavità sotterranee in rocce piroclastiche. *III ciclo di conferenze di Meccanica e Ingegneria delle Rocce*, MIR 90, Torino, II, 1-13.
- Ortolani F., Pagliuca S. (1998). Ricerche geologiche innovative nell'area urbana di Napoli per il recupero dell'habitat, la sicurezza e il restauro ambientale. *Geologia dell'ambiente*, 4, 30-41.
- Padula P.G. (1991). Consolidamento e ripristino degli ipogei di Piazza Vittorio a Matera. Incontro di studio su "La meccanica delle rocce a piccola profondità", 281-288.
- Paglionico A., Quarto R., Schiavone D. (1990). On the knowledge of the geological hazard connected with underground cavities in urban areas: a case history. *VI Int. IAEG Congress*, 1973-1980.
- Pomerol C. Diffre P. (1979). *Paris et environs: les roches, l'eau et les hommes*. Guides géologiques régionaux, Masson.
- Sapio G. (1967). Opere di fondazione nella città di Napoli. *VIII Convegno Nazionale di Geotecnica*, Cagliari, 3, 177-196.
- Sciotti A. (1999). *Criteri di scelta e di progetto degli interventi su pendii instabili*. Giornate di studio organizzate dall'Ordine degli Ingegneri della provincia di Agrigento, Gennaio 1999.
- Sciotti M. (1970). *Falde acquifere principali - Carta geologica della città di Roma* (in scala 1:20.000). L.A.C. Firenze.
- Sciotti M. (1980). Fattori geologici ed antropici nei problemi di stabilità di antichi centri abitati dell'Italia centrale. *Atti XIV Conv. Naz. di Geotecnica*, AGI, Firenze.
- Sciotti M. (1981). Some problems of environment protection in Italy. *X Int. Conf. of Int. Soc. for Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Stoccolma.
- Sciotti M. (1982). Engineering geological problems due to old underground quarries in the urban area of Roma (Italy). *IV Int. Congr. Int. Ass. of Engineering Geology*, New Delhi.
- Sciotti M. (1983). Il problema del recupero delle zone interessate da vecchie cave in sottterraneo nell'area urbana di antichi centri abitati. *II Conv. Naz. "Le attività estrattive e la problematica del territorio"*, Bergamo.
- Sciotti M. (1984). Situazioni di rischio, naturali ed indotte, in alcuni centri abitati dell'Italia centrale. Criteri di intervento. *II Congr. ASS.I.R.C.CO. "La città difficile"*, Ferrara.

- Tommasi P., Ribacchi R., Sciotti M. (1986). Analisi storica dei dissesti e degli interventi sulla rupe di Orvieto: un ausilio allo studio dell'evoluzione della stabilità del centro abitato. *Geologia applicata e idrogeologia*, XXI.
- Ventriglia U. & Sciotti M, (1970). *Carta geologica della città di Roma* (in scala 1:20.000). L.A.C., Firenze.
- Ventriglia U. & Sciotti M, (1970). *Cavità sotterranee – Carta geologica della città di Roma* (in scala 1:20.000). L.A.C., Firenze.
- Whittaker B.N., Reddish D.J. (1989). *Subsidence. Occurrence, Prediction and Control*. Elsevier, Amsterdam.

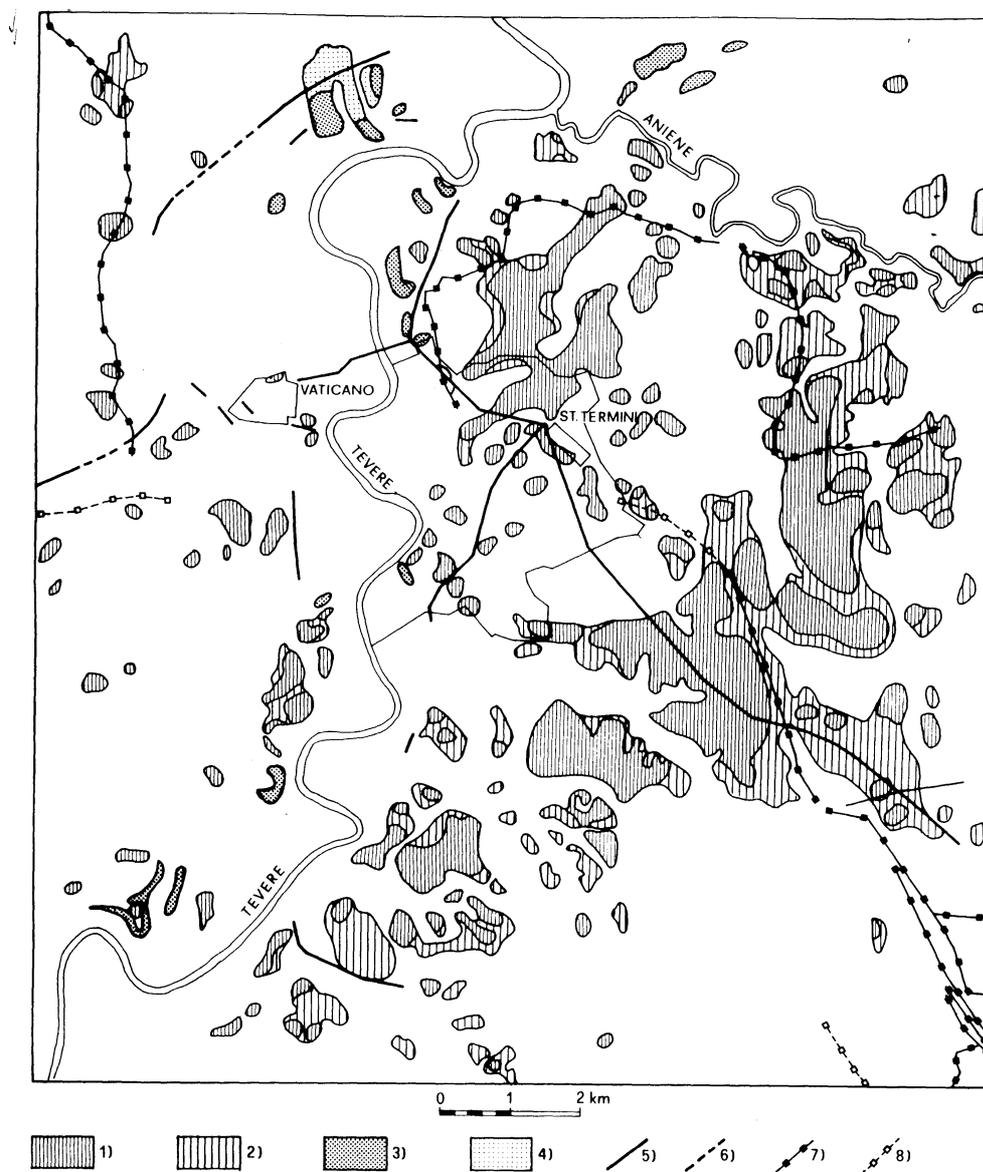


Fig.1. Cavità sotterranee (cave, cunicoli e catacombe) nell'area della città di Roma (da Sciotti, 1982).

- 1) e 3): cavità accertate con indagini dirette in materiali piroclastici (1) e in sabbie e ghiaie (3)
- 2) e 4): cavità individuate con informazioni ed indagini indirette in materiali piroclastici (2) e in sabbie e ghiaie (4)
- 5) e 6): gallerie ferroviarie e stradali
- 7) e 8): acquedotti

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

PROBLEMI DI FONDAZIONE IN PRESENZA DI CAVITÀ SOTTERRANEE

Prof. Massimo Grisolia

Facoltà di Ingegneria Università di Roma "La Sapienza"

1 - Premesse

E' difficile parlare in termini generali di problemi geotecnici di interazione tra strutture e terreni in presenza di cavità, siano esse naturali od artificiali, nel sottosuolo. Questo in quanto ogni situazione risulta fortemente differente dall'altra per caratteri delle cavità stesse, per situazione stratigrafica dei terreni, per tipologia ed esigenze del manufatto da fondare.

Un prima sostanziale differenza riguarda per esempio il fatto che le cavità siano state completamente individuate e caratterizzate prima dell'intervento oppure che esse siano state riscontrate o che si siano addirittura verificate successivamente.

In linea di principio il problema si presenta, almeno in apparenza, concettualmente semplice, avendo a disposizione diverse possibili soluzioni tecniche ed operative.

Per quanto sarà di seguito brevemente richiamato, tuttavia, la efficacia e la affidabilità dei provvedimenti dipende da delicate circostanze collegate alle caratteristiche dei materiali ed ad una chiara comprensione dei meccanismi di interazione tra fondazioni e terreni interessati dalle cavità.

In queste condizioni, una trattazione necessariamente astratta dell'argomento, prescindendo cioè dal singolo caso, avrà inevitabilmente valore indicativo, ma comunque utile per una impostazione preliminare dei problemi.

2 - Possibili tecniche di intervento

Come accennato in premessa, per affrontare problemi di fondazioni in presenza di cavità sotterranee sono possibili diverse linee di intervento (V.Schemi di Fig.1).

a) Rimozione preventiva Un primo modo di risolvere il problema è quello di rimuovere preventivamente la fascia di terreni sede di cavità. Ciò risulterà praticamente possibile nel caso in cui le cavità stesse risultino tutte localizzate all'interno di uno strato continuo di terreni a modesta profondità dal piano di campagna. Questa è la situazione che si può riscontrare, ad esempio, nel

caso delle cavità artificiali presenti negli strati più consistenti nella serie dei terreni piroclastici affioranti in ampi comprensori della Provincia di Roma e del Lazio.

La fattibilità dell'intervento, sicuramente risolutivo, dipenderà essenzialmente da fattori di ordine tecnico economico legati agli oneri commessi con la rimozione e la successiva ricollocazione dei volumi, generalmente elevati, di terreno.

Nel caso di insediamenti edilizi, questi oneri possono essere in parte compensati e quindi giustificati dalla possibilità di sostituire i terreni asportati con volumetrie utilizzabili. Generalmente la fattibilità dell'intervento trova giustificazione nel caso di nuovi insediamenti, relativamente estesi, in ambienti non condizionati dalla presenza di preesistenti strutture in superficie o nel sottosuolo.

Particolare attenzione dovrà comunque essere posta nel ripristinare, per quanto possibile, le condizioni morfologiche ed ambientali iniziali.

b) Superamento con fondazioni profonde. Un altro sistema, forse il più diffuso e praticato, è quello di trasferire i carichi trasmessi dalle opere da fondare ai terreni sottostanti le cavità attraverso un sistema di fondazioni profonde, per esempio su pali. Tale soluzione che, almeno in teoria, è da ritenere facilmente praticabile, presuppone tuttavia la attenta soluzione di complessi problemi di interazione tra palificate e terreni.

Innanzitutto nel dimensionamento della palificata occorrerà verificare che i carichi vengano completamente trasferiti ai terreni sottostanti le cavità, non dovendo contare sul contributo di quelli sovrastanti. Uno dei requisiti del progetto dovrà infatti essere proprio quello di non sovraccaricare le volte delle cavità stesse nei tratti in cui i pali le attraversano. Questo potrà essere ottenuto risolvendo un delicato problema di interazione tra deformazioni alla base dei pali, l'adesione laterale tra palo-terreno e l'effetto della sovrastruttura di collegamento. La progettazione della palificata andrà pertanto sostenuta da una accurata caratterizzazione geotecnica preliminare dei terreni sovrastanti e sottostanti le cavità da porre a base di una modellazione significativa del comportamento di insieme.

Ultimo aspetto da prendere in considerazione è infine quello dell'"incamiciamento" preventivo dei tratti di pali che attraversano le zone vuote.

c) Riempimento delle cavità. Questa soluzione, apparentemente semplice ed intuitiva, presenta delicati problemi di congruenza e continuità tra terreni preesistenti e materiali stessi di riempimento. E' infatti necessario che nel riempimento vengano rispettate rigorosamente alcune condizioni. La prima è quella di ottenere la completa aderenza tra materiale di riempimento e pareti della cavità.

L'altra, in qualche modo connessa con la prima, è quella di ottenere, a cavità riempita, un comportamento omogeneo e congruente tra materiali di riempimento e terreni circostanti. Il riempimento poi non dovrà costituire inaccettabile sovraccarico per i terreni sottostanti che, deformandosi potrebbero consentire il progressivo distacco del materiale stesso dalle volte delle cavità. Questo potrà essere ottenuto impiegando materiali di caratteristiche fisiche e meccaniche (peso dell'unità di volume, conducibilità idraulica, resistenza al taglio, deformabilità) simili o equivalenti a quelle dei terreni ripristinati.

Interessanti opportunità derivano dall'impiego di materiali artificiali innovativi quali ad esempio la cosiddetta "argilla espansa". Tale materiale consente infatti di ottenere, opportunamente dosato con appropriate malte cementizie, "aggregati leggeri" iniettabili e di caratteristiche fisico meccaniche tali da soddisfare le esigenze.

d) Interventi di consolidamento e rinforzo. Interventi sistematici di sostegno delle volte, di rinforzo di colonne e pilastri e di consolidamento dei terreni intorno alle cavità può risultare utile ed efficace. Questi interventi possono essere eseguiti o dall'interno delle cavità o, in alternativa, direttamente dall'esterno.

Dall'interno, una volta accertata la stabilità e la praticabilità delle cavità, possono essere fatti interventi di sostegno e di puntello delle volte, di cucitura e risarcitura di lesioni, di rinforzo generalizzato delle pareti, ecc. . Dall'esterno possono essere eseguiti lavori di consolidamento delle volte e la realizzazione di dispositivi di ripartizione dei carichi.

La moderna tecnica di trattamento dei terreni consente di ricorrere a soluzioni diverse, variamente implementabili ed adattabili a tutte le situazioni. Il consolidamento delle cavità può essere comunque adottato come provvedimento preventivo o complementare ad altri, quali ad esempio sistemi miranti ad attenuare una migliore ripartizione e diffusione dei carichi nel sottosuolo. E' comunque in generale opportuno associare a questi interventi sistematici dispositivi di misura e di controllo.

3 – Aspetti progettuali

Dalla sommaria elencazione delle possibili tipologie di intervento risulta evidente che la scelta della migliore soluzione dipende essenzialmente da diversi fattori.

Il primo è legato ad una accurata individuazione e delimitazione delle cavità basato sull'impiego dei più adatti ed efficaci sistemi di indagine. Una panoramica sulle moderne tecniche di indagine viene fatta in un'altra sezione del Convegno.

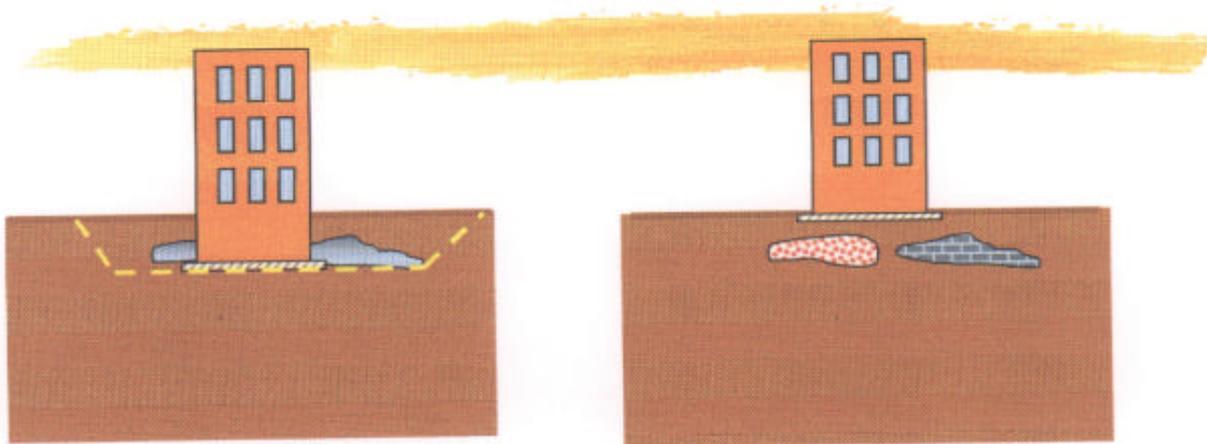
Ogni progetto deve poi comprendere una accurata e significativa caratterizzazione geotecnica e strutturale dei terreni interessati. Una preventiva modellazione della interazione tra sovraccarichi indotti dalle fondazione e cavità deve essere sempre consentita e deve accompagnare qualsiasi possibile soluzione.

Un altro aspetto connesso con la scelta del tipo di intervento deriva da a specifici fattori contingenti. Uno di questi, è sicuramente il cosiddetto "effetto scala". Dal rapporto geometrico tra dimensioni del corpo di carico ed estensione delle cavità dipende infatti essenzialmente la entità del problema e la scelta della migliore soluzione progettuale.

Un'ultima notazione riguarda infine l'esigenza che in ogni caso un progetto deve contenere sempre una certa flessibilità, con possibilità di apportare ad esso modifiche ed integrazioni. Per quanto preventivamente studiata, ogni situazioni può presentare incognite e particolarità tali da imporre cosiddetto aggiustamenti in corso d'opera. In questo spirito è sicuramente buona norma associare agli interventi un significativo sistema di misura e controllo sia sui manufatti da fondare che nelle cavità.

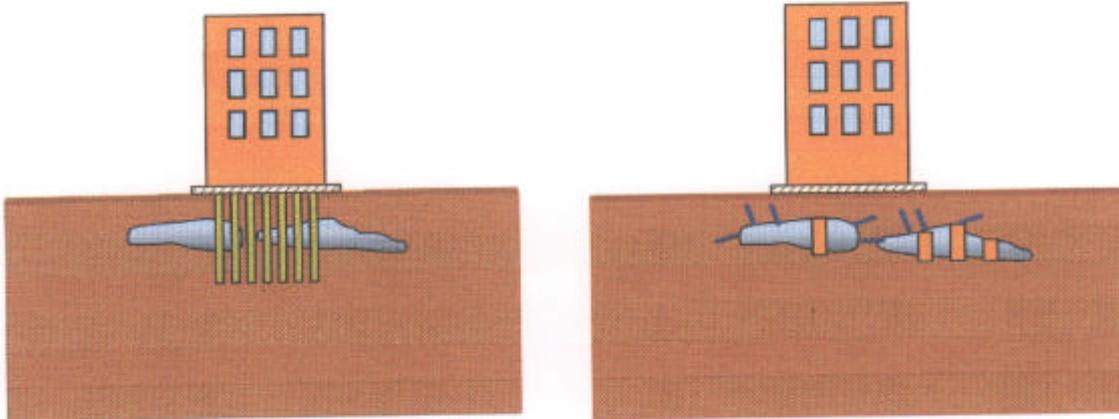
[*Ritorno Menù*](#)

Fondazioni in presenza di cavità sotterranee Schemi di Intervento



A) Rimozione

C) Riempimento



B) Superamento

D) Consolidamento

Fig.1

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

ASSETTO DEL SUOLO/SOTTOSUOLO E QUALITÀ DELLA VITA

Generale Carmine Lanzara

Presidente Commissione Valutazione Qualità della Vita - Provincia di Roma

Tra i vari elementi che concorrono a configurare la qualità della vita in un determinato territorio, l'assetto del suolo/sottosuolo rappresenta certamente uno dei più significativi.

Per questo sono grato agli Organizzatori del Convegno per l'occasione fornitemi sia per presentare la Commissione che mi onoro di presiedere e coordinare, sia perché, nel quadro di un giusto approfondimento delle problematiche in discussione, possa essere ribadita la necessità di inquadrarle nel novero di tutte le altre componenti della qualità della vita della popolazione provinciale individuando ed analizzando i relativi sinergismi attraverso lo studio delle realtà naturali, antropizzate ed antropiche esistenti sul territorio.

Già nel passato ho avuto modo di fare tale esperienza nell'ambito dei lavori della "Commissione per la valutazione dei rischi ambientali" del Comune di Roma.

Nel secondo rapporto prodotto da quella commissione, intitolato "suolo/sottosuolo", fra i vari argomenti era compreso, ovviamente, anche il *rischio geologico*.

Nelle conclusioni del rapporto fu data, tra l'altro, importanza: alla conoscenza delle aree soggette a dissesti idrogeologici già avvenuti e potenziali; al censimento, localizzazione, mappatura e relativa informatizzazione delle numerosissime cavità esistenti nel sottosuolo urbano; alla conoscenza del suolo (terreno agrario) della città per la sua funzione di supporto e nutrimento delle piante (e quindi per il verde urbano), nonché per la sua capacità di depurazione dei carichi inquinanti su di esso depositatisi; all'attenzione sull'inquinamento interno, con particolare riguardo al radon; all'aggiornamento continuo della zonazione sismica per contribuire alla preservazione del patrimonio artistico-culturale-architettonico, alla sicurezza dei nuovi complessi residenziali, alla corretta programmazione dell'ampliamento urbanistico.

Mi si perdoni, al riguardo, un piccolo cenno di soddisfazione nei confronti dei Componenti della citata Commissione per avere visto quel loro lavoro preso "in toto" quale contenuto del capitolo "le caratteristiche fisiche del territorio" nella *Relazione previsionale e programmatica 1995-1997* del Comune di Roma (Deliberazione del Consiglio Comunale n. 276 del 1; dic. 94).

Occorre peraltro dire che già durante i lavori di quella Commissione è emersa la necessità dell'ampliamento territoriale di indagine, date la complessità e le dimensioni delle tematiche in

esame: l'aria, l'acqua, il territorio non potevano essere circoscritti in un ambito limitato, anche se riferito ad una metropoli quale è Roma.

Affinché potessero essere superati tali condizionamenti, con benefici di studio anche per i problemi del traffico, delle relazioni intercomunali eccetera, la Provincia di Roma, interessata in merito, ha immediatamente recepito l'importanza di tale impostazione concettuale ed ha voluto dotarsi dello strumento di studio, del quale sto parlando, composto da autorevoli rappresentanti delle Strutture Amministrative ai vari livelli (Comunale, Provinciale, Regionale, Statale), degli Enti e delle Istituzioni Scientifiche pubbliche e private, delle Aziende erogatrici di pubblici servizi.

Siffatto strumento, sul quale non incombono pressioni di urgenze amministrative relative ad interventi tempestivi sul territorio, consente forse di pervenire, nel concreto, a quella multidisciplinarietà, a quella intersettorialità tanto auspiccate con le quali ottenere l'integrazione di competenze e conoscenze proprie delle strutture prima citate, con il beneficio anche del superamento delle settorialità del passato.

Nel sintetizzare brevemente gli scopi fondamentali, nell'ipotesi di lavoro della Commissione, tesi a dare concretezza alla filosofia generale accennata, il progetto dovrebbe articolarsi, nelle fasi operative già avviate, in iniziali diverse linee di studio, ognuna mirata a propri specifici obiettivi di campo, tutte comunque convergenti su finalità comuni e complessive.

Il primo obiettivo è quello di pervenire ad una armonizzazione delle metodologie, e per quanto possibile delle procedure, per la conoscenza dei fenomeni che connotano la realtà in esame, capace, nel rispetto delle singole specificità disciplinari, di permettere il confronto e la lettura incrociata di informazioni, per loro natura differenziate, attenuando altresì il rischio di inutili sovrapposizioni e, al contrario, quello della insufficienza o totale mancanza delle stesse.

Il secondo finalizzato alla messa a punto di analisi e valutazioni, che posseggano requisiti tali da interconnettere scientificamente le diverse conoscenze e tali da calibrarsi dinamicamente sulla realtà, altrettanto dinamica, indagata.

Ciò a seguito della definizione di "pesi" che formalizzino le diverse grandezze assegnate ai diversi attributi, per giungere a possibili sintesi fra insiemi diversi. In altri termini, e nel quadro del concetto dello "sviluppo sostenibile", pervenire ad un *set* di indicatori per i diversi aspetti trattati.

A tale proposito si ritiene utile avvalersi delle recenti tecnologie informatiche in materia di sistemi informativi territoriali, telerilevamento e analisi multicriterio, già peraltro presenti in Commissione e di necessaria istituzionalizzazione e potenziamento all'interno dell'Amministrazione.

Il terzo obiettivo vuole individuare e predisporre ipotesi di strategie e strumenti di intervento e di gestione alle diverse scale ed in tempi differenziati, per il recupero ambientale e per la configurazione della sostenibilità accennata, attraverso la gestione delle informazioni

precedentemente strutturate, la prefigurazione di scenari, la ridefinizione degli obiettivi di campo, in un ciclo di feedback continui.

Si tratta, certamente, di una meta ambiziosa, per il raggiungimento della quale andrà verificata pienamente la possibilità di una reale concertazione, comunque dialettica, con l'Amministrazione, alla quale solamente, in ultimo, compete la responsabilità politica nell'adozione di scelte operative sulla base di indicazioni, scientificamente sostenute.

Nell'impostazione del lavoro della Commissione sono state incontrate le prime difficoltà nell'individuazione e scelta degli elementi che configurassero la qualità della vita nel modo più oggettivo possibile da affrontare nella loro totalità più spinta per poi passare allo studio dei sinergismi esistenti fra gli stessi.

Sono stati così costituiti Gruppi di Lavoro sulle tematiche relative all'aria, all'acqua, al suolo/sottosuolo, alla sanità, all'alimentazione e, massimamente, alla componente umana, alla quale fare riferimento continuo, connotando il tutto di una costante attenzione all'aspetto culturale da considerare il patrimonio più prezioso che ci è dato.

Per ogni tematica si cerca di pervenire alla situazione esistente e di essa ai punti sui quali focalizzare l'attenzione, nonché di analizzare il sistema dei Servizi deputati alla specifica gestione considerando la dislocazione sul territorio, i compiti e le attribuzioni a ciascuno assegnati, assieme ad un esame di efficienza/efficacia degli stessi, per giungere alla definizione di eventuali suggerimenti e proposte "tecnico/scientifiche" da sottoporre all'attenzione dell'Amministrazione perché se ne avvalga per le proprie decisioni politiche.

Sono certo che da questo Convegno emergeranno elementi di alto livello di conoscenza della tematica in trattazione per pervenire a quel continuo miglioramento delle programmazioni degli interventi da attuare sul territorio e la natura delle relazioni che si sono susseguite ne è sicuro presupposto.

Spero, altresì, che la presentazione della Commissione possa avere dato l'idea che ormai le problematiche vanno affrontate in modo multidisciplinare con la reale integrazione delle competenze e delle conoscenze di tutte le Strutture interessate pubbliche e private.

Ritorno Menù

[Ritorno Menù](#)

PROBLEMATICHE DI STABILITÀ IN RETI CAVEALI ADIBITE A FUNGAIA E DI RETI CAVEALI DI TIPO CATACOMBALE, ED IL LORO SILENTE ED INSIDIOSO RAPPORTO CON LE POSSIBILI COSTRUZIONI SOPRASTANTI.

Ing. Ennio Eugenio Cerlesi

Con questo mio intervento al Convegno SIGEA, che si svolge sotto l'egida dell'Amministrazione Provinciale di Roma, affronto, il concetto della instabilità di talune cavità ipogee, più o meno antiche di Roma, considerate anche nel loro stretto rapporto di rovina con le eventuali costruzioni edilizie ed urbanistiche, di superficie, che le sovrastano.

Preciso che, nella mia specializzazione professionale, di ricercatore e progettista metodologico e strumentale, già dell'Università, io opero, anche per gli argomenti del titolo, con sistemi, introspettivi non distruttivi, in gran parte nuovi e di mia continua escogitazione, volti alla scoperta delle cause certe (non ipotetiche) delle "precarietà", che minano la stabilità di tali cavità. Attività in cui debbo tenere ben presente, peraltro, che "pensare e fare" (scienza e tecnica) non si prestano, in questo caso, ad un'astrattezza semplicemente teorica, ma sono legate ad una difficile e sofferta pratica che tocca, per un verso, i temi della difesa delle condizioni di lavoro (nelle fungaie, ecc.) e, per altro verso, più in generale, la incolumità delle persone che frequentano e abitano costruzioni edilizie (che insistono su cavità antropiche, di varia ragione) o visitano luoghi ipogei (catacombe, ecc.). Ricerca scientifica e tecnica che debbono, quindi, immediatamente, giornalmente, e con sicurezza fare i conti con la responsabilità sofferta dei risultati.

Propongo, quindi, i sette argomenti seguenti, tra di loro strettamente interconnessi, che desidero trattare, in maniera stringata, servendomi, di esempi operativi particolarmente significativi, e se possibile, di ausili grafici e fotografici (foto e video-cassette a colori) per una immediata intelligibilità:

- 1.- le nuove metodologie di ricerca scientifica;***
- 2.- stabilità di reti caveali adibite a fungaia;***
- 3.- stabilità di reti caveali di tipo catacombale;***
- 4.- giacenze archeologiche ipogee e il loro reperimento;***
- 5.- lo stato delle fogne del Centro Storico di Roma;***
- 6.- mutuo rapporto tra reti caveali ed edifici soprastanti***
- 7.- il "Fascicolo dei fabbricati edilizi"!***

1.- le nuove metodologie di ricerca scientifica

E' utile ricordare che, sino ad ora, per la valutazione della stabilità di reti caveali ci si basava, innanzitutto :

- su carotaggi geo-tecnici indisturbati del sottosuolo;
- sull'impiego di possibilità di ricerche frutto di progressi strumentali tecnici, pur interessanti, (applicazioni di geo-sismica, gravimetria, geo-elettrica di antica concezione, geo-radar, ecc.), cui manca, però, la possibilità di fornire un quadro completo ed esaustivo di certezze scientifiche, di fronte alle possibili ed innumeri variabili geologiche del sottosuolo o delle strutture edilizie (*misuristica tradizionale*).
- sulla disponibilità di calcoli, fisico-matematici di verifica che prendono in considerazione, necessariamente, la lontana condizione stratigrafica di origine delle rocce (precedente all'attività di scavo) e ritenute, presuntivamente, integre. Tale calcolo, di cui, geologi e ingegneri minerari, normalmente si avvalgono, rappresenta un valido approccio di primo riferimento teorico, per la conoscenza tipologica delle forze tensionali in giuoco nelle gallerie (condizione necessaria). Calcolo che io stesso premetto, all'inizio di ogni studio sulle cavità antropiche sotterranee.

Debbo però chiarire che, con tali possibilità, non si ottiene la conoscenza della stabilità reale ed attuale delle cavità sotterranee e delle costruzioni edili, il tutto riconosciuto, con precisione, nell'intimo degli strati geologici o dei corpi di fabbrica. Condizione essenziale ed ineludibile (cioè sufficiente) é, invece, scoprire i cambiamenti (peggioramenti) che, nell'arco di millenni, possono essersi prodotti, appunto, nell'intimo stratigrafico sia delle terre in esame che degli edifici. Cambiamenti (anomalie), di diversa ragione, ma, in primo luogo, dovuti alle potenti "scosse" sismiche, che si sono succedute nel tempo storico, sino ai nostri giorni, e che, si presentano, accompagnate da molteplici aspetti consequenziali o nuovi di rovina.

Io ho il vantaggio di aver potuto realizzare, un capovolgimento nel procedimento delle modalità di ricerca : non l'applicazione ripetitiva, indiretta, e rigida, poco versatile, di un dato strumento e di una data metodologia fissa, ma l'intuizione iniziale, dominante e dirigente, del parametro fisico che si vuole conoscere, per il quale o applico una metodologia strumentale idonea, già allestita ed usata, o imposto una progettualità elastica, specialistica, che la lunga prassi di ricercatore e progettista nel campo della fisica, mi consente. "Catturo", così e con precisione localizzo, le eventuali anomalie celate negli strati geologici, mediante un comportamento operativo di valore universale, che, nel caso delle reti caveali mi permette di poter ben valutare l'anomalia che m'interessa e, di decidere,

con cognizione di causa, sulla eventuale interdizione delle gallerie disastrose o, in alternativa, per la progettazione dei più idonei e ben mirati risanamenti strutturali di esse. Tutto questo porta, come si può comprendere, vantaggi tecnici ed economici di prim'ordine.

Faccio un esempio : tra i vari fenomeni, incisivi, da me acclarati nel corso delle ricerche, ce n'è uno, di carattere sismico come accennato, che ha una peculiare e speciale importanza a proposito di reti caveali ipogee. Esso è emerso in occasione (anni '80) della indagine sulle cause del dissesto strutturale "composito" della Galleria Borghese (costruzione sita all'interno dell'omonima Villa a Roma⁵).

In seguito, ulteriori ricerche sulle cavità sotterranee antropiche, mi hanno consentito di meglio intendere la motivazione di tale fenomeno, precisandomene lo specifico processo dinamico, che qui riassumo :

Qualsiasi consistente "disomogeneità" del sottosuolo (sia essa un cambiamento stratigrafico, per esempio la densità e peso specifico sull'orizzontale, o una murazione fondazionale antica, o una grande cavità ipogea, o altro influente), posta in zona sismica (entro circa i 30 metri di profondità), è in grado d'interferire con la terribile onda tellurica (sciame sismico) P, di propagazione superficiale.

Questo può provocare (e più spesso provoca), a seconda delle caratteristiche locali del terreno, volta a volta, o un'accelerazione o una decelerazione che, immancabilmente, si accompagnano con la proiezione, solo verso l'alto, di una grande forza vibrazionale, dirompente e distruttiva.

Tale azione crea dissesto, fenditure, innanzitutto, del complesso stratigrafico e, poi, a danno di eventuali corpi edili, direttamente soprastanti, fuori terra, secondo i gradi di libertà e i vincoli delle diverse costruzioni. Fenomeno che si esplica, quindi, con modalità legate alle differenze, geologiche, ambientali e strutturali edilizie, presenti nelle diverse realtà topo-stratigrafiche.

2.- stabilità di reti caveali adibite a fungaia

Come, si è detto, l'argomento nuovo e primario da cercare per capire bene, sotto il profilo statico, lo stato attuale delle reti caveali adibite a fungaie, è quello della localizzazione esatta, disposizione ed influenza delle grandi fratture sismiche, che si producono secondo determinati processi dinamici oramai appurati, in queste fungaie romane. C'è da fare, ancora, una importante distinzione sulla diversa incisività di tali titanici eventi distruttivi : per ragioni diverse, intuibili, le fratture possono

⁵ . Mi avvidi, durante la ricerca, grazie ai circostanziati riconoscimenti strumentali, che la ragione principale della compromissione statica dell'edificio era dovuta alla presenza di una Latomia, mediamente posta a 9 m dal piano di campagna, del tutto sconosciuta e che si sviluppava, in parte, sotto il palazzo Borghese. Scoprii, tra l'altro, che, per alcune delle disposizioni cardinali delle gallerie, e in ragione di accadimenti sismici, si erano prodotte delle macro- e micro-fratture, sub-verticali, negli strati geologici soprastanti (più spesso non visibili ad occhio nudo in chiave di volta), con spiegabili riflessi fratturali sul palazzo. Certe gallerie, poi, presentavano un massimo di queste fratture, lungo un comune singolo orientamento parallelo, disposto ortogonalmente alle venienze della propagazione sismica, dagli epicentri della zona, soprattutto, del Vulcano Laziale.

essersi richiuse subito, all'atto del fenomeno, o essere rimaste più o meno aperte (beanti). Entrambe sono riconoscibili, con idonei supporti strumentali : ma mentre le prime (ove la ricompattazione sia completa) non lasciano, in generale, adito a conseguenze dannose ai fini della statica delle gallerie, le seconde possono essere veicolo ad ulteriori decadimenti (infiltrazioni idriche, corrosioni, indebolimento in chiave, squilibri ponderali ai piedritti con derivati sfaldamenti, ecc.). C'è modo di valutare ulteriormente, tali multiformi conseguenze, sostituendo, ove necessario il parametro da cercare e, quindi, la metodologia o la strumentazione, così da poter procedere all'assunzione delle adatte provvidenze Statiche.

Diciamo che, talora, le temibili acque di percolazione, arrivano anche ad invadere le gallerie, dopo aver agito nel tempo, scavando, imbibendo, appesantendo le terre, e favorendo, un altro grave aspetto del deperimento : la formazioni di distacchi di strato potenzialmente perniciosi (ad esempio dello strato tufaceo terroso che riveste, talora, le gallerie). C'è, quindi, anche da identificare una somma, di accrescimenti rovinosi che conferiscono precarietà, rispetto alla naturale compattezza degli strati della serie geologica, e che predispongono potenziali condizioni di totale, anche se, a volte, circoscritto, sfondamento e crollo nelle gallerie, o di semplici distacchi, sfaldamenti e cadute , dal rivestimento tufaceo delle volte e dei piedritti, spesso non innocue per le persone e, in particolare, per gli addetti ai lavori giornalieri.

Un caso esemplare ed inaudito, della condizione in cui si può trovare tale tipo di cavità (anche se in questo caso non attiene, strettamente ad una fungaia, ma che pur ci offre nuovi elementi d'indubbio interesse), è rappresentato da una grande latomia sita a Centocelle Vecchia, di Roma. Di cosa si tratti è presto detto.

Sino alla fine dell'800, si è mantenuta in attività, nella zona di Centocelle Vecchia, quest'antichissima cava di tufo e pozzolana. Abbandonata, oramai ai primi del '900, con il costituirsi di un primo insediamento abitativo, essa venne, in mancanza di fogne, utilizzata dai privati, "in silenzio" a tale scopo e, progressivamente, sino ai giorni nostri, nel senso che i servizi igienici, di ciascuna abitazione (all'inizio piccole case a piano terra), erano incanalati con tubi che tutto riversavano nella latomia, raggiunta anche, per altre vie di percolazione (quali le stesse fenditure) dalle acque piovane⁶.

Dopo la prima guerra mondiale, il quartiere venne sviluppandosi, di gran carriera, con imponenti palazzi. Ma per decine di anni, con il cambiare delle Amministrazioni comunali, la ripetuta e petulante richiesta dei cittadini al Comune, per la costruzione delle fogne, non venne menomamente

⁶ In periodo del secondo conflitto mondiale (anni dell'occupazione nazista), nella latomia, le poche gallerie asciutte vennero usate, in parte, dai cittadini quale rifugio (per difendersi dagli gli attacchi aerei) raggiunto, da ogni casa, con scavetti privati. In essa, nuclei di partigiani, trovarono deposito per le armi.

presa in considerazione. Si giunse, così, agli anni '90 in cui, l'Amministrazione Comunale di quel tempo, ne mise in gara l'appalto che affidò ad una Impresa, dopo aver recepito una relazione geologica (del geologo Dott. Renato Calzoletti) in cui si ventilava anche l'ipotesi di vuoti sotterranei. Il geologo consigliò di eseguire, conseguentemente, un elevatissimo, fitto numero di perforazioni geotecniche, lungo il tracciato fognario previsto, che denunciarono la generica e sporadica presenza di cavità, quasi ignote.

Negli anni '90 venni incaricato da una Impresa, di eseguire una circostanziata indagine scientifica, di diagnostica edilizia e micro-geofisica del sottosuolo, in ragione di questi misteriosi vuoti. Svolsi il mio lavoro in 3 mesi (Agosto-Ottobre '90). E poiché la latomia sottostava a quasi tutte le costruzioni edili di Centocelle Vecchia, che, già a vista, presentavano gravi segni di dissesto, esaminai, (dopo aver identificata, strumentalmente e disegnato, con precisione dall'esterno, tutta la planimetria della Latomia) la statica di tutti gli edifici della vasta area, scoprendo varie macro- e micro-fratture nello spessore stratigrafico sovrastante le gallerie e sulle costruzioni in rilevato che sovrastavano tutta la rete caveale. Situazioni, in generale, gravi, caratterizzate da frane nel sottosuolo e da localizzati cedimenti differenziali delle strutture edilizie, e ripeto, sia di quelle poste sul percorso fognario previsto, sia, ugualmente, per tutte le case fuori da tale ridotto tracciato. Approfondendo l'argomento, ebbi anche conoscenza storica di molteplici disgrazie, quali crolli edilizi e sprofondamenti, con una sequela di vittime, avutisi nell'arco di 60 anni circa con avvenimenti luttuosi ed incresciosi, anche più recenti e recentissimi. Ritenni, quindi, assolutamente necessario, per rendermi conto, direttamente, da vicino, della fisicità e tenuta di queste cavità, entrare in tali gallerie, dopo averne scovato, grazie alla ricerca e idonei rilievi, taluni accessi (tra cui quelli privati (e celati) al "rifugio". Mi fu così possibile, constatare, che la Latomia era disposta in pendenza, da Via Tor de Schiavi a via Carpineto, e che, oramai, le gallerie erano, in buona parte, invase da acque luride di fogna, con nugoli di pericolose zanzare e presenza di minacciosi topi, grossi quanto una nutria (che, di sovente, a detta dei cittadini del quartiere, escono in superficie, soprattutto ad ogni cedimento del sottosuolo).

Percorremmo su canotto (Kajac), circa 12 Km di tali ampie gallerie, tra molte difficoltà, riscontrando vari crolli di volta e pesanti distacchi parietali, sabbie mobili, e pali di cemento armato (fondazionali delle case alte), piegati o caduti, fortemente arrugginiti, e quali semi-immersi, nelle acque di certo molto acide e corrosive. (v. video-cassette e foto dell'esplorazione).

Conclusi, dunque, la mia relazione nell'unico modo che ritenni possibile, cioè elencando il tipo di interventi urgenti, disposti in ordine di rigorosa priorità, in relazione alla costruenda fogna :

1.-Provvedere, di urgenza, al disinquinamento, sul posto, delle gallerie, evitando, cioè, trasporti e riversamenti dei mefitici e pericolosissimi liquami, in altre fogne cittadine (come altri, a cuor

leggero, suggeriva, senza pensare alla possibile infausta diffusione di morbi epidemici !);
2.- Provvedere al generale rinfranco di tutte le gallerie, a vantaggio del consolidamento dovuto agli edifici, senza perdere altro tempo. Sottolineai, altresì che tale lavoro poteva non andare a fondo perduto, perché le cavità, con le loro grandi e comode dimensioni, avrebbero potuto essere adibite (lamentandosi, sin d'allora, la strettezza delle vie di Centocelle Vecchia), a provvido luogo di utilissimi parcheggi sotterranei, (che sarebbero stati "antesignani", rispetto ai tanti più tardi programmati, negli ultimi anni del '900, dal Comune per il Giubileo 2000), ovvero per cantinati, negozi, centri sociali e culturali, ecc., con un sicuro rientro pecuniario, quindi, di copertura delle spese da affrontare, assolvendo, in pari tempo, ad una sacrosanta previdenza sociale e ad altre ed impellenti esigenze, quali quelle sanitarie!);

3.- Provvedere, operando (però dall'alto in basso, sino a via Carpineto, cioè iniziando dalle gallerie non invase dal putridume), quindi in sicurezza e anche, volendo, in contemporanea con il disinquinamento, alla essenziale costruzione della fogna, da porre di poco sotto strada.

Negli anni successivi ho fatto del mio meglio per mettere sull'avviso e sensibilizzare le autorità competenti. Ma da poco tempo, oggi si é intrapresa la costruzione della sola fogna, tuttora in corso d'opera, senza curarsi dei mali, in peggioramento (distacchi tufacei dalle volte e pareti), che vibrazioni e scuotimenti avrebbero, di certo, potuto indurre (senza possibilità di esercitare il controllo sotterraneo) alle cavità sottostanti, già, da tempo, in grave processo di sfaldamento (come da me constatato negli anni precedenti); nè della precaria instabilità delle case coesistenti sulla vasta area della latomia (soltanto da me, come visto, lungamente indagata con canotto, nel '90, dall'interno di tutte le intricate gallerie); né della salute pubblica, presente e pregressa (che he io posi come prima preoccupazione!).

Fatto sta, che questo problema, della Latomia di Centocelle Vecchia rimane, a mio modesto avviso, e vorrei sbagliarmi, del tutto aperto ed incombente, e fors'anche, per quanto qui ricordato, di molto aggravato mentre la stessa fogna, può perdere la momentanea stabilità.

3.- stabilità di reti caveali di tipo catacombale

La più rilevante caratteristica geometrica delle catacombe, è data, in generale, dall'angustia dei loro cunicoli (a passo d'uomo), distribuiti su più piani, con, a destra e sinistra, le tombe singole, orizzontalmente ricavate, di stretta misura, sulle pareti, per tutta l'altezza di ciascun cunicolo. Talora, si tratta, invece di ampie tombe di famiglia, o di personaggi importanti, talaltro in vani più grandi, di camere sepolcrali, per famiglie patrizie (ivi compresi i liberti), o tombe di collegi funeralizi e, in tal caso si hanno nicchie (Colombari), scavate dai Romani nel muro alla fine della Repubblica e durante l'Impero, ove usavano conservare le urne con le ceneri dei defunti.

Sotto il profilo, strutturale ci sono, per le catacombe, peculiarità di comportamento agli sciame sismici, diverse e peggiori rispetto alle cave adibite a fungaie (anche quando queste siano disposte su più piani, al pari delle catacombe) : le acque che percolano a causa dello stesso fenomeno descritto per le fungaie, attraverso le macro- e micro-fenditure che tranciano gli inter-spazi ridotti (tra i livelli in verticale di due linee di cunicoli), provocano con maggiore frequenza i crolli in tali sistemi. Le catacombe si sviluppano in profondità e, talora, sono disposte, anch'esse, sotto gli abitati, e non sono rari i casi di sprofondamento lento o rapido, come da me più volte scoperto e rilevato, sulla scorta di studi ed esperienze scientifiche ben precise.

Faccio, qui, esempi tipologici recenti, evitando, cioè, di proposito, data la delicatezza pubblica dell'argomento, i riferimenti topografici esatti, che mantengo in archivio e sono li di conferma :

- un'improvviso e recente multi-sprofondamento di una catacomba, di pochi mesi addietro, sino a 18-20 m. dal piano di campagna e a seguito di una pur modesta caduta di un masso. Bisogna dire che di questo pericolo prevedibile avevo dato circostanziato avviso circa tre anni addietro, a chi di dover);
- il dissesto di una prestigiosa villa storica che ha, sotto di se, latomia e catacombe insieme, e che vive di una vita precaria (fratture parietali e cedimenti differenziali), in ragione di perdite da un'antica fogna (di cui oggi si è avuta, grazie a noi, finalmente conoscenza) che raggiungono queste cavità compromettendole gravemente, e delle vibrazioni potenti trasmesse all'edificio da un traffico stradale incessante pesante. Un caso a rischio, del resto come altri, che non ostante miei rinnovati tentativi di promuovere un peculiare intervento, resta esposto a brutto rischio.
- lo scompaginamento, delle catacombe sotto un'altra palazzina in dissesto grave, al centro di Roma, e, anche qui, a causa delle frequenti percolazioni fognarie comunali.

Non posso qui eccedere nell'elenco esemplificativo. Ma vorrei che fosse ben chiaro che lo scopo che mi anima non è, di certo, quello di fare del riprovevole allarmismo : io desidero, secondo il mio dovere, discernimento e competenza specialistica, richiamare, con forza, l'attenzione degli ignari responsabili. A mio avviso, veramente importante è fornire bene il senso di talune verifiche e prove effettuate, per far capire, prima di tutto ai politici, ai gestori delle Catacombe, e poi, eventualmente, tramite loro, ai dirigenti tecnici preposti, la dinamica di tali rovine, la pochezza dei loro attuali metodi di intervento conoscitivo, i limiti della sino ad ora abusata, diagnostica *tradizionale*, la obiettiva disponibilità di metodi nuovi di intervento conoscitivo e di risanamento, la necessità, da parte loro, di migliori, aperti e fertili indirizzi e rapporti comportamentali.

L'urgenza è obiettivamente maggiore, in questo caso, perché ci si deve confrontare, tra poco e direttamente, con il prossimo grande afflusso di pellegrini per il Giubileo 2000 che, ancor più numerosi del consueto, entreranno nelle catacombe dirette dall'organizzazione ecclesiastica e nelle storiche cavità archeologiche ipogee. Bisognerebbe, stabilire una scala di priorità, alla svelta, senza, perdere altro prezioso tempo, per quindi, oculatamente, intervenire per garantire stabilità strutturali alle catacombe e agli altri siti archeologici sotterranei. Sulla scorta delle mie esperienze e risultanze scientifiche, credo, appunto, che siano da realizzare, di conseguenza, consone precauzioni statiche nelle suddette cavità archeologiche e preoccuparsi anche dei necessari ed essenziali risanamenti collaterali (ad es. per le fogne).

Io non so, per potere agire, di chi sia il possesso delle catacombe, con quali titoli e quale limite esse vengano gestite. E quindi mi limito, anche qui, a dare avviso, per dovere scientifico e morale, del fenomeno di pericolo latente, che non va, assolutamente sminuito e trascurato.

4.- le giacenze archeologiche ipogee ed il loro reperimento

La presenza della diffusa giacenza di reperti archeologici entro terra, se da un lato, una volta noti ed evidenziati, trova, in generale, la costante e meritevole cura da parte delle apposite Soprintendenze, con difficoltà, invece, conosce le stesse impegnate in nuove ricerche, più spesso per inadeguati finanziamenti.⁷ Cosicché alle Soprintendenze, rimane, più spesso, di avvalersi, soltanto, di fortuiti ritrovamenti effettuati, soprattutto dalle Ditte appaltatrici di lavori edili e stradali, sulle aree dell'Urbe, al cui giudizio, scrupolo e sensibilità, esse si debbono affidare, cosa che rende inevitabile, talvolta, che si registrino, purtroppo, molte occasioni di infrazioni e perdite. Tutto ciò contraddice al dovere che ci compete, verso l'Italia e il mondo intero, della tutela dei Beni Culturali, in particolare del patrimonio storico-archeologico, che viene, inesorabilmente, dilapidato.

Ma c'è, a mio avviso, finalmente, anche per questo, una via di mezzo, preliminare, per arrivare a pre-conoscere, con buona precisione, le aree (libere o coperte da edifici), di interesse archeologico : aree da indagare, senza soluzioni di continuità, sulla scorta delle nuove ed efficaci metodologie di ricerca e, da censire, interdire, o pre-vincolare, o solamente da tenere presenti, con la consapevolezza delle indicazioni di sufficiente precisione, così ottenute.

Si assolverebbe, in tal modo e con lungimiranza, al dovere di cui, all'inizio di questo capitoletto, viene sottolineata la responsabilità ed importanza.

⁷ In verità mi sono accorto che, di recente, si è, finalmente, meglio escogitato, in sede Ministeriale, il modo per incrementare i finanziamenti ben mirati.

Necessiterebbe, allora, dar luogo ad una campagna previdente, scientifico-operativa del primo sottosuolo, che si avvalga della guida e delle indicazioni che le rispettive Soprintendenze potrebbero dare, su base storico-topografica.⁸

Su tale argomento, ho scelto due esempi concreti e recenti che, meglio, possono far spaziare, per capire il senso di ciò che intendo, quando chiedo di tradurre, in pratica, nuove, oculate difese dei prestigiosi monumenti storico-archeologici, e i ritardi ed i errori che ancora si commettono.

Il primo riguarda la tormentata questione del "chiaccherato" sottopasso, detto "di Catel S. Angelo", in vista del Giubileo 2000, che qui richiamo in relazione alla I e IV ipotesi di percorso, tra quelle da me esaminate: I, quella che avrebbe dovuto circuitare i prati del Castello, tornando sul Lungotevere; IV, quella della "variante" che lo faceva passare, al Lungotevere Vaticano, davanti e sotto il Castello.⁹

Nel corso dello svolgimento della I ricerca, ebbi la fortuna di ritrovare la posizione topografica della celeberrima Chiesa grafica il grande Rodolfo Lanciani.¹⁰

Scoprii, altresì, anche la sua fonte battesimale (Battistero riconosciuto dall'attuale parroco, da me invitato, della omonima Chiesa ricostruita su via della Conciliazione), e le tracce del cimitero annesso di cui ci aveva lasciato ricordo il Capitano Mariano Borgatti che, Sovrintendente del Castello ai primi anni cruciali del '900, ha purtroppo compiuto, talora, alcuni arbitrari e deprecabili interventi di ristrutturazione del prestigioso monumento.

Il secondo esempio, attiene al fatto che, dopo avere trovate e dimostrate le specifiche ragioni del rilevante dissesto di cui "soffre" il Castello, cosa che già, di per sé, opponeva una fortissima remora all'idea, pericolosa, di fargli transitare al di sotto il tunnel¹¹, evidenziai, mediante idonea strumentazione, proprio nel punto centrale di Lungotevere Vaticano, davanti al Castello, entro i primi 5 m., ruderi medioevali (laddove la Committenza riteneva, fermamente, sulla scorta di

⁸ *Accanto a questo andrebbe molto meglio studiato, di quanto sino ad ora non si sia saputo fare per tutelare il Centro storico di Roma, anche dagli inquinamenti letali, innanzitutto, per le persone ed esiziali di rovina per i monumenti. Argomento, qui fuori tema, ma che meriterà un adeguato approfondimento, nella giusta sede, ponendo mente alla possibilità di larga e idonea elettrificazione dei mezzi, pubblici e privati di trasporto, innanzitutto per il Centro. D'altro canto la situazione, come si presenta adesso, a mio avviso, è inaccettabile!!!*

⁹ *Rammento che, quale vincitore del Bando di concorso, per "Ricerche scientifiche speciali" indetto dal Ministero LL. PP., (anno 1996) assolsi al compito, nell'arco di nove mesi circa (sino ai primi del '98), indagando, senza soluzioni di continuità, su quattro ipotesi di percorso (nel tratto da Ponte Cavour a Ponte Principe Amedeo (antistante a piazza della Rovere) : 1.- sotto i Lungotevere di destra con circuitazione dei prati di Castel S. Angelo; 2.- Al centro del Tevere sotto alveo; 3.- Sotto la banchina di destra del Tevere; 4.- La variante del 1° tracciato, con passaggio davanti a Catel S. Angelo. Preciso, altresì, che indagai su e sotto i ponti e palazzi del tratto considerato, e, anche, sino all'imbocco del Tunnel Principe Amedeo.*

¹⁰ *"Era usanza che in questa Chiesa si riunissero cortei imperiali e da lì muoversi in gran pompa verso la Basilica di S. Pietro dove l'Imperatore riceveva dal Papa la corona del Sacro Romano Impero. Innocenzo III nel 1484 affidò la Chiesa ai Carmelitani; Pio IV, nel 1564, la fece demolire perché intralciava la costruzione dei Bastioni." (Cit. da Giovanni Paolo Tesei, Le chiese di Roma. Edizioni Anthropos, 1986, Roma). Il Bastione era quello di S. Spirito.*

¹¹ *Peraltro, del tutto insufficiente risultava, alla bisogna, la larghezza della strada (come mi fece ben notare il mio valentissimo collaboratore, l'Ing. Egisto Gagliani, esperto in opere di edilizia sotterranee.*

fotografie d'epoca "mal lette", che ci dovesse essere soltanto terreno di riporto superficiale), e, quindi, ad una profondità tra 15 e 18 m. dal piano stradale, muri reticolari romani di varia fattura. Il Prof. Filippo Coarelli, notissimo archeologo, da me invitato, visti tali ruderi di varia fattura giacenti a quella profondità, rilasciò una dichiarazione scritta in cui si dice che siamo di fronte alla testimonianza importantissima e inaspettata, di 3 diverse epoche romane, dal periodo Repubblicano a quello Imperiale, assolutamente da salvare.¹².

5.- lo stato delle fogne del Centro Storico di Roma, una dolentissima nota

Da anni trovo continua conferma al fatto che (di certo con maggiore frequenza nel Centro Storico, ma poi un po' dovunque, per i quartieri di Roma, entro un raggio maggiore, e solo raramente in quelli di nuova costruzione), ci troviamo di fronte a fogne sotterranee comunali, obsolete, talora da lungo tempo insufficienti e prive, della loro impermeabilizzazione interna, originaria. Di continuo vengono erose e portate via le calci interstiziali dei mattoni della cunetta di base di tali fogne. Mattoni molto spesso divelti, allontanati, distrutti.

Bisognerebbe, in questo caso, assumere bene coscienza della realtà : le fogne sono inadeguate, e quelle costruite cento anni fa, non sono neanche doverosamente mantenute. Ad ogni temporale, vanno, ad esempio, in massima perdita sotterranea, perchè in esse si riversa (quando le caditoie stradali non sono addirittura otturate!) l'acqua delle strade e delle grondaie dei tanti palazzi, che sono venuti ad aggiungersi nel tempo, rispetto all'epoca delle prime edificazioni, cosicchè le fogne vanno in grave ed insopportabile carico. Tali fogne sono in perdita di volumi idrici in misura ed estensione diversa.

Esse con vari serpeggiamenti, silenti, corrono via a far brutti danni, un po' dovunque, assecondate, in quest'opera di distruzione, da ogni altra dispersione idrica sotterranea di qualsiasi diversa ragione. E non c'è bisogno di esemplificare, più di tanto, perché tali fenomeni distruttivi e sintomatici, sono, già quelli sotto le vie e piazze della città, riscontrati "giornalmente" da tutti i cittadini.

A questo punto se si tiene conto degli estesi e diffusi scavernamenti del sottosuolo, di cui ho parlato, si può ben comprendere il perché di quanto io da tempo vado continuamente scoprendo : molti dissesti di palazzi hanno, è quasi incredibile (!), la loro causa, proprio dal corrimento di tali acque "capricciose", non regimate, che trovano vie di fuga nelle reti caveali dove, scavernano,

¹² In effetti tali ritrovamenti vennero a bloccare, praticamente, sia la prima che la quarta ipotesi di percorso.

sciogliono le rocce (soprattutto, quelle tanto diffuse, della deposizione del piroclastico volatile) e "svirilizzano" le calci.

E tali grotte, si trovano, ignorate, molto di sovente sotto i palazzi e monumenti, siano essi antichi (con fondazione ad esempio a platea) o di nuova costruzione (fondati per esempio su pali trivellati). Ed ecco quindi, ribadita, l'origine di molti dei cedimenti differenziali e dei crolli, più o meno improvvisi, di cui oggi non ci si sa rendere scientificamente e in maniera ben mirata, conto mentre si danno più spesso vaghe interpretazioni.

Vista la disponibilità delle metodologie e gli strumenti di ricerca scientifica necessari, da lungo tempo positivamente sperimentati, propugno, da anni, anche l'urgenza di una indagine strumentale del sottosuolo di Roma, anche per questa ulteriore ragione, accurata (con urgente inizio dal Centro storico). E se la mia proposta, contenuta nel precedente capitolo, per salvare l'archeologia del centro storico ha un senso e grande rilievo di valore internazionale, questa mia ulteriore annotazione riveste, io penso, un carattere di essenziale urgenza, perché incide, in larga misura sulla stabilità, dei fabbricati, assieme ai monumenti, e, di conseguenza sulle dovute garanzie di sicurezza degli abitanti. Numerosissimi esempi di crolli per questa ragione, da me variamente constatati, mi si affollano alla mente. Ma una diagnostica arretrata (misuristica tradizionale), poiché non dispone dei giusti concetti e metodi di analisi, non contempla queste lapalissiane verità, e finisce con l'essere, come ho spiegato, di grande ostacolo al progresso. E quel che di più dispiace, per tale grave carenza, è la conseguente, involontaria, ma notevole impreparazione dei tecnici nel campo della diagnostica edilizia, non sufficientemente capito e, quindi, curato.

6. mutuo rapporto tra reti caveali ed edifici soprastanti

Il diffuso bene archeologico, presente in gran parte parte sottoterra, i concitati, frettolosi e disordinati ritmi del costruire povero a Roma capitale, dopo l'Unità d'Italia, le traversie storiche (guerra e dopoguerra compresi), succedute sino ai nostri giorni, non ultimo lo sviluppo caotico e spesso abusivo delle antiche periferie, ci hanno regalato una città per molti versi mal costruita e mal fondata, di cui oggi ne raccogliamo taluni amari frutti. Sono proprio le reti caveali sotterranee, siano esse fungaie o catacombe o reti caveali generiche, ad offrire, con la loro larga diffusione e i loro guasti, in "combutta" con gli scorrimenti idrici anomali sotterranei, come accennato, la ragione primaria di irregolarità in fondazione, per molti edifici del centro e della periferia.

Per avere nozione dell'alto numero di queste diverse ed amplissime reti caveali ipogee, riprendiamo, dal nuovo Volume, citato, in seconda posizione alla nota¹³, il "censimento" aggiornato, rispetto ai risultati di Prof. Ventriglia¹⁴, sebbene ancora, molto incompleto :

Quadro generale delle tipologie di vuoti nel sottosuolo di Roma, frutto delle attività antropiche

Tipi di vuoto nel sottosuolo	numero
Cave	94
Catacombe	67
Altre cavità d'interesse archeologico	155
Cunicoli idraulici, acquedotti e fognature	131

Ed ecco il terzo argomento che si porta dietro un'altra possibile e pertinente proposta. Se è vero, e lo è, che le cavità sotterranee di Roma, soltanto in parte sono conosciute e che queste presenze, note o del tutto ignote, hanno riflessi primari e pesanti nei confronti della statica di strade, piazze, e palazzi, occorrerebbe, anche in questo caso, dar rapidamente corso a preliminari scandagli del sottosuolo, sistematicamente portati avanti, da abbinare poi, e parallelamente, alle verifiche approfondite su tutte le costruzioni, nella zona di questa operatività, che risultino dissestate in conseguenza delle cavità, (secondo caratteristiche di compromissione che sono riconoscibili ed esattamente valutabili), dando, in pari tempo luogo ad una graduata priorità di interventi risanatori. Questo procedimento di ricerca "illuminato" e ben scaglionato per tutta la città, consentirebbe la individuazione ed eliminazione, con selezione relativamente rapida, dei fatti più gravi che soprattutto le cavità ipogee determinano. Esso permetterebbe, quindi, di avanzare, con cura e decisione, sul tema del dissesto, dal più grave ed impellente (ripeto per anomalie del sottosuolo) a quello di vere ed intrinseche debolezze di origine legate a difetti di costruzione, ma che, a mio avviso, sono molto rare e, in genere, improbabili.

¹³ Nel '95 è stata iniziata, promotrice la PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MIISTRI - DIPARTIMENTO PER I SERVIZI TECNICI NAZIONALI - SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, la pubblicazione di una ponderosa opera in più volumi, dal titolo *Memorie descrittive della carta Geologica d'Italia*, (coordinatore scientifico Renato Funicello), con i primi due volumi (L) dedicati a Roma, sotto il patrocinio del Comune di Roma : LA GEOLOGIA DI ROMA - Il centro storico e relative planimetrie. Un impegno questo, a mio parere, sotto diversi aspetti certamente pregevole.

¹⁴ Bisogna riconoscere grande merito al Prof. Ugo Ventriglia, di avere, per la prima volta, raccolto con cura, studiato e pubblicato i risultati geologici di circa tremila perforazioni geo-tecniche, condotte da diverse Imprese di costruzioni a Roma. La importantissima pubblicazione fu resa possibile dall'accorta e lungimirante "malleveria" dell'Amministrazione Provinciale di Roma (UGO VENTRIGLIA, La Geologia della città di Roma - (dotata di sei grandi e compendiose tavole grafiche a colori, allegate al Volume) anno 1971.

E' vero che , di frequente, commissioni di indagine nominate dopo disastri edilizi sono giunte, in conclusione del loro lavoro, alla convinzione di casualità dovuta ai cattivi materiali usati.

Un altro esempio di cui voglio riferire, lo abbiamo sotto di noi, in questo Palazzo Valentini che ci ospita. Esempio che porto per non ripetermi sul solo discorso delle cavità antropiche, parlando dell'indagine diagnostica di questo grande e storico edificio che mi permise di stabilire la causa del dissesto, dovuta alla presenza di murazioni antiche sottostanti, quali elemento di discontinuità e quindi di trattenimento dell'onda sismica P. In quell'occasione avvertii la presenza di un grandissimo corpo omogeneo, interrato, che mi lasciò il sospetto che si trattasse di un rudere (una colonna ?) del Tempio del Divo Claudio.

Un ulteriore esempio, di cui riferisco ancora brevemente, fu quello del dissesto del Vittoriano di P. Venezia (il grande monumento marmoreo dedicato al Milite Ignoto). Qui sussistevano, contemporaneamente, a livello fondazionale, una latomia sopra e cunicoli del tipo etrusco, molto più in basso, e, in più, una dispersione idrica per consunzione dei pluviali discendenti, a condizionare, insieme e distintamente, le grandi fenditure sismiche e il generale pericoloso decadimento statico del Monumento.

7.- il "Fascicolo dei fabbricati edilizi"!

Nel caso di costruzioni in rilevato, di reti caveali, di catacombe, e anche in ordine a problemi più generali, urbanistici, stradali, ecc., si ha a Roma, come si è potuto intravedere dai temi dianzi accennati, una situazione statica complessa e difficile che a mio modo di vedere, per più di una ragione, non viene affrontata nei giusti sistemi evoluti che occorrerebbe. Mi si scusi la veemenza e la presunzione, ma mi esprimo con sincerità ed onestà, per l'amore e il rispetto profondo che porto, da sempre, alla verità e, in particolare, alla cura dei Beni culturali ed ambientali, vera, unificante ed inconfondibile ricchezza del nostro grande Paese.

In questo contesto, è di buona ragione dare anche la notizia di una seconda consapevolezza scientifica da me elevata a guida operativa di ricerca : ***nel valutare con attenzione il dissesto di opere edilizie vetuste e tradizionali (fatte di soli mattoni o miste) e, in primo luogo per le costruzioni monumentali ed archeologiche, è bene evitare l'abuso di vincoli rigidi di contenimento (catene metalliche, travi di cemento armato, ecc.), mentre risulta d'obbligo prediligere ed applicare, scrupolosamente, il metodo fondamentale del rispetto e potenziamento dell'elasticità propria dei corpi, conferita al fabbricato dal progettista, all'atto dell'edificazione. Cosa che si può ottenere, di solito, con opportuni e modesti accorgimenti di nuovo intervento, assicurando, in tal modo, l'integrità e funzionalità strutturale (là dove ci si preoccupava del solo valore architettonico esteriore) e, per quel che più conta, la corretta risposta alle sollecitazioni***

vibrazionali, sismiche e moderne, con conseguente ed integrale conservazione, dell'opera nel tempo.

Argomento complesso, utilmente, ma necessariamente soltanto accennato, e, quindi, da affrontare in altra pertinente occasione.

Dalla grande variabilità e modalità degli effetti distruttivi, insorge, per altro, ancor più, la necessità di conoscere il modo specifico di esplicitazione di quest'attacco macro- e micro-fratturale e di tutti quelli variamente distruttivi.

Le indagini, suddette, vanno, quindi, affrontate con mobilità ed intercambiabilità di metodi di ricerca scientifica e di Restauro statico.

L'argomento del "Fascicolo dei fabbricati edilizi" annunciato alla Tavola rotonda indetta dall'Ordine degli Ingegneri di Roma, di concerto con l'Assessorato comunale ai LL. PP., tenuta in data 15.4.'99, e che ha fatto seguito, tra l'altro, ad una recente Delibera istitutiva del Consiglio Comunale di Roma, con previsione di una apposita proposta di legge cui dovrebbe far rapidamente seguito l'approvazione di una relativa proposta di Legge, ha suscitato, in me qualche perplessità.

Mi è chiaro che l'idea di partenza, in se, è sacrosanta, ma di certo ci si è decisi con grande ritardo, lasciando aggravarsi tante situazioni, la dove era da portarsi ai giusti livelli di eletta comprensione.

Le **campagne operative** che io propongo, a questo nostro Convegno, per avviare a soluzioni, certi temi impellenti, che aiuteranno, altresì, i tecnici che dovranno essere specializzati nella verifica statica degli edifici, ritengo che andrebbero esaminate e discusse, prima e mentre la Legge sul "fascicolo" seguirà il suo iter, così d'avere il tempo per prendere decisioni opportune che potrebbero arricchire le modalità della stessa Legge. Altrimenti, il rischio, che mi pare si corra, è quello di mettere in movimento, una affrettata e farraginoso macchina burocratica, che potrebbe, sia pure in parte, compromettere il compito giusto che ci si prefigge con questa proposta di legge in elaborazione. Occorre, senza dubbio, conoscere, cioè, più da vicino i problemi veri, impostare delle chiare direttive di ricerca, delle idonee ed agili commissioni organizzative di garanzia, responsabili ed autonome, nei loro atti e nelle loro disposizioni, secondo norme obiettive e svincolate, anche, da condizionamenti e pastoie di vario genere.

So di sicuro che sarebbe insano trascurare gli argomenti qui sollevati con tale mia appassionata denuncia, mentre avverto una ulteriore esigenza civile di fondo, che è quella che vengano accentuati tutti gli sforzi, rimuovendo autoritarismi infecondi ovunque si annidino, per garantire, sempre come dovuto, una vera, costante e operante democrazia nel delicato rapporto con i cittadini, troppo spesso tenuti praticamente fuori dalle discussioni "chiuse" sui problemi reali, di loro vitale interesse.

[Ritorno Menù](#)

[Visualizza foto](#)

[Ritorno Menù](#)

METODOLOGIE DI INDAGINE PER RICERCA E MAPPATURA DI CAVITÀ SOTTERRANEE, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLE AREE URBANE

G. B. Borelli

Generale Prospezioni - Roma

Premessa

Il presente intervento relaziona circa le diverse metodologie di indagine che possono essere applicate per la ricerca ed individuazione di cavità sotterranee, con particolare riguardo alle aree urbane.

Si sottolinea che la necessità di operare in area urbana determina una serie di difficoltà e vincoli, quali quelli urbanistici, delle reti idriche ed elettriche e, per le indagini di tipo geofisico, anche la presenza di diverse fonti di disturbo da parte di correnti vaganti.

La complessità ambientale delle aree urbane richiede pertanto di volta in volta una opportuna progettazione e programmazione delle indagini con una attenta scelta delle varie metodologie disponibili, in funzione della realtà urbanistica, geologica e idrogeologica locale.

Tale metodologie vengono così suddivise:

Indagini dirette con sondaggi

- indagini con soli sondaggi geognostici
- indagini con sondaggi guidati (indagine televisiva in foro e indagine speleologica)

Indagini indirette con metodi geofisici

- metodo gravimetrico
- metodi geoelettrici
- indagini con georadar (GPR)
- metodi sismici

Nella relazione vengono descritti i vari metodi cercando di individuarne i vantaggi, i risultati ottenibili ed eventuali limiti, con particolare riferimento alla ricerca di vuoti sotterranei in area urbana.

Indagini dirette con sondaggi geognostici

Indagini con soli sondaggi

Il metodo di prospezione più semplice e più utilizzato è senza dubbio quello basato sulla perforazione di sondaggi ubicati a caso o sui nodi di una maglia più o meno regolare nelle zone oggetto di indagine.

Ove non si abbiano informazioni del sottosuolo, preventivamente possono essere operati uno o più sondaggi stratigrafici (cioè con recupero delle carote) per un inquadramento geologico dell'area e per permettere quindi di stabilire, sulla base di considerazioni storico-geologiche, il tipo di vuoti che ci si può aspettare e le profondità massime alle quali i vuoti stessi possono trovarsi.

Entro questo ambito di profondità (o nell'ambito delle profondità di interesse tecnico) vengono quindi effettuati i sondaggi di ricerca di vuoti, eseguiti a distruzione di nucleo con le tecniche più economiche, per minimizzare i costi.

Le indagini possono tendere a tre diversi fini di crescente approssimazione.

a) Valutazione dell'esistenza o meno di vuoti.

b) Valutazione dell'"importanza" dei vuoti stessi in termini, ad esempio, di rapporto tra l'area complessiva dei vuoti e l'area della zona indagata.

c) Individuazione dello sviluppo plano-altimetrico dei singoli vuoti.

a) Indagini per la presenza di vuoti.

Se non si ha alcuna indicazione a priori dell'esistenza e/o della possibile ubicazione dei vuoti stessi, la ricerca che viene eseguita è di tipo statistico e i risultati seguono pertanto le leggi della probabilità.

Una semplice applicazione delle leggi probabilistiche è indicata in una nota di Aquilina (1968) che riporta la sintesi di una serie di studi portati avanti nell'ambito dell'ex Istituto di Geofisica Mineraria della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma.

In tale nota si ipotizza di eseguire un certo numero di sondaggi, disposti casualmente, in un'area interessata da vuoti per una certa frazione k (rapporto tra area dei vuoti e area totale) e si calcola la

probabilità di ottenere una stima del rapporto k tramite un valore q definito dal rapporto tra sondaggi che hanno incontrato i vuoti e sondaggi complessivi.

Nella tabella 1 sono riportate le probabilità che si ottengono determinati valori di q nel caso di $k = 0.1, 0.2$ e 0.5 con un numero di sondaggi n pari a 5, 10, 20, 40 e 100.

Per la valutazione dell'esistenza o meno di vuoti si può vedere che se si perforassero 10 sondaggi, si otterrebbe un $q = 0$ (valutazione di assenza di vuoti) con la probabilità del 35% per $k = 0.1$, dell'11% con $k = 0.2$ e dello 0.1% con $k = 0.5$.

In Roma si può avere ad esempio il valore di $k = 0.5$ nel caso di reti di gallerie per coltivazione di pozzolane (tavole 1 e 2), mentre nel caso di catacombe si possono avere valori di k anche molto inferiori a 0.1.

Occorre però osservare che valori di k inferiori a 0.5 si possono avere anche nel caso di reti di gallerie qualora queste non interessino l'intera area da indagare; ad esempio, se la rete di gallerie interessa solo il 10% dell'area da indagare, il k da considerare è $k = 0.5 \times 0.1 = 0.05$. In questo caso anche con quaranta sondaggi distribuiti sull'intera area, si avrebbe ancora il 13% di probabilità che nessun sondaggio incontri i vuoti.

b) Indagini per la valutazione della "importanza" dei vuoti

La valutazione della "entità" o "importanza" dei vuoti (cioè del rapporto k) è ancora più critica e la sua approssimazione può essere valutata, sempre in termini probabilistici, dalle stesse relazioni statistiche. Ad esempio con 20 sondaggi nel caso di $k = 0.5$ si ha il 25% di probabilità che q risulti minore di 0.4 o maggiore di 0.6 ed ancora, sempre con 20 sondaggi, per $k = 0.2$ si ha il 16% di probabilità che q sia minore di 0.1 o maggiore di 0.3, cioè che il numero di sondaggi positivi (cioè che hanno incontrato i vuoti) sia inferiore a 2 o maggiore di 6 (vedi tabella 1).

Come si vede, la valutazione in termini di errore assoluto su k (ad es. ± 0.1) è meno critica per quanto riguarda i più bassi valori di k .

Con una maglia regolare di sondaggi si otterrebbero gli stessi risultati ove la distribuzione delle cavità nel sottosuolo fosse di tipo casuale. Se invece tale distribuzione ha una certa regolarità e tale regolarità è in qualche modo correlata con la maglia dei sondaggi le considerazioni sopra fatte non sono più valide. Al limite se le cavità costituissero maglie con lo stesso interasse dei sondaggi, si avrebbero solo sondaggi o tutti positivi ($q = 1$) o tutti negativi ($q = 0$) con la probabilità di k o $(1 - k)$ nei due casi, con k sempre uguale al rapporto tra l'area complessiva dei vuoti e l'area della zona indagata.

n	q=0	q<0.05	0.05≤q≤0.15	q>0.15
5	59%	59%	-	41%
10	35%	35%	39%	26%
20	12%	12%	75%	13%
40	2%	8%	82%	10%
100	0.003%	2%	94%	4%

k= 0.1

n	q=0	q<0.1	0.1≤q≤0.3	q>0.3
5	33%	33%	41%	26%
10	11%	11%	77%	12%
20	2%	7%	84%	9%
40	0.02%	3%	93%	4%
100	-	0.2%	99.5%	0.3%

k= 0.2

n	q=0	q<0.4	0.4≤q≤0.6	q>0.6
5	3%	19%	62%	19%
10	0.1%	17%	66%	17%
20	0.002%	13%	74%	13%
40	-	8%	84%	8%
100	-	2%	96%	2%

k= 0.5

tabella 1 - probabilità che si ottengano certi valori di q (rapporto tra il numero dei sondaggi che hanno incontrato i vuoti e numero totale dei sondaggi) in funzione del numero n dei sondaggi e del rapporto k tra area dei vuoti ed area complessiva.

c) Indagini per lo sviluppo plano-altimetrico dei vuoti.

Il terzo elemento che si desidera ricavare dai sondaggi è lo sviluppo plano-altimetrico dei vuoti.

Sulla base delle conoscenze geologico-storiche dell'origine e sviluppo possibile dei vuoti, è in genere possibile riconoscere i livelli geologici in cui presumibilmente si sono sviluppati i vuoti e correlare quindi la presenza dei vuoti stessi con tali orizzonti e con il loro sviluppo altimetrico. Si potrà in questo caso anche dedurre, dal livello anomalo di qualche vuoto, la presenza di possibili crolli e quindi di uno stato di precarietà dei vuoti stessi.

Per quanto si riferisce invece allo sviluppo planimetrico dei vuoti è molto difficile individuarlo anche con un notevole numero di sondaggi.

Ciò è stato dimostrato anche nella realtà. Una sperimentazione effettuata nella zona del Casilino con l'esecuzione di circa 100 sondaggi su di un'area di 2500 m² aveva indicato un possibile andamento della rete di gallerie in pozzolane che poi è stata completamente riscontrata errata da rilevamenti eseguiti in sotterraneo.

Si può ottenere una sufficiente approssimazione nella ricostruzione planimetrica dei vuoti solo con una rete di sondaggi con una interdistanza inferiore all'ordine di grandezza della larghezza dei vuoti. Ad esempio per una rete di gallerie di 4 m di larghezza, si deve considerare una maglia di sondaggi di 3,5 m di lato per la quale occorrerebbero circa 1000 sondaggi per ettaro.

Indagini con sondaggi guidati

L'alto numero di sondaggi necessari per una ricostruzione dell'andamento planimetrico dei vuoti può essere fortemente ridotto nei casi in cui ancora sussiste in sotterraneo una continuità dei vuoti stessi.

In questi casi vi sono almeno due varianti una volta individuato un vuoto con la prima serie di sondaggi.

Prima variante (indagine televisiva in foro)

Nel sondaggio che ha incontrato un vuoto viene calata una telecamera (o un periscopio) munita di un proiettore di luce; con questa si ispeziona il vuoto all'intorno del foro individuando così la forma del vuoto stesso e il suo sviluppo entro il campo di visibilità della telecamera.

Si determina in superficie la direzione (o le direzioni) di massimo sviluppo visibile e l'entità dello sviluppo stesso; in quella direzione ed alla distanza stimata si esegue un secondo foro che incontrerà nuovamente il vuoto; si cala in questo secondo foro la telecamera e si eseguono analoghe determinazioni, quindi si ubica un terzo foro e così via.

Nel caso si individuino un incrocio di vuoti, si esegue un sondaggio su tale incrocio, si ispeziona con la telecamera la nuova diramazione e se questa prosegue si ubica un nuovo sondaggio e così via.

Con questa tecnica, nel caso di fig. 1 sarebbe possibile una determinazione dell'andamento delle gallerie con lo stesso numero di sondaggi (10) che invece sarebbero pochi se fossero ubicati a caso.

Se le gallerie fossero piene d'acqua è possibile sostituire il sistema a telecamera con un sistema sonar ad ultrasuoni ed operare analogamente.

Seconda variante (indagine speleologica)

Se i vuoti sono sufficientemente sicuri per l'accesso di operatori, il primo sondaggio che ha trovato il vuoto viene allargato e tubato con una tubazione di diametro 600 mm attrezzata con scala fissa. Tramite questo i rilevatori entrano nel sotterraneo e lo rilevano con metodi topografici come indicato al punto fin dove possibile.

La zona rilevata viene in tal modo esclusa dalla perforazione di altri sondaggi di ricerca che pertanto vengono concentrati nelle zone ancora da rilevare.

Indagini indirette con metodi geofisici

È noto che l'applicazione dei metodi geofisici tende al riconoscimento della natura e struttura del sottosuolo mediante misure di grandezze fisiche eseguite in superficie o in fori da sonda.

Per la ricerca di vuoti sotterranei possono essere applicati più metodi geofisici con le modalità ed i limiti che sono qui appresso indicati per ogni singolo metodo. Tali limitazioni in parte dipendono dalle caratteristiche proprie di ogni metodo, dalle approssimazioni possibili nelle misure e nelle elaborazioni successive e in parte dal "rumore" ambientale, quest'ultimo generato sia dalle fluttuazioni delle grandezze misurate, sia da cause antropiche, sia dalle inomogeneità dei terreni in cui si opera.

Metodo gravimetrico

Il metodo gravimetrico è basato sulla determinazione delle "anomalie" del modulo dell'accelerazione di gravità dovute a variazioni della densità del sottosuolo. L'anomalia di un corpo di volume V è data da:

$$\Delta g = G \int_V z / r^3 \delta dV$$

in cui G è la costante di gravitazione universale ($6.66 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg s}^{-2}$), δ la variazione di densità del corpo V rispetto all'ambiente circostante e z ed r la differenza di quota e la distanza dell'elemento V del volume considerato rispetto al punto in cui si fa la misura.

Nel caso di corpi a forma di sfera o di cilindro orizzontale di raggio R la relazione precedente si trasforma rispettivamente in:

$$\Delta g = 4/3 \pi R^3 \delta G z / r^3 \quad \text{e} \quad \Delta g = 2\pi R^2 \delta G z / r^2$$

in cui z ed r si riferiscono rispettivamente al centro della sfera e all'asse del cilindro.

Attualmente gli strumenti commerciali più sensibili sono i microgravimetri che hanno una approssimazione di $\pm 3 \mu\text{gal}$; se si considerano anche le altre fonti di disturbo, si può considerare un errore medio complessivo di 5-10 μgal , in dipendenza del "rumore" ambientale legato alla topografia del luogo e alle possibili diffuse inomogeneità dei terreni sottostanti, sempre che le quote

delle stazioni siano sufficientemente precise (± 1 cm) e le correzioni topografiche sufficientemente accurate. Considerando significativa un'anomalia superiore a 3 volte l'errore medio, si può considerare che si possono individuare corpi cui corrispondono anomalie di almeno 15 - 30 μ gal.

Supponiamo che le misure gravimetriche vengano eseguite su una maglia quadrata. Ovviamente, dato un certo corpo, si avrà un'anomalia massima se il corpo stesso ricade sotto una stazione della rete, mentre l'anomalia sarà minore se il corpo ricade al centro della maglia.

Nelle figure 1 e 2 sono riportati, in funzione delle profondità h , i diagrammi dei diametri delle sfere o cilindri che generano anomalie di 15 μ gal per corpi situati sotto la stazione (linea intera) o al centro di una maglia di 4, 10 o 20 m di lato (linee tratteggiate).

Ad esempio per corpi a profondità di 10 m, sarebbero rilevabili corpi sferici con diametro superiore o uguale a 8m, mentre, se cilindrici, il diametro minimo scende a 3.3 m. Per tali profondità la dimensione della maglia massima da adottare sarebbe sui 6 m. Adottando una maglia di 10 m (100 stazioni per ettaro), i diametri minimi rilevabili divengono 9.8 per la sfera e 3.6 per il cilindro.

Ciò ovviamente è valido per una situazione geologica e morfologica molto semplice e per cavità vuote; se le cavità fossero piene (ad esempio nel caso di presenza di liquami), la densità differenziale del vuoto rispetto ai terreni circostanti sarebbe minore e di conseguenza i diametri minimi rilevabili sarebbero maggiori.

Quanto detto è valido per cavità singole. Nel caso di più gallerie, si deve considerare l'effetto somma dei diversi vuoti. Ad esempio per reti di gallerie in pozzolana come quelle indicate in fig.1 situate ad una profondità di 10m, si avrebbe in superficie un'anomalia quasi costante del valore di circa 100 m gal e quindi teoricamente ben rilevabile come complesso; i singoli vuoti non sarebbero però distinguibili. L'intero complesso potrebbe anche essere non facilmente ed univocamente riconoscibile se al bordo le gallerie dovessero lentamente diradarsi fino ad annullarsi, dando luogo ad anomalie lentamente variabili quali quelle dovute a corpi singoli più profondi o a variazioni di densità nei terreni sottostanti.

Le considerazioni sopra fatte sono teoriche e sono state controllate su poche sperimentazioni. In un lavoro riportato sulla rivista di Geophysical Prospecting hanno indicato che in realtà le anomalie sperimentali possono essere maggiori di quelle calcolate teoricamente a causa di abbassamenti di densità nei terreni sovrastanti i vuoti per decompressione ed allentamento dei terreni stessi (e, si potrebbe aggiungere, anche per minore contenuto d'acqua). Tale fenomeno non risulta però evidente nei pochi rilievi microgravimetrici eseguiti in Italia per vuoti.

Nel complesso il metodo gravimetrico appare un metodo utilizzabile nel caso di grosse cavità quali quelle che si possono trovare in un tufo litoide (ad esempio le cavità caratteristiche di Napoli) non dà invece risultati per piccole cavità situate in profondità.

Occorre sempre ricordare che il metodo gravimetrico è un metodo essenzialmente "areale" che ha necessità di un confronto tra zone "normali" e zone "anomale" e che pertanto piccoli gruppi di misure non hanno generalmente utilità pratica

Metodi geoelettrici in corrente continua

Questi metodi sono basati sulla determinazione della resistività apparente delle rocce effettuata mediante un sistema elettrodico comprendente elettrodi di invio di corrente nel terreno ed elettrodi per la misura del potenziale così generato. Se il terreno investigato è elettricamente omogeneo ed isotropo, la resistività misurata sarà uguale alla resistività del terreno; se invece esistono corpi con resistività diverse rispetto ai terreni circostanti, si misureranno come resistività apparenti valori pari a medie particolari delle resistività dei diversi corpi o formazioni presenti nel sottosuolo.

Se si trasla sulla superficie del suolo il dispositivo elettrodico eseguendo misure ad intervalli regolari, si ottiene un "profilo di resistività" che indica, con il suo andamento, la presenza di variazioni laterali nella resistività e quindi anche di eventuali cavità. La "dimensioni" del dispositivo di misura, cioè la distanza tra gli elettrodi, si riflette nella profondità di investigazione. Pertanto prima di ogni campagna occorre ottimizzare sia il tipo di dispositivo che le dimensioni del dispositivo stesso in base alla profondità cui si presume siano presenti i vuoti.

Esistono vari dispositivi con diversa sensibilità e diversa rapidità di esecuzione. In genere, in condizioni di normale eterogeneità del terreno, si riescono ad individuare vuoti a profondità pari a 1 - 2 volte il diametro del vuoto stesso. Pertanto il metodo è più sensibile del metodo gravimetrico per vuoti superficiali mentre lo è meno per vuoti più profondi.

Una implementazione del metodo è stata effettuata in questi ultimi anni con l'uso di elettrodi multipli ed apparecchiature asservite a computer che eseguono con rapidità serie di misure. Il metodo corrisponde ad effettuare una serie di profili di resistività con diverse distanze elettrodiche e quindi diversa profondità di investigazione sullo stesso profilo; si ottiene pertanto una pseudosezione di resistività che, interpretata, può fornire anche la posizione in profondità del vuoto purché di dimensioni non troppo piccole.

Indagini Georadar (GPR)

Il metodo georadar consiste nell'inviare un impulso elettromagnetico nel terreno e nel ricevere gli echi che eventuali discontinuità di impedenza elettromagnetica presenti nel sottosuolo rinviano verso la superficie. Una volta individuate tali riflessioni sulle registrazioni, dal tempo impiegato dall'onda a fare il cammino di andata e ritorno, nota la velocità di propagazione, si ricava la profondità della discontinuità.

Il metodo più utilizzato per la prospezione consiste nel traslare le antenne (ricevente e trasmittente) o l'unica antenna (che funziona sia come trasmittente che come ricevente) lungo un profilo a velocità costante e registrare quasi con continuità (ogni qualche centimetro) gli echi provenienti dal sottosuolo. Ovviamente maggiore è il salto di impedenza elettromagnetica, più netta e forte è la riflessione che ne deriva.

Per comprendere i limiti di applicazione del georadar, occorre considerare due aspetti del fenomeno di propagazione.

Il primo aspetto è la "risoluzione" intesa come dimensioni minime del corpo che può essere visto dallo strumento. Tali dimensioni dipendono dalla lunghezza d'onda predominante del segnale che è data dal rapporto tra velocità di propagazione e frequenza dell'onda. Ad esempio, considerando una velocità di propagazione media nei terreni di 0.1 m/ns (1 ns = 10⁻⁹s) ed una frequenza di 100MHz (1 MHz = 10⁶ Hz), si ha una lunghezza d'onda di 1 metro. Corpi molto più piccoli di 1 metro non possono generare riflessioni o diffrazioni e quindi non sono visti dall'apparecchiatura.

Il secondo aspetto è quello dell'assorbimento. Un'onda elettromagnetica, che si propaga in un terreno caratterizzato da una data conducibilità elettrica, viene gradatamente assorbita man mano che penetra nel terreno. Tale assorbimento è tanto maggiore quanto più alta è la frequenza dell'onda e quanto maggiore è la conducibilità del terreno. Un indice di tale fenomeno è dato dallo "skin depth" (profondità dell'effetto pelle) cioè la profondità alla quale l'ampiezza dell'onda si riduce a circa 1/3 del suo valore iniziale. Il diagramma di tale effetto è riportato in fig. 4.

L'utilizzazione del metodo deriva quindi da due fattori contrastanti: per migliorare la risoluzione, cioè per vedere piccoli oggetti o per discriminare oggetti vicini, occorre aumentare la frequenza, ma tale aumento provoca una diminuzione di penetrazione. Pertanto esistono limiti di applicazione imposti dalla conducibilità dei terreni: data una data conducibilità c'è un limite per la profondità alla quale può essere visto o discriminato un dato oggetto anomalo (un vuoto) di date dimensioni. Ad esempio un tubo di 0.5 m di diametro in terreni di media conducibilità (ad es. 5.10 S/m) può essere individuato fino a profondità dell'ordine di 2 m con un'antenna da 100-200 Mhz, mentre non è individuabile con un'antenna da 50 MHz perché troppo piccolo e da un'antenna da 500 MHz perché troppo profondo.

Ovviamente la penetrazione dipende anche dal "rumore" ambientale legato a disturbi elettromagnetici esterni e dalle inhomogeneità dei terreni. Nel caso di Roma tali rumori non sono piccoli ed in genere le conducibilità non sono basse soprattutto in terreni con una non trascurabile componente argillosa quali quelli fluvio-lacustri sia olocenici che pleistocenici. Anche i tufi, che al momento della deposizione erano molto resistivi, si presentano ora spesso in parte argillificati per alterazione e non costituiscono più quindi un mezzo ideale per la propagazione.

In generale quindi il metodo georadar risponde di regola molto bene per cavità superficiali anche piccole, mentre per cavità più profonde (5-10m) può essere utilizzabile in presenza di terreni di copertura resistivi. Spesso è solo una prova in sito o in condizioni elettromagnetiche analoghe che può indicare l'efficacia o meno del metodo stesso in una data situazione.

Metodi sismici

I metodi sismici si basano sullo studio della propagazione di onde elastiche nel terreno. Per la ricerca dei vuoti essi appaiono avere a priori buone possibilità di applicazione in quanto le cavità, siano esse vuote o piene di acqua, presentano caratteristiche elastiche nettamente diverse rispetto ai terreni circostanti.

Da un punto di vista teorico il metodo sismico a riflessione, del tutto analogo come principio al georadar, appare molto promettente, ma anche in questo caso la inomogeneità e le caratteristiche elastiche scadenti dei materiali di superficie provocano un forte assorbimento delle più alte frequenze dell'onda e quindi impediscono di "vedere" acusticamente le cavità tranne che siano di notevoli dimensioni.

Anche i metodi a trasmissione tra fori (metodi cross-hole), che potrebbero individuare bene cavità presenti tra i sondaggi, sono di difficile applicazione a Roma in quanto la quasi totalità delle cavità romane sono fuori falda e quindi non è facile effettuare energizzazioni di sufficiente energia ad alta frequenza in un foro per la registrazione nell'altro foro, a meno che i fori non siano molto vicini (qualche metro).

Quindi, a meno di casi particolari, l'utilizzazione dei metodi sismici nel caso di Roma e con l'attuale tecnologia non è per ora generalmente consigliabile.

PLANIMETRIA GENERALE

-  - Pilastrini
-  - Muri
-  - Cancels di frana o riempimento
-  - Edifici

scala 1: 1000

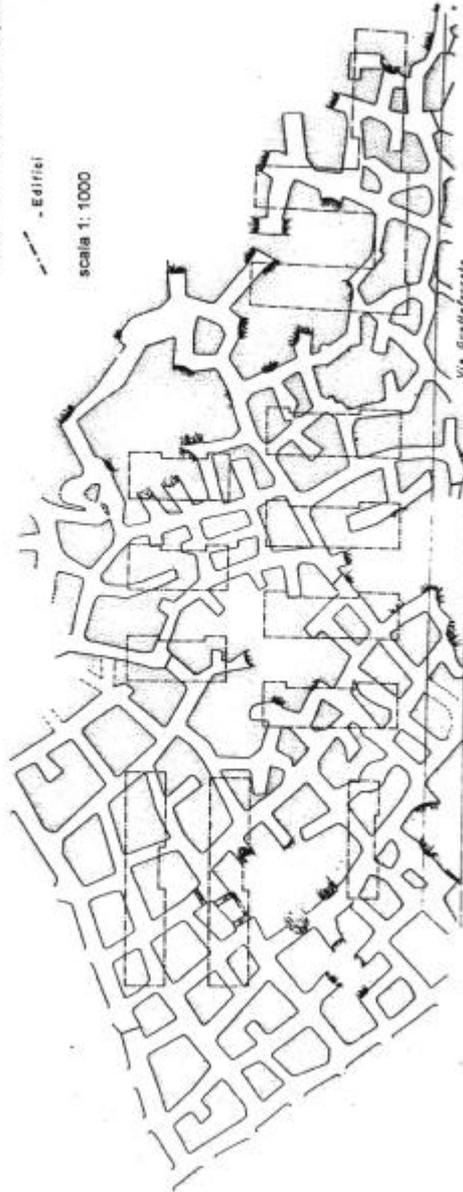


tavola 1

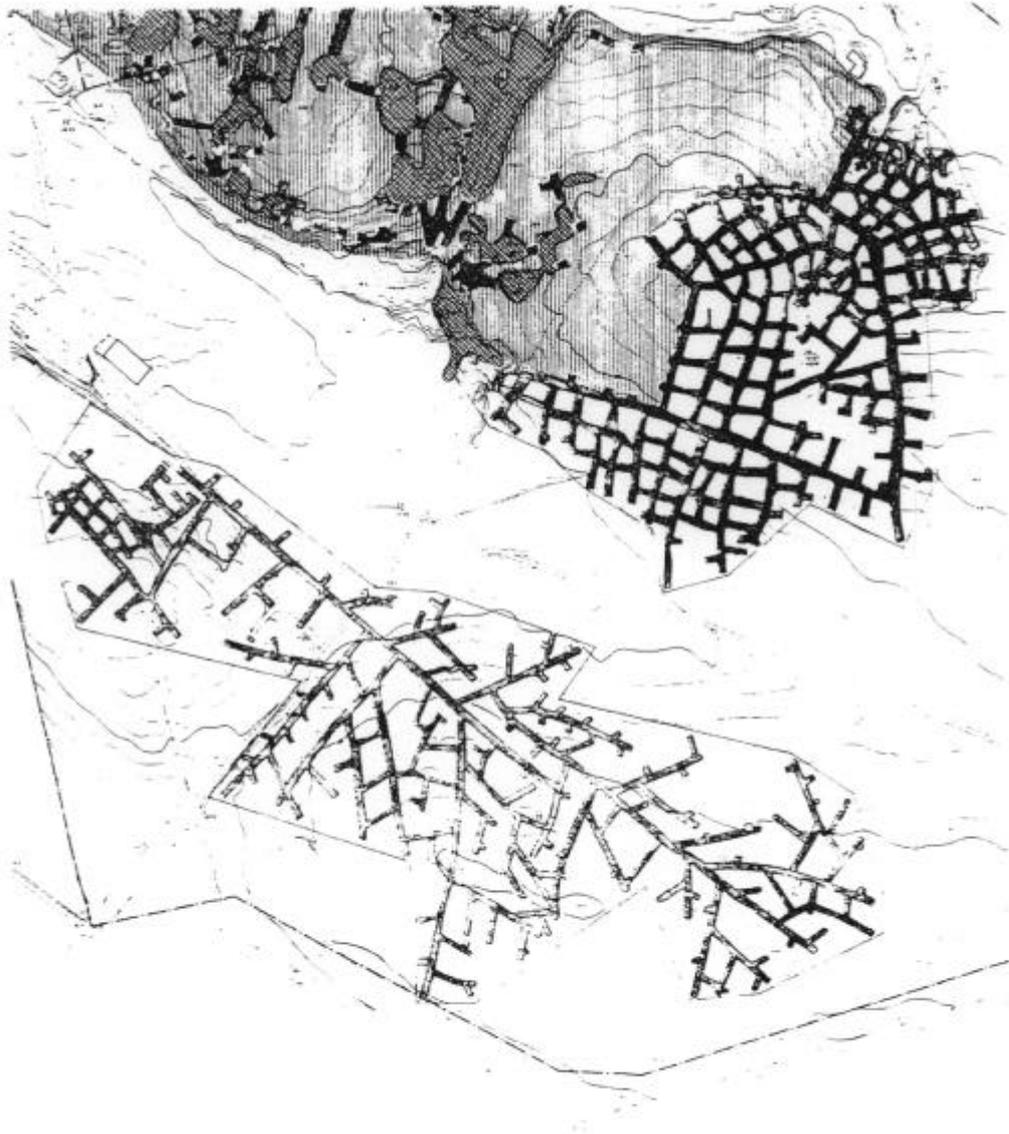


tavola 2 - gallerie in pozzolane nella zona delle tre fontane -

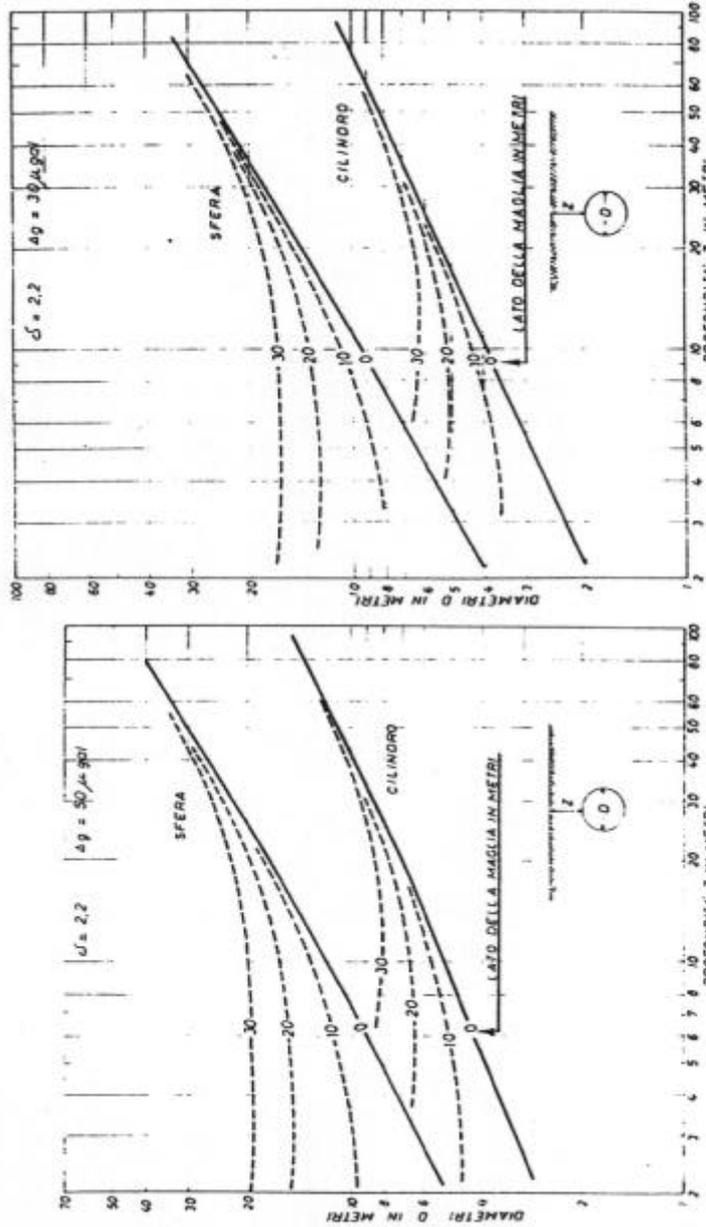


Fig. 1 - Diametri e profondità di una sfera o di un cilindro generanti una anomalia di 50 microgal nel caso di corpo sulla verticale della stazione (linea intera) o al centro della maglia (linea tratteggiata) per diverse grandezze dei lati della maglia in metri. Differenza di densità 2,2 t/m³

Fig. 2 - Diametri e profondità di una sfera o di un cilindro generanti una anomalia di 30 microgal nel caso di corpo sulla verticale della stazione (linea intera) o al centro della maglia (linea tratteggiata) per diverse grandezze dei lati della maglia in metri. Differenza di densità 2,2 t/m³

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

**STUDI E INDAGINI DI UN SISTEMA DI CAVITÀ SUL COLLE AVENTINO:
VALUTAZIONE DEL RISCHIO NELL'AREA URBANA DI VIA SAN GIOSAFAT E
PROPOSTE DI INTERVENTO PER IL RIPRISTINO DELLA VIABILITÀ**

W. M. Santoro, V. Federici
I.G.E.S. snc, Roma

1. PREMESSA

E' noto come in gran parte del settore del colle Aventino situato nella zona di S. Prisca, la presenza di vuoti sotterranei abbia spesso provocato, fin dai secoli scorsi, ripetuti sprofondamenti della superficie topografica, avvenuti sia durante l'attività edilizia legata all'urbanizzazione dell'area, sia in tempi più recenti, con particolare riferimento all'apertura di profonde voragini in via S. Giosafat nell'anno 1988. L'elevato rischio di ulteriori crolli e sprofondamenti della sede viaria provocarono la chiusura della strada al traffico veicolare, divieto che fu esteso anche all'adiacente via di Marcella e che permane tutt'oggi.

La dettagliata conoscenza dello sviluppo e delle condizioni geostrutturali del sistema ipogeo, ottenuta attraverso un'articolata serie di indagini e rilievi, condotti sia in superficie, sia in sottoterraneo, oltre che ad evidenziare il perdurare del rischio lungo via S. Giosafat, ha consentito anche una valutazione delle effettive condizioni di rischio, immediate e di medio-lungo termine, riguardanti il pericolo relativo al verificarsi di crolli in galleria in grado di coinvolgere in superficie edifici attualmente abitati e infrastrutture viarie soggette a regolare traffico veicolare. L'intero studio si è concretizzato nella definizione di una serie di metodologie di intervento principalmente finalizzate alla messa in sicurezza di queste ultime nonché alla riapertura di via S. Giosafat e via di Marcella.

2. CENNI STORICI SULL'ORIGINE E LO SVILUPPO DI CAVITÀ

Le prime notizie attendibili che testimoniano la presenza di gallerie nella zona di Santa Prisca, in un'area compresa tra l'attuale Chiesa di Santa Prisca e Piazza Albania, risalgono al 1500. Diversi storici ci hanno restituito, infatti, numerose informazioni da cui emerge come tra il 1500 ed il 1800, l'intera zona posta a valle della Chiesa di Santa Prisca e lungo la via omonima, era oggetto di estese attività estrattive per coltivazione di tufi litoidi e pozzolane. In particolare, un sistema di gallerie si sviluppava da Via di Santa Prisca, nei pressi dell'odierna Piazza Albania, verso monte, in direzione

dell'attuale area oggetto di indagine. Ulteriori notizie relative alla fine del 1800 ed ai primi anni del 1900 sono frammentarie e in ogni modo sembrano evidenziare un progressivo abbandono dell'attività estrattiva in tutta l'area oggetto di studio.

Tenuto conto della presenza di numerosi accumuli di detrito di origine antropica disseminati praticamente all'interno di tutto il sistema di gallerie esplorato, disposti in corrispondenza di camini verticali riconducibili ad antiche aperture, appare molto probabile che fenomeni di crollo localizzati si siano verificati piuttosto frequentemente in passato, soprattutto durante la realizzazione degli edifici posti in prossimità dell'area oggetto di indagine. Considerata inoltre la presenza di antichi pozzi di accesso, riconosciuti dall'interno delle gallerie, posti alcuni metri al di sotto del piano campagna attuale e in coincidenza di abbondanti conoidi di detrito di origine antropica, sembra evidente come, presumibilmente prima o contemporaneamente alla costruzione di gran parte dei suddetti edifici, tali gallerie venissero anche utilizzate come discariche di materiali di varia natura.

3.STUDI E INDAGINI ESEGUITE

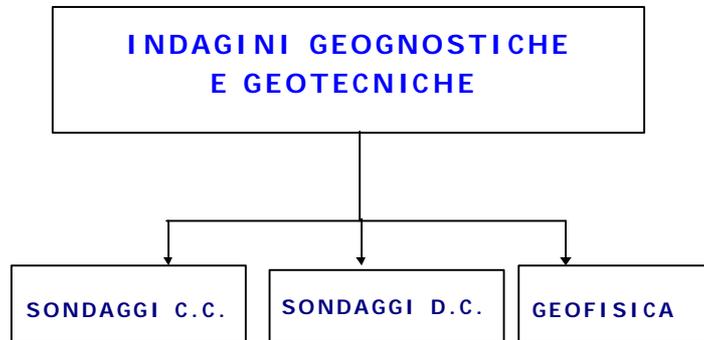
Tenuto conto di quanto noto da precedenti studi sulla geometria del reticolo ipogeo, è stata realizzata un'ulteriore attività di indagini, articolata in una prima fase, in cui sono stati effettuati una serie di sopralluoghi all'interno delle cavità sotterranee, ed in una seconda fase, nella quale si è proceduto alla realizzazione di una campagna di indagini geognostiche in sito e geotecniche di laboratorio integrate, in alcune porzioni dell'area in esame, da una serie di rilievi geofisici.

Nell'ambito della prima fase, tenuto conto dell'esigenza di definire sia le caratteristiche della cavità sia l'esatto rapporto tra l'andamento della rete di gallerie e le geometrie urbanistiche e strutturali, e considerata inoltre l'ampiezza del sistema ipogeo, si è realizzata una via di accesso alle cavità sotterranee mediante una perforazione di grande diametro in corrispondenza di Via San Giosafat ($\phi=1200$ mm) spinta fino ad incontrare il tetto delle cavità, rinvenuto a circa 15 metri dal livello stradale. All'interno del foro, opportunamente rivestito, la discesa del personale è stata eseguita tramite l'utilizzo di cestello per l'alloggio del personale calato tramite una gru montata su un autocarro (foto n. 1).

Le diverse fasi di attività eseguite sono rappresentate negli schemi di seguito riportati:



DETTAGLIO FASI DI STUDIO E INDAGINE



4. RISULTATI DEI RILIEVI E DELLE INDAGINI ALL'INTERNO DELLE CAVITA'

La cavità rilevata si apre ad una profondità di 14.50 m al di sotto del livello stradale di via S. Giosafat e si spinge fino ad una quota di circa -18 m da quest'ultimo; la rete ipogea ad essa collegata si distribuisce ramificandosi nel sottosuolo dell'area compresa tra via S. Giosafat, via Marcella, piazza Albina, il convento dei Padri Basiliani e quello dei Padri Cistercensi (vedi planimetria di fig. 1). Le principali direzioni di sviluppo planimetrico della rete di cavità sotterranee riconosciute risultano principalmente orientate verso Piazza Albina e Via Marcella, una prima serie di gallerie, e verso Via di Santa Prisca e via dei Deci, una seconda. Uno degli ambienti di maggiori dimensioni risulta distribuito nel sottosuolo posto in corrispondenza dell'incrocio tra Via S. Giosafat, via Marcella e P.zza Albina; esso si sviluppa a circa 14-16 metri dal livello stradale (quota

delle volte) ed ha uno sviluppo planimetrico complessivo di più di 300 m². L'ampia sala risulta caratterizzata inoltre dalla presenza di due pilastri di tufo litoide (fig. n. 2) su cui si osservano rilevanti lesioni e deformazioni. Le volte hanno un'altezza generalmente compresa tra poco più di 3 metri e 5-6 metri. Da tale ambiente di dipartono una serie molto articolata di cunicoli e gallerie, di altezze grosso modo analoghe, che si diramano secondo le diverse direzioni precedentemente riportate.

Lo sviluppo longitudinale della galleria principale, dal ramo occidentale, situato sotto P.zza Albina, a quello orientale, posto sotto via di S.Prisca, risulta dell'ordine dei 200 metri. Molte gallerie interessano gran parte della rete viaria e, soprattutto, sottopassano alcuni edifici situati a ridosso di via San Giosafat. Alcune risultano in molti casi interrotte sul fronte a causa di crolli o riempimenti. Lo sviluppo complessivo dell'insieme delle gallerie esplorate risulta pari a circa 600 metri.

Tenuto conto di quanto osservato in sotterraneo, risulta probabile che alcuni rami delle cavità in oggetto, attualmente ostruite da crolli, possano proseguire anche per diverse decine di metri, soprattutto sotto P.zza Albina, in direzione di via dei Deci - P.zza Albania e sotto P.zza S. Prisca.

L'esame complessivo delle gallerie evidenzia come gran parte di esse risulti scavata nella formazione piroclastica detta del "Tufo litoide lionato", attualmente quasi o totalmente asportato sulle volte di buona parte delle gallerie, su cui affiora, in numerosi tratti, una sovrastante facies scoriacea, di peggiori caratteristiche geomeccaniche (fig. n. 2). Tale risultato risulta di particolare importanza ai fini della stabilità delle gallerie, tenuto conto che il tufo litoide, benchè fratturato, rappresenta pur sempre un materiale caratterizzato da buone proprietà geomeccaniche e autoportante.

In alcuni ambienti, il ripetuto crollo delle volte ha causato il progressivo innalzamento delle stesse di diversi metri, con conseguente assottigliamento del diaframma di separazione tra il tetto delle gallerie e la superficie topografica. I progressivi e ripetuti crolli delle volte delle gallerie nel tempo, che hanno coinvolto i sovrastanti terreni in posto fino a causare l'apertura di voragini sulla superficie topografica, appaiono testimoniati dalla presenza dei numerosi camini ascensionali rinvenuti soprattutto in corrispondenza dei fianchi delle gallerie, completamente riempiti da materiali detritici di origine antropica, costituiti da ogni genere di manufatto inglobato in abbondantissimo detrito caotico ed eterogeneo (foto n. 3). Un caso particolarmente significativo, per i suoi risvolti sulla stabilità della sede stradale, è localizzato proprio lungo Via San Giosafat, dove le volte di una galleria risultano costituite in gran parte da terreno di riporto.

5. CARATTERISTICHE DI STABILITA' E POTENZIALITA' DI DISSESTO

Incrociando le diverse carte tematiche relative a ciascuno dei parametri citati, ed attribuendo diversi pesi ai parametri condizionanti lo scenario di rischio, si è pervenuti alla costituzione di una sorta di mappa in grado di descrivere, ancorché in forma qualitativa, **la potenzialità di dissesto delle cavità**, intendendo per dissesto un danno che si può manifestare all'interno delle cavità con pregiudizio sulla stabilità dei manufatti ricadenti sul piano di campagna. L'insorgere del dissesto non necessariamente può produrre, nell'immediato, risentimenti sulla superficie topografica; tuttavia esso creerebbe certamente situazioni di rischio concreto sulla possibilità che tali eventi si possano manifestare nel futuro. Fanno eccezione quelle situazioni caratterizzate da valori assai modesti della copertura associati a un notevole degrado delle volte e a scadenti proprietà meccaniche dei materiali; in alcune di tali situazioni il dissesto è stato giudicato latente, talchè segni inequivocabili sono presenti in superficie

Per quanto riguarda lo spessore dei terreni di copertura delle cavità sotterranee, si evidenzia che le volte di buona parte del sistema di gallerie sviluppato al di sotto dell'edificio dei Padri Cistercensi, al di sotto del crocevia tra Via Marcella e Via San Giosafat ed in corrispondenza della parte di quest'ultima prossima all'incrocio suddetto, risultano distribuite a profondità pari a superiori ai 12 metri rispetto al livello stradale. In corrispondenza di Piazza Albina, un ramo laterale della galleria principale risale leggermente distribuendosi a profondità comprese tra 8 e 12 metri. In corrispondenza della parte centrale di Via San Giosafat, situata all'altezza dell'entrata agli edifici dei Padri Cistercensi e Basiliani, si assiste ad una significativa risalita del tetto delle cavità che, in corrispondenza di due ambienti situati esattamente sotto la sede stradale, risultano situate a circa 5.50-6 metri dalla quota di quest'ultima. Spostandosi da questa in direzione di Via di Santa Prisca, il tetto delle cavità si distribuisce a circa 10-11 metri dalla superficie topografica, ad eccezione del tratto sottostante la via suddetta, dove tra la volta delle cavità e la pavimentazione stradale vi sono soltanto 6-7 metri.

In corrispondenza dei numerosi camini ascensionali rinvenuti in corrispondenza dei fianchi delle gallerie, le volte si innalzano progressivamente e risultano pressochè completamente ostruite da materiali di riempimento. I tali casi si assiste evidentemente ad una risalita, talvolta anche significativa, del tetto delle gallerie, che in taluni casi può risultare anche di diversi metri.

**PRINCIPALI CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E GEOLOGICO-TECNICHE
 DELLE CAVITA'**

<i>Superficie totale</i>	<i>Volume Totale</i>	<i>Altezza media</i>	<i>Sviluppo longitudinale</i>	<i>Copertura</i>
3400 mq	10.000 mc	3 m	580 m	6-16 m

**DISTRIBUZIONE DEGLI SPESSORI DI
 COPERTURA DELLE CAVITA'**

<i>Copertura < 8 metri</i>	<i>Copertura tra 8 e 12 metri</i>	<i>Copertura > 12 metri</i>
20 %	30%	50%

**DISTRIBUZIONE DEI TERRENI AL TETTO
 DELLE CAVITA'**

<i>Riporti</i>	<i>Argille e sabbie</i>	<i>Piroclastiti addensate</i>	<i>Tufo litoide</i>
5%	10%	30%	55%

DISTRIBUZIONE DEL GRADO DI PREDISPOSIZIONE AL DISSESTO POTENZIALE

<i>Predisposizione ridotta</i>	<i>Predisposizione media</i>	<i>Predisposizione elevata</i>	<i>Aree con dissesto latente o in atto</i>
15%	40%	40%	5%

Sulla base di tali premesse la **Carta della zonazione del dissesto potenziale** (fig. n. 3), individua come aree di maggior rischio essenzialmente quelle situate lungo via S. Giosafat, a circa un terzo della sua lunghezza a partire da Piazza di Santa Prisca, in corrispondenza dell'accesso alla proprietà dei Padri Cistercensi. In tale situazione la profondità delle volte è di soli 5-6 metri rispetto alla sede stradale, ed i relativi materiali di copertura risultano per lo più costituiti da riporti. In occasione di precipitazioni piovose anche di non notevole entità, le volte risultano interessate da stillicidi frequenti e persistenti. Manifestazioni evidenti di rilascio sono presenti sulla sede stradale di via San Giosafat, laddove avvallamenti ad andamento circolare o ellittico, deformazioni e lesioni della pavimentazione, peraltro in continua evoluzione (alcuni millimetri l'anno), confermano i rischi concreti di cedimenti delle sottostanti cavità (foto n. 4).

Ulteriori zone a maggior livello di dissesto potenziale, al di là di quelle descritte, sono caratterizzate da volte con settori di calotta con predisposizione al dissesto elevata, per le proprietà geomeccaniche e litotecniche dei materiali e/o per il ridotto spessore di copertura. Oltre alle zone a ridosso dei due pilastri in tufo litoide P1 e P2, che presentano, soprattutto per quanto concerne il pilastro P1, uno stato di fratturazione assai marcato e diffuso, originato dal sovrapporsi del preesistente stato di fratturazione, congenito alla formazione del tufo, a quello indotto dagli elevati stati tensionali legati ai carichi agenti sui pilastri stessi, predisposizione al dissesto elevata mostrano anche le cavità sottostanti Piazza Albina, buona parte di quelle dirette verso via di S. Prisca, alcuni ipogei sottostanti l'edificio dei Padri Basiliani (foto n. 5), i vuoti distribuiti a soli 5-7 metri dal

livello stradale di via di Santa Prisca, nonché tutte le aree corrispondenti ai camini ascensionali suscettibili di franamenti o rilasci.

6. INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

Gli interventi proposti sono stati essenzialmente rivolti all'adozione di soluzioni progettuali in grado di consentire la riapertura di Via San Giosafat, attualmente interrotta al transito veicolare da circa un decennio, nonché alla messa in piena sicurezza del sistema viario rappresentato da via Marcella, Piazza Albina, via Icilio e via di S. Prisca nei confronti del rischio di crolli o cedimenti della sede stradale. Gli interventi adottati per le finalità preposte consistono, da un lato, nella ricostituzione del piano viabile stradale e, dall'altro, nel recupero di adeguati margini di sicurezza del sistema di cavità.

La ricostituzione del piano viabile può ottenersi attraverso la costruzione di un impalcato in calcestruzzo armato poggiante su una palificata che by-passa il sistema di vuoti ammorstandosi nel terreno in posto non interessato da cavità. Il consolidamento generalizzato del sistema di gallerie, basato prevalentemente su interventi di chiodatura da realizzarsi direttamente operando in sotterraneo, può indirizzarsi ai quei settori maggiormente ammalorati e soggetti a dissesto ubicati al di sotto del sistema viario precedentemente descritto, nonché nei settori a predisposizione al dissesto elevata sottostanti gli edifici. Tali tipologie di intervento devono adottarsi in relazione principalmente alla impossibilità di prevedere, visti i notevoli volumi in gioco, un totale riempimento del sistema ipogeo. Tale soluzione non potrebbe inoltre del tutto scongiurare il verificarsi di ulteriori crolli legati alla eventuale presenza di cavità immediatamente contigue a quelle finora note. A tale proposito, è importante inoltre sottolineare come il consolidamento del sistema ipogeo rappresenta un intervento non in grado di garantire, in assenza di ulteriori interventi, una piena messa in sicurezza del sovrastante sistema viario. Esso rappresenta invece un'importante soluzione progettuale capace di impedire ulteriori innalzamenti, per crolli successivi, delle volte delle gallerie, in grado sia di indurre un evidente effetto negativo sulla snellezza dei pali di fondazione, sia di provocare, per crolli successivi, un ulteriore estendimento delle zone in dissesto all'interno dei sistemi ipogei limitrofi a quello sottostante il sistema viario, non interessati da interventi di consolidamento nella attuale fase progettuale.

In corrispondenza delle cavità di minore cubatura, possono infine prevedersi, previo l'isolamento degli ambienti da riempire dagli adiacenti vuoti, interventi di riempimento e successivo intasamento delle gallerie, eseguiti da boccafori ubicati sul piano di campagna.

6.1 Interventi di consolidamento all'interno delle cavità

Gli interventi di consolidamento devono essere principalmente finalizzati al miglioramento delle condizioni di stabilità di volte e piedritti delle gallerie che, come è noto, risultano molto spesso, soprattutto al di sotto del sistema viario in oggetto, interessati da un diffuso grado di fessurazione e fratturazione, responsabile, in molti casi, dell'innescare di processi di crollo e dissesto delle volte, in grado di provocare il distacco di blocchi di tufo litoide talora di notevoli dimensioni.

La concezione generale degli interventi può sintetizzarsi in una diffusa chiodatura, finalizzata al collegamento alla roccia in posto di quei blocchi e lastre tufacee contraddistinte da maggiore rischio di rilascio e crollo, alla realizzazione di iniezioni di intasamento, riempimento e consolidamento delle fratture beanti e/o di maggiore continuità, alla stabilizzazione della calotta con la realizzazione di un rivestimento costituito da uno strato di spritz beton accoppiato ad una rete metallica, nonché alla ricucitura e cerchiatura dei piedritti mediante staffatura o bullonatura passante con barre di acciaio.

6.2 Impalcato stradale lungo via San Giosafat, via Marcella e via Icilio

La ricostituzione del piano viabile può ottenersi attraverso la realizzazione di un impalcato stradale (fig. n. 4-5), da realizzarsi con un soletta in pannelli alveolati prefabbricati in calcestruzzo armato precompresso (fig. 4a-4b), tessuta, sia per via S. Giosafat sia per via Marcella, secondo le direttrici stradali. Le travi portanti, in cemento armato ordinario, possono disporsi in direzione trasversale e poggiare su due file di pali trivellati (fig. 4c). Le sommità di tali pali risultano interconnesse anche da un cordolo continuo longitudinale, parallelo agli assi viari. Le travi portanti sono concepite secondo lo schema di semplice appoggio con sbalzi alle estremità. Le luci della campata centrale, coincidente con l'interasse delle due file di pali, e degli sbalzi, sono dell'ordine rispettivamente di 10 e 2.8 metri su via S. Giosafat, e di 5 e 1.4 metri su Via Marcella. In corrispondenza dello sbalzo sinistro su via S. Giosafat, si è previsto un cunicolo tecnologico in cui trasferire i numerosi sottoservizi passanti attualmente lungo via San Giosafat. Le strutture portanti verticali sono costituite da un reticolo di pali disposti, per ogni via, su due file ad interasse di 10 e 5 metri rispettivamente per via S. Giosafat e via Marcella, e complanari, ad eccezione della zona di incrocio, con le travi portanti. I pali hanno un diametro di 1 metro ed una lunghezza variabile da 20 a 40 metri, in relazione alla presenza o meno di cavità da attraversare.

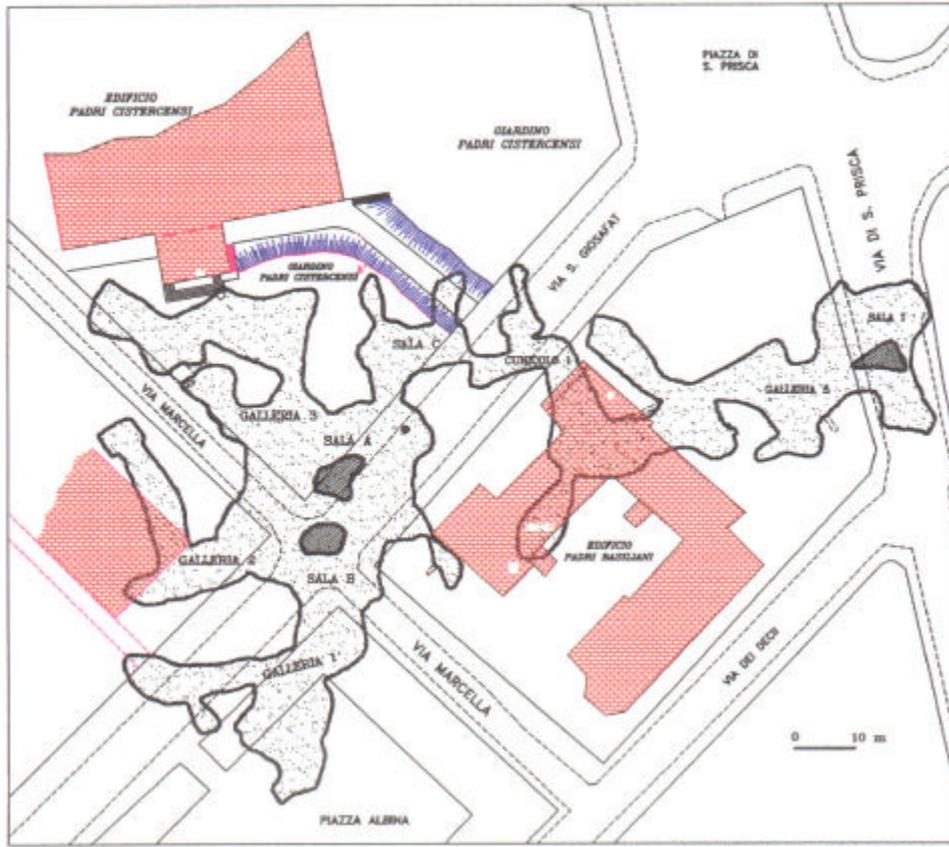


FIGURA N. 1: PLANIMETRIA DEL SISTEMA DI CAVITA'

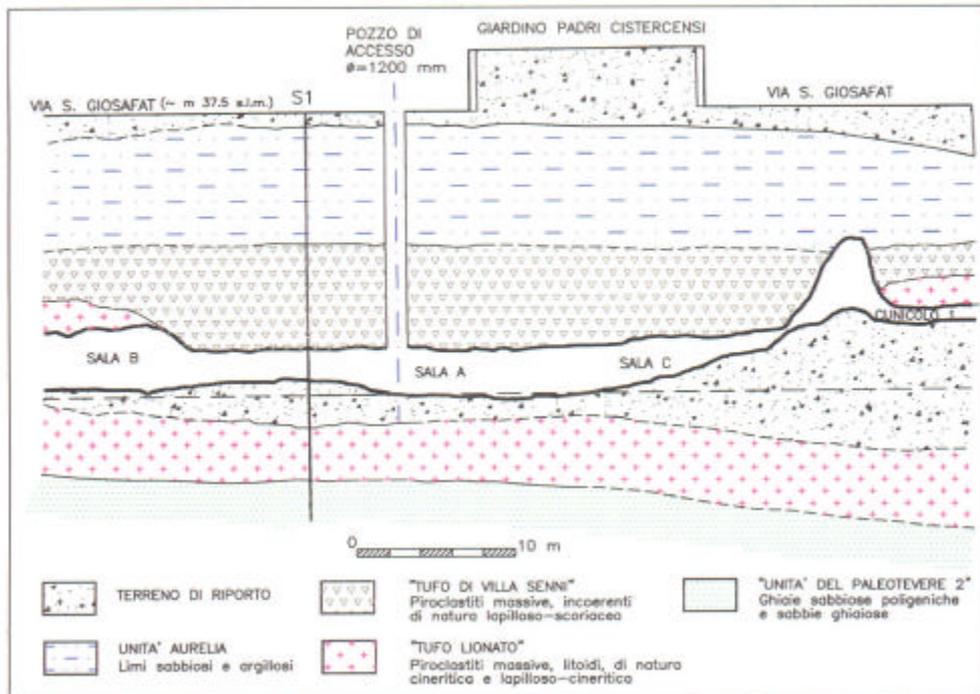


FIGURA N. 2: SEZIONE GEOLOGICA SOTTO VIA SAN GIOSAFAT

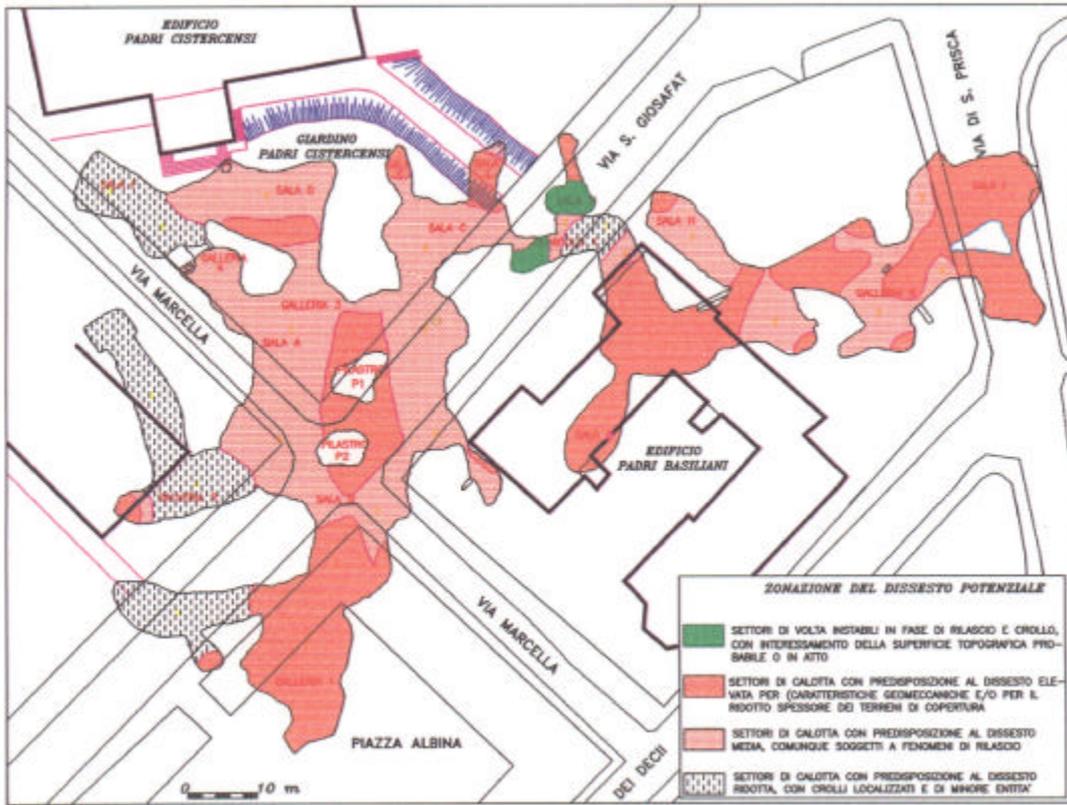


FIGURA N. 3: CARTA DELLA ZONAZIONE DEL DISSESTO POTENZIALE

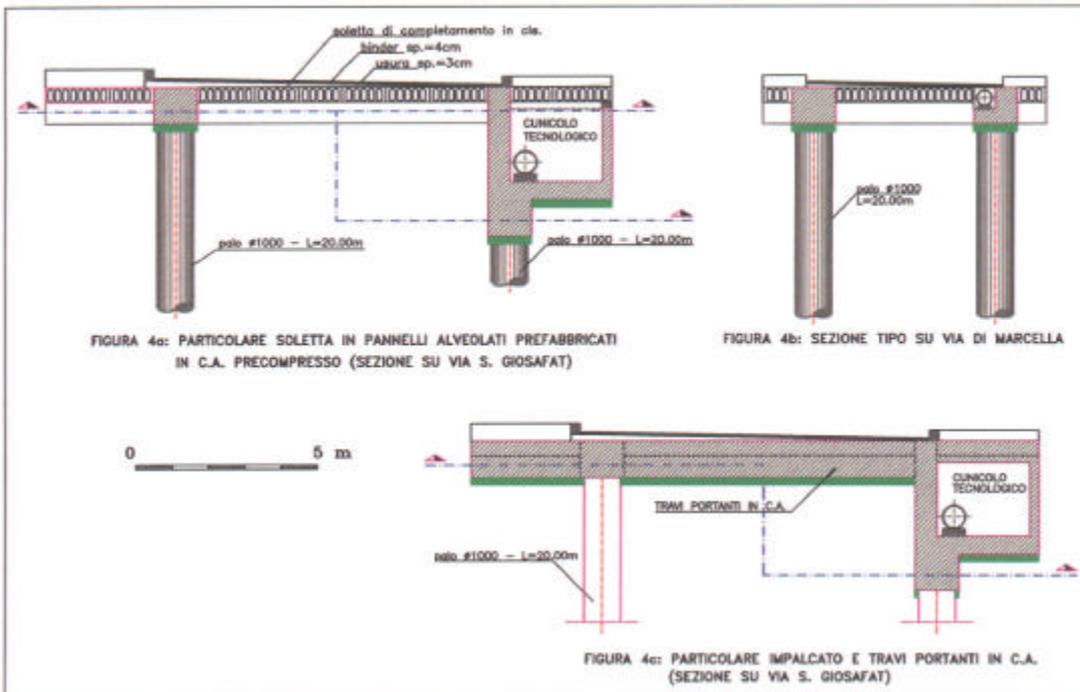




FIGURA N. 5: PIANTE FONDAZIONI IMPALCATO SU VIA SAN GIOSAFAT E VIA DI MARCELLA



Foto n. 1 – Arrivo del cestello nella ampia cavità situata a -15 m sotto via San Giosafat



Foto n. 2 – Vista del pilastro in tufo lionato nella sala A sotto via San Giosafat

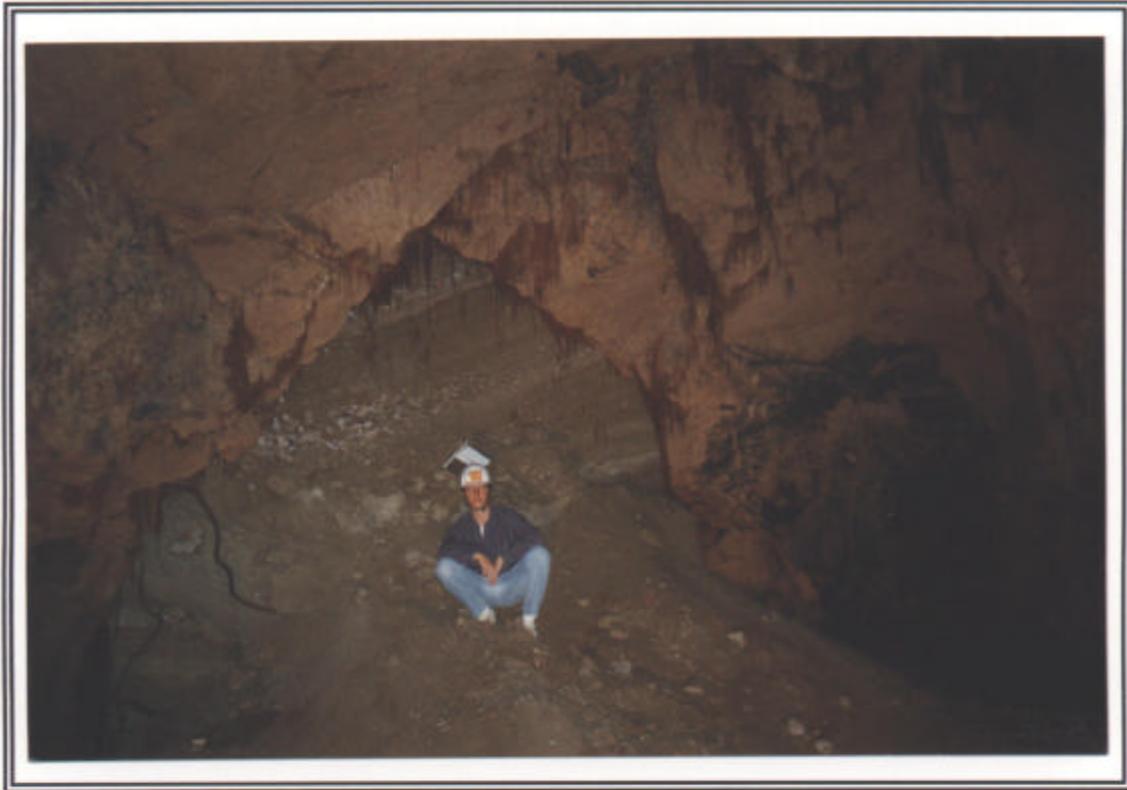


Foto n. 3 – Camino verticale completamente riempito di terreno di riporto sotto Piazza Albina



Foto n. 4 – Deformazione ed abbassamento della pavimentazione stradale su via San Giosafat



Foto n. 5 – Discontinuità estese interessano frequentemente le zone di calotta; nella foto, particolare della volta della galleria che sottopassa l'edificio religioso dei Padri Basiliani

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

INDIVIDUAZIONE DI AREE URBANE SOGGETTE A RISCHIO DI CROLLO PER LA PRESENZA DI CAVITÀ IPOGEE.

Risultati della prospezione microgravimetrica eseguita nell'area di Villa Gordiani (Roma).

Prof. M. Di Filippo, B. Toro

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi "La Sapienza", Roma

Introduzione

Tra le indagini geofisiche, per l'esplorazione del sottosuolo in aree urbane, la prospezione gravimetrica risulta essere la più vantaggiosa in quanto si misurano unicamente variazioni di un campo di forze naturali, non è necessaria alcuna energizzazione del terreno ed i valori misurati non risentono dei disturbi indotti dalla presenza di tubature metalliche interrato, di correnti vaganti nel sottosuolo, della vicinanza di linee ferroviarie, o di cabine di trasformazione elettrica.

Le anomalie rilevate sono determinate dalla non omogenea distribuzione delle masse all'interno della Terra ed il metodo microgravimetrico ben si presta per individuare anomalie di gravità generate da corpi sepolti di modeste dimensioni a piccola profondità, che abbiano un sufficiente contrasto di densità con le rocce incassanti.

La città di Roma, come molti altri centri urbani edificati in aree vulcaniche, è caratterizzata da numerosissime cavità ipogee di origine antropica e dalle diverse funzioni. La frequenza delle interferenze tra opere ed attività presenti in superficie e le cavità del sottosuolo è andata aumentando con il progressivo sviluppo dell'urbanizzazione della città di Roma.

Questo è un problema che tuttora coinvolge molte zone di Roma e, nel caso specifico, la zona del quartiere Prenestino adiacente a Villa Gordiani; è nell'ambito di questa problematica che è stata effettuata una prospezione microgravimetrica volta ad individuare le aree nel sottosuolo di questa zona sede di cavità.

La città di Roma sorge su litotipi aventi caratteristiche molto diverse. In generale è possibile individuare in riva destra del Tevere i prodotti vulcanici del Distretto Vulcanico Sabatino e le unità sedimentarie plio-pleistoceniche marine, mentre in riva sinistra sono preponderanti le unità vulcaniche dell'apparato Albano. Nelle aree del centro storico sono presenti le unità alluvionali e fluvio-palustri depositate dal Tevere e dai suoi paleoalvei (figura 1).

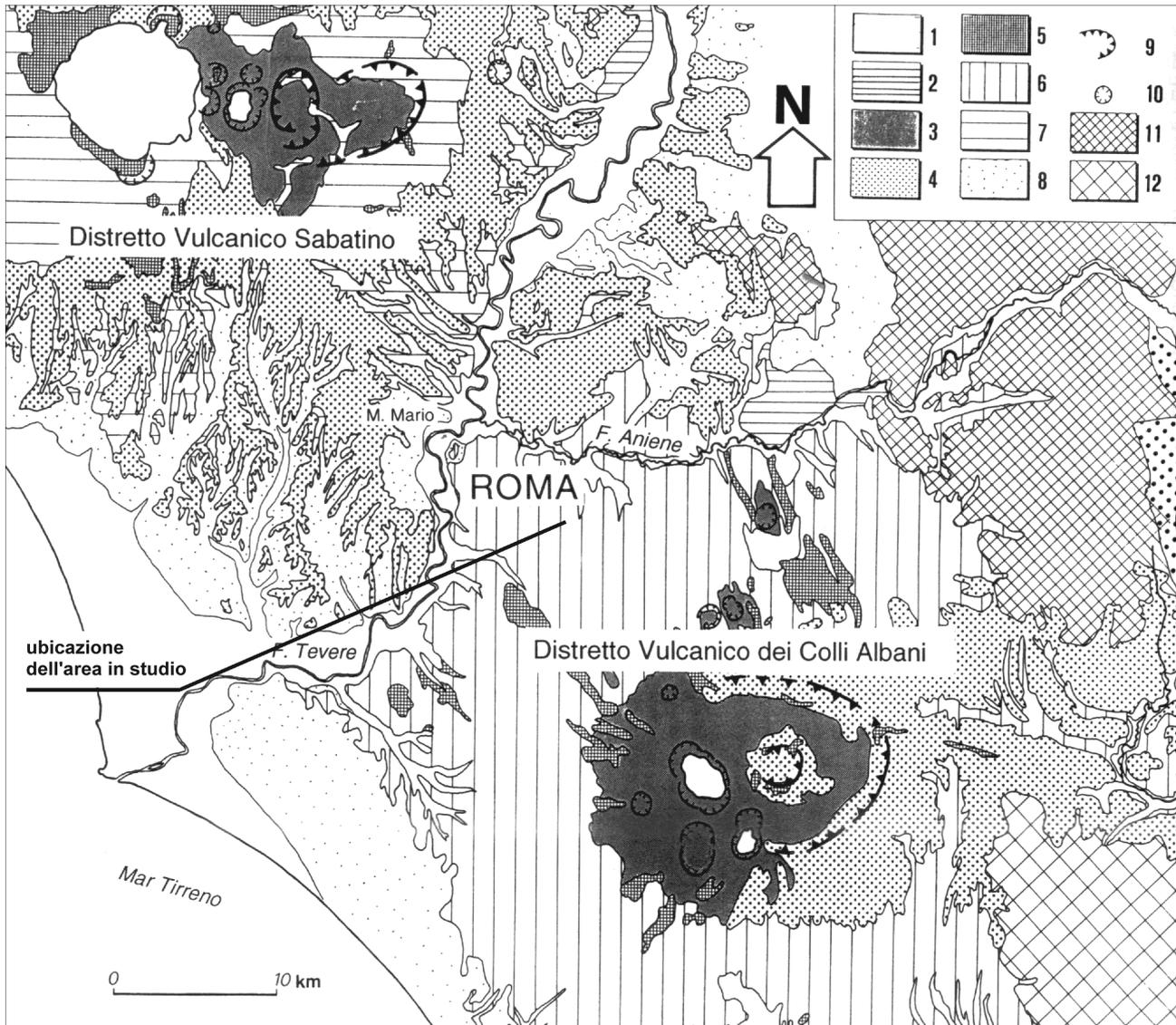


Figura 1: Geologia dell'area romana. Legenda: 1) depositi alluvionali recenti ed attuali; 2) travertini; 3) unità idromagmatiche; 4) depositi piroclastici di ricaduta; 5) colate di lava; 6) unità ignimbriche dei Colli Albani; 7) unità ignimbriche sabatine; 8) unità sedimentarie plio-pleistoceniche; 9) orlo di caldera; 10) orlo di cratere; 11) unità sedimentarie pelagiche meso-cenozoiche; 12) unità sedimentarie meso-cenozoiche di piattaforma carbonatica.

L'area in oggetto è situata nella città di Roma, quartiere Prenestino, ed è nota per la presenza di numerosi siti archeologici. Nell'immediato sottosuolo è accertata la presenza di un sistema di cavità determinate dall'attività estrattiva di materiali da costruzione in uso sin dall'epoca romana, realizzate con il metodo a camere e pilastri, delle quali però non è nota l'esatta ubicazione, la dispersione areale e lo stato di alterazione delle gallerie. La presenza di queste cavità rappresenta un rischio potenziale per le costruzioni che vi poggiano sopra o comunque sono nelle vicinanze.

Nell'area affiorano i prodotti vulcanici dell'apparato vulcanico Albano, ed anche le gallerie ed i cunicoli adibiti a cava si impostano su queste stesse tipologie litologiche. Le caratteristiche geomeccaniche dei materiali che sostengono le strutture cave, e ciò che vi è poggiato sopra, sono soggette a deterioramento progressivo per il distacco di cunei di roccia di pilastri di sostegno già indeboliti dal fenomeno della "quartatura", per la presenza di acque sfuggite ai sistemi di circolazione fognaria, per il sovraccarico dovuto agli stabili soprastanti e per le vibrazioni indotte dal traffico cittadino.

La prospezione microgravimetrica

Nell'area in esame, presso Villa Gordiani, in un cortile condominiale presso via Buie d'Istria, è stata eseguita una prospezione microgravimetrica di dettaglio allo scopo di evidenziare anomalie negative imputabili alla presenza di cavità ipogee.

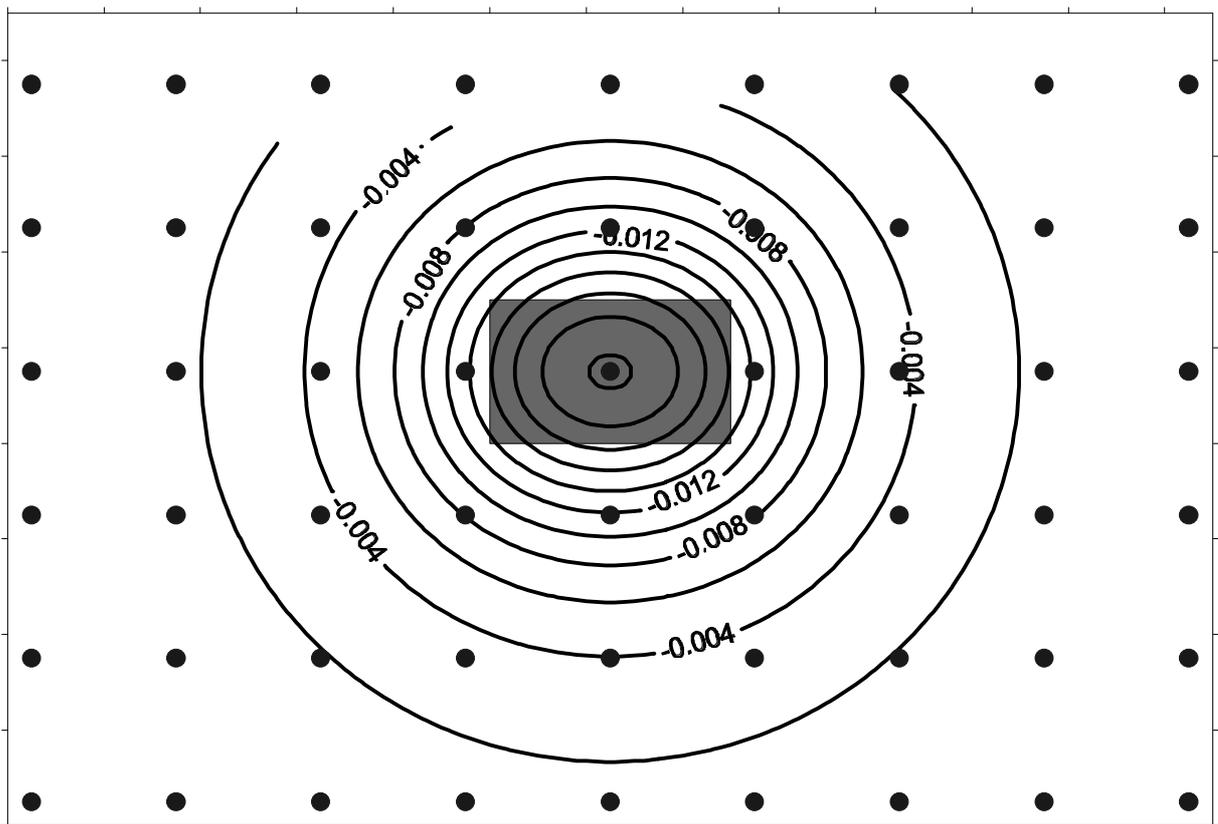


Figura 2: Anomalia gravimetrica prodotta da una cavità; l'intervallo delle isolinee è di 0.002 mGal. I punti rappresentano le stazioni gravimetriche disposte in una griglia con un passo di 3 m.

scala
0 2 4 6 8 10
metri

Per determinare la disposizione e la spaziatura delle stazioni gravimetriche è stata calcolata e rappresentata l'anomalia indotta da una ipotetica cavità presente nel sottosuolo di dimensioni 3 m • 5 m • 2.5 m di altezza, con la volta ad una profondità di 2.5 m dal piano campagna (figura 2); per poterne rilevarne con sicurezza gli effetti gravimetrici è stato necessario impostare una griglia di misure con passo di circa 3 m. Pertanto nel cortile condominiale di via Buie d'Istria, presso Villa Gordiani, sono state ubicate 79 stazioni gravimetriche. L'ubicazione delle stazioni non ha risentito di particolari problematiche legate alla morfologia del luogo, permettendo la disposizione delle stesse in maniera piuttosto omogenea, definendo una maglia di forma rettangolare.

Le misure di gravità sono state eseguite con un gravimetro LaCoste & Romberg D n°60 e per la localizzazione delle stazioni gravimetriche, coordinate e quota, è stato utilizzato un geodimetro AGA 220 montato su di un teodolite Theo 010 A.

Le anomalie di Bouguer, relative alle stazioni dell'area indagata, sono state calcolate apportando ai valori di gravità osservata le usuali correzioni; come valore di densità nelle correzioni di Bouguer e topografica è stato considerata un valore di 1.9 g/cm^3 : tale valore è stato scelto in base a dati sperimentali e bibliografici e considerando i tipi litologici presenti nell'area. E' stato tenuto conto dell'effetto gravimetrico indotto dagli edifici adiacenti al cortile.

Come andamento del Campo Regionale è stata utilizzata la mappa delle anomalie di Bouguer relative alla città di Roma (Di Filippo M. e Toro B., 1982, Di Fonzo F., Giannoni U. & Maruffi F., 1986). Il Campo Regionale, nel nostro caso, è stato utilizzato per togliere gli effetti gravimetrici dovuti all'assetto geologico-strutturale dell'area..

Sottraendo alle anomalie di Bouguer, che rappresentano la somma di tutti gli effetti, il Campo Regionale, sono state ottenute le Anomalie Residue che rappresentano quindi gli effetti imputabili a strutture superficiali (figura 3).

La mappa delle Anomalie Residue presenta valori che vanno da $-45 \mu\text{Gal}$ a $+35 \mu\text{Gal}$: sono evidenti i minimi, -0.024 mGal nel settore Nord e -0.044 mGal nel settore Sud, con una forma allungata di direzione WSW-ESE. Sono presenti inoltre altre zone di anomalia negativa chiusa di minore entità.

Modellizzazione gravimetrica tridimensionale

Allo scopo di ottenere informazioni circa le dimensioni ed il volume delle cavità ipogee evidenziate dai mini presenti nella mappa delle Anomalie Residue è stato costruito un modello gravimetrico tridimensionale.

Il calcolo del modello gravimetrico tridimensionale permette di ottenere l'anomalia gravimetrica, sintetica, prodotta da una serie di corpi tridimensionali limitati da una data geometria.

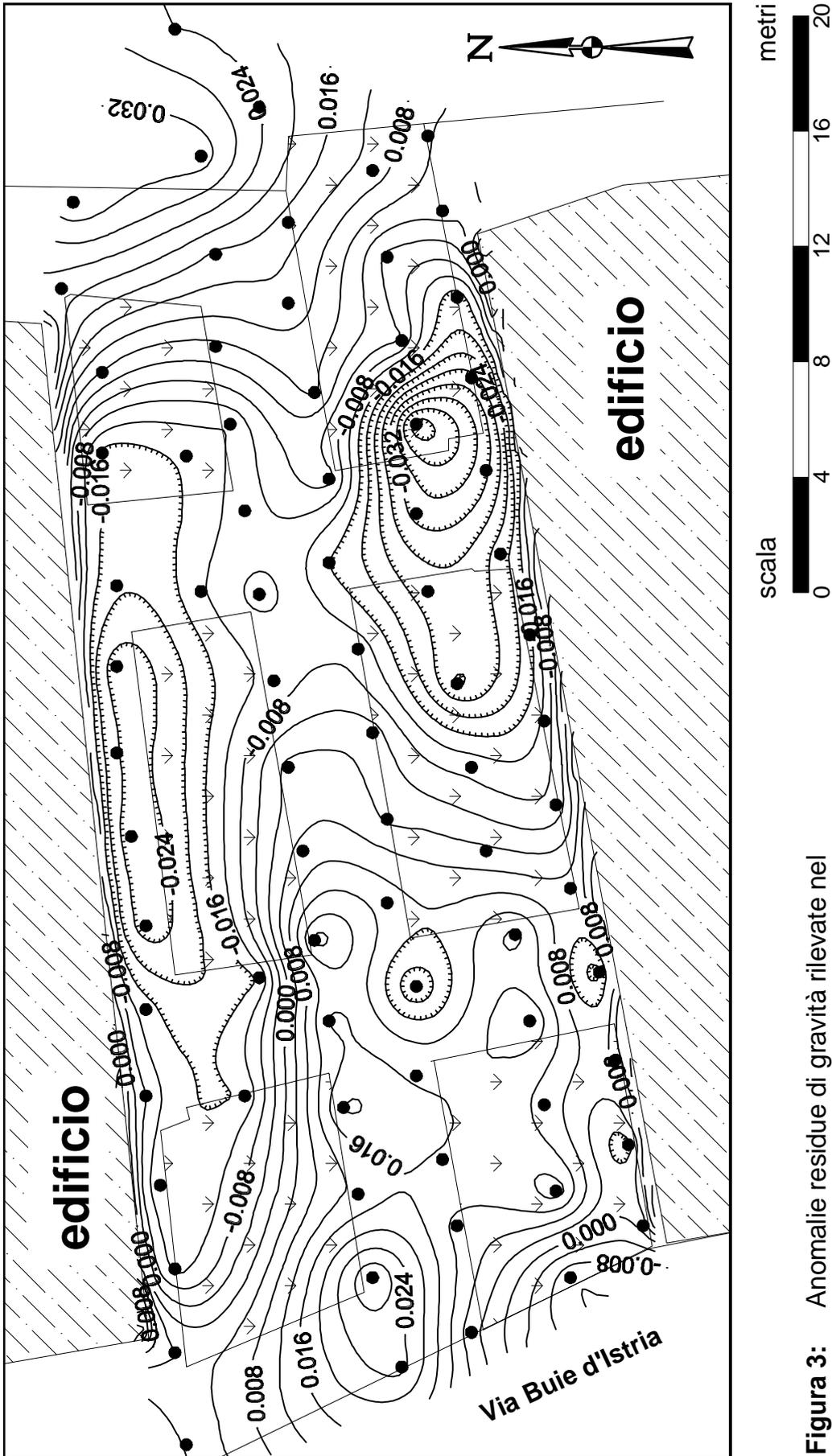


Figura 3: Anomalie residue di gravità rilevate nel cortile degli edifici di Via Buie d'Istria.

— isonominale: intervallo 0.004 mGal

● stazioni gravimetriche

Per la costruzione del modello tridimensionale, sono state dimensionate alcune cavità vuote, ipotizzate in base all'andamento delle Anomalie Residue, presenti in un sottosuolo caratterizzato da una densità di 1.9 g/cm^3 . Con il programma Mike3Dgrv vengono calcolate le anomalie sintetiche prodotte dal modello. Tali anomalie vengono comparate con le anomalie residue in un processo iterativo e modificando via via la geometria del modello. L'elaborazione termina quando la differenza tra anomalie sintetiche e anomalie residue risulta minima.

Come esempio viene riportato nella figura 4 la mappa delle anomalie sintetiche data dalla presenza nel sottosuolo di tre cavità alte 2.5 m e con la volta a 3 m dal piano campagna. L'andamento delle anomalie sintetiche è confrontabile con quelle delle anomalie residue rilevate sia per forma che per entità. Già a questo punto della modellizzazione si possono fornire suggerimenti sulla ubicazione di eventuali sondaggi in cui effettuare dei rilievi delle cavità tramite telecamere.

Un passo successivo è stata l'elaborazione degli effetti gravimetrici indotti dalle cavità reali presenti nel sottosuolo, la cui mappatura è stata fornita dai tecnici del Comune di Roma. Conosciute le reali dimensioni e geometrie delle cavità, è stata elaborata una mappa delle anomalie sintetiche. Il risultato viene mostrato in figura 5, dove vengono riportate le anomalie prodotte dalle cavità note: c'è da notare che l'andamento delle cavità rinvenute è molto più articolato di quello ipotizzato nei modelli e che l'anomalia sintetica differisce da quella rilevata per il fatto che vi sono altre cavità ancora da rinvenire mappare.

Se si considera ciò che suggeriscono la mappa delle Anomalie Residue (figura 4) e le geometrie delle cavità ipotizzate in figura 5, si può dedurre che è presente un'altra cavità nel settore a Nord dell'area in studio e che tale cavità è forse in comunicazione con quella già rilevata.

Conclusioni

I risultati del rilievo gravimetrico e la modellizzazione tridimensionale esposto indicano come il metodo ben si presta a risolvere in modo soddisfacente numerosi problemi, specie laddove altre metodologie geofisiche non trovano applicazioni per motivi ambientali e logistici. Il metodo permette di individuare le aree in cui è altamente probabile la presenza di cavità ipogee, il che riveste particolare importanza in ogni programma di utilizzazione del territorio, mostrando come sia possibile a priori una valutazione della geometria e della profondità di tali vuoti.

Nell'area di Villa Gordiani è stato possibile individuare cavità ipogee di cui si ignorava l'esistenza e di evidenziarne altre già note dall'esplorazione diretta, che hanno altresì verificato la validità del metodo gravimetrico applicato.

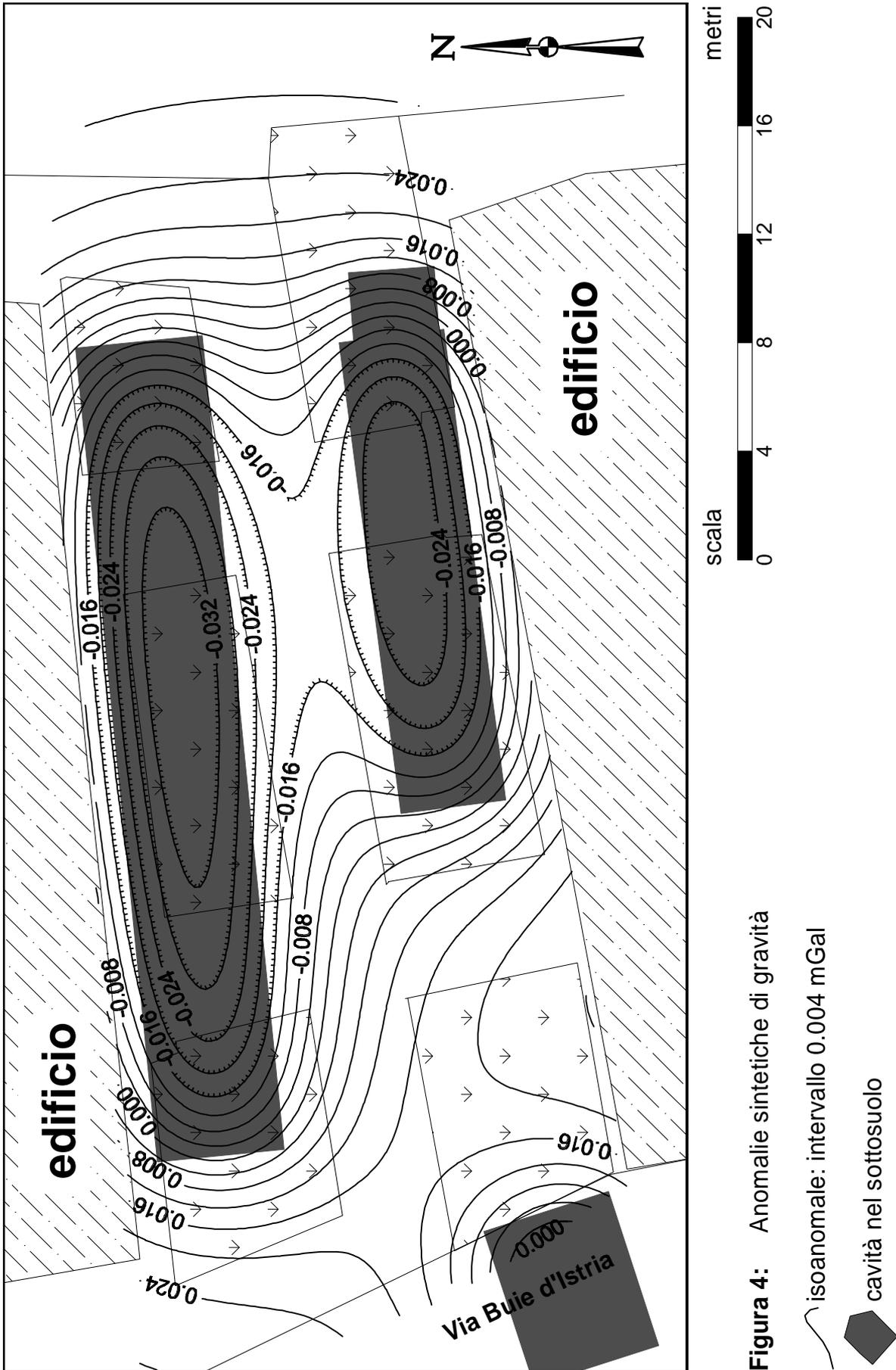


Figura 4: Anomalie sintetiche di gravità

— isoanomale: intervallo 0.004 mGal

■ cavità nel sottosuolo

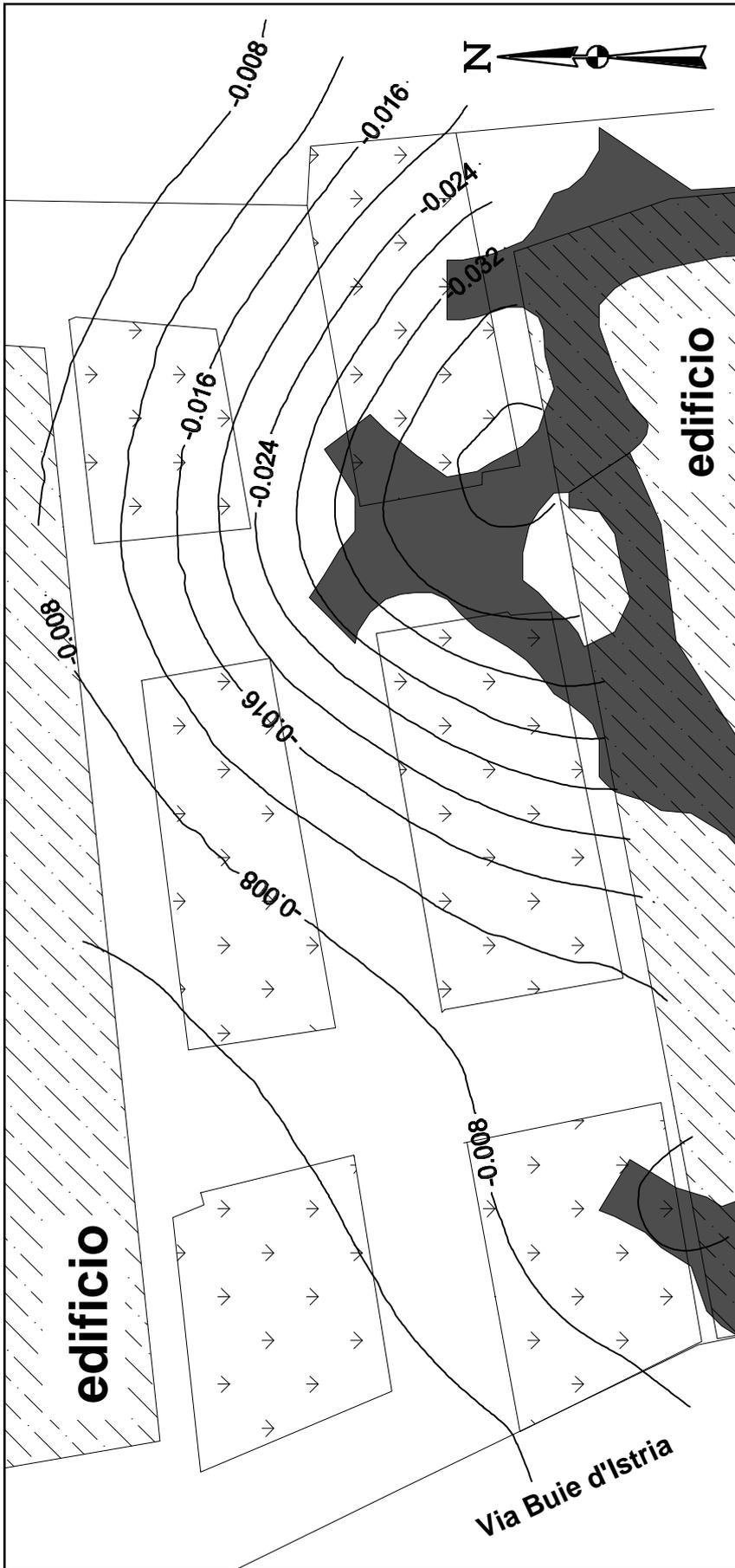


figura 5: Anomalie sintetiche di gravità

isoanomale: intervallo 0.004 mGal

cavità nota

Bibliografia

Bosco P., Cartocci M., Di Filippo M., Marcianò G., Toro B. (1990) - Metodi gravimetrici e geoelettrici per la ricerca di cavità nel sottosuolo: applicazione nel territorio di Verzino (Cz). Atti dell'8° convegno del GNGTS.

Carrozzo M.T., Colella P., Di Filippo M., Quarta T., Toro B. (1992) - Gravity prospecting in the archeological Park of Selinunte. Boll. Di Geof., Teor. Ed Appl., vol. XXXIV, n.134-135, pp.101-107.

Di Filippo M., Maniscalco A., Marson I., Palmieri F., Toro B. (1986) - Studio microgravimetrico per la ricerca di cavità nel centro storico di Zagarolo (Roma). Atti del 5° convegno del GNGTS, vol. 2° pp.999-1009.

Di Filippo M., Toro B. (1982) - Lazio: anomalie di Bouguer e Campo Regionali di I ordine. Rend. Soc. Geol. It., 5: 27-28.

Di Filippo M., Toro B. (1988) - Rilievi microgravimetrici per l'individuazione di cavità sepolte. Atti del seminario di Geofisica per l'archeologia. Villa Paolina, Porano (Tr),pp.213-223.

Di Fonzo F., Giannoni U. & Maruffi F. (1986) - Rilievo gravimetrico della città di Roma. Boll. Serv. Geol. d'It., 104: 225-258.

[**Ritorno Menù**](#)

[Ritorno Menù](#)

CONSOLIDAMENTO DELLE CAVITÀ NELL'AREA DELLA SCUOLA ELEMENTARE DI SANTA BEATRICE IN ROMA

Ing. Federico Pagliacci

Direttore Centro Ricerca e Sviluppo Gruppo TREVI

Ing. Maurizio Conti

Direttore Tecnico-Commerciale TREVI S.p.A.

1. Introduzione

Nel presente articolo si illustra l'intervento di consolidamento eseguito dalla TREVI S.p.A. finalizzato al riempimento delle cavità rinvenute al disotto dell'area della Scuola Elementare di Santa Beatrice, sita in Via dell'Oratorio Damasiano (XV Circostrizione - Magliana) a Roma.

Nel gennaio 95, a seguito di un sensibile cedimento di un'ala dell'edificio scolastico, si è riscontrata la presenza, sotto tutta l'area del complesso scolastico, di una fitta rete caveale legata alle attività estrattive di pozzolana sviluppatasi nel passato in tutta l'area.

Il cedimento era pertanto attribuito ad un principio di collasso di una cavità sotterranea.

La rete di gallerie è stata indagata inizialmente nei primi mesi del 95, attraverso una campagna geognostica accompagnata da una serie di ispezioni televisive in foro. Questa indagine è stata condotta nelle aree esterne agli edifici scolastici.

Nel marzo 97, a seguito della aggiudicazione degli interventi da parte della TREVI SpA si è ritenuto necessario eseguire una seconda indagine integrativa finalizzata prevalentemente a definire con certezza l'andamento di alcuni settori della rete caveale, soprattutto al disotto degli edifici scolastici, che nella precedente indagine non erano stati compiutamente accertati.¹⁵

Nel presente articolo si riporta, dopo un inquadramento geologico-geotecnico dell'area e della rete caveale, la descrizione dell'intervento eseguito per mettere in sicurezza il complesso scolastico attraverso il riempimento delle cavità con una miscela a base di leganti idraulici ed aggregati naturali.

¹⁵ Le indagini del 1995 e del 1997 sono state dirette dal Dr. Maurizio Lanzini (indagini geognostiche, televisive in foro ed analisi diagnostica sulle condizioni geostatiche delle reti caveali)

3. Inquadramento geo-morfologico dell'area

La scuola Elementare di Santa Beatrice (figura 1) è ubicata in destra idrografica del Tevere, ad una quota di circa 55 metri sul livello del mare.

La struttura collinare si raccorda con il sottostante fondovalle tiberino, posto a circa 10÷15 metri sul livello del mare, attraverso un rapido salto di pendio, con un dislivello di circa 40÷45 metri. Nell'area affiorano terreni vulcanici appartenenti alle fasi esplosive del Vulcano Sabatino, riferibili alla I Colata Piroclastica di Sacrofano, sovrainposti a depositi del Complesso di Argille, Sabbie e Ghiaie della unità di ponte Galeria in facies limo-argillosa e/o in facies ghiaio-sabbiosa; superiormente ai depositi piroclastici è presente localmente una debole copertura di limi ed argille lacustri debolmente marnosi, con orizzonti travertinosi appartenenti alla Unità Aurelia. Tutti i depositi sono di età Pleistocenica e sono sovrainposti alla formazione delle Argille Plioceniche marine, le quali non presentano affioramenti nell'area.

La presenza di depositi sabbio-ghiaiosi e di vulcaniti pozzolaniche, ha determinato in tutta la zona lo sviluppo, nel passato, di attività estrattive di tali depositi come materiali da costruzione, con tecniche di scavo in sotterraneo a camere e pilastri.

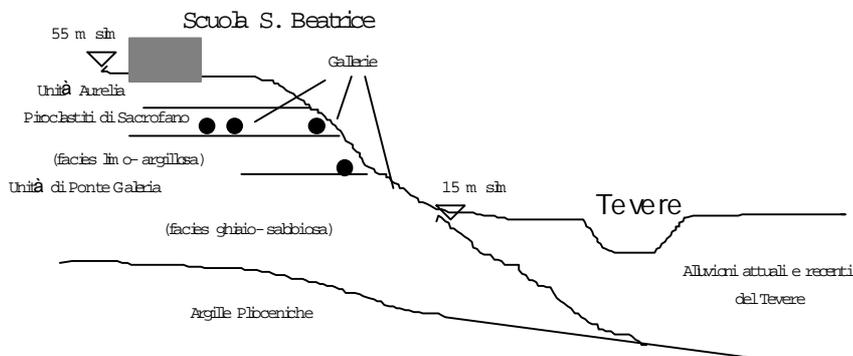


Fig. 1

Alcune considerazioni vanno fatte riguardo gli spessori dello strato pozzolanico coltivato. Tali spessori risultano infatti limitati e si può supporre una non elevata produttività delle coltivazioni. Questa zona di Roma non è infatti una delle più interessate da tale attività estrattiva. E' presumibile che la morfologia acclive dell'area abbia favorito comunque tale attività permettendo di realizzare le gallerie principali di approccio lungo i versanti, determinando immediati guadagni di copertura. E' certo che tale situazione deve aver imposto, agli antichi cavatori, alcune limitazioni durante le fasi di coltivazione, sia in corrispondenza di locali bassi spessori delle pozzolane (1÷2 metri) e sia per la presenza del tetto dei limi sabbiosi travertinosi che sicuramente non offrivano, se raggiunti

durante gli scavi, sufficiente resistenza per la tenuta della calotta. Questo non ha comunque limitato l'attività estrattiva, determinando lo scavo di calotta nei sovrastanti limi travertinosi. Era comunque prassi riconosciuta che, nonostante ad esempio esistessero norme del Papato che stabilivano dimensioni delle gallerie e soprattutto dei pilastri, l'attività di estrazione proseguisse con gallerie di ridotta dimensione in fase di avanzamento; in fase di esaurimento della cava si procedeva poi a ritroso, in mancanza di controlli, allargando le gallerie e riducendo la dimensione dei pilastri per estrarre quanto più materiale possibile.

3. Indagine Geognostica

L'indagine geognostica di approfondimento, costituita da sondaggi a rotazione ed a carotaggio continuo, spinti sino a profondità di 15÷20 metri ; da perforazioni a distruzione di nucleo per evidenziare altre eventuali cavità in aree non indagate dalla precedente campagna e da indagini televisive in foro condotte in quei fori che avevano evidenziato la presenza di cavità, ha consentito di meglio individuare le caratteristiche geomeccaniche e geometriche del problema.

La successione litostratigrafica presente nell'area della scuola è la seguente:

- Riporti e terreni vegetali dello spessore di circa 1÷2 metri, da mettere in relazione ai lavori di costruzione della scuola.
- Argille limose avana, debolmente marnose, per uno spessore di circa 4÷5 metri
- Tufiti marroni, a grana fine, più o meno argillificati, riferibili alla I Colata piroclastica di Sacrofano. Lo spessore varia da 3 a 4 metri.
- Limi sabbiosi travertinosi biancastri diffusi con continuità in tutta l'area di studio e con spessori variabili da 1 a 3,5 metri. Tale litotipo, sovrainposto con continuità alle pozzolane, ha una notevole importanza riguardo alla stabilità delle cavità presenti nelle pozzolane stesse in quanto quando le calotte intercettano il letto dei terreni travertinosi, tendenzialmente più deboli geotecnicamente, si realizzano condizioni di instabilità delle cavità stesse.
- Pozzolane rosse, nelle quali sono sempre incluse le cavità in esame. Lo spessore del banco varia da 2,5 a 3,5 metri con passaggi locali di spessore più limitato (1÷2 metri). Le variazioni di spessore dello strato pozzolanico sono determinate soprattutto da variazioni di giacitura del tetto, mentre il letto appare pressoché suborizzontale a circa 12 metri di profondità dal piano campagna.
- Argille limo-sabbiose avana, con locali orizzonti sabbiosi, appartiene ad una facies lacustre della Formazione del Siciliano (Unità di Ponte Galeria). Questa formazione è caratterizzata da terreni estremamente eterogenei dalle argille, alle sabbie, alle ghiaie.

La stratigrafia di riferimento ed i parametri geotecnici caratteristici dei livelli individuati é riportata nella Tabella 1.

TABELLA 1

Quota	Litotipo	Densità (KN/m ³)	Angolo di Attrito interno (°)	Coesione drenata (kPa)
Da p.c. a -4÷-5m	Argille limose avana	20	28	20
Da -4÷-5m fino a -8m	Tufiti marroni	18	33	20
Da -8 m fino a -9÷-10m	Limi sabbiosi travertinosi	17	30	10
Da -9÷-10m fino a -12	Pozzolane rosse	15	36	30
Da -12m fino alla max profondità indagata	Argille limo-sabbiose	19	25	20

Il livello di falda è oscillante fra 12,50 e 13,50 metri dal piano campagna e pertanto a quota di poco inferiore a quelle del pavimento delle gallerie; le indagini televisive hanno evidenziato peraltro che in condizioni di notevoli apporti meteorici la falda risale fino al letto delle gallerie.

4. La rete caveale

Per l'individuazione del reale andamento della rete di gallerie e della geometria delle cavità si sono utilizzate le ispezioni televisive in foro, condotte attraverso le perforazioni eseguite a distruzione che avevano evidenziato la presenza di vuoti.

Si è operato con telecamera ad ottica di 6 mm , angolo di 60° e 560 linee di definizione, montata su una struttura tubolare in grado di scendere lungo fori di diametro 130 mm. Per l'illuminazione si è utilizzata una lampada alogena da 250 Watt.

L'immediata visione in sito su monitor delle immagini televisive e la possibilità di registrare su videocassetta, ha permesso una più veloce e precisa costruzione della geometria ipogea e soprattutto la possibilità di una più meditata visione diagnostica sullo stato di stabilità delle gallerie (presenza di sgrottamenti, franamenti, erosioni, detriti caduti sul fondo). La determinazione dei dati geometrici è stata condotta calando, nei fori vicini a quello indagato, delle canne in pvc, graduate con scala di un metro.

Le indagini geognostiche e televisive hanno evidenziato una complessa rete di gallerie, caratterizzate da una variabilità delle condizioni statiche ed evolutive da luogo a luogo.

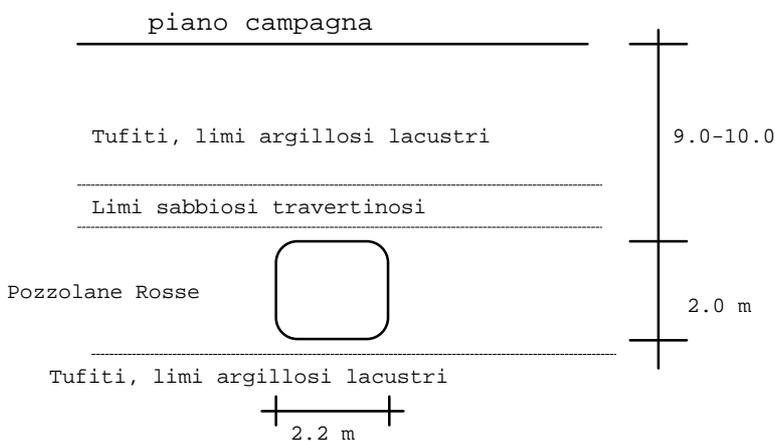
Sulla base di vari indicatori (profondità della calotta, larghezza delle gallerie e degli incroci, rapporti profondità/diametro delle cavità) e sulla base soprattutto delle registrazioni televisive, si è proceduto ad una zonazione dell'area in studio con diversi gradi di stabilità della intera rete caveale, giungendo alla definizione di 4 aree, definite con le lettere A, B, C e D, nel seguito descritte.

Tale zonazione, che fotografa la realtà esistente, deve comunque essere considerata in evoluzione, soprattutto in relazione agli effetti che producono le infiltrazioni d'acqua e le perdite delle reti idriche e fognarie.

Si può pertanto concludere che esiste un'evoluzione delle gallerie che dalla situazione relativa alla zona A passa progressivamente alla situazione riscontrata nelle zone B, C ed infine D.

4.1. AREA A: Rischio di voragini basso o nullo

Le gallerie e le camere che si formano negli incroci sono interamente collocate all'interno dello strato di pozzolana senza che la calotta, posizionata a circa 9,0÷10,0 metri dal piano campagna, intercetti i sovrastanti limi travertinosi.

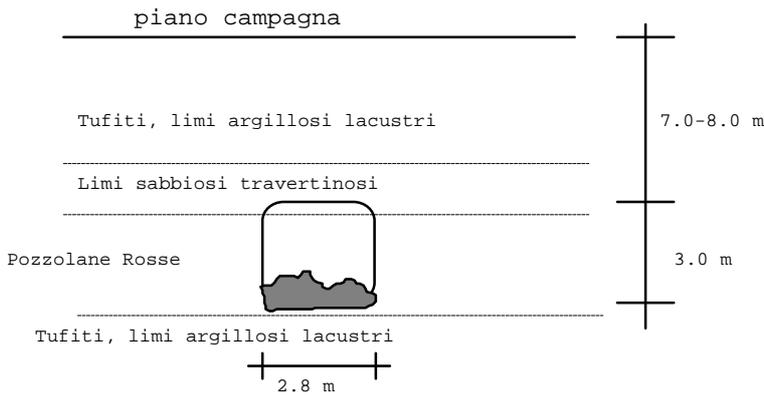


Le gallerie hanno una larghezza di circa 2÷2,2 metri ed un'altezza di circa 1,8÷2 metri, mentre gli incroci hanno mediamente luci intorno a 3÷3,5 metri con punte massime di 4÷5 metri. In questa area le gallerie risultano sostanzialmente stabili e prive di fenomeni evolutivi in atto.

4.2. AREA B: Rischio di voragini medio-elevato

Le calotte delle gallerie si trovano a circa 7÷8 metri dal piano campagna, soprattutto in corrispondenza degli incroci, ed intercettano i limi travertinosi determinando così le condizioni di minor stabilità delle calotte stesse.

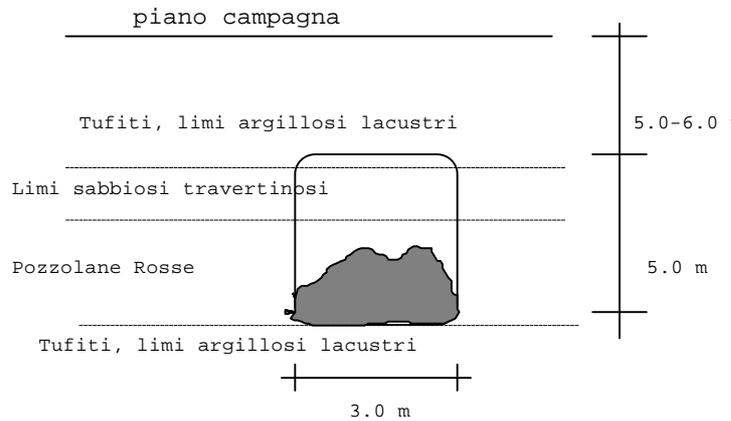
Le gallerie hanno una larghezza di circa 2,5÷3 metri ed un'altezza fino a 3 metri, mentre gli incroci raggiungono luci intorno ai 6÷7 metri con altezza di circa 3,5 metri.



In questa area le gallerie risultano sempre cosparse di detriti e massi di natura prevalentemente pozzolanica, mentre negli incroci i detriti sono sovente costituiti da materiali travertinosi. Tali evoluzioni negative, sviluppatasi nel tempo, sono da attribuire allo scadimento geotecnico dei limi tarvertinosi e delle pozzolane rosse a seguito delle perdite della esistente rete idrica e fognaria.

4.3. AREA C: Rischio di voragine elevato

L'area C può essere considerata come un'evoluzione dell'area B verso una situazione più critica in quanto, con crolli successivi che arrivano ad interessare anche le tufiti, si è avuto un progressivo innalzamento della quota della calotta (5÷6 metri dal piano campagna) e conseguentemente del pavimento della galleria che risulta ricoperto da una maggiore quantità di detriti. Le pareti dei pilastri appaiono spesso lesionate e le dimensioni degli incroci e delle camere sono piuttosto ampi.



4.4. AREA D: Rischio di voragini nullo

Le gallerie, con calotta a 5÷6 metri dal piano campagna, sono completamente riempite da detriti e da massi e quindi non risultano critiche nei riguardi della formazione di nuove voragini, ma eventualmente possono determinare dei cedimenti, anche decimetrici, del piano topografico.

4.5. Planimetria ipogea

La planimetria ipogea, ricostruita in base alle indagini condotte e classificata in aree é riportata in figura 2.

5. L'intervento di consolidamento

L'intervento di consolidamento è stato finalizzato a risanare le aree B e C, lasciando il risanamento dell'area A ad un successivo eventuale appalto.

Il consolidamento delle gallerie e degli incroci è stato eseguito riempiendo le cavità esistenti con una miscela fluida a base di leganti idraulici ed aggregati naturali .

Lo studio del materiale di riempimento delle cavità è stato finalizzato alla ricerca di un materiale che assolvesse determinati requisiti. Era infatti indispensabile ricercare un prodotto caratterizzato da una densità simile a quella del terreno circostante la cavità, iniettabile, che non richiedesse operazioni di compattazione o vibrazione, ma che nel contempo garantisse l'assenza di assestamenti da segregazione, stabile nel tempo.

La scelta è caduta sul GEOMIX, prodotto dalla Calcestruzzi S.p.A.

Il GEOMIX consiste in una miscela a base di leganti idraulici ed aggregati naturali, fluida, autolivellante, con caratteristiche controllate, priva di segregazione ed essudazione.

Il GEOMIX è prodotto direttamente in normali impianti di confezionamento calcestruzzo e trasportato mediante autobetoniere.

Allo stato indurito è un prodotto del tutto assimilabile ad un terreno artificiale con le seguenti caratteristiche:

- resistenza meccanica a compressione a 28 giorni: 1÷2 Mpa
- massa Volumica : 1400÷1800 kg/mc
- Modulo di elasticità 400÷600 Mpa
- Permeabilità : $10^{-1} \div 10^{-3}$ cm/sec

Il dato della permeabilità, non di interesse per lo specifico caso in esame, può però risultare molto interessante nel caso si debbano riempire delle cavità interessate da flusso di percolazione.

In questi casi infatti il riempimento, comportandosi come un materiale incoerente sciolto (nei confronti della sola permeabilità) non impedisce il passaggio dell'acqua e non crea quindi sbarramenti al flusso idraulico che possono aggravare la situazione geotecnica dell'intorno della cavità.

Per controllare la buona riuscita del riempimento la rete caveale è stata suddivisa in camere isolate tra loro.

Questa parzializzazione è stata eseguita allo scopo di:

- controllare i volumi iniettati in funzione della stima dei volumi condotta in fase di indagine preliminare
- circoscrivere opportunamente le aree di riempimento per evitare, ad esempio, di creare sovrappressioni indotte dal materiale fluido su un lato di un pilastro non confinato dal lato opposto

L'isolamento fra le varie camere era costituito da barriere naturali laddove si erano verificati dei franamenti che avevano occluso completamente la galleria oppure da barriere artificiali realizzate con micropali attrezzati con appositi sacchi otturatori in corrispondenza delle zone da isolare.

In figura 3 si riporta la planimetria ipogea con l'evidenza delle gallerie e delle camere riempite con Geomix.

5.1. Le barriere artificiali

Le barriere artificiali sono state realizzate ponendo in opera dei micropali con diametro uguale a 250 mm e lunghezze complessive generalmente comprese fra 10 e 15 metri, tali da garantire un immorsamento di circa 3 metri nel terreno al disotto del pavimento delle gallerie.

L'armatura dei micropali era costituita da un tubo metallico di diametro 139,7 e spessore 8,8 mm, attrezzato con valvole di iniezione di non ritorno (manchettes) e dotati di sacchi otturatori in corrispondenza del tratto di cavità attraversato.

L'armatura è stata dimensionata per garantire che le barriere potessero resistere alla pressione orizzontale trasmessa dal materiale di riempimento nella fase fluida.

La tecnica di esecuzione (figura 4) prevedeva di utilizzare, per ogni barriera, un numero dispari di micropali. In questo modo era possibile eseguire il riempimento dei sacchi otturatori dei micropali primari (sempre in numero pari) e poi procedere al riempimento dei sacchi otturatori dei micropali secondari (sempre in numero dispari) che si trovavano pertanto sempre confinati, in asse al diaframma, o da due sacchi già riempiti o da un sacco e dalla parete della cavità. Questo assicurava la perfetta sigillatura della parete.

Diverse prove eseguite prima di iniziare il lavoro, hanno consentito di valutare le caratteristiche del materiale utilizzato per confezionare i sacchi e di determinare il numero di legature provvisorie con

le quali avvolgere il sacco prima della sua introduzione nel foro. Il riempimento è stato condotto con miscela cementizia.

Le operazioni di riempimento dei sacchi sono state tutte seguite visivamente grazie all'impiego della telecamera, per assicurarsi della sigillatura delle barriere.

Operativamente si è proceduto, sempre con riferimento alla figura 4, come nel seguito descritto:

- Sigillatura dell'intercapedine tra tubo e perforazione (guaina) nella parte al disotto del sacco otturatore.
- Riempimento, mediante iniezione, dei sacchi otturatori dei micropali primari
- Riempimento, mediante iniezione, dei sacchi otturatori dei micropali secondari
- Sigillatura dell'intercapedine tra tubo e perforazione nella parte al disopra del sacco otturatore.
-

Le valvole di non ritorno poste subito al disopra del sacco otturatore sono state infine utilizzate per iniettare miscele cementizie il cui scopo era quello di sigillare la sommità dei cunicoli.

In figura 5 si riportano alcuni dettagli dei micropali.

5.2. Lavorazioni eseguite

In totale si sono eseguiti 77 micropali, per realizzare 12 setti, per complessivi 1077 metri di perforazione e si sono pompati 2371 metri cubi di Geomix, insieme a circa 95 metri cubi di miscela di sigillatura in calotta. Dopo l'indagine condotta nel febbraio del '97, le operazioni di consolidamento sono iniziate il 9/6/97 e si sono concluse il 30/10/97.

6. Conclusioni

L'intervento di consolidamento eseguito ha permesso di mettere in sicurezza la zona più a rischio del complesso scolastico, quello degli edifici. Rimane l'incognita del parco antistante il complesso, spazio comunque fruito dagli scolari, che non è stato indagato in quanto estraneo all'appalto oggetto dei lavori.

Il lavoro eseguito, operando solamente dalla superficie, in condizioni di assoluta sicurezza per le maestranze, ha dimostrato la validità della soluzione adottata che, traslata al campo della medicina, potrebbe essere classificata come un intervento di chirurgia endoscopica; tutte le operazioni, dall'indagine, alla realizzazione dei setti, al riempimento della cavità sono state condotte senza accedere alle caverne, operazione questa che avrebbe comportato rischi estremamente elevati per le

maestranze, ma con un costante monitoraggio che ha consentito di verificare esattamente la natura del problema e la validità dei rimedi adottati.

Va infine sottolineato che interventi di questo tipo debbono essere eseguiti immediatamente dopo il verificarsi di una situazione di criticità quale può essere l'evidenza di uno sgrottamento in superficie.

La tendenza evolutiva di questi fenomeni è tale infatti, spesso, da non lasciare il tempo che di solito è richiesto dalle usuali procedure di assegnazione dei lavori pubblici.

L'indagine suppletiva eseguita nel 97, fondamentale per arrivare ad un quadro esaustivo del problema, ha evidenziato, in alcuni casi, situazioni più critiche di quelle ricavate dalla precedente campagna del 95.

Rapidità, completezza dell'indagine, progettazione dell'intervento, esecuzione ad elevato contenuto tecnologico: aspetti tutti fondamentali per la soluzione di un problema così difficile e critico per la comunità.

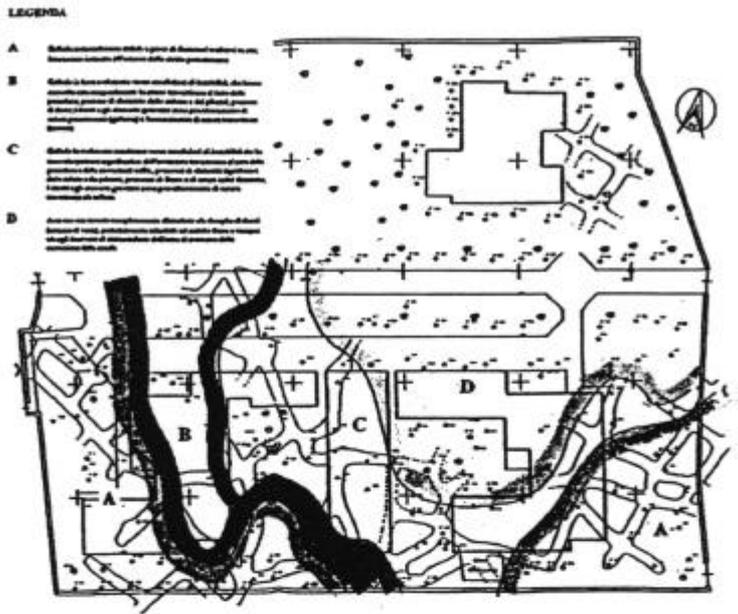


Fig. 2

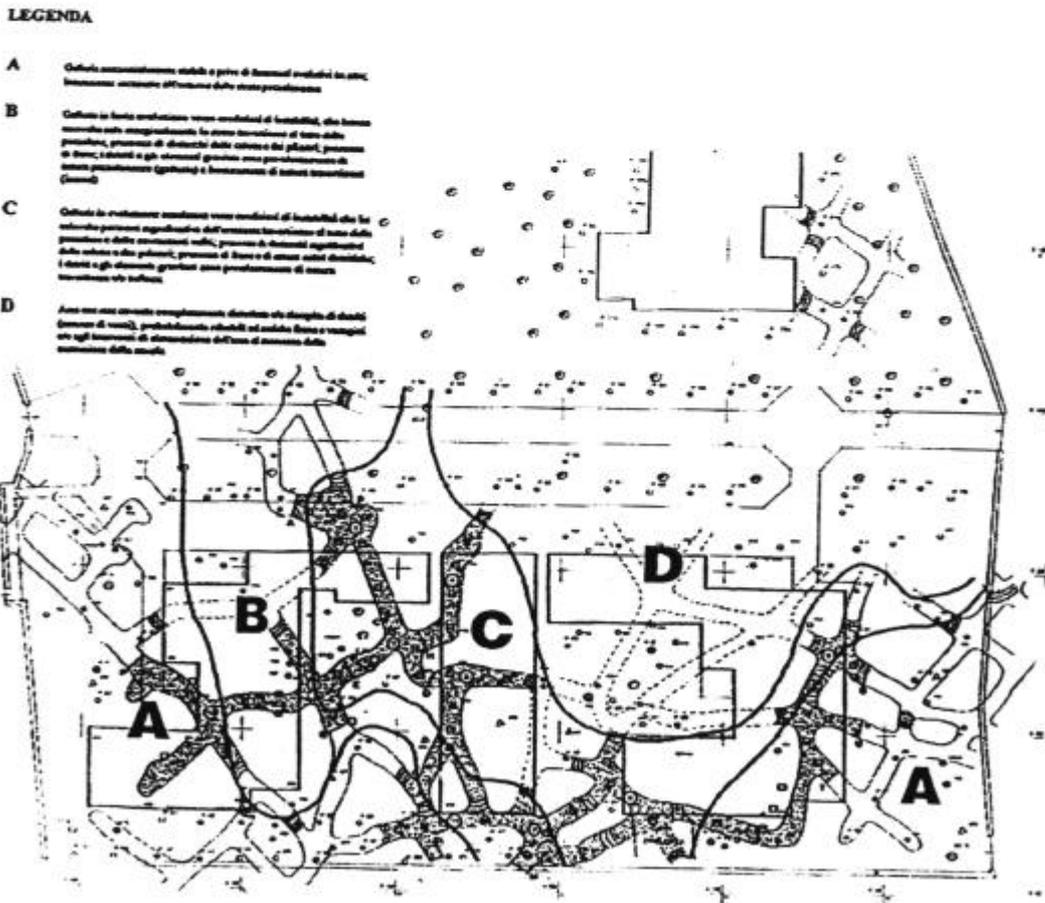


Fig. 3

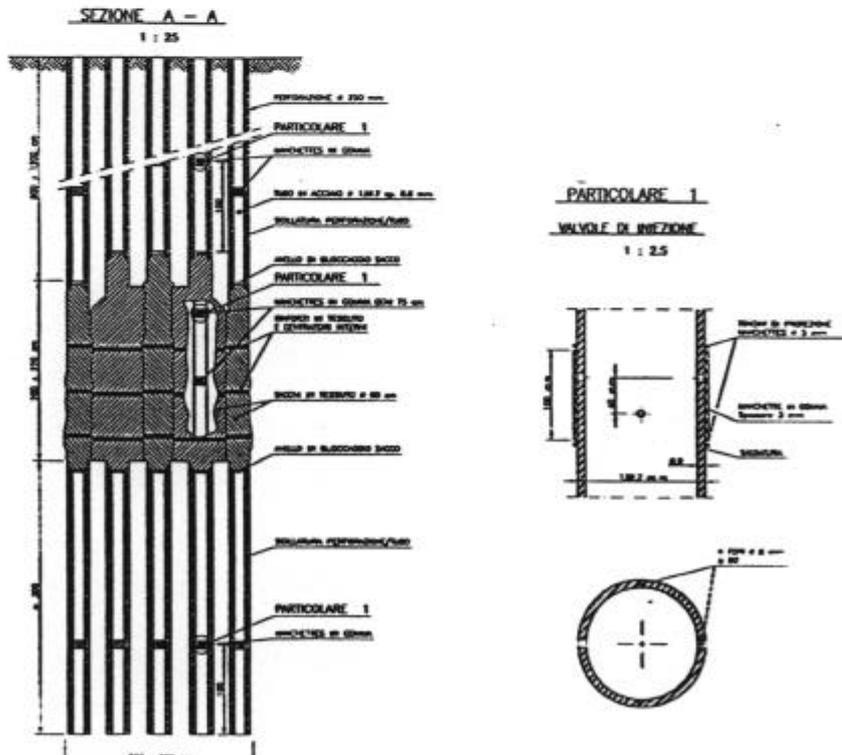
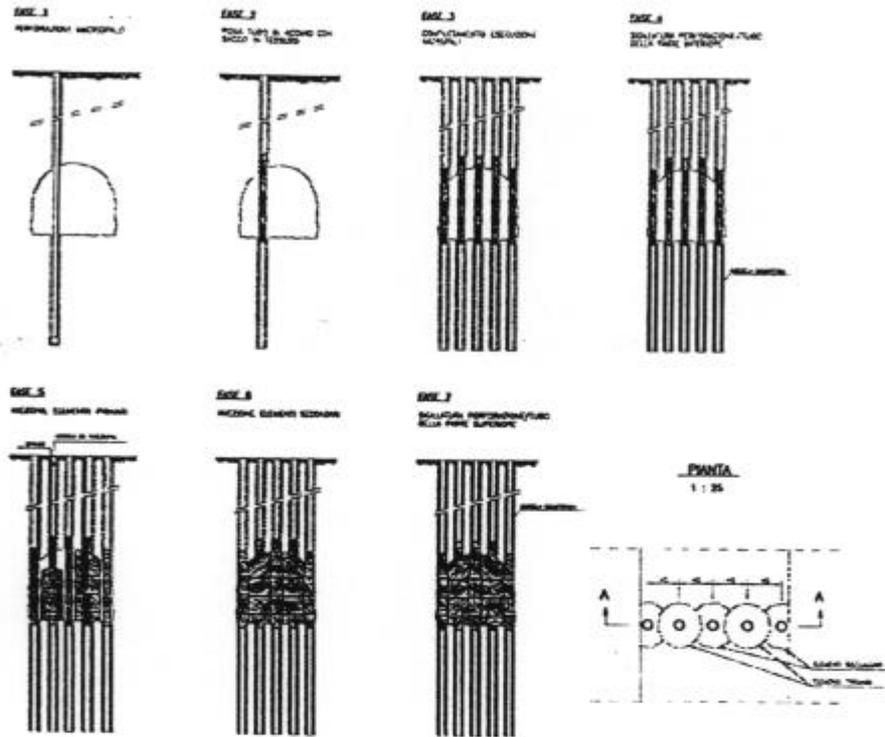


Fig. 4

[Ritorno Menù](#)

LA REALTA' SOTTERRANEA DI ROMA NEI VIRTUALI CUNICOLI DELLA RETE

I luoghi sotterranei, conosciuti e sconosciuti, che Internet permette di visitare

G. Latini, M. Pasquali

Soprintendenza Archeologica - Comune di Roma

Esiste un'altra città, sotto l'asfalto, una Roma inaccessibile e affascinante, tutta da scoprire. Una Roma non sempre agevolmente visitabile, che conserva interessanti tesori. Una città sottoterra che soffre di gravi «malattie», in gran parte, provocate dal ristagnare delle acque piovane, fenomeno che causa, con l'umidità, microrganismi, funghi e muffe, processo ora peggiorato con la presenza di una serie di sostanze acide, dannose alla conservazione degli affreschi, dei soffitti a stucco, dei mosaici.

Roma è una città con notevoli dislivelli fra il piano stradale moderno e quello antico. Quanto per noi è sotterraneo, non sempre si deve alla primitiva scelta di costruire sottoterra, ma è spesso causato dalla sedimentazione dei detriti che per secoli ha conservato preziose testimonianze delle abitudini di un popolo antico: i suoi templi, i teatri, gli ipogei, i ninfei, le insule e i colombari. Con la distruzione della Roma antica, quanto emergeva ancora dal suolo era semplicemente paesaggio; tutto il resto, rimasto nel sottosuolo, semplicemente non esisteva più. Da qui la continua sorpresa dei moderni di fronte all'antico "novamente ritrovato". E la storia è tutt'altro che chiusa.

Ma qualcosa era sottoterra fin dall'origine. La presenza nel sottosuolo romano di banchi di tenero tufo ha facilitato la creazione di "locali sotterranei": cunicoli scavati per fini idraulici, criptoportici (luoghi di svago), cimiteri, o semplici cave. Le catacombe, dalla denominazione - «ad catacumbas» - di alcune cave di pozzolana sull'Appia Antica, si formarono ampliando già vaste creazioni. I cristiani le popolarono di semplici loculi, di raffinati monumenti funerari di affreschi ed altari, ancora sorprendentemente conservati.

Così le oltre ottanta catacombe, tra cristiane ed ebraiche, appartengono al patrimonio sotterraneo. Sepolcreti dove, in un primo tempo, i cristiani e pagani erano tumulati insieme. A partire dal II secolo vere e proprie necropoli appartennero ai cristiani, sia perché (molto spesso) quelle pagane erano sacre agli dèi, sia perché i cristiani usavano la sepoltura invece della cremazione. Questi cimiteri erano ricavati in genere da cave di pozzolana e tufo e, al contrario di com'è stato più volte affermato, non furono mai utilizzati come luoghi di rifugio

durante le persecuzioni. Nel IV secolo persero il loro carattere di sepolture per diventare luoghi di venerazione. Caddero in disuso quando i corpi dei martiri furono trasferiti nelle chiese della città per evitarne la profanazione. Nel Medioevo se ne perse addirittura la memoria.

Ma tutto quello di cui è venuti a conoscenza, è spesso difficile da visitare. Da qui l'iniziativa del Comune: è stato ora organizzato un sito Internet dell'Ufficio monumenti antichi e scavi archeologici della Sovrintendenza comunale, che non si limita a valorizzare il solo patrimonio sotterraneo, ma raccoglie informazioni su tutti i monumenti antichi di competenza del Comune di Roma, oltre che degli scavi in corso, delle nuove scoperte, della didattica e dei restauri.

Consultare le diverse schede, composte di testo e immagini, è agevole, molto più agevole che calarsi in un'apertura per scendere sottoterra. Mancherà forse il fascino del gradino sconnesso, dello sbalzo di temperatura, dell'umidità che rende insidioso il cammino su pavimenti scivolosi e soprattutto la penombra che spesso regna ancora in quegli ambienti, sfruttata da muschi e licheni. Ma avventurarsi in cunicoli virtuali può essere avventuroso quanto infilarsi in quelli veri. Non promettiamo certo Tomb Raider e ci dispiace non avere Lara Croft come guida, ma la rete sotterranea romana è altrettanto intrigante e al di sopra della comune fantasia..

Spesso le schede sui monumenti sono ampliate da integrazioni di approfondimento, facilmente richiamabili attraverso le parole chiavi evidenziate, dette link o collegamenti ipertestuali.

Partendo da **www.comune.roma.it** si snoda il percorso per giungere a Roma colta e successivamente arrivare alla voce Monumenti e scavi o più semplicemente digitando www.comune.roma.it/COMUNE/cultura/uffmonsc e quindi aprire l'home page e il menu da dove iniziare il vero e proprio itinerario alla scoperta della Roma dei secoli passati che convive con la Roma contemporanea.

Immagini di ieri e di oggi, piante ricostruttive con testi esplicativi per comprendere le funzioni, il ritrovamento e le condizioni dei diversi luoghi, ma anche mappe che daranno le coordinate della loro collocazione.

Così come molti manufatti sotterranei spesso sorreggono i nuovi edifici, così Internet sorregge la memoria e la conoscenza dei luoghi che con difficoltà vengono salvaguardati dall'incuria. Il pubblicizzare l'esistenza e, quindi, la storia di tali luoghi offre argomenti di discussione tra studiosi, essendo le schede dei diversi monumenti realizzate da archeologi interni e collaboratori esterni della Sovrintendenza.

All'interno della Biblioteca di Archeologia e Storia dell'Arte della Sovrintendenza tutto il materiale viene raccolto ed elaborato, in alcuni casi completato con notizie particolari, mentre l'indispensabile collaborazione dell'Archivio Fotografico aiuta a reperire le immagini appropriate.

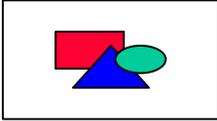
E' un lavoro redazionale agile per una "pubblicazione" facilmente aggiornabile con i nuovi ritrovamenti ed i lavori di restauro o scavo intrapresi, sorta di cantiere perenne metropolitano. Con la creazione di nuove infrastrutture urbane è facile che qui a Roma una pala meccanica porti alla luce una tomba o una domus. Perché allora non documentare alcune di queste recenti scoperte come la costruzione rustica dell'Auditorium rinvenuta durante i lavori per costruire la struttura musicale al Flaminio, per non rischiare un suo sprofondamento nell'oblio del cemento? E le ville dello SDO? Meglio agire prima che siano di nuovo ricoperte dalla terra. L'aggiornamento in progress dei lavori per la creazione del Parco Archeologico dei Fori Imperiali o il lavoro di restauro di un edificio o di una scultura potranno essere sistematicamente oggetto di spazi virtuali per la conoscenza delle trasformazioni che la città dei Cesari, dei Papi e dello Stato continua a vivere.

In occasione del ritrovamento dell'affresco nel criptoportico sul Colle Oppio il sito sui monumenti è stato visitato da numerosi studiosi, specialmente olandesi, e dai cittadini curiosi di sapere e vedere la straordinaria rappresentazione una probabile città ideale nell'antica Roma. Messaggi da studiosi stranieri sono arrivati anche per posta elettronica, contribuendo immediatamente a tener vivo il dibattito scientifico.

Ma non sempre è possibile ricevere in "tempo reale" testi di quel tale ritrovamento o di quel particolare scavo, un po' per le urgenze amministrative ad esse connesse e un po' per avere un panorama più completo possibile su ciò su cui si sta operando, ma poi tutto viene collocato nel giusto "cunicolo"... a portata di mouse.

Così l'esistenza di questa «Roma proibita», che si snoda in una ragnatela di cunicoli, cripte, aule e stanze, dove l'accesso, spesso, richiede basilari nozioni speleologiche, torna ora in superficie nei cunicoli della Rete Internet. Una Rete che potrà anche evitare le "sorprese" del sottosuolo durante i lavori di urbanizzazione, realizzando una mappa informatica consultabile da tutti.

Così una città solo immaginabile, dove i tumultuosi corsi sotterranei d'acqua rendono difficile la visita, può essere ammirata e percorsa nel monitor di un computer, senza limitarsi a contemplare le bellezze e i misteri di Roma sotterranea attraverso le illustrazioni dei libri e a supporre la possibile collocazione di una struttura a partire da poche foto o piantine scisse da una visione complessiva.



Sovrintendenza ai Beni Culturali del Comune di Roma

Ufficio Monumenti Antichi e Scavi Archeologici
Biblioteca di Archeologia e Storia dell'Arte



ROMA SOTTERRANEA

Indice:

[CASE ED EDIFICI DI SERVIZIO](#)

[NINFEE, TERME E CISTERNE](#)

[TEATRI E STADI](#)

[MITREI, TEMPLI E SANTUARI](#)

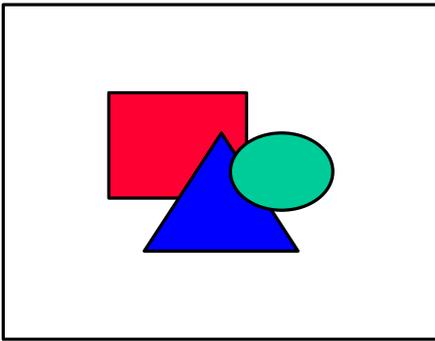
[SEPOLCRI IPOGEI](#)



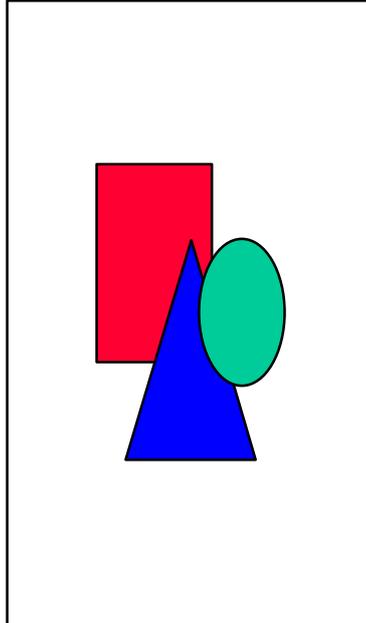
biblio.asa@comune.roma.it

NINFEO IN VIA AMBA ARADAM

Rione I - Monti
Circostrizione I
Regio III
Via Amba Aradam



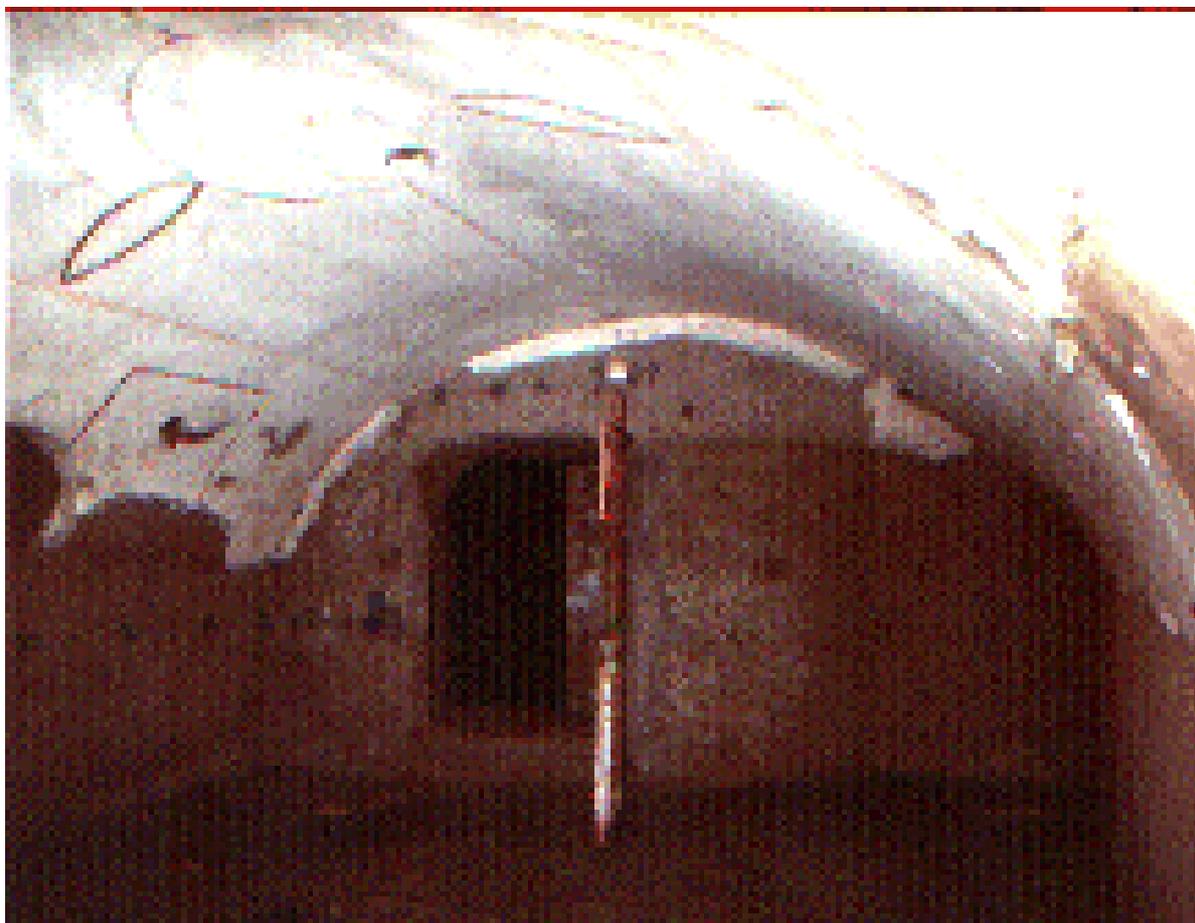
L'ingresso al monumento, attualmente, può avvenire o dall'interno dell'archivio del Vicariato e da un tombino lungo la strada, infatti il ninfeo si trova a m. 7.50 sotto il piano stradale, a metà tra la proprietà comunale e quella vaticana. Nel 1962, durante i lavori per la costruzione di un fabbricato del Vicariato, all'angolo tra via dei Laterani e via Amba Aradam, furono scoperti i resti di un piccolo ninfeo del tipo cosiddetto a pianta basilicale, composto da un ambiente centrale seguito da un abside ed ai latidue ambienti minori.



La prima fase del complesso è di epoca giulio-claudia e ad essa vanno riferiti alcuni resti di mosaici in pasta vitrea.

In epoca più tarda, probabilmente nel corso del III sec. d.C., vennero eseguite modifiche degli ambienti ed eseguite decorazioni pittoriche con motivi floreali, in parte ancora ben conservate.







[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

HYPOGEA URBIS - Progetto Nazionale Sottosuolo Aree Metropolitane¹⁶

M. Mazzoli

General Manager della o.n.l.u.s. ASSO - Roma

1.SINTESI DEL PROGETTO

L'obiettivo del progetto è quello di creare una struttura efficiente e di costo contenuto che consenta di censire, studiare, documentare e controllare in modo esaustivo gli ambienti sotterranei urbani oltre che gli interventi dei quali il sottosuolo è oggetto.

L'esperienza maturata nella gestione e nel project management di organizzazioni complesse, sia a livello personale che in qualità di Presidente della A.S.S.O. (una O.N.L.U.S. specializzata nel settore); nel campo delle ricerche speleologiche e speleo-subacquee in ipogei naturali e artificiali; la conoscenza del problema in tutte le sue componenti tecniche e di comunicazione; la costante presenza in Commissioni di lavoro prima del Comune di Roma e poi della Provincia di Roma e una competenza di tipo progettuale mi hanno portato durante questi anni di studio e di ricerche ad elaborare un progetto strutturato finalizzato ad una gestione multidisciplinare e alla valorizzazione dell'enorme patrimonio storico, culturale e ambientale del sottosuolo metropolitano.

Le aree oggetto di questa nuova proposta di gestione sono: sotterranei, catacombe, acquedotti, cave, cripte, cunicoli, fogne, pozzi, cisterne, rifugi, cavità naturali, zone di sepoltura, mitrei, cantieri, tunnel metropolitani e ferroviari vecchi e nuovi, tracciati per impiantistica, camminamenti e fortificazioni militari.

L'immenso patrimonio sotterraneo di Roma ed il legame di studio e di affetto che mi lega da sempre a questa città, mi porta a considerarla come primo e fondamentale ambito di applicazione di questa iniziativa. Alla pubblicazione del progetto, nel 1996, si sarebbero potute cogliere anche le considerevoli opportunità offerte dal Giubileo del 2000 che, oggi, alla luce del tempo trascorso e delle priorità assegnate non costituiscono più un «plus».

L'innovatività del progetto è relativa alla visione di insieme che un approccio integrato consentirebbe nell'affrontare il sottosuolo delle aree urbane consentendo di raggiungere alcuni obiettivi principali riassumibili in :

¹⁶Prima stesura: Febbraio 1995. Ultima revisione: Febbraio 1999. Registrato presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri il 30/11/96 al Nr. 361233

- A) Definizione, proposta e divulgazione di standard procedurali che consentano un più veloce e coerente approccio alla operatività nel sottosuolo.
- B) Valutazione degli aspetti di rischio dell'ambiente sotterraneo quali crolli, frane, inquinamento e utilizzo da parte della criminalità.
- C) Rilevazione sistematica delle valenze archeologiche in ottica di conoscenza, tutela e valorizzazione.
- D) Studi e proposte di eventuali riutilizzi sia a scopi turistici che sociali (itinerari sotterranei, parcheggi, altro).
- E) Divulgazione della conoscenza del patrimonio ipogeo attraverso la pubblicazione di testi, articoli, incontri stampa, riprese televisive, audiovisivi, conferenze, mostre, incontri con studenti e ricercatori, apertura verso il volontariato e verso quanto si riveli utile alla diffusione e all'utilizzo di questo patrimonio.
- F) Istituzione di uno strumento univoco di ausilio alla pianificazione dell'utilizzo del sottosuolo attraverso una rete informatica connessa ad un "Catasto Ipogeoico".
- G) Promozione e sviluppo dei risvolti occupazionali legati ad eventuali concessioni di utilizzo, restauro, manutenzione, fruizione ed altro (cooperative, consulenze, dipendenti comunali e provinciali, associazioni di volontariato, anziani, ecc.). Costituzione di un «centro di eccellenza» per gli studi sul sottosuolo: il Laboratorio Permanente per il Sottosuolo.
- H) Offerta dei servizi e della competenza maturata ad altri Comuni o Enti Locali sia in Italia che all'estero in modo da generare sinergie sul territorio nazionale e contribuire con autofinanziamento alla solidità della struttura.

In relazione a questi obiettivi si riterrebbe estremamente opportuno portare immediatamente i primi riscontri di procedure operative (prospezioni ed esecuzione lavori) e, durante il prossimo Giubileo, rendere visibili e produttivi anche i risultati indiretti dell'operazione proponendo mostre, itinerari sotterranei, visite ad ipogei e tutto quanto si possa indirizzare alla notevole massa di turisti prevista

e alla popolazione romana. Il Giubileo rappresenta inoltre un notevole amplificatore per pubblicizzare il "modello" e la struttura sia a livello nazionale che internazionale.

Il raggiungimento degli obiettivi è fortemente condizionato dal tipo di organizzazione che assumerà la leadership del progetto e a tale scopo sono previste due fasi:

a) costituzione di un "tavolo di coordinamento" formale;

b) dare visibilità e forma propria al progetto attraverso una forma organizzativa consona allo scopo (SpA, Consorzio, Raggruppamento Temporaneo di Imprese, "Authority" Governativa, altro)

E' mia convinzione che la costituzione di un organismo consortile, o meglio di una SpA, oltre a perseguire gli obiettivi sopra indicati, meglio si adatterebbe ad una vera integrazione delle parti e a mantenere i rapporti tra le diverse Amministrazioni e le Aziende. (Comune e tutti i suoi Assessorati, Soprintendenza Comunale, Soprintendenza Archeologica, Enel, Acea, FS, Cotral, Telecom, Banche, Aziende private, CNR, altri).

La struttura si doterebbe di membri che consentano la presenza di un *know-how* interno interdisciplinare (archeologi, geologi, storici, chimici, informatici, speleologi, ecc.) oltre che utilizzare le competenze e le professionalità già esistenti presso le varie realtà consorziate senza duplicarle nella struttura centrale.

Il progetto, oltre a finanziarsi attraverso i contributi dei singoli consorziati, potrà avvalersi di: finanziamenti nazionali e della Comunità Europea, esazione diretta di imposte e tasse legate al suolo e sottosuolo, vendita dei servizi consortili ad altri Comuni e Enti Locali sia nazionali che esteri; distribuzione audiovisivi, pubblicazioni e supporti multimediali che, abbinati ad altre iniziative di autofinanziamento, contribuirebbero in modo significativo alla generazione di ricavi diretti.

Questo progetto ha già ottenuto consensi da parte di Istituzioni importanti che l'hanno definita una originale innovazione gestionale oltre che una novità nel panorama italiano ed estero. In questi giorni è allo studio dell'Associazione Nazionale dei Comuni d'Italia (ANCI) che intende promuoverne l'avvio.

2.OBIETTIVI

Obiettivo A: DEFINIZIONE DEGLI STANDARD DI INTERVENTO

A causa delle responsabilità e delle complessità operative che sussistono nell'ambito degli interventi nel sottosuolo delle aree urbane spesso si generano situazioni di paralisi operativa o di impossibilità alla pianificazione. Questo stato di fatto è acuito dalla sostanziale prevalenza delle informazioni che insistono sugli aspetti geologici trascurando le altre importanti valenze del sottosuolo. Anche le recentissime Direttive si riferiscono ad aspetti specifici di intervento nel sottosuolo senza che però sia definito il quadro di insieme e chi funga da vero e proprio «Padrone di Casa». E' in ogni caso ormai tracciata la via che porta verso il Comune quale referente principale per queste tematiche e anche la Direttiva del 3/3/99 della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento Aree urbane – sulla razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici si muove in quest'ottica.

Resta, ad oggi, il problema che avendo poche informazioni disaggregate e difficilmente reperibili e limitando al minimo la raccolta di nuove (costi, tempi di esecuzione, disinteresse, ecc.); il processo di assunzione di responsabilità e i conseguenti comportamenti operativi risultano estremamente lunghi e complessi.

Se a ciò si aggiunge che le aziende vedono le strutture di Stato prevalentemente come freno e, viceversa, queste sono considerate solo come organismi che curano esclusivamente i loro interessi di parte (ovviamente ogni caso costituisce esempio a sè stante ma è oltremodo nota la difficoltà di cooperare) si arriva ad una situazione, come la attuale, dove si lavora sempre in emergenza e dove manca una visione interdisciplinare degli interventi anche quando ben finanziati.

Se fossero disponibili delle procedure operative che, individuando le macro tematiche, identifichino comportamenti, responsabilità e tempi di risoluzione, si potrebbe lavorare sia a preventivo che sull'emergenza in modo più veloce e condiviso.

L'ansia per l'imprevisto attanaglia oggi l'Impresa che non ha più il margine, una volta largamente retribuito, delle variazioni in corso d'opera. Le strutture dello Stato, invece, per la loro scarsa propensione alla pianificazione, talvolta per incompetenza e usualmente per lentezza operativa, non concorrono all'immediata analisi dei problemi. Questa situazione è aggravata dall'assenza di modalità di lavoro snelle e condivise.

Una struttura integrata e snella come quella che si propone in questo progetto potrebbe avere la competenza e l'autorevolezza per affrontare il problema nelle sue complessità e proporre linee-guida e procedure operative in tempi e modi significativamente più condivisibili e opportuni degli attuali.

Obiettivo B: I RISCHI DEL SOTTOSUOLO

L'uso e il riutilizzo del sottosuolo è fattore costante nella vita dell'uomo. Caverne, cave, pozzi, opere idrauliche e tutto quanto è sotterraneo o lo è diventato a seguito di fenomeni naturali o riassetto del territorio, costituisce oggi un mondo nascosto che se non conosciuto e appropriatamente gestito rischia non solo di costituire una risorsa "sprecata" ma di danneggiare seriamente anche quanto si trovi in superficie. Tranne rare eccezioni, gli studi e ricerche sin'ora svolti hanno sempre privilegiato l'aspetto geologico generale del sottosuolo relegando a trattazioni disgiunte le altre caratterizzazioni dello stesso. E' anche per questo che il presente progetto focalizza l'attenzione sugli altri aspetti (sociali, economici, culturali, rischi, ecc.) considerando però le risultanze geologiche e stratigrafiche come fondamentale base scientifica di riferimento.

Per una più opportuna conduzione delle attività bisogna arrivare ad una visione integrata del problema favorendo il processo di conoscenza e la coerente programmazione degli interventi. Gli esborsi andrebbero valutati rispetto ad una mappa di rischio/opportunità esaustiva, consentendo una migliore condivisione delle priorità operative.

Questo ridurrebbe i rischi e minimizzerebbe gli interventi con carattere di urgenza che di per sé comportano maggiori esposizioni al "sottoutilizzo" o al danno garantendo, inoltre, una visione integrata per quegli interventi veramente improcrastinabili che si affronterebbero in un'ottica di massimo utilizzo "sociale" del sottosuolo.

B.1 Crolli e smottamenti

E' noto come, in alcune città, siano frequenti i crolli di strade e come spesso questi vengano risolti senza una approfondita analisi della cavità ma attraverso lo scarico di detriti o pozzolana nel "buco", che spesso si riforma alcuni metri dopo.

Situazione grave, ad esempio, è quella che risulta da una indagine informale, nell'area della città di Roma, dalla quale è emerso che interi quartieri sono costruiti sul vuoto e che l'allineamento delle fondazioni, creando lunghe fratture sulla calotta delle cavità, abbia accresciuto sostanzialmente il rischio di crolli. Sino ad oggi gli interventi sono stati relativi alla gestione dell'urgenza. Alcune strade sono state chiuse per anni in attesa di finanziamenti specifici e altre ancora lo sono.

Esiste quindi un notevole rischio per la comunità sia in termini finanziari che di sicurezza fisica.

B.2 Inquinamento

Secondo la soggettiva teoria che ciò che non si vede non esiste, il sottosuolo delle metropoli diventa luogo di scarico di materiali inquinanti di tutti i tipi. Si va dai "calcinacci" a vere e proprie

discariche di detriti, spazzatura e liquami con una grave compromissione del delicato equilibrio del sistema ipogeo e della salute pubblica. Vi sono casi di interi fiumi di liquami che, scorrendo nel sottosuolo, erodono gli appoggi naturali sui quali insistono abitazioni o servizi cittadini.

Le intricate gallerie diventano poi luoghi di proliferazione di ratti e altri animali dannosi che costituiscono un ulteriore veicolo di propagazione dell'inquinamento sotterraneo verso la superficie e il rischio di infezioni alle quali sono direttamente esposti coloro che, per lavoro o per emarginazione, frequentano ambienti sotterranei.

Una verifica sistematica e "fuori dalle parti" di tali evidenze può consentire la predisposizione di opportune misure a tutela della salute pubblica e di risanamento di situazioni particolarmente pericolose.

B.3 Impiantistica

L'incontrollata posa delle strutture e sistemi di distribuzione di acqua, energia, trasmissioni e smaltimento ha generato una disastrosa ragnatela di cavi, tubi e quanto altro, che si interseca spesso senza alcun criterio e rispetto con giacimenti archeologici ed altri impianti ormai abbandonati. Questo stato di fatto, per alcune città ormai ad un punto "critico", ha spinto alcune Amministrazioni a proporre iniziative finalizzate alla posa di "cunicoli intelligenti" destinati ad accogliere tutta l'impiantistica di una certa zona. Molte di queste iniziative continuano però ad essere concepite, e purtroppo gestite, dai soli proprietari degli impianti sotto l'egida di singoli Assessorati che non possono in alcun modo avere la visione integrata (geologica, archeologica, stratigrafica, sociale, ecc.) necessaria alla gestione di medio e lungo periodo che la complessità del sottosuolo richiede.

Tali interventi non vanno assolutamente concepiti come a sé stanti o come la panacea per l'impiantistica sotterranea ma come una delle possibilità tecniche da valutare. Se indiscutibilmente validi in città (come ad es. nel Nord-Europa), dove il sottosuolo è fondamentalmente "libero" o pianificato già da anni, in aree fortemente antropizzate o metropoli a forte stratigrafia archeologica e idrografica, questi nuovi cunicoli vanno considerati in un'ottica molto più vasta di quella che oggi caratterizza il dibattito e l'analisi degli stessi da parte dei preposti.

Capitolo a parte meriterebbe la tematica legata alla "bonifica" degli impianti ormai inutilizzati che, molto spesso, sono ignoti agli stessi fornitori di servizi e sui quali non è ancora ben chiaro quali operazioni verranno condotte.

Un recentissimo riferimento a queste tematiche è dato dalla Direttiva del 3/3/99 della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento Aree urbane – sulla razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici pubblicata sulla G.U. Nr. 58 dell'11 Marzo 1999.

B.4 Criminalità

A volte succede che situazioni di fatto non siano completamente note a chi dovrebbe conoscerle per fini istituzionali ma che lo siano molto bene a altri soggetti con differenti scopi. Non è raro che la delinquenza sfrutti il sottosuolo come via alternativa di comunicazione, immagazzinamento, via di fuga o di accesso ad aree chiuse o fabbricati.

Questo aspetto non va sottovalutato anche alla luce di un eventuale utilizzo a scopi terroristici che a Roma, in occasione del Giubileo del 2000, potrebbero trovare motivo di recrudescenza o di facile bersaglio nell'enorme massa di pellegrini o dei loro ministri di culto.

Altro utilizzo quindi, non meno importante degli altri, può venire dalla fornitura, alle Istituzioni preposte alla lotta contro la criminalità, di tutte le informazioni rilevate nel sottosuolo consentendo loro di avere un quadro completo degli ipogei e camminamenti anche destinati ad impiantistica cittadina.

Notizie sempre più frequenti riferiscono, poi, di utilizzi impropri del sottosuolo anche per riti satanici ed esoterici. Torino costituisce l'esempio italiano più conosciuto al grande pubblico ma sia in provincia che in altri capoluoghi tale attività risulta sempre più praticata. Proprio il Giubileo del 2000 e l'avvento di un nuovo millennio possono costituire dei momenti di sostanziale antagonismo o di particolare significato simbolico per alcune sette che potrebbero utilizzare aree sotterranee, non custodite o identificate, come luogo di incontro o di celebrazioni non lecite.

B.5 Emarginati

Non sono noti a chi scrive dati attendibili sull'utilizzo del sottosuolo da parte di emarginati nelle città Italiane, così come avviene in molte città estere, ma è certo un fattore da considerare in potenziale crescita per quelle metropoli che generano tensioni sociali e che di fatto emarginano bisognosi, barboni e poveri.

Un sotterraneo poco noto può essere adibito ad abitazione da parte di un gruppo di emarginati contribuendo a rafforzare una pratica di vita disumana che andrebbe risolta in modo più dignitoso.

Una eventuale diffusione incontrollata di tale fenomeno genererebbe un pericoloso utilizzo e accrescerebbe il rischio di diffusione di malattie ed infezioni.

B.6 Altri rischi

E' da segnalare un fenomeno tipicamente Parigino che comincia a trovare proseliti anche nelle nostre città: quello dei *Cataphiles*. Si tratta di persone che in modo sistematico scendono nei cunicoli e catacombe spinti da diverse motivazioni anche non criminose (ricerca reperti archeologici, gusto per la clandestinità, curiosità, studi di architettura ipogea, incontro con altri

appassionati, ...) che registra molti più adepti di quanti si possa immaginare. Una conoscenza dettagliata ed integrata del sottosuolo aiuterebbe a minimizzare gli inconvenienti sopra esposti o, quanto meno, a prendere consapevolezza della loro reale dimensione. Gli stessi *Cataphiles* potrebbero offrire informazioni preziose al miglioramento della conoscenza.

Obiettivo C: L'ARCHEOLOGIA

Catacombe, mitrei, luoghi di sepoltura, abitazioni, antiche caserme e servizi, sotterranei di fortezze, chiese, palazzi nobiliari ed ecclesiastici, cripte, fognature, acquedotti e cisterne costituiscono già oggi un considerevole patrimonio di molte città ma, a quanto ci risulta, noto solo in parte.

Esistono ancora molte zone del sottosuolo da esplorare e studiare ma lo sforzo tecnico ed organizzativo necessario risulterebbe totalmente ingestibile dalle sole forze delle Amministrazioni Comunali.

Nuove scoperte vanno infatti ricercate con determinazione, studiate e diffuse per tempo. Questo è possibile solo attraverso un approccio sistematico e continuativo, interdisciplinare e orientato alla nuove tecnologie che una singola Amministrazione Comunale non può garantire.

Anche su quanto già noto si potrebbe fare di più: integrare in un'unica banca dati rilievi e note tecnico- scientifiche, riutilizzare esperienze cumulate perchè indirizzino ricerche e studi di ambienti simili, programmarne la fruizione o il restauro in un contesto più vasto ed integrato.

Da non trascurare il riesame dei siti noti attraverso l'utilizzo di nuove tecnologie di rilevamento e ricerca dei "vuoti nascosti", i cui risultati potrebbero arricchire l'attuale livello di conoscenza.

E' in un contesto di questo tipo, ma su scala locale, che un innovativo accordo di collaborazione tra l'Associazione A.S.S.O. e la Soprintendenza Comunale di Roma è stato siglato nel 1997. Questo può costituire un primo passo oggettivo verso una integrata visione del sottosuolo ai fini archeologici oltre che esplicita conferma della validità dell'idea nel suo insieme.

Una mappa più completa consentirebbe di ottenere un notevole incremento della consistenza archeologica del sottosuolo e di pianificare ed attuare con maggiore coerenza e produttività tutte le azioni di tutela e valorizzazione che si rendano utili.

Obiettivo D: RIUTILIZZI E VALORIZZAZIONE

Risulta evidente come il presupposto per la gestione produttiva delle risorse sia la conoscenza delle stesse. Ciò che ci si propone è di dare una accelerazione al processo di ricerca nel sottosuolo intervenendo in maniera sistematica e finalizzata traendo spunto da questo per migliorare gli interventi di urgenza, ampliare le "conoscenze" e fare del sottosuolo anche un fattore produttivo.

Alcune opportunità di ritorno dell'investimento vengono dal riutilizzo e dalla valorizzazione di alcuni ambienti ipogei.

D.1 Riutilizzo

Una prima fase è relativa alla verifica degli attuali utilizzi di ambienti ipogei. Si tratta di verificarne modalità e contenuti veri in modo da documentarne ed eventualmente regolarizzare o ripristinare le destinazioni d'uso proprie di ciascuno.

Per i nuovi riutilizzi si apre un panorama di forte innovazione ma anche di potenziale conflitto tra diverse realtà. E' in ogni caso certo che bisogna tenere conto di questi vuoti ai fini di un diverso rapporto con il territorio e di utilizzo dello stesso.

La mancanza di spazi e la presenza di cavità rende più immediata la riscoperta di forme alternative di architettura ipogea non solo attraverso progetti ardimentosi o solamente teorici ma anche grazie a realizzazioni concrete e fattibili. A proposito di grandi progetti potrebbe essere citato a titolo di esempio un incontro tra famosi architetti europei svolto a Napoli nel 1988 sul tema "Laboratorio Internazionale Napoli Sotterranea" che, senza vincoli di operatività immediata, ha fornito numerosi esempi di riuso a scopo collettivo delle enormi cavità partenopee attraverso musei, parchi urbani, cimiteri, aree monumentali, fino ad impianti per coltivare fiori e verdure attraverso il convogliamento di energia solare.

Per mantenere un approccio più realistico potremmo invece concentrarci nelle possibilità di riuso ottenibili a breve. Queste si riferiscono a ipogei a basso o nullo contenuto storico-archeologico dove, sempre dopo avere rilevato tutti i dati, si potrebbero realizzare parcheggi, strutture collettive, depositi, sottopassi e il trasferimento di strutture tecniche di superficie (cabine Enel, Telecom, ecc.), liberando così spazi di superficie e contribuendo alla decongestione dell'ambiente urbano.

Un'area di intervento di questo tipo può essere costituita, ad esempio, dalle numerose cave abbandonate presenti nel sottosuolo di alcune grandi città (Roma, Napoli, Cagliari, ecc) e che in alcuni rari casi sono state già trasformate in parcheggi.

D.2 Valorizzazione

Diverso e più impegnativo è il discorso della valorizzazione che, se dovesse tenere conto dello stato in cui si trovano le ricchezze già note, potrebbe morire prima di nascere.

Si crede però alla valorizzazione non solo come elemento di appagamento e crescita culturale ed umana ma anche ai riflessi positivi che questa comporta quando con investimenti mirati si riesce a ottenere un concreto riscontro di indotto, occupazione e ritorno finanziario.

E' evidente che alcuni riutilizzi si configurerebbero anche come valorizzazioni (parchi urbani e strutture sociali) ma è certo che l'area che offre più possibilità operative è costituita da quella dei beni culturali.

Risanamenti a scopi archeologici, musealizzazione, itinerari sotterranei, se ben documentati posseggono un indubbio valore culturale ma anche un non trascurabile ritorno finanziario che consentirebbe di reinvestire nel settore ottenendo una progressione generale delle ricerche e della progettazione.

Esistono esempi di successo dove l'organizzazione di contorno ha reso vincenti iniziative a primo impatto finanziariamente improponibili. Si pensi alle visite delle miniere di sale in Germania ed Austria, al museo nella roccia di Salisburgo e alle *ghost-town* minerarie americane.

Se immaginiamo per un momento di avere una mappa completa delle cavità a rilevanza archeologica di Roma, potremmo essere in condizione di scegliere con opportunità e metodo quelle che si prestano di più ai fini di valorizzazione e quindi destinare risorse migliorative in modo concentrato e selettivo. A questa fase potrebbe seguire quella della presentazione di progetti finalizzati all'ottenimento di fondi CEE o sponsorizzazioni.

Tentiamo un esempio in un ambiente che non possenga attrattive eccezionali sotto il punto di vista sia archeologico che architettonico.

Chiudendo gli occhi immaginiamo il percorso in una antica cava di pozzolana.

..... il visitatore entra in un locale in cui un grande pannello mostra un antico cavatore che, arrampicando sulle pedarole, risale uno stretto pozzo di accesso alla cava. Altri pannelli e modelli disposti in un cunicolo che si fa sempre più stretto illustrano l'utilizzo della pozzolana nel tempo. Gradatamente la luce si attenua e si odono in sottofondo rumori e grida che calano il visitatore nell'ambiente del tempo. Dopo pochi metri buio completo! Dal fondo dei bagliori di lucerna.... E' la guida che si avvicina e prende in consegna il gruppo conducendolo per tutto il percorso, illuminato come nel passato e costellato di ricostruzioni delle condizioni di vita, delle tecniche di cavatura e da tutto quanto contribuisca a ricostruire l'ambiente originale. Un tuffo nel passato, in una storia di gente comune, ancora troppo poco divulgata dagli studi storici e antropologici ufficiali. Gradualmente, poi, si tornerebbe verso l'uscita dove potrebbero essere allestite una mostra fotografica o audiovisiva che illustri l'evoluzione nel tempo e gli utilizzi attuali.

La realizzazione comporterebbe oneri del tutto marginali rispetto ad altre iniziative museali e sull'esperienza di casi analoghi, se ben condotta, potrebbe generare un valido rientro finanziario. In termini di contributi alla valorizzazione il nostro progetto potrebbe contare su numerose realtà scientifiche, accademiche, di volontariato e aziendali interessate a collaborare anche a proprie spese.

Potrebbe rivelarsi sufficiente valutare con consapevolezza le priorità in un panorama più vasto, sapere dove e come assicurare le sinergie necessarie e poi controllare la rigosità dei lavori.

Le Aziende, ad esempio, rifuggono sempre di più le sponsorizzazioni a carattere finanziario per orientarsi alla partecipazione diretta attraverso contributi tecnici e di attrezzature tipiche delle loro specializzazioni. Evitano così esborsi finanziari non sempre produttivi e "difficili" da gestire, si muovono più a loro agio utilizzando know-how ed attrezzature in campi di loro padronanza e ottengono un ritorno immagine per ciò che fanno e non per quanto spendono.

Obiettivo E: DIVULGAZIONE E IMMAGINE

Come asseriscono rigorosamente gli archeologi, "nulla è avvenuto se non viene pubblicato". L'opera di pubblicazione e divulgazione dei risultati deve infatti a rispondere ad un requisito deontologico e tecnico-scientifico di base: quello di informare e promuovere il confronto.

Oltre a questo fondamentale aspetto, una attenta strategia di divulgazione porterebbe un miglioramento dell'immagine della città sia verso i cittadini che verso i turisti o gli studiosi.

Una mirata opera di divulgazione si rivelerebbe inoltre utile per pubblicizzare un servizio di rilevanza sociale offerto in un settore inusuale e ad alta spettacolarità.

Pubblicazione di testi, articoli, incontri stampa, riprese televisive, audiovisivi, conferenze, mostre, incontri con studenti e ricercatori, apertura verso il volontariato qualificato e gli anziani, incontri con scolaresche ed altro costituirebbero strumenti utili per la diffusione della conoscenza del patrimonio ipogeo e, stimolandone il rispetto, contribuirebbero ad un maggiore apprezzamento della nostra storia e dell'ambiente. Non trascurabile potrebbe essere l'introito finanziario derivante da alcune di queste iniziative.

Tutta la documentazione prodotta e la raccolta organica di quanto già disponibile costituirebbe in ogni caso un considerevole patrimonio culturale per le città che potrebbe essere consultato e valorizzato attraverso le iniziative più disparate, diventando anche un importante punto di riferimento per gli studiosi e i ricercatori di queste materie.

Obiettivo F: UNO STRUMENTO ED UN AUSILIO ALLA PIANIFICAZIONE E ALLA GESTIONE DEL TERRITORIO, IL CATASTO IPOGEICO

F.1 Il catasto

Una mappatura sistematica ed univoca del sottosuolo dovrebbe rispondere ad una serie di criteri di praticità, funzionalità e completezza che ne segnerebbero le direttrici di base.

I criteri esistono e molti Enti ed Istituzioni ne hanno di propri (Commissione Nazionale delle Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana, Istituto Centrale del Restauro, Acea, CNR, Servizio Geologico Nazionale, ecc). Una attenta verifica di quanto già noto consentirebbe di abbreviare i tempi di scelta dei criteri e della struttura della banca dati e creerebbe una solida base di partenza da espandere attraverso le nuove ricerche.

Un buon livello di operatività e di integrazione con le carte geologiche, topografiche, storiche, archeologiche e impiantistiche, il trattamento ipertestuale delle fonti letterarie e una struttura multilivello risulterebbero vincenti. Molte esperienze già maturate potrebbero rivelarsi utili. A carattere nazionale andrebbero valutate quelle di alcune delegazioni regionali della Società Speleologica Italiana per la creazione dei catasti grotte, quelle di alcune Società Comunali di energia elettrica e acque, di Cattedre di insegnamenti Universitari, di centri di calcolo come quello del CINECA di Bologna, del CNR, dell'ENEA, ed altri.

In questo caso la finalità è tutt'altro che innovativa: adottare e non reinventare!

In termini di utilizzo una soluzione potrebbe essere quella di concentrare l'immissione dei dati in un elaboratore *server* dislocato presso la struttura centrale, o attraverso una «rete di reti» consentendo l'accesso controllato per consultazione, visione e stampa a tutti gli uffici autorizzati tramite reti telematiche o stazioni dedicate. In alternativa possono essere valutate soluzioni di utilizzo di "spazio macchina" e reti già disponibili presso aziende Comunali, Statali o private, sia in ottica *networking-centric* che *host-centric*.

F.2 Un ausilio alla pianificazione e alla gestione

Appare evidente il supporto che una conoscenza dettagliata ed uno strumento quale il Catasto Ipogeico possa portare in termini di ausilio alla pianificazione e gestione del territorio. La pianificazione potrebbe contare su una "quarta dimensione" che per essere ben pianificata deve essere conosciuta e la gestione potrebbe sfruttare il sottosuolo come una risorsa donata dagli antichi e dalla natura senza le limitazioni tecnologiche che ambedue hanno sopportato.

Obiettivo G: OCCUPAZIONE, INDOTTO, SERVIZIO PER LA COLLETTIVITA' E IL LABORATORIO PERMANENTE PER IL SOTTOSUOLO

Una maggiore conoscenza e l'attento "sfruttamento" del sottosuolo metropolitano consentirebbe la creazione di posti lavoro e opportunità di addestramento tecnico-operativo per:

- il personale della struttura centrale,
- guide e custodi,

- archeologi e restauratori,
- consulenti,
- geologi, architetti, storici,
- dipendenti comunali,
- speleologi,
- altri (guide, studenti, ...)

Sostanziale sarebbe l'incremento occupazionale in caso di valorizzazione turistica di alcuni ipogei. Esperienze di altri paesi ci indicano queste scelte anche come valido tramite di creazione di posti di lavoro.

Nel *Museo delle Cave di Sale* in Germania lavorano molte persone. Alcune sono assorbite dalla manutenzione e operatività delle vecchie macchine ancora presenti nella miniera e dal trenino che conduce i visitatori all'interno del percorso.

Similmente, la nostra cava di pozzolana potrebbe occupare un minimo di 15 persone fisse ed estendere l'organico attraverso "impieghi temporanei" o "part time verticali" nei periodi di massima frequentazione turistica.

Non è assolutamente da trascurare anche l'impiego degli anziani, sia per la valenza sociale che il coinvolgimento di questa categoria riveste, sia che per il prezioso contributo di esperienza, conoscenza e in alcuni casi di manualità che possono apportare.

In termini di indotto, alcuni comparti che potrebbero beneficiare da queste iniziative sono quelli relativi alle aziende che si occupano di restauri, consolidamenti, impiantistica, formazione, pubblicità, stampa, distribuzione, tour operator, produzione audiovisivi, gadget e così di seguito.

Il rilievo e lo studio di nuove cavità permetterebbe inoltre a studenti universitari, sia di discipline umanistiche che di discipline tecniche, di svolgere, adeguatamente coordinati, studi e tesi di laurea su queste tematiche oltre che offrire il loro lavoro sul campo.

Espandendo questa attività anche verso Università ed Istituzioni Accademiche Italiane e straniere, potrebbe nascere un vero e proprio Laboratorio Permanente per il Sottosuolo, che abbinerebbe alla valenza tecnico scientifica una meritoria operazione di crescita culturale, di ricerca e di immagine internazionale.

Obiettivo H: SERVIZI A TERZI

La competenza ed il patrimonio informativo acquisito nella realizzazione del progetto costituirebbe una importantissima base di conoscenza che potrebbe essere utilizzata come punto di riferimento per altre Amministrazioni, Enti ed Aziende.

Sia nelle linee guide progettuali ed organizzative, che nei contenuti più specifici e settoriali, l'offerta di servizi e competenze ad altri Comuni o Enti Locali, sia in Italia che all'estero, consentirebbe di generare sinergie sul territorio nazionale e contribuire all'autofinanziamento della struttura.

3. IL MODELLO ORGANIZZATIVO E L'ESECUZIONE

Questa proposta non intende dare la percezione che del sottosuolo delle nostre città non si sappia nulla, ma intende comunicare che esiste ancora molto da scoprire e che, soprattutto, può essere concepito un diverso rapporto tra superficie e sottosuolo che consenta una migliore qualità della vita e generi investimenti produttivi.

Bisogna però passare dall'attuale approccio sporadico e frammentato ad una realtà interdisciplinare integrata e molto ben coordinata.

La nuova metodologia lavorativa porterebbe a sistematicizzare e razionalizzare gli sforzi, le ricerche e gli interventi nel sottosuolo autoalimentandosi grazie all'enorme patrimonio sotterraneo e ad un approccio deontologicamente corretto ed economicamente efficiente.

3.1 L'AZIENDA PER IL SOTTOSUOLO

Ciò che si propone è la costituzione di una SpA *HYPOGAEA URBIS*.

Con una struttura interna molto qualificata e ristretta, dovrebbe assolvere ai propri compiti attraverso un innovativo modello gestionale che consenta di utilizzare le competenze e le professionalità già esistenti presso le varie realtà aderenti senza duplicarle presso la struttura centrale.

Sarebbe anche possibile una forma consortile mista pubblico/privato, ispirata sia ai consorzi interuniversitari sia a quelli tra Enti Locali, che consentirebbe una adeguata gestione operativa gettando inoltre i presupposti per una potenziale qualifica ad "Authority" pubblica per il sottosuolo. Una struttura di questo tipo sarebbe in grado di funzionare come un'azienda privata e nello stesso tempo tenere in debito conto, quando non impartire, le linee politiche istituzionali per l'utilizzo del sottosuolo delle aree metropolitane.

Alla costituzione dell'Azienda dovrebbero aderire coloro che, avendo responsabilità istituzionali o competenze complementari agli altri, vedano in questa iniziativa una possibilità di accrescimento economico e culturale e del livello dei servizi di pubblica utilità.

Nell'eventualità di costituzione di un Consorzio, ad esempio, sono state valutate due possibilità di strutturazione organizzativa:

- a) *A diretta rappresentanza dei consorziati:* un delegato/i per ogni consorziato che si preoccupi di attivare le risorse operative della propria Azienda o Amministrazione accordandosi di volta in volta con gli altri delegati attraverso il coordinamento una direzione tecnico scientifica.
- b) *A prevalente valenza tecnico-specialistica:* la struttura verrebbe creata per gestire il livello minimo di operatività e detenere il Catasto (primario patrimonio del Consorzio). Ai consorziati si richiederebbe di mettere in campo le loro risorse e competenze interne; il Consorzio ne assicurerebbe l'integrazione attraverso i propri specialisti di settore (geologi, archeologi, idrologi...) Gli aderenti avrebbero la possibilità di controllo attraverso l'Assemblea Generale e il Consiglio Direttivo.

In termini strategici la seconda ipotesi è ritenuta più consona agli obiettivi di competenza ed indipendenza che una proposta come questa deve soddisfare e quindi il Consorzio, oppure la S.p.A., si preoccuperebbe di:

- coordinare i vari interventi;
- detenere il catasto;
- offrire consulenza tecnica specialistica e organizzativa;
- promuovere l'attività nella sua interezza;
- promuovere l'integrazione ed il riciclo delle competenze già esistenti e formarne di nuove;
- inventariare le tecnologie disponibili presso i consorziati o presso altri stabilendo un programma che ne preveda l'ottimizzazione sia in termini di disponibilità che di utilizzo;
- fluidificare i rapporti tra differenti Amministrazioni e Aziende Comunali;
- perseguire con determinazione e coerenza gli scopi istituzionali;
- offrire riscontro alle diverse componenti consortili;
- evidenziare i contributi vincenti;
- detenere i rapporti generali con tutti coloro che non aderiscono al Consorzio;
- gestire il *Laboratorio permanente per il sottosuolo*;
- gestire una biblioteca e un centro audiovisivi specializzati;
- controllare e riportare sistematicamente i dati relativi ai parametri di misurazione della produttività del Consorzio e del sistema nel suo complesso;
- gestire gli incassi, se direttamente assegnati, di tasse tributi su suolo e sottosuolo.

In ogni caso l'Azienda non dovrebbe alterare l'attuale livello di competenza territoriale o tecnica delle varie Amministrazioni o Aziende Comunali ma essere partecipe delle scelte e formulare proposte di integrazione, riutilizzo o risparmio che ottimizzino gli sforzi o rendano più fruibili i risultati.

In termini di sistema e gestione di finanziamenti l'Azienda non dovrebbe sovrapporsi alle attuali competenze ma dovrà fornire pareri, meglio ancora se direttive, perchè dai progetti finanziati scaturiscano risultati in linea con la gestione globale del territorio e poi verificarne a consuntivo la rispondenza verso quanto previsto.

Un'equipe di tecnici specialistici sarebbe sempre a disposizione per interventi urgenti o per supporto operativo alle diverse Amministrazioni.

Un approccio del genere oltre a consentire una piu' sistematica gestione del sottosuolo potrebbe essere assunto a modello da parte di altre amministrazioni e fornire a chi lo richieda consulenza specialistica. Si contribuirebbe in tal modo a ridurre l'onere finanziario dei consorziati e a potenziare il proprio livello di esperienza e operatività.

3.2 L'EFFICIENZA

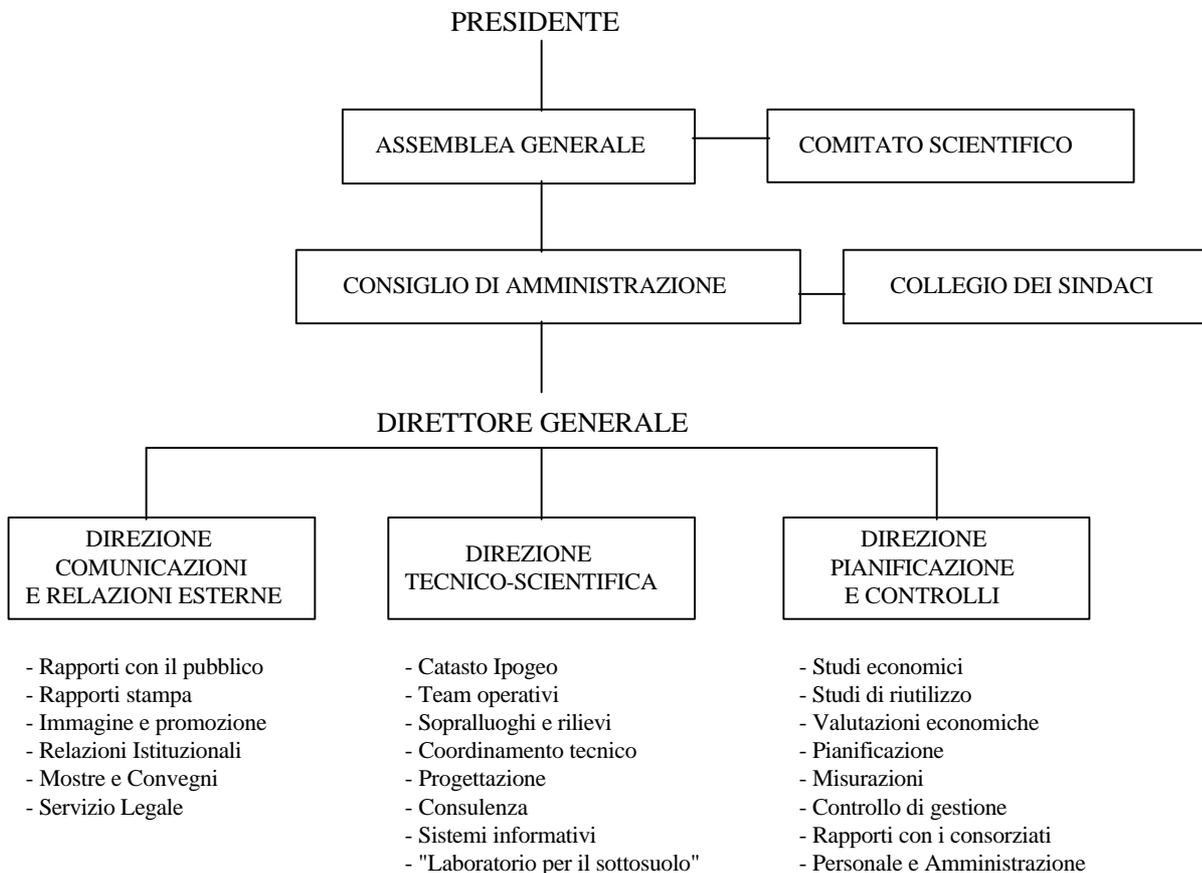
In termini gestionali l'Azienda potrebbe essere misurato attraverso diversi parametri; ne seguono alcuni.

- *Cost avoidance*: traduzione in "moneta" delle operazioni di riutilizzo delle attrezzature o delle competenze specialistiche;
- numero di ipogei scoperti;
- numero di ipogei rilevati;
- tempo medio di "accatastamento";
- quantità di accessi alla banca dati;
- numero di progetti presentati;
- numero di progetti approvati;
- valutazione annuale dell'indotto;
- numero di occupati generati annualmente;
- presenza sui *media*;
- numero di consulenze effettuate;
- numero di consulenze effettuate e pagate;
- rapporto semestrale dell'Ufficio Relazioni con il Pubblico;
- *survey* di qualità servizio da sottoporre agli utenti;

- numero di conferenze e congressi alle quali la SpA è stata invitata;
- numero di pubblicazioni scientifiche e articoli sulla stampa specializzata;
- numero di contatti con il sito internet «Hypogea Urbis»
- altri ...

3.3 LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA PROPOSTA

Gli obiettivi e le modalità operative della struttura sono già stati esplicitati nella parte precedente, qui di seguito segue una ipotesi organizzativa di massima:



Ad ognuna delle Direzioni andrebbe assegnato del personale fisso. Il totale degli occupati previsto è di circa 50/60 unità. La direzione tecnico scientifica dovrebbe assorbirne la maggior parte a causa della necessità di avere almeno due specialisti per ogni comparto: archeologi classici, archeologi medioevalisti, architetti, speleologi, informatici, geologi, chimici, fotografi, ecc.

4. FONTI DI FINANZIAMENTO E COSTI DI AVVIAMENTO

Il progetto si avvarrebbe delle partecipazioni finanziarie delle Istituzioni e Aziende aderenti e dei finanziamenti legati alla presentazione e approvazione del progetto da parte della Comunità Europea o degli Enti Nazionali preposti. Nel contempo, in virtù del ruolo assegnato e dei servizi erogati, anche le imposte e tasse relative a suolo, sottosuolo e aspetti collaterali potrebbero finanziare l'organizzazione.

La vendita dei servizi del Consorzio ad altri Comuni e Enti Locali sia nazionali che esteri, la consulenza ad Aziende private, la realizzazione di iniziative editoriali di pubblicazioni, audiovisivi e multimedia abbinate ad altre iniziative di autofinanziamento, contribuirebbero in modo significativo alla generazione di ricavi diretti.

Come per la valutazione definitiva della operatività, anche il livello generale di spesa deve essere valutato nell'ottica del numero e tipo di partecipanti. Si rivela quindi indispensabile una prima verifica politica sul numero e tipo di partner da inserire.

Le attuali valutazioni economiche evidenziano un payback di cinque anni.

5. FATTORI VINCENTI E FATTORI FRENANTI

In considerazione della innovatività operativa e gestionale della proposta e perchè l'Azienda e le Amministrazioni locali possano operare produttivamente vanno ben valutati preventivamente alcuni fattori determinanti per il successo dell'operazione.

5.1 FATTORI VINCENTI

- Necessità oggettiva di ridisegnare un rapporto tra superficie e sottosuolo.
- Efficiente gestione delle emergenze.
- Supporto oggettivo alle decisioni strategiche.
- Occupazione qualificata.
- Servizio aggiuntivo non in conflitto con le correnti competenze e responsabilità.
- Coordinamento e pianificazione.
- Contenuti e metodologie di lavoro ad alti contenuti tecnici e di spettacolarità.
- Servizio sociale (anziani e volontari) e per la comunità scientifica e studentesca (Laboratorio).
- Costi di struttura consortile contenuti.
- Interesse di Aziende Comunali e private alla partecipazione.
- Veicolo per sponsorizzazioni (servizi dalle aziende).
- Ritorno di immagine per il Comune e l'«Azienda Italia».

- Effetto volano.
- Ripetibilità in altre città

5.2 *FATTORI FRENANTI*

- Affidamento dell'Azienda a politici anziché a specialisti
- Potenziale conflitto di interessi tra Amministrazioni e Azienda per gli ipogei già valorizzati o rilevati.
- Scarsa comprensione o incoerenza nella gestione rispetto alla autonomia delle amministrazioni specifiche.
- Gestione dei finanziamenti attraverso il parere o approvazione dei progetti da parte della SpA.
- Eventuale mancata adesione dello Stato Pontificio nel caso di Roma . Come ipotesi di minima è prevista la possibilità di effettuare delle consulenze ai suoi dipartimenti specifici.
- Mancata sponsorship dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri (Aree Urbane), Ministero del Lavori Pubblici e Ministero dei Beni Culturali

6. IL GIUBILEO DEL 2000, UNA GRANDE OPPORTUNITA' PER INIZIARE

Il Giubileo del 2000 avrà per Roma e l'Italia intera una portata rilevante.

L'enorme flusso di turisti che tale evento richiamerà potrebbe trovare nelle nuove valorizzazioni e negli aggiunti sfruttamenti turistici del sottosuolo romano una attrazione complementare a quelle specifiche del Giubileo stesso.

Le necessarie opere infrastrutturali e i relativi finanziamenti avrebbero potuto bene integrarsi in una prospettiva di lungo periodo se monitorati in modo coerente. Anche sotto questo profilo l'Azienda HYPOGEA URBIS avrebbe potuto offrire un considerevole contributo e ottenere, di ritorno, una contropartita finanziaria per la propria costituzione. Questo vale anche per i paventati progetti di canalizzazioni intelligenti che il Comune e le aziende interessate stanno recentemente pubblicizzando.

Ad oggi però il Giubileo può prevalentemente costituire un riferimento temporale oggettivo ed importante verso il quale finalizzare l'avviamento del progetto e l'attivazione delle attività divulgative e di richiamo turistico.

Un primo obiettivo legato al Giubileo potrebbe essere quello di programmare ruolo, operatività, immagine e ipotesi promozionali a fronte di tale evento. A consuntivo si potrà ottenere un riscontro oggettivo sulla produttività e il ritorno delle attività dell'Azienda stessa.

7. LE INFORMAZIONI OPERATIVE

I dettagli tecnici dell'operazione, la bibliografia, le considerazioni e proposte della metodologia operativa e la banca dati di riferimento sono in possesso dell'autore che è pronto a renderle disponibili nel caso in cui l'idea prenda concreto avviamento.

[*Ritorno Menu*](#)

ALLEGATI

[Ritorno Menù](#)



PROVINCIA DI ROMA

Sistemi Informativi

www.provincia.roma.it

Email: g.cicconi@provincia.roma.it

Tel. 06/67663615 fax. 06/67663592

IL SISTEMA INFORMATIVO SULL'AMBIENTE ESTERNO GEOGRAFICO, ECONOMICO, TERRITORIALE, AMBIENTALE

Gabriele Cicconi - Dirigente Sistemi Informativi Provincia di Roma

Sui Sistemi Informativi

Comunemente si dice che anche il più potente stratega se non dispone di informazioni precise e puntuali non può prendere decisioni adeguate ed appropriate.

Ciò è ancor più vero oggi che, come ha scritto Alvin Toffler "Le possibilità attuali informatiche ed informative sono talmente rivoluzionarie che mettono in discussione tutte le nostre vecchie convinzioni, i vecchi modi di pensare, le vecchie formule, i vecchi dogmi e ideologie e non importa quanto apprezzati o utili in passato, non tengono più il passo con la realtà. Il mondo che si sta rapidamente emergendo dallo scontro con nuovi valori e tecnologie, nuove relazioni geopolitiche, nuovi stili di vita e modi di comunicare, richiede idee e analogie, classificazioni e concetti interamente nuovi. Non possiamo collocare l'embrionale mondo di domani negli schemi convenzionali di ieri. E gli atteggiamenti e i modi di pensare ortodossi non sono più appropriati".

E quanto sopra, aggiungo, è dovuto essenzialmente ai sottosistemi sempre più distribuiti e sempre più interconnessi.

Sono proprio i tempi di accelerazione delle notizie, la necessità di prendere decisioni sempre più rapide e oggettive (previe aggregazioni ed analisi dei dati necessari) oltre alla possibilità sempre maggiore di veicolare informazioni indipendentemente dalle distanze geografiche, le realtà e i bisogni di quello che in gergo informatico viene chiamato "Villaggio Globale".

Internet ne è l'esempio più evidente e diffuso.

Anche se con qualche ritardo anche gli Enti pubblici si stanno lentamente attrezzando.

Non e' raro, infatti, imbattersi in discussioni concernenti sistemi unitari, sottosistemi, standard e connessioni in rete.

Perché tanto interesse?

I cittadini - utenti stanno prendendo coscienza dei loro diritti, gli stessi sentono la necessita' di avere risposte pronte ai loro bisogni, gli Enti conseguentemente hanno necessita' di velocizzare le loro decisioni: oggi i due orologi tra Paese legale e Paese reale non risultano sincronizzati.

Di questo ne siamo tutti coscienti.

Ma siamo sicuri che la soluzione sta' solo in investimenti informatici? Oppure esistono altri problemi quale il reperimento e l'aggiornamento dei dati?

Sulla base delle esperienze acquisite prima di qualsiasi decisione bisognerebbe rispondere alle seguenti semplici domande:

- 1) Si sono attentamente valutati i bisogni? Quali sono le priorità?
- 2) Si vuole utilizzare il Sistema Informativo per aggiornare anche la propria organizzazione interna?
- 3) Si e' coscienti che l'attivazione di un Sistema Informativo (più ancora quello teso all'ambiente esterno) ha bisogno di continui investimenti, di continui aggiornamenti e di costanti risorse specialistiche?

Oggi la conclamata lentezza della Pubblica amministrazione a rispondere ai bisogni di informazione nasce, a mio parere, da due fattori essenziali: la stasi organizzativa (con la sua difficoltà a risolvere i problemi anche correnti) e la difficoltà ai cambiamenti delle strutture (che invece dovrebbero essere dinamici e al passo con le necessita').

Con gli anni settanta giungono a maturazione i segni di un profondo cambiamento migratorio che investono sia il quadro demografico che l'assetto produttivo - residenziale. Tramonta il mito della grande città quale forma di attrattiva e richiamo.

Dallo studio comparato dei dati (anche Istat) si e' constatata la redistribuzione della popolazione all'interno dell'area romana (e non più solo urbana) che di fatto ha comportato una nuova politica spaziale delle funzioni di servizio e delle attività produttive mentre si vedevano accrescere nell'area urbana l'inserimento di nuove specializzazioni qualificate e tecnologicamente avanzate.

Gli Amministratori, al mutato quadro demografico, furono chiamati a rispondere a varie esigenze tese ad un nuovo modello territoriale di sviluppo della popolazione opposto al precedente e allora, ad esempio, furono costruiti ancora edifici scolastici ma questa volta distribuiti nel territorio.

Il risultato è quello di avere oggi una eccedenza di immobili scolastici e non saperne che fare.

Se dieci o quindici anni fa' si fossero semplicemente analizzati gli elementi: nascite - età scolare - flussi migratori, anziché dare respiro, a volte, solo ad interessi elettorali di zona forse, oggi, la realtà sarebbe leggermente diversa.

Altro esempio e' stato lo studio sul pendolarismo aggregando dati Istat e dati dei Comuni.

Il risultato e' stato interessante. Lo stretto collegamento tra la mobilità pendolare e le caratteristiche ed i limiti dei processi di redistribuzione sul territorio provinciale delle funzioni abitative, da un lato, oltre che produttive e direzionali dall'altro, ha configurato, all'inizio degli anni ottanta, la provincia di Roma come fortemente gravitazionale per il lavoro sulla Capitale: negli anni '70-'80 su 100.000 residenti che svolgevano la propria attività lavorativa al di fuori dell'area di residenza, oltre il 77,3 % aveva il lavoro ubicato nel capoluogo.

Da un ulteriore confronto della struttura gravitazionale tra i due periodi 1981-91 si e' evidenziata una nuova realtà: il pendolarismo per lavoro verso la Capitale era passato all'85,6% .

Questa forte ed accresciuta dipendenza da Roma e' frutto di un permanere nell'area romana di gran parte delle opportunità di lavoro.

Oggi, invece, si esalta la pianificazione sugli interventi viari e si va' verso accordi di programma con vari Enti investendo del problema legato al pendolarismo il Consorzio regionale dei trasporti

Altro esempio di aggregazione di dati: si e' cercato di analizzare la fortissima flessione del saldo naturale (nascite meno morti) avuta nel periodo '81-'94 a Roma concludendo che non basta spiegare il crollo demografico con la mancanza di nascite, la soluzione del problema e' da ricercare soprattutto nel repentino affievolirsi, alla meta' degli anni '70, della sua capacità di attrarre ingenti flussi migratori (anche da altre regioni).

Nel contempo ci si e' accorti che nell'ultimo decennio, grazie alla loro prossimità alla Capitale, i Comuni della cintura urbana si sono avvalsi, contrariamente, di una incessante e vigorosa spinta alla crescita residenziale dovuta a più fattori quali la maggiore facilità di reperire alloggi abitativi a costi contenuti, migliore vivibilità, miglioramento dei trasporti, ecc. (anche se il polo lavorativo resta la Capitale), creando quindi un modello di crescita che dopo il 1971 da centripeto diventa centrifugo, quantomeno per quello che riguarda sostanzialmente l'area metropolitana di Roma.

Il Sistema Informativo economico:

Ai censimento del 1991 risulta che la popolazione in età lavorativa in Italia era costituita da circa 44 milioni di persone. Nel 1981 il tasso di attività maschile era pari al 74,7%, mentre quello femminile era del 36,6%.

Nel decennio successivo il tasso maschile e' diminuito del 4% mentre quello femminile e' corrispondentemente aumentato.

Nel 1991 il tasso di attività per gli uomini era pari al 70,7% mentre quello delle donne era del 40,5%.

Un esame del mercato del lavoro nel Lazio (dati Istat) fa registrare nel 1991 una popolazione in età

lavorativa pari a circa 4 milioni di unita'.

Non si può comunque generalizzare.

Ogni Ente e' un microcosmo con problemi più' o meno accentuati, ma, comunque, molto simili tra loro.

Gli esempi che riporto nella presente relazione sono ricavati da lavori comuni tra il Sistema Informativo e l'Ufficio Programmazione della Provincia di Roma, con elementi conoscitivi estratti dalla banche dati banche dati del Comune di Roma, della Regione Lazio, dell'ISTAT, del Ministero dell'Interno e dell'Ambiente, dell'ACI, ecc.

Struttura del modello concettuale:

Il modello del Sistema Informativo esterno (ma anche interno) e' stato ideato per rispondere ai seguenti requisiti:

- Architettura Client/Server
- Sistema aperto basato sulla cooperazione e condivisibilita' delle applicazioni
- Sistema basato sui seguenti tre livelli:
 - Server dipartimentali
 - Rete di comunicazione locale e geografica
 - Clienti come stazione di lavoro utente
- Struttura di rete per la comunicazione:
 - Rete locale di interconnessione tra server e clients
 - Rete geografica per l'accesso al sistema informativo esterno(rete territoriale)
 - Rete di comunicazioni per banche dati esterne e Internet

Il Sistema Informativo demografico:

E' facile comprendere che l'anagrafe demografica di ogni Comune e' una potenziale ed importante banca dati. Basta saperla sfruttare.

Da questa semplice constatazione e dall'aggregazione dei dati abbiamo una serie di risposte (suddivisibile facilmente per area geografica) che investono, ad esempio:

- la fascia di popolazione divisa per età e per sesso
- la variazione delle residenze (immigrazione ed emigrazione)
- la popolazione in età scolare
- la popolazione attiva
- la popolazione in pensione
- i flussi di pendolarismo, ecc.

Un nostro recente studio su queste banche dati ha portato ad interessanti raffronti e ha permesso di conoscere ed analizzare vari aspetti socio - politici importanti per pianificare gli interventi. Ad esempio l'evoluzione demografica di Roma e degli altri Comuni si e' manifestata nel corso degli ultimi decenni con ritmi di crescita progressivamente differenziati e tali da produrre, con l'arrivo degli anni settanta, un completo ribaltamento tra le due realt  territoriali. Fino agli anni '70, infatti, la crescita demografica della Capitale, imponente ed ininterrotta per le ampie correnti immigratorie a cui corrispondeva una diminuzione delle residenze nei Comuni contermini aveva rappresentato l'elemento dominante nel modello di sviluppo della popolazione. Conseguentemente, ad esempio, furono costruiti in Roma molti Istituti scolastici per far fronte alle nuove esigenze ,mentre i privati edificavano interi nuovi quartieri. Al 1991 aggregando dati ISTAT e altri dati di studi socio - economici si e' riscontrato che la popolazione attiva della provincia di Roma era pari a 1.623.000 unita', pari al 50% della popolazione in et  lavorativa superiore ai 14 anni registrando un sensibile aumento in rapporto al 1981 (+ 153.000 unita'). Volendo analizzare il tasso occupazionale nel triennio 1993-95 per la Provincia di Roma abbiamo il seguente andamento:

1993: Occupati 90,41 %	Disoccupati 9,59 %
1994: Occupati 88,83 %	Disoccupati 11,17 %
1995: Occupati 87,24 %	Disoccupati 12,76 %

Anche senza analisti questi soli dati misurano da soli lo stato dell'economia romana. Si e' scoperto che suddividendo geograficamente i dati suindicati si ricava una mappa interessante diversa non solo da Comune a Comune ma addirittura da quartiere a quartiere. Comparando invece i dati sugli insediamenti produttivi e di servizio si e' rilevato che la localizzazione del lavoro non privilegia in materia preponderante il comune centrale. Infatti su 19.858 nuove attivit  (variazione 1981-91), 12.130, pari al 61% si insediano entro il confine del Comune di Roma mentre 7.728, pari al 39% nel resto della provincia. Tendono dunque a modificarsi i rapporti tra Roma ed il resto della provincia anche se la concentrazione delle attivit  sulla Capitale rimane molto alta (solo il centro storico assorbe circa il 40% degli addetti) . Sono questi dati importanti per interventi decisionali di ordine politica. Attraverso il Sistema Informativo si e' potuto inoltre verificare che il sistema economico - produttivo romano, nel suo complesso, presenta processi di debole intensit  verso una

ridislocazione territoriale dell'industria in funzione della ricerca di nuovi bacini di mano d'opera e spazi di insediamento più organizzati di quelli tradizionali, mediante spostamenti in zone vicine a quelle già sottoposte ad industrializzazione (es. Pomezia già inserita nei benefici dell'ex Cassa del mezzogiorno).

L'attuale stato di crisi ha portato vari Enti, per iniziativa della Provincia, a stilare accordi di programma per il rilancio produttivo con la partecipazione anche delle Associazioni imprenditoriali.

II Sistema informativo territoriale ed ambientale

La Provincia di Roma nel corso del 1995 ha incaricato un gruppo di lavoro, composto di professionisti interni ed esterni, per elaborare una serie di approfondimenti allo scopo di aggiornare il primo schema di Piano Territoriale di Coordinamento.

Tale necessita' era resa urgente dal rapido mutamento del quadro della pianificazione sovraordinata e locale, che ha prodotto nel giro di pochi anni un cambiamento radicale del quadro di riferimento, anche per il concretizzarsi di numerose procedure di accordi di programma, conferenze dei servizi, protocolli d'intesa, che pongono la necessita' di operare scelte in tempi rapidi e nella completezza di un quadro di insieme.

Naturalmente se parliamo di assetto del territorio, di base cartografiche e di tematismi affrontiamo un argomento complesso sia dal punto di vista operativo (raccolta dati) che tecnico - gestionale.

Difficilmente Comuni di medie dimensioni possono sostenerne lo sforzo economico ed organizzativo; allora altri Enti con competenza territoriale più vaste (penso alle Regioni) dovrebbero essere i naturali coordinatori e gestori del Sistema Territoriale e Ambientale per dare risposte anche agli altri Enti.

Con i naturali limiti di bilancio, la Provincia di Roma ,da circa dieci anni tende ad incamerare dati relativi ai Piani Urbanistici di tutti i Comuni di sua competenza e ad arricchire il proprio sistema con vari tematismi territoriali.

Gli approfondimenti tematici fin qui realizzati sono scaturiti anche dal contributo di molte altre realtà istituzionali, ma quello di cui si e' sentita la mancanza e' stata la quasi totale assenza di coordinamento e di direttive unificanti da parte della Regione Lazio.

L'obiettivo di fondo che si porta avanti e' quello di avere una visione globale e l'ambizione di meglio decidere una politica gestionale che possibilmente coniughi i bisogni collettivi dei cittadini con la protezione e tutela dell'ambiente.

Possiamo quindi dire, in senso lato , che un Piano Territoriale si configura come piano di "coordinamento" di altri livelli di pianificazione sovraordinata e concorrente (piani derivanti dalle leggi sulle aree protette ,sulla difesa del suolo, piani regionale, ecc.), di livelli di pianificazione

sottordinati (piani regolatori e piano delle Comunità Montane), e di altre forme di accordo, per cui e' possibile delineare la struttura del piano stesso che e' formulata e sarà sempre oggetto di aggiornamenti e revisioni dinamiche secondo obiettivi di breve, medio e lungo termine.

D'altro canto le nuove funzioni e competenze territoriali da parte delle Province in materia di assetto del territorio, viabilità, programmazione, tutela e valorizzazione delle risorse ambientali, hanno determinato e determinano le condizioni affinché le stesse si dotino di un progetto complessivo gestionale in grado di motivare tecnicamente le linee strategiche d'intervento.

In genere i maggiori utilizzatori di un Sistema Informativo Territoriale sono i Servizi di Programmazione, Tecnici, Geologici, e Ambientali con il supporto del Centro Elettronico.

Congiuntamente, ognuno per la parte di propria competenza , i Servizi suindicati tendono gradualmente a costruire il data base cartografico ed alfanumerico ampliandolo ed arricchendolo con i loro tematismi (insediamenti urbani, industriali, discariche, punti inquinanti, falde acquifere, ecc.).

Comunque si consiglia di arricchire il Sistema anche con immagini, informazioni descrittive ed alfanumeriche per creare così un valido strumento di interrogazione.

Notevoli problemi si hanno nel reperire all'interno figure professionali adatte alla gestione tecnico - operativa, generalmente complessa, e alla difficoltà di tenere aggiornate le banche dati in quanto i dati reperiti diventano rapidamente obsoleti e quindi non più affidabili.

Se volessimo analizzare, a titolo esplicativo, le fattibilità e le possibili applicazioni del catasto delle strade bisognerebbe reperire e tenere aggiornate le seguenti informazioni:

a) Stato giuridico - amministrativo, fisico, struttura servizio e di sicurezza della strada o del singolo tratto della medesima:

- descrizione fisica delle caratteristiche del tronco stradale
- descrizione delle opere d'arte principali
- descrizione dei lavori di manutenzione e prospetto storico
- intersezioni, nodi e centri abitati attraversati
- elementi di sicurezza e grado di incidentalità
- immobili di servizio ed attrezzature di assistenza all'utenza

b) Descrizione dei fenomeni dinamici correlati all'intera rete stradale:

- monitoraggio del traffico
- monitoraggio ambientale(inquinamento) e dei fenomeni atmosferici

c) Gestione della cartografia di base a diverse scale, sia di tipo raster che vettoriale:

- carta tecnica regionale in formato raster
- vettorializzazione del reticolo stradale provinciale, statale e comunale, con possibilità di restituzione a scale diverse
- banca dati di immagini fotografiche, disegni, foto aeree, ecc.

Conclusioni

Particolare attenzione nei Sistemi Informativo sull'ambiente esterno deve essere posta:

- nel reperimento dei dati
- nei collegamenti con le altre Banche dati
- nello studio delle variabili socio - culturale, ambientali ed economiche
- nella definizione dei modelli organizzativi e dei sistemi informativi
- nel coinvolgimento e nella formazione del personale
- nell'analizzare i tempi di sviluppo e i relativi costi
- nello sfruttamento della attuali potenzialità residenti in Internet, ecc.

Solo in quest'ottica complessiva e' possibile risolvere i problemi d'insieme per far decollare un Sistema Informativo e avere così le linee di tendenza e la conoscenza attendibile del momento.

La domanda di complessità attraverso la quale articolare, inoltre, i rapporti tra Stato, Enti Locali e Società Civile(e la riorganizzazione dei rispettivi ruoli e competenze), e' sicuramente oggi più consistente e certa ma avrebbe bisogno a mio parere di un miglior coordinamento.

Non vedo oggi all'orizzonte Enti disposti a prendere tale iniziativa se non in forma disarticolata e sporadica.

Ma, così come ho iniziato, concludo ripetendo che nella società in cui viviamo e a cui i nostri Enti debbono dare risposte valide ed efficaci le "informazioni" sono divenute "bisogni primari" di cui soltanto un presuntuoso può far finta di non aver bisogno.

[Ritorno Menù](#)

L'AUSILIO DELLA VIDEOCAMERA IN FORO PER LO STUDIO DELLE CAVITÀ SOTTERRANEE

Antonio Piccoli

Direttore Tecnico della GEO TECNO SOND srl

L'ausilio della videocamera nelle indagini con perforazioni ha permesso di rilevare l'andamento planimetrico delle gallerie e di studiare la stabilità delle volte e dei pilastri, senza dover entrare in galleria. Ha permesso inoltre di indicare le soluzioni progettuali per diminuire la potenzialità di crolli.

La Geo Tecno Sond, che ha contribuito alla organizzazione di questo convegno, è un'impresa specializzata in indagini geognostiche ed opere speciali nel sottosuolo. Ha eseguito molti lavori di indagini per ricerca di cavità sotterranee. La conoscenza e lo studio di questa tipologia di lavoro si è comunque affinata durante i tre appalti annuali di indagini geognostiche, dal 1993 al 1996, che la Geo Tecno Sond ha acquisito con il Comune di Roma. Tali indagini, pur se riguardavano le problematiche di natura geologica e geotecnica che si presentavano nel territorio comunale, alcune volte doveva affrontare il problema delle voragini che, a più riprese, in quegli anni si sono verificate a Roma, particolarmente nella zona Centocelle e nella zona Magliana.

Nelle prime campagne di questo tipo, come primo approccio al problema, si partiva con una campagna geognostica per la conoscenza stratigrafica del terreno, quindi si passava ad una seconda fase con una rete di perforazioni a distruzione di nucleo disposta a maglia quadrata (lato 3 m) in modo da avere maggiori probabilità di intercettazione delle eventuali gallerie. A fine campagna, dopo il rilevamento topografico dei fori, si correlavano le cavità alla stessa profondità e si tentava di disegnare la rete ipogea. Ci si accorgeva però della scarsa precisione quando, in una successiva fase di controllo della disposizione planimetrica immaginata, si inserivano ulteriori perforazioni. Il più delle volte si riscontrava che dove doveva essere pieno c'era un'altra cavità e all'inverso, dove doveva esserci un vuoto, perchè fra due gallerie, c'era il pieno.

Queste difficoltà ad avere dei dati precisi, ha indotto a pensare una soluzione e quindi a realizzare una videocamera piccola tanto da poter scendere nei fori di perforazione; con un meccanismo telecomandato per poterla guidare nelle riprese; con una luce tale da illuminare la cavità per una distanza di almeno 10 metri.

Già ai primi tentativi, quando la telecamera non era ancora perfezionata, ci si è resi conto del salto nella conoscenza dei reticoli caveali. Grande è stata l'impressione quando, insieme ai tecnici comunali, si sono visti i pilastri crollati, i muretti costruiti per il sostegno delle volte, le cavità invase da liquami come dei laghi sotterranei, i collettori fognari tranciati, la disposizione areale delle cave di pozzolana sotterranee che assomiglia ad un groviglio contorto, esteso e con molti rami tronchi o franati.

La ricerca di gallerie ora è diventata più semplice: basta intercettare una cavità, si inserisce la videocamera e si ubicano i successivi fori, sicuri di avanzare nella stessa galleria e seguirla per tutto il "labirinto" ipogeo.

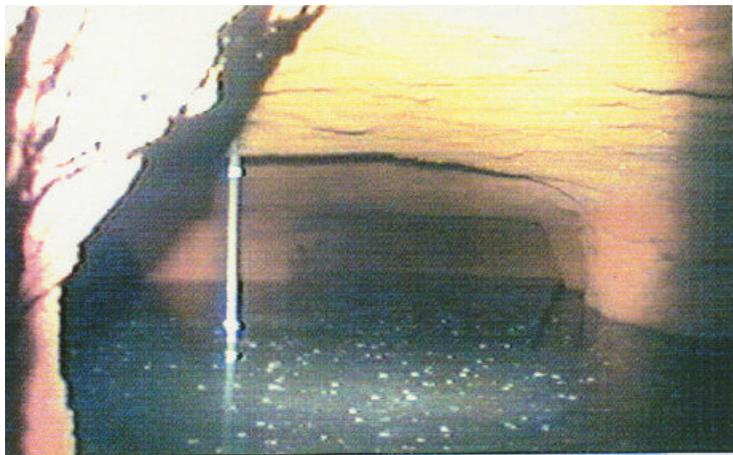
Ora il geologo che segue l'indagine vede la galleria attraverso il video, dirige le riprese per meglio studiare la loro morfologia, disegna la cavità su una speciale scheda con la disposizione orientata sui punti cardinali, segna la direzione della galleria in base ad uno speciale strumento graduato posto sul foro di sondaggio e si appunta le annotazioni sulla staticità delle volte e dei pilastri. Si passa così, dopo un controllo minuzioso in ufficio delle cassette VHS, al riversamento sulla base topografica e si ottiene una rete caveale molto vicino alla realtà. Inoltre è possibile eseguire una analisi diagnostica dello stato fisico e della stabilità delle gallerie in totale sicurezza.

Qui di seguito riportiamo alcune indagini significative e le particolarità di ognuna (Le indagini sono state eseguite per conto del XII Dipartimento del Comune di Roma - Direzione lavori: Ing. F.S. Pellegrini):

- **Via Buje D'Istria - Via Albona** (zona Villa Gordiani) – 1993-95 - A seguito di una voragine sulla strada, si è scoperta una vasta e ramificata rete di gallerie prodotte da attività di cava di materiali pozzolanacei. La quasi totalità delle gallerie è risultata invasa da liquami per le rotture della rete fognaria. Dal punto di vista strutturale si è constatata la pericolosità dell'interazione fra le fondazioni superficiali continue delle palazzine di quattro piani e le gallerie con il tetto anche a 4,5 metri fortemente ammalorate dalla presenza dei liquami .

In questo cantiere abbiamo constatato per la prima volta l'importanza della videocamera nello studio delle gallerie.

Nella fig.1 vi è la planimetria basata solo sui dati delle perforazioni; nella fig.2 vi è la planimetria derivante dallo studio con l'ausilio della videocamera. E' evidente la maggiore precisione nella definizione della rete caveale.



Nella foto a lato si vede un tratto di galleria sotto via Bule D'Istria, invasa dai liquami. In fondo si nota l'asta metrata che utilizziamo per dare un termine di paragone alle riprese e misurare le gallerie. In questo caso avevamo 1,5 mt di liquami e 1.30 mt di spazio vuoto.

Fig 1

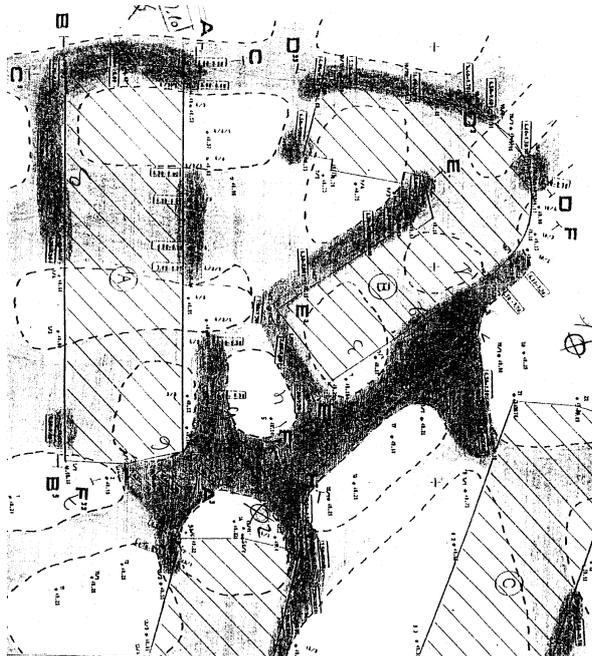
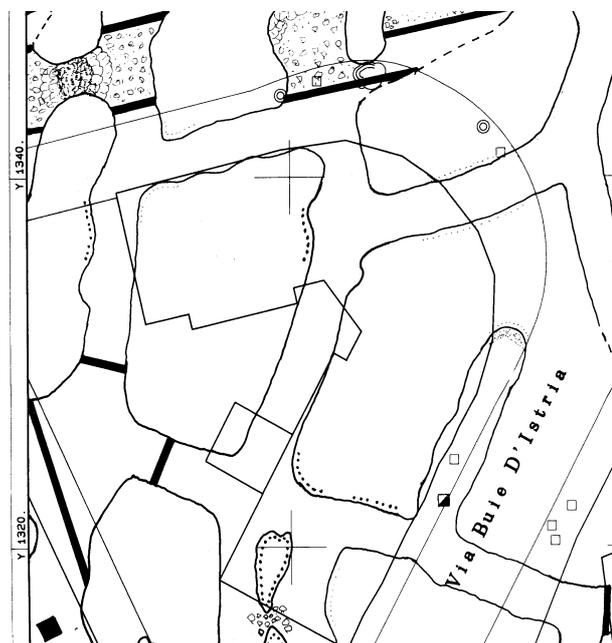
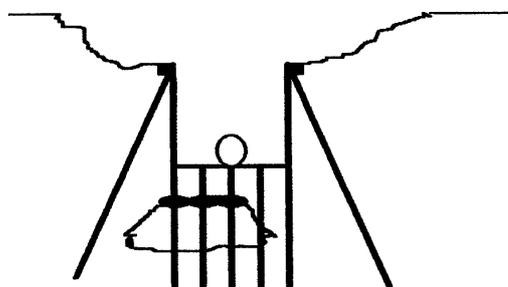


Fig 2

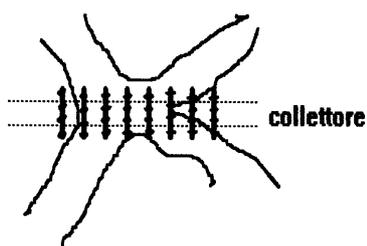


- **Via Prenestina** - 1995 - La zona è a poche centinaia di metri da Via BujeD'Istria e la rete di gallerie riscontrate è in qualche modo in collegamento con quelle sopra descritte. Anche qui la voragine è la conseguenza del crollo di una galleria conseguentemente alla rottura di un collettore fognario posizionato a circa -9.0 mt, al di sopra del tetto della cavità. L'indagine con riprese video in foro ha ubicato la posizione del collettore e la zona della rottura e quindi ha indicato al progettista le modalità per il ripristino del tratto fognario.

SEZIONE

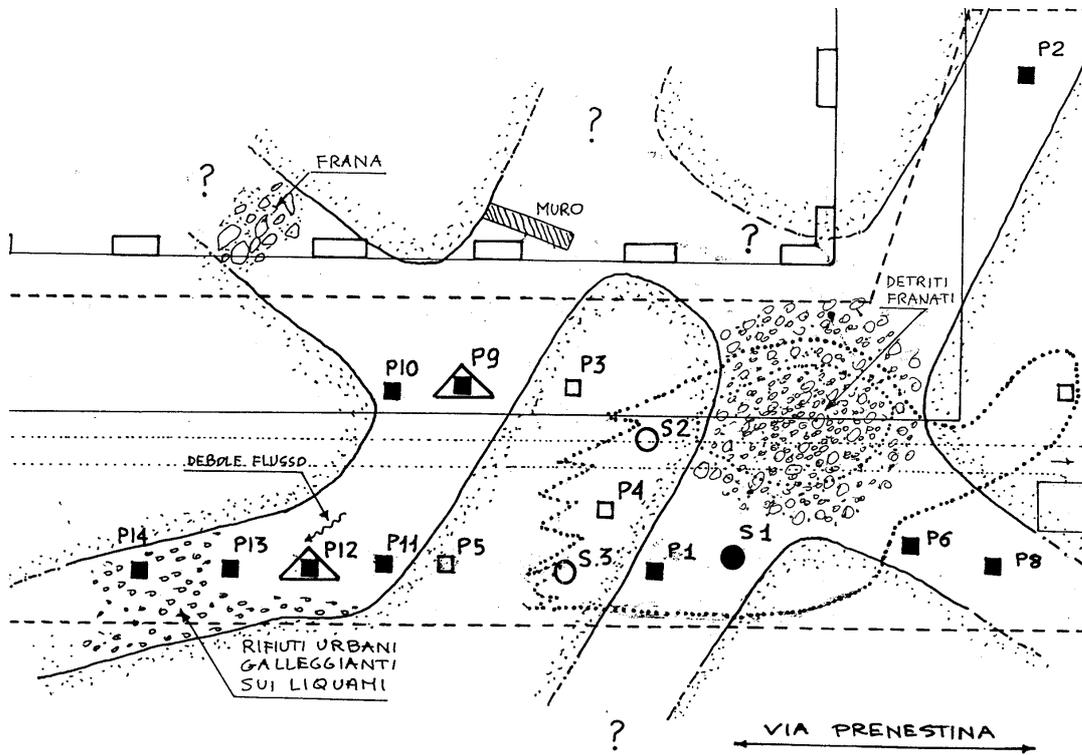


PIANTA



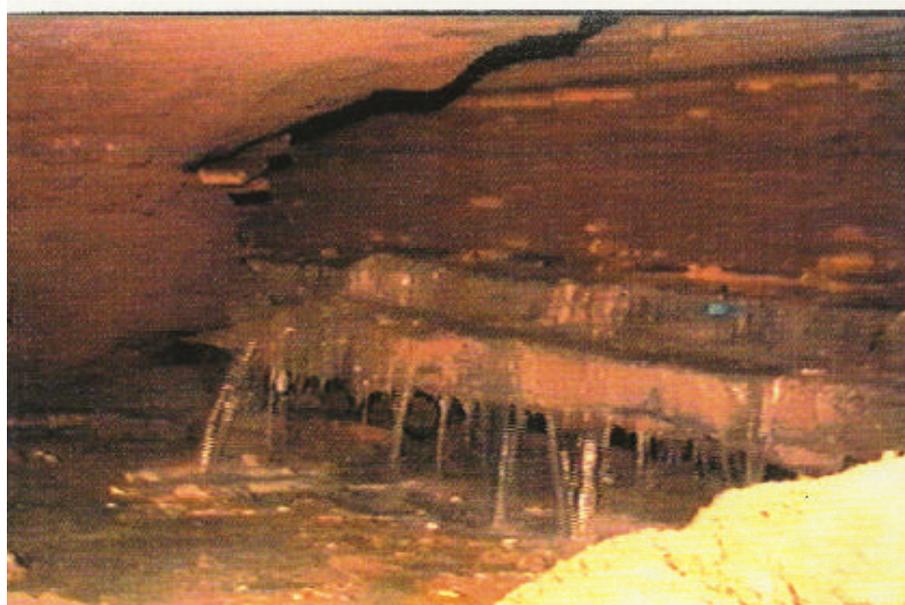
Sopra sono rappresentati dei disegni per consigliare una soluzione progettuale basata sulla esecuzione di micropali per sostenere il ripristino della fognatura e mettere in sicurezza la esecuzione dello scavo ; in fig.3 è mostrata la planimetria della galleria .

Fig 3



- **Via Dulceri** - Nei pressi di Via dell'Acqua Bulicante - 1996 - Una voragine poco profonda ma molto estesa e fortemente maleodorante ha suscitato le rimostranze degli abitanti dei palazzi di Via Dulceri. L'indagine si è sviluppata con perforazioni a carotaggio continuo distribuite nell'area limitrofa alla strada e alla voragine. Quì è stata individuata una situazione altamente pericolosa che non ancora appariva in superficie, fra l'interazione fra la rete fognaria crollata in più punti e la rete delle gallerie invase da liquami. Anche in questo caso il ripristino dell'area e la progettazione del nuovo collettore si è avvalso dell'ausilio preponderante della videocamera in foro.

L'immagine della foto 1 mostra il tratto di collettore crollato a metà con i liquami che si riversano in galleria.



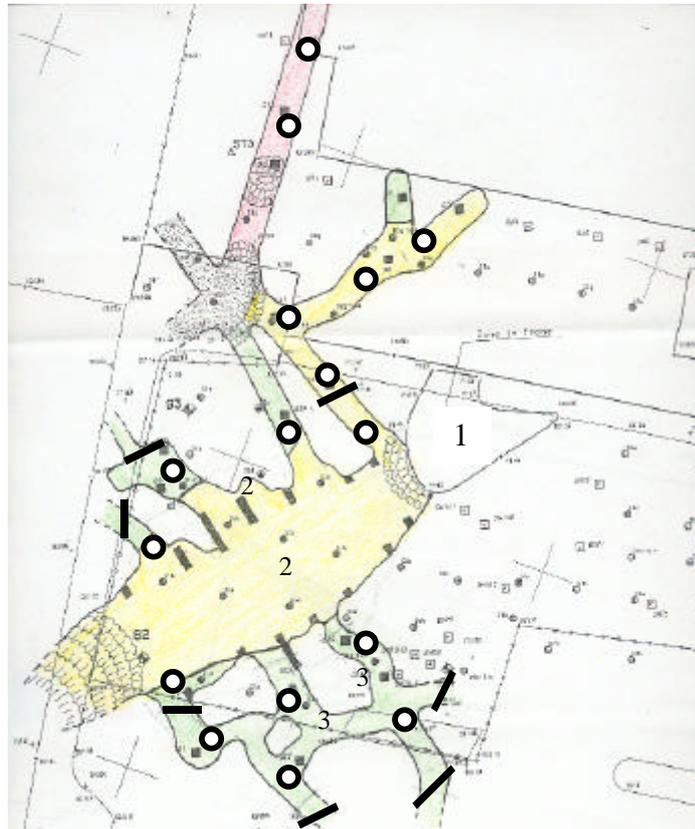
- **Via Formia e strade adiacenti** - 1996 - L'indagine, commissionata dalla Vi° Circoscrizione del Comune di Roma, è stata programmata per la progettazione di un sistema fognario in un'area priva di rete di smaltimento. La presenza di gallerie era comunque nota sia per precedenti voragini sia perchè nell'area era segnalata la presenza di vecchie cave sotterranee di pozzolana. L'indagine ha portato alla ricostruzione della rete caveale ed alla individuazione di due sistemi di gallerie sovrapposte le quali in alcuni punti risultavano crollate l'una sull'altra con presenza di vuoti anche di 8.0 mt.

Come parte integrante dei risultati dell'indagine si è consegnata al committente una videocassetta VHS con le registrazioni delle varie riprese in foro, corredate dalle schede dei singoli rilevamenti e le indicazioni planimetriche.

- **Via Borsa** - zona via Fiorentini - 1996 - Anche qui si è verificata una voragine provocata dal crollo di una galleria, posta a circa 4 metri dalla superficie. L'indagine è stata eseguita predisponendo una rete di perforazioni. Esse hanno intercettato per circa il 40% gallerie sotterranee poste ad una profondità variabile fra i 2,5 mt ai 7 mt. L'ausilio della videocamera ha fatto ricostruire perfettamente l'andamento delle gallerie anche nella sua diversa posizione di profondità. In seguito il Comune di Roma in base al nostro rapporto ha indetto l'appalto per il

riempimento di queste gallerie. Nei rami di galleria da chiudere, larghi circa 3 mt, si sono costruite delle paratie con pali del $D=270$ mm rivestiti con lamierino.; successivamente si sono eseguiti dei fori centrali in cui si è immessa a caduta, della pozzolana grigia a granulometria sabbiosa ben vagliata e mista a calce idrata. Questo per fare in modo che successivamente con l'umidità naturale potesse cementarsi. Negli stessi fori, poi, si sono inseriti dei particolari ugelli direzionabili con cui si è immessa nella galleria ed in mezzo alla pozzolana, aria compressa a circa 10 atm. Questo per lanciare in tutte le direzioni la pozzolana, sino alle paratie con i micropali precedentemente costruite.. Quando poi era tutto saturato, i fori venivano ulteriormente riempiti con miscela cementizia, con il compito di andare ad occupare gli ultimi spazi rimasti fra la pozzolana e la calotta.

Nella figura a lato vi è la planimetria delle gallerie riscontrate sotto Via Borsa.
1: voragine da cui è partita l'indagine;
2: camerone centrale a circa 3 mt dalla superficie ed alto circa 4 mt;
3: zona di gallerie a circa 5 mt dalla superficie e alte circa 3 mt
I tratti in neretto rappresentano le paratie con lamierini, costruite per occludere alcuni rami che davano verso l'esterno.
I cerchi neri rappresentano i fori per l'immissione della pozzolana e dell'aria compressa.
La zona centrale, essendo superficiale, è stata riempita demolendo il tetto della galleria con l'escavatore.



[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

IL SINK-HOLE "POZZO DEL MERLO". ELEMENTI MORFOMETRICI, IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI DELLA CAVITÀ CARSIKA.

Bono P.¹⁷, Caramanna G.¹⁸, Percopo C.¹⁹

Premessa

Nel quadro degli studi sull'unità morfo-strutturale ed idrogeologica "Monti Cornicolani - Acque Albule", vengono presentati i primi risultati dei rilevamenti 'in itinere' idrologici, morfometrici ed idrochimici eseguiti in una spettacolare voragine carsica nota con il toponimo "Pozzo del Merlo".

Il lavoro si inserisce in un più ampio progetto di ricerca inerente il sistema carsico che alimenta il gruppo di sorgenti "Acque Albule" presso Bagni di Tivoli.

Parte dell'area di alimentazione di tali sorgenti si identifica nei rilievi carbonatici dei Monti Cornicolani (Boni, Bono, Capelli, 1986; 1988) sui quali, in questa fase della ricerca, si concentra l'attività di esplorazione e di analisi.

Il "Pozzo del Merlo" è una profonda cavità carsica di forma troncoconica che si apre, a quota 130 m con diametro di circa 100 m nel substrato calcareo liassico ("*Calcare Massiccio*"). Dal piano di campagna sino a -60 m la cavità si restringe progressivamente fino a raggiungere 33 m di diametro alla quota di circa 70 m.

Da questo livello la cavità carsica risulta allagata originando uno specchio lacustre di notevole profondità. La quota della superficie dello specchio lacustre rappresenterebbe, secondo gli autori, il potenziale idraulico della falda in rete della idrostruttura regionale "Sabini meridionali - Cornicolani", con punto di recapito delle acque sotterranee nelle sorgenti del Gruppo "Acque Albule - Fiume Aniene".

¹⁷ Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Roma *La Sapienza* - Centro di Studio per il Quaternario e l'Evoluzione Ambientale -CNR (bono@axrma.uniroma1.it)

¹⁸ Via A. Sogliano, 79 - 00164 Roma (giocara@tin.it)

¹⁹ Via di Trasone, 34 - 00199 Roma

Inquadramento geografico e geologico

Il "Pozzo del Merlo" (Lat. 42° 02' 14" N - Long 12° 35' 52" E) è ubicato entro i limiti dell'Area Protetta "Macchia di Gattaceca" e "Macchia del Barco", a quota 130 m, nel cuore dei Monti Cornicolani presso il Comune di S. Angelo Romano (Fig. 1).

Il rilievo dei Cornicolani (circa 20 Km²) è rappresentato da termini prevalentemente mesozoici di natura calcarea delimitati al margine settentrionale da sedimenti clastici pliocenico - pleistocenici (sabbie, limi, argille) mentre a Sud da estesi affioramenti di travertino e da depositi piroclastici (Carta Geol. d'Italia Foglio 144).

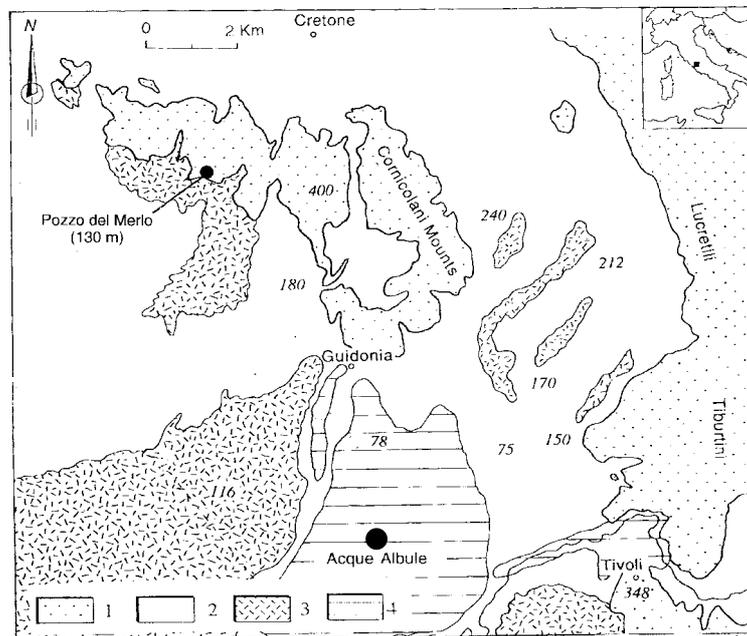


Fig. 1 - Schema geologico dei Monti Cornicolani (da Faccenna *et al.*, 1994 modificato) **Legenda:** 1) unità carbonatiche meso-cenozoiche; 2) depositi sedimentari plio-quadernari; 3) depositi piroclastici (distretto vulcanico dei Colli Albani); 4) depositi travertinosi

I Monti Cornicolani sono dissecati da motivi tettonici di estensione sia locale che regionale (Chiocchini, Manganeli, Pannuzi, 1979). La natura litologica dei termini in affioramento e il grado di tettonizzazione hanno favorito lo sviluppo di un articolato sistema carsico sia epigeo che ipogeo, come evidenziano le numerose forme di dissoluzione superficiali e profonde presenti nell'area in esame.

Dieci chilometri a Sud dei Monti Cornicolani è ubicato il gruppo di sorgenti ipotermali Regina e Colonnelle (23°C) noto come "Acque Albule", a cui viene associata la genesi dei potenti ed estesi depositi travertinosi presenti nell'area di Bagni di Tivoli. Tali emergenze, con portata media di circa 2 m³/s, sono oggetto di sistematiche analisi sia idrodinamiche sia idrochimiche da parte degli autori, a partire dal 1994. La ricerca *in itinere* si propone, tra l'altro, di approfondire con analisi di

chimismo ed isotopiche le conoscenze sulle condizioni idrostrutturali ed idrotermali esistenti tra le sorgenti Acque Albule, il bacino del Merlo e le sorgenti di Cretone più a Nord.

Rilevamenti ed acquisizione dati

Il notevole sviluppo della parte sommersa del Pozzo del Merlo (attualmente i rilievi speleosubacquei sono giunti alla profondità di 70 m) rende di estremo interesse il significato strutturale, idrologico ed idrogeologico della cavità carsica. I rilevamenti, in corso, prevedono il campionamento delle acque lacustri a differenti profondità e il completamento delle operazioni di cartografia subacquea. Tale iniziativa consentirà di definire con maggior dettaglio la geometria del sistema carsico "annegato" e delle possibili linee di flusso nei condotti ipogei, laterali, esplorabili.

L'esecuzione delle immersioni in un ambiente così particolare come quello rappresentato dal megacondotto allagato in studio, comporta l'uso di attrezzature e tecniche specifiche da parte degli operatori coinvolti nella ricerca. I rilevamenti subacquei vengono eseguiti da G. Caramanna (Scientific Diver I.S.S.D./Fias) con la collaborazione di R. Malatesta (V.F) e S. Formica (Istruttore di immersione), nel rispetto dei protocolli di sicurezza della I.A.N.T.D, P.S.A. e della "Cave diving section" della National Speleological Society (U.S.A.).

Profili verticali

Nella fase operativa iniziale sono state disposte cime orizzontali di riferimento sulla superficie del lago, orientate secondo le direzioni N-S e E-W.

Dal punto di intersezione degli allineamenti orizzontali ha origine la cima verticale che a 50 m di profondità raggiunge la parete orientale del condotto. Altre cime seguono lo sviluppo delle pareti della cavità principale secondo i quattro punti cardinali, come linee di riferimento per il rilevamento cartografico. Ripetute immersioni hanno consentito di misurare la distanza tra la cima "guida" (centrale) e quelle periferiche disposte lungo le pareti del condotto carsico. E' stato così possibile elaborare un profilo verticale (per ora incompleto) orientato E-W, riportato in Fig. 2. L'esecuzione di profili ausiliari del reticolo carsico principale consentirà di pervenire all'elaborazione tridimensionale di dettaglio, sia della cavità sommersa che della parte subaerea.

L'inclinazione delle pareti e di particolari strutture osservate durante l'esplorazione è stata misurata mediante clinometro appositamente costruito per le operazioni subacquee. Le direzioni sono state rilevate con bussola digitale subacquea (Uwatec), con precisione di 5°. Le distanze orizzontali e verticali sono state misurate con bindella metrica e con profondimetri digitali di accuratezza decimetrica.

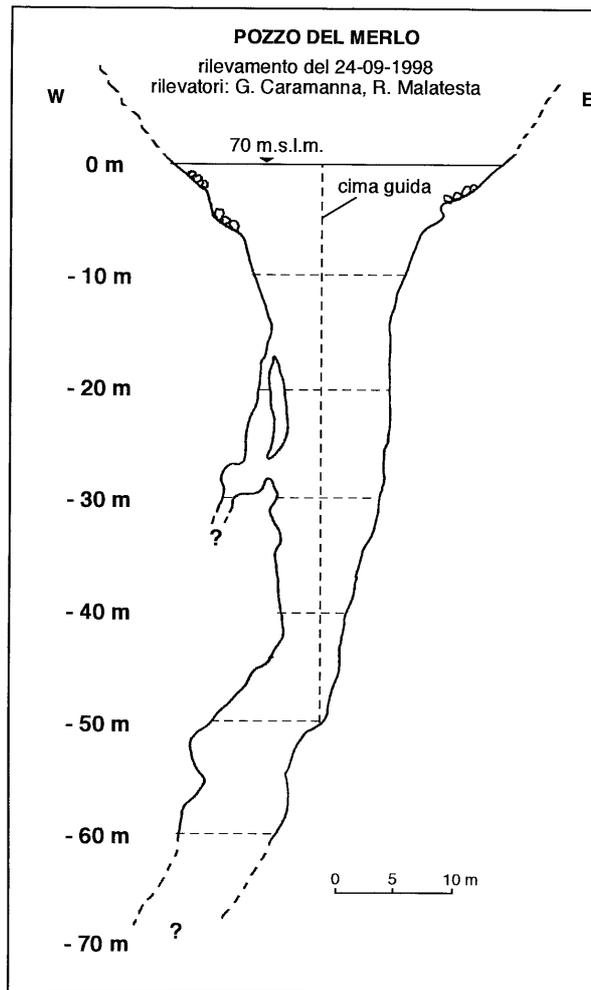


Fig. 2 - Pozzo del Merlo: sezione verticale schematica della parte sommersa (rilevamenti in itinere).

Documentazione fotografica

Alcune immersioni sono state dedicate alla ripresa di immagini che documentano gli aspetti salienti del rilevamento idrologico e particolari geomorfologici utili per la ricostruzione tridimensionale della cavità. Le immagini sono state prodotte con apparecchio dotato di ottica grandangolare e *flash* subacqueo (sistema Nikonos). Adeguate risorse finanziarie consentirebbero di realizzare un audiovisivo (in programma) sia della parte emersa che di quella sommersa della voragine carsica, oltretutto delle sorgenti periferiche ai Monti Cornicolani nell'area Bagni di Tivoli ("Acque Albule").

Log termico.

Una dettagliata analisi dell'andamento verticale delle temperature del lago con frequenza stagionale, consentirà di precisare le condizioni termiche della colonna d'acqua nell'arco di un ciclo annuale di osservazioni.

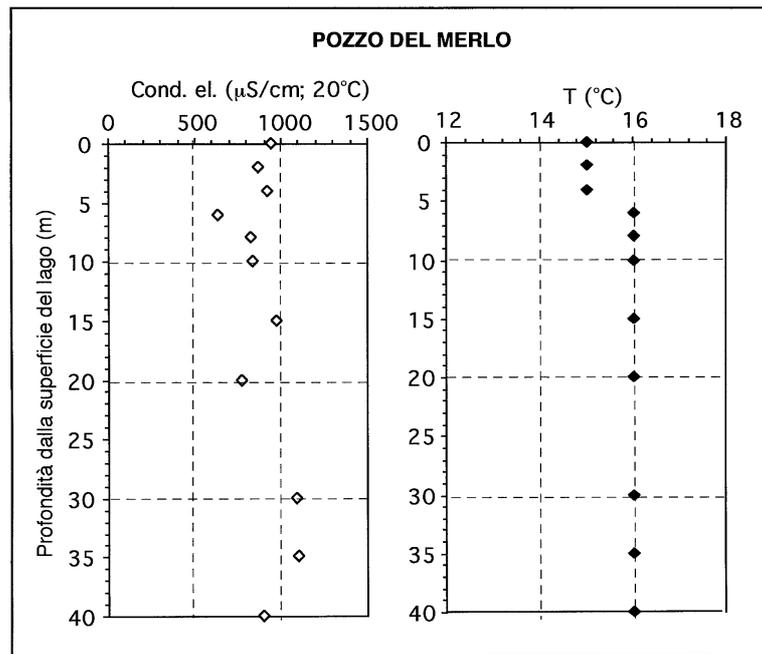


Fig. 3 - Pozzo del Merlo: profili verticali di conducibilità elettrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$; 20°C) e della temperatura dell'acqua ($^\circ\text{C}$) del lago (campagna di rilevamento del 24-09-1998)

Le misure sinora eseguite in immersione con termometro digitale (precisione $\pm 1^\circ\text{C}$), in fase di risalita vengono ripetute ogni 3 m lungo la verticale della colonna d'acqua (ogni metro nella parte superficiale). Gli strumenti da polso oltre alla temperatura consentono la misura della profondità con precisione di un decimetro. L'impiego contemporaneo di più sensori ha permesso di acquisire valori di confronto sia della temperatura che della profondità.

I dati per ora disponibili si riferiscono a due campagne di rilevamento eseguite rispettivamente in autunno (25/9/1998) e nel periodo autunno-invernale (2/12/1998). Nella terza decade di Settembre 1998 i valori di temperatura della colonna d'acqua evidenziano uno spessore dello strato epilimnico di 4 metri, con 15°C . Segue il mesolimnio fino alla profondità di circa 5 metri, con incremento dei valori di temperatura da 15 a 16°C . L'ipolimnio mantiene invariata la temperatura di 16°C sino alla massima profondità raggiunta dall'esplorazione.

Nella prima decade di Dicembre 1998, invece, la colonna d'acqua raggiunge condizioni di perfetta omeotermia con temperatura di 16°C dalla superficie del lago sino a 65 m di profondità.

Campionamento

Il prelievo di campioni d'acqua per le analisi di laboratorio, è stato eseguito in due modi diversi.

Il primo campionamento (24/9/98) è stato effettuato mediante campionatore Thalassia da 300 cc., manovrato da un piccolo natante fino alla profondità di 40 m (Tab.1). In questo caso sul campione è stata misurata la temperatura sia con il termometro incorporato alla bottiglia di prelievo, sia in

superficie con termometro elettronico di precisione (Hanna mod. Checktemp 1). La frequenza di campionamento, in analogia con i log termici, è stata più fitta nella parte superficiale della colonna d'acqua.

<i>campione</i>	Prof. (m)	Cond. el. (μ S/cm;20°C)	HCO ₃ - (mg/l)	Cl- (mg/l)	SO ₄ - (mg/l)	T (°C)
M1	0	937	740	7,48	12,54	15
M2	2	865	623	7,5	12,54	15
M3	4	918	725	8,86	10,65	15
M4	6	627	412	8,86	15,62	16
M5	8	823	563	10,64	14,65	16
M6	10	833	524	10,64	21,28	16
M7	15	971	765	8,56	28,5	16
M8	20	767	495	10,64	28,36	16
M9	30	1081	806	10,64	31,9	16
M10	35	1098	825	10,64	31,56	16
M11	40	898	602	10,64	35,25	16

Tab.1 - Pozzo del Merlo: dati chimico-fisici e chimici delle acque del lago
(campagna di prelievo del 24-09-19989)

Il secondo campionamento (2/12/98) è stato eseguito direttamente dai subacquei, a profondità maggiori e all'interno di alcune cavità laterali irraggiungibili col campionatore automatico. In questo caso sono state impiegati contenitori in PVC da 50 cc preventivamente riempiti con acqua distillata per evitarne l'implosione. Alla quota prevista le bottiglie venivano svuotate con l'ausilio dell'aria fornita dall'erogatore di rispetto.

Log di conducibilità elettrica

Dai campioni d'acqua (n.11), prelevati a profondità comprese tra la superficie del lago e 40 metri, derivano valori di conducibilità elettrica nel campo di 600 - 1100 μ S/cm (Fig. 3; Tab.1)

I valori di conducibilità elettrica (Orion mod.135) evidenziano una sostanziale disomogeneità chimico-fisica della colonna d'acqua, con variazioni verticali che potrebbero indicare condizioni di alimentazione eterogenee in termini di chimismo.

Nello specifico non si può escludere che il sistema lacustre oltre a prevalenti contributi della falda carsica regionale con acque bicarbonato-calciche, riceva apporti di fluidi di origine profonda (CO₂, H₂S) localizzati in areali circoscritti corrispondentemente ad alcuni condotti periferici, esplorati, della cavità principale. D'altra parte condizioni di alimentazione con fluidi idrotermali sono diffusamente presenti nell'area Bagni di Tivoli e a Cretone, rispettivamente alcuni chilometri a Sud e a Nord del Pozzo del Merlo.

L'esplorazione profonda

Lo sviluppo della fase esplorativa nel sistema carsico del Merlo, prevede immersioni a profondità maggiori di 70 metri, nel tentativo di raggiungere la base della cavità con lo scopo di completarne la mappatura topografica e geomorfologica. Non si esclude la possibilità di utilizzare un ROV (Remote Operating Vehicle) per l'esplorazione preliminare del condotto carsico al fine di programmare con adeguate conoscenze di base la fase operativa del rilevamento diretto.

Conclusioni

I dati acquisiti evidenziano una sostanziale omogeneità delle condizioni termiche della colonna d'acqua del Pozzo del Merlo, ma non della conducibilità elettrica e del chimismo. Le acque della voragine carsica presentano un valore pressoché costante di temperatura (16°C) a partire dal termocline (4 m, Settembre, 1998) sino alla profondità esplorata di 70 metri e conducibilità elettrica media di 900 µS/cm.

Il valore di temperatura dell'ipolimnio (16°C) pare tuttavia anomalo per condizioni di alimentazione del lago, esclusive di contributi di acque sotterranee del circuito vadoso provenienti dall'idrostruttura carsica "Monti Sabini p.p. - Monti Cornicolani". Si ritiene che il salto termico di alcuni °C rilevabile nelle acque ipolimniche del Merlo, si correli ad apporti idrotermali di origine profonda peraltro diffusamente rappresentati nell'area Bagni di Tivoli e a Cretone.

I dati che derivano dai rilievi speleosubacquei condotti fino alla profondità di 70 metri, precisano la morfologia della cavità principale ed alcune particolarità idrologiche del reticolo carsico annegato. A tale profondità non è stata ancora raggiunta la base del condotto primario, prevedendosi di estendere la mappatura topografica e della morfologia carsica al settore terminale del sink-hole con il prosieguo della ricerca.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'A.C.E.A. S.p.A. per il contributo finanziario fornito alla ricerca, in particolare per quanto riguarda le operazioni di rilevamento speleosubacqueo.

Bibliografia

Boni C., Bono P., Capelli G. (1986) - *Schema Idrogeologico dell'Italia centrale (1:500.000)*. Mem. Soc. Geol. It., Vol. 35/2, 991-1012, 2 tavv.

Boni C., Bono P., Capelli G. (1988) - *Carta Idrogeologica della Regione Lazio (1:250.000)* Regione Lazio Ass. Prog. I.C.A. - Univ. "La Sapienza" Roma

Chiocchini M., Manganelli V., Pannuzi L. (1979) - *Ricerche geologiche sul Mesozoico della Sabina (Lazio). II - I Monti Cornicolani*. Boll. Serv. Geol. d'It. Vol. C, 235-264

Faccenna C., Funicello R., Montone P., Parotto M., Voltaggio M. (1994) - *Late Pleistocene strike-slip tectonics in the Acque Albule Basin (Tivoli, Latium)*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It. **XLIX**, 37-50.

Servizio Geologico d'Italia (1970) - *Carta Geologica d'Italia - Foglio 144 (Palombara Sabina)*



[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

CONTRIBUTI DELLA SPELEOLOGIA ALLO STUDIO DELLE CAVITÀ SOTTERRANEE IN AMBITI URBANI

Giulio Cappa²⁰

La Federazione Speleologica del Lazio (o.n.l.u.s.) riunisce e coordina l'attività dei Gruppi Speleologici operanti nella propria regione e conserva un archivio sistematico dei risultati delle loro esplorazioni, sotto forma di schede intestate ad ogni singola cavità; in base ad una tradizione che ha le sue origini nel 1927, tale archivio prende il nome di Catasto delle Grotte d'Italia - regione Lazio ed è, da una decina d'anni, diviso in due sezioni: catasto delle grotte naturali - catasto delle cavità artificiali.

Prima di parlare in modo specifico dei possibili contributi che gli speleologi possono offrire alle tematiche oggetto del presente Convegno, farò un breve quadro di ciò che rappresenta, da un punto di vista scientifico, la Speleologia, riportando qui quanto da me già recentemente illustrato allla 2.a Conferenza Nazionale della Federazione delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali (ASITA), a Bolzano, il 24.11.1998 (CAPPA, FERRARI, 1998).

«Il mondo sotterraneo»

Al di sotto della superficie della Terra esistono numerosissimi vuoti accessibili agli esseri umani: essi costituiscono il mondo sotterraneo argomento di questa relazione. Tali vuoti si dividono essenzialmente in due categorie: quelli creati dalla Natura e quelli che sono opera dell'Uomo; naturalmente esistono anche molti casi in cui queste due azioni hanno interagito fra loro. Per la prima categoria si intende parlare di quei vuoti in cui l'uomo può penetrare, con il ricorso ad idonee attrezzature tecniche; per la seconda, delle opere sotterranee antiche e anche di quelle che, pur essendo abbastanza recenti, hanno cessato di svolgere la loro originaria funzione. Questo mondo è caratterizzato da aspetti comuni: non può essere visto dall'esterno e, quindi, descritto dal telerilevamento; è privo di luce; in parte è allagato o addirittura sommerso dall'acqua. Dopo oltre un secolo di intense ricerche, resta ancora un mondo solo parzialmente conosciuto e costituisce praticamente l'unico settore della Terra in cui tuttora si esplica un'attività geografica esplorativa:

²⁰Federazione Speleologica del Lazio - Conservatore del Catasto delle Cavità Artificiali della regione Lazio
Socio della AIC - Associazione Italiana di Cartografia

questa, unitamente a tutti gli studi documentaristici, scientifici, storici o destinati alle applicazioni pratiche che ne conseguono, prende il nome di Speleologia.

Natura scientifica e sociale della Speleologia

L'esplorazione è un'attività che ha palesi connotazioni sportive ma, scevra da ogni intento competitivo, comporta implicitamente un'azione di rilevamento topografico: chi altri infatti, se non chi è capace di esplorare le grotte, potrebbe ricavarne una descrizione grafica affidabile? Ma l'impossibilità di scorgere nel suo insieme l'intero sviluppo di una cavità ipogea costringe l'esploratore ad imparare bene i principi della topografia e ad applicarli in condizioni ambientali che spesso sono assai difficili. Il rilevamento si traduce in disegni che devono rendere in modo appropriato la tridimensionalità dei vuoti sotterranei. Essi sono perciò costituiti non solo da proiezioni orizzontali (come nella topografia epigea) ma anche da sezioni verticali od oblique tracciate nel numero indispensabile a fornire un'idea della complessità spaziale degli ambienti sotterranei. Questa documentazione costituisce il punto di partenza per una serie di ricerche scientifiche di cui qui vengono elencate solo le principali: esame geologico del sottosuolo, studio dei depositi, dei minerali e dei fossili contenuti, studio dell'idrologia profonda, ricerche sulla fauna e flora troglobie (che risultano profondamente differenziate dalle corrispondenti epigee), indagini di paleontologia, paleontologia, archeologia e, non ultime, sul comportamento dell'uomo in un ambiente ben diverso da quello in cui la specie umana si è evoluta. Mentre all'esterno molti di questi studi possono prescindere da una precisa conoscenza della posizione spaziale, nel mondo ipogeo la loro collocazione nei riguardi di una documentazione topografica è indispensabile.

Esiste anche un interesse pratico, di valore sociale, per la conoscenza del mondo ipogeo: le grotte naturali sono in prevalenza scavate dall'acqua che, almeno in parte, le percorre tuttora ed anche molte cavità artificiali lo sono; da qui un preciso interesse per la loro conoscenza ai fini di una corretta utilizzazione e tutela delle acque sotterranee, nonchè di un collegamento con le aree carsiche soprastanti e con i provvedimenti di prevenzione da inquinamenti. Inoltre, l'eccezionalità di certe forme concrezionali e di mineralizzazioni richiede la definizione di «geotopi» ipogei da proteggere. Analogamente, le grotte sono anche sede di particolarissimi «biotopi» e di «siti archeologici» di importanza mondiale

Passiamo ora ad esaminare le problematiche inerenti l'argomento che è oggetto del presente Convegno.

Le cavità sotterranee in ambito urbano

Su questo specifico argomento occorre fare qualche considerazione in più: nel Lazio, benchè i terreni carsificati rappresentino una non trascurabile percentuale della superficie dell'intera regione, i centri urbani sono praticamente tutti situati in aree prive di cavernosità naturali; questo vale in particolare per la Provincia di Roma. Come tutti sappiamo, invece è molto elevato il numero di cavità dovute ad azioni antropiche, sia perchè nella nostra regione l'uomo ha cominciato a scavare il sottosuolo a partire dall'inizio del primo millennio a. C., sia perchè le formazioni di sedimenti vulcanici o fluvio-lacustri plio-pleistocenici presentano una generalmente notevole facilità di escavazione, un discreto grado di stabilità dei vuoti e sono in grado di fornire ottimi materiali per l'edilizia di superficie.

Tali cavità sono presenti anche in ambito extraurbano, nel numero di molte migliaia, solo in minima parte censite, ma generalmente, in tale contesto, esse non pongono grossi problemi di staticità. Invece nelle città, sia il lungo intervallo di tempo da quando sono state scavate ad oggi, sia le alterazioni dell'assetto superficiale indotte dall'espansione residenziale, contribuiscono a creare le note problematiche, oggi vivamente emergenti a Roma, ma già da anni sentite in vari centri minori, quali ad esempio Montecompatri, oggetto, negli anni a cavallo del 1990, di un'approfondita indagine da parte del Servizio Geologico Ripartizioni Tecniche della Amministrazione Provinciale di Roma (CASTENETTO S., 1990), seguita poi da una organica serie di interventi di consolidamento. A differenza delle grotte naturali e di un grande numero di cavità di origine antropica antica, site nella campagna romana e sui monti circostanti, dove l'attività degli speleologi è del tutto prevalente, gli interventi ricognitivi e di consolidamento in ambito urbano sono, come ampiamente dimostrato dalle relazioni esposte nel presente Convegno, compito delle Amministrazioni Pubbliche e delle Imprese specializzate in questi campi, che si possono avvalere non solo di professionalità specifiche ma anche di attrezzature tecniche di livello impensabile per la normale attività speleologica.

Il possibile contributo dei Gruppi Speleologici alla individuazione delle cavità del sottosuolo

Le opportunità di collaborazione agli interventi delle Pubbliche Amministrazioni che la Federazione Speleologica del Lazio, tramite i Gruppi ad essa aderenti e i singoli studiosi che ne fanno parte, è in grado di offrire possono essere suddivise in due gruppi.

Il primo gruppo concerne le conoscenze già acquisite: anche se la Federazione è di abbastanza recente costituzione, vari suoi membri hanno compiuto ricerche nel sottosuolo urbano da decenni: esplorazioni, rilievi topografici, osservazioni archeologiche, ecc. Il Catasto delle Cavità Artificiali contiene un numero limitato di schede concernenti cavità poste all'interno di abitati, perchè per vari

motivi non tutto ciò che è stato fatto vi è confluuto, specie per quanto si riferisce a studi antecedenti alla sua messa in funzione nella regione Lazio (1991), ma è funzione propria della Federazione di reperire tra i suoi associati anche ciò che giace da maggior tempo nei loro archivi.

Il secondo gruppo riguarda le potenzialità operative degli speleologi della Federazione; come illustrato nei due paragrafi sopra riportati dell'articolo di Cappa e Ferrari, gli speleologi sono innanzitutto «esploratori» del mondo sotterraneo: capaci di ricercarne anche i più reconditi accessi, allenati a penetrarvi con le tecniche necessarie e la prudenza indispensabile ad affrontare i possibili pericoli di ambienti ancora sconosciuti e potenzialmente ostili, attrezzati per redigerne una descrizione, per prima cosa topografica - cioè eseguirne il «rilevamento» spaziale -, anche nei tratti più angusti, fangosi, allagati o sommersi, dove la strumentazione topografica classica non riesce a penetrare. Gli ambienti sotterranei non godono della regolarità geometrica degli assetti urbani, sono tortuosi e irregolari sia in pianta che in alzato: un rilevamento accurato eseguito con bussola portatile (divisioni 0,5°), clinometro (anch'esso a liquido, stessa precisione) e nastro metrico inestensibile, corredato da un disegno a occhio del profilo delle pareti (pianta, sezioni longitudinali e trasversali), eseguito da chi ha già parecchi anni di esperienza, può consentire di implementare il rilevamento strumentale classico, che gli specialisti di topografia eseguono negli ambienti più ampi, assicurando una più che adeguata precisione di posizionamento anche ai vuoti di più difficile accesso.

Tra i membri dei gruppi speleologici si annoverano, oltre a qualche decina di appassionati dello studio delle cavità artificiali, con attitudini e livello di esperienza definibili «generici», alcuni che professionalmente svolgono lavoro in campo archeologico, geologico, geotecnico o edile: essi possono in ogni momento costituire l' «anello di congiunzione» tra la speleologia e le attività professionali richieste dagli interventi volti alla catalogazione ed alla rimozione degli stati di potenziale dissesto del sottosuolo urbano.

Questa collaborazione si è già verificata in varie occasioni, nell'ambito della Provincia e in particolare del Comune di Roma. A titolo di esempi si citano gli estremi di alcune di queste iniziative:

Ipogei della valle Caffarella

Studio, rilevamento e catalogazione, tutt'ora in corso, dei sistemi caveali della Valle della Caffarella (compresi quelli adibiti a fungaie). Lo studio è inoltre incentrato su ipogei non monumentali e su sistemi idraulici abbandonati.

(Effettuato da: *Carla Galeazzi, Antonio De Paolis, Sandro Galeazzi, Carlo Germani* - S.S.I. - 1995-1999)

Collaborazione con Soc. GEODATA S.p.A. di Torino

Studio commissionato dalla Soc. GEODATA, finalizzato all'individuazione preliminare di ipogei posti lungo il tracciato della linea C della metropolitana, nel tratto Grotte Celoni - piazza S. Giovanni (ricerca bibliografica e in situ)

(Effettuato da: *Carla Galeazzi, Antonio De Paolis, Sandro Galeazzi, Carlo Germani* - S.S.I. - 1997)

Bibliografia citata

CAPPA G., FERRARI G., (1998), *L'attività geografico-ambientale della speleologia e il catasto delle grotte*, Atti 2.a Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano 24-27.11.1998, Vol. I, pg. 437-432.

CASTENETTO S., CRESCENZI R., LIPERI L., PIRO M., (1990), *Studio geologico-tecnico delle cavità di Montecompatri (Roma)*, Atti VII Congr. Naz. Ordine dei Geologi, Roma 25-27.10.1990, pg. HB-11 a HB-25.

Rapporti sulle investigazioni compiute dagli speleologi nel Lazio in cavità artificiali appaiono nelle seguenti riviste:

Informazioni - Periodico del Centro di Catalogazione dei Beni Culturali - Amministrazione Provinciale di Viterbo, piazza M. Fani 6, 01100 Viterbo.

Atti e Memorie della Società Tiburtina di Storia e d'Arte - 00019 Tivoli - Villa d'Este.

Notiziario SCR - bollettino dello Speleo Club Roma - via Andrea Doria 79, scala F, 00192 Roma.

Speleologia - rivista semestrale della Società Speleologica Italiana (S.S.I.) - Redazione: Marco Bani, «CEN», Bocca Serriola, 06012 Città di Castello (PG), nonché della rivista specifica di studi sulle cavità artificiali, di prossima pubblicazione ad opera della Commissione Cavità Artificiali della S.S.I., dal titolo **Opera Ipogea**.

[**Ritorno Menù**](#)

INDAGINE SULLE CAVITÀ DI VIA BORSA (V Circoscrizione, Roma)

Maurizio Lanzini²¹

Geologo libero Professionista - Presidente SIGEA Sez. Lazio

1. PREMESSA

Nel 1995, a seguito di uno sprofondamento del manto stradale di Via Mario Borsa (V Circoscrizione), si è formata una voragine che ha fatto evidenziare la presenza di una galleria sotterranea; a seguito di tale evento l'area interessata è stata recintata con notevoli disagi ai residenti.

La voragine si è verificata sulla sede stradale, in corrispondenza di un settore di Via Mario Borsa utilizzato a parcheggio e adiacente all'area della Scuola Materna SABIN.

L'indagine è stata eseguita per conto del Comune di Roma (XII Dipartimento - Direzione Lavori: Ing. F. S. Pellegrini).

2. INQUADRAMENTO IDRO-GEO-MORFOLOGICO

Dal punto di vista geologico nell'area in studio sono presenti esclusivamente terreni di origine vulcanica, legati alle vicende esplosive sia del Vulcano Laziale che dei Vulcani Sabatini, di età Tirreniana (Pleistocene medio-sup.).

La serie piroclastica classica è costituita dal gruppo delle Pozzolane romane, con la presenza caratteristica al tetto del Tufo Litoide Lionato (Vulcanismo dei Colli Albani), sovrimposti ai Tufi Antichi del Vulcanismo Sabatino e con la seguente successione generale, dall'alto verso il basso:

- 1. Unità di Villa Senni:** Tufo di Villa Senni + Tufo Litoide Lionato (Vulcano Laziale)
- 2. Unità delle Pozzolane Nere** (Vulcano Laziale)
- 3. Unità delle Pozzolane Rosse** (Vulcano Laziale)
- 4. Piroclastiti di ricaduta** (Vulcano Sabatino)

²¹Via dei Torriani, 27 - 00164 ROMA - Tel. 066635021 - Email: langeo@aconet.it

Nell'area in studio, dai sondaggi, sono stati individuati soltanto le unità pozzolanacee ed i Tufi Antichi di base.

Tra l'altro anche nella situazione attuale (Fig. 1) sono visibili, poco ad ovest dell'area in studio zone marginali non urbanizzate che testimoniano l'antica morfologia, a sua volta disturbata dalle attività di estrazione di materiali pozzolanacei. Infatti mentre l'area di Via Mario Borsa è caratterizzata da quote intorno a 32 m slm, in tali aree marginali si individuano quote più elevate e fino a 40-42 m slm (quote queste che dovevano corrispondere agli affioramenti del Tufo Lionato, in gran parte ormai asportato).

Il debole declivio a cui abbiamo ora accennato delineava un versante sinistro di un impluvio localizzabile verso sud-est; impluvio nel quale doveva scorrere un fossato di medie dimensioni, con scorrimento verso nord-est e verso la Valle del Fosso di Centocelle, localizzata più ad est.

3. RICERCA CAVITA'

L'indagine è stata programmata per verificare l'estensione delle cavità evidenziate dal verificarsi della voragine, attraverso l'esecuzione di perforazioni a distruzione di nucleo; successivamente nelle perforazioni che hanno rilevato vuoti sotterranei si sono eseguite delle indagini televisive in foro.

Nella indagine sono state eseguite n. 53 perforazioni a distruzione delle quali n. 24 hanno riscontrato la presenza di cavità; contemplando anche i sondaggi geognostici, fra i quali uno ha riscontrato cavità, si ottengono 25 perforazioni con cavità su un totale di 57 perforazioni.

Lo studio delle cavità è stato sviluppato attraverso una indagine televisiva in foro che ha dato già notevoli risultati in altre campagne di indagini (Via Dulceri, Via Buie d'Istria, Via di Generosa, Scuola S. Beatrice, Via Dignano d'Istria, Via Fanfulla da Lodi, Circ.ne Cornelia, ecc.); tale metodologia permette, in area urbana e limitando i disturbi, di raggiungere una attendibile mappatura plano-altimetria della rete caveale e di eseguire una analisi diagnostica dello stato fisico e tensionale della rete ipogea.

L'indagine televisiva è stata eseguita in tutte le perforazioni che hanno riscontrato cavità; in alcune di queste, risultate riempite di detriti, non è stato possibile esplorare le geometrie dei vuoti ed eseguire le registrazioni televisive.

Durante le riprese, oltre al rilevamento delle planimetrie ipogee, si sono registrate in videocassetta VHF tutte le videate; da queste si sono successivamente catturate alcune immagini con le tecniche della Computer Grafica.

L'indagine ha evidenziato innanzitutto la presenza di una ampia camera da dove si dipartivano le varie gallerie; tale camera ha una lunghezza di circa 25 metri ed una larghezza massima di 6-8 metri. Queste dimensioni, in relazione alle profondità delle calotte di appena 3-4 metri dal piano

anche in fase di attività di cava se gli antichi cavatori hanno sentito la necessità di realizzare una serie di 8-9 archi in mattoni, a sostegno dei pilastri e soprattutto della calotta.

Il fondo della ampia camera è completamente obliterato da detriti, sia di frana che di riempimento esterno, quest'ultimo legato probabilmente agli interventi di risanamento durante la costruzione dei numerosi palazzi circostanti.

Sempre con riferimento alla ampia camera, la calotta e parte delle pareti sono scavate nelle piroclastiti di ricaduta superiori, interessando solo marginalmente le pozzolane e ciò è in relazione al fatto che tale camera era necessariamente più superficiale in quanto rappresentava l'ambiente di comunicazione con l'esterno.

Infatti dalla indagine emerge chiaramente che la ampia camera rappresentava l'ingresso alla vera e propria rete di gallerie ed alla quale si accedeva attraverso una rampa a debole pendenza, localizzata in corrispondenza della zona a nord della voragine, ove si sono riscontrati elevati spessori di riporti (vedi Profilo geolitologico - TAV. 1).

Le gallerie che si dipartono dalla camera principale sono caratterizzate da differente profondità delle volte; mentre le gallerie verso la scuola proseguono con grosso modo con le stesse profondità delle camera principale, quelle verso Via Borsa, sono poste a profondità relativamente maggiore (calotte a circa 6 m dal piano strada).

Le gallerie che si dipartono dalla camera principale sono caratterizzate da larghezze intorno a 1.5-2.0 m, mentre gli incroci che queste realizzano arrivano a luci non superiori a 3.0-3.5 m.

Le gallerie con direzioni verso la Scuola materna sono risultate più frequentemente oblitrate da detriti relativi a frane ed a vecchi riempiamenti legati ad antiche voragini. Questi antichi eventi franosi hanno portato le calotte, nella loro evoluzione, a quote più prossime al piano campagna (anche a circa 2-3 metri).

Ovviamente sono risultate similmente riempite di detriti e disturbate le gallerie a nord della voragine, in corrispondenza dell'antica rampa di accesso ed attualmente caratterizzata da notevoli spessori di riporti.

Le gallerie che si dipartono verso est invece, pur con frequenti ammaloramenti dei pilastri soprattutto in prossimità dello sbocco alla camera principale dove si realizzano maggiori tensionamenti, sono apparse relativamente più integre e non oblitrate da detriti.

Per quanto riguarda lo stato fisico delle calotte e dei pilastri si individuano che i maggiori indizi di lesioni e di sovratensionamento (fratture, distacchi, ecc.) si realizzano lungo le pareti della ampia camera e, data la presenza delle strutture ad arco, i piedritti degli archi stessi risultano fratturati e lesionati, segno che attualmente sono questi che sopportano gran parte delle tensioni geostatiche e dinamiche (vibrazioni del traffico e sismi).

Tra l'altro la struttura di tali archi, realizzati in mattoni legati da malte, appare attualmente non più in grado di assicurare stabilmente per gli anni futuri la stabilità della ampia camera. Infatti sul pavimento della camera principale sono stati individuati detriti e massi gravitati dalla calotta, in corrispondenza di settori non sostenuti dagli archi; inoltre l'analisi del Profilo Geolitologico mostra un andamento irregolare della calotta con concavità nelle aree fra gli archi e convessità nelle zone più sostenute dagli archi stessi (l'evoluzione è comunque verso stati di minore sicurezza, fino al cedimento dei piedritti delle strutture ad arco).

4. CONSIDERAZIONI SULLE CAUSE DELLA VORAGINE

Come evidenzia il Profilo Geolitologico (TAV. 1) la voragine è avvenuta in corrispondenza dell'antico accesso alla ampia camera principale, ove si realizza il passaggio fra terreni in posto (lato meridionale) e terreni di riporto (lato settentrionale); questi ultimi hanno riempito e obliterato l'antica rampa di discesa alla rete di gallerie.

Tale situazione litostratigrafica determina una evidente soluzione di continuità litologica e geotecnica e rappresenta senz'altro una superficie di debolezza anche in relazione alla circolazione idrica superficiale e ad eventuali perdite della rete idrica e fognaria.

La causa della voragine va pertanto ricercata nelle scadenti caratteristiche geotecniche dei riporti e nel fatto che la filtrazione di acque superficiali ha con il tempo cavitato e trasportato i terreni di riporti verso il basso e verso l'entrata della camera; gli abbondanti detriti presenti subito oltre l'entrata dimostrano tale ipotesi.

Tra l'altro non si può escludere che la presenza di sottoservizi in corrispondenza della voragine e coinvolti dalla frana, non possa aver contribuito attraverso gli scavi delle trincee a rendere ancora più vulnerabile il sito sovrastante l'entrata della camera principale.

Ovviamente anche le gallerie esterne alla camera principale sono risultate lesionate e sovratensionate soprattutto in prossimità della camera stessa, ove si realizzano i maggiori carichi geostatici.

Risulta pertanto che il ripristino funzionale di Via Mario Borsa non può essere realizzato con un semplice riempimento della attuale voragine, magari dopo chiusura della apertura di accesso alla camera principale, ma che deve essere affrontato il problema della stabilità della suddetta camera che è soggetta ad evoluzioni geotecniche e tensionali preoccupanti.

Per quanto riguarda le gallerie che si diffondono verso la Scuola Materna SABIN, queste, prescindendo dai detriti relativi a riempimenti di antiche voragini, appaiono di dimensioni, profondità e stato fisico delle calotte e dei pilastri non preoccupanti; purtuttavia un veloce sopralluogo all'interno della struttura scolastica ha evidenziato numerose lesioni ai pannelli

prefabbricati (non è stato possibile al momento diagnosticare per tali lesioni cause di assestamento dei pannelli o un coinvolgimento fondazionale e delle sottostanti gallerie). L'indagine attuale non ha comunque interessato l'intera area dell'edificio scolastico, ma soltanto il lato prospiciente l'area in frana. Si consiglia tuttavia un sopralluogo per una analisi diagnostica delle numerose lesioni da parte di un tecnico specializzato ed il prosieguo della indagine lungo tutto il perimetro della scuola stessa.

5. CONCLUSIONI E PROPOSTA DI INTERVENTI DI RISANAMENTO

L'indagine geognostica ha rivelato la presenza di una fitta rete di gallerie che si dipartono da una ampia camera di accesso.

Da quanto analizzato nei capitoli precedenti risulta che il ripristino funzionale di Via Mario Borsa non può essere realizzato con un semplice riempimento della attuale voragine, magari dopo chiusura della apertura di accesso alla camera principale, ma che deve essere affrontato il problema della stabilità della suddetta camera che è soggetta ad evoluzioni geotecniche e tensionali preoccupanti.

La complessità geometrica e strutturale di questo ipogeo, in concomitanza alle strutture di sostegno ad arco attualmente esistenti e risultate lesionate, determina notevoli difficoltà a concepire interventi di risanamento statico da eseguirsi all'interno della geostruttura sotterranea e mantenendo integra la rete caveale.

Sembra a nostro giudizio più fattibile il risanamento dell'area attraverso il riempimento dei vuoti.

Tale soluzione è ammissibile per i seguenti motivi:

- non sussistono elementi di carattere idrogeologico che possano far presumere interazioni negative con la falda, che è ubicabile a circa 11 m dal piano campagna
- la precisa localizzazione areale e dimensionale della camera permette di controllare l'intervento di riempimento (anche considerando il riempimento delle tratte iniziali delle gallerie che da essa si dipartono)

Nel corso e successivamente all'indagine è stata prospettata e proposta anche la possibilità di utilizzare le ampie cavità presenti per la realizzazione di un parcheggio sotterraneo, visti anche i recenti programmi del Comune di Roma per favorire ed incrementare queste infrastrutture. In tale caso sarebbe stato necessario una progettazione specifica tesa al migliore inserimento delle nuove strutture sotterranee nella realtà geoambientale presente.

6. INTERVENTI DI RISANAMENTO ESEGUITI

Nei mesi seguenti in attesa che la pubblica amministrazione del Comune di Roma decidesse le tipologie di bonifica dell'area, si è costituita una cooperativa di residenti con lo scopo di realizzare in corrispondenza della rete caveale, un parcheggio sotterraneo; tale iniziativa nonostante avesse il beneplacido iniziale del Comune di Roma e della Circoscrizione è stata osteggiata da altri residenti. Dopo alcuni mesi di stallo l'iniziativa del parcheggio è stata abbandonata e si è approntato un progetto di riempimento delle cavità.

Tale intervento, realizzato nel 1997, è costituito dalla realizzazione preliminare di setti di micropali per la suddivisione della rete caveale in zone per permettere un riempimento selettivo e controllato; la realizzazione dei setti di micropali e la effettiva chiusura delle varie gallerie è stata controllata con ispezioni televisive in foro. Il materiale di riempimento è costituito da miscela di pozzolana in fase acquosa.



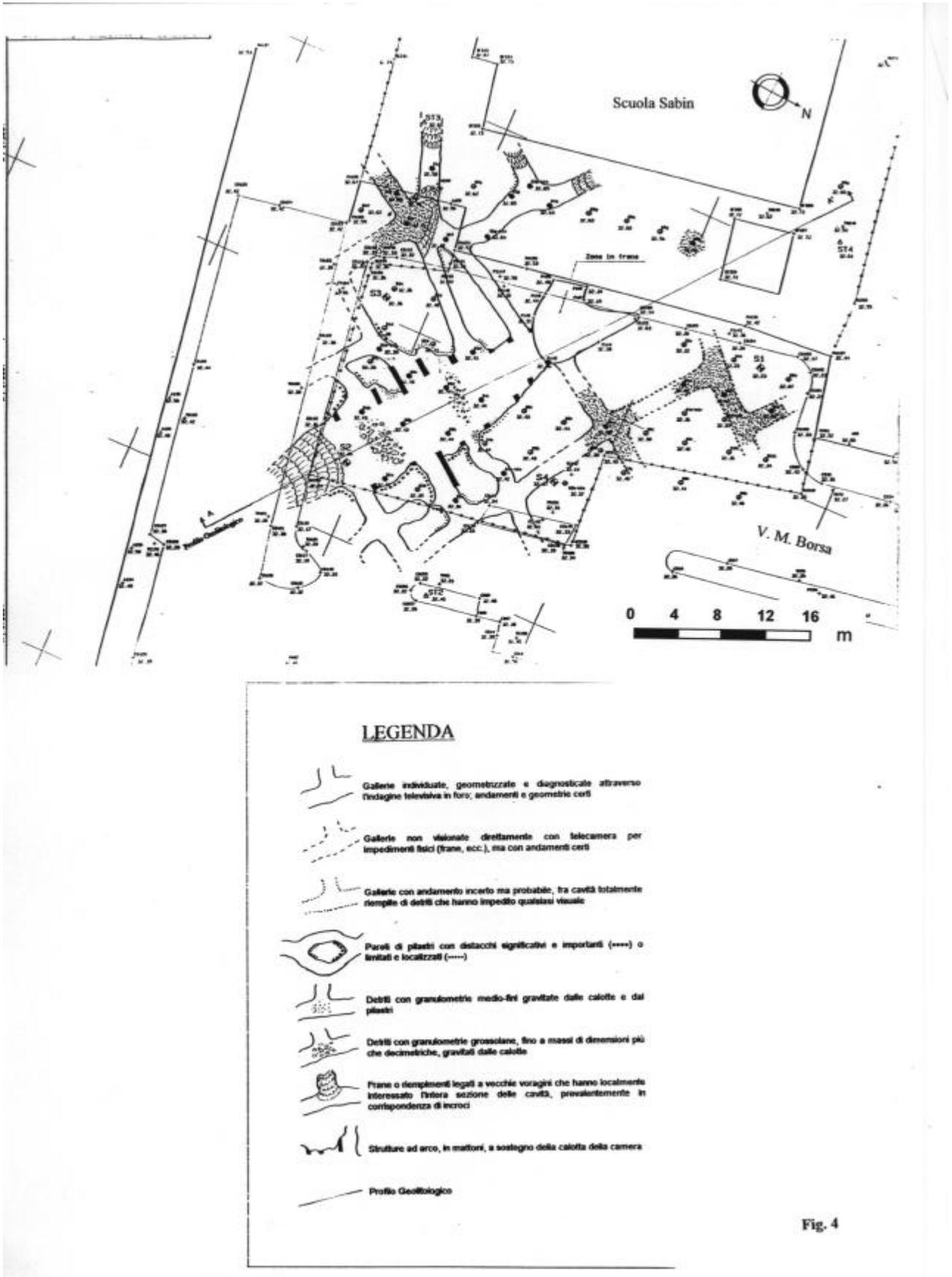


Fig. 4

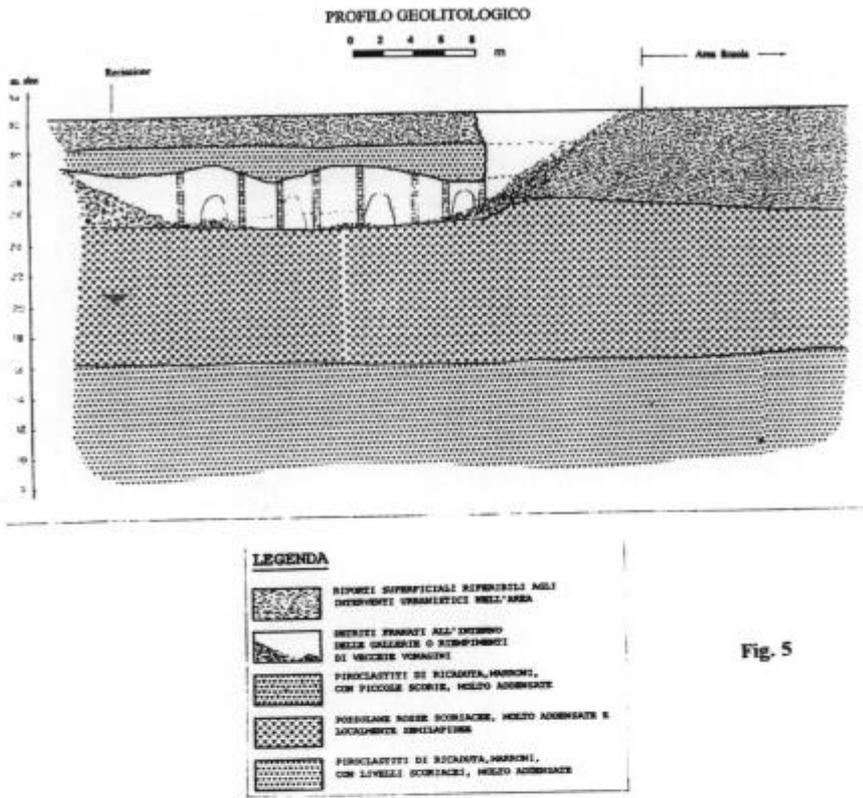


Fig. 5

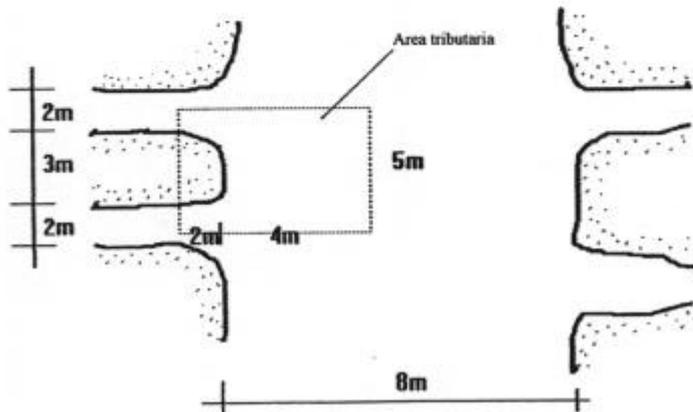


Fig. 6

[Ritorno Menù](#)

RICERCA DI CAVITA' SOTTERRANEE IN AMBIENTE URBANO TRAMITE METODI MAGNETICI

Stefano Floris, Antonio Menghini, Giuseppe Pagano
S.TE.G.A. - Viterbo

Tra le varie tecniche offerte dalla Geofisica applicata, il metodo magnetico si rivela come uno dei più idonei per la ricerca di cavità sotterranee; ciò è reso possibile grazie al notevole contrasto di suscettività magnetica, la grandezza fisica oggetto di misura, che intercorre tra il vuoto ed il materiale circostante. Nel caso di una cavità, quindi del vuoto, la magnetizzazione è infatti nulla, mentre la roccia incassante presenta spesso una magnetizzazione legata a minerali ferrimagnetici (magnetite, maghemite, etc.). Questo comportamento determina la comparsa di una "anomalia negativa", nel senso che il campo geomagnetico locale risulta minore di quello che ci si aspetterebbe nel caso di terreno omogeneo ed uniforme.

Sulla base di una serie di esperienze maturate sul campo, è stato possibile verificare che il metodo funziona tanto in ambiente vulcanico che sedimentario. Nel primo caso la magnetizzazione della roccia è di tipo "termoresiduo" (M.T.R.): una colata ignimbratica o lavica, ricca in minerali ferrimagnetici, al momento del raffreddamento preserverà una magnetizzazione indotta dal campo magnetico esistente in quel momento. Tale magnetizzazione è molto intensa e stabile, e può essere perduta solo nel caso in cui la roccia venga nuovamente riscaldata, a temperature superiori ad un valore limite, detto "punto di Curie".

Nel caso delle rocce sedimentarie la magnetizzazione può essere invece di tipo "residuo chimico" (M.R.C.) o "residuo di deposito" (M.R.D.); la prima è determinata dalla trasformazione chimica di alcuni componenti della roccia che diventano ferrimagnetici a causa, ad esempio, dell'azione di acque percolanti ferruginose che, attraversando la roccia sedimentaria, possono far precipitare idrossidi di ferro. Questi ultimi poi, per disidratazione, possono trasformarsi in ematite, il minerale che determina la magnetizzazione vera e propria.

La M.R.D. è invece determinata dall'allineamento di minerali ferrimagnetici durante la deposizione, secondo la direzione del campo magnetico esistente in quel momento.

In ambiente urbano il metodo magnetico è fortemente condizionato dalla presenza di notevole rumore di fondo, legato a linee di tensione elettrica, linee tramviarie, etc. Ad esso si aggiunge il disturbo arrecato da strutture metalliche superficiali e sotterranee (recinzioni, servizi, etc.), chiaramente estranee all'obiettivo della ricerca. Per tutti questi motivi è di gran lunga preferibile l'utilizzo di un dispositivo gradiometrico, tramite il quale si misurano, praticamente in contemporanea, i valori del campo geomagnetico su due sensori (B e T) posti a breve distanza lungo un'asta portante. Se si sottrae il valore dell'uno all'altro (B-T), si annulla l'effetto di eventuali disturbi antropici, poiché questi influenzano allo stesso modo il valore del campo misurato dai due sensori. Recentemente la messa a punto di dispositivi dotati di un bassissimo "cycle rate" (l'intervallo temporale tra le registrazioni effettuate dai due sensori), che può scendere sino a 0,1 secondi come nel caso del magnetometro al Cesio, permette di lavorare anche in presenza di forti disturbi.

Un esempio di rilevamento di cavità in ambiente vulcanico, è fornito da un lavoro eseguito a Roma, località Centocelle; in zona è nota la presenza di un fitto reticolo di cunicoli, anche di grosse dimensioni, un tempo cave di pozzolana, ora utilizzati come "fungaie". La roccia incassante è costituita ancora da pozzolana. E' stato utilizzato un dispositivo gradiometrico Geometrics 856, a precessione di protoni, con spaziatura tra i sensori di 79 cm, con quello inferiore a 50 cm dal p.c. Le misure sono state acquisite ai nodi di una maglia di 2 x 4 metri, per un totale di 475 stazioni; la prospezione è stata condotta da 2 persone nel giro di circa 3 ore. La Fig.1 riporta la distribuzione dei valori del gradiente verticale, secondo classi spaziate di 40 nanoTesla (o gamma). Va precisato innanzitutto che non va confuso il segno del gradiente con quello dell'anomalia magnetica, poiché il primo deriva da una sottrazione arbitraria tra i due valori assoluti del campo magnetico letti ai sensori: se sottraiamo il valore letto al sensore superiore da quello dell'inferiore (B-T) otterremo un'anomalia di un certo segno, che diventerà di segno opposto nel caso si proceda in maniera opposta (T-B). La coincidenza pertanto tra anomalia negativa e cavità, non vale per i valori del gradiente.

Nel caso specifico, sulla base di una taratura fornita da un sondaggio meccanico (indicato come SD2) che aveva rilevato la presenza di una cavità tra -9 e -15,5 m, è stato possibile verificare una corrispondenza tra quest'ultima ed il gradiente positivo. Partendo da tale constatazione è possibile associare tutte le zone con gradiente verticale positivo ad altrettanti cunicoli che intersecano in vario modo l'area di indagine.

Per avere un'idea della profondità e delle dimensioni delle cavità, si è passati ad elaborare i valori assoluti dell'anomalia magnetica, con riferimento al sensore inferiore, il più sensibile nei confronti di strutture superficiali. Dopo aver ridotto le anomalie magnetiche al Polo ed aver operato un filtraggio polinomiale del III ordine, è stata elaborata una Carta delle anomalie magnetiche locali

(Fig. 2); va infatti tenuto conto che in campo archeologico e geotecnico sono queste le anomalie di maggiore interesse, in quanto prodotte da corpi relativamente superficiali.

Si mette così in luce una serie di anomalie negative, con ampiezza pari a 300-600 nT che vanno a sovrapporsi ai valori di gradiente positivo; in corrispondenza del SD2 è stato costruito un profilo magnetico di taratura (Fig. 3), in modo da approntare un modello di riferimento atto a ricostruire la geometria delle cavità ignote. Il modello che ne consegue tiene chiaramente conto dell'altezza nota della cavità rilevata tra -9 e -15,5 m dal p.c. Il fitting tra dati di campagna (croci) e dati del modello (curva continua) è eccellente; il contrasto di suscettività magnetica tra cavità e roccia incassante è pari a -25×10^{-3} unità c.g.s., valore compatibile con le caratteristiche magnetiche delle pozzolane. Dal modello si evince una larghezza della cavità di circa 7 metri.

Sulla base di questi risultati è stato possibile ricostruire la localizzazione dei cunicoli (Fig. 4) e la loro profondità; per quanto riguarda quest'ultima, sulla base dei valori di anomalia (tra 300 e 500 nT) è ipotizzabile un valore del tutto simile a quello rilevato dal SD2, tra 9 e 10 m dal p.c.

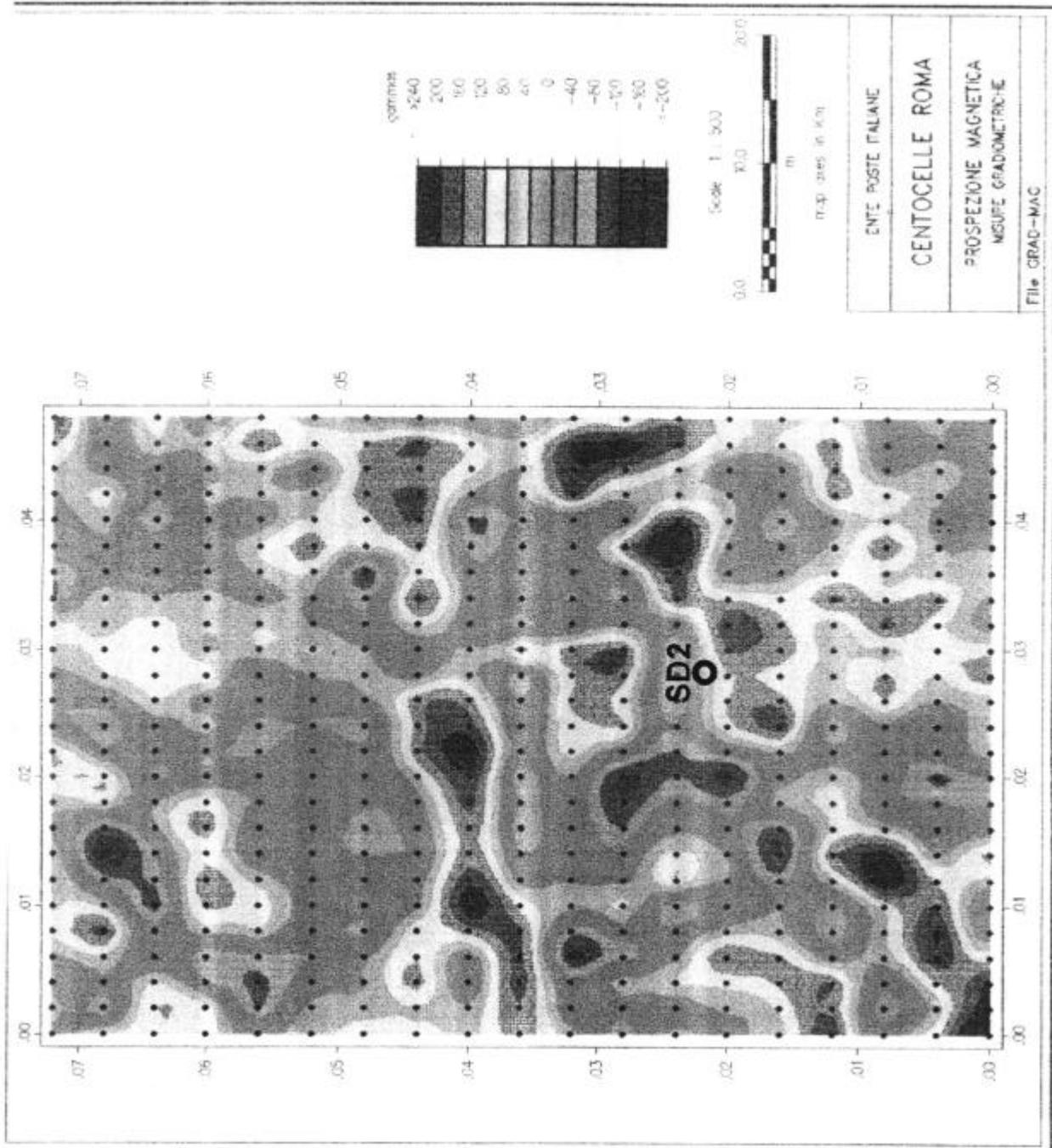
La seconda esperienza si riferisce invece alla ricerca di cavità in ambiente sedimentario, all'interno di un banco di travertino; la campagna geofisica è stata condotta su parte del Castello di Sipicciano, una frazione di Graffignano (VT). Il dispositivo utilizzato è il medesimo del precedente lavoro, mentre la prospezione è stata condotta secondo profili con passo di misura di 1 metro, per un totale di 208 stazioni; queste sono state acquisite da due operatori, nell'arco di circa 3 ore. Anche in questo caso si aveva a disposizione una cavità nota, sulla quale è stata effettuata una taratura strumentale. La relativa Carta del gradiente verticale (Fig. 5) mostra la coincidenza tra questa struttura (indicata con la lettera C) ed un valore negativo dello stesso (tra -400 e -1000 nT).

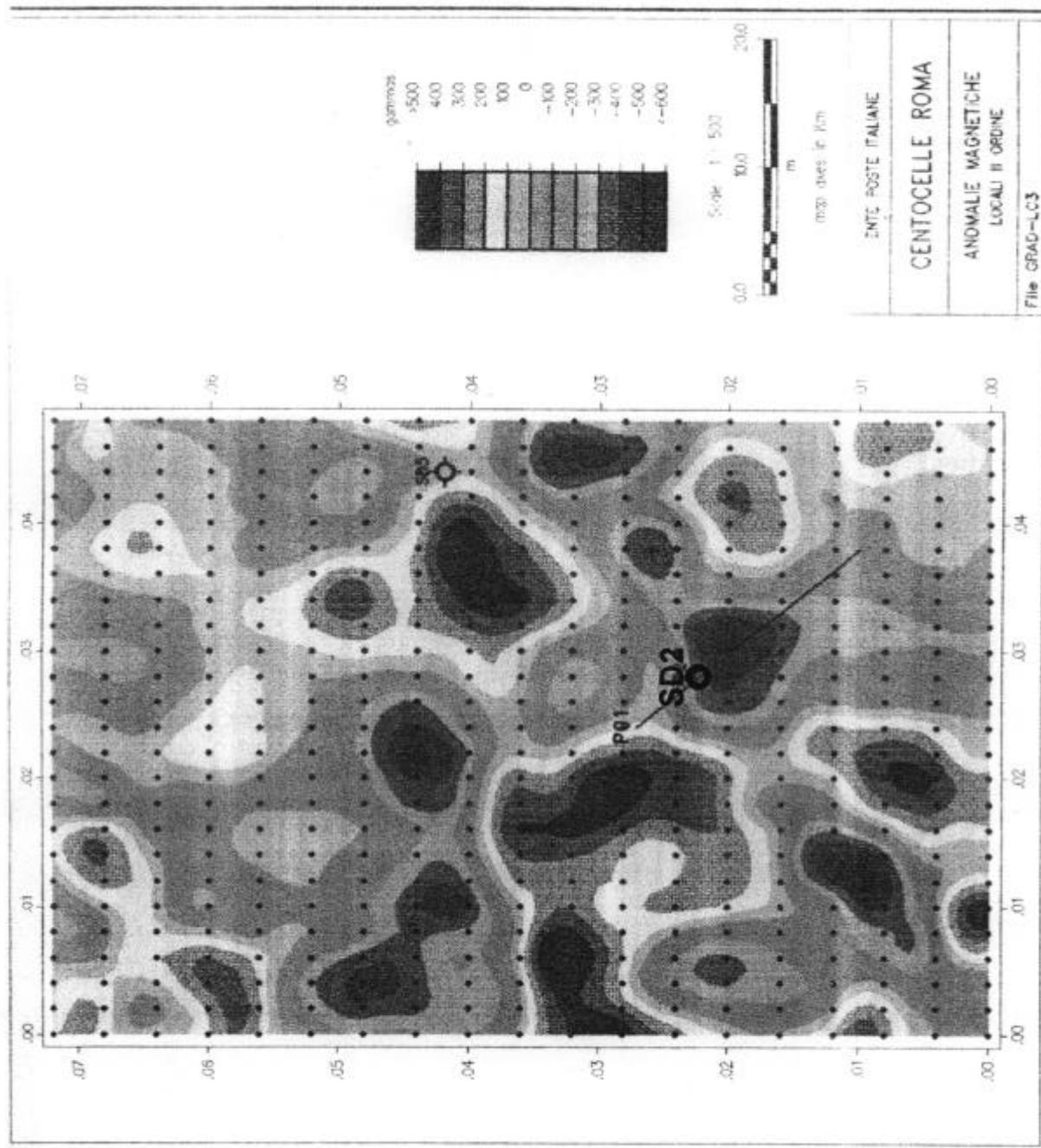
Il relativo profilo di taratura (Fig. 6), si basa sui valori delle anomalie locali del V ordine (Fig. 7); la cantina, posta a circa 4 metri di profondità, produce un'anomalia di oltre 400 nT; si ottiene un buon fitting tra dati di campagna e dati del modello, se si impone un contrasto di suscettività magnetica di -100×10^{-3} unità c.g.s.; tale valore è senza dubbio sorprendente, considerando la natura sedimentaria della roccia incassante. Le dimensioni e la profondità della cantina sono chiaramente coincidenti con quanto rilevato in campagna.

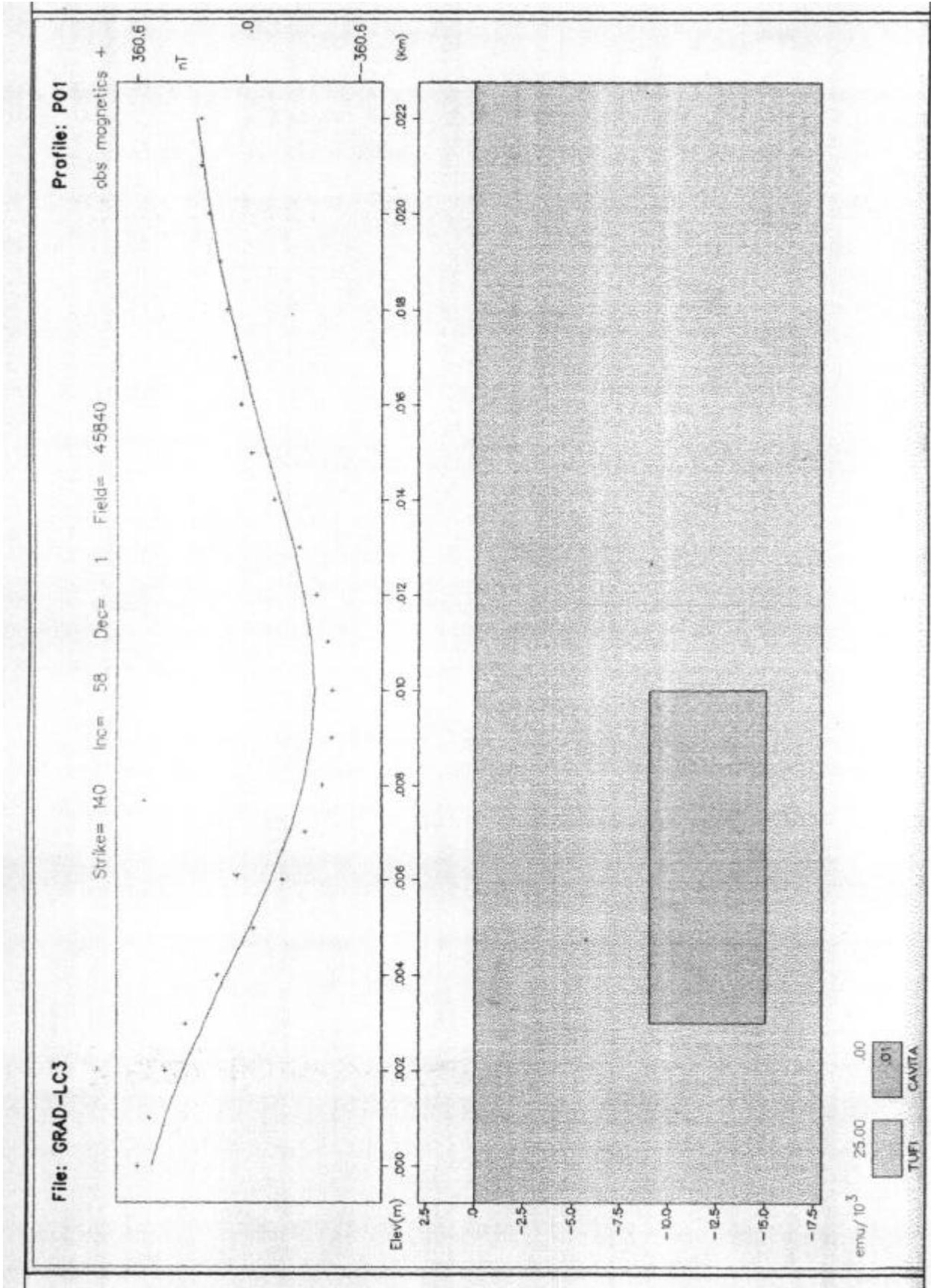
Esaminando la Carta delle anomalie locali (Fig. 7) si delinea una serie di anomalie coincidenti con quelle evidenziate dall'esame del gradiente verticale, riconducibili ad altre cavità sotterranee; in alcuni casi si registra un addentramento nella rupe travertinoide di almeno 14 metri. La profondità della volta delle cavità è variabile dai 3 ai 4 metri. L'allegata Carta di ubicazione delle probabili cavità (Fig. 8) mostra 6 strutture, oltre quella nota (B).

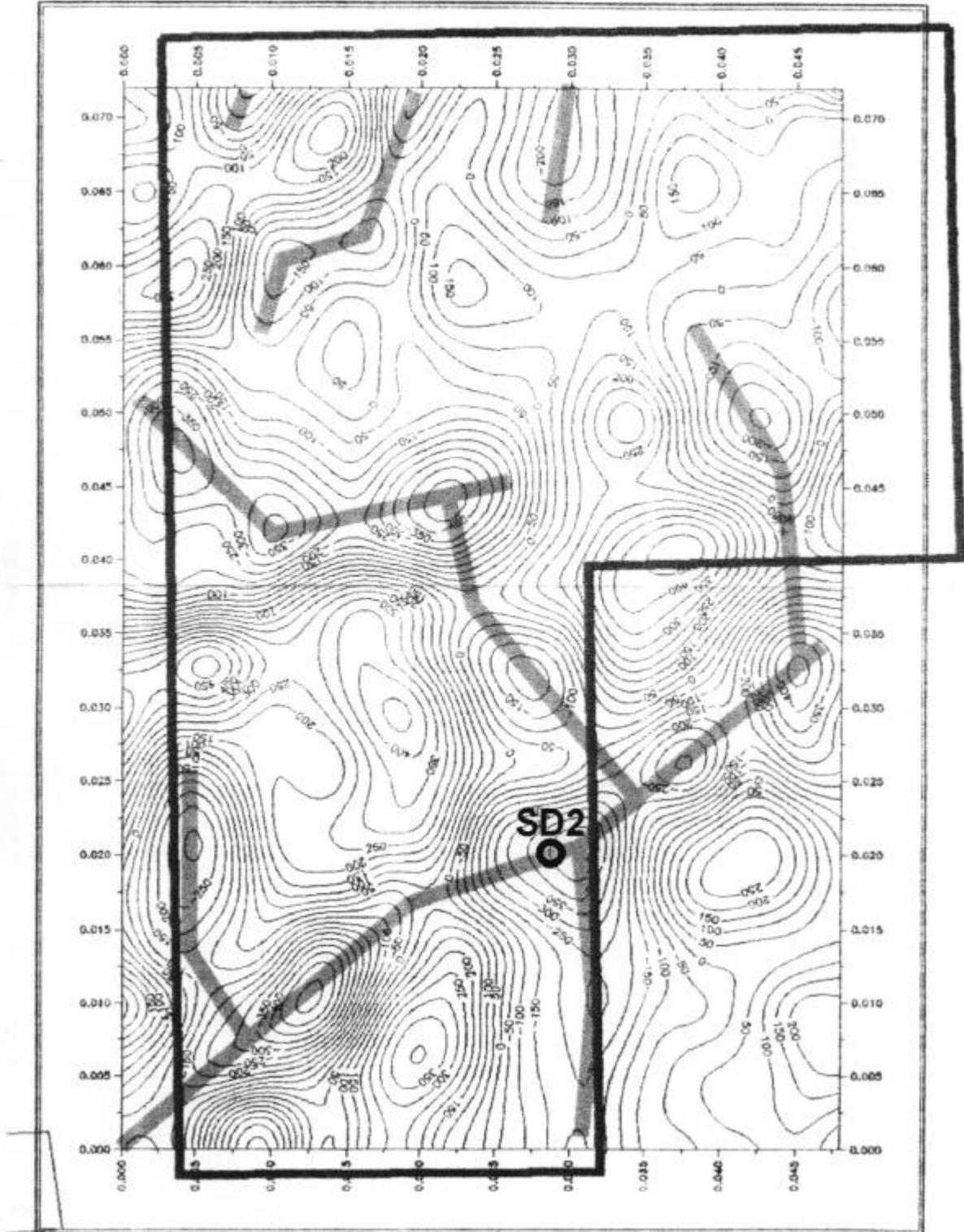
In conclusione si può affermare che il metodo magnetico può rivelarsi quanto mai utile nell'individuazione delle cavità, anche in ambiente urbano. Accanto alla buona risoluzione della

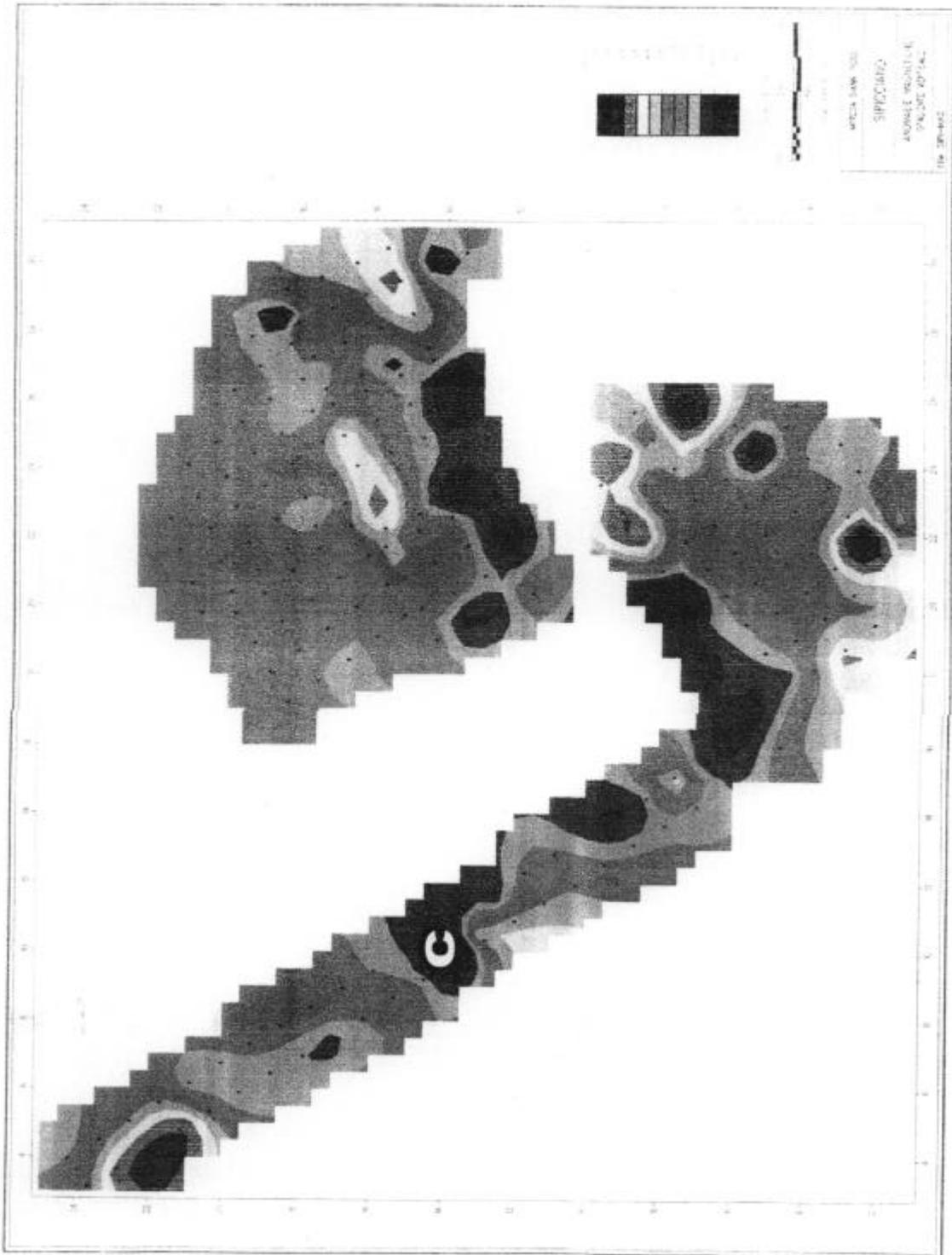
tecnica, che consente di rilevare cavità oltre i 9 m di profondità, va sottolineata la notevole rapidità di acquisizione dei dati con conseguente abbattimento dei costi nell'ambito delle indagini preliminari. L'applicazione del metodo consente di localizzare un numero definito di "anomalie", riducendo così il numero dei punti che dovranno necessariamente essere indagati con tecniche dirette (carotaggi, ispezioni televisive, etc.).

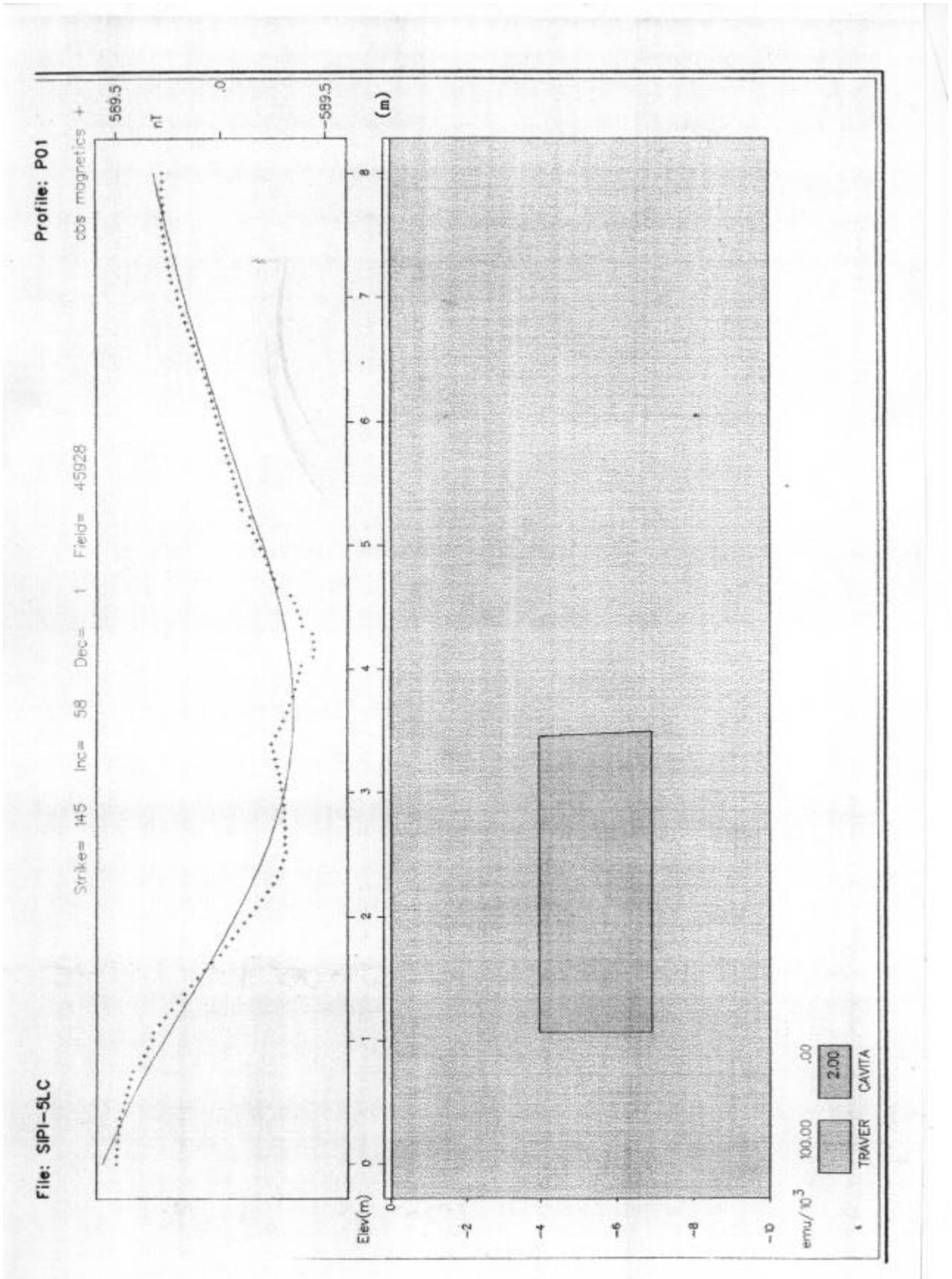


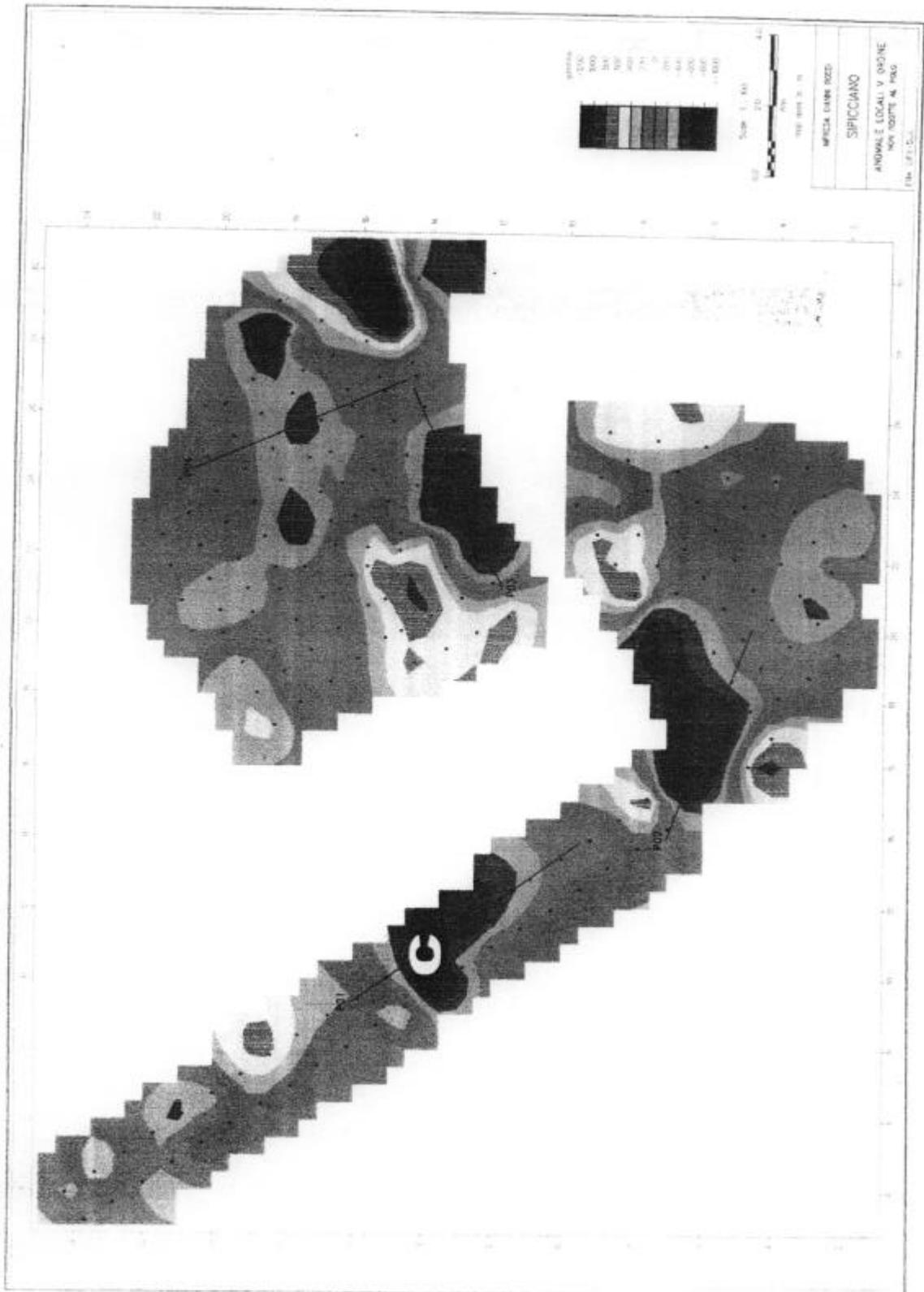


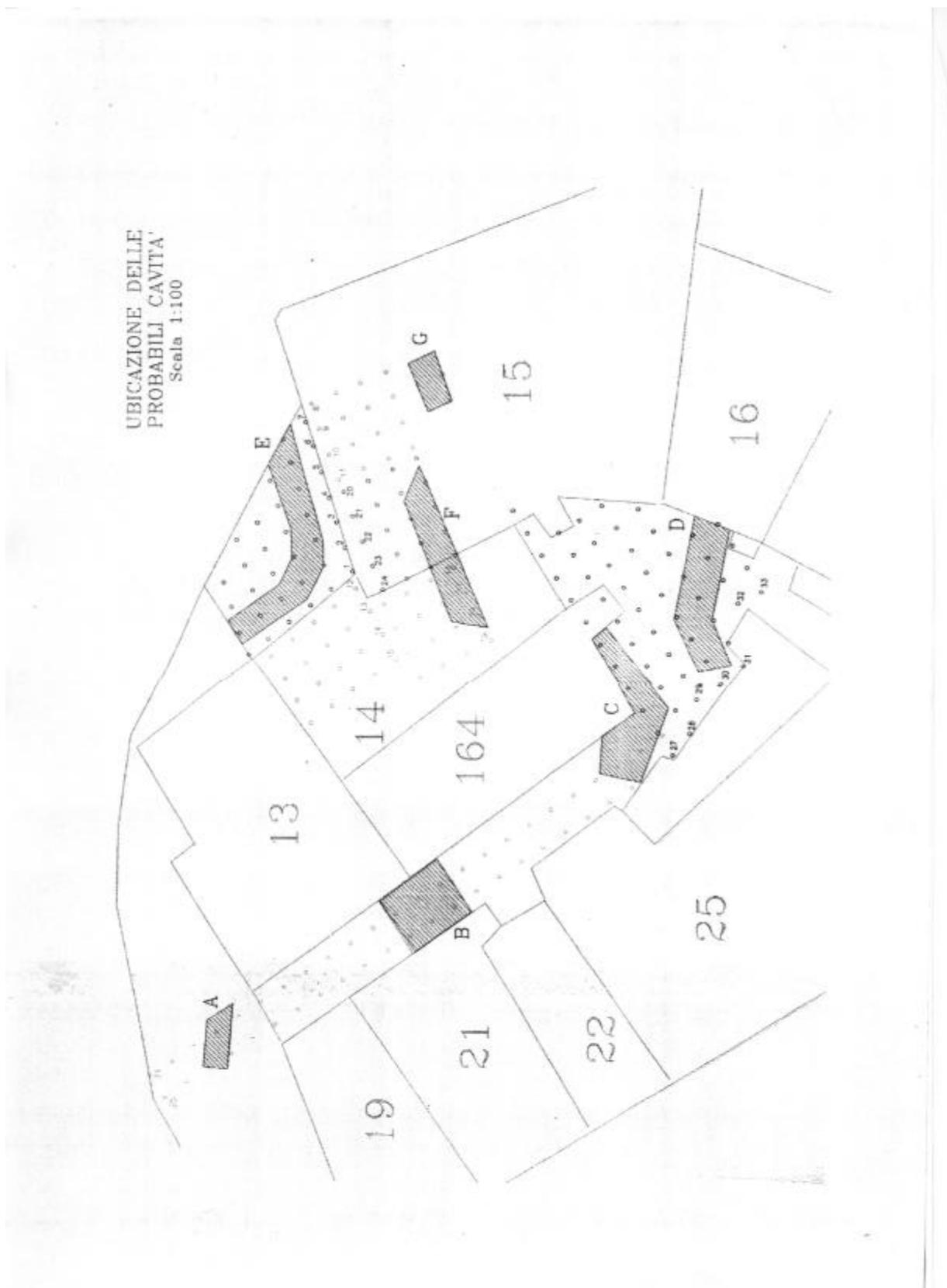












[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

INDAGINE GEOLOGICA SULLE ANTICHE GALLERIE DRENANTI (FORMALI) IN LOCALITÀ SAN CLEMENTE - COMUNE DI VELLETRI (Roma)

A. Amadio, M. Piro

Servizio Geologico e Difesa del Suolo - Provincia di Roma

PREMESSA

Su richiesta del Comune di Velletri è stato eseguito uno studio idrogeologico inerente alcuni terreni interessati, nei periodi piovosi, da continui allagamenti che, interessando alcuni fondi agricoli, hanno determinato, negli anni, accesi contenziosi tra i proprietari dei fondi stessi. Le cause e le responsabilità dei dissesti verificatisi, sono state attribuite alla manomissione ed al parziale intubamento di un corso d'acqua sotterraneo, uno degli antichi cunicoli drenanti localmente denominati Formali.

Lo studio tratta quindi in generale la situazione di degrado nella regimazione delle acque che si è venuta a creare in seguito al deterioramento e al parziale franamento, a volte dovuto a manomissioni antropiche, di antiche opere drenanti, costituite da gallerie sotterranee scavate nel tufo e/o nelle pozzolane in epoca romana, medioevale e pontificia.

Lo studio è stato condotto cercando di evidenziare, con le notizie in nostro possesso, le finalità pratiche originarie delle opere interessate ed il loro uso attuale, anche in seguito ad alcuni notevoli processi che stanno interessando il territorio quale il parziale abbandono delle campagne o comunque delle funzioni di controllo che i vecchi agricoltori esercitavano sui loro fondi e sui terreni circostanti, ed il progressivo stravolgimento del territorio stesso da parte dell'uomo con manomissioni e cementificazioni indiscriminate.

Queste considerazioni sono state legate a quelle più pertinenti di natura idrogeologica e geomorfologica, per cercare di individuare alcuni provvedimenti, comunque "leggeri" e dosati nel tempo, in grado di permettere un progressivo ripristino delle opere deteriorate o quanto meno di riappropriarsi, anche sfruttandone parzialmente le potenzialità, della filosofia ingegneristica che li aveva prodotti.

I FORMALI, OVVERO GLI ANTICHI CUNICOLI CON FUNZIONE IDRAULICA DISSEMINATI NELLA CAMPAGNA ROMANA.

L'antica funzione riportata nel titolo è quasi certamente esatta, ma non molto di più si sa sulla precisa destinazione di queste antiche gallerie che attraversano i terreni di origine vulcanica posti intorno a Roma, in particolare nell'area meridionale (zona di Velletri) e verso il litorale.

Di origine ed epoca incerta (alto medioevale, pontificia ma più probabilmente romana se non addirittura da ascrivere agli albori della civiltà romana e quindi al tardo periodo etrusco), vestigia di queste gallerie vengono continuamente rintracciate durante lavori di scavo e sbancamento connessi all'intensa urbanizzazione del territorio che circonda la capitale.

Altre sono conosciute e tramandate dai contadini del posto, mentre alcune sono addirittura riportate in cartografia (ad esempio sui Fogli della Carta Geologica).

Pochissimi studiosi hanno affrontato il problema dei formali, giungendo a conclusioni diverse sia rispetto all'epoca di costruzione che alla funzione degli stessi.

Secondo alcuni servivano per canalizzare e raccogliere le acque allo scopo di creare delle riserve idriche, altri hanno sostenuto curiose teorie secondo le quali i cunicoli servivano a migliorare il clima e quindi le colture.

Secondo i più servivano però al drenaggio delle zone in cui erano ubicati, e quindi per la bonifica dell'agro pontino minacciato continuamente dalla malaria, ed erano da ascrivere sicuramente ad età romana.

La tipologia classica dei formali prevede una galleria scavata a poca profondità dal piano campagna, in genere 6-7 metri, di dimensioni tali da essere praticabile dall'uomo, e comunicante con l'esterno tramite una serie di pozzetti che raggiungono la superficie. Tali pozzetti servivano per lo smaltimento dei materiali di scavo in fase di costruzione del cunicolo, e successivamente per l'accesso alla galleria sotterranea e per il migliore drenaggio delle acque superficiali verso la galleria stessa. Dai rilievi eseguiti si può ipotizzare che in origine i pozzetti fossero realizzati a intervalli fissi di circa 35 m.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

Per quel che concerne la morfologia, l'area in esame è compresa in una zona blandamente collinare, posta tra le estreme propaggini dei Colli Albani e le zone più pianeggianti che fanno da transizione alla fascia costiera.

La morfologia, modellatasi su terreni di origine vulcanica, presenta un aspetto dolce, mai aspro, con versanti a debole pendenza caratterizzati da modeste incisioni, mentre le quote topografiche si mantengono tra i 90 e i 110 metri circa s.l.m.

Tutta l'area risulta intensamente coltivata.

Dal punto di vista geologico l'area in esame è caratterizzata dall'affioramento di formazioni vulcaniche legate all'attività del Vulcano Laziale e dai prodotti di alterazione delle stesse.

Il principale litotipo presente è costituito dalle Pozzolane superiori, grigie (= "Pozzolanelle" Auct.); esse risultano costituite da lapilli e scorie vulcaniche di colore scuro e si presentano in genere poco coerenti e debolmente fratturate ma anche in banchi che denotano vari gradi di cementazione e quindi sistemi di fratturazione variabili.

Le Pozzolane superiori, che sovrastano il tufo lionato, sono ricoperte da dei tufi grigi, in parte friabili, abbondantemente leucitici (localmente denominati "occhio di pesce") e da lapilli poco coerenti a volte stratificati.

Seguono superficialmente le coltri costituite dai prodotti di rimaneggiamento e pedogenizzazione delle piroclastiti descritte.

E' principalmente nella formazione delle Pozzolane superiori che anticamente venne scavato l'intricato sistema di gallerie drenanti, localmente dette formali, con i relativi pozzi di accesso, conosciute in molta parte della regione vulcanica laziale, specialmente nelle zone limitrofe ai grandi agri poi bonificati.

Come si è sopra detto furono probabilmente i romani a ideare e costruire questo sistema di drenaggio, ma lo stesso fu conservato e potenziato nel medioevo e in tempi più recenti dallo stato pontificio anche come mezzo per limitare e controllare i territori malarici.

Molti dei formali originali avevano essenzialmente compiti di raccolta estremamente lenta di tutte le acque che potevano interessare i fondi (erano praticamente dei grandi gocciolatoi), funzionando come delle enormi spugne che raccoglievano e incanalavano tutte le acque.

Altri più grandi erano veri cunicoli drenanti, altri ancora furono modificati nei secoli sfruttandoli per il convogliamento sotterraneo, in alcuni tratti, di acque superficiali.

Si è notato che attualmente tale funzione sembra essere stata abbandonata, tanto che parte delle acque di scorrimento superficiale non vengono più convogliate verso il cunicolo drenante, ma spesso si impantanano in superficie.

CENNI DI IDROLOGIA E VALUTAZIONE DEL BACINO IMBRIFERO

Per la valutazione della quantità di acque meteoriche che interessa l'area in esame si prendono in considerazione i dati delle stazioni pluviometriche più vicine che sono quelle di Velletri (compartimento Servizio Idrografico di Roma) e di Valmontone (comp. Serv. Idrografico di Napoli).

Per quanto riguarda la stazione di Velletri, che risulta inattiva da vari anni, i dati disponibili si possono così riassumere:

- piovosità media annua 1271 mm;
- piovosità max annua 1832 mm;
- piovosità mensile max 489 mm;
- piovosità giornaliera max 169 mm;
- piovosità oraria max 113 mm.

Come si evince dai dati riportati, la quantità di precipitazioni della zona è abbastanza alta, con valori notevoli per quel che riguarda le precipitazioni massime di breve durata.

La stazione di Valmontone, di più recente installazione, è attiva ma i suoi dati sono più difficilmente accessibili.

Riferendosi agli anni 1971/80 essa mostra valori più o meno simili ai precedenti: piovosità media annua 1388 mm; piovosità max annua 1824 mm; max giornaliera 149 mm. I massimi di piovosità oraria sono invece nettamente più contenuti, presentando un picco di 40 mm.

MORFOLOGIA E DESCRIZIONE DEI CUNICOLI ESAMINATI

Nella zona investigata sono stati individuati e ispezionati numerosi pozzetti e imbocchi di cunicoli, che sono stati riferiti a due tracciati non collegati fra loro (per la descrizione si fa riferimento alle planimetrie allegate).

1) un primo tracciato (tracciato A) parte da un vaso (punto 1) che viene captato probabilmente da un tubo realizzato per drenare l'acqua superficiale e immetterla nel cunicolo. Tale cunicolo è stato seguito e ispezionato tramite vari imbocchi. Un primo pozzetto è stato sistemato con rivestimento in muratura (punto 2); segue una serie di pozzi che raggiungono generalmente la profondità di circa 6 m, che si può considerare la profondità originaria del letto del cunicolo; alcuni di questi pozzi sono ancora a cielo aperto, a volte con rivestimento in blocchetti di tufo, e praticabili con scale, altri invece sono ostruiti (punti 4 -13; in particolare fra i punti 7 e 8 esiste un breve tratto di fosso a cielo aperto); infine si incontra un pozzetto in cemento, alla base del quale è stato posto un tubo con

diametro di 80 cm, quindi con sezione ridotta rispetto alla sezione originaria della galleria (punto 15); infine, dopo alcuni brevi sfondamenti della volta che portano allo scoperto la galleria, che qui corre quasi in superficie (punti 16 - 19) il cunicolo sbocca in un canale, affluente del fosso della Mola (punto 20).

Il cunicolo originario, prima delle recenti modifiche dovute a crolli della volta e ad accumulo di detriti, presentava un'altezza di circa 1,60 - 2 m e una larghezza di 1,50 m circa, per quanto risulta dai rilievi esaminati. Il fondo del cunicolo correva generalmente ad una profondità di 6 m dal piano campagna.

Attualmente è stato constatato che fra i punti 7 e 13 la sezione del cunicolo risulta completamente ostruita da materiale di frana e da detrito, il cui accumulo può essere dovuto con buona probabilità alla presenza di materiali di rifiuto gettati dall'alto, che hanno sbarrato il naturale deflusso delle acque.

In seguito ai lavori di sbancamento operati in passato e connessi all'attività di una vecchia cava di pozzolana nel tratto terminale del tracciato (punti 17 - 20), ai lavori di intubamento effettuati nel punto 15, alle frane ed ai crolli naturali verificatisi lungo la galleria, al riempimento da parte di sedimenti e rifiuti specie nella zona 7 - 13, sia in cunicolo che a cielo aperto, si vengono a creare zone di allagamento che interessano essenzialmente i fondi che insistono intorno al punto 7, e l'area posta a valle del cunicolo e della strada nella parte terminale del cunicolo stesso (punti 16 - 20).

2) un secondo tracciato (tracciato B) inizia poco a valle della ferrovia, con un pozzetto rivestito in muratura (punto 1) corrispondente a un vaso, oggi riempito, che convogliava le acque nel cunicolo.

Il percorso presunto è stato seguito mediante una serie di pozzetti, alcuni interrati, altri praticabili e con pareti in muratura di blocchetti, sul fondo dei quali sembra scorrere acqua, fino all'attraversamento della S.P. Cisternense (punti 2-6). Al di là della S.P. il cunicolo esce a giorno con una trincea profonda circa 6 m (punto 7), recentemente sistemata, nella quale confluiscono anche le acque di una canaletta superficiale che corre parallelamente alla strada. Successivamente il cunicolo prosegue in sotterraneo e il suo andamento è segnalato da una nuova serie di pozzetti non accessibili (punti 8 - 11), quindi esce di nuovo allo scoperto con una nuova trincea profonda circa 7 m nel tratto 12 - 13, dove riceve ancora le acque di una cunetta superficiale. Una successiva serie di pozzetti rivestiti e chiusi con tombino in cemento (punti 14 - 18), segnalano l'andamento dell'ultimo tratto del cunicolo, parallelo ad una strada secondaria che parte dalla S.P.; allo sbocco a cielo aperto (punto 19) le acque vengono captate da un tubo in cemento che le convoglia in un canale che dopo un breve percorso confluisce nel fosso della Mola.

Tale cunicolo, che corre quindi alla profondità di circa 7 m dal p.c., non sembra essere ostruito in alcun punto, anche se alcune zone interessate dal tracciato risultano comunque soggette ad allagamenti..

Infatti esistono problemi di smaltimento delle acque nella zona corrispondente al tratto iniziale di questa galleria, subito a ridosso della linea ferroviaria, legati però soprattutto allo stravolgimento apportato dall'uomo in tempi recenti alle linee di deflusso superficiali. Infatti in questo tratto l'originaria linea di drenaggio, costituita da un fosso che sottopassa la ferrovia, è stata sostituita da una canalizzazione interrata che, a causa del diametro insufficiente, non riesce a smaltire le acque meteoriche.

Anche nei pressi del tratto finale del cunicolo a Sud della S.P. Cisternense si registrano problemi di allagamento dovuti all'insufficiente manutenzione delle canalette di drenaggio superficiale.

PROVVEDIMENTI CONSIGLIATI

Per quanto riguarda il tracciato A, allo stato attuale si ritiene praticamente impossibile recuperare la completa funzionalità della galleria drenante, vista l'entità delle manomissioni operate dai proprietari e delle ostruzioni del condotto. Si ritengono comunque insufficienti, riguardo alle dimensioni e alle portate smaltite, i tratti di condotte in cemento messe in opera dai privati a sostituzione dei tratti di galleria crollati.

Se si esclude l'ipotesi di ripristinare il drenaggio mediante un tracciato totalmente a cielo aperto, che avrebbe un impatto estremamente negativo sull'ambiente circostante, si può prendere in considerazione soltanto la possibilità di rendere nuovamente funzionante la galleria nel suo tratto terminale con una serie di provvedimenti parziali che non stravolgano le caratteristiche dell'opera ma ne assicurino la funzionalità, ad esempio riaprendo la volta della vecchia galleria (ove e se ancora esistente!) sia nella zona dei crolli corrispondente alla vecchia cava, sia nel tratto di recente intubamento, e ripristinando la sezione originaria dei tratti sia a cielo aperto (7 - 8) sia in galleria (8 - 13) ormai ostruiti da materiali di crollo, detriti, rifiuti e sedimenti.

Per quanto riguarda il tracciato B, che sembra essere ancora parzialmente funzionante, non si ritengono necessarie opere di grande entità. Allo scopo di migliorare il drenaggio delle zone circostanti si consigliano una serie di provvedimenti consistenti nel ripristino delle cunette stradali in tutte le zone limitrofe al tracciato del cunicolo, dove queste risultano ostruite o interrate, e delle linee originarie di drenaggio superficiale, con sezioni adeguate al deflusso previsto. Tutte le acque così raccolte potranno poi essere convogliate verso la galleria drenante sotterranea, come già avviene in alcuni casi.

ELENCO DEI PUNTI INDICATI NELLE PLANIMETRIE

TRACCIATO A

1. invaso che conduce al cunicolo
2. pozzetto in muratura
3. pozzo probabilmente ostruito, non ritrovato
4. pozzo rivestito in blocchetti, profondo circa 6 m, con volta a -3,30 e acqua sul fondo
5. pozzo rivestito in blocchetti, profondo circa 6 m, con acqua sul fondo
6. pozzo parzialmente interrato con detriti e acqua sul fondo -
7. pozzo franato - inizio tratto condotto a cielo aperto
8. fine tratto a cielo aperto - galleria quasi colmata da detrito -
9. pozzo ostruito da detrito profondo circa 4 m
10. pozzetto chiuso con tombino in cemento
11. pozzetto ostruito
12. pozzetto chiuso da grata, detriti sul fondo
13. pozzetto recintato
14. pozzo probabilmente ostruito, non ritrovato
15. pozzetto chiuso con tombino in cemento, sul fondo un tubo con acqua
16. sprofondamento, probabile pozzo crollato
17. crollo, inizio tratto a cielo aperto
18. fine tratto a cielo aperto
19. crollo della volta
20. sbocco finale del cunicolo

TRACCIATO B

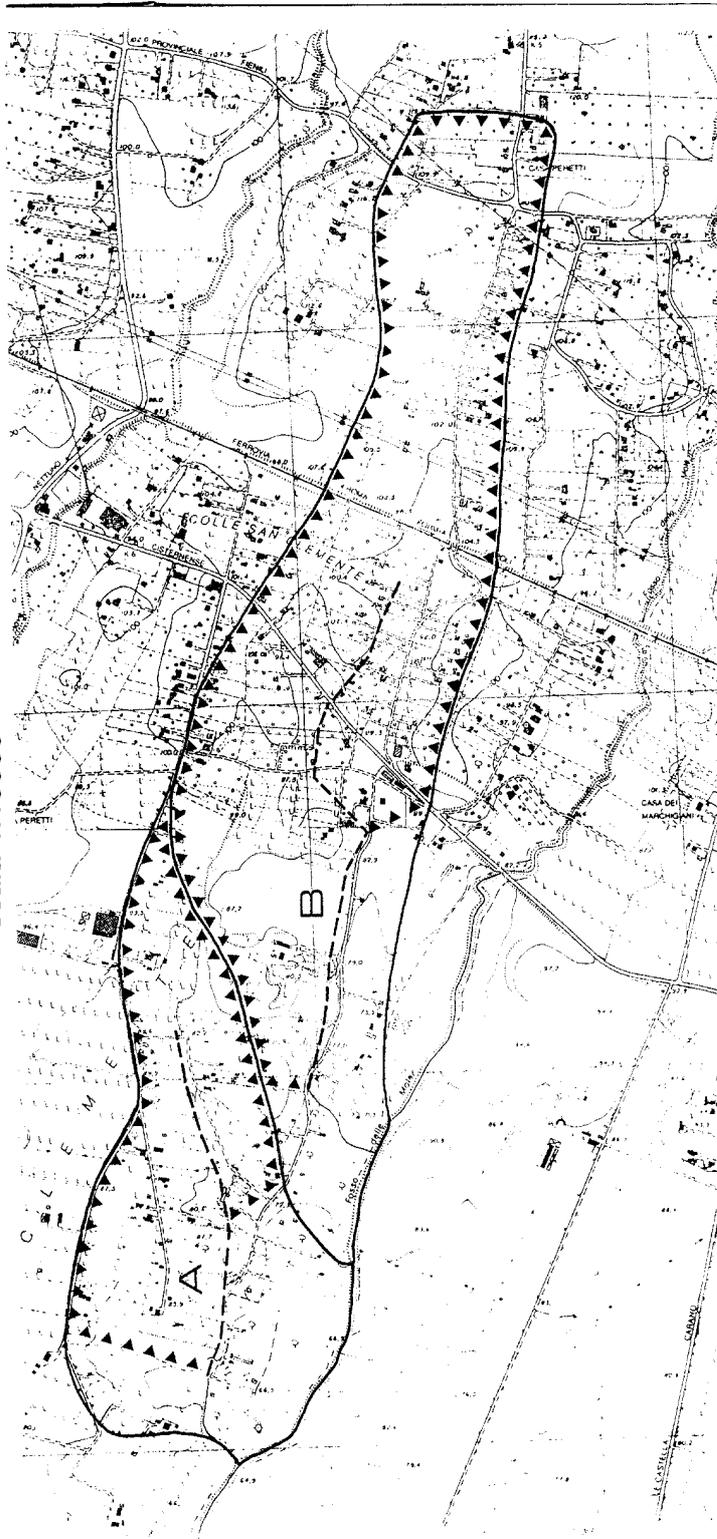
1. pozzo profondo circa 4 m, rivestito in blocchetti - vecchio ingresso
2. probabile imbocco chiuso
3. imbocco chiuso da detrito, probabile confluenza canaletta di drenaggio
4. pozzo circondato da muratura, profondo circa 10 m, con acqua sul fondo
5. pozzo coperto con tombino in cemento
6. pozzo non ritrovato
7. trincea; il condotto esce a cielo aperto per 20 m e confluiscono linee di drenaggio superficiale
8. pozzo non ispezionato;
9. pozzo non ispezionato;
10. pozzetto rivestito da tubo in cemento del diametro di 1 m, con acqua sul fondo
11. pozzetto segnalato
12. uscita a cielo aperto
13. fine tratto a cielo aperto, trincea profonda circa 7 m con confluenza di canalette superficiali
14. pozzetto chiuso con tombino in cemento
15. pozzetto chiuso con tombino in cemento
16. pozzetto chiuso con tombino in cemento
17. pozzetto chiuso con tombino in cemento
18. pozzetto chiuso con tombino in cemento
19. pozzetto a cielo aperto, parzialmente ostruito;
20. sbocco finale del cunicolo, con un portale di circa 2 m x 4; l'acqua è incanalata in un tubo che sbocca poco più a valle

LEGENDA

	tracciato in galleria
	tracciato a cielo aperto
	pozzo a cielo aperto
	pozzo ostruito e/o non più visibile
	pozzo chiuso con manufatti
	sbocchi della galleria all'esterno
	numero d'ordine (vedi elenco allegato)

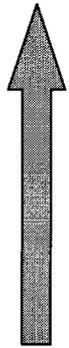
PLANIMETRIA GENERALE

scala 1:10000



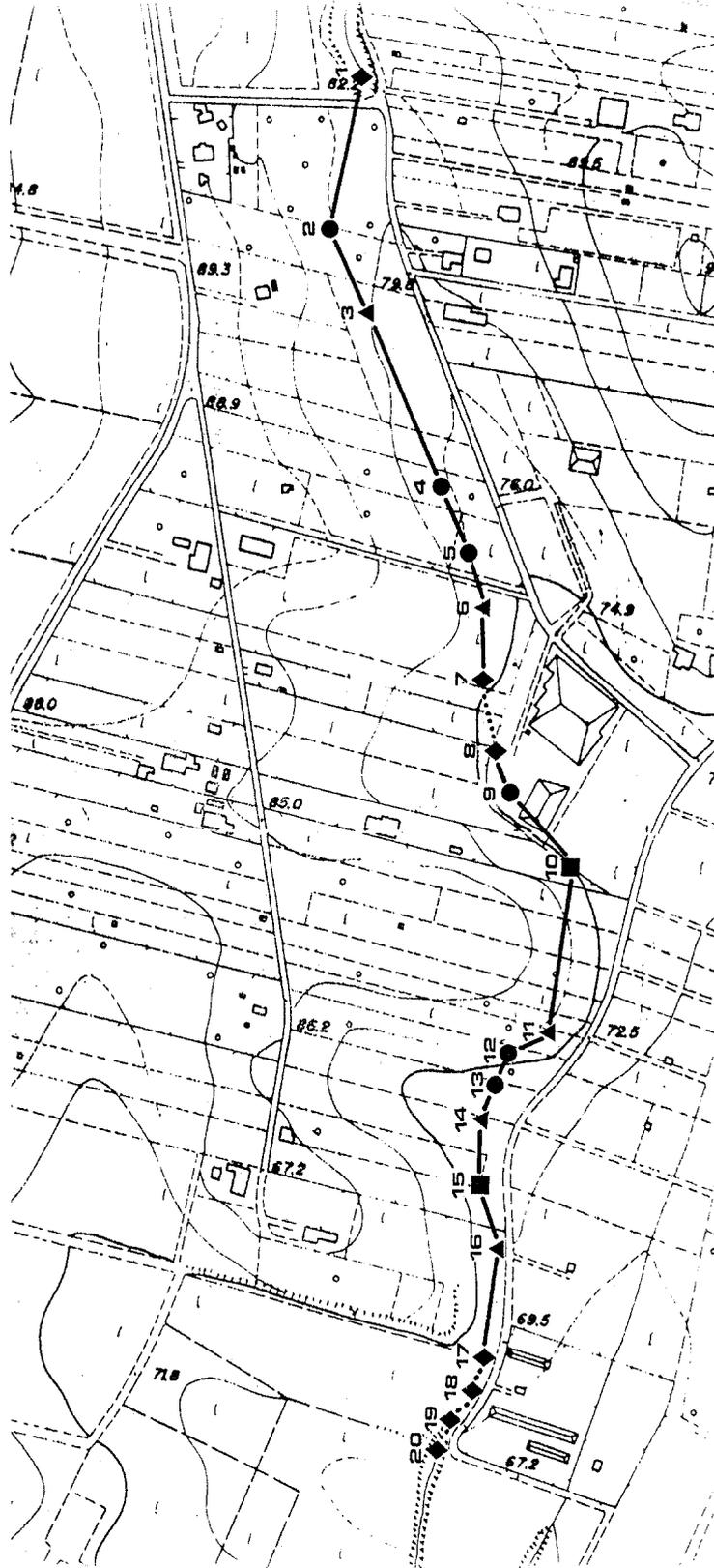
sono delimitati i bacini idrografici parziali delle due gallerie

N



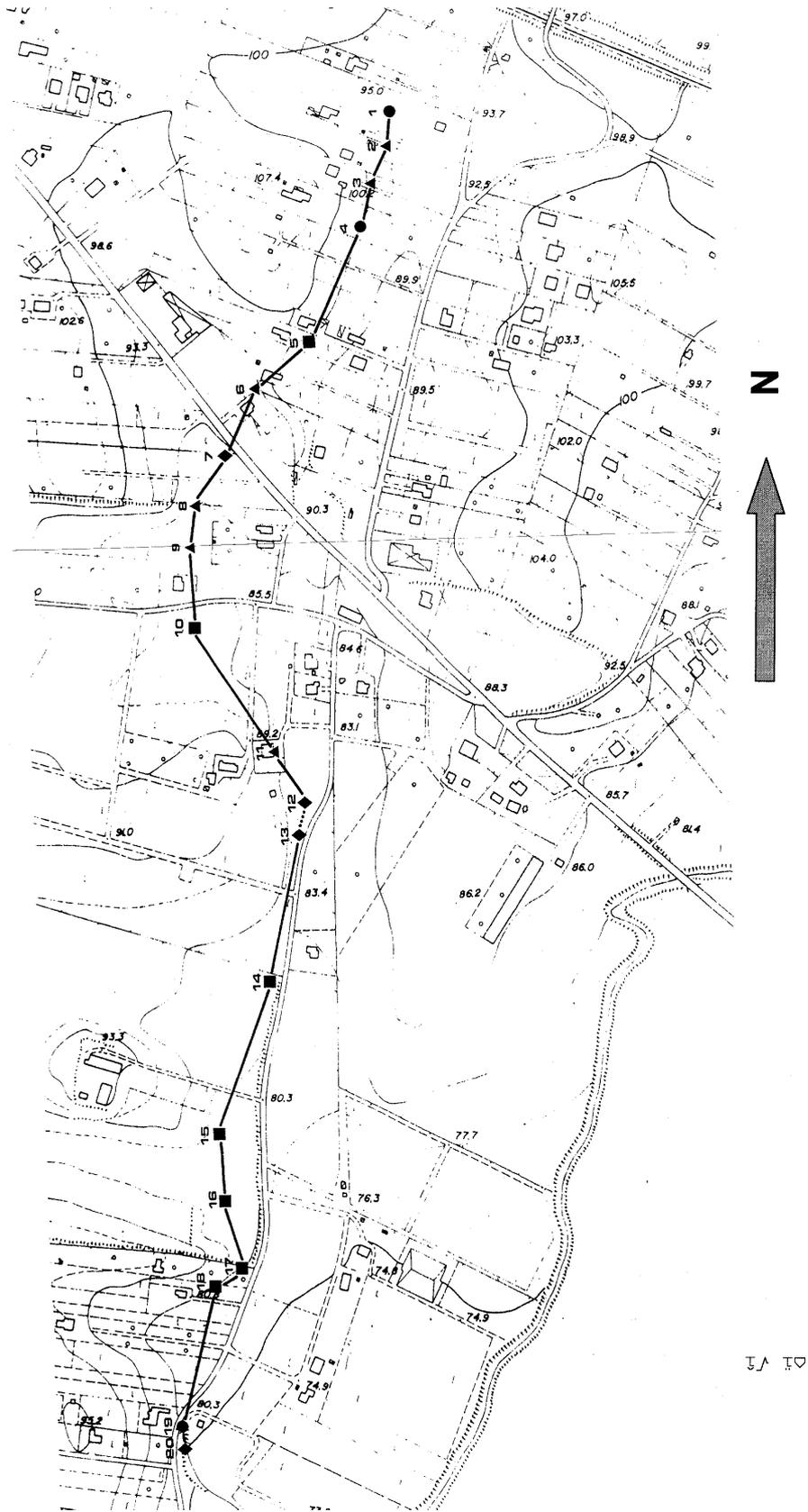
PLANIMETRIA TRACCIATO A

scala 1:5000



PLANIMETRIA TRACCIATO B

scala 1:5000



[Ritorno Menù](#)

CAVITA' E FENOMENI DI INQUINAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Angelo Corazza²²
Idrogeologo

1. Premessa

In questa breve nota vengono fornite alcune indicazioni circa il ruolo che le cavità sotterranee possono assumere nel favorire la contaminazione delle acque sotterranee. In particolare verranno prese in considerazione le cavità situate nei terreni vulcanici perché di gran lunga le più numerose e perché situate all'interno di depositi caratterizzati dalle falde idriche più importanti ed estese della città e notevolmente sfruttate dall'uomo.

2. Assetto idrogeologico dei terreni vulcanici nell'area romana

L'assetto idrogeologico dell'area romana è caratterizzato dalla presenza, generalmente in profondità e solo in alcune zone in affioramento, di un substrato argilloso impermeabile (argille marine plio-pleistoceniche) al di sotto del quale nessuna circolazione idrica sotterranea è presente.

Su questo substrato poggia, in gran parte dell'area romana, una successione di sedimenti di ambiente marino e continentale (argille, limi e sabbie con orizzonti anche molto potenti di ghiaie) che appartengono alle Unità geologiche romane di età pleistocenica.

Sul complesso dei sedimenti pleistocenici, e solo in alcune aree direttamente sul substrato argilloso, poggiano i depositi vulcanici prodotti, anch'essi durante il Pleistocene, dall'attività dei Distretti Vulcanici dei Colli Albani e dei Monti Sabatini.

Il complesso delle vulcaniti è composto da depositi piroclastici (di colata piroclastica, piroclastiti di lancio, piroclastiti rimaneggiate) e da colate laviche. Il complesso, pur se caratterizzato dalla presenza anche di terreni a scarsa permeabilità, mostra nel suo insieme una discreta permeabilità (per porosità nei depositi piroclastici e per fessurazione nelle lave).

Il complesso delle vulcaniti è sede di più falde idriche, situate nei terreni più permeabili, poste a diversa profondità dalla superficie. La falda idrica principale è quella più profonda situata alla base

²²Via E. Rolli, 30 - 00153 Roma

della serie vulcanica (*falda di base*), che viene sostenuta o dai prodotti vulcanici più antichi, generalmente poco permeabili, o dai terreni sedimentari plio-pleistocenici a bassa o nulla permeabilità. Superiormente a questa si hanno altre falde idriche di molta minore estensione e importanza, sostenute dai terreni vulcanici a bassa permeabilità (*falde sospese*).

Le falde sono generalmente "libere" anche se, a causa della estrema variabilità dei rapporti nel sottosuolo tra terreni permeabili e terreni poco o nulla permeabili, possono anche risultare "confinare" e con acqua in pressione.

In riva sinistra del Tevere, dove sono presenti prevalentemente i depositi vulcanici attribuibili all'attività del distretto vulcanico dei Colli Albani la falda di base ha un flusso idrico che scende in maniera radiale dai Colli Albani e interessa le zone orientali e meridionali della città. La falda alimenta gran parte dei corsi d'acqua dell'area albana e ad essa si ricollegano le maggiori sorgenti d'acqua potabile vicine alla città. Sulla stessa riva, nella zona centrale della città, è presente un'altra falda idrica, molto più modesta di quella proveniente dai Colli Albani e non collegata con essa, la cui alimentazione avviene in loco. Tale circolazione emergeva lungo le valli degli antichi corsi d'acqua affluenti del Tevere dando luogo a numerose sorgenti generalmente di modesta portata .

Nella zona a nord del fiume Aniene la falda contenuta nei depositi vulcanici ha flusso idrico orientato verso il Tevere o verso l'Aniene ed emerge in sorgenti anche con discrete portate.

In riva destra del Tevere affiorano quasi esclusivamente i depositi vulcanici dovuti all'attività del distretto vulcanico Sabatino. Nelle zone più settentrionali del territorio comunale, laddove lo spessore delle vulcaniti è consistente, si riscontra la presenza di una falda di base importante ed estesa. Questa falda è la stessa che alimenta, da nord, est ed ovest i laghi di Bracciano e di Martignano e che poi scende radialmente verso valle alimentando i grossi fossi che solcano le pendici del vulcano sabatino, dando luogo a sorgenti anche di notevole portata. Nelle porzioni più superficiali del complesso, al contatto tra terreni permeabili e terreni impermeabili, si hanno modeste falde idriche sospese che emergono in numerosissime sorgenti generalmente di piccola portata. Nelle zone più meridionali della città, laddove lo spessore delle vulcaniti è molto ridotto, in questo complesso si hanno solo sporadici livelli idrici.

Dalle falde idriche del complesso delle vulcaniti emungono acqua numerosissimi pozzi (diverse migliaia ad una stima attendibile) le cui portate specifiche risultano molto variabili e possono raggiungere anche qualche decina di litri al secondo per metro di abbassamento.

3. Vulnerabilità intrinseca all'inquinamento delle falde idriche nei terreni vulcanici

Le fonti di inquinamento possibili nel territorio della città di Roma sono molteplici e diffuse, con le loro varie tipologie, su tutto il territorio. Tra i produttori reali o potenziali di inquinamento vi sono infatti gli scarichi industriali liquidi ma anche gassosi (ricaduta al suolo di inquinanti), i metanodotti, i depositi di idrocarburi (compresi i distributori di carburanti), gli autoparchi, le officine meccaniche, le discariche incontrollate e/o abusive di rifiuti solidi, i pozzi perdenti e in generale le aree sprovviste di rete fognaria e tutte le vie di comunicazione dalle quali possono provenire inquinanti derivanti dal passaggio degli autoveicoli. Infine per le zone agricole occorre considerare gli apporti di inquinanti dovuti all'uso eccessivo di fertilizzanti, pesticidi, erbicidi e antiparassitari.

Si deve poi tenere conto che il massiccio sviluppo urbanistico della città ha determinato tutta una serie di manomissioni del suolo che hanno aumentato la vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee. Da un lato, infatti, gli interventi edificatori hanno favorito, l'arrivo degli inquinanti in falda. Dall'altro la cementificazione e la asphaltizzazione del suolo (che interessano una superficie pari al 20% della superficie totale del comune) hanno diminuito gli apporti alle circolazioni idriche sotterranee dovuti alle precipitazioni atmosferiche, determinando un depauperamento delle risorse che riduce le capacità autodepurative del terreno.

Nell'ambito del quadro generale sopra definito, in assenza di uno studio specifico, si possono fare alcuni accenni alla *vulnerabilità intrinseca* delle falde idriche contenute nel complesso dei depositi vulcanici ovvero alla loro suscettività specifica all'arrivo e alla diffusione di inquinanti.

Le falde idriche libere nelle vulcaniti risultano generalmente vulnerabili in quanto non sono protette verso l'alto da terreni impermeabili sufficientemente potenti ed estesi in grado di proteggerle dall'arrivo degli inquinanti. Altre cause che contribuiscono alla vulnerabilità consistono nella discreta permeabilità dei terreni vulcanici, in particolare quelli pozzolanacei (tab.1) e nella relativa profondità delle falde rispetto al piano campagna.

Le falde idriche confinate essendo protette al tetto da terreni poco o nulla permeabili dovrebbero essere in teoria isolate da possibili arrivi dall'alto di fluidi inquinati. Esse risultano invece in molte zone inquinate in maniera indiretta perchè messe in comunicazione idraulica con altre falde più superficiali attraverso i pozzi che le sfruttano.

4. Fenomeni di inquinamento connessi alla presenza di cavità

La presenza di cavità nel sottosuolo aumenta di molto la vulnerabilità all'inquinamento in quanto tali strutture possono rappresentare, e molte volte costituiscono realmente, il ricettacolo di vari tipi di rifiuti (RSU, scarti di lavorazione, rottami di auto, copertoni, detriti di materiale edilizio, oli esausti, ecc).

Nella città di Roma le cavità costituiscono molte volte anche il recapito di di reflui di origine civile. Tale recapito è a volte doloso, in quanto dovuto a scarichi fognari abusivi, e a volte accidentale, in quanto dovuto a collettori fognari che, spesso proprio causa delle cavità stesse, risultano danneggiati disperdendo i liquami all'interno dell'ipogeo.

Situazioni di questo tipo, con la presenza all'interno della cavità di acque di fogna per diversi decimetri d'altezza, sono state riscontrate nella zona tra la via Casilina e la via Prenestina (via Formia, via Sezze, via Labico) e nella zona di Villa Gordiani.

Il rilascio dell'inquinante direttamente nella cavità, e quindi in profondità nel sottosuolo, amplifica gli effetti della contaminazione a carico delle acque sotterranee. Infatti l'inquinante percorre una strada più breve e quindi impiega meno tempo per arrivare in falda con il risultato che i processi di attenuazione ("autodepurazione") nel terreno sono molto ridotti o inesistenti²³.

Gli effetti negativi sono ulteriormente amplificati dal fatto che nella zona di Roma i vuoti si trovano generalmente pochi metri sopra il livello della falda. Le attività di scavo nell'antichità si sviluppavano infatti fino a sfruttare la massimo la potenzialità dello strato di interesse e raggiungevano quindi una profondità poco superiore a quella del livello di falda che costituiva, per la tecnologia dell'epoca, un limite invalicabile all'estrazione.

Si determinano in questo modo le condizioni per l'arrivo in falda di elevate concentrazioni di microorganismi (principalmente batteri), di oli e grassi, di colloidali, di sostanze inorganiche (solfati, carbonati, fosfati, solfuri, nitriti, nitrati, cloruri) e organiche (carboidrati, grassi, sostanze proteiche, acidi, aldeidi, fenoli, detergenti, solventi). Se lo scarico fognario è collegato anche ad attività produttive possono giungere in falda anche altri tipi di composti organici, metalli pesanti, solfati, acidi, provenienti da stazioni di servizio, autorimesse, lavanderie, ecc.;

Lo scarico di reflui di origine civile all'interno delle cavità, oltre a provocare l'inquinamento delle falde, può determinare anche dei problemi di caratteri sanitario. Infatti se le cavità invase da acque nere comunicano con la superficie, attraverso aperture naturali o strutture antropiche, si manifestano problemi dovuti a cattivo odore e alla proliferazione di zanzare ed altri insetti e all'aumento del numero di topi.

²³ Nel suo passaggio attraverso il suolo, la zona insatura e la zona di saturazione, l'inquinante, può subire, in relazione alle sue proprietà specifiche e alle condizioni al contorno, una diminuzione della sua concentrazione originaria (fino alla completa scomparsa) e una trasformazione chimico/fisica.

In conclusione la presenza nelle cavità di rifiuti, e in particolare di reflui civili, contribuisce al degrado delle acque sotterranee della città che, sulla base dei dati disponibili, sembra essere molto esteso. Le analisi condotte dal PMP-USL RM5 nel 1991 mostrano infatti come nessuna delle falde idriche presenti nel territorio del Comune di Roma, neanche quelle più profonde sia esente da un inquinamento di tipo microbiologico, di origine essenzialmente civile (tab.2).

Tab. 1 - Permeabilità dei terreni vulcanici - prove Lefranc a carico variabile in foro

Litologia	Numero prove	Permeabilità (cm/sec)				
		media	mediana	moda	minimo	massimo
pozzolane	24	0,002213	0,0002	0,00004	0,00001	0,03
tufi pedogenizzati	7	0,002039	0,000405	-	0,000029	0,00663
tufi litoidi	6	0,006081	0,002249	-	0,000052	0,0232

Tab. 2 - Caratteristiche microbiologiche delle acque sotterranee di Roma

TIPO DI CAPTAZIONE E PROFONDITA'	NUMERO CAMPIONI	PERCENTUALE CAMPIONI			
		COLI FECALI 0	COLI FECALI 1-10	COLI FECALI 11-50	COLI FECALI >50
Sorgenti	50	40	26	18	16
Pozzi 1-10 metri	49	47	29	4	20
Pozzi 11-20 metri	60	47	13	20	20
Pozzi 21-30 metri	71	59	18	8	14
Pozzi 31-40 metri	81	60	27	7	5
Pozzi 41-55 metri	77	65	25	6	4
Pozzi 56-75 metri	71	76	10	8	6
Pozzi 75-100 metri	31	58	16	16	10
Pozzi >100 metri	12	83	17	0	0
Pozzi profondità n.d.	36	58	33	8	0
TOTALI	541	59	21	10	10

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

CENSIMENTO DEI DISSESTI CAUSATI DAL CROLLO DI CAVITÀ SOTTERRANEE VERIFICATISI IN ITALIA DAL DOPOGUERRA AL 1990

**(da: V. Catenacci, Mem. Descr. della Carta Geol. d'It., Servizio Geologico Nazionale,
Vol. XLVII, 1992).**

(nota di Maurizio Lanzini)

Per quanto ne sappiamo non esiste attualmente in Italia una raccolta o banca dati di dissesti causati dal crollo di cavità sotterranee.

L'unico riferimento attendibile ed abbastanza omogeneo su scala italiana è riscontrabile in una pubblicazione del Servizio Geologico Nazionale, da quale abbiamo selezionati i dati relativi a crolli di ipogei.

In tale testo (V. Catenacci, Mem. Descr. della Carta Geol. d'Italia, Servizio Geologico Nazionale, Vol. XLVII, 1992) sono elencati, separatamente per ogni regione ed in ordine cronologico i dissesti idrogeologici, sismici, di esondazione, di frana, ecc.. che hanno interessato l'Italia dal dopoguerra al 1990. Tra i vari dissesti sono elencati i seguenti crolli di cavità sotterranee che hanno provocato danni significativi alle infrastrutture superficiali, con riferimento alle regioni Basilicata, Calabria, Campania, Lazio, Puglia:

BASILICATA

A fine **1986** in Basilicata alcuni centri abitati sono colpiti da crolli collegati a cavità sotterranee:

-Oppido Lucano (PZ): crolli e sprofondamenti per la presenza di una rete caveale (coltivazione di sabbie) estesa al di sotto dell'area urbana; molti edifici lesionati

-Tursi (MT): crolli e sprofondamenti per la presenza di una rete caveale scavata dall'uomo in tempi diversi estesa al di sotto dell'area urbana; molti edifici lesionati

CALABRIA

25/4/1984: Nel campo minerario di Belvedere di Spinello (CZ), dove dal 1970 circa la Montedipe (Montedison) sfrutta un giacimento di salgemma (non affiorante) mediante tecnica dell'idrofratturazione e dissoluzione (immissione nel sottosuolo di acqua in pressione e risalita di salamoia), si verifica, per conseguente formazione di caverne nel sottosuolo, un improvviso sprofondamento del versante di una collina in località Fontanelle, valutato circa 3.5 milioni di mc, con espulsione rapida di circa 100 mila mc di salamoia. Prende così origine un'onda di piena che si abbatte sulla piana antistante risalendo fino quasi alla strada di accesso agli impianti, poi defluisce lungo la valle Acqua del Gallo ed il fosso Baretta sfondando canali di irrigazione e alluvionando e inquinando irrimediabilmente oliveti ed agrumeti per un totale di 120 ha.

Un mese prima dell'evento comparvero sul terreno macroscopiche crepe e fessure che non furono messe in relazione con i vuoti sotterranei corrispondenti alla dissoluzione.

CAMPANIA

In Campania ed in particolare nella città di Napoli ed in alcuni centri abitati dell'area vesuviana si è verificato il maggior numero di eventi di crollo, che vengono qui di seguito elencati:

20 Marzo 1968; Piazza Lala, Napoli; voragine di metri 10x7, profonda 10m, causata dal crollo di cave sotterranee

Novembre 1969; Cardito, Prov. Napoli; voragine causata da crollo per cave sotterranee; lesione ad edificio

Marzo 1971; Viale A.Vitale, Napoli; voragine causata da cavità sotterranee; crollo di un edificio, 1 morto

Gennaio 1977; Casoria, Prov Napoli; voragine causata da cavità sotterranee; 50 famiglie senza tetto

Gennaio 1977; Capodimonte, Napoli; voragine in prossimità di un pozzo di accesso a cave sotterranee; distrutta una casa rurale

Maggio 1977; P.za S. Luigi, Napoli; distacco di massi dalla calotta di antiche cave sotterranee utilizzate ad autorimessa

Maggio 1977; Posillipo, Napoli; distacco di massi dalla calotta di cave utilizzate a ricovero imbarcazioni

Febbraio 1979; C.so V. Emanuele, Napoli; distacco di massi dalla calotta di cave sotterranee; palazzo lesionato, 20 famiglie evacuate

Giugno 1979; Gradoni di Chiaia, Napoli; incendio in una cava sotterranea sconosciuta; necessari 10 gg per individuare un accesso; diversi fabbricati sgomberati

Novembre 1979; C.so A. di Savoia, Napoli; voragine per crollo di antiche cave; strada chiusa per 4 mesi

Ottobre 1980; Parco Mergellina, Napoli; crollo dall'ingresso di antica cava; 1 morto, alcuni feriti

Novembre 1980; Afragola, Napoli; voragine di oltre 15 m di diametro per crollo di antiche cave; crollo di una abitazione; 1 morto

Maggio 1981; Afragola, Napoli; voragine per crollo su cavità sotterranea; edificio di 3 piani crollato

Gennaio 1982; V.S.Tommasi, Napoli; incendio in gallerie di antiche cave; 1 morto

12-13 Febbraio 1982; V. F.S.Correra, Napoli; crollo di un costone di tufo che evidenzia un antico cunicolo laterale di collegamento con un'area di cava sotterranea; la rete caveale si estende nell'area circostante

Febbraio 1982; Piazzetta S.Salvatore, Napoli; crollo di un pozzo di cava sotterranea; lesioni a fabbricati e interruzione strade

Novembre 1982; V.Roma, Napoli; incendio in cavità sotterranee legate a passate attività di cava;

Gennaio 1983; Casandrino. Napoli; voragine; 1 morto

Agosto. 1983; Piazza Miracoli, Napoli; incendio in gallerie sotterranee legate ad antiche cave

14 Dicembre 1983; V. San Mandato, Napoli; un bambino precipita nel pozzo di una antica cava sotterranea e perde la vita

Aprile 1984; Caivano, Napoli; voragine; edificio travolto

Aprile 1984; Vico Cimitile, Napoli; voragine per cavità sotterranea; dissesti negli scantinati di Palazzo Calabria

Aprile 1984; Vico Lungo Teatro Nuovo, Napoli; crolli di antiche cavità dell'acquedotto; dissesti in un fabbricato

Luglio 1984; Frattamaggiore, Napoli; voragine per improvviso svuotamento di 2 pozzi riempiti di detriti e collegati a cave sotterranee

Luglio 1984; Via Nicolardi, Napoli; voragine per cavità di cava sconosciuta; inghiottimento di un container per terremotati

24 Luglio 1986; Afragola, Napoli; Voragine; crollo ala di edificio

5 Settembre 1986; Pozzuoli; un bambino precipita nel pozzo di una antica cava sotterranea e perde la vita

10 Giugno 1988; Via Pinedo, Napoli; voragine

6 Dicembre 1988; Via Sacramento a Foria, Napoli; voragine per cavità sconosciuta; 3 edifici sgomberati

20 Maggio 1990; Rione Sanità, Napoli; voragine; crollo abitazione

LAZIO

15/3/1983: A Montecompatri (Roma) una voragine di circa 50 m si apre, nella notte, in P.zza Fanti provocando il crollo di 3 palazzine. Le 16 famiglie che le abitavano erano state fatte sgomberare la settimana prima a seguito di una piccola voragine apertasi nella piazza.

Fine 1986: Si segnalano fenomeni di instabilità e crolli per cavità sotterranee nei seguenti comuni:

- Onano si segnalano precarie condizioni di stabilità in numerose caverne sottostanti il centro storico.
- Tarquinia si segnalano instabilità delle cavità sottostanti il centro storico
- Grotte di Castro si segnalano movimenti franosi in superficie per la instabilità delle cavità sottostanti il centro storico
- Castel S. Angelo si segnalano voragini per la instabilità di cavità sottostanti, in località Sciarmagutta di Cottilia Terme.
- Montecompatri si segnala la instabilità di cavità sotterranee nell'area del centro abitato.

PUGLIA

3/2/1972: Andria (Bari), il cedimento di una o più cavità provoca il crollo di 3 fabbricati in Via Cornelia dei Gracchi; 1 morto e 11 feriti (non sono date indicazioni sulla geologia, ma si ipotizzano cavità in calcareniti).

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

**OSSERVAZIONI GENERALI SUGLI EVENTI DI CROLLO ELENCATI NEL TESTO DI
V. CATENACCI (nota di Maurizio Lanzini):**

Dalla analisi dei casi storici elencati nel testo di V. Catenacci si ricavano le seguenti osservazioni, pur in considerazione che sono sicuramente avvenuti ulteriori crolli che per i limitati danni non sono stati elencati:

- La maggior parte dei crolli fanno riferimento a cavità in terreni di origine vulcanica (solo alcuni casi sono legati a terreni diversi: sabbie, calcareniti)
- L'area sicuramente più colpita è la Città di Napoli e secondariamente alcuni centri abitati del cratere vesuviano-flegreo.
- Le tipologie di cavità più diffuse sono quelle legate alle attività di cava e ad usi legati alla captazione di risorse idriche (non si sono individuati crolli per cavità naturali, ed un solo caso per cavità legate ad attività mineraria)
- Le condizioni di maggior rischio sono presenti quando le cavità sotterranee sono inglobati in realtà urbane
- Il fatto che non sono elencati dissesti di crollo nella città di Roma (con estese aree caveali) è senz'altro legato al fatto che i dissesti e le voragini, che in realtà si sono verificate, non hanno in genere causato danni elevati come a Napoli e le conseguenze si sono limitate ad interruzioni di strade, anche se per lunghi periodi.
- Un'altro dato emerso è che le cavità sotterranee sono maggiormente presenti in città che hanno vissuto una storia urbana più che bimillenaria (le aree più critiche pertanto sono Roma e Napoli, pur con i diversi livelli di gravità).

Da queste considerazioni emerge una prima indicazione di maggior rischio di crollo, sulla base dei seguenti indicatori:

- area urbana

- terreni vulcanici
- presenza umana continua (Roma, Napoli ed altri centri minori dell'area Laziale e Campana con terreni sempre di origine vulcanica)
- Tipologie di cavità essenzialmente legate ad attività antropiche di cava e di scavo per vari usi funzionali (captazione idrica, ipogei di importanza archeologica).

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI CROLLO PER CAVITÀ SOTTERRANEE (rischio di voragine)

Maurizio Lanzini²⁴

Geologo libero Professionista - Presidente SIGEA Sez. Lazio

1. NOTE SUL CONCETTO DI RISCHIO

Relativamente al concetto di RISCHIO nella letteratura scientifica si danno le seguenti definizioni:

EVENTO: fenomeno impattante che supera in intensità un determinato valore-soglia (livello sopportabile dalla comunità).

AREE VULNERABILI (ESPOSTE AL PERICOLO): aree potenzialmente soggette a subire un EVENTO.

ELEMENTI A RISCHIO (E): soggetti di IMPATTO all'interno delle AREE ESPOSTE AL PERICOLO. Negli elementi a rischio sono in genere inclusi: la popolazione, edifici, infrastrutture, economia, cultura e tradizioni storiche, ambienti naturali ed ecosistemi, falde acquifere, ecc.

VULNERABILITÀ DI UN ELEMENTO A RISCHIO (V): attitudine a subire un danno; V può variare da 0 (nessun danno) a 1 (perdita totale).

SEVERITÀ DELL'IMPATTO O DANNO (D): $D = E \times V$

PERICOLOSITÀ' (P): probabilità che si verifichi un EVENTO di una data intensità in un periodo di tempo assegnato t. E' collegata con il tempo di ritorno T.

$$P = 1 - (1 - 1/T)^t$$

²⁴Via dei Torriani, 27 - 00164 ROMA - Tel. 066635021 - Email: langeo@aconet.it

RISCHIO (R): si definisce come il prodotto fra la Pericolosità e il Danno:

$$R = P \times D = P \times E \times V$$

2. APPLICABILITÀ DEL CONCETTO DI RISCHIO AL PROBLEMA "CROLLO PER CAVITÀ SOTTERRANEA"

Come visto in precedenza nella definizione del rischio sussistono due elementi: uno relativo alla **possibilità che in un certo arco di tempo si verifichi l'evento indesiderato** ed uno relativo alla **gravità ed entità dei danni locali ed areali** che tale evento può determinare.

Le problematiche di definizione del rischio sono già state affrontate, pur con modalità differenti, nei campi più disparati (rischio sismico, vulcanico, di esondazione fluviale). Nel caso del rischio sismico, vulcanico, di esondazione sono possibili valutazioni probabilistiche derivate dalla analisi di serie storiche e valutazioni di gravità intrinseca dell'evento per mezzo di scale empiriche (scale di intensità sismica, quote idrometriche, ecc.). Al contrario nel caso della valutazione della pericolosità conseguente al crollo di una cavità sotterranea non è possibile eseguire valutazioni sui tempi di ritorno e quindi valutazioni probabilistiche sul verificarsi dell'evento in un determinato orizzonte temporale.

Tale difficoltà può essere superata se al concetto di pericolosità si sostituisce quello di pericolo dove non è presente alcun termine probabilistico. Il *pericolo* di crollo viene infatti a coincidere con il rischio assoluto che in una determinata area, in un intervallo di tempo infinito, si determini una voragine.

In relazione alla presenza di cavità ipogee pertanto si definisce il **pericolo di voragine** con la sola accezione della minore o maggiore possibilità che possano verificarsi voragini e/o subsidenze per crollo delle cavità stesse; tale assunzione è assimilabile alle valutazioni del rischio di frana nella quale non sono date indicazioni temporali del probabile evento franoso.

In tale senso si assume che sia possibile individuare situazioni di maggiore o minore pericolo (o più classi di pericolo), attraverso l'analisi di una serie di "indicatori" (vedi oltre). L'importanza di eseguire una zonazione di pericolo (rischio assoluto di voragine) è giustificata dalla **necessità di individuare zone con maggiori potenzialità di crollo e che richiedono immediati interventi di risanamento.**

In relazione alla Vulnerabilità del sistema superficiale che può subire danni (area urbana) sussistono minori problemi per la sua definizione: nel senso che è ovvio che le tipologie infrastrutturali (che verranno di seguito definite) porteranno alla individuazione di elementi meno vulnerabili (parchi, aree marginali, edifici con fondazioni profonde, ecc.) e di elementi più vulnerabili (edifici con fondazioni dirette, manufatti di importanza storica, ecc.).

3. I SISTEMI COINVOLTI NEL PROBLEMA "VORAGINE"

Nel contesto di valutazione del rischio di crollo di cavità sotterranee l'assunzione di concetti quali il Pericolo e la Vulnerabilità ha lo scopo di definire le interazioni fra i vari "sistemi". Si possono individuare i seguenti sistemi:

Sistema ipogeo

Il sistema ipogeo è rappresentato dalla presenza di cavità sotterranee, come sono realmente ad oggi esistenti anche in relazione alla loro storia evolutiva e tensionale. Il livello di equilibrio e/o squilibrio statico di tale sistema, che si esplica con la possibilità di verificarsi di crolli, è l'origine degli impatti negativi e distruttivi sul sovrastante SISTEMA INSEDIATIVO. Nell'ambito del SISTEMA IPOGEO pertanto il problema è di verificare quali elementi possono essere presi in considerazione per valutare i livelli di stabilità e/o instabilità (pericolo). Dal punto di vista metodologico si esclude la possibilità di classificare come omogeneamente pericolose tutte le aree con presenza di gallerie sotterranee, sia per ovvi problemi di gestione politica di tale rischio che può coinvolgere vaste porzioni del tessuto urbano, ma anche per la necessità di impiegare risorse economiche in zone relativamente più rischiose. Si assume pertanto che è possibile eseguire una zonazione di pericolo (con i limiti sopra esposti) fra varie situazioni caveali.

Sistema insediativo

Il sistema insediativo definisce le attività, la sicurezza, il valore economico e storico-culturale delle infrastrutture di superficie e della popolazione. Rappresenta il bersaglio che può essere colpito da eventi di crollo originati nel SISTEMA IPOGEO. All'interno del SISTEMA INSEDIATIVO potranno essere eseguite valutazioni di maggiore o minore **vulnerabilità**. Si possono individuare alcuni indicatori di vulnerabilità (vedi oltre).

Questo schema concentra l'attenzione sui danni che possono colpire il tessuto urbano e la popolazione, in quanto in questa sede si pone principalmente l'obiettivo di una corretta gestione da parte della Amministrazione Pubblica delle problematiche relative ai rischi per la città, in termini di organizzazione amministrativa e non unicamente l'analisi tecnico-scientifica della stabilità degli

ipogei in se stessi (anche se tale contesto è, come visto, fondamentale). Vale a dire che le problematiche tecnico-scientifiche di valutazione evolutiva delle cavità è funzionale e subordinate alla necessità di impostare un ottimale GOVERNO TECNICO-AMMINISTRATIVO dei problemi in oggetto.

Si elencano di seguito alcuni danni che possono derivare sul sistema insediativo:

- lesioni ad edifici e manufatti
- crollo di edifici e manufatti
- rottura di reti idriche, fognarie, del gas, ecc.
- rottura manto struttura stradale
- interruzione strade ed aree urbane, interruzione del traffico
- pericoli per la cittadinanza
- disturbi alla cittadinanza
- costi relativi ai danni di cui sopra

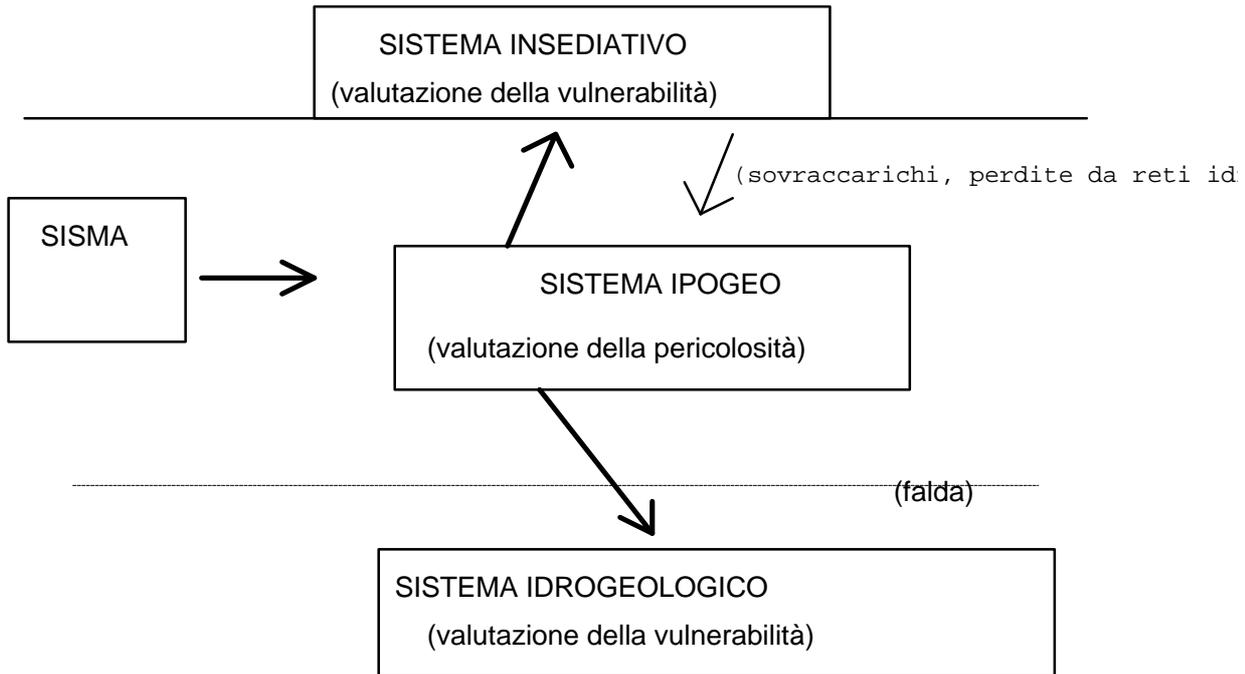
Il SISTEMA INSEDIATIVO non è esclusivamente bersaglio degli impatti distruttivi originatesi nel SISTEMA IPOGEO, ma contiene anche elementi di incremento della pericolosità del SISTEMA IPOGEO stesso: manufatti con fondazioni dirette al di sopra di cavità (sovraccarichi), vibrazioni del traffico, perdite della rete idrica e/o fognaria possono portare con incrementi di carico, tensioni dinamiche e scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni ad accelerare evoluzioni delle cavità verso condizioni di maggiore pericolosità ed instabilità.

Sistema idrogeologico e sismicità

Tale sistema è introdotto per una maggiore completezza della rete di interazioni fra i vari sistemi. Infatti come spesso verificato a Roma, le gallerie possono essere invase da liquami, con evidente rischio di inquinamento della falda. In tale senso nel sistema idrogeologico potranno essere eseguite valutazioni di vulnerabilità di inquinamento.

Ai sistemi precedenti va aggiunto inoltre la possibilità di sismi che possono aumentare la pericolosità del SISTEMA IPOGEO.

Riassumendo si realizzano le seguenti relazioni fra i vari sistemi (origine e bersagli di impatti):



4. INDICATORI DI PERICOLO DEL SISTEMA IPOGEO E DI VULNERABILITÀ DEL SISTEMA INSEDIATIVO

Indicatori per individuare e definire il Pericolo di sprofondamento legato al crollo di una cavità

- numero di cavità
- profondità calotta
- dimensioni planimetriche caveali, cavità unica, rete caveale, ecc.
- percentuale di scavo
- rapporto fra altezza e larghezza dei pilastri
- rapporto fra profondità e larghezza della cavità
- tipologia (cava, cunicolo idraulico, catacomba, ecc.)
- geologia, litologia, stratigrafia
- idrogeologia
- caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni
- stato tensionale ed evolutivo delle gallerie (dedotto da analisi diagnostica visiva delle cavità)
- presenza di strutture di sostegno in sotterraneo
- reti idriche e fognarie lesionate e con perdite (sistema insediativo)
- vibrazioni del traffico (sistema insediativo)

- presenza di sovraccarichi -fondazioni dirette (sistema insediativo)

Indicatori per definire i livelli di Vulnerabilità del Sistema Insediativo

- presenza o meno di edifici
- tipologie dei manufatti
- tipologie fondazionali
- presenza di reti di sottoservizi (in particolare gas)
- presenza di reti fognarie ed idriche

Possibile metodologia operativa per il pericolo "voragine"

Per la definizione della previsione e prevenzione del pericolo di crollo di cavità sotterranee si propone una lista di azioni successive di seguito elencate:

1. Individuazione delle aree con presenza di reti ipogee
2. Suddivisione di tali aree in zone a diverso grado di pericolosità
3. Identificazione degli elementi a rischio (elementi danneggiabili)
4. Valutazione della vulnerabilità (propensione a subire un danno) di tali elementi
5. Valutazione della severità degli impatti (danni)
6. Identificazione delle zone a priorità di intervento sulla base di due scale di valutazione: il danno potenziale e l'esposizione al pericolo.

5. BIBLIOGRAFIA

- Bernabini M., Esu F., Martunetti S., Ribacchi R., 1965, *On the stability of the pillars in an underground quarry worked through soft pyroclastic rocks*, Symposium A.M.S., Cagliari
- Cherubini C., 1991, *Valutazione probabilistica della stabilità di cavità superficiali in un ammasso di roccia tenera*, Convegno "La Meccanica delle rocce a piccola profondità", AMS, Torino
- De Angelis D' Ossat G., 1940, *La stabilità delle cave e cavità sotterranee*, Materie Prime d'Italia, 5, Roma
- Lanzini M., 1995, *Il problema delle cavità sotterranee a Roma (un rischio geologico)*, SIGEA, Geologia dell'ambiente, 3, Luglio-Settembre 1995
- Gisotti G., Lanzini M., 199, *Indici e scale di Impatto Geologico*, in "Valutazione di Impatto Ambientale - Indici e scale di qualità", per FAST, Ed. Pitagora, Bologna
- Gisotti G., Lanzini M., 199, *Indicatori di impatto ambientale - suolo e sottosuolo*, in "Manuale di Indicatori Ambientali, Indici e Valori di Riferimento per la Valutazione di Impatto Ambientale", per AAA (Associazione Analisti Ambientali)
- Lembo-Fazio A., Ribacchi R., 1988. *Problemi di stabilità di scarpate e cavità sotterranee in rocce piroclastiche*, Secondo ciclo di conferenze di meccanica ed Ingegneria delle Rocce, Politecnico di Torino, 1988
- Martinetti S., Ribacchi R., 1965, *Osservazioni sul comportamento statico dei pilastri in una cava in sotterraneo di materiali piroclastici*, Simp.Probl.Geomin.Sardi, Cagliari

- Sciotti M., 1982, *Engineering Geological problem due to old underground quarries in the urban area of Rome*, Proc. 4th Internat. Congr. IAEG, New Delhi

[Ritorno Menù](#)

[Ritorno Menù](#)

UN SITO IN RETE SULLE CAVITÀ SOTTERRANEE IN AREE URBANE **www.assonet.org/itcavind.html**

Maurizio Lanzini²⁵

Geologo libero Professionista - Presidente SIGEA Sez. Lazio

Massimo D'Alessandro²⁶

ASSO o.n.l.u.s.

In concomitanza al Convegno "Le cavità sotterranee nell'area urbana di Roma e della Provincia. Problemi di pericolosità e gestione" la SIGEA sez. Lazio e la o.n.l.u.s. ASSO hanno progettato e realizzato un sito Internet dedicato alle diverse tematiche relative alla presenza di reti ipogee in area urbana; il sito è raggiungibile in rete al seguente indirizzo:

www.assonet.org/itcavind.html

La presenza di cavità sotterranee, conosciute ed a volte sconosciute e/o dimenticate, determina a tutt'oggi oggettive condizioni di rischio per le infrastrutture e le attività di superficie, soprattutto in aree urbane. Le conseguenze sono costituite da crolli, voragini, lesioni più o meno gravi sulla stabilità dei manufatti, subsidenze, ecc.

Tale problema, soprattutto per le cavità di origine antropica, è particolarmente significativo in Italia che è caratterizzata da una storia più che bimillenaria durante la quale gli uomini hanno d'abitudine estratto materiali naturali da costruzione ed hanno sovente utilizzato il sottosuolo per costruire ambienti per le più varie funzioni (ricoveri, catacombe, serbatoi, ecc.): basti citare gli esempi più noti di Roma, Napoli, i numerosi centri abitati minori campani, laziali, pugli, lucani, ecc, e le antiche aree minerarie attualmente abbandonate (p.es. Sulcis, ecc.).

E' ben evidente che tale situazione, particolarmente grave nelle aree urbane, avrebbe richiesto un più accorto uso del territorio e scelte urbanistiche più attente alla realtà geoambientale; invece il risultato odierno è che l' espansione edilizia disordinata del dopoguerra (e pensiamo in particolare alle città di Napoli e Roma) ha realizzato interi quartieri densamente popolati al di sopra di una estesa rete di gallerie. Ad oggi la situazione è tale che frequentemente dissesti, voragini, cedimenti,

²⁵Via dei Torriani, 27 - 00164 ROMA - Tel. 066635021 - Email: langeo@aconet.it

²⁶mc7252@mclink.it

lesioni ad edifici provocano danni economici e rischi per la popolazione residente, senza che tutto ciò sia preso nella giusta considerazione dal parte della Pubblica Amministrazione con interventi programmatici e mirati e non isolati e sporadici, presi soltanto in occasioni di eventi disastrosi.

Un aspetto "moderno" delle problematiche relative agli ambienti sotterranei è inoltre la frequenza con la quale oggi si realizzano gallerie per arterie stradali e ferroviarie anche in ambiente urbano; tra l'altro la mancanza di spazio superficiale viene sempre più frequentemente risolto con la realizzazione di ambienti funzionali in sotterraneo ed a volte anche utilizzando cavità preesistenti.

Il sito proposto ha lo scopo di raccogliere dati e favorire lo scambio di esperienze e vuole essere la sede per discutere tutta una serie di problematiche di studio degli ipogei, con principale finalità alla valutazione del rischio per il sistema insediativo urbano e per la sicurezza delle popolazioni.

Il sito si propone inoltre come area di discussione e di raccolta di dati sulle problematiche inerenti irrapporti fra sottosuolo ed area urbana (geologia urbana).

Una prima lista di contenuti di discussione è la seguente:

- ricerche geologiche e storico-archeologiche sugli ipogei, sulle tecnologie di scavo, rapporti con la storia urbanistica e l'uso del sottosuolo e delle risorse geologiche
- metodologie dirette ed indirette di individuazione, esplorazione e mappatura di cavità e reti ipogee
- modelli e metodologie di valutazione del rischio
- problematiche di gestione del rischio
- interventi di salvaguardia, conservazione, di bonifica e consolidamento

Le professionalità coinvolte, alle quali chiediamo la attiva collaborazione per far vivere il sito, sono: geologi, speleologi, geofisici, archeologi, ingegneri, urbanisti, ecc.

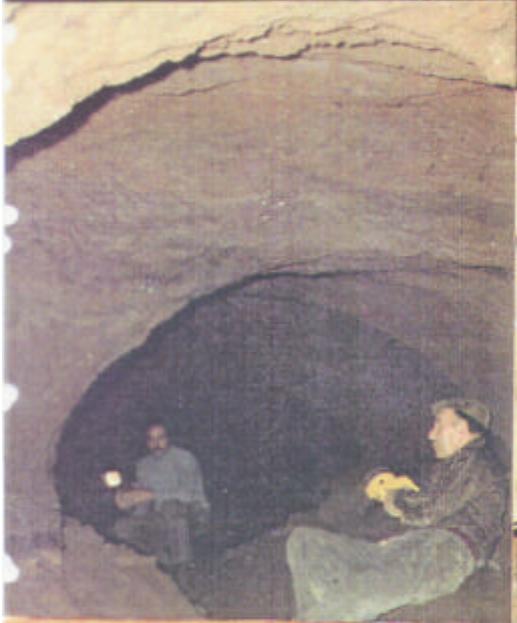
[Ritorno Menù](#)

Finito di stampare Settembre 1999

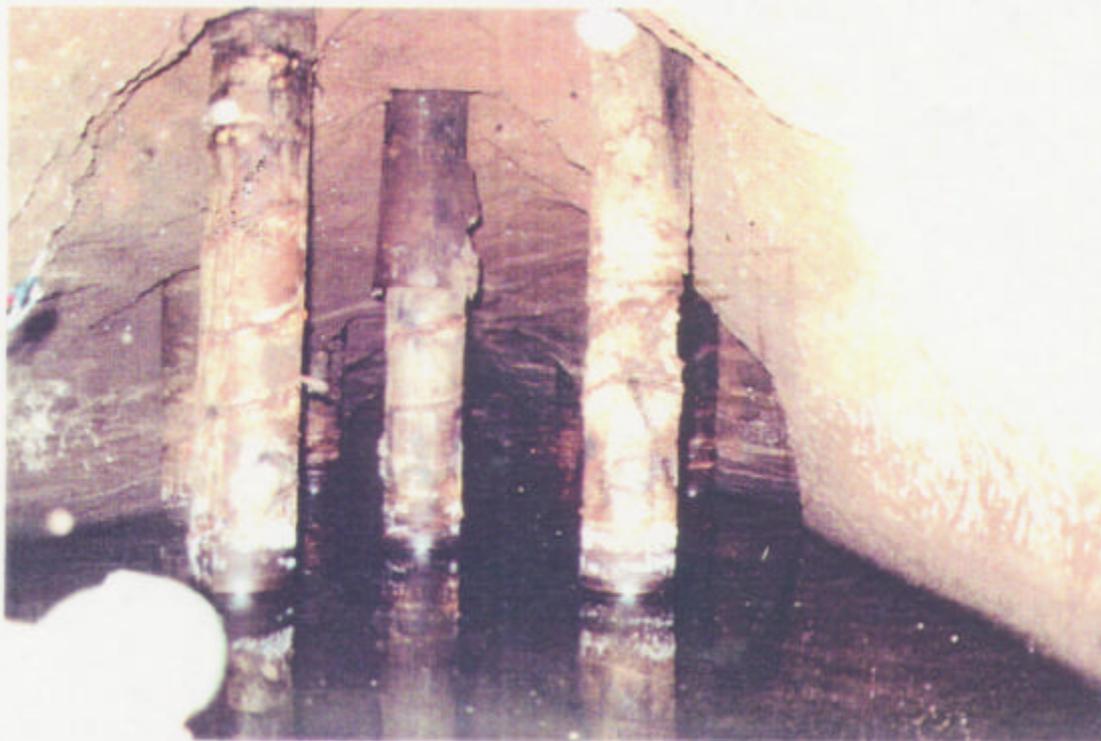


Momenti operativi
di varia ricerca



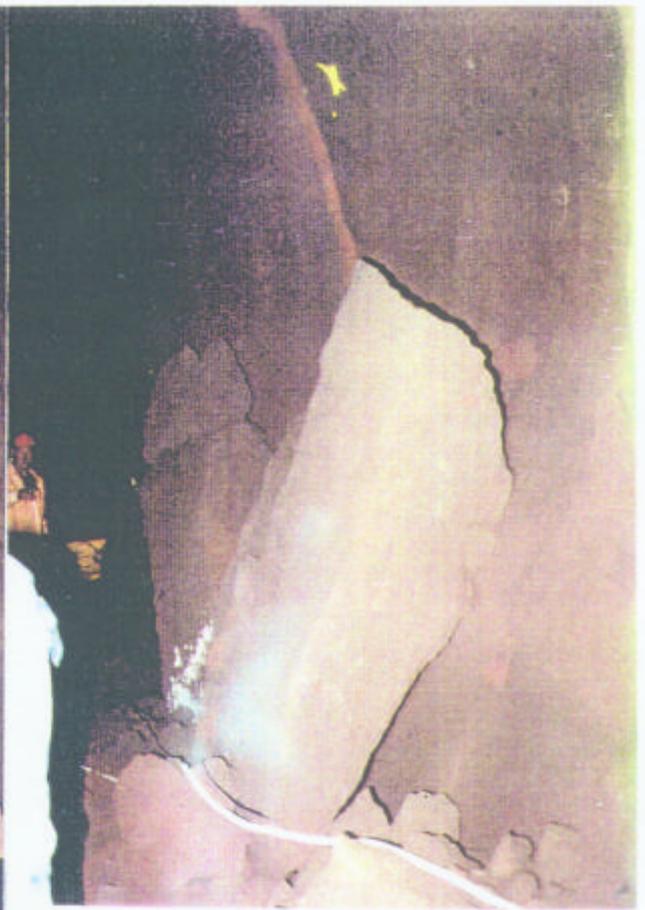
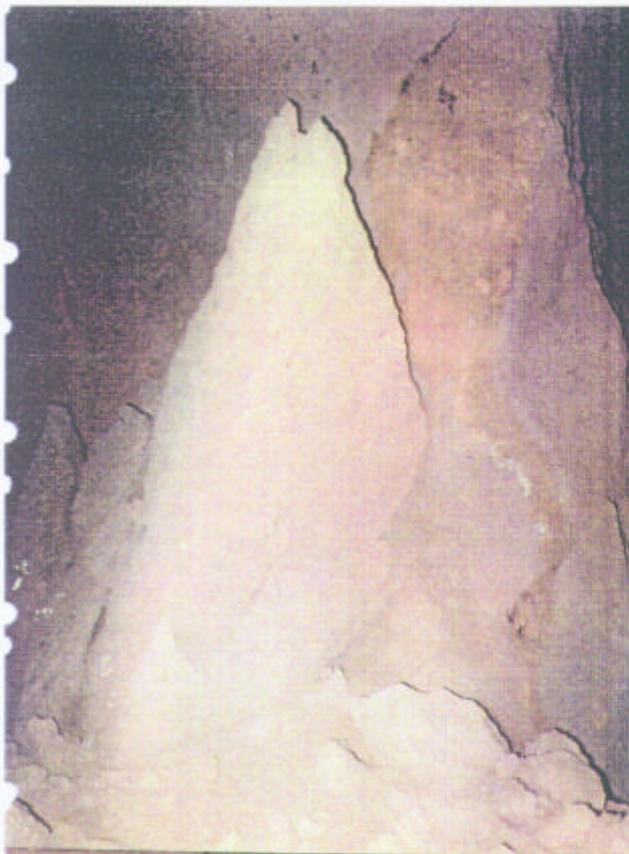


Il primo
impatto
con la
ignota
cava di
tufo
(latomia)
posta
sotto la
palazzina
Borghese



Pali nella posizione 5, lontani dal tracciato fognario su Via Valmontone e relativi ad un edificio di recente costruzione.





I distacchi parietali dovuti
alle imbibizioni, all'umidità
di appesantimento ed alle
vibrazioni.



Esempi di macro-lesioni sismiche





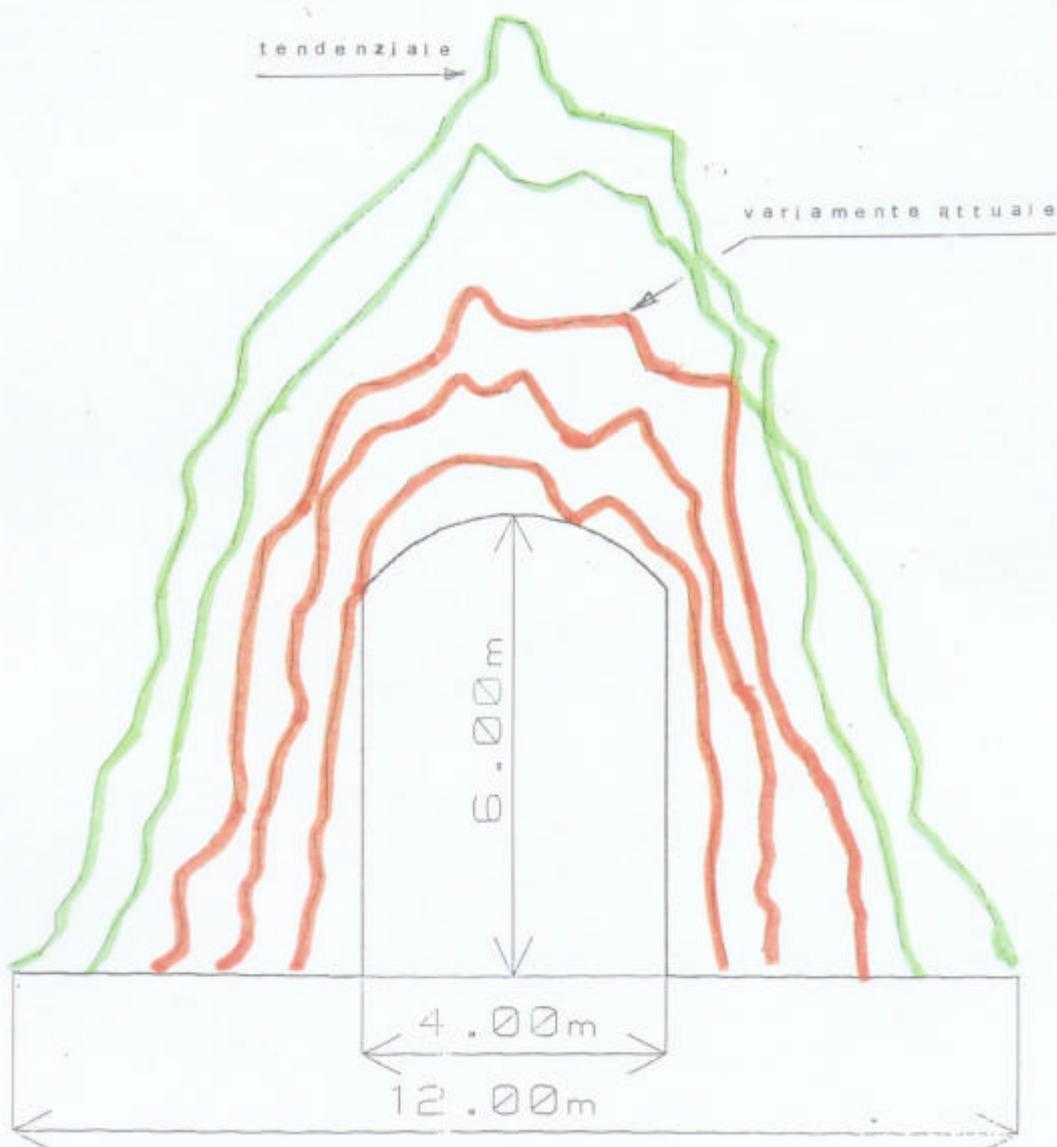


Perlustrazioni
con il Kajak
dei rami della
latomia invasa
dalle acque di
fogna. Rilievo
delle paline
di riferimento
scese dai fori



Le dimensioni attuali delle gallerie ipogee

In origine le grotte della latomia avevano, mediamente, un'altezza di 4-5 m e una larghezza di 4-5 m, dimensioni che abbiamo ritrovate in punti sporadici, lungo i vari percorsi: oggi, in generale, la sezione delle gallerie e' cambiata notevolmente. La sagoma e' allargata ed accresciuta, di molto ed irregolarmente, anche in altezza, in ragione di franamenti e continui distacchi parietali e di volta che si accrescono, nel tempo, da quando questi anfratti assolvono alla funzione di grandi e comunicanti fosse settiche, piu' o meno piene di putrido liquame e densa melma: e' esiziale, infatti, per la stabilita' di simili caverne, la presenza distruttiva dell'acqua. Abbiamo indicato in grafico le sagome originarie, una sezione dei cunicoli di accesso scavati intorno agli anni '40, la sagoma sottoposta a progressivi processi distruttivi.



[Ritorno a elenco Relazioni](#)