



INDICE

1. INTRODUZIONE	5
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
2.1 <i>Evoluzione geologica dell'area romana</i>	7
2.2 <i>Caratteri stratigrafici dell'area romana</i>	13
2.3 <i>Modificazioni di carattere antropico dell'assetto idrogeomorfologico</i>	14
3. CARATTERI LITOLOGICI E MINERALOGICI	15
4. CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLE LITOLOGIE AFFIORANTI	17
5. CAVITÀ SOTTERRANEE	24
BIBLIOGRAFIA	29

1. INTRODUZIONE

Il comprensorio dell'Appia Antica ricade nei territori comunali di Roma, Ciampino e Marino ed è caratterizzato da un assetto territoriale assai peculiare (limitata estensione areale; inserimento nel contesto di aree altamente urbanizzate; numerose situazioni di degrado idrogeologico ed ambientale suscettibili di ulteriore aggravamento; presenza diffusa di cavità sotterranee; notevole patrimonio archeologico, ecc.).

La presente relazione è frutto della collaborazione tra il Servizio Geologico, Difesa del Suolo della Provincia di Roma ed il Parco Regionale dell'Appia Antica e costituisce il risultato dell'integrazione fra dati di letteratura e dati inediti in possesso del Servizio Geologico, Difesa del Suolo. Tale analisi fornisce una prima revisione dello stato delle conoscenze sul territorio del Parco relativamente ai seguenti aspetti principali:

(1) *Cartografia geolitologica*

(carte di analisi del Piano tav.n°6 "tavola dei complessi litologici")

(2) *Indagini geognostiche e Cavità sotterranee*

(carte di analisi del Piano tav.n°5 "tavola dei caratteri fisici")

I riferimenti bibliografici essenziali sono riportati nel paragrafo 6.

La banca-dati di riferimento è rappresentata dall'archivio del "Servizio Geologico, Difesa del Suolo" della Provincia di Roma, che raccoglie oltre venti anni di attività e di indagini a carattere geologico, idrogeologico, geotecnico e geognostico diffuse capillarmente sul territorio provinciale. Ulteriore supporto è costituito dall'opera "Geologia del territorio del Comune di Roma" (frutto della collaborazione tra il Prof. Ugo Ventriglia ed il Servizio Geologico, Difesa del Suolo dell'Amministrazione Provinciale di Roma), attualmente in fase di

completamento¹, che consente di aggiornare ulteriormente, con dati di recente acquisizione, il quadro delle conoscenze sul territorio in esame.

Gli elaborati forniti dal Servizio Geologico, Difesa del Suolo sono i seguenti.

- Carta litologica alla scala 1:20.000 (da dati bibliografici e/o di archivio²) di tutto il territorio del Parco, estesa anche a zone limitrofe;
- Stratigrafie delle perforazioni geognostiche effettuate nel territorio del Parco, con relative planimetrie ubicative.

La cartografia tematica e la banca-dati a carattere geologico, confluendo nel Sistema informativo Territoriale del Parco, vanno a costituire dei documenti aggiornati ed aggiornabili cui fare riferimento per i diversi aspetti applicativi che le attività di pianificazione, programmazione, gestione e valorizzazione del territorio dell'area protetta contemplano. L'informatizzazione e la georeferenziazione dei dati viene effettuata presso la sede del Parco, con la supervisione e la collaborazione del "Servizio Geologico, Difesa del Suolo" della Provincia di Roma.

¹ È stata aggiudicata, dopo specifica gara indetta dall'Amministrazione Provinciale di Roma, l'appalto per la stampa degli elaborati cartografici che saranno allegati all'opera in questione.

² La cartografia di riferimento è costituita in gran parte dalla precedentemente citata opera inedita "Geologia del Comune di Roma", attualmente in fase di stampa.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1 Evoluzione geologica dell'area romana

Per conoscere la storia geologica dell'area romana si deve risalire ad almeno 200 milioni di anni fa, quando sul fondo dell'oceano chiamato Tetide si depositarono i sedimenti da cui si sono poi formate le rocce che oggi costituiscono l'Appennino centrale: sedimenti di piattaforma carbonatica (qualcosa di simile alle attuali Bahamas) che passavano, lungo pendii sottomarini più o meno accentuati, a depositi di mare più profondo.

Nell'ambito dei complessi processi della tettonica delle placche, circa 30-35 milioni di anni fa iniziò in queste aree il processo di convergenza delle placche europea ed africana, con la conseguente deformazione dei rispettivi margini: i depositi marini furono sollevati e sovrapposti, dando origine alla catena montuosa degli Appennini.

Intorno a 5 milioni di anni fa, il settore occidentale della neonata catena appenninica iniziava ad assottigliarsi e a sprofondare, mentre andava formandosi il Mar Tirreno. Questo sprofondamento non fu omogeneo ovunque: diversi settori rimasero al di sopra del livello del mare, originando una serie di isole (fra cui il M. Soratte ed i Monti Cornicolani, rispettivamente a Nord ed a Nord-Est di Roma).

L'area su cui sarebbe sorta Roma era ancora totalmente sommersa: in quel mare si depositarono le cosiddette "Marne Vaticane" o "Argille azzurre" ("Unità del Monte vaticano"; età: Pliocene superiore). Il materiale argilloso fine, caratteristico di un ambiente di sedimentazione lontano dalla linea di costa, viene sostituito nel corso del Pleistocene inferiore, da depositi prevalentemente sabbiosi, tipici di un ambiente marino litorale ("Unità di Monte Mario") e successivamente da depositi di ambiente da deltizio a continentale ("Unità di Monte Ciocci").

La successione sedimentaria precedentemente descritta è ben osservabile all'interno dell'area urbana di Roma, in destra orografica del Fiume Tevere, sui rilievi di Monte Mario, Vaticano, Gianicolo, e Monteverde.

Questo passaggio fra diversi tipi di ambienti marini e quindi a condizioni continentali viene messo in relazione con un generale sollevamento del margine tirrenico laziale ed al conseguente progressivo spostamento della linea di costa da Est verso Ovest, che porta alla totale emersione dell'area romana. Nel Pleistocene medio si completa quindi la trasformazione degli ambienti sedimentari: quello che era un fondale marino diventa una regione collinare con estese zone paludose e piccoli laghi, dominata dal corso dell'antico Fiume Tevere (il *Paleotevere*), che sfociava molto più a Sud di oggi.

La testimonianza di questa evoluzione ambientale ci viene oggi data dagli affioramenti, abbastanza diffusi nell'intera area della campagna romana (principalmente a Nord), di depositi fluviali, lacustri e palustri (travertini, ghiaie, sabbie, argille) al cui interno sono stati ritrovati i resti dei grandi mammiferi che popolavano la campagna romana (elefanti, rinoceronti, cervi, ippopotami).

Nel Pleistocene medio, a partire da circa 600.000 anni fa, dalle grandi fratture connesse allo sprofondamento del margine tirrenico iniziò a risalire del magma: si formarono così dei grandi complessi vulcanici, prevalentemente in corrispondenza delle zone di intersezione dei tre principali sistemi di faglie, ad andamento rispettivamente NW-SE, NE-SW e N-S.

L'attività vulcanica interessò inizialmente l'area a Nord di Roma, dando origine al *Distretto Vulcanico dei Monti Sabatini*; i prodotti di questa attività arrivano ad interessare anche l'area urbana di Roma, dove affiorano fino alle rive del Tevere. Questo materiale vulcanico ricoprì quasi interamente i terreni precedenti, e fu in seguito interessato da intensi fenomeni erosivi che modellarono profondamente la topografia.

In questo periodo inizia l'attività vulcanica anche a Sud di Roma, nel *Distretto Vulcanico dei Colli Albani* (o *Vulcano Laziale*). Tutto il settore Albano e le aree limitrofe sono coperte da una coltre di depositi vulcanici estesi su una superficie di circa 1500 Km², da poco a sud della Bassa Valle del Tevere sino alla Pianura Pontina. La formazione dell'apparato ha inizio tra i 500.000 e i 600.000 anni fa, mentre i prodotti più recenti sono stati datati a circa 20.000 anni fa. All'interno di quella che viene definita dagli studiosi «*provincia magmatica romana*», i Colli Albani rappresentano l'apparato vulcanico caratterizzato dalle maggiori dimensioni e - tra i vulcani centrali - dal maggior volume di lava e di prodotti piroclastici eruttati: nel corso delle diverse fasi che ne hanno segnato l'evoluzione è stata emessa una quantità notevole di prodotti, pari a circa 290 Km³.

Il complesso vulcanico dei Colli Albani è caratterizzato dalla presenza di un edificio centrale ad attività mista. L'edificio centrale è prevalentemente costituito da piroclastiti e colate piroclastiche con subordinate effusioni di lave leucitiche provenienti sia dall'apparato centrale che da fratture e centri locali. Come per gli altri vulcani, anche per i Colli Albani si possono individuare varie fasi di attività; in particolare, l'attività del nostro complesso vulcanico si è manifestata in tre fasi principali, denominate come di seguito indicato, dalla più antica alla più recente:

- **Prima fase** denominata del *Tuscolano-Artemisio* (tra 600.000 e 300.000 anni);
- **Seconda fase** denominata dei *Campi di Annibale* o delle *Faete* (tra 300.000 e 200.000 anni);
- **Terza fase** denominata *idromagmatica finale* (tra 200.000 e 20.000 anni).

PRIMA FASE: ATTIVITÀ DEL TUSCOLANO ARTEMISIO

Questa fase rappresenta gli esordi del vulcano dei Colli Albani, occupa quasi metà dell'intera vita del vulcano (*da circa 600.000 a circa 300.000 anni fa*) e ha dato luogo alla messa in posto di 200 Km³ di prodotti (*circa il 70% del totale*).

L'attività è caratterizzata da eruzioni esplosive parossistiche con messa in posto, principalmente di ignimbriti, con effusioni laviche e depositi di ricaduta intercalati tra i principali eventi eruttivi.

A sua volta questa PRIMA FASE, può essere suddivisa in quattro cicli d'attività, intervallati - verosimilmente - da periodi di stasi. Poiché la tipologia tipica dell'attività vulcanica avvenuta in questa prima fase è di natura ignimbritica (colate piroclastiche) ed i centri di emissione sono identificabili nell'area del Tuscolano- Artemisio, questi quattro cicli prendono il nome di **I, II, III e IV Colate Piroclastiche del Tuscolano-Artemisio**. La **I Colata Piroclastica del T.A.** - la più antica delle quattro - è impostata al di sopra della c.d. «Unità eruttiva inferiore», ed il prodotto tipico è rappresentato dai «**Tufi Pisolitici**» Auct. La **II Colata Piroclastica del T.A.** è interposta tra due colate laviche (in termini temporali ma non ovunque in termini spaziali): le **lave dell'Acquacetosa** (in basso) e le **lave di Vallerano** (in alto).

Tra i quattro cicli della Prima Fase, il secondo (II Colata Piroclastica del T.A.) comprende l'eruzione più importante di tutta la storia del Vulcano Laziale: viene infatti eruttata una gigantesca colata piroclastica che gli studiosi hanno calcolato avere un volume minimo di circa 40 Km³, con uno spessore che raggiunge i 90 metri nelle aree a quell'epoca depresse che è andata a ricoprire ed ha raggiunto una distanza di circa 80 chilometri dal centro di emissione risalendo le prime pendici dei Monti Tiburtini. Questo secondo ciclo avviene intorno ai 480.000 anni fa, ed i prodotti che - oggi in affioramento - meglio lo rappresentano, sono le «**Pozzolane rosse**» o «**Pozzolane di S.Paolo**» Auct..

Nella **III Colata Piroclastica del T.A.** vengono messi in posto prodotti nettamente differenziati, e riconoscibili in affioramento come dotati di caratteristiche macroscopiche diverse: sono le c.d. «**Pozzolane nere o Pozzolane delle Tre Fontane**» ed il «**Tufo Lionato**» Auct. Nell'ultimo ciclo della PRIMA FASE (la **IV Colata Piroclastica del T.A.**), avvenuto circa 360.000 anni fa, vengono emessi alcuni tra i prodotti più noti, per la diffusione ed l'utilizzo per

scopi applicativi degli stessi fatto in seguito dall'uomo, del vulcano: il cosiddetto «Tufo di Villa Senni» o «Pozzolanelle» Auct.

A seguito di quest'ultimo ciclo di attività della PRIMA FASE, avviene il collasso, il cedimento verticale della parte centrale del vulcano con la formazione della caldera o recinto esterno "Tuscolano Artemisio". La formazione della caldera viene accompagnata dalla nascita di numerosi «coni di scorie» e dalla fuoriuscita di colate laviche.

SECONDA FASE: ATTIVITÀ DEI CAMPI DI ANNIBALE

Dopo una breve stasi seguita alla PRIMA FASE e stratigraficamente al di sopra delle lave di Capo di Bove, l'attività del vulcano continua all'interno dell'area centrale ribassata dal collasso calderico, con quella che viene definita dai vulcanologi «Fase dei Campi di Annibale», che può essere inserita tra i 300.000 ed i 200.000 anni fa. Questa fase, caratterizzata da attività mista all'interno dell'area calderica del Tuscolano-Artemisio, risulta sicuramente meno importante della prima, soprattutto se si considera la quantità totale di materiale eruttato (*poco più di 2 Km³*). Anche questa fase terminò con l'emissione di grandi colate di lava molto fluide, tra le quali la più nota ed importante è senza dubbio la **colata lavica di Capo di Bove** (datata circa 300.000 anni), spina centrale del Parco e sulla quale corre per circa 10 Km l'antico tracciato della *Regina Viarum*. (*De Rita et alii, 1988*)

TERZA FASE: ATTIVITÀ IDROMAGMATICA FINALE

L'attività del complesso vulcanico dei Colli Albani si conclude con una fase legata soprattutto alle interazioni tra il magma residuo ancora presente nelle viscere della terra e l'acqua.

Queste interazioni portano ad esplosioni caratterizzate da energie notevoli, e provocano la formazione di tutta una serie di crateri eccentrici, più o meno allineati in direzione nord-sud, i più importanti dei quali (*anche per motivi*

paesaggistica) sono quelli di Ariccia, Nemi ed Albano, ai quali si aggiungono quelli di Prata Porci, Castiglione, Pantano Secco, Valle Marciana e Giuturna. Le ultime datazioni disponibili indicano che i prodotti più recenti di questa ultima fase sono rappresentati dai materiali eruttati dal cratere di Albano, e risalgono a circa 20.000 anni fa.

Le manifestazioni finali del Vulcano Laziale, esplosioni parossistiche ad altissima energia con materiale magmatico ricco di gas (freatomagmatiche) non hanno raggiunto il nostro territorio, ma tali prodotti noti come peperini e caratterizzati da ceneri finissime cementate e con inclusi delle rocce attraversate (piroclastiti più antiche, brandelli di lava, rocce calcaree del basamento sedimentario etc.) sono state utilizzate fin dall'antichità come materiale da costruzione.

I prodotti vulcanici dei Colli Albani, essenzialmente tufi, colate piroclastiche e colate di lava, andarono a congiungersi con quelli vulcanici di origine sabatina provenienti da Nord, provocando uno sbarramento lungo il corso del Paleotevere. Si formò così, subito ad Est della città attuale, una vasta zona paludosa.

Con il passare del tempo, lo sbarramento venne eroso e le acque ripresero a scorrere verso il mare, lungo un corso non molto dissimile al corso attuale del Tevere. L'attività erosiva delle acque divenne molto intensa, e il Tevere, con tutti i suoi affluenti di diverso ordine e grado, incise i materiali vulcanici ed i sottostanti terreni: il panorama di allora era caratterizzato da vaste zone pianeggianti interrotte da profonde valli fluviali. Questa attività erosiva rese visibili, sui versanti delle valli, i terreni di origine sedimentaria che erano stati coperti e nascosti dal materiale vulcanico. L'alternarsi di fasi erosive e fasi di deposito contribuì in modo sostanziale alla formazione dell'attuale pianura alluvionale del Tevere e dei suoi affluenti; il fiume cominciò a formare ampi meandri, assumendo il suo corso attuale.

L'attività modellatrice dell'acqua continuò lentamente ma inesorabilmente nel tempo e trasformò la regione in una zona di colline, la cui sommità rappresenta ciò che resta dei terreni vulcanici, più "competenti" e quindi più difficili da erodere. In questa regione prettamente collinare, sulle rive del Tevere, nacque Roma.

2.2 Caratteri stratigrafici dell'area romana

A questo punto, è possibile riassumere molto schematicamente come è fatto il sottosuolo di Roma, anche sulla base dei dati provenienti da un sondaggio eseguito dall'AGIP nel Circo Massimo in occasione della "Mostra Autarchica del Minerale", nel 1939. Alle maggiori profondità si incontrano le rocce prevalentemente calcaree formatesi nell'antico mare della Tetide; al di sopra di queste si trovano argille e sabbie di ambiente marino per uno spessore di alcune centinaia di metri, coperte da sabbie, argille e ghiaie di origine fluvio-lacustre con spessori estremamente variabili. Al di sopra di questa successione si stende una coltre di materiali vulcanici che, a causa dell'erosione, sono attualmente disarticolati e si trovano sulle sommità dei rilievi. Il fondo delle valli del Tevere e degli affluenti è colmato da alluvioni (sabbie e ghiaie); i terreni di riporto hanno notevolmente contribuito ad addolcire le forme, andando generalmente a colmare le depressioni.

2.3 Modificazioni di carattere antropico dell'assetto idrogeomorfologico

Alla fine di questa breve storia geologica di Roma, è necessario ricordare le numerose modifiche introdotte nelle forme originarie dall'uomo: oltre ai numerosi edifici, ci si vuole riferire ai notevoli accumuli di materiali di riporto e ai grandi scavi che hanno trasformato l'antica morfologia. Si pensi ad esempio al Monte Testaccio, una collina artificiale in mezzo alla piana alluvionale; a Via Nazionale, tracciata in corrispondenza di una valle un tempo molto incisa e colmata nel tempo di materiali di riporto; all'enorme quantità di cave, ora inattive, che hanno sbancato numerosissime colline; o infine all'enorme sviluppo di reti di gallerie - una realtà estremamente diffusa nel Parco dell'Appia Antica -, destinate nel tempo agli utilizzi più disparati, da gallerie catacombali a cave di materiali da costruzione fino all'utilizzo come fungaie. Per la descrizione della articolata rete caveale presente nel territorio del Parco si rimanda al paragrafo 5.

3. CARATTERI LITOLOGICI E MINERALOGICI

Le unità litologiche affioranti all'interno del territorio del Parco e nelle aree limitrofe, riportate nella carta geo-litologica, sono, dalla più antica alla più recente, le seguenti³:

(1) **Diatomiti; limi lacustri e palustri; concrezioni e livelli travertinosi; sabbie dunari arrossate; ghiaietto alternato a sabbie; sabbie fluviali deltizie; argille, argille sabbiose e sabbie gialle localmente cementate in concrezioni; lenti di ciottolame (qt).**

(2) **Tufo di Sacrofano (SI3):** tufi stratificati varicolori, da cineritici a lapillosi, prevalentemente incoerenti. Se litoidi e grigi sono detti localmente peperini; presentano intercalati paleosuoli, livelli diatomitici e lave leucititiche.

(3) **Complesso delle pozzolane inferiori (Api):** "Pozzolane medie" o "Pozzolane nere" o "Pozzolane delle Tre Fontane". Tufo incoerente, grigio scuro o violaceo, con buone proprietà pozzolaniche. A luoghi separato dal Tufo lionato da un livello di tufo terroso.

(4) **Lave leucititiche, augitiche, melilitiche (AL²).**

(5) **Tufo lionato (At1):** tufo coerente, litoide, comunemente di colore rosso fulvo più o meno scuro, a volte grigio o giallastro.

³ In questa sede si utilizza, per omogeneità con la cartografia geologica fornita, lo schema litostratigrafico proposto da Ventriglia nella precedentemente citata opera inedita "Geologia del Comune di Roma"; per la comparazione con gli studi di altri Autori si rimanda a: AA.VV. (1995) "La geologia di Roma- Il centro storico" (a cura di R. Funicello) Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. L. .

In particolare si sottolinea che Inoltre le piroclastiti più antiche affioranti nell'area, attribuite da Ventriglia (1990) ai Tufi di Sacrofano, di origine sabatina, sono invece riferite da De Rita et al. (1988) alla Colata piroclastica del Tuscolano-Artemisio. De Rita et al. (1988) attribuiscono le colate laviche alla fase d'attività dell'edificio dei Campi di Annibale, mentre Ventriglia (1990) le riferisce alla fase di attività del Tuscolano- Artemisio.

(6) **Pozzolane grigie (Aps)**: tufo di colore grigio rossastro, violaceo o grigio scuro; incoerente nella zona occidentale (pozzolana grigia o pozzolanella), coerente nella zona orientale ("Tufo di Giulianello") e di aspetto simile al sottostante Tufo lionato.

(7) **Tufo di Villa Senni (Avs)**: tufo marrone, poco coerente, caratterizzato da un elevato contenuto di cristalli di leucite poco o non cementati e di blocchi rigettati.

(8) **Tufo di Albano (Aa)**: proveniente dal cratere di Albano, prevalentemente grigio e costituito da un impasto di ceneri con abbondanti proietti, fra i quali sono caratteristici quelli calcarei bianchi. Se cementato prende il nome di *peperino* di Albano, di Marino, di Castelgandolfo (*apis albanus* dei Romani); se incoerente costituisce la *pozzolana* di Marino.

(9) **Alluvioni attuali (qa)**: Argille, limi, sabbie. Depositi eluviali di fondo valle.

Da un punto di vista strettamente scientifico occorre evidenziare che le formazioni vulcaniche dei Colli Albani sono peculiari, perché caratterizzate da lave e tufi alcalini ricchi in potassio. Questo chimismo ha fatto sì che i minerali contenuti nelle rocce vulcaniche, malgrado le loro dimensioni in genere ridotte, per la loro rarità e varietà, sono conservati nelle collezioni dei più importanti musei di scienze naturali. Come accennato fin dalla metà del '700, oltre ai noti minerali che si rinvenivano nei *proietti mineralizzati* come i perfetti cristalli di *vesuvianite*, *Hauyina* di colore celeste, *augite*, *lazurite* etc., particolarmente ricercate erano le magnifiche cristallizzazioni di *phillipsite*, di *gismondina*, di *nefelite* e di *mellilite* provenienti dalle celebri cave di Capo di Bove e Casal Rotondo. Vale la pena di ricordare che nello scegliere il minerale tipo per l'Italia è stata proposta la *leucitite* che è il costituente tipico ed essenziale della colata lavica di Capo di Bove. La roccia leucititica, infatti, benché abbia caratteristiche macroscopiche molto simili al comune basalto si rinviene solamente nelle rocce vulcaniche del

marginale tirrenico e in pochissimi altri posti sulla terra (Indonesia, Oregon e Giappone) in affioramenti molto piccoli.

4. CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLE LITOLOGIE AFFIORANTI

Le caratteristiche meccaniche delle unità litologiche affioranti all'interno del territorio del Parco e nelle aree limitrofe sono state ricavate da Ventriglia (1990).

(3) Complesso delle pozzolane inferiori

Si distinguono all'interno di questo complesso, a partire dal basso: Pozzolane rosse; Pozzolane nere.

Le Pozzolane rosse sono dei tufi incoerenti, di composizione leucitica di colore rosso violaceo. Sono caratterizzate dalla presenza di scorie di dimensioni fino ad alcuni decimetri, di blocchi di lava e di un materiale microscoriaceo cineritico, che nell'insieme dona alla massa il particolare colore rosso violaceo.

Lo spessore di questa formazione è in genere notevole e spesso raggiunge e supera i dieci metri. Dall'analisi granulometrica risulta che soltanto il 2% - 5% ha dimensioni inferiori a 0.015 mm.

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLE POZZOLANE ROSSE	
Peso specifico	2.75 gr/cm ³
Peso di volume	1.6 - 1.9 ton/m ³
Angolo di attrito	6.5 - 32 con valori più frequenti 14 - 25
Assorbimento di acqua in percentuale peso	30° - 43°
Coesione	0 - 0.25 Kg/cm ²

Compressibilità	Intervallo di sollecitazione da 1 a 2 Kg/cmq: 20.10 ⁻³ Kg/cmq Intervallo di sollecitazione da 10 a 20 Kg/cmq: 5.10 ⁻³ Kg/cmq
-----------------	---

Le Pozzolane nere, così denominate per il loro colore scuro tendente al nero violaceo, si presentano a grana piuttosto fine. A volte possono confondersi, se ossidate, con le sottostanti Pozzolane rosse.

In generale questa formazione ha uno spessore piuttosto limitato, che solo localmente supera i 3 m.

L'analisi granulometrica ha indicato, in via generale, che tutto il materiale ha dimensioni inferiori a 4.8 mm e che soltanto per una percentuale dei campioni analizzati, variabile tra il 3% e l'8%, ha dimensioni inferiori a 0.0012 mm.

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLE POZZOLANE NERE	
Peso specifico	2.60 gr/cmc
Peso di volume	1.35 tonn/m allo stato naturale 1.21 tonn/m allo stato secco
Umidità naturale	10.7 %
Porosità	53 %
Indice dei pori	1.10

(4) Lave leucitiche

I complessi lavici in questione, appartenenti alla fase d'attività dell'edificio Tuscolano- Artemisio (Ventriglia, 1990)⁴, sono essenzialmente a chimismo basico ed a composizione da leucitica a leucitico-tefritica.

⁴ Come già ricordato, *De Rita et al. (1988)* attribuiscono le colate laviche alla fase d'attività dell'edificio dei Campi di Annibale, mentre *Ventriglia (1990)* le riferisce alla fase di attività del Tuscolano Artemisio.

Sono di colore grigio scuro, compatte, a grana fine , con rari fenocristalli di leucite. Fra queste lave di particolare interesse è la colata di Capo di Bove, stata interessata in passato da intensa coltivazione in numerose cave aperte sia sul fianco orientale che su quello occidentale.

Le caratteristiche tecniche di questo litotipo sono assai elevate, con grande resistenza agli agenti atmosferici ed all'usura; più scadenti sono quelle della coltre di alterazione, nella quale gli agenti esogeni attaccano più rapidamente i fenocristalli di leucite rispetto a quelli feldspatici.

Questo tipo di roccia è stata in passato utilizzata come "pietra da selciare e da lastricare", nell'antichità in grossi blocchi (basolato romano) e più recentemente in piccoli pezzi di piramide tronca a base quadrata o rettangolare, grossolanamente sbazzati al martello, detti comunemente "sampietrini".

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLE LAVE LEUCITICHE	
Peso specifico	2.80 – 2.85 gr/cmc
Peso di volume	2.73 – 2.79 tonn/mc (valori inferiori a 2.2 tonn/mc si riferiscono alle parti più superficiali ed alla base della colata dove la lava è più porosa)
Peso di volume del petrischetto (non addensato)	1.40 – 1.50 tonn/mc
Resistenza a compressione	2.400 – 3.200 Kg/cm ² con valore medio 2.850 Kg/cm ²
Resistenza a trazione	186 – 202 Kg/cm ² con valore medio 195 Kg/cm ²
Resistenza a flessione	328 – 750 Kg/cm ² con valore medio 446 Kg/cm ²
Modulo di elasticità	370.000 – 604.000 Kg/cm ² con valore medio 478.000 Kg/cm ²
Indice di usura (altezza in mm abrasa sotto la pressione di 0.2 Kg/cm ² dopo il percorso di 1 Km)	1.62 – 2.14 cm con valore medio 1.8 cm

(5) Tufo Lionato

Per Tufo lionato si intende una formazione piroclastica a composizione leucitica, dovuta ad una violenta esplosione dell'apparato vulcanico dei Colli Albani successiva a quella delle pozzolane nere.

Il tufo è denominato "lionato" perché presenta in alcuni affioramenti il caratteristico colore rosso fulvo.

Il litotipo è costituito essenzialmente da scorie, frammenti lavici, e piccoli proietti occasionalmente impastati con un materiale cineritico notevolmente

alterato. In questo tufo sono state aperte in passato numerosissime cave ove esso era coltivato assieme alle sovrastanti pozzolane grigie.

Dal punto di vista tecnico il litotipo si presenta piuttosto leggero con una discreta resistenza meccanica, per questo motivo è stato utilizzato in passato, attualmente con minore frequenza, come pietrame da muratura; in esso la fratturazione poliedrica irregolare rende la roccia non adatta a ricavarne grossi conci regolarmente squadriati.

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DEL TUFO LIONATO	
Peso di volume	1.4 – 1.94 tonn/mc
Percentuale dei vuoti	30 %
Assorbimento di acqua in peso	Variabile tra 1% - 10%
Carico di rottura a compressione del materiale asciutto	Variabile tra 50 – 240 Kg/cm ² con valori più frequenti 80 – 90 Kg/cm ²

(6) Pozzolane grigie

Le Pozzolane superiori grigie si presentano incoerenti, con marcate proprietà pozzolaniche e con una colorazione tendente al grigiastro; vengono anche chiamate "Pozzolanelle" in relazione al fatto che le loro proprietà pozzolaniche, sebbene discrete, sono molto meno pronunciate di quelle delle altre pozzolane romane (Pozzolane rosse e Pozzolane nere).

Dall'analisi granulometrica risulta che soltanto il 0.95% ha dimensioni inferiori a 0.0031 mm .

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELLE POZZOLANE GRIGIE	
Peso specifico	2.63 - 2.71 gr/cmc
Peso di volume	1.36 - 1.72 tonn/m allo stato naturale 1.28 - 1.58 tonn/m allo stato secco
Porosità	42 - 53 %
Indice dei pori	0.72 - 1.10

(7) Tufo di Villa Senni

Si tratta di un tufo marrone rossastro di composizione leucitica caratterizzato da una grande abbondanza di cristalli di leucite, che si sono mantenuti nel complesso poco alterati, e di dimensioni che raggiungono e superano il centimetro. Tale tufo si presenta in alcuni punti del tutto incoerente mentre in altri è litoide; è caratterizzato da una grande abbondanza di proietti, essenzialmente di natura vulcanica, alcuni dei quali particolarmente ricchi in biotite ed altri pirosseni, altri infine costituiti quasi totalmente di leucite.

(8) Tufo di Albano

Successivamente all'attività centrale del vulcano dei Colli Albani, si è esplicitata una attività cosiddetta "eccentrica" cioè alimentata dallo stesso magma ma non collegata direttamente e/o indirettamente con il condotto vulcanico centrale. Questa attività eccentrica ha portato alla formazione di un tufo granulare, a grana da fine a grossolana di colore generalmente grigio. Il Tufo di Albano si presenta ben coerente lapideo ed è conosciuto come il tufo grigio da costruzione, comunemente chiamato "peperino".

Il peperino di Albano, (*apis albanus* dei romani) presenta una varietà ricca di minerali frammenti di rocce sedimentarie immersi nelle ceneri della pasta di fondo. Esso è geneticamente connesso all'esplosione che ha dato origine all'attuale conca del lago di Albano.

Le sue caratteristiche meccaniche sono relativamente elevate, fin dal tempo dei romani era apprezzata la proprietà di questi peperini che si scalpellano con facilità all'atto della estrazione mentre induriscono quando perdono l'acqua di cava. Il peperino di Albano è particolarmente resistente se protetto dagli agenti esterni, impiegati all'esterno risultano gelivi e facilmente corrosi dalla salsedine. Il Tufo di Albano è stato impiegato in epoca romana come pietra decorativa (capitelli, colonne ecc.); attualmente è utilizzato nel campo dell'edilizia ed anche in campo scultoreo.

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DEL PEPERINO DI ALBANO	
Peso di volume	1.50 – 2.30 tonn/mc
Coefficiente di porosità	6.5 – 32 con valori più frequenti 14 - 25
Assorbimento di acqua in percentuale peso	Variabile tra 1.6 – 7, con valori più frequenti tra 4 –4.5
Carico di rottura a compressione del materiale asciutto	Variabile tra 60 – 260 Kg/cm ² con valori più frequenti 130 – 150 Kg/cm ²

5. CAVITÀ SOTTERRANEE

La presenza e la diffusione delle cavità sotterranee nel sottosuolo romano sono da ricondurre, in primo luogo, alle peculiari caratteristiche geologiche del territorio della città, nella quale affiorano estesamente i prodotti dell'attività vulcanica degli apparati sabatino e laziale. Il particolare assetto morfologico dell'area romana, caratterizzato da una serie di speroni tufacei separati dalle valli alluvionali dei principali corsi d'acqua, e le attività antropiche che si sono sviluppate nel territorio cittadino nel corso dei secoli, sono i principali fattori che concorrono a determinare la presenza e la diffusione di cavità di varia origine storica e dalle diverse funzioni. Sia nel periodo etrusco, sia, successivamente, nel periodo repubblicano e imperiale, con l'espansione della città e l'urbanizzazione del territorio circostante, vennero intrapresi i grandi lavori di realizzazione di condotti idrici sotterranei, e venne iniziato lo sfruttamento intensivo del sottosuolo nei dintorni della città, mediante lo scavo di cave in sotterraneo per ricavare materiali da costruzione, soprattutto pozzolane e tufi litoidi. Vennero scavati infine, per le esigenze del culto, cimiteri e ipogei di vario tipo, molti dei quali riutilizzavano vecchie cave abbandonate. (DE ANGELIS D'OSSAT 1932, 1935, 1936, 1945; VENTRIGLIA, 1971).

Le cavità sotterranee scavate in epoca romana vennero poi riutilizzate, nel corso dei secoli, sia per attività estrattive, sia poi, in tempi recenti, come rifugi d'emergenza, comandi e depositi militari durante il periodo bellico, e successivamente come fungaie o depositi per attività industriali.

La presenza delle cavità storiche, ritrovate praticamente ovunque nel territorio urbano, ha condizionato in vario modo le attività edilizie nel corso dell'ultimo secolo. Il grande sviluppo della città di Roma e la costruzione dei grandi edifici pubblici, con il conseguente rimaneggiamento continuo del suolo urbano, ha fatto sì che si verificassero interferenze fra strutture di fondazione e cavità sotterranee delle quali si era ormai dimenticata l'esistenza. In fase di realizzazione di opere sia pubbliche che private, nasce quindi l'esigenza di accertare la presenza di situazioni di potenziale rischio dovuto alla presenza di vuoti sotterranei.

Anche nell'area del Parco sono state individuate numerose cavità sotterranee appartenenti a diverse tipologie; alcune di esse hanno imbocchi visibili in superficie, altre sono individuabili in base a segni di dissesti superficiali, altre ancora, infine, sono state individuate in base a fonti bibliografiche, oltre che nelle campagne di sondaggi ed indagini geognostiche condotte nell'area considerata in occasione della realizzazione di opere pubbliche.

Le gallerie di cava

Le cave nel settore considerato si sviluppano nei livelli di pozzolane, caratterizzate da maggiore facilità di lavorazione, e nei tufi litoidi. Gli strati di materiali con migliori caratteristiche venivano sfruttati principalmente con il cosiddetto metodo "per camere e pilastri" (DE ANGELIS D'OSSAT, 1940; SCIOTTI, 1984; VENTRIGLIA, 1971), consistente nello scavo di una galleria principale di grandi dimensioni, dalla quale si dipartivano rami secondari laterali ortogonali. Le dimensioni delle gallerie variavano a seconda della litologia interessata: nel caso delle pozzolane si scavava fino ad una larghezza di 23 metri e ad un'altezza di 35, come è

stato riscontrato visitando le cavità accessibili. Il procedere dello scavo faceva sì che rimanessero a sorreggere le volte dapprima grandi pilastri a sezione quadrata; successivamente, durante la fase di abbandono della cava, i pilastri venivano sensibilmente ridotti con il metodo della "quartatura" e si formavano sale e gallerie di maggiori dimensioni. Lo sfruttamento avveniva poi generalmente su più livelli. Le gallerie comunque si sviluppavano per la maggior parte entro i primi 15 metri dal piano campagna.

In superficie erano visibili, un tempo, solo gli imbocchi delle gallerie principali, ma durante il corso dei secoli, a seguito di cedimenti delle volte, si sono formate depressioni superficiali anche di grande estensione, ben visibili in alcune aree e ben evidenziabili nella cartografia. Esemplificativa di tale situazione è l'area della Caffarella, nella quale l'assetto geomorfologico è notevolmente alterato da tali fenomeni.

Le catacombe

Per quanto riguarda gli ipogei scavati a scopo di culto, nell'area considerata e nelle zone limitrofe sono conosciuti alcuni importanti sistemi di catacombe. Dalle notizie bibliografiche (DE ANGELIS D'OSSAT, 1932, 1935, 1943, 1946; VENTRIGLIA, 1971) risulta che le catacombe, di solito ubicate preferibilmente al di fuori delle mura, oltre ad essere scavate ex novo, potevano riutilizzare a volte parti di vecchie cave in sotterraneo. L'andamento delle gallerie delle catacombe era meno regolare e geometrico di quello delle cave, e le dimensioni degli ambienti erano di solito più limitate.

Gli acquedotti e i cunicoli idraulici

Le opere idrauliche costruite in epoca romana, di cui fanno parte acquedotti, fognature e gallerie di drenaggio, venivano realizzati con caratteristiche tali da essere ispezionabili, quindi spesso con dimensioni considerevoli. Nell'area considerata sono conosciuti alcuni esempi di cunicoli scavati a scopo di drenaggio o per captazione di sorgenti; non sono conosciuti, invece, grandi

acquedotti in sotterraneo, dato che questi venivano realizzati prevalentemente all'interno delle mura. Le caratteristiche costruttive di queste opere erano stabilite da norme precise: i canali erano realizzati in muratura, sia che corressero all'aperto o in sotterraneo, e il loro fondo era rivestito con laterizi; un rivestimento delle pareti veniva realizzato quando lo scavo attraversava terreni poco consistenti. Tali caratteristiche costruttive, utilizzate sia per gli acquedotti che per le fognature e per i cunicoli idraulici in generale, hanno fatto sì che le condutture si conservassero nel tempo tanto da giungere ai giorni nostri in buono stato di conservazione, ed in qualche caso ancora funzionanti. La sezione poteva essere a volta, quadrangolare o con copertura a cappuccina; raggiungevano i 2 metri di altezza e il metro di larghezza ed erano spesso interrotti da pozzi di aerazione. La loro pendenza era generalmente modesta e costante. Risultano quasi tutti scavati nei livelli superficiali, tranne il caso dei principali acquedotti che, all'interno della città, corrono a 15-20 metri di profondità.

Problemi di stabilità delle cavità sotterranee

La presenza di cavità nel sottosuolo diventa un rischio quando si creano interferenze con le attività umane in superficie. La crescente urbanizzazione di settori marginali della città ha fatto sì che venissero scoperte sempre nuove cavità, ed ha posto il problema della loro stabilità in relazione all'uso del territorio. Negli ultimi decenni, la realizzazione di nuovi edifici, infrastrutture e servizi ha interessato lo spessore di sottosuolo compreso entro i primi 40 metri. Le interferenze fra cavità e sovrastrutture esterne hanno provocato in alcuni casi crolli e dissesti delle cavità stesse, che a loro volta hanno indotto dissesti superficiali. Vari Autori (AQUILINA, 1966; MARTINETTI & RIBACCHI, 1965; SCIOTTI, 1982, 1984; VENTRIGLIA, 1971) hanno studiato questo problema, individuando le cause dei fenomeni di dissesto e indicando le possibili soluzioni.

Per quanto riguarda le cavità scavate nelle pozzolane, soprattutto cave di materiali da costruzione e catacombe, la modalità principale dei dissesti osservati consiste nel progressivo degrado dei pilastri e delle volte; si verificano spesso evidenti distacchi a cuneo che provocano quindi l'assottigliamento dei pilastri e lo sfaldamento delle volte. Questo progressivo degrado ha provocato nel corso dei secoli dissesti superficiali dovuti al cedimento dei pilastri e quindi delle volte da essi sorrette. Oltre alle voragini che sporadicamente si creano in varie zone della città, sono conosciuti nelle zone periferiche di Roma numerosi esempi di morfologie di subsidenza superficiale dovute a crolli sotterranei, ben visibili anche nelle vecchie cartografie.

Vari Autori citati in precedenza ritengono che i distacchi di materiali, causa principale del degrado, siano dovuti soprattutto al fatto che l'esposizione all'aria provoca variazioni nella percentuale di umidità dello strato superficiale e quindi un successivo scadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali.

Nei casi di cave in tufi litoidi, invece, anche se le dimensioni degli ambienti sono notevoli, le migliori caratteristiche meccaniche dei materiali assicurano una

migliore stabilità; i dissesti tipici in questi casi sono crolli di blocchi dalla volta, favoriti dalla fratturazione sempre presente in questi tipi litologici.

L'estensione dell'urbanizzazione ha creato nuovi fattori potenziali di dissesto: il peso dei fabbricati sovrastanti, spesso costruiti ignorando la presenza di vuoti nel sottosuolo, e il continuo aumento del traffico veicolare inducono nel sottosuolo ulteriori tensioni che vanno ad aggravare i naturali processi di disgregazione della roccia. A questo si aggiungono le perdite da acquedotti e da fognature, che provocano un ulteriore degrado dei materiali. Non è da escludere, inoltre, che la presenza di cavità nel sottosuolo provochi effetti di amplificazione locale delle onde sismiche. Infatti, la presenza di materiali caratterizzati da diverse proprietà fisiche fa sì che nelle interfacce si possano indurre, a causa della diversa risposta sismica, discontinuità e quindi, nel caso delle pareti di cavità a contatto con l'aria, distacchi e crolli.

A questo proposito si deve però considerare la possibilità che fenomeni di dissesto di fabbricati avvenuti in passato in occasione di terremoti siano da attribuire invece a dissesti delle volte di cavità sottostanti. Un ulteriore approfondimento di questi temi può avvenire attraverso una maggiore disponibilità di dati sulla stratigrafia del sottosuolo e sul comportamento geotecnico dei materiali interessati dalle cavità e di quelli di copertura, in modo da poter prevenire i fenomeni di degrado e da realizzare corretti interventi sul territorio.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (1994) - L'ambiente nel centro storico e a Roma - Secondo rapporto: suolo/sottosuolo. A cura del Comune di Roma.

AA.VV. (1995) "La geologia di Roma- Il centro storico" (a cura di R. Funicello) Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. L.

AA.VV. (1999) Atti del Convegno "Le cavità sotterranee nell'area urbana di Roma e della Provincia. Problemi di pericolosità e gestione.", a cura della Provincia di Roma- Assessorato Ambiente- Servizio Geologico e Difesa del Suolo.

- ALBERTINI V. et alii (1988) - Le cavità sotterranee del Napoletano: pericolosità e possibili utilizzazioni. Estratto da *Geologia Tecnica* n.3, luglio - settembre 1988
- AQUILINA C.(1966) - Nuove possibilità offerte dai metodi geofisici per la risoluzione dei problemi connessi all'esistenza di vuoti sotterranei - Riv. It. di Geotecnica, II, n.2.
- ARCHIVIO SERVIZIO GEONOSTICO DELLA V RIPARTIZIONE DEL COMUNE DI ROMA- Campagne di indagini geognostiche del periodo 1970 - 1993
- BAIOCCHI V., BURRAGATO F., SCIUBBA F. & SIMONE F. (1999) "Un GIS per la tutela del Parco della Caffarella e dell'Appia Antica" Atti della 3ª Conferenza Nazionale ASITA, Vol. I (Napoli, 9-12 Novembre 1999): 195-200.
- BONI C. , BONO P. & CAPELLI G. (1988) "Carta idrogeologica del territorio della Regione Lazio" Regione Lazio. - Università degli Studi di Roma "La Sapienza" -
- CARBONI G. et alii (1990) - Geologia ed idrogeologia del centro storico di Roma. Università La Sapienza 1990
- DE RITA D., FACCENNA C., FUNICIELLO R. & ROSA C. (1988?) "Stratigraphy and volcano-tectonics" in "The Volcano of the Alban Hills", edited by R. Trigila.
- DE RITA D., FUNICIELLO R., PAROTTO M. (1988) "Carta geologica del Complesso Vulcanico dei Colli Albani (Vulcano Laziale)", scala 1:50.000.
- ITALIA NOSTRA- SEZIONE DI ROMA- (1984) "Piano per il Parco dell'Appia Antica" (a cura di V.Calzolari e M. Olivieri)
- MARTINETTI S. & RIBACCHI R.(1965) - Osservazioni sul comportamento statico dei pilastri di una cava in sotterraneo di materiali piroclastici. Simp. Probl. Geomin. Sardi, Cagliari 1965
- PELLEGRINI F.S. (1993) - Reticoli caveali nel sottosuolo dei centri storici - proposta di un intervento di studio nell'area del comune di Roma. Inedito.
- SCIOTTI M. (1982) - Engineering geological problems due to old underground quarries in the urban area of Rome (Italy). Proc. 4th Internat. Congr. IAEG, New Delhi.
- SCIOTTI M. (1984) - Il problema del recupero delle zone interessate da vecchie cave in sotterraneo nell'area urbana di antichi centri abitati. Estratto da *Quarry and Construction*, 1984
- VENTRIGLIA U. & SERVIZIO GEOLOGICO, DIFESA DEL SUOLO DELL'AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI ROMA (in stampa) "Geologia del Comune di Roma".
- VENTRIGLIA U. (1971) "La geologia della città di Roma". A cura della Provincia di Roma
- VENTRIGLIA U. (1990) "Idrogeologia della Provincia di Roma", Vol. III- Regione Vulcanica dei Colli Albani.
- ZEPPEGNO L. (1980) Alla scoperta di Roma sotterranea. Edizioni Colosseum, Roma.

