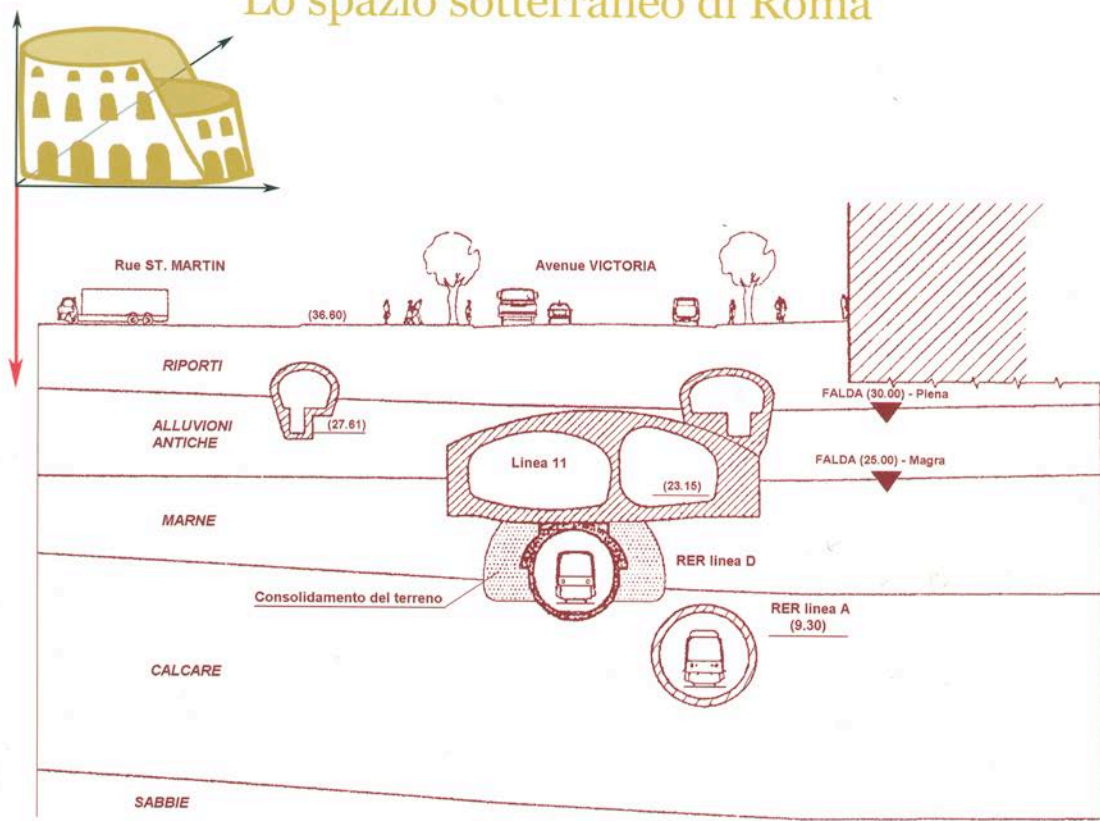




LA IV[^] DIMENSIONE

Lo spazio sotterraneo di Roma



a cura di

Giuseppe Gisotti Giulio Pazzagli Fabio Garbin

I rischi geologici nell'area urbana di Roma

Calvino Gasparini, Francesco Leone, Roberto Brancaleoni, Fabio Garbin

Premessa

Il territorio del Comune di Roma si estende su un'area vastissima che va dal complesso Sabatino a Nord, ai primi contrafforti dell'Appennino a Est, al margine dei Colli Albani a Sud, fino al litorale a Ovest.

Nel corso della sua bimillenaria storia la città si è espansa, quasi senza continuità, dagli originari Sette Colli fino a ben oltre l'attuale tracciato del Grande Raccordo Anulare.

Si è costruito su terreni "buoni" e su terreni più scadenti, soprattutto negli anni del boom economico, quando si sono realizzati molti palazzoni su terreni geologicamente infidi.

Si tratta di un territorio dalle enormi risorse, che non a caso ha visto sviluppare una delle più grandi civiltà della storia, ma al contempo presenta dei potenziali rischi che si celano nel variegato sottosuolo su cui ha preso forma la Città Eterna.

Tali rischi si presentano sotto varie forme: geologico in senso stretto, idraulico, sismico e vulcanico; nel territorio cittadino sono presenti, direttamente o per effetto indotto, tutte queste componenti.

A ciò si devono aggiungere le pesanti modificazioni del territorio avvenute nel corso della plurimillenaria storia della città di Roma che hanno trasformato, e a tratti

Calvino Gasparini, Geologo, Dirigente di Ricerca Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Francesco Leone. (cfr. pag. 59)

Roberto Brancaleoni, Geologo, Direttore tecnico della Geoplanning Servizi per il Territorio S.r.l.
Fabio Garbin. (cfr. pag. 23)

stravolto, l'aspetto fisico originario determinando condizioni favorevoli all'innescarsi di situazioni di dissesto.

Nell'ordine vengono analizzati il rischio geologico, quello idraulico (allagamento), quello sismico e, infine, il vulcanico, senza tralasciare oltre alle emergenze naturali anche altri aspetti legati al pesante intervento antropico sul territorio, quali il forte accumulo di terreni di riporto, lo scavo di cavità sotterranee e l'urbanizzazione incontrollata al di sopra dei fossi affluenti del Tevere e dell'Aniene che hanno di fatto amplificato le condizioni di esposizione ai rischi geologici dell'area urbana di Roma.

Il Rischio Geologico. I dissesti di versante

La zona collinare della città di Roma ubicata sulla destra orografica del Tevere, compresa tra Monte Mario e Ponte Galeria, rappresenta il settore più elevato della città e maggiormente esposto al rischio di frana in senso stretto.

Lungo i versanti più acclivi di quest'area, infatti, si sono originati ed evoluti nel corso del tempo numerosi fenomeni franosi spesso direttamente innescati dall'intervento dell'uomo.

Tale azione si è manifestata a segui-

to dell'intensa urbanizzazione, avvenuta all'inizio dello scorso secolo, che ha portato alla rapida modificazione dell'aspetto originario di alcuni settori cittadini quali Monte Mario e, soprattutto, Monteverde: gli sbancamenti eseguiti per le costruzioni degli edifici e della rete stradale, il riempimento delle depressioni ed il notevole accumulo di materiali di riporto, hanno provocato effetti decisamente più evidenti rispetto alle zone pianeggianti della città.

Nella zona di Monteverde, l'azione concomitante degli eventi sopra citati, è inserita in una situazione di predisposizione naturale all'instabilità; tutto ciò ha inevitabilmente prodotto, lungo il fianco orientale della collina, il susseguirsi di fenomeni franosi costituiti principalmente da scorrimenti sia traslativi che rotazionali.

Gli esempi più significativi e attualmente tenuti sotto osservazione, sono rappresentati dalle frane di Via A. Saffi e di Villa Sciarra.

Nel primo caso i segni del movimento tuttora in atto sul versante, attivato a seguito di precipitazioni particolarmente intense, sono ben visibili con crepe, fessure e rigonfiamenti sul muretto di Via A. Saffi, tra Via U. Bassi e Via delle Mura Gianicolensi.

I primi dissesti si sono manifestati a partire dai primi del 1900 con le lesioni a carico delle prime opere di urbanizzazione fino a culminare con la frana del 10 gennaio 1963 che causò gravissime lesioni ai muri di sostegno, alle sedi stradali e alle reti fognanti, determinando uno stato di pericolo che portò alla chiusura al traffico di tutta la zona compresa tra le Mura Gianicolensi in alto e Viale Trastevere in basso.

Nel caso di Villa Sciarra la zona



Foto 1 - Frana di Villa Sciarra (Foto F. Leone).

interessata dal dissesto è stata sottoposta dal Comune di Roma a controllo strumentale dall'inizio degli anni Novanta, a seguito della manifestazione di evidenze di movimento del terreno e di localizzate lesioni a carico delle mura; gli scorrimenti sembrano interessare i livelli più superficiali del terreno e hanno reso necessaria l'esecuzione di lavori di consolidamento del tratto di mura danneggiato.

Persino uno dei luoghi in cui è nata e si è sviluppata nel corso dei millenni la civiltà romana ha conosciuto fenomeni di dissesto. Il colle del Campidoglio, infatti, e più precisamente la leggendaria rupe Tarpea è in condizioni di diffusa instabilità come testimoniato dai frequenti crolli di blocchi di roccia e dei contrafforti murari che periodicamente si verificano.

L'evento più significativo degli ultimi anni si è verificato il 5 marzo del 1991 in occasione del crollo di parte del terrazzo sovrastante via di Monte Caprino.

Il Rischio Idraulico. Eventi pluviometrici, idrografia e allagamenti

L'emergenza più importante nella millenaria storia di Roma è stata senz'altro costituita dal rischio inondazione: fino alla costruzione dei muraglioni lungo il tratto cittadino del Tevere, il centro storico veniva allagato almeno quattro, cinque volte al secolo.

Nel 1598 si verificò l'episodio più catastrofico e l'altezza delle acque raggiunse i 6,5 metri al Pantheon.

L'ultima grande inondazione si è verificata nel 1870, pochi mesi dopo l'Unità d'Italia, e buona parte della città rimase sott'acqua. Nell'ultimo secolo non si sono verificate piene eccezionali, anche perché, la costruzione di 20 sbarramenti

artificiali lungo il corso del Tevere ha determinato una drastica riduzione delle portate massime del fiume.

Al giorno d'oggi, tuttavia, permane ancora elevato il rischio allagamento; molto spesso infatti, a seguito di un violento temporale in molte zone della città si registrano pesanti allagamenti.

Per di più si sottovaluta che la fenomenologia meteorologica più critica del clima di Roma è rappresentata dalle precipitazioni intense di breve durata che possono scaricare al suolo quantitativi di pioggia davvero notevoli, come avvenne durante il nubifragio del 27 agosto 1953 quando, in un'area di limitata estensione comprendente gran parte del centro storico di Roma, si osservarono valori di precipitazione di circa 100 mm in un'ora, pari al 15% del totale annuo.

Recenti studi sul regime pluviometrico dell'area romana hanno tra l'altro confermato che la frequenza di questi eventi di precipitazione di massima intensità, è notevolmente aumentata negli ultimi decenni.

Anche in fase di progettazione delle opere idrauliche, inoltre non si tiene in considerazione questa caratteristica climatologica e tali interventi risultano



Foto 2 - 1870, Tempio di Vesta (raccolta Bernoni).

costantemente sotto dimensionati.

A ciò si aggiunge l'insufficiente funzionamento della rete fognaria, spesso abbinato alla mancata ripulitura dei tombini da foglie e detriti che provoca, anche a seguito di precipitazioni non classificabili come eccezionali, l'allagamento di molte arterie cittadine comportando numerosi disagi.

Per riuscire a comprendere la ripetuta insorgenza di questi fenomeni è necessario ricordare che tutto il territorio su cui sorge la città di Roma era un tempo caratterizzato dalla presenza di numerosi torrentelli, fossi, piccoli corsi d'acqua, che servivano a convogliare verso quelli maggiori le precipitazioni non assorbite dal terreno.

La maggior parte di essi sono scomparsi o non riescono più a svolgere la loro funzione in quanto deviati, interrati o trasformati in discariche di materiali.

Al tempo dei Romani i "Setti Colli" avevano contorni molto più decisi e marcati di quanto non appaia ai nostri giorni ed erano separati da profonde incisioni su cui era impostata una ricca circolazione idrica.

I rilievi collinari del centro storico di Roma sulla sinistra del Tevere avevano come limiti naturali a nord il fiume Aniene, a est il fosso dell'Acqua Bulicante, oggi quasi completamente scomparso, che da Tor Pignattara scendeva verso Portonaccio e la Stazione Tiburtina, confluendo infine nell'Aniene all'altezza di Montesacro.

Molte zone furono ovviamente bonificate in tempi antichi, è sorprendente tuttavia scoprire che nella carta topografica di Roma stampata dell'Istituto Geografico Militare nel 1949, sono indicati molti corsi d'acqua, di cui, nel giro di pochi decenni si è persa completamente traccia.

Nell'area nord della città scorrevano il Fosso dei Frati e quello della Rimessa-la che confluivano in quello dell'Acqua Traversa, del quale è tributario il Fosso dei Due Ponti.

Nel quartiere Aurelio, tra Via di Brava e Via degli Aldobrandeschi, scorreva il Fosso di Acquafredda alimentato dalle acque del Fosso di Val Cannuta e da quello di Brava.

Nel settore meridionale della città, partendo dalla zona di Bravetta, si sviluppava per diversi chilometri il Fosso della Magliana che defluiva nel Tevere all'altezza del Trullo.

Ancora adesso in quest'area rimane traccia dei fossi di Affogalasio, dei Mattei e di Papa Leone.

Sul lato orientale di Roma scorrevano invece il Fosso di Tor Tre Teste, che a seguito di forti temporali si ingrossava paurosamente, e il Fosso di Valle Lunga che terminava il suo corso nell'Aniene.

Molto più importanti risultavano, infine, i fossi di Tor Bella Monaca e di Tor Sapienza.

La presenza di questa sviluppata idrografia superficiale garantiva in passato l'esistenza di un efficace sistema di scolo naturale delle acque, che pur se occasionalmente creava dei problemi, permetteva di evitare le conseguenze più gravi delle alluvioni.

La cementificazione selvaggia di quasi tutte le aree disponibili, realizzata grazie al livellamento del terreno che si è ottenuto colmando i fossi, ha sconvolto il naturale deflusso delle acque verso le quote più basse e da queste verso il Tevere e l'Aniene.

Queste alterazioni dell'ambiente non sono state compensate dalla creazione di percorsi alternativi allo scorrimento



Foto 3 - 1915, San Paolo (Archivio Servizio Idrografico di Roma).



Foto 4 - 1937, Via Portuense (Archivio Servizio Idrografico di Roma).



Foto 5 - 1953, Piazza del Popolo (Archivio Servizio Idrografico di Roma).

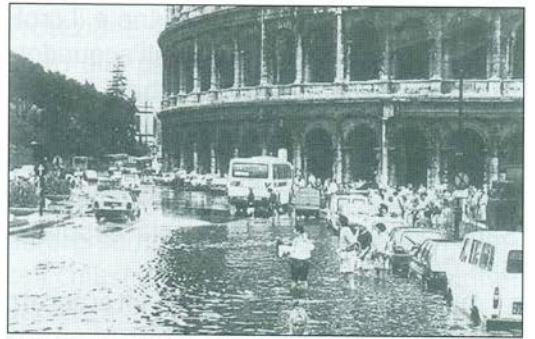


Foto 6 - Anni Settanta, Colosseo (archivio Il Tempo)

delle acque piovane e alla loro naturale infiltrazione nel terreno; per questo motivo basta un forte temporale per provocare allagamenti in città e per esporre numerose zone della periferia a rischi incalcolabili.

Il Rischio Sismico. Terremoti storici e cedimento dei terreni di fondazione

La città di Roma classificata come Zona Sismica 3, non sorge su un'area sismogenetica in senso stretto, in quanto non esistono grandi strutture sismogenetiche: al territorio cittadino vanno comunque attribuiti gli eventi strumentali

del 1896, del 1909 e 1953.

Pur tuttavia essa risente degli effetti indotti dai terremoti che hanno come epicentro sia l'area dei Colli Albani nella quale si sviluppano eventi sismici che hanno una Magnitudo massima pari a circa 4,5, che le aree sismogenetiche appenniniche che hanno prodotto violenti sismi pari a circa 6,5 di Magnitudo.

La sismicità di Roma, se analizziamo un periodo storico molto lungo che ci porta fin quasi alle sue origini e di cui abbiamo testimonianze indirette, non può certamente considerarsi trascurabile.

E' sorprendente scoprire che ogni 500 anni si sono verificati eventi con risentimenti superiori al VII grado della scala

Mercalli, e ogni 100 anni quelli con intensità superiore al VI grado della scala Mercalli.

Il terremoto del Fucino del 13 gennaio del 1915 è stato indubbiamente il più forte dell'ultimo secolo, fu avvertito in quasi tutta Italia e ha raggiunto nell'area epicentrale un'intensità pari all'XI grado della scala Mercalli.

Nella città di Roma, distante 80-100 km. dall'epicentro, i risentimenti sono stati del VI-VII grado della scala Mercalli e ci furono effetti molto diffusi su edifici monumentali: furono segnalate lesioni non gravi alle Mura Aureliane e il crollo di alcuni metri di muro dell'acquedotto Claudio vicino a Porta Furba.

Seramente lesionate furono le chiese di Sant'Agata dei Goti e Santa Maria alla Scala, nonché il campanile di Sant'Andrea delle Fratte e la cupola di San Carlo ai Catinari.

Danni lievi hanno inoltre interessato una quindicina di chiese ed una ventina di palazzi.

L'evento sismico più forte risentito in Roma di cui si ha notizia è probabilmente il terremoto del 9 settembre del 1349 che ha provocato danni riferibili ad un'intensità pari all'VIII grado della scala Mercalli.

Per quanto riguarda la distribuzione dei danni si è infine osservato che, in occasione dei terremoti più forti, i più rilevanti sono stati registrati proprio nell'area del centro storico.

Ciò si è verificato perché gli edifici sono stati costruiti per buona parte su terreni alluvionali che risultano particolarmente sensibili alle sollecitazioni sismiche.

La cronaca di questi ultimi anni conferma la geografia, o meglio la geologia, del rischio. I palazzi che si aprono a Via Giustiniano Imperatore (lungo l'asse do-

ve una volta scorreva il fosso di Grotta-perfetta), i dissesti del quartiere di Colli Aniene, lo storico caso del Palazzo di Giustizia e il recentissimo sgombero al Flaminio (settembre 2005) di un edificio in Via Cardinal De Luca.

Tali dissesti si verificano poiché i settori posti nella valle alluvionale del Tevere e nelle valli dei suoi affluenti hanno come substrato geologico sedimenti recenti di natura argillosa e torbosa con scadenti valori di resistenza ed altissimo grado di compressibilità. Inadeguati, talvolta anche sprovveduti o almeno imprudenti, interventi edilizi hanno innescato una sorta di ordigno ad orologeria, che si esplica con l'inesorabile movimento di alcuni manufatti, i quali con il loro peso comprimono questi livelli di "fango" non in grado di sopportare il peso imposto, facendo mancare alle strutture in elevazione l'appoggio necessario delle fondazioni.

Se a ciò aggiungiamo la presenza nel territorio urbano di numerose cavità sotterranee e l'esistenza in molte aree di un consistente accumulo di materiale di riporto, possiamo affermare che anche terremoti di bassa intensità possono determinare situazioni di concreto pericolo specialmente in relazione alla presenza di un patrimonio storico, artistico e monumentale presente nella città di Roma, esposto a condizioni di elevata vulnerabilità.

II Rischio vulcanico. Le emanazioni gassose

La rapida e massiccia espansione della città, avvenuta a partire dall'immediato dopoguerra, lungo il settore meridionale della Campagna Romana, a ridosso delle propaggini del Vulcano La-

ziale, ha fatto sì che in alcune porzioni urbanizzate del territorio del Comune di Roma sia presente un rischio vulcanico, che si concretizza con fuoriuscite di gas dal sottosuolo, sia lungo fratture e discontinuità presenti sul terreno, sia durante lo scavo di pozzi che vanno ad intercettare la falda in pressione.

L'ultima eruzione nell'area dei Colli Albani si è registrata circa 7000 anni fa. Tali dati sono confortati sia da datazioni radiometriche, sia implicitamente da storiche esondazioni catastrofiche del Lago Albano (le ultime circa 25 secoli or sono) con fuoriuscita delle acque lacuali presso la soglia a quota più bassa del bordo craterico immediatamente retrostante la piana di Ciampino. Non a caso infatti i Romani, per prevenire l'incombente pericolo, drenarono le acque al di fuori del lago tramite la realizzazione di un tunnel.

Si ritiene, verosimilmente, che tali fuoriuscite di acqua dal cratere siano state principalmente dovute ad un forte arricchimento di CO₂ nelle acque profonde del lago, derivante dall'immissione di fluidi caldi provenienti dagli alti strutturali del basamento carbonatico presente al di sotto del complesso vulcanico stesso, ad esempio in concomitanza con eventi sismici.

Esiste tuttora un'attività idrotermale e gassosa che porta all'emissione principalmente di anidride solforosa e idrogeno solforato.

Studi recenti indicano che l'area centrale del distretto vulcanico è ancora attiva: tale attività si manifesta con frequenti sciami sismici ed è anche testimoniata dalla presenza di numerose sorgenti minerali e termali oltre che, naturalmente, dalle manifestazioni idrotermali.

Nell'area del territorio comunale di

Roma ai confini con i comuni di Ciampino e Marino si sono registrate delle pericolose emissioni di anidride carbonica e H₂S che in passato non solo hanno causato il decesso di molti capi di ovini e bovini, ma hanno anche provocato la morte di alcuni uomini; per tale motivo in località Cava dei Selci l'accesso a molti terreni è stato interdetto.

Le rocce vulcaniche presenti in queste aree determinano inoltre un rischio Radon: questo elemento chimico costituisce un pericolo mortale anche per l'uomo.

Per tale motivo il Dipartimento della Protezione Civile ha elaborato e distribuito alla popolazione un libretto intitolato "Rischio da emanazioni gassose nei comuni di Ciampino e Marino".

Tra le misure suggerite per difendersi dal pericolo segnaliamo la necessità di aerare sempre, prima di accedervi, i locali chiusi da molto tempo quali cantine, garage e lavatoi.

Non utilizzare locali interrati e seminterrati, dove solitamente tali gas ristagnano, per attività abitative, lavorative e ricreative e soprattutto per ricovero notturno.

Vietare sempre l'accesso agli scantinati ai bambini, se non accompagnati da adulti.

Dotare i locali interrati e seminterrati di un impianto di ventilazione forzata per garantire un'adeguata circolazione dell'aria e impedire pericolosi accumuli di gas tossici negli ambienti chiusi.

Evitare la permanenza prolungata in strutture depresse, eventualmente presenti all'esterno delle abitazioni come piscine vuote, canali di raccolta delle acque, cisterne interrate o pozzi, e in ogni caso accedervi con grande prudenza ed essendo sicuri che all'esterno ci sia qual-

cuno in grado di prestare soccorso.

E' molto importante inoltre segnalare con la massima tempestività la presenza di situazioni potenzialmente pericolose per la salute pubblica come animali morti senza motivi apparenti, ingiallimento e repentino appassimento di alberi e piante, fuoriuscita di gas da pozzi e scavi.

Da tempo nella zona è ben nota l'emergenza costituita dalle emanazioni gassose che fuoriescono dal sottosuolo, per tale motivo sono state appositamente emanate delle rigide normative che impongono l'applicazione di precise regole e precauzioni da seguire al momento della costruzione di nuovi fabbricati.

In conclusione, anche secondo i recenti studi di Funicello et alii del 2002, "Con questi nuovi dati il vulcano dei Colli Albani viene fortemente ringiovanito... e deve essere considerato quiescente ... Alla prospettiva di riattivazione eruttiva in un futuro più o meno lontano, si aggiunge la pericolosità connessa a fenomeni di esondazione o alla formazione di nubi di gas tossici, che sono ripetutamente avvenuti in un passato geologicamente molto recente. L'intensa urbanizzazione dei suoi versanti e la prossimità di Roma ne fanno un vulcano a rischio potenziale molto elevato".

I Terreni di riporto. Le modifiche del territorio e l'attività estrattiva

L'aspetto originario del paesaggio romano è stato ampiamente modificato dai processi che, nei circa tre millenni della sua storia, hanno determinato lo sviluppo della città di Roma.

Nel corso dei secoli si sono infatti susseguite opere di sbancamento finalizzate alla costruzione di edifici e infra-

strutture o dovute all'intensa attività estrattiva, sono stati realizzati inoltre riempimenti a scopo di bonifica, colamenti e canalizzazioni dei corsi d'acqua; infine, sono presenti accumuli di macerie e di rifiuti.

Tutti questi interventi hanno trasformato i caratteri fisici del territorio determinando il ricoprimento pressoché totale dell'area urbana con una coltre di terreni di riporto che può raggiungere, in alcuni casi, uno spessore superiore ai 20 metri.

L'importanza della presenza di questi materiali nel suolo cittadino è testimoniata dal fatto che in tutte le carte geologiche della città di Roma, i riporti antropici vengono puntualmente segnalati e considerati come un vero e proprio orizzonte stratigrafico: il più recente che affiora nella zona.

Si tratta di materiali di diversa origine, molto eterogenei ed eterometrici: in una matrice più fine costituita da terreni vulcanici e/o sedimentari rimaneggiati, si ritrovano, infatti, ciottolami, pezzame tufaceo e frammenti di manufatti di varia natura ed epoche diverse.

Il grado di compattazione e le caratteristiche geotecniche di questi terreni possono variare notevolmente in funzione della loro natura e della loro età.

Il riconoscimento dei materiali di riporto rappresenta un segno tangibile di come sia profondamente cambiata la morfologia della città a seguito dell'intervento dell'uomo: un esempio è costituito dalla creazione di monti artificiali e dal livellamento delle asperità originarie del paesaggio, mediante lo sbancamento di intere colline e il colmamento di antiche valli fluviali.

L'esempio più emblematico di questi modifiche è rappresentato dal rilievo ar-

tificiale del "Monte di Cocci" a Testaccio, interamente costruito da frammenti di anfore e vasellame antico proveniente dal vicino porto fluviale; esso si erge per circa 50 metri dal livello del Tevere.

Anche Monte Citorio, sorto sul sepolcro degli Antonini, Monte Savello, costruito sulle rovine del Teatro di Marcello, Monte dei Cenci, ubicato sui resti del Teatro Balbo e Monte della Farina, realizzato sulle rovine del Teatro di Pompeo: questi sono i rilievi artificiali più importanti che sorgono nella zona del centro storico cittadino.

Un altro esempio eclatante di sostanziale modifica dell'aspetto fisico originario è rappresentato dallo sbancamento di quella parte del Colle Quirinale che si univa al Campidoglio, fatto eseguire dall'imperatore Traiano: la sommità della colonna a lui dedicata, infatti, indica quale era il livello del terreno in quel punto.

Durante il periodo del Fascismo poi, per realizzare Via dei Fori Imperiali, si ebbe l'eliminazione della collina Velia, un rilievo che univa il Colle Oppio al Palatino.

Anche la costruzione della stazione Ostiense ha determinato la distruzione di un'intera collina prospiciente Porta San Paolo.

Un altro aspetto molto importante, correlato all'intervento dell'uomo, è costituito dall'intensa attività di sfruttamento dei materiali da costruzione presenti nell'area urbana di Roma.

Se per quanto riguarda le rocce vulcaniche, presenti principalmente nel quadrante orientale cittadino, le coltivazioni avvenivano essenzialmente in sotterraneo, senza quindi lasciare traccia sulla topografia, gli sbancamenti operati per estrarre l'argilla, affiorante lungo i versanti collinari del settore occidentale del-

la città di Roma, hanno lasciato profonde ferite sul territorio.

La coltivazione di numerose cave nelle zone di Monte Mario, Balduina, Monti di Creta, Vaticano e Gianicolo si è protratta quasi ininterrottamente dal I secolo d.C. fino ai primi anni Sessanta dello scorso secolo.

In quest'area sorsero molte fornaci impiegate per la cottura delle argille e la produzione di laterizi e vasellame. Tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento nella Valle dell'Inferno furono installati ben 13 stabilimenti e tale toponimo sembra essere riferito proprio ai fumi costantemente prodotti da queste fornaci.

Sulle pendici di Monte Mario invece, due fornaci erano ubicate in prossimità di Villa Madama, un'altra si trovava all'inizio di Via Trionfale ed un'ultima era in prossimità dell'attuale Piazza Bainsizza.

Le Cavità sotterranee. Sviluppo urbanistico e dissesti

I dissesti geologici più frequenti, che si sono manifestati in questi ultimi anni nella nostra città, sono riconducibili alla presenza di cavità nel sottosuolo.

La loro presenza è dovuta al fatto che fin dall'antichità nella nostra città era consuetudine sfruttare i materiali da costruzione estraendoli da cave sotterranee, situate nelle immediate vicinanze dell'opera stessa, con lo scopo di ridurre gli oneri e le difficoltà connesse al trasporto.

Le caratteristiche geologiche del territorio, costituito in gran parte da prodotti dell'attività vulcanica dell'apparato sabatino e dei Colli Albani, ed il particolare assetto morfologico dell'area romana nella quale prevalgono piccole colline tufacee separate dalle valli alluvionali dei princi-



Foto 7 - Cavità di Via G. Valli (foto Geoplanning).

pali corsi d'acqua, sono i principali fattori che nel corso dei secoli hanno determinato l'attuale situazione del sottosuolo della città.

Anche a Roma quindi, come in molti centri urbani edificati in regioni vulcaniche, sono presenti numerosissime cavità sotterranee di varia origine storica e dalle diverse funzioni: cave, catacombe, cavità di interesse archeologico, cunicoli idraulici, acquedotti e fognature costituiscono le principali tipologie di vuoti esistenti nel sottosuolo cittadino.

Dal punto di vista storico l'origine della maggior parte delle cavità si può ricondurre al periodo etrusco-romano, durante il quale furono realizzate, per esigenze legate all'urbanizzazione del territorio, molte opere idrauliche quali acquedotti e fognature scavati nel sottosuolo.

Il grande sviluppo della città pose inoltre il problema dell'approvvigionamento dei materiali da costruzione e di conseguenza proprio i terreni vulcanici furono intensamente sfruttati mediante cave in sottosuolo.

Altri scavi vennero inoltre effettuati per esigenze di culto e molto spesso cimiteri e ipogei riutilizzavano vecchie cave abbandonate.

In epoca medioevale ci si limitò a utilizzare le cavità già esistenti per gli usi più

svariati; durante il corso dei secoli e fino ai primi anni del Novecento furono spesso riutilizzate per le attività estrattive le vecchie cave di pozzolana, sabbia e ghiaia.

Durante il periodo bellico infine, molte delle cavità esistenti all'interno della città vennero utilizzate come ricoveri e rifugi di emergenza, oltre che come comandi e depositi militari.

Attualmente l'uso delle cavità è limitato a casi sporadici: vengono infatti per lo più adibite a fungaie, depositi di materiali vari e autorimesse.

L'attività di scavo di nuove cavità è ripresa in epoca moderna, in occasione della realizzazione di infrastrutture viarie, delle gallerie di servizi, dei sottopassaggi, ma soprattutto delle linee metropolitane e ferroviarie.

L'esistenza delle cavità storiche, ritrovate praticamente ovunque nel territorio urbano, ha condizionato in vario modo lo sviluppo cittadino e soprattutto le attività edilizie.

Fino al secolo scorso, infatti, Roma aveva una estensione molto limitata e la maggioranza delle cavità sotterranee si trovava in quartieri estremamente periferici o addirittura in aperta campagna.

I primi problemi si presentarono con l'inizio della grande espansione edilizia avvenuta in occasione della riunificazione del Regno d'Italia e dello spostamento della Capitale a Roma.

Fu proprio in occasione della costruzione dei grandi edifici pubblici, come i Ministeri, che si sono verificate le prime interferenze fra strutture di fondazione e cavità sotterranee delle quali si era ormai dimenticata l'esistenza.

La presenza delle cavità è stata accertata anche durante il successivo

sviluppo della città in direzione sud est, verso i quartieri Appio, Tuscolano, Casilino e Tiburtino, dove sono presenti numerosi ed estesi complessi di cave in sotterraneo, oltre ad una grande quan-

tità di cavità di interesse archeologico.

Proprio in queste zone si sono verificati i maggiori problemi e la cronaca cittadina negli ultimi tempi si è più volte interessata a questa realtà.

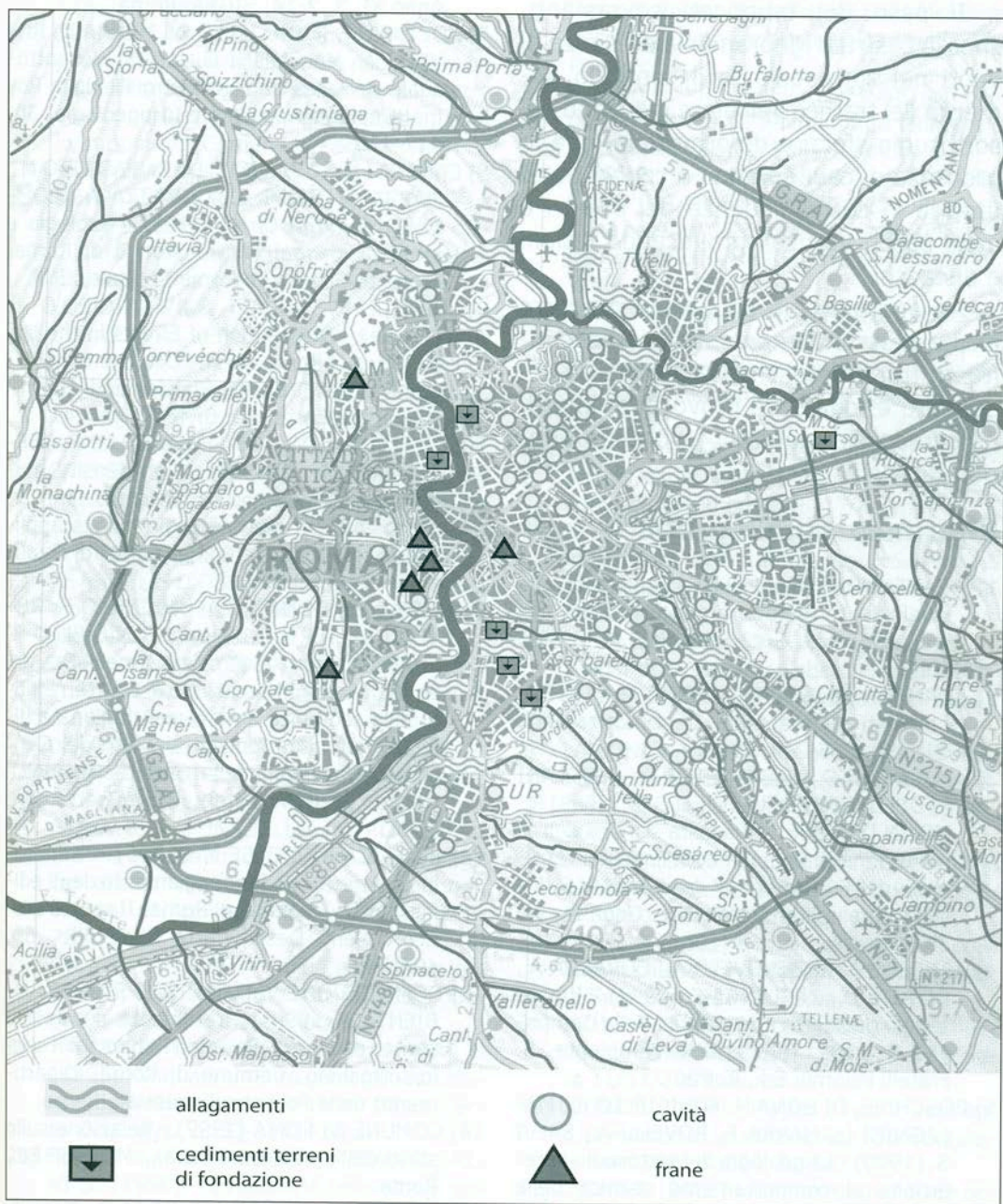


Figura 1 - Ubicazione di alcuni dei "pericoli" geologici presenti nell'area urbana di Roma.

Il problema delle cavità sotterranee è divenuto un'emergenza per la città proprio in questi ultimi decenni quando a causa dell'espansione urbana si sono creati molti fattori di potenziale 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 sforzi e deformazioni, che in presenza di cavità vanno a concentrarsi proprio in corrispondenza dei pilastri e delle pareti verticali provocando lesioni e distacchi.

Ad aggravare la situazione concorre anche lo stato di manutenzione delle infrastrutture idrauliche: le perdite da acquedotti e fognature provocano, infatti, il degrado dei materiali favorendo ulteriori dissesti.

Riferimenti bibliografici

- 1) AGAMENNONE G. (1924) - Contributo allo studio del terremoto romano del 1 novembre 1895. Boll. Soc. Sism. It., 24, 89-91, Roma.
- 2) AMANTI M., GISOTTI G., PECCI M. (1995) - I dissesti a Roma. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 50, 215-248, Roma.
- 3) AMBROSINI S., CASTENETTO S., CEVOLANI F., DI LORETO E., FUNICIELLO R., LIPERI R., MOLIN D. (1986) - Risposta sismica dell'area urbana di Roma in occasione del terremoto del Fucino del 13 gennaio 1915. Risultati preliminari. Mem. Soc. Geol. It., vol 35/1, Roma.
- 4) ARNOLDUS-HUIZENDVELD A., CORAZZA A., DE RITA D., ZARLENGA F. (1997) - Il paesaggio geologico ed i geotopi della Campagna Romana. Quaderni dell'Ambiente, 5, Fratelli Palombi Ed., Roma.
- 5) BOSCHI E., DI BONA M., FUNICIELLO R., MALAGNINI L., MARRA F., ROVELLI A., SALVI S. (1990) - La geologia del sottosuolo in relazione al comportamento sismico della città di Roma. Atti del VII Congresso Nazionale dell'Ordine dei Geologi, 1990, Roma.
- 6) BRANCALEONI R., CORAZZA A., GARBIN F., LEONE F., MORASCHINI C., SCARAPAZZI M. (2003) - Il Rilievo di Monte Mario a Roma: sviluppo urbanistico e dissesti. Un caso di Geologia Urbana. Geologia dell'Ambiente, Anno XI, 3, 2-14, SIGEA, Roma.
- 7) BOZZANO F., FUNICIELLO R., MARRA F., ROVELLI A., VALENTINI G. (1995) - Il sottosuolo dell'area dell'Anfiteatro Flavio a Roma. Geologia Applicata e Idrogeologia, 30, 417-436.
- 8) CARBONI M.G., FUNICIELLO R., PAROTTO M., MARRA F., SALVI S., CORAZZA A., LOMBARDI L., FEROCI M. (1991) - Geologia e idrogeologia del centro storico di Roma. Progetto Strategico Roma Capitale, CNR.
- 9) CIFELLI F., DONATI S., FUNICIELLO F. (1999a) - Distribution of Effects in the Urban Area of Rome, for the October 14, 1997 (central Italy) Event. Physics and Chemistry of the Earth, 24, 6, 483-488.
- 10) CIFELLI F., DONATI S., FUNICIELLO F., TERTULLIANI A. (1999b) - High-density macroseismic survey in urban areas. Part 1: proposal for a methodology and its application to the city of Rome. Annali di Geofisica, 42, 1, 99-114.
- 11) CIFELLI F., DONATI S., FUNICIELLO F., ROVELLI A., TERTULLIANI A., FUNICIELLO R. (1998) - Effetti macrosismici nell'area urbana di Roma in occasione di due terremoti della sequenza umbro-marchigiana a diversa profondità ipocentrale. Atti del Congresso Nazionale della Società Geologica Italiana, Palermo, Italy, 21-23 settembre 1998.
- 12) COLOZZA R., DOLCE M. (1995) - Vulnerabilità e rischio di danneggiamento degli edifici. In "La Geologia di Roma. Il centro storico". Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 50, 497-542.
- 13) COMMISSIONE VALUTAZIONE RISCHI AMBIENTALI (1994) - L'ambiente nel centro storico e a Roma. Secondo Rapporto: il suolo/sottosuolo. Comune di Roma, Dipartimento delle Politiche Territoriali, Roma.
- 14) COMUNE DI ROMA (1997) - Relazione sullo stato dell'ambiente a Roma. Maggioli Ed., Roma.
- 15) CORAZZA A., LANZINI M., ROSA C., SALUCCI R. (1999) - Caratteri stratigrafici, idro-

- geologici e geotecnici delle alluvioni tiberine nel settore del Centro Storico di Roma. *Il Quaternario*, 12(2), 215-235, Roma.
- 16) CORAZZA A., LOMBARDI L. (1995) - Idrogeologia dell'area del centro storico di Roma. In Mem. Descr. Carta Geol. d'It., L, 173-211, Roma.
- 17) CORAZZA A., GIULIANO G. (1994) - Idrogeologia e vulnerabilità delle risorse idriche della città di Roma. L'ambiente del centro storico e a Roma, Secondo Rapporto: il suolo/sottosuolo, Comune di Roma, Roma.
- 18) CORAZZA A., LOMBARDI L., LEONE F., BRANCALEONI R., LANZINI M. (2004). - Le acque sotterranee nei terreni di riporto della città di Roma. Atti Convegno "Ecosistema Roma", Accademia dei Lincei, Roma, 14-16 Aprile 2004.
- 19) CORAZZA A., LEONE F., MAZZA R. (2002) - Il quartiere di Monteverde a Roma: sviluppo urbanistico e dissesti in un'area urbana. *Geologia dell'Ambiente*, anno X, n.1, 8-18, SIGEA, Roma.
- 20) CRESCENZI R., PIRO M., VALLESI R. (1995) - Le Cavità sotterranee a Roma. In "La Geologia di Roma. Il centro storico". Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 50, 497-542.
- 21) DE ANGELIS D'OSSAT G. (1942) - Nuove sezioni geologiche dei Colli di Roma. *Boll. Soc. Geol. It.*, 61, Roma.
- 22) DE PANSILIS M. (1959) - Attività sismica in Italia dal 1953 al 1957. *Annali di Geofisica*, 12, 7-9, Roma.
- 23) DI LORETO E. & GISOTTI G. (1994) - Geologia e idrologia urbana. *Verde Ambiente*, n. 6 (Speciale Roma), Roma.
- 24) DONATI S., FUNICIELLO R., ROVELLI A. (1999) - Seismic response in archaeological areas: the Case-Histories of Rome. *Journal of Applied Geophysics*, 41, 229-239.
- 25) DONATI S., (2000) - Guida al sottosuolo e alla risposta sismica di Roma. DEI, Tipografia del Genio Civile, Roma.
- 26) FACCENNA C., FUNICIELLO R., MARRA F. (1995) - Inquadramento geologico strutturale dell'area romana. In Mem. Descr. Carta Geol. d'It., L, 31-118, Roma.
- 27) FEROCI M., FUNICIELLO R., MARRA F., SALVI S. (1990) - Evoluzione tettonica e paleogeografica plio-pleistocenica dell'area di Roma. *Il Quaternario*, 3 (2), 141-148, Roma.
- 28) FUNICIELLO R., MARRA F., PAROTTO M. (1993) - Attraverso la città di Roma. In *Guide Geologiche Regionali*, vol. 5, "Lazio", Società Geologica Italiana, 229-245, Roma.
- 29) FUNICIELLO R., a cura di (1995) - La Geologia di Roma. Il centro storico. *Memorie descrittive della carta geologica d'Italia*, 50, Roma.
- 30) FUNICIELLO R., THIERY A. (1998) - Il balcone di Roma: da Montedoro a Monteverde. Fratelli Palombi Editori, Roma.
- 31) FUNICIELLO R., GIORDANO G., DE RITA D., CARAPEZZA M.L., BARBERI F. (2002) - L'attività recente del cratere del Lago Albano di Castelgandolfo. *Rend. Fis. Acc. Lincei s. 9*, v. 13, 113-143, Roma.
- 32) GEOPLANNING Servizi per il Territorio S.r.l. (1999) - Relazione geologico-tecnica: indagini geognostiche e georadar nel giardino di Villa Mazzanti - Roma. Relazione inedita.
- 33) GIGLI E. (1971) - Cosa c'è sotto Roma? Monte Mario Vaticano Gianicolo un'origine comune. *Capitolium*, 46, (7/8), Roma.
- 34) GISOTTI G., ZARLENGA F. (1998) - La geologia della città di Roma tra urbanistica e archeologia. *Geologia dell'Ambiente*, 4, SIGEA, Roma.
- 35) INSOLERA I. (1962) - Roma moderna, un secolo di storia urbanistica. Piccola Biblioteca Einaudi, Giulio Einaudi editore S.p.A., Torino.
- 36) LANZINI M. (1995) - Il problema delle cavità sotterranee a Roma (un rischio geologico). *Geologia dell'Ambiente*, 3, SIGEA, Roma.
- 37) LEONE F. (2003) - Terremoti: paure antiche e nuove regole per costruire. - *Corriere della Sera* 21/07/2003, Roma.
- 38) LEONE F. (2003) - Quando, nel 1349, crollarono chiese e monumenti. - *Corriere della Sera* 21/07/2003, Roma.
- 39) LEONE F. (2003) - Inondazioni e terremoti, i punti deboli del Lazio. - *Corriere della Sera* 11/11/2003, Roma.
- 40) LEONE F. (2004) - Piogge e rischi, vent'anni di memorie dal sottosuolo. - *Corriere della Sera* 18/10/2004, Roma.
- 41) LEONE F. (2005) - Una carta geologica per l'area romana. *Corriere della Sera* 10/10/2005, Roma.

- 42) LEONE I. (1986) - Problemi connessi al consolidamento di una pendice del colle del Gianicolo in Roma interessata da moti franosi. A.G.I. - XVI Convegno Nazionale di Geotecnica, 14-16 Maggio, Bologna.
- 43) LUGLI G. (1951) - Come si è trasformato nei secoli il suolo di Roma. Rend. Sci. Mor., 6, Roma.
- 44) MANGIANTI F., LEONE F. (2003) - Analisi pluviometrica dei dati giornalieri e orari registrati presso l'Osservatorio meteorologico del Collegio Romano nel periodo 1941-2000. Accademia Nazionale dei Lincei, Convegno "La Siccità in Italia", Roma, 21 marzo 2003.
- 45) MANGIANTI F., LEONE F. (2004) - Analisi delle precipitazioni nel periodo 1941-2000 al Collegio Romano. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, Atti dei Convegni Lincei, 204, "La Siccità in Italia", pp.195-202.
- 46) MARRA F. (1993) - Stratigrafia e assetto geologico-strutturale dell'area romana tra il Tevere e il Rio Galeria. *Geologica Romana*, 29, 515-535, Roma.
- 47) MARRA F., ROSA C. (1995) - Stratigrafia e assetto geologico dell'area romana. In Mem. Descr. Carta Geol. d'It., L, 49-112, Roma.
- 48) MARTINELLI G. (1913) - Terremoto romano del 31 agosto 1909. *Boll. Soc. Sism. It.*, 13, 3-11, Roma.
- 49) MARRA F., CARBONI M.G., DI BELLA L., FAC-CENNA C., FUNICIELLO R., ROSA C. (1995 a) - Il substrato plio-pleistocenico nell'area romana. *Boll. Soc. Geol. It.*, 114, 195-214, Roma.
- 50) - MOSCATELLI M., MILLI S., PATERA A., STIGLIANO F., STORONI RIDOLFI S., BRANCALEONI R., GARBIN F. - Caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni della città di Roma. Atti del II Congresso GeoSed 2004 "La geologia del sedimentario nella ricerca di base e nelle sue applicazioni" CNR, Roma, 22 -28 Settembre 2004.
- 51) PONZI G. (1875) - Dei Monti Mario e Vaticano e del loro sollevamento. *Atti R. Acc. Lincei*, 2, Roma.
- 52) PORTOGHESI P. (1981) - Roma un'altra città. Roma.
- 53) SABETTA F., PACIELLO A. (1995) - Valutazione della pericolosità sismica. In "La Geologia di Roma. Il centro storico". Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 50, 497-542.
- 54) THOMAS R.G. (1989) - Geology of Rome, Italy. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, 36, 4, 415-476.
- 55) TERTULLIANI A., RIGUZZI F. (1995) - Earthquakes in Rome during the past one hundred years. *Annali di Geofisica*, 38, 5-6, 581-590.
- 56) VENTRIGLIA U. (1971) - La geologia della città di Roma. *Amm. Prov. di Roma*, Roma.
- 57) VENTRIGLIA U. (1990) - Idrogeologia della Provincia di Roma. *Provincia di Roma, Ass. LL. PP. Viab. e Trasp.*, Roma.
- 58) VENTRIGLIA U. (2002) - Geologia del territorio del Comune di Roma. *Amm. Prov. di Roma, Servizio Geologico Difesa del Suolo*, Roma.