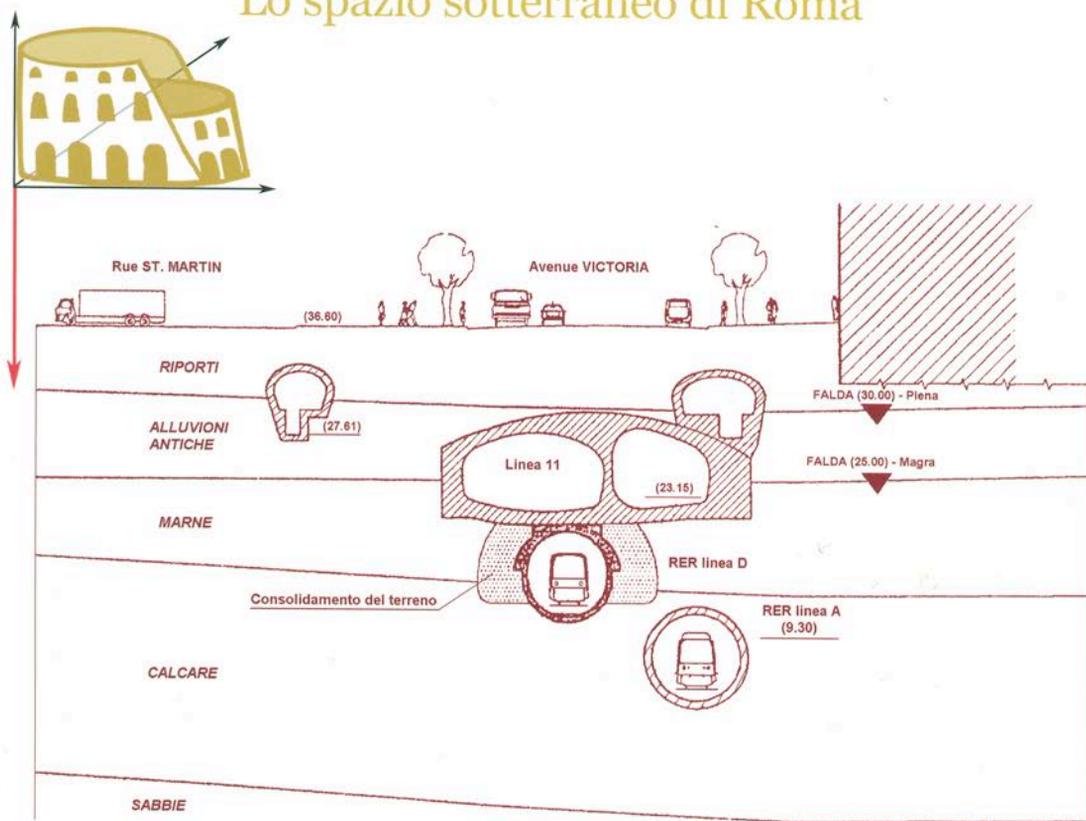




LA IV[^] DIMENSIONE

Lo spazio sotterraneo di Roma



a cura di

Giuseppe Gisotti Giulio Pazzagli Fabio Garbin

La conoscenza geologica e la IV dimensione

Fabio Garbin, Giulio Pazzagli

La necessità di iniziare a pensare al sottosuolo delle città come possibile "serbatoio di spazio libero", nasce dal constatare come in molti casi il territorio cittadino abbia saturato le aree libere e raggiunto dimensioni tali da imporre la ricerca di zone alternative di espansione.

Un classico esempio è quello di una città situata in una valle stretta, come ad esempio quelle che caratterizzano l'Appennino.

Progressivamente l'abitato tende ad estendersi in senso longitudinale occupando l'intero fondo valle o, comunque, allontanando sempre di più le periferie dal centro dove, tradizionalmente, sono ubicati i servizi più importanti per la comunità.

Andando però ad analizzare in profondità la situazione, appare evidente come in molti casi non vi sia un'effettiva necessità che i servizi stessi siano ubicati in superficie, almeno in alcune loro componenti.

Tipico l'esempio delle infrastrutture di trasporto, quali soprattutto le metropolitane ed in alcuni casi le ferrovie, che possono affacciarsi nel territorio cittadino solo nel caso delle stazioni di accesso mentre, ovunque sia possibile, le vie di grande comunicazione ne vengono allontanate.

Fabio Garbin, Geologo, Preside della Facoltà di Scienze della Terra della Libera Universitas LUMUCI in Orvieto; direttore di un Laboratorio di Ricerca Altamente Qualificato del MIUR - Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca; membro del Consiglio Direttivo dell'ALGI, Associazione Laboratori Geotecnici Italiani.

Giulio Pazzagli, Geologo, Presidente società IGA (Ingegneria, Geologia, Ambiente) Consulting; membro del Consiglio Direttivo della SIGEA, Società Italiana Geologia Ambientale.



Figura 1 - Roma nel 1577 da S. Dupérac Pianta di Roma (da "Roma vista dal cielo" Ed. Romana Soc. Editrice - 1982.

Escludendo quindi i servizi sopra accennati esistono molti altri casi in cui essi potrebbero essere ubicati in profondità, mentre a tutt'oggi si trovano in superficie soprattutto in quanto legati alla tradizione. Basti pensare non solo ai magazzini, alle aree di stoccaggio, ai depositi di macchinari, ma anche ai supermercati, ai teatri e cinematografi, alle sale di riunione, tutti servizi cioè che normalmente occupano grandi spazi in superficie, ma a cui nulla si oppone affinché vengano previsti, o ricollocati, al di sotto di essa, cioè in sotterraneo.

In linea generale infatti, una volta superata quella forma di superstizione, largamente diffusa e che avversa l'utilizzo delle aree disponibili in sotterraneo, in

quanto vede in esse richiami agli "inferi" suscitando quindi irrazionali "timori", non vi sono sostanziali difficoltà che si oppongano a tale soluzione, salvo quelle che possono derivare dalle caratteristiche dei terreni.

Ed è appunto da queste considerazioni che nasce la necessità di una conoscenza capillare del sottosuolo cittadino che porti ad approfondire ogni aspetto della geologia urbana.

Geologia Urbana e suoi aspetti tecnico applicativi

Nel momento in cui venne presa coscienza (in Italia il 1986, ovvero l'anno d'istituzione del Ministero dell'Ambiente) che gli studi d'Urbanistica non potevano

avere come punto di riferimento i soli aspetti socio-economici, ma che dovevano invece tenere in considerazione anche gli aspetti fisici del territorio urbano, fu necessario considerare anzitutto i fattori "abiotici" che costituiscono l'ecosistema cittadino, ossia l'aria, l'acqua ed il suolo.

Ne conseguì quindi la necessità di riferirsi alle Scienze della Terra come punto di partenza su cui basare quelle analisi e quegli studi tesi, nella creazione di nuove zone di insediamento demografico o nello sviluppo di aree già destinate alla collettività cittadina, all'ottimizzazione delle condizioni più favorevoli alla vita dell'uomo.

E' necessario quindi precisare quali siano gli aspetti con cui la Geologia, più in particolare quella sua ramificazione solo recentemente formalizzata, che è la Geologia Urbana, si concretizzi.

In linea di massima pensiamo che essi possano essere sintetizzati in:

Litologia: intendendo la natura delle rocce e dei suoli che caratterizzano il territorio urbano, comprendendo anche le loro caratteristiche genetiche ed i rapporti evolutivi;

Tettonica: riferendosi in particolare alle deformazioni subite dalle rocce come conseguenza degli effetti delle forze interne alla superficie terrestre;

Geomorfologia: vale a dire le forme in cui le caratteristiche geologiche si manifestano in superficie, comprendendo in essa anche l'individuazione e la descrizione dei fenomeni di dissesto (frane) che l'evoluzione morfologica comporta, ovvero la Geodinamica di superficie;

Idrogeologia: ovvero lo studio delle caratteristiche e delle modalità con cui l'acqua è presente sia in superficie che nel sottosuolo;

Geognostica: la simbiosi tra specifici

macchinari ed attrezzature (sonde, carotieri, ecc.), particolari procedure di lavorazione e, soprattutto, risorse umane specializzate (operai e tecnici laureati) che permette di studiare il sottosuolo;

Geotecnica: la scienza moderna di competenza dell'ingegnere e del geologo che consente di definire, mediante modelli fisico-matematici, il comportamento del terreno s.l. in funzione delle specificità di un'opera prima da progettare e poi da realizzare.

Oltre ai metodi tradizionali di ricerca, un apporto essenziale allo studio degli aspetti della Geologia e della Geologia Tecnica sopra indicati è costituito dal telerilevamento. Vedremo infatti come i punti principali che li caratterizzano siano molto facilmente investigabili attraverso una visione da lontano la quale, potendo offrire un quadro generale d'insieme, facilita l'individuazione di molte caratteristiche del terreno, anche cittadino.

Modalità che quindi cercheremo di analizzare in dettaglio.

Litologia

Ogni singola roccia, ovvero qualsiasi aggregato di minerali [1] che, sotto forma di massa geologica indipendente, costituisce parte integrante della crosta terrestre (litosfera), ha un suo "scheletro" che, praticamente inesistente nelle sabbie, aumenta in linea generale la sua consistenza partendo dalle rocce sedimentarie (argille, marne, arenarie) per passare, attraverso le metamorfiche (marmi) a quelle ignee (intrusive = graniti, effusive = basalti) [11].

Ne derivano di conseguenza forme morfologiche totalmente diverse tra di loro: tanto più aspre ed acclivi tanto più serrati risulteranno i "vincoli di coesione" delle rocce e quindi tanto più dolci e

pianeggianti quanto più "lenti" risulteranno gli stessi vincoli.

Ciò dipendendo non tanto dalla "durezza" intrinseca delle stesse rocce, quanto piuttosto dalla loro stesse genesi.

Le prime, quelle cioè di origine sedimentaria, essendosi formate per "caduta", "accumulo" e successiva "diagenesi"^[III], hanno vincoli di coesione generalmente più "labili" delle altre rocce e pertanto tendono a subire l'azione di disgregazione degli agenti atmosferici (naturalmente a parità delle caratteristiche esterne) assai più intensamente ed in tempi più contenuti. Si ha così che a tipi litologici diversi corrispondono morfologie diverse: ad esempio a tutti è ben nota la differenza di paesaggio corrispondente ad affioramenti limo-sabbiosi, ad esempio d'origine lacustre, da quella derivante da affioramenti di rocce metamorfiche o ignee, ad esempio le Apuane o zone alpine.

Queste diversificazioni, che spesso risultano evidenti anche ad un semplice esame visivo effettuato da terra, si esaltano notevolmente avendo l'opportunità di poterle esaminare dall'alto. Effetto questo che si può normalmente constatare osservando la Terra dall'aereo: si osservano una quantità di particolari morfologici che, da terra, non si erano notati.

Si sa poi che la Terra non sta ferma. Il continuo spostamento di masse determina non solo il corrugarsi delle formazioni rocciose, ma anche un loro scontrarsi ed accavallarsi, tanto che non è affatto raro trovare formazioni diverse tra loro in contatto anomalo ed anche sovrapposte. Anche per questo si hanno spesso, anche nelle aree ristrette di una zona urbana, forme morfologiche diverse a stretto contatto tra loro.

Tettonica

I movimenti evolutivi della "crosta terrestre" determinano lo spostamento delle formazioni geologiche intese, nel nostro caso specifico, come grandi masse di rocce. E' inevitabile quindi che, come conseguenza, le rocce reagiscano piegandosi, nel caso ancora siano ad uno stato plastico, o fratturandosi nel caso in cui si trovino, come di norma avviene in superficie e quindi in "territori cittadini", in uno stato rigido.

Si registrano quindi due effetti dominanti:

- il crearsi sulla superficie di grandi linee che rappresentano la proiezione su di essa dei piani lungo i quali, un "masso roccioso" ^[IV] si frattura e si disloca (faglie);
- una fittissima serie di lineazioni che, anch'esse, rappresentano l'intersezione dei piani di fratturazione di ogni singola roccia sulla superficie.

Ambedue gli effetti di queste manifestazioni tettoniche rivestono una notevole importanza nella Geologia Urbana e sui suoi effetti negli sviluppi urbanistici.

E' chiaro infatti come i primi, cioè le faglie, rappresentino il manifestarsi di un piano di rottura, lungo il quale quindi, se ancora perduranti, si possono manifestare gli effetti dei movimenti tellurici.

Risulta pertanto evidente come, nelle zone in cui la tettonica è attiva, sia prudente non prevedere su di esse, ed al loro contorno, costruzioni di edifici. Ciò anche in aree ritenute non interessate da tettonica attiva in quanto non è sempre chiaro quali possano essere le aree e zone dove tali effetti possano improvvisamente attivarsi o riattivarsi.

Di carattere apparentemente meno determinante, è l'importanza dell'intensità della fratturazione. Tuttavia è facile

comprendere come l'intensità del campo delle fratturazioni si ripercuota sulle caratteristiche meccaniche delle rocce. Cosa, che non solo è determinante negli scavi in sotterraneo, ma ha la sua importanza anche negli scavi in generale e, soprattutto, sulla tipologia stessa delle fondazioni degli edifici cittadini.

Geomorfologia

Abbiamo già detto come la Geomorfologia rappresenti lo studio e la descrizione delle forme della superficie terrestre e dei loro cambiamenti sotto l'influsso degli agenti esogeni [v] ovvero, per i casi di cui ora trattiamo, essenzialmente le acque, le variazioni termiche, il vento, gli attacchi chimici, la gravità. E' chiaro quindi come questo particolare aspetto rivesta una sicura importanza anche sotto l'aspetto delle caratteristiche geologiche (s.l.) di una città.

Basti pensare ad esempio a:

- l'andamento e l'azione dei corsi fluviali (caso eclatante: le "migrazioni" del Tevere!), ma anche dei semplici solchi di drenaggio superficiale;
 - lo "sgretolamento" e la alterazione delle rocce sotto l'azione dei cicli di gelo e disgelo;
 - l'azione d'erosione del vento su rocce e suoli che, oltre tutto, hanno spesso subito gli effetti dei fenomeni indicati al punto precedente;
 - l'azione di dissolvimento dei calcari (carsismo), ma anche di dissoluzione dei gessi, ad esempio;
 - gli effetti dell'azione gravitativa.
- Soprattutto infine all'azione combinata dei punti sopra indicati che determinano:
- frane;
 - erosione s.l., ma anche fluviale e marina;

- sprofondamenti;
- eventi alluvionali.

In altre parole tutto quanto è insito nel "modellamento evolutivo" della superficie della crosta terrestre.

Idrogeologia

Vale a dire lo studio delle acque superficiali e sotterranee in quanto facenti parte dei terreni ed agenti esogeni dei fenomeni geologici.

Il campo idrogeologico d'interesse non comprende solo l'andamento fluviale, l'azione del mare e le caratteristiche delle falde acquifere, ma anche le fonti d'approvvigionamento d'acqua delle città, le metodologie di realizzazione delle fondazioni ed i lavori sotterranei che interessino l'area cittadina.

Anche in questo campo l'aiuto del telerilevamento è sostanziale. Basti pensare come attraverso lo studio delle fotoaeree si abbia un'immediata visione:

- del reticolo idrografico di superficie;
- dei rapporti infra-formazionali e quindi tra formazioni a diversa permeabilità;
- del diverso grado di fratturazione all'interno di una stessa formazione;
- del diverso grado d'erosione.

Ovvero un notevole numero di informazioni che rendono possibile ricostruire un quadro d'insieme della permeabilità dei terreni affioranti e quindi di indirizzare eventuali nuove costruzioni nel comprensorio cittadino verso zone ricche d'acqua, ma soprattutto (le città oggi sono generalmente fornite di acquedotti) verso aree in cui più difficile appaia l'inquinamento indiretto delle falde acquifere.

Geognostica

La geognostica è lo studio del sottosuolo operato utilizzando anche macchi-

nari che permettono di "portare in superficie" testimoni di terreno, conosciuti di solito come "carote".

Partendo dall'esame visivo delle carote stesse, un buon geologo è in grado sia di redigere la stratigrafia del sondaggio, ascrivendo ciascun litotipo ad una formazione litologica conosciuta, sia di suddividere il sottosuolo investigato in intervalli di terreno a diverso comportamento meccanico.

Una buona programmazione delle indagini geognostiche, unita ad una corretta interpretazione dei dati che ne derivano, permette ai tecnici di essere condotti verso scelte progettuali sicure ed economiche. Studi condotti nei primi anni Ottanta (es. Tyrell) hanno infatti dimostrato come l'inesistenza / l'insufficienza di adeguate indagini in sito sia molto spesso la principale causa di incremento dei costi delle opere: come citato da Luis I. Gonzàlez De Vallejo *"Le indagini in sito si pagano sempre, prima o poi ..."*

Geotecnica

Mediante un'oculata programmazione delle indagini in sito (prove penetrometriche statiche e dinamiche, pressiometriche, assestometriche, di permeabilità, ecc.) ed di laboratorio (prove di identificazione fisica, volumetriche, granulometriche, di compressibilità, di taglio, ecc.) è possibile ottenere i parametri geotecnici intrinseci, necessari ed indispensabili per una corretta progettazione.

Le indagini in sito consentono di definire solo alcuni dei parametri in gioco, ma sono comunque estremamente utili poiché vengono investigati volumi di terreno significativi (es. prove di permeabilità).

Le prove geotecniche di laboratorio, partendo dal corretto prelievo di campioni indisturbati di terreno, hanno il vantaggio di poter ricreare i percorsi di carico a cui sarà sottoposto il terreno stesso, ad esempio, a seguito della realizzazione di una specifica opera.

Questo particolare settore è stato regolamentato dal legislatore che, attuando la direttiva 89/106/CEE, ha emanato il D.P.R. 246/93, seguito dalla circolare STC 349/99 dell'ex Min. LL.PP. (ora Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) per la "Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni e sulle rocce, ... ed il relativo rilascio dei certificati ufficiali". Tale circolare è stata meglio integrata dal recente Testo Unico Norme Tecniche per le costruzioni comparso sulla Gazz. Uff. Rep. It. n. 222 del 23/9/05: il quale prevede che, qualora la finalità sia la progettazione di opere pubbliche o private, *le analisi geotecniche di laboratorio debbano essere eseguite soltanto dai laboratori che hanno ottenuto la Concessione da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.*

L'attuazione di queste normative obbliga i laboratori concessionari (sinora circa 25) a possedere e a mantenere nel tempo i seguenti principali requisiti:

1) assumere personale addestrato ad eseguire le prove secondo le normative di riferimento, con particolare riguardo ad un costante aggiornamento delle tecniche sperimentali: in particolare è prevista l'assunzione di almeno 3 Tecnici, oltre al Direttore del Laboratorio;

2) allestire locali idonei a consentire una corretta esecuzione delle analisi (es. assenza di vibrazioni, temperatura controllata, ecc.);

3) possedere strumentazioni idonee per numero e con caratteristiche tali da poter eseguire almeno tutte le prove geotecniche di routine;

4) tarare, almeno semestralmente e solo presso Università, le principali apparecchiature di misura di forza e di pressione;

5) operare in regime di qualità secondo la ISO 9001:2000: ciò permette una migliore gestione aziendale seguendo procedure codificate e standardizzate.

E' opportuno infine sottolineare che i sei aspetti geologici indicati, Litologia, Tettonica, Geomorfologia, Idrogeologia, Geognostica e Geotecnica sono stati trattati separatamente solo per schematizzazione ma, all'atto pratico, non sono assolutamente separabili tra di loro, ma anzi interagiscono di continuo.

Basti pensare ad esempio ad un episodio di dissesto: esso certamente dipende dal tipo litologico e dalle sue deformazioni, ma certamente anche dalle sue caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche; infine il dissesto stesso deve essere indagato ai fini della parametrizzazione dei terreni mediante indagini geognostiche e geotecniche.

Il concetto di eterotropicità delle città

Un altro aspetto molto importante è quello relativo al concetto di "eterotropicità" collegato alle città.

Infatti, se prendiamo in considerazione una bella definizione di città quale: *"un'area che rappresenta quello spazio organizzato dall'uomo in cui si viene a creare una collettività con un accentrato amministrativo, culturale ed economico, ed il cui risultato è un aggregato di costruzioni più o meno pianificato"*

(e caratterizzato da condizioni ambientali diverse da quelle dell'ecosistema naturale che la circonda), salta subito agli occhi un concetto molto semplice, ma spesso trascurato: la città non è in grado di trarre le sue fonti di sopravvivenza nel suo territorio, ma ha bisogno di rifornirsi in un territorio più ampio di quello che la circonda.

E' chiaro quindi che parlando del territorio cittadino non ci si può limitare a quello circoscritto dalle *mura della città*, ma si deve considerare l'intera zona da cui essa trae la sua sopravvivenza.

Ciò è tanto più vero quando si parli, come nel nostro caso, di territorio geologico che, ovviamente, è difficilmente circoscrivibile in limiti ristretti.

Il concetto è ovvio, ma tale da costringerci ad allargare ancora il nostro discorso, a partire ad esempio:

- dalla necessità d'apporto d'acqua;
- dalle cave necessarie ai materiali da costruzione.

Il caso specifico di Roma

Da questo breve *excursus* relativo ai singoli aspetti geologici che influiscono sul territorio urbano, si intuisce che il tema si va allargando quasi a macchia d'olio, nel senso che, tanto più ci si addentra in esso tanto più aumentano i confini.

Vediamo quindi se si riesce a dare un quadro abbastanza chiaro e completo facendo riferimento al caso reale, a noi così vicino, di Roma.

Roma, infatti, è indubbiamente una città divertente anche da un punto di vista strettamente geologico.

Dal Pleistocene infatti tutta la Valle del Tevere cambiò radicalmente a seguito della messa in posto di colate piroclastiche [VI] che ne deviarono l'andamento

portandolo alla situazione attuale. Successive forti erosioni, dovute all'abbassamento del livello marino, determinarono una progressiva erosione delle piroclastiti ed il deposito dei sedimenti fluviali caratteristici della valle del Tevere.

L'esame di una qualsiasi sezione geologica trasversale, quale ad esempio quella mostrata dal Vaticano a Piazza Navona, da atto della situazione.

Litologica: coltri piroclastiche sui rilievi ricoprono una serie di cicli sedimentari pre-vulcanici (soprattutto limi, argille e sabbie) che a loro volta sovrastano una formazione argillosa pliocenica di base. Nella valle alluvionale del Tevere i cicli sedimentari sono sostituiti da quelli fluviali olocenici, Tevere che ha prima eroso e poi sedimentato.

Assieme al Tevere anche i suoi affluenti hanno eroso strette valli, poi ricoperte da sedimenti alluvionali recenti: ciò ha dato luogo a quel fenomeno tipico di Roma, le "marane", ovvero profondi solchi erosivi [VII] successivamente riempiti

da terreni argillo limosi a luoghi torbosi, che spesso creano gravi preoccupazioni nel corso di progettazione delle infrastrutture, ma soprattutto, nel corso della costruzione di edifici. [VIII]

Tettonica: le stesse sezioni ci danno modo di individuare tutta una serie di faglie parallele al Tevere, ma anche ad esso ortogonali, che interessano l'area urbana e che spesso coincidono con i versanti dei principali rilievi.

Idrogeologia: il bed-rock [IX] argilloso agisce da "aquiclude" alle falde acquifere superficiali che interessano gli orizzonti più permeabili dei sedimenti (ciottoli, sabbie) anche fluviali e piroclastici (pozzolane o zone "fratturate di tufo).

Geomorfologia: dissesti gravitativi dei maggiori rilievi, nelle sabbie di Monte Mario ad esempio, l'andamento idrografico del Tevere e dell'Aniene, le loro aree preferenziali di erosione e deposito, le probabili zone d'esondazione del Tevere e dell'Aniene, a monte e a valle dei muri di protezione.

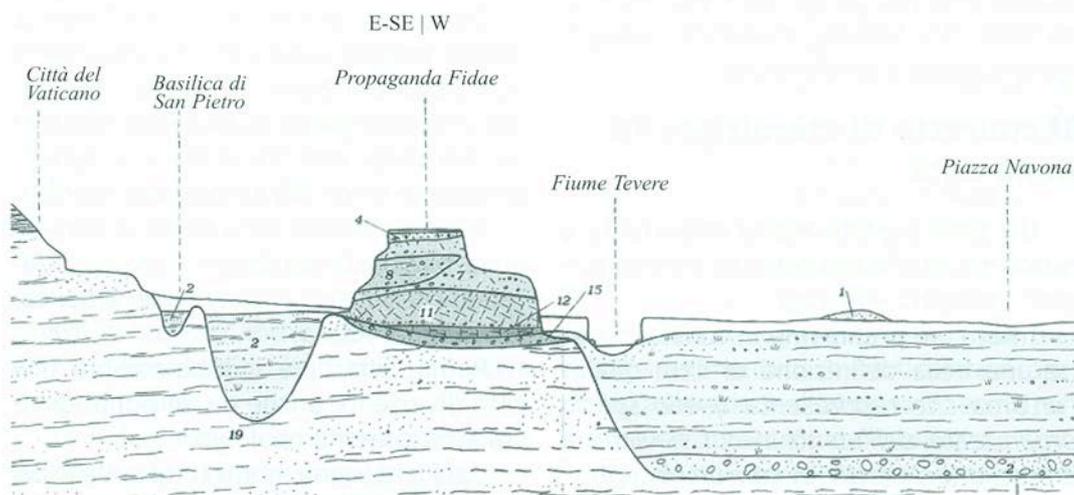


Figura2 - Sezione Geologica (da Carta Geologica del Centro Storico di Roma - Dipartimento di Scienze Geologiche, Università di Roma Tre).

Geognostica: una corretta programmazione ed esecuzione delle indagini *in situ* ha contribuito alla risoluzione di alcune problematiche "romane" relative alle 4 materie sopra indicate. Ad esempio le indagini geognostiche hanno permesso:

- la ricostruzione del limite stratigrafico tra le argille plioceniche di base e le sovrastanti coperture alluvionali del Tevere, le successioni sedimentarie pleistoceniche, le coltri vulcaniche, ed anche la buona definizione dello spessore, oltre che della tipologia, dei riporti antropici;
- il riconoscimento macroscopico di elementi di neotettonica nelle carote di terreno analizzate;

- la definizione specifica (livello di falda e sue oscillazioni) dei quattro differenti complessi idrogeologici presenti nei sedimenti pleistocenici, nelle vulcaniti, nei depositi alluvionali e nei terreni di riporto, mediante la messa in opera di piezometri ed il loro successivo monitoraggio;

- la miglior caratterizzazione di alcuni dissesti gravitativi.

Geotecnica: una costante assistenza geologica - geotecnica durante la realizzazione di molti parcheggi sotterranei del P.U.P. (Piano Urbano Parcheggi di Roma) ha consentito "in diretta" la risoluzione delle problematiche geotecniche che via via si sono presentate.

Unitamente a questo, molti altri casi nella capitale hanno goduto del perfetto *mix* di una corretta progettazione geotecnica in simbiosi con una costante verifica in corso d'opera: ciò sta portando ad una sempre migliore definizione della conoscenza del sottosuolo (IV dimensione), permettendo di ridurre quella naturale diffidenza che è spesso presente tra la gente comune.

Riferimenti bibliografici

- 1) AMANTI M., GISOTTI G., PECCI M. (1995) - *I dissesti a Roma*. In Mem. Descr. Carta Geol. d'It., L, 215-248, Roma.
- 2) 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.
- 3) BRANCALEONI R., CORAZZA A., GARBIN F., LEONE F., MORASCHINI C., SCARAPAZZI M. (2003) - *Il rilievo di M. Mario a Roma: sviluppo urbanistico e dissesti. Un caso di Geologia Urbana*. In Geologia dell'Ambiente, n. 1, SIGEA, Roma
- 4) 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.
- 5) 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.
- 6) COMUNE DI ROMA (1997) - *Relazione sullo stato dell'ambiente a Roma*. Maggioli Ed., Roma.
- 7) 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.
- 8) CORAZZA A., LOMBARDI L. (1995) - *Idrogeologia dell'area del centro storico di Roma*. In Mem. Descr. Carta Geol. d'It., L, 173-211, Roma.
- 9) 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.
- 10) DE ANGELIS D'OSSAT G. (1942) - *Nuove sezioni geologiche dei Colli di Roma*. Boll. Soc. Geol. It., 61, Roma.
- 11) DI LORETO E. & GISOTTI G. (1994) - *Geologia e idrologia urbana*. Verde Ambiente, n. 6 (Speciale Roma), Roma.
- 12) FACCENNA C., FUNICIELLO R. & MARRA F. (1995) - *Inquadramento geologico strutturale dell'area romana*. In Mem. Descr. Car-

- ta Geol d'It., L, 31-118, Roma.
- 13) 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.
 - 14) GEOPANNING S.r.l. (1999) - *Relazione geologico-tecnica: indagini geognostiche e georadar nel giardino di Villa Mazzanti - Roma*. Relazione inedita.
 - 15) GIGLI E. (1971) - *Cosa c'è sotto Roma? Monte Mario Vaticano Gianicolo un'origine comune*. Capitolium, 46, (7/8), Roma.
 - 16) GISOTTI G. & ZARLENGA F. (1998) - *La geologia della città di Roma tra urbanistica e archeologia*. Geologia dell'Ambiente, 4, SIGEA, Roma.
 - 17) INSOLERA I. (1962) - *Roma moderna, un secolo di storia urbanistica*. Piccola Biblioteca Einaudi, Giulio Einaudi editore S.p.A., Torino.
 - 18) MARRA F. & ROSA C. (1995) - *Stratigrafia e assetto geologico dell'area romana*. In Mem. Descr. Carta Geol. d'It., L, 49-112, Roma.
 - 19) 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.
 - 20) MORASCHINI C. (1998) - *Proposta di recupero ambientale dell'area di Villa Mazzanti e di Villa Mellini*. Bollettino della Biblioteca della Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi "La Sapienza" di Roma, n. 58-59, Cangemi Editore.
 - 21) PAZZAGLI G., MAURI M.P. (2002) - *Urbanistica, piani regolatori e conoscenza del sottosuolo*. In Geologia dell'Ambiente, n. 1, SIGEA, Roma
 - 22) SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1995) - *La Geologia di Roma. Il Centro Storico*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., L, Roma.
 - 23) VENTRIGLIA U. (1971) - *La geologia della città di Roma*. Amm. Prov. di Roma, Roma.

Note

[I]E' opportuno rimarcare che nella definizione "geologica" di roccia non c'è il concetto di vincoli di coesione. Ovvero anche la sabbia è roccia.

[II] Naturalmente in larga linea di massima: basti pensare ad esempio alle pozzolane che,

pur essendo rocce ignee effusive, non hanno vincoli di coesione esattamente come le sabbie.

[III] Si intende per "diagenesi" il "complesso di trasformazioni fisiche e chimiche che avvengono in un sedimento durante e dopo la deposizione. A questo punto non ci si può esimere da aprire una parentesi. La Geologia, come per altro quasi tutte le Scienze, adora un po' per semplicità d'intesa, un po' per quello "snobbismo" culturale che ci portiamo dietro dalla cultura ottocentesca, un suo particolare "linguaggio" che, se da una parte semplifica l'intesa tra gli addetti ai lavori, da l'altro rende molto difficile la comprensione dei problemi da parte di chi non sia uno specialista. Sta quindi a chi non studia la Scienza di per se stessa, ma piuttosto ne segue le applicazioni pratiche, ad abbandonare quel linguaggio e tradurlo in termini comuni. Cosa che molto spesso si dimostra assai più difficile di quanto si possa pensare!

[IV] Assai più frequentemente formazioni etereogenee di rocce diverse. In geomeccanica però si intende per "masso roccioso" l'insieme di rocce che interessano un singolo fenomeno od una struttura.

[V] Ovvero di quei processi geologici che avvengono, o hanno la loro origine, sulla crosta terrestre

[VI] Con "Piroclastico" si intendono manifestazioni vulcaniche esplosive con lancio di solidi e di fluidi nell'atmosfera: questi ultimi danno luogo alla messa in posto di tufi ed pozzolane

[VII] Personalmente, ci siamo imbattuti più volte nelle marane ed in particolare nel corso di costruzione dell'Asse di Infiltrazione cittadina della Roma - L'Aquila dove individuammo, nei pressi di Viale Palmiro Togliatti, una marana i cui terreni di riempimento (limi -argillosi con torba non consolidati] oltrepassavano i 60 metri di spessore!

[VIII] In diverse occasioni, questa volta dalle parti di Roma a SW, ovvero tra la città ed il mare, dovemmo constatare gravissimi fenomeni d'instabilità in edifici fondati parte su terreni piroclastici, parte su riempimenti di "marane".

[IX] Si intende con bed-rock la formazione geologica, generalmente più antica, su cui si poggiano le formazioni geologiche di superficie.