

## Le cavità sotterranee e i resti di una struttura templare del VI secolo a.C. nell'ex Regio Ufficio Geologico, Largo S. Susanna, Roma

*The underground tunnels and the remains of a temple structure of VI century BC in the ex Royal Geological Office, St. Susanna Square, Rome*

CHIOCCHINI U. (\*), BAGNETTI G. (\*\*), BASILI A. (\*\*\*), NINI R. (\*\*\*\*),  
SAVARESE G. (\*\*\*\*\*), PICCOLI A. (\*\*\*\*\*)

**RIASSUNTO** - La città di Roma si è sviluppata in circa 2700 anni, durante i quali la geomorfologia dell'area urbana, sottoposta a moltissimi grandiosi interventi antropici, è stata completamente trasformata. In questo contesto hanno assunto particolare importanza numerose gallerie, cave sotterranee, cunicoli e catacombe scavate in diverse zone della città. La progettazione per la ristrutturazione dell'edificio dell'ex Regio Ufficio Geologico in Largo S. Susanna, che è stato costruito nel 1873 - 1881, inaugurato nel 1885 e ha ospitato il Servizio Geologico d'Italia per oltre 100 anni, ha consentito di individuare e descrivere nel sottosuolo una rete di gallerie fino ad oggi non ufficialmente riconosciute. L'indagine geognostica al primo piano dell'edificio (quota 57 m s.l.m.) ha evidenziato una successione stratigrafica, comprendente, dall'alto, terreno di riporto con spessore di 5 m, i depositi piroclastici dei Tufi Stratificati Varicolori di La Storta (Pleistocene medio) con spessore di 15 m e le sabbie limose carbonatiche della Formazione di Valle Giulia (Pleistocene medio). Questa successione fornisce un nuovo dato utile a migliorare la stratigrafia dell'area di Roma. I depositi piroclastici ospitano due corpi idrici a quota 39 m e 45 m s.l.m. e le gallerie, che vi si sviluppano tra 45 m e 47 m s.l.m. mediante due rami con direzione ovest per circa 39 m e con direzione est per circa 49 m, mostrano diverse zone soggette a frangimenti per crollo, connessi essenzialmente alle discontinuità variamente orientate nell'ammasso roccioso, alcune opere di sostegno delle pareti, alcuni pilastri di fondazione dell'edificio e acque sotterranee. Al primo piano dell'edificio sono emersi i resti di mura costruite con conci di tufo grigio ed attribuite dalla Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma ad una struttura templare del VI secolo a.C. Pertanto una singolare coincidenza ha consentito che nell'edificio dell'ex Regio Ufficio Geologico avvenisse l'incontro ravvici-

nato tra le Scienze della Terra e l'Archeologia. Questo incontro conferma che le due discipline sono collegate essenzialmente tramite la geomorfologia dei siti, la stratigrafia e il riconoscimento, la descrizione, la provenienza e la datazione dei materiali rinvenuti negli scavi. L'incremento della sinergia tra le due discipline produrrà sicuramente un ulteriore progresso nei rispettivi campi di ricerca scientifica.

**PAROLE CHIAVE:** Scienze della Terra, Archeologia, ex Regio Ufficio Geologico, stratigrafia, galleria, mura, struttura templare

**ABSTRACT** - The city of Rome has developed over a period of about 2700 years. During its history geomorphology of the urban area has been subjected to many major anthropogenic interventions and has thus been completely transformed. In this context the numerous tunnels, underground quarries, underground passage and catacombs excavated in several zones of the city are of particular importance. The plan for renovating the building of the ex Royal Geological Office in Largo St. Susanna, which was constructed in 1873 - 1881, inaugurated in 1885 and hosted the Geological Survey of Italy as for 100 years, have a previously officially unknown underground network of tunnels to be identified and described. A geognostic investigation performed on the first floor of the building (57 m a.s.l.) has brought to light a stratigraphic succession, including, from top to bottom, landfill of thickness 5 m, Varicoloured Bedded Tuf of La Storta (middle Pleistocene) pyroclastic deposits of thickness 15 m, and carbonate silty sands of the Valle Giulia Formation (middle Pleistocene). This succession provides data useful to improve knowledge of the stratigraphic setting of Rome's territory. Two hydraulic bodies have been discovered at 39 m e 45 m a.s.l. in the pyroclastic deposits together with tunnels

(\*) Già geologo del Servizio Geologico d'Italia, Ordinario di Geologia Applicata, Università della Tuscia, Viterbo

(\*\*) Geologo libero professionista e speleologo, G.S. UTEC, Narni

(\*\*\*) Speleologa, Società Geologica Italiana

(\*\*\*\*) Archeologo speleologo, G.S. UTEC, Narni

(\*\*\*\*\* Geologo Libero professionista

(\*\*\*\*\* Geologo, Geo Indagini

that extend at depths between 45 m and 47 m a.s.l. along two branches leading to the west for about 39 m and to the east for about 49 m. These tunnels are characterised by several zones affected by landslides due essentially to the variously oriented discontinuities in the rock mass, together with works to support the walls in some places, and some foundation pillars of the building and groundwater. On the first floor of the building some remains of walls constructed using ashlar of gray tuff have emerged which the Special Service for Archaeological Monuments of Rome has attributed to the structure of a temple dating back to sixth century B.C. Thus a fortunate coincidence has caused the ex Royal Geological Office building to bring about a close meeting between Earth Sciences and Archaeology. This meeting confirms that these disciplines are connected essentially through the geomorphology of sites, stratigraphy, identification, description, provenance and dating of materials found in excavations. The increasing synergy of the two disciplines will surely produce further progress in scientific research in both fields.

KEY WORDS: Earth Sciences, Archaeology, ex Royal Geological Office, stratigraphy, tunnel, structure of temple

## 1. - INTRODUZIONE

Il territorio sul quale si è sviluppata la città di Roma in circa 2700 anni ha subito un radicale cambiamento ad opera dell'intervento antropico che si è manifestato mediante rilevanti opere di sbancaamento per realizzare edifici, strutture architettoniche e infrastrutture; demolizioni e riempimenti a vario titolo; colmamento dei corsi d'acqua e escavazioni per la coltivazione e l'estrazione delle rocce piroclastiche e sedimentarie clastiche che affiorano in gran parte del territorio di Roma.

Le numerose gallerie, cave sotterranee, cunicoli e catacombe scavate in diverse zone della città sono state descritte da vari Autori (DE ANGELIS D'OSSAT, 1943; CRESCENZI *et alii*, 1995 ed altri) ma dettagliatamente da VENTRIGLIA (2002) e successivamente da CIOTOLI *et alii*, (2013), che hanno prodotto una *Carta delle cavità sotterranee* nella quale sono distinti tre tipi di zone per le rocce vulcaniche e due tipi di zone per le rocce sedimentarie. Questa distinzione riguarda le “*zone nelle quali è molto probabile l'esistenza di cavità sotterranee*”, le “*zone nelle quali è probabile l'esistenza di cavità sotterranee*” e le “*zone nelle quali è possibile l'esistenza di cavità sotterranee*”. Inoltre sono riportate le “*vecchie cave in sotterraneo di tufo e pozzolana, gallerie isolate, reti di gallerie, grandi camere*”, le “*vecchie cave in sotterraneo di ghiaia e sabbia*”, i “*cunicoli e reti di cunicoli*” di solito a scopo idraulico, le “*catacombe, le tombe ipogee e gli ambienti sotterranei di interesse archeologico*”, le “*catacombe e le tombe ipogee scavate nelle rocce sedimentarie*”.

L'indagine svolta nel 2002 per incarico della Nuova Servizi Tecnici S.p.A., relativa alla ristrutturazione del complesso edilizio dell'ex Regio Ufficio Geologico in Largo S. Susanna (fig. 1a, b), ha con-

sentito di individuare e descrivere le gallerie presenti nel sottosuolo dell'edificio che ospitava il Servizio Geologico d'Italia. Si è constatato che queste gallerie non sono riportate nella cartografia di VENTRIGLIA (2002), nella quale l'area in esame è indicata tra le “*zone nelle quali è probabile l'esistenza di cavità sotterranee*”, molto prossima alla zona di Via XX Settembre nella quale sono indicati più di sei siti con “*vecchie cave in sotterraneo di tufo e pozzolana, gallerie isolate, reti di gallerie, grandi camere*”.

L'edificio in oggetto, che confina a NO con un edificio di pertinenza del Ministero dell'Interno e a SE con la Chiesa di S. Maria Nuova (tav. I) è stato costruito in base al progetto del 1873 - 1991 dell'ing. Raffaele Canevari, era la sede del Museo Agrario Geologico e successivamente del Regio Ufficio Geologico nel quale erano collocate le Collezioni Paleontologiche e Lito - mineralogiche e la Biblioteca ed è stato inaugurato dal Re Umberto I nel 1885. Dopo la seconda guerra mondiale il Regio Ufficio Geologico ha assunto la denominazione di Servizio Geologico d'Italia.

Nel 2004 l'edificio è stato acquisito dalla Residenziale Immobiliare 2004 di Fintecna che ha prodotto un progetto per la ristrutturazione e l'ampliamento. Tale progetto ha comportato un'indagine geognostica, eseguita da Geo Indagini, finalizzata all'inserimento di micropali in fondazione. Da questa indagine sono scaturiti nuovi dati molto rilevanti per la stratigrafia dell'area di Roma. Inoltre durante i primi lavori al primo piano dell'edificio sono emersi alcuni resti di mura che sono stati studiati dalla Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma. I risultati, presentati nella giornata del 16 ottobre 2013 (“*Indagini archeologiche presso l'ex Regio Ufficio Geologico - La scoperta di una struttura templare sul Quirinale*”), hanno evidenziato che i resti delle mura appartengono ad una struttura templare databile al VI secolo a.C.

Pertanto la sede storica del Servizio Geologico d'Italia ha assunto il significato di un particolare punto di incontro tra le Scienze della Terra e l'Archeologia, che merita di essere descritto al duplice scopo di migliorare le conoscenze sulla geologia di Roma e di stimolare una maggiore sinergia tra queste due discipline.

## 2. - METODOLOGIA

I dati stratigrafici, geotecnici e idrogeologici del sottosuolo dell'edificio acquisiti dall'indagine geognostica sono stati confrontati con i dati del rilevamento geologico e idrogeologico delle gallerie.

Per il rilevamento topografico delle gallerie sono specificate in dettaglio le modalità di esecuzione,

perchè l'ambiente ipogeo, dove è presente un alto tasso di umidità, spesso vicino al 100%, e dove vi sono difficoltà di carattere pratico da superare nel momento del rilievo, ha suggerito di misurare gli

spazi creando una poligonale interna mediante picchetti in ferro numerati progressivamente per individuare i punti di stazione. La poligonale è stata rilevata con l'ausilio di un tacheometro Salmoiraghi modello TH11 con gradazione centesimale destrorsa e lettura diretta 5', con il quale sono stati misurati gli angoli orizzontali (fig. 2). Le distanze sono state prese direttamente con doppio decametro e metro flessibile e i dislivelli sono stati misurati con il tacheometro e la stadia graduata. I dati della poligonale sono riportati nella tabella 1. È stato escluso a priori l'uso di strumenti elettronici per la presenza di umidità e di polveri che avrebbero creato problemi alle apparecchiature impedendo la raccolta di dati attendibili.

Per ogni lettura, a causa della condensa è stato necessario pulire frequentemente le lenti dello strumento ed i relativi cerchi graduati e le frane e i restringimenti dei passaggi hanno imposto di posizionare il tacheometro, fissato su cavalletto, ad altezze anche inferiori ad un metro dal terreno.

La caratterizzazione delle pareti e degli spazi interni è stata realizzata con il sistema della trilaterazione, utilizzando come punti fissi i picchetti di stazione ed eventuali spigoli o punti certi che consentissero la successiva restituzione grafica con ottima approssimazione. Nei punti salienti sono state rilevate anche le sezioni trasversali che permettono

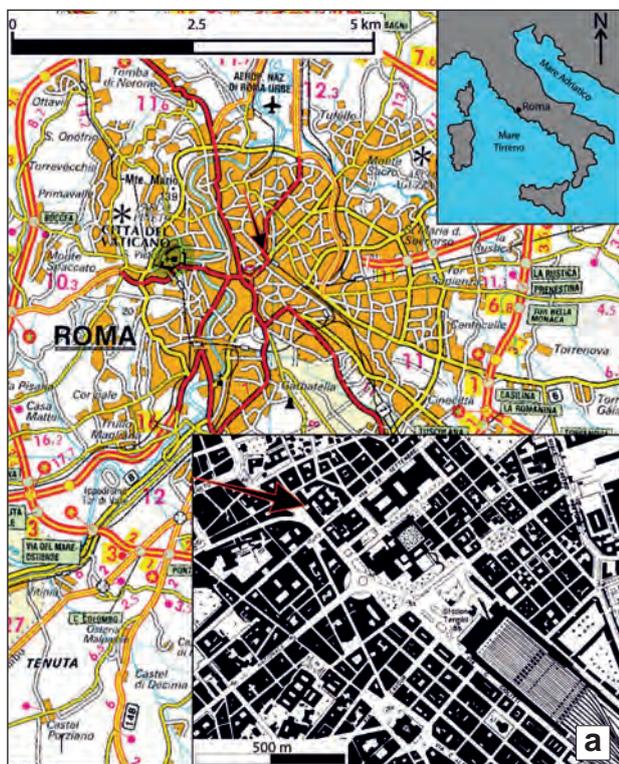


Fig. 1 – a - Ubicazione della zona con l'edificio dell'ex Regio Ufficio Geologico in Largo S. Susanna nella Carta Tecnica della Regione Lazio sezione 15 sud; b - L'edificio dell'ex Regio Ufficio Geologico in Largo S. Susanna.  
 – a - Location of the zone with the building of the ex Royal Geological Office in St. Susanna Square in the Latium Region Technical Map sheet 15 South; b - The building of the ex Royal Geological Office in St. Susanna Square.

TAV. I – Planimetria con l'ubicazione della gallerie riportate alla quota dell'ingresso dell'edificio dell'ex Regio Ufficio Geologico.  
 – Map showing location of tunnels reported at height of entrance of the building of the ex Royal Geological Office.

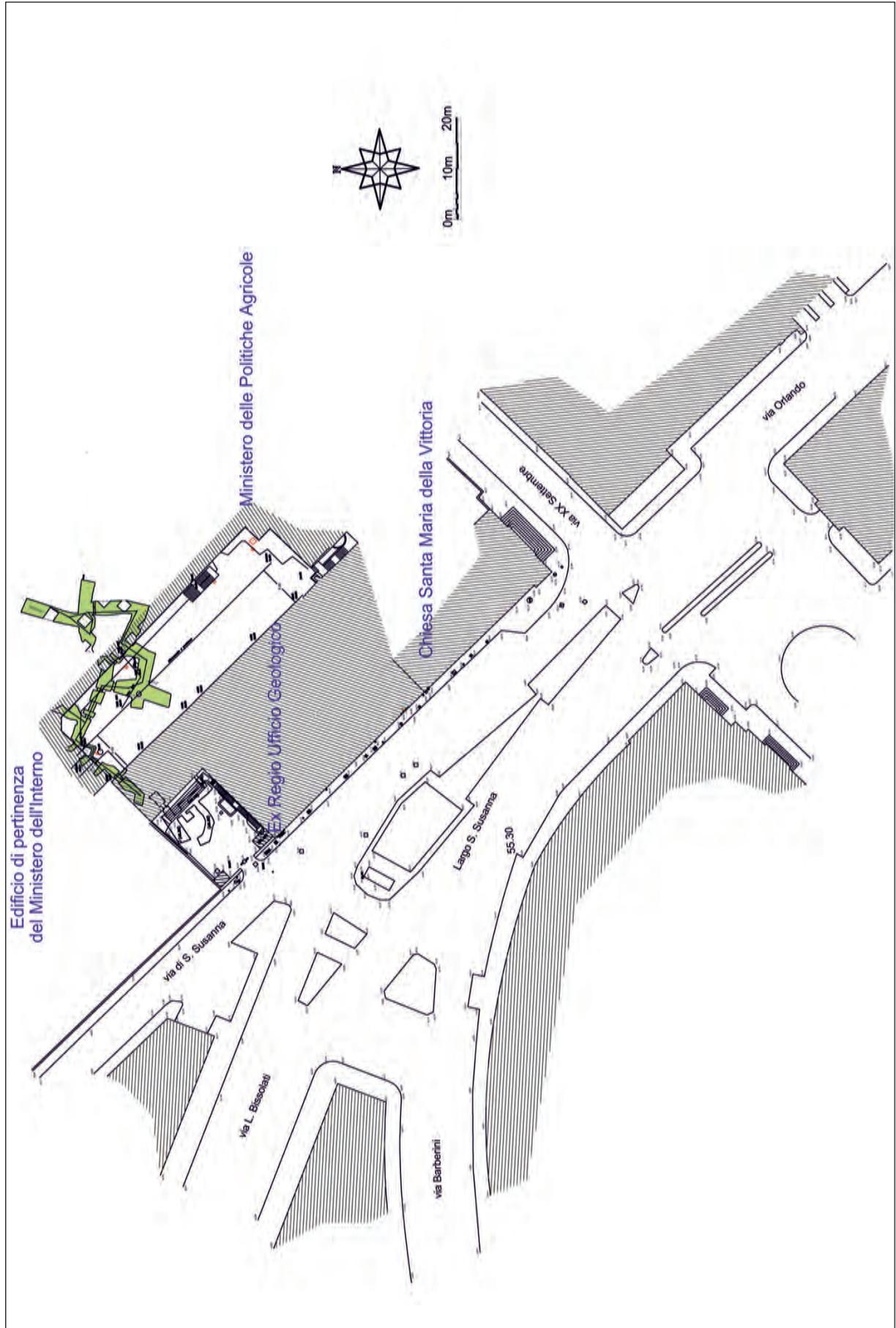




Fig. 2 - Esecuzione dei rilievi con il tacheometro Salmoiraghi modello TH11.  
- Execution of the surveys by the tacheometer Salmoiraghi model TH11.

un'immediata lettura degli spazi interni ed una migliore comprensione della tipologia delle cavità, del loro andamento e delle strutture di rinforzo.

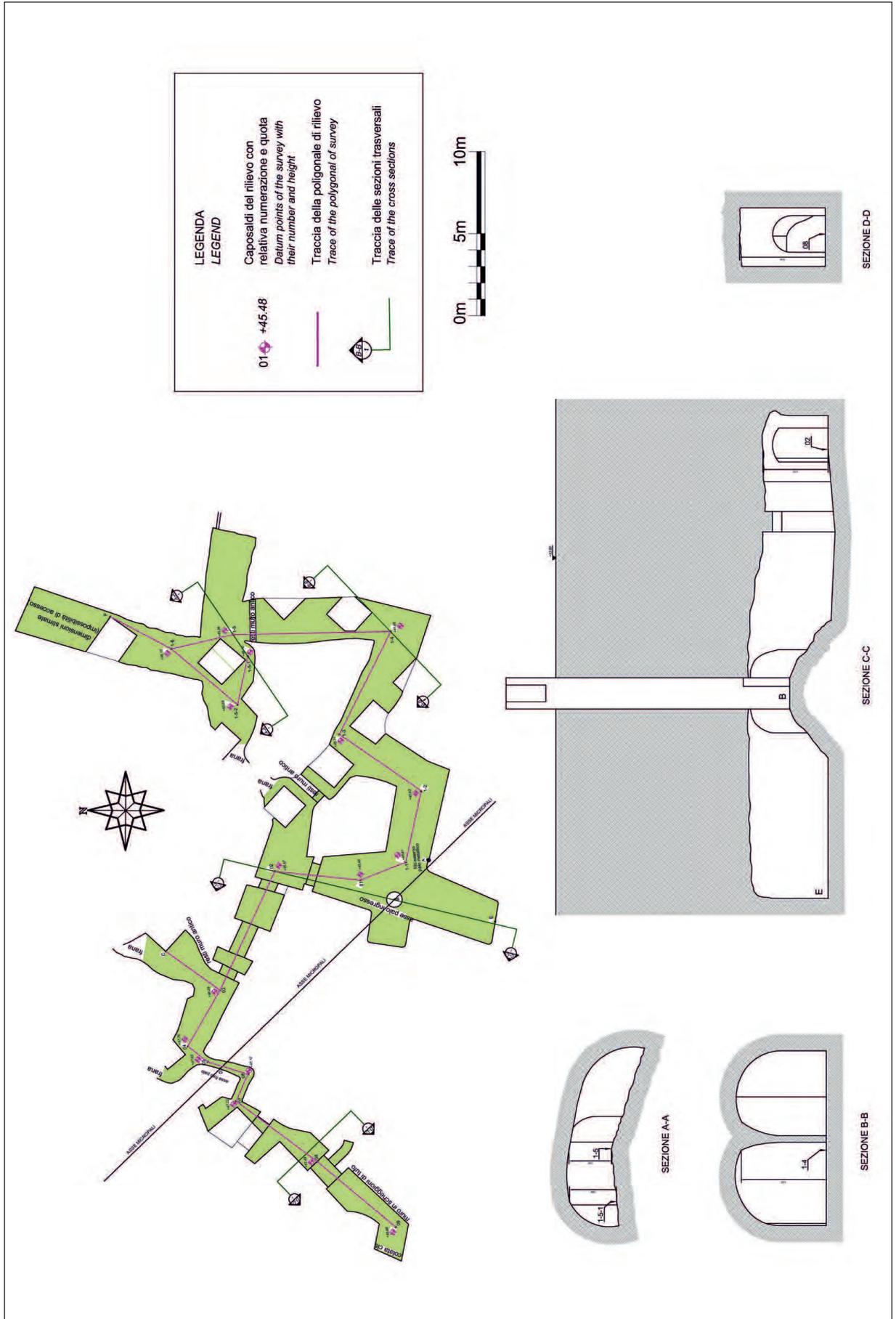
La mancanza di illuminazione interna ha costretto gli operatori ad utilizzare continuamente lampade a batteria e luci ausiliarie per traguardare i punti battuti e la presenza di acqua, in alcuni punti superiore anche a 30 cm, ha creato intralcio alle operazioni.

Nonostante tali difficoltà il rilievo è stato realizzato con accuratezza, come dimostra la poligonale tra i punti 0/0 della tubazione B installata all'ingresso delle gallerie (tav. II) allo scopo di renderne sicuro l'accesso e la perforazione per il palo individuato con il punto D del rilievo (tav. II), nei pressi del picchetto 0/5, che chiude perfettamente

Tab. 1 – *Dati sintetici della poligonale.*  
– Syntetic data of the polygonal.

Stazione	Punto precedente	Punto successivo	Angolo	Quota stazione m s.l.m.	Distanza 1	Distanza 2
1-gen	E	1	138.45	45.61	1-1/E=6,50	1-1/01=2,95
1-gen	1	1-feb	137.49	45.61	1-1/01=2,95	1-1/1-2=4,40
1-gen	1	B	56.82	46.73	1-1/01=2,95	-
1-feb	1-gen	1-mar	125.66	45.63	1-2/1-1=4,40	1-2/1-3=6,05
1-mar	1-feb	1-apr	109.77	45.31	1-3/1-2=6,05	1-3/1-4=6,98
1-apr	1-mar	1-mag	69.45	45.68	1-4/1-3=6,98	1-4/1-5=9,52
1-mag	1-apr	5/1/01	68.06	45.94	1-5/1-4=9,52	1-5/1-5-1=1,71
1-mag	1-apr	1-giu	187.2	45.94	1-5/1-4=9,52	1-5/1-6=3,83
5/1/01	1-mag	5/1/02	152.29	46.1	1-5-1/1-5=1,71	1-5-1/1-5-2=3,0
5/1/02	5/1/01	1-giu	68.85	45.69	1-5-2/1-5-1=3,0	1-5-2/1-6=5,25
1-giu	5/1/02	1-mag	59.7	46.13	1-6/1-5-2=5,25	1-6/1-5=3,83
1-giu	1-mag	F	154.5	46.13	1-6/1-5=3,83	1-6/F=4,17
1	1-gen	2	169.5	45.48	01/1-1=2,95	01/02=5,20
2	1	3	279.15	45.57	02/01=5,20	02/03=7,96
2	3	A	267.7	45.57	02/03=7,96	02/A=9,24
2	3	B	287.5	45.57	02/03=7,96	02/B=7,43
3	2	4	205.71	46.08	03/02=7,96	03/04=3,92
3	2	C	87.45	46.08	03/02=7,96	03/C=4,05
4	3	5	289.96	47.76	04/03=3,92	04/05=1,53
4	3	D	294.17	47.76	04/03=3,92	04/D=2,38
5	4	6	223.21	47.63	05/04=1,53	05/06=2,55
6	5	7	92.95	47.12	06/05=2,55	06/07=1,78
7	6	8	285.14	47.22	07/06=1,78	07/08=6,12
8	7	9	203.5	47.49	08/07=6,12	08/09=6,20
9	8	-	-	48.66	-	-

TAV. II – Sezioni delle gallerie.  
– Sections of the tunnels.



con la distanza rilevata in superficie fra i due punti. Tale precisione è stata confermata al momento della sovrapposizione del rilievo ipogeo con la planimetria dell'edificio. Infatti la sovrapposizione ha evidenziato che alcuni pilastri presenti nel sottosuolo sono stati costruiti allineati per sostenere le calotte delle gallerie in corrispondenza delle fondazioni dell'edificio del Ministero delle Politiche Agricole che confina con il lato NE dell'ex Regio Ufficio Geologico (tav. I). Per la restituzione grafica è stato utilizzato il programma Autocad con il quale è stato possibile evidenziare i vuoti rispetto ai pieni.

Le fotografie sono state riprese con una Yashica FX-3 Super 2000, con obiettivo 35/70 mm – flash Cullmann C28, con ausilio di servo flash, che ha consentito di dare profondità alle immagini e sono stati incontrati gli stessi problemi di carattere pratico sopra ricordati. La presenza della condensa, soprattutto il primo giorno, e i punti con acqua, hanno obbligato a ripulire costantemente il mirino e le lenti. L'ultimo giorno in quasi tutti gli ambienti e tutti i giorni negli ambiti più ristretti, la presenza del materiale particolarmente fine immetteva nella ghiera di messa a fuoco, nel pulsante di scatto, nello zoccolo caldo e perfino nella tendina dell'otturazione particelle che frizionavano e che andavano costantemente rimosse smontando anche l'obiettivo. In molte occasioni non è stato possibile piantare il cavalletto di stazionamento della macchina.

Inoltre sono stati eseguiti tre sopralluoghi al primo piano dell'edificio nella zona dello scavo condotto dalla Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma, allo scopo di esaminare lo stato dello scavo, i resti delle mura e il materiale lapideo utilizzato per costruirle.

### 3. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il territorio della città di Roma è situato nella valle del F. Tevere tra il Distretto Vulcanico Sabatino a nord e il Vulcano dei Colli Albani a sud. Questi distretti sono stati attivi nel Pleistocene medio mediante numerose fasi esplosive, che hanno prodotto quantità gigantesche di materiali piroclastici e minori quantità di lave, depositate su un substrato sedimentario costituito da sedimenti pliocenico - pleistocenici marini di acque basse, di transizione e continentali, questi ultimi connessi essenzialmente all'attività del F. Tevere (PAROTTO, 2008; FUNICIELLO & GIORDANO, 2008; GIORDANO, 2008). A circa 10.000 anni il territorio di Roma mostrava la pianura alluvionale del F. Tevere delimitata sul lato occidentale dal rilievo collinare Monte Mario – Gianicolo, costituito dai sedimenti marini pliocenico – pleistocenici con modesta copertura

vulcanica, e sul lato orientale da diversi rilievi collinari, con la dorsale Monte Mario – Monte Vaticano – Gianicolo, i Sette Colli (Aventino, Campidoglio, Celio, Esquilino, Palatino, Quirinale, Viminale) e il Campidoglio, derivanti dallo smembramento di un grande tavolato dovuto alle eruzioni vulcaniche dei Colli Albani (PAROTTO, 2008) (fig. 3).

Lo sviluppo della città di Roma ha comportato, durante circa 2700 anni, che la originaria morfologia fosse profondamente modificata in conseguenza dei molteplici interventi antropici sopra ricordati. Di conseguenza sono stati accumulati enormi volumi di terreno di riporto o deposito antropico (TESTA *et alii*, 2008). Questi materiali eterogenei coprono l'originaria superficie topografica di tutto il territorio urbano con spessore rilevante, che arriva a oltre 20 m in alcune zone del centro storico di Roma, come a Piazza di Trevi (CHIOCCHINI & SAVARESE, 2013).

La zona di Largo S. Susanna, dove ha sede l'edificio dell'ex Regio Ufficio Geologico, è ubicata in sinistra del F. Tevere sulle propaggini settentrionali del Colle Quirinale, le cui quote sono comprese tra circa 50 m e 57 m s.l.m. La superficie topografica di Largo S. Susanna scende in direzione SO verso Via Bissolati - Via Veneto - Via Barberini - Piazza Barberini - Via del Tritone. Il tratto Via Barberini - Piazza Barberini - Via del Tritone rappresenta



Fig. 3 – Schema paleogeografico del territorio di Roma prima dell'inizio dell'antropizzazione con la dorsale Monte Mario – Monte Vaticano - Gianicolo, i Sette Colli (Aventino, Campidoglio, Celio, Esquilino, Palatino, Quirinale, Viminale) e il Campidoglio.

- Palaeogeographic scheme of the territory of Rome before the beginning of the anthropic activity showing the Mount Mario – Mount Vaticano – Gianicolo ridge, the Seven Hills (Aventino, Campidoglio, Celio, Esquilino, Palatino, Quirinale, Viminale) and the Campidoglio.

una valle orientata NE – SO tra il Quirinale e il Pincio, dalla quale emergevano le sorgenti Sallustiane che alimentavano un corso d'acqua noto come *Petronia Amnis* (LANCIANI, 1881) o *Acqua Sallustiana* (LUGLI, 1934). L'edificio in oggetto si trova lungo il pendio che si immette su Via Bissolati tra quota 55,87 m s.l.m. all'estremità meridionale e quota 53,27 m s.l.m. all'estremità settentrionale, dove è ubicato l'ingresso.

Il substrato geologico è rappresentato dai Tufi Stratificati Varicolori di La Storta (FUNICIELLO *et alii*, 2008), formazione piroclastica del Pleistocene medio connessa alle eruzioni del Distretto Vulca-

nico Sabatino (fig. 4). Per la ristrutturazione dell'edificio sono stati eseguiti tre sondaggi geognostici nella grande sala del primo piano a quota 57, 25 m s.l.m., spinti fino a 25 – 30 m dal piano di calpestio, cioè fino a 27 – 32 m s.l.m. (fig. 5). Le stratigrafie di questi sondaggi sono praticamente identiche ed hanno evidenziato la seguente successione dall'alto verso il basso:

- terreno di riporto di colore bruno, eterogeneo, con consistenza medio - bassa, composto da abbondante materiale piroclastico con piccoli frammenti lapidei e con spessore di 5 - 6 m;
- tufi mediamente consistenti, talora argillificati,

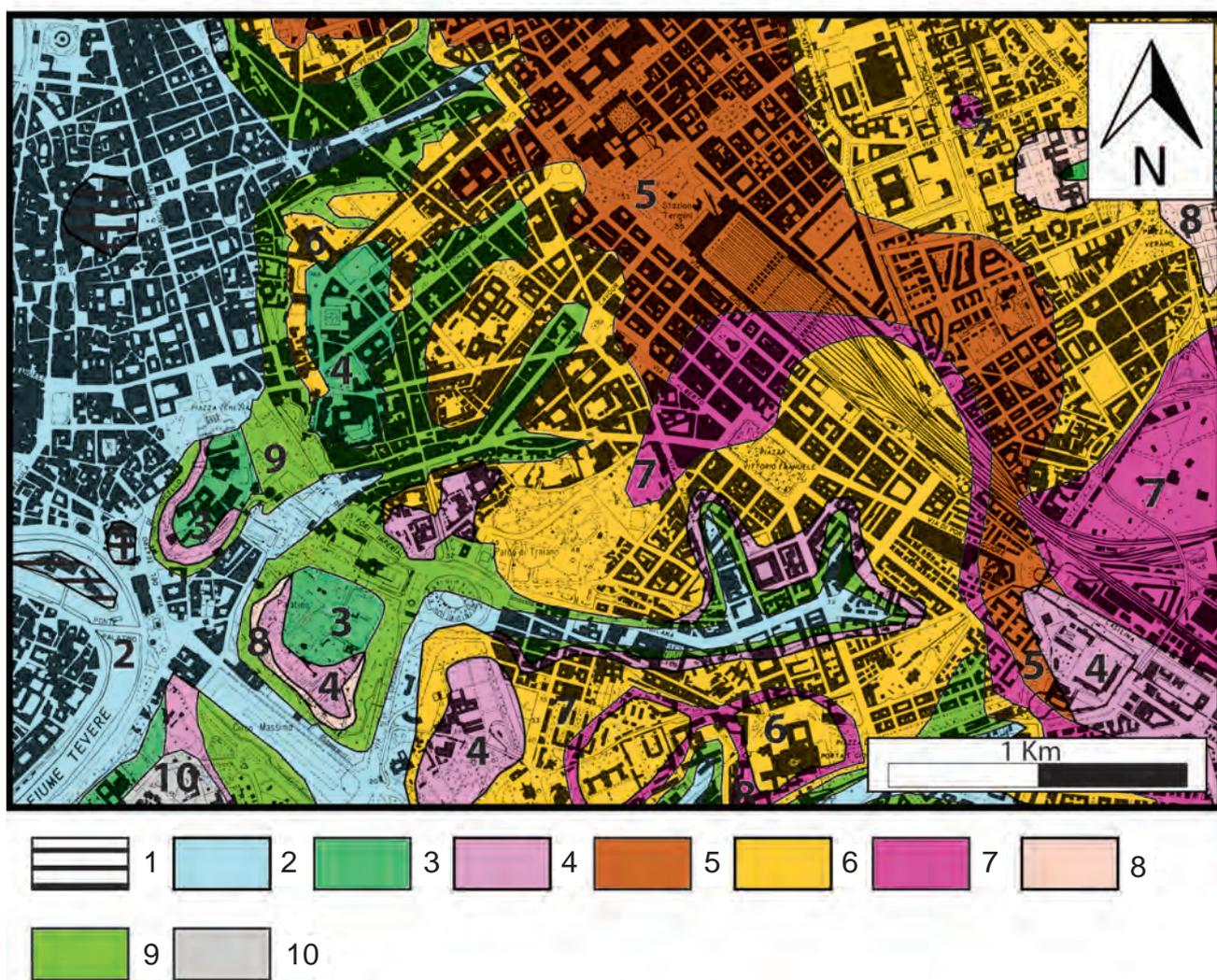


Fig. 4 – Carta geologica della zona centrale di Roma. Da FUNICIELLO *et alii* (2008) modificata. 1, deposito antropico (Olocene); 2, depositi alluvionali recenti e attuali (sabbie, limi, argille; Olocene); 3, Formazione Aurelia (ghiaie e sabbie; Pleistocene medio); 4, Tufo Lionato (tufo lapideo rosso - marrone; Pleistocene medio); 5, Tufi Stratificati Varicolori di La Storta (cenere, lapilli, scorie nere; Pleistocene medio); 6, Tufi Stratificati Varicolori di Sacrofano (cenere, lapilli, scorie, frammenti di lava; Pleistocene medio); 7, Pozzolane Rosse (scorie, frammenti di lave e di rocce sedimentarie, pirosseni, leucite, biotite; Pleistocene medio); 8, Unità del Palatino (tufo coerente e semicoerente grigio con pomice, scorie nere, frammenti di lava e di rocce sedimentarie; Pleistocene medio); 9, Formazione di S. Cecilia (ghiaie, sabbie, limi; cenere, lapilli accrezionari, pomice; Pleistocene medio); 10, substrato sedimentario: Formazione di Monte Vaticano (Pliocene inferiore), Formazione di Monte Mario (Pleistocene inferiore), Formazione di Ponte Galeria (Pleistocene inferiore – medio).

- Geological map of the central zone of Rome. Modified from FUNICIELLO *et alii* (2008). 1, landfill (Holocene); 2, recent and actual alluvial deposits (sands, silts, clays; Holocene); 3, Aurelia Formation (gravels and sands; middle Pleistocene); 4, Tufo Lionato (red – brown well cemented tuff; middle Pleistocene); 5, Varicoloured Bedded Tuff of La Storta (ashes, lapilli, black scoriae; middle Pleistocene); 6, Varicoloured Bedded Tuff of Sacrofano (ashes, lapilli, scoriae, fragments of lava; middle Pleistocene); 7, Pozzolane Rosse (scoriae, fragments of lava and sedimentary rocks, pyroxenes, leucite, biotite; middle Pleistocene); 8, Palatino Unit (grey coherent to semi – coherent tuff Varicoloured Bedded Tuff of La Storta with pumices, black scoriae, fragments of lava and sedimentary rocks; middle Pleistocene); 9, Varicoloured Bedded Tuff of Sacrofano (gravels, sands, silts; ashes, accretionary lapilli, pumices; middle Pleistocene); 10, sedimentary substrate: Mount Vaticano Formation (early Pliocene), Mount Mario Formation (Unit Pleistocene); Ponte Galeria Formation (early – middle Pleistocene).

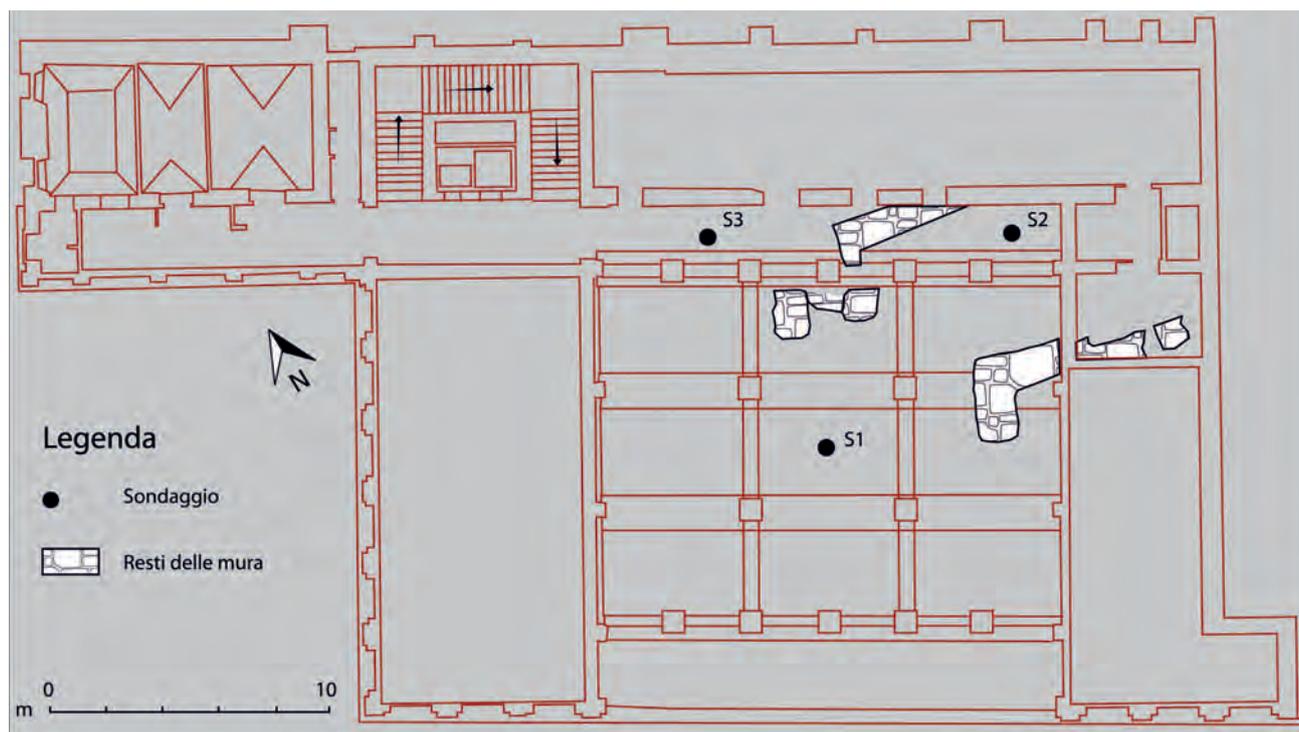


Fig. 5 – Planimetria del primo piano dell'ex Regio Ufficio Geologico con l'ubicazione dei sondaggi S1, S2, S3 e dei resti delle mura.  
- Planimetry of the first floor of the ex Royal Geological Office with location of the drillings S1, S2, S3 and the remains of walls.

con livelli di pozzolana e pomici di colore marrone;  
- rossastro appartenenti ai Tufi Stratificati Varicolori di La Storta del Pleistocene medio e con spessore di 15 m;  
- sabbie limose costituite da carbonato di calcio di colore avana – biancastro poco consistenti o completamente incoerenti con concrezioni di travertino della Formazione di Valle Giulia del Pleistocene medio.

Nella figura 6 è illustrata la successione stratigrafica in tre dimensioni mediante la correlazione delle stratigrafie dei sondaggi, che offre un nuovo contributo per comprendere meglio i rapporti stratigrafici globali delle formazioni del territorio di Roma (FUNICIELLO *et alii*, 2008), nei quali la successione Formazione di Valle Giulia – Tufi Stratificati Varicolori di La Storta, già evidenziata da CHIOCCHINI & SAVARESE (2013), non è riportata.

Inoltre i depositi piroclastici sono stati osservati direttamente durante il rilevamento delle gallerie, nelle quali la successione stratigrafica è risultata praticamente identica in tutte le direzioni. Si tratta di depositi piroclastici di ricaduta attribuiti ai Tufi Stratificati Varicolori di La Storta, nei quali sono state riconosciute le tre litofacies, indicate con i numeri 1, 2 e 3, appresso descritte dall'alto verso il basso per agevolare il confronto con la successione della figura 6.

**Litofacies 1.** Questa litofacies è di colore marrone, con granulometria sabbioso – limosa e contiene scarsa leucite analcimizzata bianca. Inoltre si nota un graduale

aumento verso l'alto di pomici giallastre sparse nella matrice cineritica, mentre in alcune parti della calotta, come nella zona dei picchetti 0/7 e 0/8, le pomici formano aggregati ben classati con geometria da globulare ad allungata. L'addensamento è medio – alto.

**Litofacies 2.** È composta da due unità, separate da uno strato sottile rossastro pedogenizzato costituito da ceneri, che sono discontinue e mostrano geometria irregolare con terminazioni lenticolari. Inoltre sono presenti tasche di erosione. L'unità superiore di colore marrone comprende scorie, lapilli accrezionari, frammenti di lava, pomici e abbondante leucite analcimizzata. L'unità inferiore di colore grigio mostra frammenti di dimensioni minori rispetto a quelli dell'unità superiore e, considerata la scarsa coesione, può essere considerata pozzolana. Pertanto l'addensamento è medio – basso. Alla base un livello chiaro formato da leucite analcimizzata è ben riconoscibile lungo tutta l'estensione della cavità.

**Litofacies 3.** Questa litofacies, di colore marrone rossastro e con granulometria limoso – sabbiosa, è mediamente addensata, parzialmente pedogenizzata e contiene piccole leucite analcimizzate e biotite. Il grado di addensamento è medio. Sulla parete di fondo della cavità che si apre ad est del picchetto 1 /5 sono presenti vuoti allungati con sezione sub – circolare originati probabilmente da tronchi e rami vegetali inglobati durante la deposizione dei frammenti piroclastici e successivamente soggetti a decomposizione.

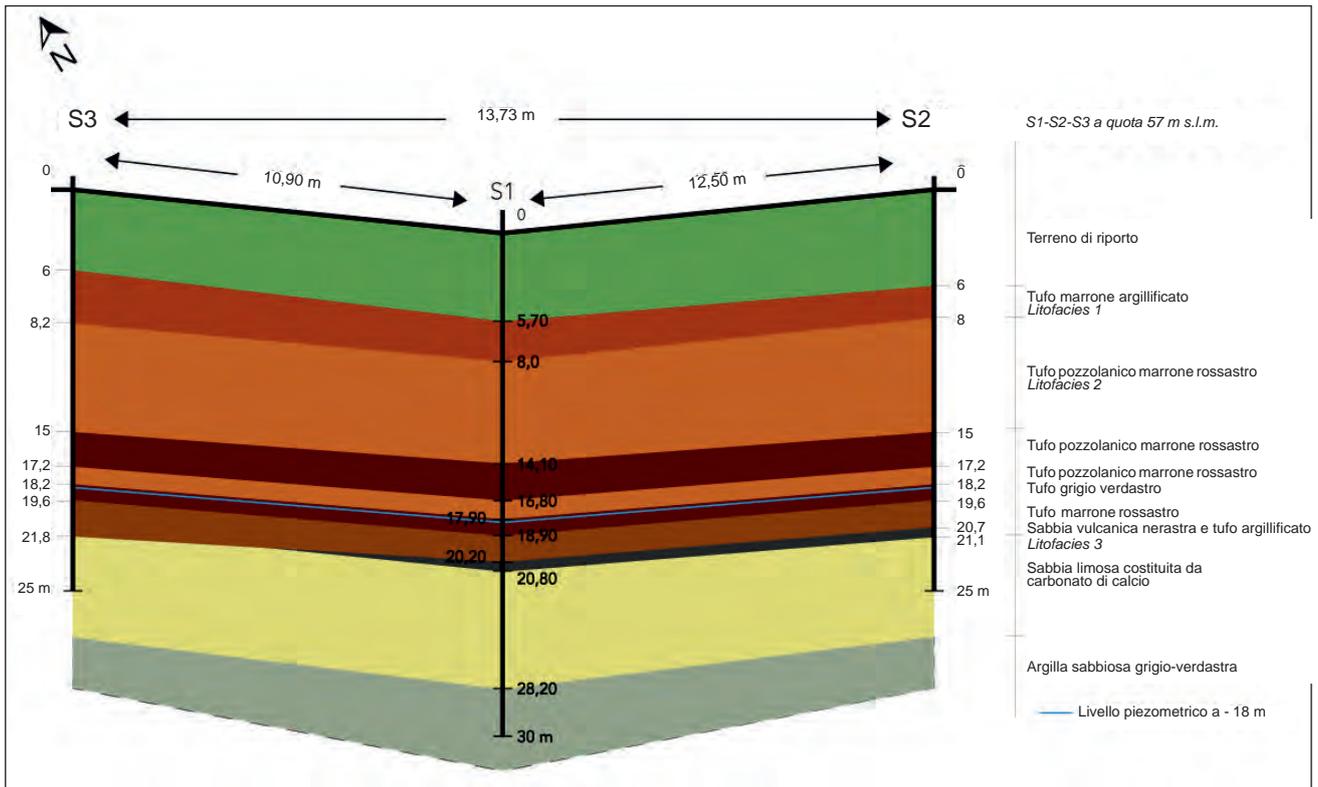


Fig. 6 – Correlazione delle stratigrafie dei sondaggi S1, S2 e S3 eseguiti al primo piano dell'ex Regio Ufficio Geologico.

- Correlation of logs of the drillings S1, S2 and S3 in the first floor of the ex Royal Geological Office. 0 – 6 m, landfill; 6 – 8 m, brown clayey tuff (litofacies 1); 8 – 15 m pozzolana (litofacies 2); litofacies 3: 15 – 17.2 m, brown reddish pozzolana tuff; 17.2 – 18.2 m, brown reddish pozzolana tuff; 18.2 – 19.6 m, gray greenish tuff; 19.6 – 20.7 m, brown reddish tuff; 20.7 – 21.1 m, blackish volcanic sand and clayey tuff; 21.1 – 25 m, sand consisting of calcium carbonate; 25 – 30 m, gray – greenish sandy clay; potenziometric level at 18 m.

All'ingresso e nel ramo est delle gallerie i piedritti sono impostati nella litofacies 1 e la calotta nella litofacies 3, mentre la litofacies 2 si trova all'imposta della calotta. Nel ramo ovest la quota del piano delle gallerie sale leggermente e quindi la litofacies 2 si trova nella metà inferiore dei piedritti.

La successione riscontrata in galleria, sopra descritta, mostra una sostanziale identità con la successione ricostruita mediante le stratigrafie dei sondaggi e illustrata nella figura 6. Infatti si riconoscono la litofacies 1 da 6 a 8 m, la litofacies 2 da 8 m a 15 m e la litofacies 3 da 15 m a 21 m.

#### 4. - IDROGEOLOGIA

L'assetto idrogeologico del territorio di Roma è connesso alla sua struttura, alla presenza di cinque Unità idrogeologiche (Unità idrogeologica dei Monti Sabatini, Unità idrogeologica dei Colli Albani, Unità idrogeologica di Ponte Galeria, Unità idrogeologica dei sedimenti alluvionali recenti e attuali, Unità idrogeologica del delta del F. Tevere; CAPELLI *et alii*, 2008) e alla presenza dei fiumi Tevere e Aniene. La parte di territorio in sinistra del F. Tevere è costituita in larga misura dall'Unità idrogeologica dei Colli Albani e subordinatamente

dall'Unità idrogeologica dei sedimenti alluvionali recenti e attuali. Nell'area in esame si rinviene la prima unità, rappresentata dal *Complesso dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche*, il cui significato idrogeologico non è molto rilevante perché essa contiene localmente esigue falde superficiali oppure costituisce un limite di deflusso (CAPELLI *et alii*, 2008). Nel caso in esame il suddetto complesso è rappresentato dai Tufi Stratificati Varicolori di La Storta. Il piezometro a tubo aperto installato nel sondaggio S2 ha evidenziato la presenza di acque sotterranee alla profondità di 18,30 m dal piano di calpestio (quota 57,25 m s.l.m.) cioè a quota 39 m s.l.m. Questo dato sarà confrontato con le osservazioni sulla presenza di acqua nelle gallerie nel capitolo 6.

#### 5. - PARAMETRI GEOTECNICI DEI TUFI STRATIFICATI VARICOLORI DI LA STORTA

I parametri geotecnici del terreno di riporto sono stati ricavati in base alle prove penetrometriche dinamiche SPT, eseguite nei tre sondaggi ricordati nel capitolo 3, mentre per i Tufi Stratificati Varicolori di La Storta sono stati utilizzati anche i dati delle prove di laboratorio su sei campioni in-

disturbati. La successione stratigrafica appresso riportata è riferita alle tre litofacies riconosciute nelle gallerie e confrontate nel capitolo 3 con la correlazione stratigrafica dei sondaggi illustrata nella figura 6:

da 0 a 5 m Terreno di riporto;  
 da 5 a 8 m Tufo marrone argillificato di media consistenza (litofacies 1);  
 da 8 a 15 m Tufo pozzolanico marrone - rossastro consistente (litofacies 2);  
 da 15 a 21m Tufo pozzolanico marrone - rossastro talora argillificato e sabbia vulcanica nerastra (litofacies 3).

Nella tabella 2 sono riportati i valori delle prove SPT rilevati nei tre sondaggi e corretti in base alla profondità (pressione efficace) secondo LIAO & WITHMAN (1985) e JAMIOLKOWSKI *et alii* (1985). Nella pratica comune le prove SPT, anche se eseguite secondo gli *standard*, sono corrette mediante il parametro relativo all'influenza della tensione litostatica che agisce alla quota di esecuzione della prova (SHIOI & FUKUNI, 1982). Tale correzione tiene conto della profondità della prova, del diametro del foro e del peso delle aste, in modo da evitare che si ottengano valori molto bassi in su-

perficie e molto alti in profondità. I valori del terreno di riporto, normalmente variabili per la loro eterogeneità intrinseca, indicano consistenza medio - bassa. Per quanto riguarda i Tufo Stratificati Varicolori di La Storta si osserva che il numero di colpi N<sub>spt</sub> mostra un andamento discontinuo nelle tre litofacies. Infatti nella litofacies 1 il più alto valore medio di N<sub>spt</sub> si traduce in elevati valori dell'angolo di attrito  $\Phi' = 34^\circ$  e della coesione drenata  $c_u = 157$  kPa. Nella litofacies 2 il valore medio di N<sub>spt</sub> diminuisce, fornendo valori inferiori dell'angolo di attrito  $\Phi' = 29^\circ$  e della coesione drenata  $c_u = 86$  kPa. Nella litofacies 3 si registra un aumento del valore medio di N<sub>spt</sub> rispetto alla litofacies 2, dal quale risultano valori più elevati dell'angolo di attrito  $\Phi' = 31^\circ$  e della coesione drenata  $c_u = 107$  kPa.

La tabella 3 mostra i valori del peso di volume ( $\gamma$ ), dell'angolo di attrito ( $\varphi$ ), della coesione drenata ( $c'$ ), della coesione non drenata ( $\Phi^*$ ) e del modulo edometrico (E<sub>ed</sub>) calcolati in base ai valori medi di N<sub>spt</sub> per mezzo di alcune formule relative a terreni granulari. Nella valutazione del modulo edometrico (E<sub>ed</sub>) si è tenuto conto della presenza della quantità non trascurabile di frazione argilloso - li-

Tab. 2 – Risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT nei sondaggi S1, S2, S3.  
 – Results of the dynamic penetrometric tests SPT in the drillings S1, S2, S3.

Livello stratigrafico	Litologia	Profondità dal p.c. (m)	Sondaggio	N° colpi	N° colpi corretto	Media N <sub>spt</sub>
Terreno di riporto	Materiale piroclastico con piccoli frammenti lapidei	3,0	S3	3	4	8,3
		4,0	S2	11	14	
		5,0	S1	6	7	
Litofacies 1	Tufo pozzolanico argillificato	7,0	S1	22	22	24
	Tufo pozzolanico marrone-rossastro	8,0	S3	28	26	
Litofacies 2	Tufo pozzolanico marrone-rossastro	10,5	S1	17	14	13,3
		10,5	S2	14	11	
		11,0	S3	18	14	
		13,5	S4	20	14	
Litofacies 3	Tufo pozzolanico marrone-rossastro	15,0	S3	36	23	16,4
		15,30	S1	46	22	
		16,50	S2	38	23	
		18,0	S1	23	13	
		18,0	S3	17	10	
	Tufo grigio-verdastro	18,40	S2	25	14	
	Tufo marrone-rossastro	20,50	S1	18	10	

Tab. 3 – *Parametri geotecnici derivati dalle prove penetrometriche dinamiche SPT nei Tufo Stratificati Varicolori di La Storta.*  
– Geotechnical parameters derived from the dynamic penetrometric tests SPT in the Varicoloured Bedded Tuff of La Storta.

Livello stratigrafico	Media N <sub>spt</sub>	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	Φ'	c'	C <sub>u</sub>	E <sub>ed</sub>
			(°)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
Terreno di riporto	8.3	14.3	26	0	-	47
Litofacies 1	24	16.3	34	0	157	130
Litofacies 2	13.3	15.2	29	0	86	73
Litofacies 3	16.4	15.6	31	0	107	90

mosa. I valori dei parametri geotecnici indicano che si tratta di terreni piroclastici con comportamento sostanzialmente frizionale, con coesione e deformabilità bassa.

La tabella 4 illustra i valori dei parametri geotecnici ricavati dalle prove di laboratorio su sei campioni indisturbati elencati in funzione della profondità di prelievo. Questi valori indicano che i terreni piroclastici dei Tufo Stratificati Varicolori di La Storta contengono una elevata quantità di frazione fine argilloso – limosa e hanno valori del contenuto in acqua, del limite di liquidità e di resistenza al taglio medio – alti. Si evidenzia inoltre che i valori del peso di volume, compresi tra 13,4

e 18,3 kN/mc, sono simili ai valori 14,3 – 16,3 kN/mc determinati mediante le prove penetrometriche dinamiche SPT.

## 6. - DESCRIZIONE DELLE GALLERIE

### 6.1. - PREMESSA

La discesa dalla tubazione di accesso B alle gallerie (tav. II) immette direttamente in un ampio spazio (fig. 7). Il passaggio dalla luce al buio è forte, nonostante l'ampiezza di 2,30 m in alcuni punti. La tubazione di accesso (picchetto 0/0) poggia su

Tab. 4 – *Risultati delle prove di laboratorio sui campioni indisturbati dei Tufo Stratificati Varicolori di La Storta.*  
– Results of the laboratory tests on undisturbed samples of the Varicoloured Bedded Tuff of La Storta.

Sond. Camp.	Quota	Litologia	Granulometria	W%	g kN/mc	Limite liquid. LL	Taglio CD C kPa	Taglio CD φ	TX UU Cu kPa
S1 C1	11,5-12	Tufo pozzolanico marrone-rossastro	Argilla limoso-sabbiosa	49%	14,7	47,7%	-	-	262
S3 C2	13-13,4	Tufo pozzolanico marrone-rossastro	Sabbia limoso-argillosa	53,0%	13,4	60,3	0,0	31,8	-
S2 C1	14,5-14,7	Tufo pozzolanico marrone-rossastro	Sabbia limosa con ghiaia	34,4%	15,8	-	2,9	36,9	-
S3 C3	17,5-18	Tufo pozzolanico	Argilla limoso-sabbiosa	51,8	15,2	59,3	39,5	31,3	-
S2 C3	18-18,4	Tufo pozzolanico	Argilla limosa	44,1	15,8	45,9	29,2	37,3	-
S1 C4	19,5-20	Tufo argilloso	Argilla limosa leggermente sabbiosa	31,2%	18,3	46,2	-	-	132

un cono di risulta del materiale di scavo, che si presenta estremamente fine e morbido (fig. 7). L'ambiente intercettato dalla tubazione di accesso è il più ampio fra tutti quelli visitati, perché si tratta di un vero e proprio crocevia virtuale formato dall'apertura di due ampie nicchie laterali e dall'incrocio di un corridoio che proprio in prossimità di questo, curva quasi ad angolo retto proseguendo verso i picchetti 0/1 in direzione nord e 1/1 in direzione est.

Dopo la discesa con l'ausilio di autorespiratori è stata verificata la qualità dell'aria che è risultata ben respirabile anche grazie ad un certo ricircolo permesso dall'apertura. Entrando nei vari corridoi la situazione non è stata sempre favorevole, perché nei punti più bassi e più lontani dall'ingresso lo stazionamento prolungato ha provocato disagi. L'ultimo giorno di rilievo, anche a causa del calpestio effettuato negli ambienti nei giorni precedenti, si è verificato un aumento delle polveri in sospensione con conseguenti fastidi alla respirazione e agli occhi.

I segni abbastanza regolari del lavoro di escavazione mediante piccone sono ben evidenti sulle pareti in tutte le gallerie. È palese al primo impatto

che il lavoro di escavazione e le forme degli ambienti d'ingresso sono dovuti all'attività estrattiva del materiale piroclastico (fig. 8).

Negli ambienti è stata misurata la radioattività di fondo, tenendo presente che il massimo della radioattività naturale non pericolosa per l'uomo è pari a 0,030 millirem (*roentgen equivalent in man*). All'imbocco vicino alla tubazione di accesso il contatore Geiger ha registrato vicino alla tubazione di accesso una radioattività di fondo pari a 0,027 e una media di 0,015 in tutti gli altri ambienti. Il fatto che la media sia comunque più alta è dovuto all'origine vulcanica dei depositi piroclastici delle gallerie, mentre il picco in prossimità dell'ingresso potrebbe essere dato da un'interferenza con i materiali del tubo stesso (ferro ed altri metalli).

#### 6.2. - RAMO OVEST (TAVV. I e II)

Questo ramo si sviluppa tra le quote 45,48 m e 48,66 m s.l.m. e la lunghezza della poligonale è 39 m. Dirigendosi in avanti dall'uscita della tubazione di accesso si incontra dopo 4,40 m un portale in pietra e mattoni con arco ribassato e largo 1,4 m (fig. 9). Si tratta della struttura più imponente che



Fig. 7 - Tubazione di accesso alle gallerie. In primo piano il cono del materiale di risulta dallo scavo, il picchetto 1/1 evidenziato dalla freccia e la nicchia orientata verso ovest.

- Pipe of entrance to tunnels. In foreground the cone consisting of material resulting from excavation, the picket 1/1 arrowed and the niche pointing towards west.



Fig. 8 - Segni di scavo nel corridoio verso il picchetto 0/6.  
- Signs of excavation in the corridor towards the picket 0/6.

si trova nella cavità con evidenti segni di intonaco e gli alloggiamenti di quelli che dovevano essere i cardini della porta. La manifattura, l'ampiezza delle spallette e la tipologia dei materiali consentono di ipotizzare una datazione non successiva al 1800. Nell'intradosso due piccoli isolatori in ceramica cementati indicano che gli spazi sono stati utilizzati in un periodo sicuramente successivo al 1900 e tutta la cavità ne è piena (fig. 9, 10). La forma e le tipologie degli isolatori sono collegabili al periodo della seconda guerra mondiale e all'utilizzazione delle gallerie come rifugi antiaerei durante il bombardamento di Roma nel luglio 1943.

Oltrepassando questo portale si entra in una piccola stanza con forma quadrilatera. Alla destra di questa un pilastro di mattoni sorregge la calotta e ponendosi davanti al suo spigolo si scorge uno spazio che mette in comunicazione con gli ambienti descritti successivamente proseguendo il braccio del corridoio nel senso opposto verso il picchetto 1/1. Seguendo questo pilastro e rasentando il muro si entra in una piccola nicchia bassa e piena di detriti. Questa nicchia è ciò che rimane di un ambiente nel quale quasi a 30 cm dal pavimento un arco a sesto ribassato indica che da quel punto si entrava in un vano che ora è completamente riempito da blocchi franati dall'alto. L'estensione dell'arco indica



Fig. 9 - Portale ad arco con cardini. Si notano il picchetto 0/2 evidenziato dalla freccia e gli isolatori del portale ad arco.  
- Arched portal with hinges. Picket 0/2 is arrowed and the insulators are shown in the arched portal.



Fig. 10 - Particolare degli isolatori sul portale ad arco.  
- Particular of the insulators on the arched portal.

che è un ambiente discretamente ampio e che si trova ad un livello più basso del grande portale compreso fra i picchetti 0/1 e 0/2.

Tra i picchetti 0/2 e 0/3 si trova una serie di tre rinforzi a sostegno della calotta di chiara fattura moderna, cioè dopo l'inizio del 1900, costruiti in mattoni. È chiaro che gli interventi di consolidamento della cavità, con questi archi centrali poggiati su pilastri, sono successivi alla realizzazione

dell'impianto elettrico e della muratura sul quale è fissato (fig. 11). Queste tre strutture hanno una porta centrale di uguale larghezza (1 m) ma non di uguale lunghezza; dal punto di osservazione iniziale si osserva una successione di ambienti (fig. 12). Alla fine di questi ambienti (picchetto 0/3) si



Fig. 11 - Isolatori inclusi nella muratura recente.  
- Insulators enclosed in the recent brickwork.



Fig. 12 - Ambienti in successione con tre archi in mattoni dal picchetto 0/2 al picchetto 0/3 evidenziati con le frecce.  
- Spaces in sequence with three arches consisting of bricks from picket 0/2 to picket 0/3 (arrowed).

entra nel vano più disagiata di tutto il ramo ovest, perché è completamente riempito di terra e blocchi franati dall'alto. La causa manifesta, anche se probabilmente non l'unica, del dissesto è un pilastro in cemento armato (picchetto 0/4) che si trova alla fine del locale stretto e lungo. Sulla destra di questo locale si riconoscono tre archi in mattoni (fig. 12) e subito dopo l'ingresso dell'ultimo dei tre archi un muretto di contenimento, fatto con chiari materiali di risulta, sembra sorreggere malamente un arco con alcuni pilastri in mattoni ai lati. Questo muretto, largo e basso, è più un divisorio posticcio che non un muro di contenimento, perché nessuna struttura poggia alla sua sommità, ma, piuttosto, esso si appoggia, alla destra, ad un muro di chiara fattura più antica.

Scavalcato questo basso passaggio l'ambiente chiuso che si apre alle sue spalle è occupato in parte da un pilastro in mattoni, in parte da materiali franati dall'alto (fig. 13) e quindi non è stato possibile scavalcarlo perché l'ambiente è molto instabile. In un punto alla base del pilastro è stata rilevata la presenza di acqua. Nell'ambiente dei picchetti 0/3 e 0/4 l'accumulo di frana è notevole (fig. 14); il piedritto e la calotta nei pressi del muretto di contenimento, instabili e dissestate, indicano che il franamento è particolarmente facile. È chiaro che in diversi ambienti sono stati creati appositi rinforzi di contenimento alla base dei piedritti, in alcuni casi anch'essi franati. Nel suddetto ambiente inoltre è presente un pilastro in cemento armato (fig. 14), che, come tutti gli altri pilastri riconosciuti nelle cavità, sono stati gettati dall'alto con casseforme a perdere mentre le strutture in mattoni sono state costruite dal basso per sorreggere le calotte. Guardando il pilastro verso sinistra si apre uno stretto corridoio (fig. 15) in cui si trova il picchetto 0/5 e che in parte è riempito dal cono di terra sopra ri-



Fig. 13 - Diramazione verso nord dal picchetto 0/3 all'interno di un ambiente con materiale dovuto a crollo. A destra un pilastro in mattoni.  
- Branch towards north from picket 0/3 inside a room with material derived from a fall. A pillar consisting of bricks on the right.



Fig. 14 - Ambiente fra i picchetti 03/ e 0/4 con materiale dovuto a crollo e con un pilastro in cemento armato al centro.  
- Space between the pickets 0/3 and 0/4 with material derived from a fall and a reinforced concrete pillar is shown in the center.



Fig. 15 - Corridoio verso il picchetto 0/5.  
- Corridor towards the picket 0/5.

cordato. Questo cunicolo, lungo il quale si intercetta il foro di un micropalo, è molto stretto e non molto alto e curva bruscamente a destra con un angolo retto. Avanzando verso il picchetto 0/6 lungo le pareti e sul fondo di questo cunicolo sono molto evi-

denti i segni di scavo che denotano una direzione di lavoro opposta alla direzione di avanzamento con chiari colpi dall'alto verso il basso (fig. 8). Alla fine del cunicolo la porta che immette negli ambienti successivi si rivela come uno dei punti più critici di tutto il ramo ovest. Oltre ad essere bassa e stretta, i suoi stipiti hanno rinforzi in mattoni a sostegno del piedritto decisamente instabile. Le profonde lesioni infatti corrono verticalmente sia a sinistra che a destra e dall'alto in basso. Il muretto di destra presenta un preoccupante spanciamento verso l'esterno e parte degli stipiti e della roccia adiacente è particolarmente mobile. Nel pavimento di questo stretto corridoio e da qui fino alla fine del ramo in esame una colata di cemento ricopre il pavimento che si presenta, quindi, piatto e agevole per camminare (fig. 16).

L'ultimo ambiente di questo ramo, che si sviluppa tra i picchetti 0/7 e 0/9, è suddiviso in diversi spazi creati da opere murarie in mattoni dello stesso tipo di quelle presenti fra i picchetti 0/2 e 0/3 e che creano spazi di ampiezze diverse (figg. 17, 18, 19). Queste opere si alternano con la presenza di murature e rinforzi di epoca più antica.

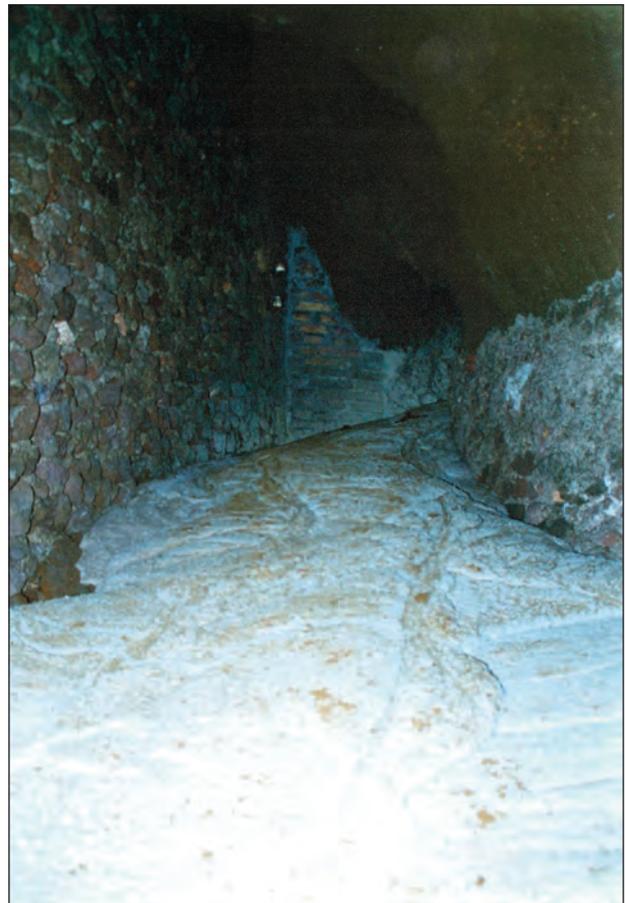


Fig. 16 - Tratto verso il picchetto 0/9. Si notano la colata di cemento e murature di rinforzo.  
- Segment towards the picket 0/9 showing the flow of cement and reinforcing stoneworks.

Il primo spazio quadrilatero mostra a destra un grande pilastro di fondazione in cemento armato gettato dall'alto del quale sono ancora presenti residui delle casseforme in legno.

Procedendo verso il picchetto 0/8, la quota del pavimento aumenta a causa della citata colata di calcestruzzo (fig. 17). Si fiancheggia sulla sinistra un muro in mattoni di età più antica, mentre sulla destra si incontra un pilastro moderno in mattoni che contrasta l'intradosso della calotta (fig. 20).

Sulla sinistra in basso il piedritto è stato anche qui rinforzata con pietre e malta; da questa zona i materiali sono di pezzatura non regolare e la costruzione è comunque antecedente ai pilastri in mattoni. Al picchetto 0/8 un contrafforte, con una porta ad arco, immette nell'ultimo spazio di questo ramo. La particolarità di questo arco risiede nella sua profondità e nel fatto che alla sua sinistra, in basso, si apre una nicchia (fig. 19), anch'essa con imbocco ad arco e che permette di vedere un piccolissimo vano che curva leggermente a sinistra. L'ultimo spazio verso il picchetto 0/9 è il più ampio e curva verso destra. Alla sinistra appare un muro in pietra di età più antica, a destra un rin-



Fig. 17 - Ultimo tratto verso il picchetto 0/9. Si notano la colata di cemento in primo piano, il muro in pietra a sinistra e il rinforzo in pietra sulla destra.  
- Last segment towards the picket 0/9 showing the casting cement in the foreground, the stone wall on the left and the reinforcement with stones on the right.



Fig. 18 - Ambienti con rinforzi recenti nell'ultimo tratto fra i picchetti 0/7 e 0/9.  
- Spaces with modern reinforcements in the last segment between the pickets 0/7 and 0/9.

forzo in pietra mentre il corridoio alla fine è sbarato da muratura in pietrame e mattoni di epoca successiva al muro di sinistra (fig. 17). Sul fondo si trovano pezzi di tubi in ferro immersi nel calcestruzzo (fig. 21). Da questo ambito è entrato il calcestruzzo e la trasposizione del rilievo ha permesso di determinare che ci si trova al contatto con l'edificio di pertinenza del Ministero degli Interni.

### 6.3. - RAMO EST (TAVV. I e II)

Questo ramo si sviluppa tra le quote 45, 48 m e 46,13 m s.l.m. e la lunghezza della poligonale è 49 m. Dietro la tubazione di accesso verso sud ed ovest si aprono due vani di forma quadrata che permettono di verificare la stratigrafia dei depositi piroclastici in cui sono stati scavati tutti gli ambienti (fig. 22). Verso il picchetto 1/1 si nota sullo spigolo destro un micropalo (TAV. II e fig. 23) e dopo pochi metri al picchetto 1 - 2 l'ambiente curva verso sinistra in direzione nord con un angolo superiore a 100°.

Si riscontra uno spazio abbastanza regolare sul cui fondo è stata notata la presenza di acqua durante i primi sopralluoghi del 3 - 4 gennaio 2002



Fig. 19 - Pilastro in mattoni di rinforzo della calotta sovrastante.  
- Pillar consisting of bricks reinforcing the over standing arch.



Fig. 20 - Pilastro in mattoni di rinforzo della calotta sovrastante.  
- Pillar consisting of bricks reinforcing the over standing arch.

(picchetto 1/3; fig. 24), che durante il terzo sopralluogo si era alzata di parecchi centimetri (fig. 25). Questo vano ha un pilastro in mattoni a destra e a sinistra. Accanto a quello di sinistra si apre un foro nella parete che mette in comunicazione con il vano alle spalle del picchetto 0/2 del ramo ovest. A destra si entra in un corridoio in cui sono presenti due pilastri in mattoni e durante il terzo sopralluogo è stata notata acqua (fig. 26). Alla fine di questo cunicolo un accumulo di detriti, derivati dallo scavo della fondazione dei pilastri in mattoni, occupa la parte destra (picchetto 1/4). Il vano in questo punto curva bruscamente verso nord ed intercetta un altro pilastro in mattoni con lo spigolo smussato per permettere il passaggio nel vano successivo. In corrispondenza di questo angolo è ben visibile una nicchia scavata e sistemata con una muratura irregolare.

Il corridoio che continua è di forma irregolare. Lungo il fianco del piedritto di sinistra si nota un'apertura che lascia intravedere intrusioni di materiali cementati dall'alto mentre sulla destra del corridoio due pilastri in mattoni sostengono la volta. Alla fine di questo tratto di ambiente, infatti, il passaggio che immette nei locali successivi è



Fig. 21 - Pezzi di tubo di ferro nel calcestruzzo.  
- Pieces of tubes of iron in the concrete.



Fig. 22 – Nicchia dietro la tubazione di ingresso che mostra il tufo di colore grigio e marrone chiaro con frequente leucite analcimizzata bianca della litofacies 3.

- Niche behind the entrance tube showing the gray and light brown tuff with frequent white analcime leucite of the lithofacies 3.



Fig. 23 - Micropalo vicino alla tubazione di ingresso B (tav. II).  
- Micro-pile close to the pipe entrance B (plate II).



Fig. 24 - Livello dell'acqua durante il terzo sopralluogo (14 gennaio 2002) al picchetto 1/3.

- Water level during the third inspection (14<sup>th</sup> January 2002) at picket 1/3.



Fig. 25 - Pilastro in mattoni nel corridoio tra i picchetti 1/3 e 1/4 nel quale è presente acqua durante il terzo sopralluogo (14 gennaio 2002).

- Pillar consisting of bricks between the pickets 1/3 and 1/4 with water during the third inspection (14<sup>th</sup> January 2002).

ampio e leggermente ribassato e sotto la calotta è stato ricavato un timpano alto circa 50 cm. Al suo interno, pressoché in asse, è graffiata in profondità una croce con tratti quasi perfetti e regolari (fig. 27). Sul pavimento è presente un ammasso di de-



Fig. 26 - Il picchetto 1/5 visto da est.  
- The picket 1/5 seen from east.

triti dovuto a crollo e nel cunicolo tra i picchetti 1/4 e 1/5 si notano due pilastri in mattoni. Durante i primi due sopralluoghi (3 - 4 gennaio 2002) è stata rilevata la presenza di acqua (fig. 28). Segue uno slargo che immette in diverse direzioni. Lasciando il varco con la croce alle spalle si trova a destra del picchetto 1/5 un vano ampio e squadrato nel quale si osserva la successione delle tre litofacies. Nei primi due sopralluoghi (3 - 4 gennaio 2002) l'acqua era assente, mentre era presente durante il terzo sopralluogo (14 gennaio 2002; fig. 29). Il suo pavimento del vano è ricoperto in parte da materiale franato dai piedritti, nel quale si riconoscono mattoni, piccoli pezzi di vasellame e materiali che si ritrovano anche nel lacerto di muro sotto il passaggio con la croce.

Lasciando il picchetto 1/5 sulla sinistra, un pilastro in mattoni divide il corridoio successivo in due parti. Costeggiando tale pilastro sulla sinistra è possibile dirigersi, tramite un angusto passaggio, verso il picchetto 1/5 (fig. 30). L'ambiente è molto piccolo e intercettato da un altro pilastro in mattoni che sbarra definitivamente il cammino (picchetto 1/5). Un varco permette di visualizzare parzialmente il vano dove è posizionato il pic-



Fig. 27 - Croce graffita sul timpano sotto la calotta nella quale si notano i segni della escavazione.  
- Cross engraved in the tympanum under the arch showing signs of excavation.



Fig. 28 - Nel vano ad est del picchetto 1/5 sono presenti due pilastri in mattoni e acqua durante il terzo sopralluogo (14 gennaio 2002).  
- The room east of the picket 1/5 shows two pillars consisting of bricks and water during the third inspection (14th January 2002).

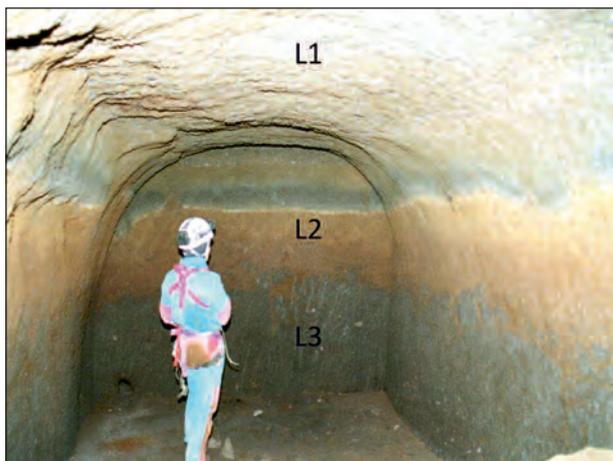


Fig. 29 - Il vano ad est del picchetto 1/5 mostra l'assenza di acqua durante i primi sopralluoghi (3 e 4 gennaio 2002) e la successione delle litofacies L1 di colore marrone in calotta, L2 e L3 di colore grigio scuro e marrone rossastro sul piedritto.  
- The room east of the picket 1/5 shows lack of water during the former inspections (3rd and 4th January 2002) and the succession of lithofacies L1 with brown color in the arch, L2 and L3 with dark gray and brown reddish colour in the pier.

chetto 1/6; per raggiungerlo bisogna tornare sui propri passi e costeggiare i pilastri in mattoni dalla parte opposta. In tale tratto si osservano ancora le tre litofacies. Quest'ultimo spazio ha una forma abbastanza regolare ed è chiuso in direzione nord dall'ultimo pilastro a mattoni (fig. 31), alla cui destra un piccolissimo pertugio lascia intravedere un altro ambiente squadrato simile a tutte le grandi stanze esaminate fino ad ora, ma l'esiguità del passaggio non ha permesso di entrare e misurarne le dimensioni.

## 7. - CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE NELLE GALLERIE

All'interno delle gallerie è stata registrata la presenza di acqua sul pavimento di alcuni ambienti in corrispondenza dei punti a quota più bassa. Le zone interessate sono indicate nella planimetria della figura 32.

I primi sopralluoghi, effettuati nei giorni 3 e 4 gennaio 2002, hanno evidenziato la presenza di



Fig. 30 - Il picchetto 1/5 visto da est.  
- The picket 1/5 seen from east.



Fig. 31 - L'ultimo pilastro del ramo est.  
- The last pillar of the east branch.

acqua fra i picchetti 0/1 e 0/2, una maggiore quantità al picchetto 1/3 (fig. 23) ed una forte umidità del terreno nella stanza ad est del picchetto 1/5. Durante il terzo sopralluogo del 14 gennaio 2002, si è registrato un sensibile innalzamento del livello dell'acqua nei punti dove era già presente (figg. 23, 24, 25) e la comparsa di acqua tra il picchetto 1/1 ed il picchetto 1/2, nella stanza adiacente al picchetto 1/5 ed ancora in direzione sud rispetto al picchetto 1/5. In base alla quota dei picchetti si deduce che la superficie libera delle acque sotterranee si attesta mediamente a 45,30 m s.l.m. nei Tufi Stratificati Varicolori di La Storta. L'aumento del livello dell'acqua non è ricollegabile a ricarica meteorica perché tutta l'area è coperta dalle opere di urbanizzazione, ma a contributi antropici non meglio specificati. A conferma di questa ipotesi si evidenziano alcuni dati ottenuti mediante 4 piezometri a tubo aperto utilizzati in una precedente indagine geognostica. Le letture, effettuate nell'arco di 5 mesi, hanno confermato, oltre alla presenza di una falda profonda contenuta nei sedimenti ghiaiosi sedimentari, una falda libera più superficiale, all'interno dei Tufi Stratificati Varicolori di La Storta. In corrispondenza del piezometro più vicino all'area delle gallerie rilevate, la superficie delle acque sotterranee si attestava tra 44,77 m e 44,07 m s.l.m., cioè valori molto prossimi alla quota 45,30 m s.l.m. riscontrata nelle gallerie. Si deve inoltre tenere presente il dato piezometrico registrato nel sondaggio S2 al primo piano dell'edificio, che indica per le acque sotterranee la quota di 39 m s.l.m. Questa condizione idrogeologica, in accordo con quanto sopra specificato a proposito del *Complesso dei tufi stratificati e delle facies freatomagmatiche*, indica che nel sottosuolo dell'edificio sono presenti due corpi idrici.

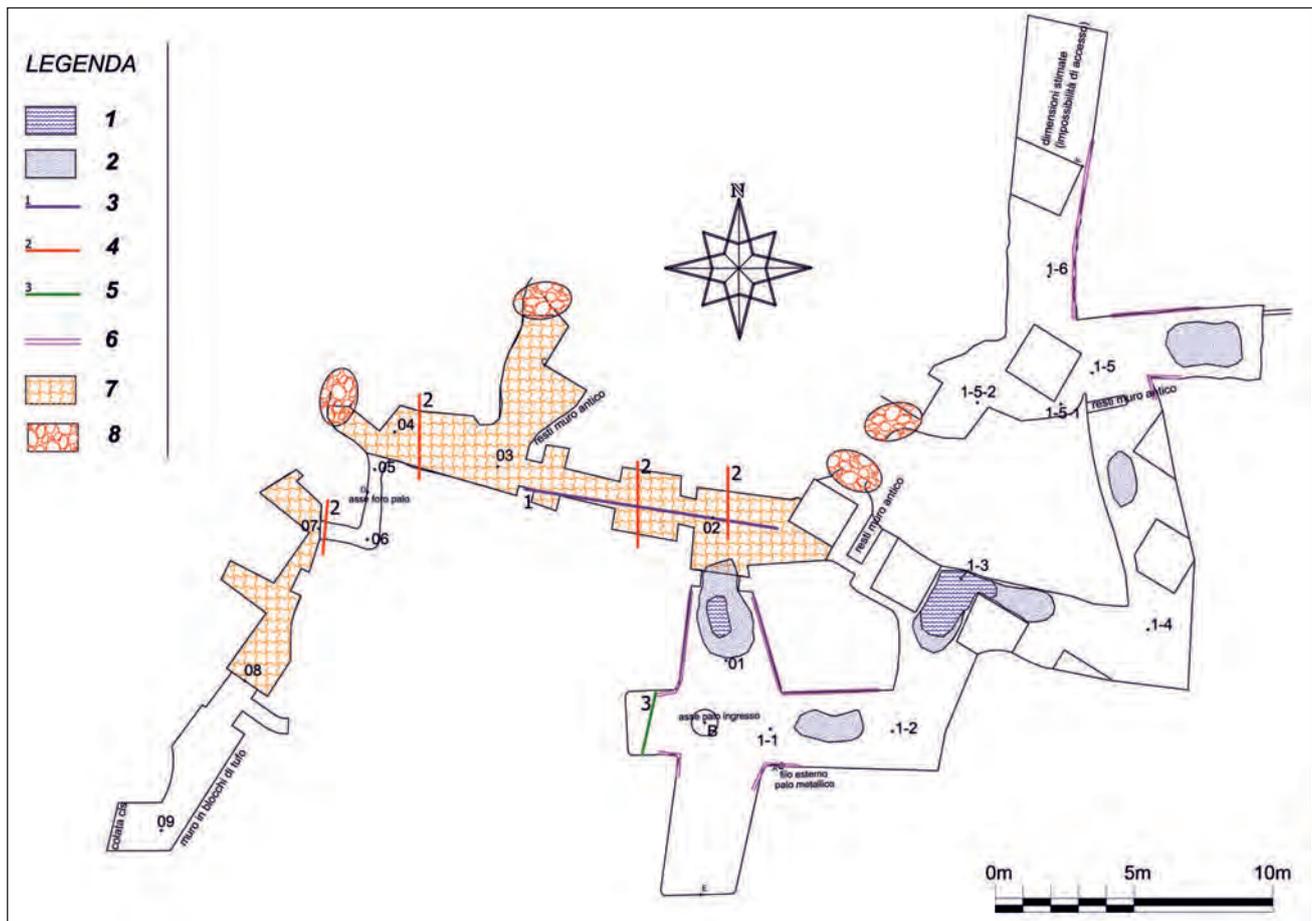


Fig. 32 - Rilievo delle cavità e ubicazione delle discontinuità, dei dissesti e delle emergenze di acqua. 1, acqua affiorante durante i primi sopralluoghi (3 e 4 gennaio 2002); 2, acqua comparsa durante il terzo sopralluogo (14 gennaio 2002); 3, discontinuità in calotta (direzione circa  $90^\circ - 270^\circ$ ); 4, famiglia di discontinuità (giacitura media  $270^\circ/80^\circ$ ); 5, discontinuità nella nicchia vicino all'ingresso; 6, principali zone con presenza di distacchi dai piedritti; 7, ambienti con crolli di blocchi dalla calotta; 8, galleria ostruita da crolli.

– Survey of the tunnels and location of the discontinuities, detachments and emergences of water. 1, water surveyed during the former investigations (3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> January 2003); 2, water appeared during the third investigation (14<sup>th</sup> January 2002); 3, discontinuities in the arch (direction about  $90^\circ - 270^\circ$ ); 4, groups of discontinuities (mean attitude  $270^\circ/80^\circ$ ); 5, discontinuity in the small cavity close to the entrance; 6, main zones showing detachments from piers; 7, rooms showing falls of blocks from the arch; 8, tunnel obstructed by falls.

## 8. - I DISSESTI NELLE GALLERIE

Nelle gallerie sono state riconosciute alcune discontinuità, le cui caratteristiche rilevate sono (BIENIAWSKI, 1989):

<i>Persistenza</i>	1 - 3 m
<i>Riempimento</i>	assente
<i>Scabrezza</i>	scabroso
<i>Alterazione</i>	assente
<i>Apertura</i>	1 – 5 mm
<i>Condizioni idrauliche</i>	completamente asciutto
<i>Spaziatura delle fratture</i>	> 2 m
<i>Giacitura media</i>	$270^\circ/80^\circ$ (rispettivamente: immersione e inclinazione).

I dissesti riscontrati (fig. 32) sono illustrati evidenziando prima i fenomeni meno critici presenti nei piedritti di entrambi i rami delle gallerie e sono connessi a due tipi di discontinuità che hanno la stessa direzione, ma immersione opposta: le superfici delle discontinuità superiori immergono verso l'esterno della galleria, mentre quelle inferiori im-

mergono verso l'interno. L'intersezione delle due superfici individua cunei di roccia instabili che tendono a scivolare verso l'interno delle cavità. Le direzioni delle superfici sono parallele ai piedritti delle cavità e l'inclinazione è mediamente  $50^\circ - 55^\circ$  per ambedue le superfici. Il fenomeno è localizzato principalmente in corrispondenza della litofacies 1, appena prima del passaggio alla litofacies 2, quindi in corrispondenza dei piedritti ad altezze variabili, e può essere ricollegato al comportamento dei depositi piroclastici soggetti ad alterazione progressiva, in particolare all'argillificazione, con perdita locale di resistenza al taglio. Si tratta di distacchi non generalizzati all'intero ammasso roccioso, imputabili alla concentrazione localizzata degli sforzi e alla disomogeneità delle caratteristiche di resistenza al taglio dell'ammasso roccioso. Anche la litofacies 2 è interessata dallo stesso tipo di fenomeno, che mostra aspetti diversi: in alcuni casi si osservano rientranze sub - arrotondate della parete, in altri casi invece è possibile riconoscere le superfici piane,

come in prossimità del picchetto 1/6 dove la superficie superiore è inclinata di 30°, mentre quella inferiore è inclinata di 60°. Le discontinuità e i dissesti sono descritti nei tre punti appresso riportati ed evidenziati nella figura 32.

**1** - I primi fenomeni importanti si vedono in corrispondenza del picchetto 0/2 in calotta, interessata da una evidente discontinuità nella litofacies 3, che corre parallelamente alla direzione della galleria leggermente spostata sul lato meridionale della calotta, nella quale si riconosce la superficie originaria con i segni di scavo, interrotta da un dislivello che coincide con una frattura. Lungo tale discontinuità è avvenuto il distacco e il dislivello tra i due lembi opposti della frattura è di circa 15 - 20 cm. La frattura con direzione circa est - ovest (90° - 270°) si sviluppa per circa 8,50 m.

**2** - Nell'ambiente in cui si trova il picchetto 0/2 è stato rilevato un secondo sistema di discontinuità ortogonale al precedente, meno evidenti ma più numerose, con la medesima orientazione e con caratteristiche identiche. Le discontinuità interessano sia la calotta che i piedritti sul lato nord delle gallerie e intersecano la frattura descritta in **1**. Sono interessate prevalentemente la litofacies 3 in calotta, subordinatamente la litofacies 2 e solo marginalmente la litofacies 1. Non vi sono indizi di movimento relativo delle parti opposte delle discontinuità e solo in un caso sembra presente un lieve spostamento in senso verticale (2 - 3 cm), forse imputabile a piccoli distacchi dalla calotta. La giacitura delle discontinuità riportate nella figura 6 è sub - verticale con inclinazione pari o maggiore di 75° e la direzione dei piani è circa nord - sud con immersione verso ovest. Tra il picchetto 0/2 e il picchetto 0/3 sono state rilevate due discontinuità principali appartenenti alla stessa famiglia ed un'altra molto evidente tra i picchetti 0/3 e 0/4.

Le fratture che interessano la soglia del cunicolo che esce sull'ultimo vano del tratto sud - ovest (picchetto 0/7) hanno la stessa giacitura, ma le condizioni di stabilità sono più preoccupanti. Il muretto di contenimento realizzato per arginare il dissesto è stato coinvolto nel movimento e rischia di crollare. Da segnalare che la calotta dell'ultimo ambiente (picchetti 0/7 e 0/8) non è quella originale ma è stata modellata dai crolli.

Per quanto riguarda le condizioni idrauliche, le discontinuità sono risultate sempre asciutte. Tuttavia si evidenzia la situazione di particolare umidità della calotta nella zona dei rinforzi ad arco in mattoni, tra i picchetti 0/2 e 0/3, per un tratto di circa 3 m, anche se non vi sono discontinuità direttamente interessate da infiltrazioni o con stillicidio apprezzabile.

**3** - Nella piccola nicchia che si apre ad ovest della tubazione di accesso è stata riconosciuta una discontinuità che attraversa la calotta trasversalmente: la superficie verticale è disposta secondo l'allineamento 30° - 210° e tende ad aprirsi fino a 2 - 3 mm nel tratto sud - ovest. Si tratta di un dissesto da imputare probabilmente alle operazioni di perforazione, allargamento e condizionamento della tubazione di ingresso.

## 9. - OSSERVAZIONI SULLO SCAVO ARCHEOLOGICO

Tre sopralluoghi sul cantiere al primo piano dell'edificio, nel quale il piano di calpestio della grande sala è stato rimosso (fig. 33), hanno evidenziato che lo scavo, profondo 2,30 m, ha interessato il terreno di riporto dove sono presenti brevi tratti di strutture murarie con conci di tufo di colore esternamente giallo tenue (fig. 34), dovuto al lunghissimo periodo di conservazione nel terreno di riporto, e all'interno di colore grigio. I conci hanno lunghezza di 76 cm, larghezza di 40 cm e spessore di 30 cm e alcuni conci di un piccolo tratto di mura hanno subito un modesto dissesto (fig. 35). La tessitura del tufo è medio - grossolana, la matrice è cineritica e lo scheletro comprende abbonanti frammenti di leucite analcimizzata e subordinati frammenti di tufo giallo. Questo tufo sembra simile a quello dell'Unità del Palatino (v. fig. 4).

Tali resti sono stati attribuiti dalla Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma ad una struttura templare del VI secolo a.C. Tuttavia nello studio non vi è alcun riferimento al terreno di riporto, che negli scavi tende a franare a causa della sua inconsistenza, e neppure alla quota dell'affioramento dei resti delle mura, che è parte integrante della topografia. Inoltre i resti della struttura templare sono stati costruiti con conci di "cappellaccio" o "tufo granulare grigio" che in realtà è il tufo di colore grigio sopra descritto. Circa l'uso, il significato e la provenienza del "cappellaccio" o "tufo granulare grigio" si deve precisare quanto appresso riportato.

(1) Il termine "cappellaccio" è stato usato da alcuni geologi e archeologi dell'Ottocento (p. e. BROCCI, 1820; CLERICI, 1894; BORSARI, 1897), della prima metà del Novecento (p. e. MELI, 1904; LANCIANI, 1918; FRANK, 1924; LUGLI, 1929; SAFLUND, 1932; DE ANGELIS D'OSSAT, 1948; 1956) e ripreso acriticamente in tempi recenti da altri archeologi come CIFANI (2008) e dai geologi GIAMPAOLO *et alii* (2008). Tuttavia tale termine non solo non ha alcun significato litologico, ma non può essere utilizzato per etichettare un tipo di tufo perché, in accordo con la terminologia degli addetti alle cave, il "cappellaccio"



Fig. 33 - (A) Veduta della rimozione del piano di calpestio propedeutica allo scavo per il ritrovamento delle mura nel sottosuolo del primo piano dell'ex Regio Ufficio Geologico. (B) Scavo per l'indagine sulle strutture murarie.  
 - (A) View of the removing of the pounding floor propaedeutic to the excavation for finding of walls in the underground of the first floor of the ex Royal Geological Office.  
 (B) Excavation to investigate the wall structures.

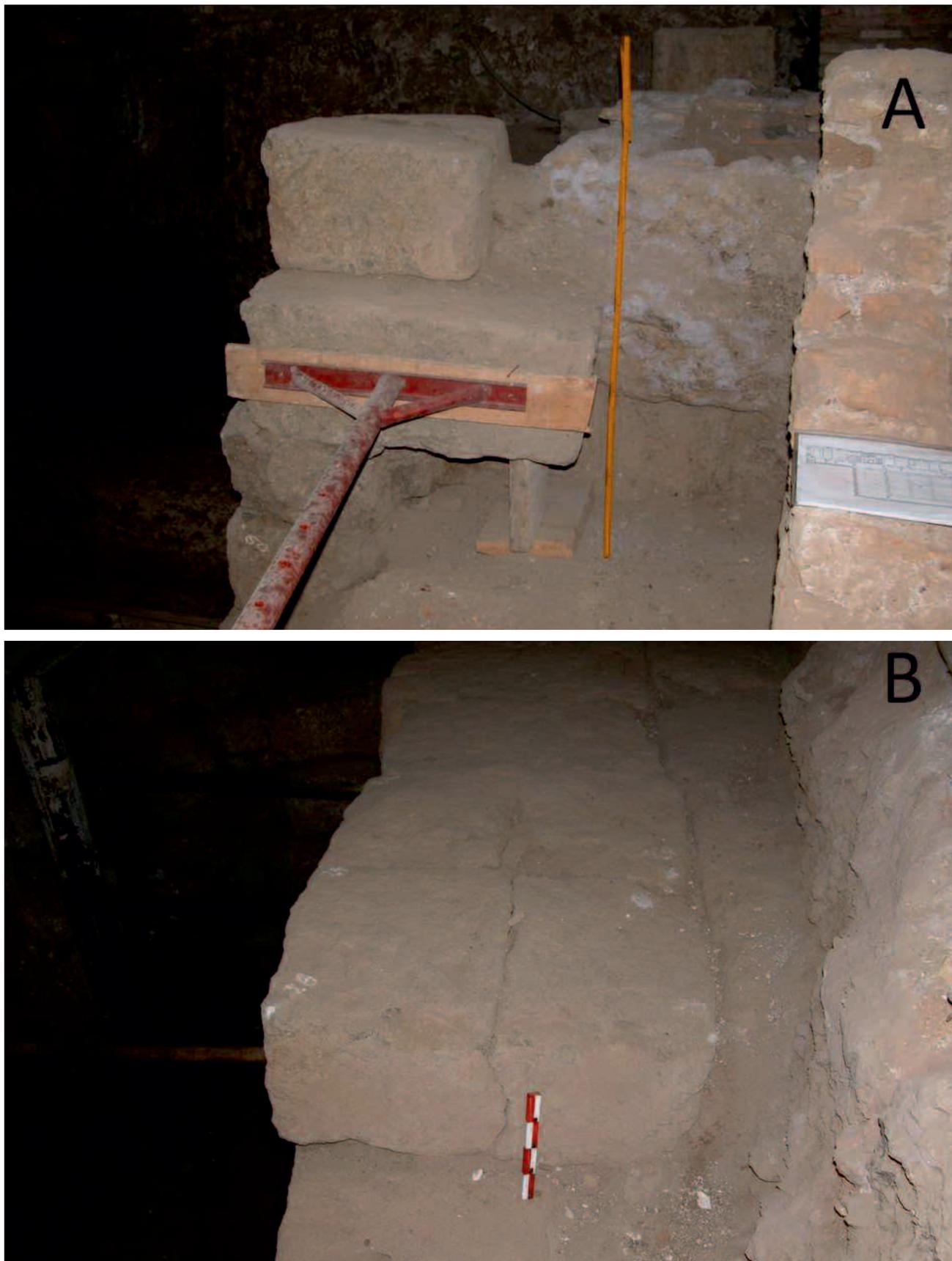


Fig. 34 - Tratto di mura con conci di tufo di colore giallo tenue esternamente nello scavo al primo piano dell'ex Regio Ufficio Geologico (A). Particolare di conci di tufo di colore giallo tenue esternamente (B).  
- Part of walls with asblars of tuff with an external pale yellow color in the excavation of the first floor of the ex Royal Geological Office (A). Particular of asblars of tuff showing an external pale yellow color (B).



Fig. 35 - I due accumuli di conci di tufo nello scavo dell'ex Regio Ufficio Geologico indicano che un piccolo tratto di mura ha subito un modesto dissesto localizzato. I tubi neri sono micropali.

- The two accumulations of ashlar of tuff in the excavation of the first floor of the ex Royal Geological Office suggest that a short part of the walls has been affected by a localized poor fall. The black tubes are micropiles.

è in realtà la parte superficiale alterata del tufo caratterizzata da pessimi parametri geotecnici. Al riguardo è utile ricordare che le rocce piroclastiche sono particolarmente sensibili all'alterazione ad opera degli agenti esogeni, che può produrre danni rilevanti alle strutture costruite con questi materiali. Pertanto si suggerisce di abbandonare il termine "cappellaccio" o "tufo granulare grigio".

(2) Per quanto riguarda la nomenclatura del tufo si devono tenere presente due fatti: (i) secondo GIAMPAOLO *et alii* (2008), per costruire diverse strutture architettoniche di Roma, come le mura serviane, il basamento interno del Tempio della *Magna Mater* sul Palatino, il Tempio di Giove sul Campidoglio, i podi del Tempio di S. Omobono e del Tempio di Saturno, le fondazioni del *lapis niger*, è stato utilizzato il "cappellaccio" e quindi sono stati necessari volumi molto notevoli di questo materiale; (ii) DE ANGELIS D'OSSAT (1956), segnala la presenza di "cappellaccio" con spessore di 8,35 m nella successione stratigrafica del Palatino (n. 1 in fig. 36) e GIAMPAOLO *et alii* (2008), indicano il "cappellaccio" alla base del Campidoglio (n. 2 in fig. 36) e del Palatino (n. 1 fig. 36) con spessore di diversi metri. Tuttavia dalla cartografia di (FUNICIELLO *et alii*, 2008) risulta che il tufo indicato come "cappellaccio" è in realtà l'Unità del Palatino con spessore fino a 10.

(3) In relazione all'utilizzazione del tufo grigio dell'Unità del Palatino si evidenzia che secondo FUNICIELLO & GIORDANO (2008) tale unità è costituita alla base da un livello incoerente, seguito da un deposito semicoerente massivo con matrice cineritica grigio – nerastra, il cui scheletro, composto da scorie grigie o nere e frammenti di lava, è privo

di frammenti di rocce sedimentarie. Nella parte superiore si intercala un livello grigio – giallastro cineritico in strati sottili. È evidente che questi litotipi non sono il materiale migliore da utilizzare per costruire edifici, strutture architettoniche e opere di difesa. Inoltre lo spessore e l'estensione molto limitati dell'Unità del Palatino (ex "cappellaccio") suggeriscono che l'eventuale estrazione dai suddetti siti deve essere stata necessariamente molto limitata e comunque non sarebbe stata sufficiente a soddisfare la necessità di ingenti volumi di tufo per la costruzione delle numerose strutture indicate da molti autori (GIAMPAOLO *et alii*, 2008 e relativa bibliografia), anche perché i lavori di coltivazione mineraria e relativa bibliografia comportano sempre la perdita di molto materiale (scarti di cava e/o di miniera).

## 10. - CONCLUSIONI

Una singolare coincidenza ha stabilito che nell'edificio dell'ex Regio Ufficio Geologico, dove è stato ospitato per oltre 100 anni il Servizio Geolo-

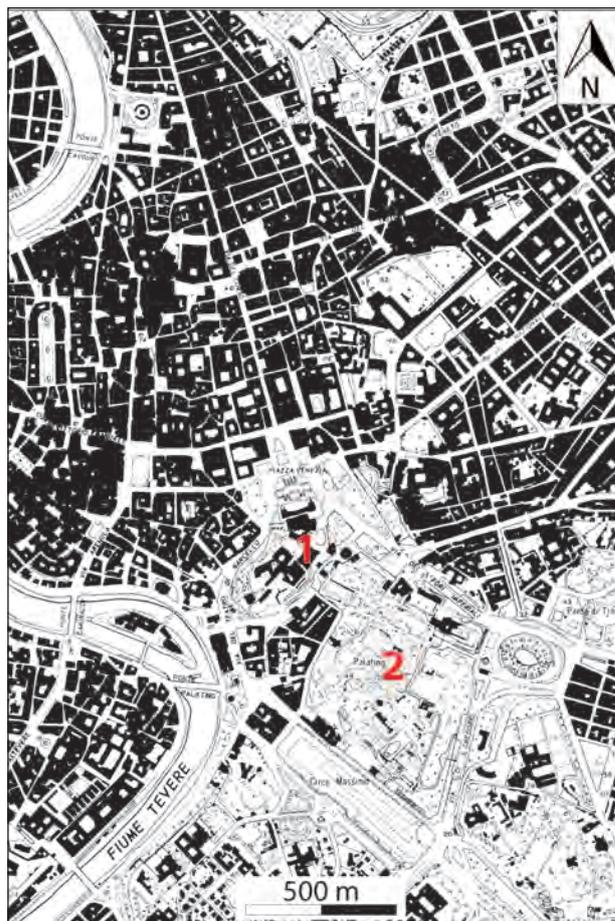


Fig. 36 - I siti di Roma citati nel testo sono riportati nelle CTR 15 sud della Regione Lazio. 1, Campidoglio; 2, Palatino.

- The sites of Rome quoted in text are reported in the CTR 15 south of the Latium Region Administration. 1, Campidoglio; 2, Palatino.

gico d'Italia, avvenisse l'incontro tra le Scienze della Terra e l'Archeologia, sotto forma dei resti di mura attribuite ad una struttura templare del VI secolo a.C. dalla Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma.

Un ulteriore elemento di questo incontro è fornito dalle gallerie, riconosciute e descritte nel sottosuolo dell'edificio, la cui valenza è di notevole interesse sia per le Scienze della Terra, perché documentano un'attività mineraria per l'estrazione dei depositi piroclastici, sia per l'Archeologia, perché molte gallerie nel sottosuolo di Roma sono state utilizzate come catacombe. Poiché l'indagine sulle gallerie era focalizzata al loro stato di conservazione e di stabilità nell'ambito del progetto di ristrutturazione dell'edificio, non è stato possibile stabilire il periodo in cui le gallerie sono state scavate e il possibile uso successivo, del quale sembra molto probabile quello di rifugio durante il bombardamento di Roma nel luglio 1943.

Queste gallerie sono soggette a crolli e a lesioni che interessano la calotta, mentre i piedritti sono interessati da fenomeni di rilassamento e disgregazione. Gli accumuli di frana impediscono l'accesso verso nord (fig. 32). Non sono disponibili elementi atti a stabilire con certezza l'età e lo stato di attività di questi dissesti, ma è possibile avanzare una datazione relativa mediante alcuni interventi sui muri che, per la tipologia e le caratteristiche dei materiali utilizzati per la loro costruzione, sembrano attribuibili complessivamente ad un periodo non successivo al 1800 fino almeno alla prima metà del 1900. Infatti, le strutture di fondazione in mattoni tra i picchetti 0/2 e 0/3 e i picchetti 0/7 e 0/8 sono state realizzate chiaramente dopo i crolli dalla calotta e dai piedritti. Il materiale franato è stato asportato e, nonostante le evidenti discontinuità che attraversano la calotta, non sono visibili eventi recenti. Si tratta quindi di fenomeni precedenti gli interventi di rinforzo.

Invece la presenza di notevoli accumuli di crollo tra i picchetti 0/3 e 0/4 sembrerebbe indicare fenomeni successivi, avvenuti lungo lo stesso tipo di discontinuità (fig. 32). Forse gli ulteriori dissesti sono da ricollegare alla fase costruttiva connessa alle opere di fondazione in cemento sul lato ovest del cortile di ingresso dell'edificio (tav. I). È chiaro comunque che le strutture fondali e di rinforzo realizzate in epoche più recenti sono intatte e stanno quindi assolvendo nel migliore dei modi il loro compito di sostegno.

In realtà l'incontro tra le Scienze della Terra e l'Archeologia nell'edificio sede dell'ex Regio Ufficio Geologico è la conferma che le due discipline sono strettamente collegate per i fondamentali motivi appresso riportati.

1 - La stratigrafia archeologica è basata sul *principio della sovrapposizione*, mutuato dalla stratigrafia geologica.

2 - Le indagini archeologiche si svolgono sul territorio con i suoi caratteri geomorfologici, fondamentali per comprendere l'evoluzione e l'uso dei siti da parte delle popolazioni e delle civiltà.

3 - Le calamità naturali, cioè il dissesto idrogeologico, la sismicità, le eruzioni vulcaniche e le onde di *tsunami*, che hanno causato gravissimi danni e moltissime vittime in numerose civiltà del passato, in alcuni casi determinandone l'estinzione.

4 - I materiali raccolti negli scavi sono costituiti in larghissima misura da minerali (contenenti elementi fondamentali come il ferro, il piombo, il rame, lo zinco, lo stagno, l'oro, l'argento, ecc.) e da rocce lapidee e non lapidee. Questi materiali, utilizzati in circa 6000 anni di storia dei popoli e delle relative civiltà, erano scelti con molta cura e grande competenza, in particolare per la scultura, che utilizza il marmo di cui esistono moltissime varietà. La corretta definizione dei minerali e delle rocce rinvenute negli scavi archeologici fornisce un contributo unico per stabilire la loro provenienza e la datazione dei manufatti.

5 - La necessità di eseguire datazioni assolute mediante il metodo del radiocarbonio ( $^{14}\text{C}$ ) per i materiali di origine organica; i radioisotopi, come il potassio - argon (K - Ar), l'uranio - torio (U - Th) e con le tracce di fissione dell'uranio 238 ( $^{238}\text{U}$ ) per le rocce o i resti di industrie litiche; con la dendrocronologia per il legno; la termoluminescenza e l'Archeomagnetismo per le ceramiche e i laterizi, per lo studio dei quali è di grandissimo aiuto anche la Diffrazione a raggi X (XRD).

Incrementare la sinergia tra le due discipline significa interpretare correttamente la geomorfologia dei siti, tutte le rocce lapidee e non lapidee utilizzate nelle strutture architettoniche, gli oggetti, come ceramiche, ossa e vegetali, e la loro provenienza. Il risultato della maggiore collaborazione tra le Scienze della Terra e l'Archeologia porterà un notevole ulteriore progresso dei rispettivi campi di ricerca scientifica.

#### Ringraziamenti

*Gli autori sono grati all'ing. Vito Lipari di Fintecna per l'accesso allo scavo archeologico.*

#### BIBLIOGRAFIA

- BERRY P. & SCIOTTI M. (1974) - *I "Peperini" del Lazio. 1° Convegno Internazionale sulla Coltivazione di Pietre e Minerali Litoidi*. Sessione II - Comunicazione 5, Torino 4 - 5 - 6 ottobre 1974, Estratto dagli Atti del Convegno, 50 pp.
- BIENIAWSKI Z.T. (1989) - *Engineering rock mass classifications*. Wiley, New York, 251 pp.
- BORSARI L. (1897) - *Topografia di Roma antica*. Manuali Hoepli, Milano.
- BROCCHI G.B. (1920) - *Stato fisico del suolo di Roma per servire d'illustrazione alla carta geognostica di questa città*. Roma, 2 tavole.

- CIOTOLI G., CORAZZA A., FINOIA M.G., NISIO S. & SUCCHIARELLI C. (2013) – *Gli sprofondamenti antropogenici nell'aria urbana di Roma*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **93**: 143-182.
- CLERICI E. (1894) – *Considerazioni sopra i tufi vulcanici a nord di Roma*. Rend. Acc. Lincei, 348.
- CRESCENZI R., PIRO M. & VALLESI L. (1995) – *Le cavità sotterranee a Roma*. In: *La geologia di Roma: il centro storico*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **50**, 249-278, IPZS, Roma.
- DE ANGELIS D'OSSAT G. (1943) – *La geologia delle catacombe romane*. Piac (Ed.), Roma, 312 pp.
- DE ANGELI D'OSSAT G. (1948) – *Pietre da costruzione e d'ornamento adoperate nei Fori*. Boll. Centro studi Arch., n. 5, Roma.
- DE ANGELI D'OSSAT G. (1956) – *Geologia del Colle Palatino in Roma*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **32**, 95 pp.
- CAPELLI G., MASTRORILLO L., MAZZA R. & PETITTA M. (1992 a) - *Carta delle unità idrogeologiche del Lazio*. S.EL.CA., Firenze.
- CAPELLI G., MASTRORILLO L., MAZZA R., PETITTA M., BALDONI T., BANZANATO F., CASCONI D., DI SALVO C., LA VIGNA F., TAVIANI S. & TEOLI P. (2012 b) – *Carta idrogeologica del territorio della Regione Lazio*. Foglio 3, S.EL.CA., Firenze.
- CHIOCCHINI U. & SAVARESE G. (2013) – *Segnalazione di alcune discrepanze riscontrate nella carta geologica del Comune di Roma*. Professione Geologo, **37**: 10 - 15.
- CIFANI G. (2008) – *L'architettura romana arcaica. Edilizia e società tra Monarchia e Repubblica*. L'Erma di Bretschneider, Roma.
- FRANK T. (1924) – *Roman building of the Republic. An attempt to date them from their materials*. Roma.
- FUNICIELLO R. & GIORDANO G. (2008) – *La nuova carta geologica di Roma: litostratigrafia e organizzazione stratigrafica*. In: *La Geologia di Roma. Dal Centro Storico alla Periferia*. Parte Prima. R. FUNICIELLO, A. PRATURLON & G. GIORDANO (Eds.), Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **80**: 39-86. S.EL.CA., Firenze.
- FUNICIELLO R., GIORDANO G. & MATTEI M. (2008) – *Carta Geologica del Comune di Roma*. S.EL.CA., Firenze.
- GIAMPAOLO C., LOMBARDI G. & MARIOTTINI M. (2008) – *Pietre e costruito della città di Roma: dall'antichità ai giorni nostri*. In: *La Geologia di Roma. Dal Centro Storico alla Periferia*. Parte Prima. R. FUNICIELLO, A. PRATURLON & G. GIORDANO (Eds.), Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **80**: 273-406. S.EL.CA., Firenze.
- GIORDANO G. (2008) – *I vulcani di Roma: storia eruttiva e pericolosità*. In: *La Geologia di Roma. Dal Centro Storico alla Periferia*. Parte Prima. R. FUNICIELLO, A. PRATURLON & G. GIORDANO (Eds.), Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **80**: 87-95. S.EL.CA., Firenze.
- JAMIOLKOWSKI M., BALDI G., BELLOTTI R., GHIONNA V. & PASQUALINI E. (1985) - *Penetration resistance and liquefaction of sands*. Proc. 11<sup>th</sup> ICSMF, San Francisco.
- LANCIANI R. (1881) – *Topografia di Roma antica*. I commentarii di Frontino intorno le acque e gli acquedotti. Mem. Reale Acc. Lincei, ser. 3, **4**: 215 – 614. Ristampa anastatica: LANCIANI R. (1975), *Le acque e gli acquedotti di Roma*. Edizioni Quasar, Roma.
- LIAO S.S.C. & WITHMAN R.V. (1985) – *Overburden correction factors for SPT in sand*. Journal of Geotechnical Engineering: **112**, 3.
- LUGLI G. (1929) - *Appia, via*. Enciclopedia Italiana, **3**: 754 - 756.
- MELI R. (1904) – *Sulla costituzione geologica del Monte Palatino*. Boll. Soc. Geol. It., **22**: 498 – 522.
- PAROTTO M. (2008) – *Evoluzione paleogeografica dell'area romana: una breve sintesi*. La Geologia di Roma. Dal Centro Storico alla Periferia. Parte Prima. Editors R. FUNICIELLO, A. PRATURLON & G. GIORDANO (Eds.), Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **80**: 25 - 38. S.EL.CA., Firenze.
- SÄFLUND G. (1932) – *Le mura di Roma repubblicana*. Lund. Ristampa anastatica: SAFLUND R. (1998), *Le mura di Roma repubblicana*. Edizioni Quasar, Roma, 278 pp..
- SHIOI Y. & FUKUNI J. (1982) – *Application of N-value to the design of foundations in Japan*. Proc. 2<sup>nd</sup> Europe Symposium on Penetration Testing (ESOPT2), Amsterdam, **1**: 59–164.
- TESTA O., CAMPOLUNGI M.P., FUNICIELLO R. & LANZINI M. (2008) – *Il problema dei riporti e le modificazioni della forma originaria*. La Geologia di Roma. Dal Centro Storico alla Periferia. Parte Prima. R. FUNICIELLO, A. PRATURLON & G. GIORDANO (Eds.), Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **80**: 145 - 168. S.EL.CA., Firenze.