

Le frane nel territorio di Roma

Landslides distribution in the Roma municipality

M. AMANTI *, C. CESI **, V. VITALE *

Quel lettore che intendesse fare o comprare o prendere in affitto una casa proprio a Monteverde, e volesse sapere come mi regolerai io al suo posto, non sarà dunque sorpreso se gli dichiaro che nei suoi panni, comincerei col rivolgermi ad un geologo.
Enrico Fossa-Mancini, 1922

RIASSUNTO - Anche i centri urbani, in quanto elemento fisico del territorio, non si sottraggono ai processi di evoluzione geomorfologica con i quali sempre più frequentemente interagiscono in conseguenza della loro espansione, anche se tale interazione può esplicarsi con meccanismi del tutto peculiari. Appare fondamentale, ai fini di qualsiasi analisi e decisione, la ricostruzione del quadro dei dissesti presenti nel territorio; nella sua interezza ed indipendentemente dallo stato di attività dei fenomeni stessi, a partire, come è stato possibile in questo caso, dall'analisi storica delle informazioni disponibili. La ricostruzione qui riproposta degli eventi che hanno interessato il territorio del Comune di Roma riguarda i soli dissesti di versante, con esclusione pertanto delle altre tipologie di dissesto, ivi compresi gli sprofondamenti. Il modello concettuale utilizzato per l'analisi delle frane dell'area romana è quello classico dei sistemi GIS, attraverso il quale è stato prodotto un quadro statistico della distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio comunale in rapporto al substrato litologico. La base dati è stata costruita rivisitando criticamente i dati degli archivi più noti, AVI e IFFI, integrandoli con l'analisi di altre fonti, anche di pertinenza territoriale locale. Lo screening dei dati, operato per intersezione combinata delle informazioni relative a circa 780 eventi, ha prodotto un data set di 332 dissesti, suddivisi in tre categorie di attendibilità. La distribuzione dei dissesti è rappresentata in una carta alla scala 1:70.000 ed i risultati statistici dell'analisi condotta in appositi diagrammi. Vengono infine presentate due schede sintetiche di approfondimento, relative ai dissesti di via Labriola - via S. Tommaso d'Aquino e V.le Tiziano, delle cui problematiche l'APAT - Servizio Geologico ha avuto occasione di occuparsi.

PAROLE CHIAVE: Roma, frana, dissesti di versante, statistiche, database, GIS.

ABSTRACT - Urban areas, as well as any other physical elements of the landscape, are not immune to the geomorphological evolution processes; moreover their continuous expansion increases the possible interactions, often showing very peculiar characteristics. For this reason the reconstruction of a clear and complete frame of the slope failure conditions and of the events distribution on the territory is the first step to correctly manage this aspect of the urban areas. In the present paper complete inventory of the landslide events occurred in the past in the study area (Roma municipality) was created, starting from the available historical chronicles and scientific papers, taking into due account other landslide inventories existing at basin, regional and national level. The inventory is only related to slope movements, excluding in this way any other type of catastrophic event, i.e. sinkholes and underground caves ceiling collapse. The conceptual model used in the project, according to the usual GIS approach, includes the collection of all the available landslides data, their homogenisation, their inclusion in a database connected to the GIS, the comparison with a geolithological layer, a statistical analysis of the distribution of phenomena on the Roma municipality area, the evaluation of the landsliding susceptibility of the outcropping lithology in the study area. The inventory collected data from many already existing databases (AVI Project, IFFI project, Tevere river Basin Authority) integrating them with new surveys and other fonts, mainly linked to local administration and to professionals. A critical review of the data was performed, to evaluate duplicate events, missing information, wrong data, and create a final dataset of 332 events out of the about 780 at the beginning of the project. For each one of the selected events a reliability value was assigned, between 1 (low) and 3 (high). Events distribution is plotted in the attached 1:70.000 scale map (.pdf), showing the geolithological map as background. Main results of statistical analysis on the database are shown on the map and discussed in the paper. To complete the framework of landslides occurrence in the Roman Urban area, two historic events (via Labriola - via S. Tommaso d'Aquino slide e V.le Tiziano rockfall), directly investigated by the Italian Geological Survey in the past, are more widely described at the end of the paper.

KEYWORDS: Rome, landslide, slope failure, statistics, database, GIS.

* APAT - Servizio Geologico - Dipartimento Difesa del Suolo - Servizio Geologia Applicata e Idrogeologia - Via Curtatone, 3 Roma

** APAT - Servizio Geologico - Dipartimento Difesa del Suolo - Servizio Geofisica - Via Curtatone, 3 Roma

1 - INTRODUZIONE

I centri urbani, come naturalmente il resto del territorio, non sono esenti da quelli che vengono impropriamente definiti dissesti idrogeologici. In questa grande categoria sono di solito raggruppati i fenomeni alluvionali propriamente detti, con le relative esondazioni ed allagamenti, i dissesti di versante, siano essi legati a terreni o a rocce di tipo litoide ed i fenomeni quali i *debris-flow*, o colate rapide, che si pongono al confine tra le due tipologie sopra descritte.

I fenomeni franosi hanno la loro origine primaria nella forza di gravità e sono diffusi nella gran parte degli ambienti naturali, ove sia presente una qualche energia del rilievo; naturalmente la loro specifica esistenza è funzione di molti altri fattori, predisponenti ed innescanti, prevalentemente naturali ma spesso in associazione con azioni antropiche (CANUTI & ESU, 1985; CRUDEN & VARNES, 1994; AMANTI *et alii*, 1996). L'ambiente urbano non è quindi esente da tali fenomeni, i quali anzi, proprio per la crescente urbanizzazione che va ad occupare porzioni di territorio sempre più vaste, tendono a colpire con maggiore frequenza le aree abitate con conseguente incremento nel numero di danni e vittime.

Negli ultimi anni è sorta una maggiore attenzione sulle problematiche connesse ai rischi naturali, in special modo su quelli geologici da frana, generando iniziative volte ad aumentare la conoscenza dei fenomeni stessi al fine di ridurre il loro impatto sull'ambiente antropico. Basti citare ad esempio il DL180/89 (e la normativa collegata) che ha dato impulso alla redazione ed adozione, da parte delle Autorità di bacino, del Piano di Assetto

Idrogeologico (PAI) e lo sviluppo di iniziative specifiche quali il Progetto IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - (AMANTI, 2000; APAT, 2007) che hanno permesso di raggiungere una conoscenza organica e dettagliata dei dissesti sul territorio nazionale.

Per quanto riguarda la normativa sui dissesti in aree urbane, oltre il già citato DL 180/89 e le normative collegate, va anche ricordato che esiste in Italia dal 1908 la legge n° 405/08 che classifica sul territorio nazionale 1306 centri abitati da consolidare e 323 da trasferire. Tale quadro è stato negli anni successivi mutato da integrazioni e modifiche apportate da successivi decreti ministeriali e, negli ultimi anni, con il trasferimento delle competenze alle Regioni, da leggi regionali.

Questa sempre maggiore conoscenza dei fenomeni e l'attivazione di misure di prevenzione, contenimento, monitoraggio e mitigazione dei fenomeni stessi dovrebbe quindi produrre una tendenza opposta alla precedente, che miri a prevenire, o quanto meno a limitare, l'entità di vittime e danni.

I fatti comunque dimostrano che innumerevoli sono i casi di fenomeni franosi che, in Italia e all'estero, colpiscono le aree urbane indipendentemente dalla loro dimensione, causando ingenti danni e vittime. A titolo esemplificativo, tra i casi italiani, si possono ricordare: la frana di Ancona (13 dicembre 1982), che ha causato danni ingenti alla struttura urbana ma fortunatamente non vittime; il Vajont (9 ottobre 1963) che invece, sia pure indirettamente per l'onda generata dalla caduta della frana nell'invaso, ha provocato la distruzione di Longarone e quasi 2000 vittime; l'evento di



Fig. 1 - Sarno, 1998. L'effetto delle colate rapide di fango sull'ambiente urbano può essere devastante.

- Sarno, Campania region, 1998. The effect of quick mudflows on urban structures can be devastating.



Fig. 2 - Panoramica della valanga di detrito (debris avalanche) che nel luglio 1987 ha colpito la val Pola, ostruendo il corso dell'Adda, causando la distruzione di alcune frazioni e la morte di 27 persone.

- Panoramic view of the rock-avalanche that hit the Adda river valley in July 1987. Fallen material dammed the valley, destroyed two small villages and caused 27 victims.



Sarno (4 maggio 1998) (fig. 1) con 168 vittime in numerosi comuni della zona (137 vittime nella sola Sarno. Fonte: TG2 Punto di vista, del 1 maggio 2008); la frana di Val Pola (28 luglio 1987), con la distruzione di S. Antonio Morignone e 27 vittime (fig. 2); e poi i continui eventi che a causa dei fenomeni meteorologici, colpiscono in maniera ricorrente gli abitati di Genova, Orvieto, Sondrio, Perugia, Lecco, Napoli, Ischia e molte altre aree urbane in Italia.

All'estero sono state e sono tuttora molte le grandi città affette da movimenti franosi distruttivi; possiamo ricordare tra le altre: Goteborg (Svezia), Città del Messico, Acapulco (Messico), Rio de Janeiro, Sao Paulo (Brasile), Hong Kong (fig. 3), Bombay, Katmandu, Manila, La paz (Bolivia), Ciudad Bolivar, Bogotà (Colombia), Quito (Ecuador), Lima (Peru), e moltissimi altri centri urbani in Cina, Filippine, Stati Uniti, Indonesia, Giappone, Venezuela, Iran. (vedi bibliografia).

Nel proseguo verranno trattati esclusivamente i dissesti di versante che hanno interessato e continuano ad interessare il territorio comunale di Roma, tralasciando le altre tipologie di dissesto, ivi compresi gli sprofondamenti, quali che siano le loro cause. Per motivi legati alla morfologia del territorio comunale ed alla conservazione ed elaborazione dei dati degli archivi storici informatizzati, nel seguito si farà riferimento alla sola città di Roma, intendendo ricompreso nell'analisi dei fenomeni franosi del territorio anche il Comune di

Fiumicino, che si è ufficialmente distaccato da quello di Roma nel 1992.

Il modello concettuale utilizzato per l'analisi delle frane dell'area romana è quello classico dei sistemi GIS: evidenziazione della base di dati esistente; sua ulteriore popolazione con elementi ricavabili da fonti differenziate; controllo di attendibilità e qualità dei dati; intersezione con altri insiemi di dati territoriali; evidenziazione dei risultati per classi di frequenza o incidenza, pesate da fattori di qualità e di attendibilità delle informazioni trattate; rappresentazioni cartografiche.

La base dati iniziale è quella costituita dalle più recenti attività di APAT-Servizio geologico d'Italia sulla città di Roma (IFFI, 2005; AMANTI, 2006; BONCI *et alii* 2003), accompagnate anche da cartografia inedita.

Muovendo da tali premesse ed utilizzando pertanto il GIS per una elaborazione dei dati orientata al confronto con altre tipologie di informazioni per permettere la derivazione di nuove informazioni tematiche, è stato prodotto un quadro statistico della distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio comunale in rapporto al substrato litologico.

Per ottenere tale risultato sono state consultate molte fonti che permettessero di ottenere un censimento dei fenomeni avvenuti in passato nell'area di studio da confrontare con la realtà territoriale, geologica e urbanistica. Il censimento è stato poi messo a confronto con una carta geolitologica del territorio comunale ottenuta dalla omogeneizzazione di dati già esistenti in formato vettoriale sull'intero territorio di studio. Tale confronto ha permesso un'analisi statistica della distribuzione dei fenomeni in funzione del substrato su cui essi accadono, fornendo indicazioni sulla propensione al dissesto dei differenti litotipi.

2 - IL CENSIMENTO DELLE FRANE

Il territorio comunale di Roma non presenta grandi variazioni altimetriche; si passa dalla quota massima riscontrabile di circa 380 m slm nella sua parte più settentrionale, (Monte S. Angelo, Lago di Martignano), al livello del mare.

La morfologia della porzione urbanizzata è caratterizzata dalla presenza delle piane alluvionali del Tevere e del suo affluente principale, l'Aniene, e dalle alture collinari che da sempre rappresentano la peculiarità della Capitale: i colli. Ai sette della tradizione, in conseguenza dello sviluppo urbani-



Fig. 3 - La città di Hong Kong, circondata da ripide pendici franose è frequentemente soggetta a colate rapide di detrito con effetti distruttivi. Nella foto è visibile la frana di Po Shan Road, del 18 giugno 1972. (Foto Hong Kong Slope Safety website).

- Hong Kong city is surrounded by very steep slopes, frequently originating quick debris flows. Po Shan Road landslide, June 18th, 1972.

stico, si sono poi aggiunti M. Mario e la sua prosecuzione verso sud, il Gianicolo, nonché altre alture ormai completamente inglobate nel tessuto urbano.

Allargando lo sguardo al territorio dell'intero comune, le quote della piana alluvionale (da 0 a 25 m slm circa) risalgono gradualmente fino a circa quota 330 m slm verso sud est, in direzione dei Colli alban e raggiungono i citati 380 m nella zona intorno al Lago di Martignano.

Come già evidenziato nello studio riguardante il solo centro storico di Roma (AMANTI *et alii*, 1995) il territorio della città non è stato interessato da eclatanti fenomeni franosi in passato, ciò in ragione essenzialmente dei sopraccennati lineamenti morfologici dell'area. Le sole pendici dei colli ed i fianchi delle valli approfondite dal reticolo fluviale minore, la cui naturale evoluzione morfologica tende comunque a procedere per franamenti e conseguenti arretramenti, sono state in qualche modo soggette a movimenti di versante, anche come con-

seguenza dell'espansione urbana.

I fenomeni franosi più noti sono quindi quelli che tutti gli operatori del territorio già ben conoscono, in quanto considerabili storici: i crolli della Rupe Tarpea al Campidoglio (fig. 4), la frana di viale Tiziano alle pendici dei Monti Parioli (1972), il dissesto ultracentenario delle pendici del Gianicolo (Via Aurelio Saffi - Via Ugo Bassi) (fig. 5), ai quali più recentemente si aggiungono quelli di Via A. Labriola, di viale Pilsudsky (Flaminio) e di Via Teulada, ai piedi di M. Mario.

Dei fenomeni di Viale Tiziano e Via A. Labriola verrà presentato un approfondimento tematico, alla fine del capitolo, che ne riassume le principali caratteristiche cercando di sintetizzare le informazioni bibliografiche, storiche ed eventualmente inedite ad oggi disponibili.

Proprio mentre lo studio presentato in questo articolo era in corso di chiusura, il 13 novembre 2007, si è verificata una frana da crollo in Viale Tiziano, con caratteristiche analoghe all'evento del



Fig. 4 - Vista panoramica del versante meridionale del Campidoglio con evidenziata nel tratteggio rosso l'area che in passato è stata soggetta a crolli (F165) ed è attualmente oggetto di lavori di manutenzione (foto "Microsoft virtual Earth", 2006).

- Panoramic view of the southern Campidoglio hill slope in Rome. The red dotted line delimitates the area where rockfalls occurred in the past. At present maintenance works are in progress.





Fig. 5 - Frana di via Aurelio Saffi/Via Ugo Bassi (F175). In alto vista panoramica del versante orientale di Monte Verde. L'area compresa nel tratteggio rosso è interessata sin dal secolo scorso da movimenti lenti di versante che hanno interessato principalmente le coltri superficiali di terreno, causando danni alle strutture viarie e abitative. La porzione più bassa della scalea Ugo Bassi (al centro nella foto) presenta segni di instabilità già dal periodo della Grande Guerra, come segnalato dal Fossa Mancini (1922), mentre una grande frana che raggiunge Viale Trastevere (allora Viale del Re) risale, sempre secondo lo stesso Autore, ad alcune decine di anni prima, cioè alla fine del XIX secolo. Lavori di sistemazione del versante risalenti agli anni '80 (AMANTI *et alii*, 1995) hanno parzialmente stabilizzato l'area, che è comunque in lento movimento anche al momento attuale (2008), come evidenziato, nelle foto in basso, da fessurazioni dei manufatti che costituiscono il cosiddetto "Fortino della Madonnina" (Ubicato in a) nella foto grande). Nel tratteggio giallo il tratto delle mura di Villa Sciarra crollate negli anni '60 (foto in alto "Microsoft virtual Earth", 2006).

- Via Saffi/Bassi landslide (F175). On top, panoramic view of the east slope of Monte Verde. Red dotted line includes the area where many events occurred in the past mainly in the superficial part of the slope, damaging the road, the steps and the surrounding buildings. The lower part of the Ugo Bassi Steps shows evidence of damages since first world war time (Fossa Mancini, 1922), while a larger slide, moving slowly towards south east, up to Viale Trastevere, is also reported at the end of XIX century. Many remedial works (shallow drainage system, concrete walls) were built on the slope in the '80s, but they only partially stabilized the slope. At present cracks (lower left and lower right pictures) appear in some of the retaining walls (a) built in the middle of the landslide area. Yellow dotted line shows the area where a part of the Mura Aureliane (Aurelian Walls) broke at the beginning of the '60s owing to the fact they are built on top of the main landslide scarp.

1972 sopra citato (fig. 6). Di esso si farà cenno nel citato approfondimento tematico (scheda sintetica 1).

Come già evidenziato in premessa, lo scopo di questo articolo è anche quello di fornire un quadro della situazione di dissesto del territorio comunale nella sua interezza, a partire, ove possibile, dall'analisi storica delle informazioni disponibili, utilizzando anche il lavoro di altri studiosi che in passato hanno affrontato, sia pure parzialmente, questo tema.

In particolare, dopo aver analizzato le fonti bibliografiche sia antiche, (ALMAGIÀ, 1910; FOSSA

MANCINI, 1922; DE ANGELIS D'OSSAT, 1945-1946) che altre più recenti, ivi compreso il primo censimento delle frane effettuato dal ministero dei Lavori Pubblici nel 1963, sono stati presi in considerazione il progetto AVI, primo tentativo di analisi storica degli eventi franosi e idraulici sul territorio nazionale; il Progetto IFFI, raccolta sistematica in un GIS dei dati sulle frane in Italia; il PAI, Piano stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere; ed infine alcune relazioni tecniche inedite prodotte dai geologi operanti sul territorio per conto degli enti pubblici territoriali (Comune, Provincia).

Altra fonte di notevole interesse sono risultate alcune attività di "RomaNatura - Ente regionale per la gestione del sistema delle aree naturali protette nel Comune di Roma" istituito in attuazione della Legge Regionale n.29 del 6 ottobre 1997, nell'ambito delle quali sono stati cartografati e censiti numerosi fenomeni franosi, anche se generalmente di piccole dimensioni, ricadenti all'interno di aree protette del Comune di Roma.

Sono state inoltre acquisite le informazioni sugli interventi dei VV.F. sul territorio comunale, che si sono però rivelate limitate nel numero.

E' stato infine consultato, ma non ha fornito informazioni, il Database CLEMENS (Corpus Latinorum et Mediaevalium Naturae Scriptorum), gestito dal Servizio rischi naturali di APAT, finalizzato alla realizzazione di un catalogo ragionato delle citazioni di fenomeni naturali nelle fonti classiche. Nessun riferimento a fenomeni franosi nell'area di studio è presente nei testi attualmente censiti nel database stesso.

3. - ANALISI DELLE FONTI

Per ognuna delle fonti sopra citate saranno di seguito brevemente descritte le caratteristiche e i diversi approcci seguiti per il loro utilizzo nel presente lavoro.

1) Il progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane).

Il progetto nasce nel 1989 ad opera del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche, con lo scopo di raccogliere le informazioni disponibili su frane e inondazioni in Italia nel periodo 1918-1994. Le informazioni sono reperite attraverso la consultazione di quotidiani e, secondariamente, di pubblicazioni scientifiche ed attraverso la realizzazione di interviste ad esperti

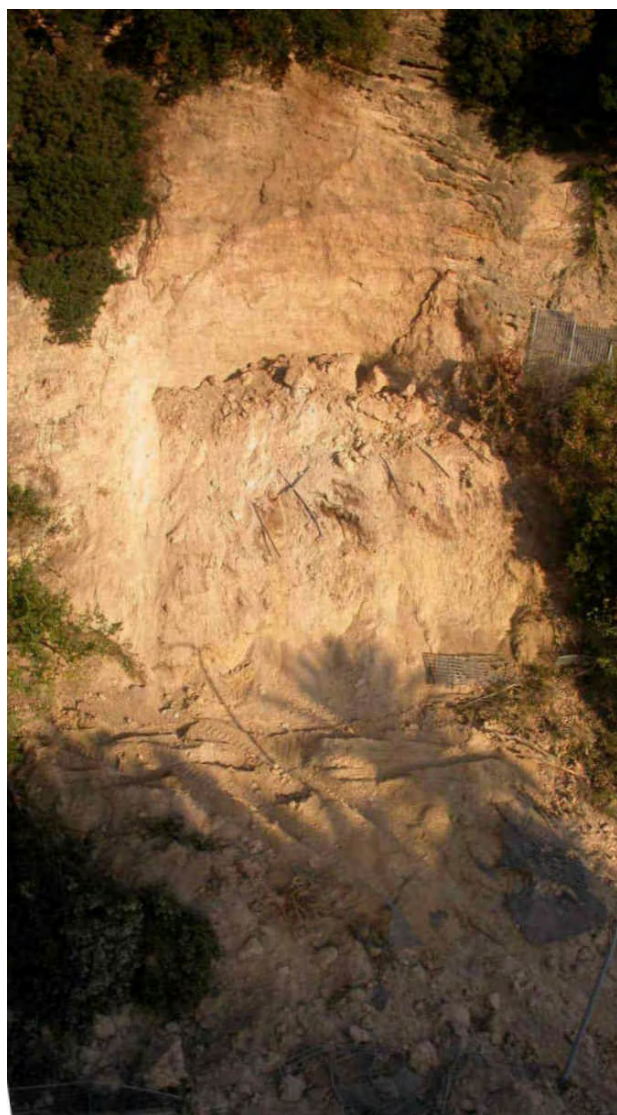


Fig. 6 - Il crollo del 13 novembre 2007 in Viale Tiziano. La frana (F340) ha coinvolto circa 400 m³ di materiale proveniente dalla formazione fluvio lacustre, arenaceo-travertinosa, che caratterizza l'intero versante occidentale dei Monti Parioli.

- Rockfall at Viale Tiziano (F340) on November 13rd, 2007. The total amount of fallen material is about 400 m³, mainly from fluvial-lacustrine sand-travertine unit outcropping on the western slope of Monti Parioli.



del settore.

Le notizie censite sono inserite in un archivio digitale e le località note per essere state colpite da frane sono localizzate come punti su di una base cartografica a scala 1:100.000. Le notizie per le quali non sia stato possibile individuare con ragionevole certezza la località colpita sono cartografate in corrispondenza del capoluogo comunale.

L'ultimo aggiornamento dei dati sulle frane del Progetto AVI, disponibile per il download dal sito <http://avi.gndci.cnr.it/>, è la versione AVIBase 3.0 che è stata utilizzata per il presente lavoro. In tale archivio sono censiti più di 18.000 eventi franosi in tutta Italia.

Gli eventi ricadenti nel territorio comunale di Roma sono risultati 166. Una prima analisi della loro distribuzione effettuata tramite rappresentazione su base topografica in un Sistema Informativo Geografico ha evidenziato che una grande quantità di tali punti era riferita al centroide del Comune e quindi non utilizzabile per un'analisi spaziale.

E' stato poi effettuato un confronto tra i dati relativi alla localizzazione dei punti AVI e la toponomastica stradale, evidenziando numerose discrepanze tra la località o l'indirizzo indicati nel database e l'effettiva ubicazione del punto. Anche tenendo conto della differenza di scala tra i dati di input e la loro restituzione nel Sistema Informativo Geografico di riferimento (cartografia IGM alla scala 1:25.000 o CTR 1:10.000) alcune delle differenze di localizzazione sono risultate tanto marcate da rendere plausibile un qualche errore di ubicazione nel dato originario.

Il processo di selezione dei dati si è in definitiva così articolato:

a) Sono stati eliminati tutti i punti riferiti al centroide del Comune, in quanto non rappresentativi di una località specifica, nonché tutti i punti riferiti ad una località generica (tipo: "quartiere Flaminio") laddove non fosse possibile definire l'esatta localizzazione del punto incrociando il dato sia con le fonti originali AVI, tratte dall'archivio cronache disponibile online, sia da altre fonti, tenendo in debito conto le date di accadimento.

b) Sono stati ricollocati e/o corretti i punti in cui era evidente un errore di localizzazione o in cui il nome della località era chiaramente errato e/o mal collocato (ad esempio: Via Gunizzelli in luogo di Via Guinizzelli).

c) Sono stati evidenziati tutti i punti sovrapposti, ovverosia aventi le stesse coordinate ma con

indicazioni di località differenti; in questi casi sono state prese in considerazione le date di accadimento, ove disponibili, per accertare una eventuale riattivazione dello stesso fenomeno o semplicemente un errore di localizzazione. A seconda dei casi i punti sono stati eliminati o ricollocati correttamente. Ove possibile, in caso di riattivazione, si è preferito lasciare un unico punto indicando nelle note le diverse date, se disponibili.

In conclusione l'archivio AVI, pur avendo potenzialmente una quantità di notizie storiche assai rilevante, è risultato assolutamente carente in merito alla loro esatta collocazione nello spazio. Solo un grande sforzo di revisione sistematica dei punti presenti nell'archivio AVIBase v. 3.0 ha permesso un loro parziale utilizzo per gli scopi del presente lavoro.

Dei 166 punti iniziali presenti nel territorio in studio, solo 49 sono stati inseriti nelle elaborazioni finali dopo le operazioni di controllo e revisione (fig. 7).



Fig. 7 - Diagramma a torta che mostra in verde la percentuale dei dati dell'archivio frane AVI riferiti al Comune di Roma che sono stati utilizzati nel presente studio dopo la loro revisione sistematica.

- The diagram shows in green the portion of the AVI archive data used for the project, after a systematic review.

2) Progetto IFFI, *Inventario Fenomeni Franosi in Italia*

Per quanto riguarda il Progetto IFFI, esso nasce nel 1998 con lo scopo di supplire alla carenza di informazioni sulla distribuzione dei dissesti in Italia; in particolare si propone di raccogliere e organizzare in un sistema informativo tutte le informazioni già presenti presso archivi esistenti, specialmente di amministrazioni locali e regionali, omogeneizzandole ed integrandole ove necessario con dati nuovi. Le fonti principali dei dati risultano essere quindi archivi cartacei e informatizzati di Enti e Pubbliche Amministrazioni (Regioni, Province, Comuni), pubblicazioni scientifiche, fotointerpretazione e verifiche dirette sul terreno.

Partendo dalle linee guida prodotte da Servizio Geologico e GNDCI (AMANTI *et alii*, 1996), fu elaborata una *scheda raccolta dati* suddivisa su tre livelli di

approfondimento e vennero condivise con la Comunità Scientifica, con le Amministrazioni Regionali e delle Province Autonome, e con le Autorità di Bacino le modalità di attuazione del progetto.

Al momento attuale il database IFFI, realizzato sulla base dei dati forniti dalle suddette amministrazioni, contiene più di 470.000 eventi censiti, rappresentati con la loro forma areale, o se non cartografabili alla scala 1:25.000, con punti e/o linee orientate. Ciascun fenomeno possiede almeno le informazioni della scheda di primo livello.

Ai fini del presente lavoro sono stati selezionati i dati ricadenti all'interno del territorio comunale di Roma, fra quelli dell'archivio fornito dalla Regione Lazio all'APAT nell'ambito del Progetto (APAT, 2007).

Anche in questo caso è stata effettuata un'analisi accurata dei contenuti dell'archivio e sono stati eliminati alcuni dei punti che non sembravano rispettare i requisiti di ubicazione necessari per il presente lavoro. Inoltre sono stati accorpati punti che facevano riferimento a fenomeni censiti in altro archivio o più punti riferiti allo stesso fenomeno ed evento, o punti duplicati riferiti a riattivazioni dello stesso evento.

Dagli iniziali 108 punti noti all'interno del Comune di Roma ne sono stati selezionati a fine analisi circa 70 (fig. 8). Da notare una scarsa corrispondenza tra i dati contenuti nell'archivio AVI e quelli contenuti nell'archivio IFFI.

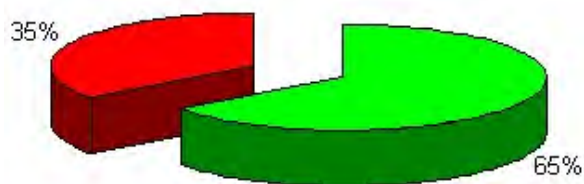


Fig. 8 - Diagramma a torta che mostra in verde la percentuale dei dati dell'archivio frane IFFI riferiti al Comune di Roma che sono stati utilizzati nel presente studio dopo la loro revisione sistematica.

- The diagram shows in green the portion of the IFFI archive data used for the project, after a systematic review.

3) Il PAI, Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Tevere.

Il Piano stralcio è stato redatto ai sensi e per gli effetti della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, convertito nella legge n. 267/1998 e della legge 365/2000. Esso si configura come stralcio funzionale del Piano di bacino ed è stato adottato in II adozione con delibera n. 114 del 5 Aprile 2006 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di

Bacino del fiume Tevere, dopo aver superato la prevista fase delle "Osservazioni al Piano".

Tra i vari contenuti informativi del PAI, ai fini del presente lavoro, sono state considerate quelle parti riguardanti la delimitazione delle aree in frana e delle aree a rischio, limitatamente al territorio del Comune di Roma. Si precisa che il territorio comunale ricade per il 91% circa all'interno del bacino del Fiume Tevere.

Dal sito dell'Autorità di Bacino (<http://www.abtevere.it>) è possibile scaricare gli shapefile relativi ai differenti livelli informativi a disposizione; i files denominati 5.shp e 6.shp corrispondenti rispettivamente alle aree in frana ed alle aree a rischio idrogeologico elevato e molto elevato.

Dai dati riferiti all'intero bacino sono stati selezionati, mediante intersezione, quelli ricadenti nel territorio comunale di Roma, per un totale di quasi 500 oggetti. Su questi oggetti è stata condotta un'analisi degli attributi e della loro posizione spaziale, confrontati mediante proiezione su cartografia topografica e sulle ortofoto alla scala 1:10.000 nonché con i dati provenienti da altre fonti, storiche o archivistiche.

In base a questa analisi è risultato che oltre 370 elementi (aventi tipologia uguale a "corona di frana") erano classificati dal PAI come "elemento presunto", e corrispondevano in massima parte ad aree ricavate calcolando un buffer intorno ad orli di scarpate morfologiche; di questi elementi sono stati selezionati ed inseriti nel database del presente lavoro solo quelli di cui è stato possibile trovare riscontro in altre fonti, tramite una intersezione o un'analisi di prossimità (ricercando intersezioni con un buffer di 100 m intorno agli oggetti già noti).

I rimanenti oggetti, classificati in maniera differente da "elemento presunto", sono stati aggiunti in toto al database, confrontandoli con le altre fonti al fine di evitare duplicazioni. Mancando qualunque riferimento temporale negli attributi delle frane del PAI e non potendo quindi identificare una eventuale riattivazione, si è deciso, in caso di duplicazione, di utilizzare un'unica rappresentazione per l'oggetto, evidenziando come origine del dato ambedue le fonti.

Infine, per omogeneità di rappresentazione con i dati provenienti dalle altre fonti, ciascun oggetto, generalmente poligonale anche se definito "elemento non cartografabile" nel database PAI, è stato sostituito con un punto, collocato nel bari-



centro, e comunque all'interno, del poligono stesso.

In totale, dei 496 oggetti presenti nel database PAI, solo 125 sono stati inseriti nel database finale (fig. 9). Da notare anche in questo caso un'assai scarsa corrispondenza tra gli archivi AVI ed IFFI e quello del PAI. Da notare la completa assenza in quest'ultimo, di qualsiasi accenno al secolare movimento franoso di Via Ugo bassi - Via Saffi (F175), alle pendici orientali di Monteverde.

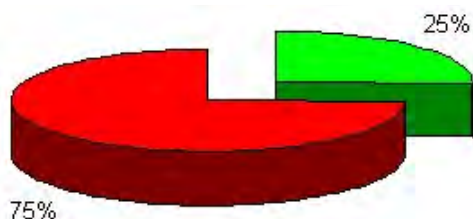


Fig. 9 - Diagramma a torta che mostra in verde la percentuale dei dati dell'archivio frane del PAI del fiume Tevere riferiti al Comune di Roma che sono stati utilizzati nel presente studio dopo la loro revisione sistematica.

- The diagram shows in green the portion of the Tevere river basin Authority Plan archive data used for the project, after a systematic review.

4) Altre Fonti

I contenuti dei tre archivi sopra citati, anche in conseguenza dei risultati della selezione dei dati effettuata, sono stati poi integrati con il censimento di altre fonti, presumibilmente non considerate negli archivi suddetti o riferibili comunque a periodi successivi al completamento di questi ultimi.

Sono stati in particolare consultati:

- Il Comune di Roma (Ufficio Cave e Servizio Difesa Suolo);
- Il Servizio Geologico della Provincia di Roma;
- Il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco (Ufficio Statistica);

Sono state inoltre revisionate alcune fonti bibliografiche (VENTRIGLIA, 1970, 1988-1990; CATENACCI, 1992) che hanno fornito ulteriore materiale e sono stati acquisiti i dati risultanti dai progetti di RomaNatura del Comune di Roma.

Dal Comune e dalla Provincia sono state fornite alcune relazioni geologico tecniche e resoconti di sopralluoghi, inediti, che hanno permesso di localizzare alcuni fenomeni, peraltro tutti di modesta entità, che hanno comunque arricchito il database. In particolare sono stati segnalati fenomeni di crollo o frane di detrito che hanno interessato le strade provinciali al di fuori del centro abitato.

In altri casi, utilizzando le risultanze delle citate relazioni sono state ricavate delle informazioni che

hanno permesso di migliorare la caratterizzazione di alcuni fenomeni già noti o di validare informazioni parziali provenienti da altre fonti.

In totale, presso i due enti territoriali, sono state reperite informazioni relative a 21 eventi utili per il database.

La collaborazione con il Comando provinciale dei VV.F. ha portato un numero limitato di informazioni da una fonte potenzialmente molto più ricca, essendo comunque i VV.F. la prima forza di intervento in caso di dissesto sul territorio. Le motivazioni di tale limitazione sono di due tipi.

La prima riguarda la struttura dell'archivio storico del Comando che, pur essendo databile indietro nel tempo fino ai primi del secolo scorso, è in formato cartaceo e attualmente non è consultabile essendo in corso la sua informatizzazione. La mancanza di un ordinamento della documentazione per tipologia di intervento ne rende quasi impossibile un utilizzo veloce. La schede intervento fornite sono quindi riferite ai soli anni 2005-2006, corrispondenti al periodo attualmente informatizzato.

In secondo luogo il contenuto delle schede talvolta è di difficile interpretazione o utilizzo, per gli scopi di questo lavoro, essendo ad esempio indicati come "crolli" sia quelli relativi ad eventi naturali e cioè di massi o di terra, sia quelli relativi a collassi di muri o di fabbricati. La localizzazione spazio temporale dell'evento invece è generalmente molto precisa. Delle 10 schede di intervento fornite relativamente all'arco temporale sopra citato 8 si sono rivelate utili ai fini del presente lavoro.

Per quanto riguarda le altre fonti bibliografiche bisogna sottolineare che il volume "Idrogeologia della Provincia di Roma" (VENTRIGLIA, 1988-1990) indica sul territorio comunale solo 6 piccoli fenomeni dandone una sommaria o addirittura nulla descrizione, per cui le informazioni relative ricavate, come l'ubicazione esatta, dalla carta allegata all'opera risultano abbastanza scarse.

Dal volume "Il dissesto idrogeologico in Italia dal dopoguerra al 1990" (CATENACCI, 1992) è stato possibile selezionare 4 fenomeni, un paio peraltro già noti da altre fonti, per i quali è stato possibile aggiungere informazioni più dettagliate.

Altri lavori specifici su alcuni fenomeni noti sul territorio comunale sono stati ampiamente utilizzati nel censimento e per la redazione delle schede di sintesi (COLOSIMO, 1974; SCIOTTI, 1986; LEONE, 1986; CORAZZA *et alii*, 2002).

Una fonte di dati inediti, come in precedenza accennato, si sono rivelati alcuni progetti di

RomaNatura, contenenti gli studi geologici e geomorfologici per la costituzione di aree naturali e protette. I dati relativi alle frane, tutte di piccole dimensioni, rilevate nelle 9 riserve naturali dell'area Romana ed ubicate originariamente in forma puntuale su cartografia alla scala 1:10.000, sono stati aggiunti al Sistema Informativo, opportunamente confrontati con i dati già presenti per evitare duplicazioni, ed inclusi nel database finale.

Altri dati infine provengono da relazioni inedite, rapporti interni o semplici segnalazioni di colleghi del Servizio Geologico che nel corso della loro attività istituzionale si sono trovati ad agire sul territorio romano ed hanno gentilmente segnalato le loro esperienze, come ad esempio l'evento F229, via Alberese (fig. 10) e l'evento F228, Via delle Sette Chiese.

Tutte le informazioni raccolte, debitamente validate e collocate sul territorio, sono state quindi inserite in un sistema informativo geografico collegato ad un database contenente le informazioni schematiche disponibili.

L'elenco completo dei fenomeni censiti, identificati da un numero univoco assegnato nel corso dell'indagine e preceduto dalla lettera F (esempio F134), è contenuto nella Tabella frane (allegata in formato .pdf). Dalla tabella, tramite un'apposita griglia cartesiana presente sulla "Carta della distri-

buzione dei dissesti", con le colonne indicate da lettere maiuscole e le righe da numeri interi, è possibile risalire all'ubicazione esatta del fenomeno sul territorio (esempio C-12).

Dato che solo alcuni dei fenomeni censiti disponevano di una caratterizzazione areale, per omogeneizzare la rappresentazione dei fenomeni si è deciso di utilizzare una identificazione solo puntuale.


Tabella 1 - Table 1

| FONTI DATI | sigla | numero eventi |
|---|------------|---------------|
| Piano assetto idrogeologico del Tevere | PAI | 125 |
| Progetto RomaNatura | RomaNatura | 74 |
| Progetto IFFI | IFFI | 73 |
| Relazioni e segnalazioni inedite Servizio Geologico d'Italia - Revisioni dati altri archivi | APAT | 53 |
| Progetto AVI | AVI | 49 |
| Provincia di Roma - Servizio geologico | Provincia | 15 |
| Archivio provinciale VV.F. | VV.F. | 8 |
| Comune di Roma - Ufficio Cave | Comune | 6 |
| Ventriglia U. (1988-90) | Ventriglia | 6 |
| Catenacci V. (1992) | Catenacci | 4 |
| Altre fonti bibliografiche | Altro | 3 |
| | TOTALE | 416 |



Fig. 10 - Frana di via Alberese (F229). Dietro il distributore di benzina posto sulla via Isacco Newton, al Portuense, si nota il muro di sostegno costruito a seguito del franamento occorso in occasione dello sbancamento per l'apertura della piazzola. La frana ha interessato il versante fino alla sua sommità, danneggiando la soprastante via Alberese.
- Via Alberese Landslide (F229). Behind the Via Isacco Newton gas station it is possible to see a concrete wall built after the occurrence of a landslide originated by the digging works. The slide damaged also the road (Via Alberese) on the top of the slope.





Tutti i dati sono stati quindi ubicati sotto forma di punti, in coordinate UTM ED50 fuso 33, per comodità di utilizzo e confronto con altri dati già presenti negli archivi del Servizio Geologico d'Italia. Per i fenomeni provenienti dall'archivio IFFI e per alcuni di quelli aggiunti *ad hoc* al progetto, il punto corrisponde al PIFF, Punto Identificativo Fenomeno Franoso, cioè il punto a quota maggiore della corona di frana (APAT, 2007); per i punti AVI, per il PAI e per altre fonti, in cui non era possibile identificare tale punto con certezza, si è assunto che il punto segnalato ricade comunque all'interno dell'area in frana.

Ricapitolando, nella Tabella 1 troviamo l'elenco delle fonti dei dati considerati in questo lavoro ed utilizzati per la redazione delle statistiche che seguono. Il numero totale delle fonti (416) è superiore al numero degli eventi censiti (332) in quanto alcuni fenomeni sono presenti in più fonti indipendenti.

Una considerazione generale riguarda appunto la sovrapposizione dei dati tra le varie fonti. I quattro grandi archivi consultati, PAI, AVI, IFFI e RomaNatura, hanno uno scarsissimo numero di sovrapposizioni, come se fossero stati redatti indipendentemente l'uno dall'altro senza tenere conto di archivi già esistenti e considerando a loro volta fonti differenti.

In particolare solo i fenomeni di Viale Tiziano (F120), Via A. Labriola (F137), Via Teulada (F126) e via Saffi/Ugo Bassi (F175) sono presenti sia su AVI che IFFI, mentre sul PAI del F. Tevere compaiono solo le prime due con l'esclusione, già citata, della storica frana di Monteverde (via Saffi/Ugo Bassi).

Nella Tabella frane, (allegata in formato .pdf) sono elencati tutti i fenomeni franosi censiti, correlati dei dati disponibili, ordinati in base al progressivo numerico da noi assegnato e preceduto dalla lettera F.

Ove disponibile è stata aggiunta nel campo note una sintetica descrizione del fenomeno, ricavata dai documenti consultati, dalle cronache giornalistiche, dalle pubblicazioni scientifiche o dai rapporti/relazioni consultati. Se noti, sono stati aggiunti la data o l'anno di accadimento dell'evento mentre in caso di attivazioni multiple sono indicate tutte le date note. La descrizione dell'evento fa riferimento, di solito, alla prima data o all'evento di maggiore importanza; in caso di ambiguità, nelle note è segnalato l'evento di riferimento. La tipologia del movimento è indicata secondo le classi del progetto IFFI, così come presente nella fonte originale. In alcuni casi è stato possibile, sulla base dell'analisi delle fonti, migliorare la

descrizione passando da un generico *nd* (*non determinato*) ad una tipologia specifica. Infine nella tabella sono indicate la litologia nella quale il fenomeno ricade e la sua collocazione rispetto alla griglia cartesiana presente sulla carta.

Per quanto riguarda lo stato di attività dei fenomeni, non essendo il dato disponibile per la maggior parte dei fenomeni censiti (solo il PAI e IFFI lo prevedono, ma per IFFI tutti i fenomeni avevano un *nd*) si è deciso, per omogeneità, di non indicarlo e di mantenere l'archivio, almeno in questa fase, legato alla sola distribuzione spaziale degli eventi.

Nonostante il lavoro di selezione e confronto delle varie fonti sia stato molto accurato possono tuttora sussistere delle incongruenze nel set di dati finale, anche in considerazione dell'assenza, per molti eventi, di alcune informazioni fondamentali, quali la data di accadimento o la tipologia del fenomeno.

Per tenere conto di ciò, è stato introdotto un artificio numerico per assegnare un diverso peso ai dati, collegandolo ad una valutazione di affidabilità delle informazioni comprese nel database. Così in sede di revisione dell'archivio dati è stato assegnato agli stessi un coefficiente di affidabilità in funzione delle notizie sull'evento, della presenza o meno di dati incrociati da più fonti, della presenza o meno di una data di accadimento, della corretta ubicazione sul territorio e, infine, della certezza della tipologia di movimento.

Tutti gli eventi sono stati quindi classificati su una scala da 1 a 3 (fig. 11), con il valore 1 corrispondente alla affidabilità minima necessaria per entrare nell'archivio, il valore 2 corrispondente ad eventi che hanno almeno un riscontro su più di una fonte ma mancano di altri dati e con il valore 3 che identifica eventi per i quali sono disponibili varie fonti e sono noti anche attraverso una loro descrizione sintetica, tratta da cronaca giornalistica o tecnico/scientifica.

In quest'ultima categoria ricadono tutti gli eventi (68 su 332 totali) che sono stati aggiunti ex novo al database sulla base di segnalazioni documentate, relazioni o rapporti di evento ad uso interno, e quelli per i quali è stato possibile procedere ad una revisione dei dati originali (in special modo dati AVI, per i quali sono state rintracciate le fonti originali che hanno permesso la esatta descrizione e ubicazione dell'evento).

Relativamente alla distribuzione territoriale dei fenomeni franosi ottenuta nel presente lavoro si possono evidenziare alcune situazioni peculiari: un

numero limitato di punti censiti ricade in aree urbanizzate oppure con caratteristiche morfologiche attualmente pianeggianti o comunque apparentemente non compatibili con l'accadimento di un fenomeno franoso; di loro può non esistere alcuna traccia o evidenza sul terreno. Questi fenomeni di obliterazione possono essere riconducibili a vari fattori.

L'espansione urbana può aver completamente alterato l'ambiente originario; in particolare l'urbanizzazione delle aree, non solo periferiche, ha intensamente modificato l'andamento planoaltimetrico dei terreni della Capitale all'interno del Grande Raccordo Anulare, come testimoniato da molte pubblicazioni e studi sull'argomento. Basti citare le modifiche operate alle pendici meridionali del Gianicolo ed all'area di Monteverde, dove sono letteralmente scomparse le vallecicole originarie, colmate dai terreni di riporto per permettere la costruzione di edifici ed infrastrutture, o la scomparsa di rilievi quali la Collina Velia, presso il Colosseo, per fare posto a strutture viarie (fig. 12). Eventi franosi che risalgono ad anni precedenti a tale espansione possono quindi essere stati completamente obliterati dalla trasformazione

urbanistica.

Altre segnalazioni possono in alcuni casi fare riferimento ad eventi che hanno dato luogo ad interventi di prevenzione del rischio in settori limitrofi al dissesto, più che sul corpo di frana stesso. Per cui oggi l'area originaria di frana può essere di fatto obliterata o di difficile individuazione, mentre rimangono evidenze di un intervento stabilizzatore in settori in realtà mai franati. In questa categoria ricade ad esempio il fenomeno di viale Tiziano del 1972 (vedi scheda sintetica n.1), che è stato oggetto alla fine degli anni '70 di un lavoro di risagomatura del versante, con gradonature a monte dell'area occupata dal distributore di benzina. Nel sopralluogo condotto nell'estate del 2007 sono risultate ben identificabili sul terreno le gradonature, per quanto mascherate dalla folta vegetazione che le ha colonizzate nel tempo, mentre sussistono scarse evidenze morfologiche del fenomeno di crollo.

Altro esempio con aspetti simili è la frana che ha interessato nel 1956 via Capoprati - Lungotevere Maresciallo Diaz (F111) e poi riattivata nel 1960 e nel 1964. Dopo la sistemazione definitiva della metà degli anni '60 non c'è più traccia

| Litologia | Attendibilità | | | | classi di attendibilità (%) | | |
|---------------------|---------------|------------|------------|-----------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | totale frane | 1 bassa | 2 media | 3 alta | classe 1 | classe 2 | classe 3 |
| Tufi e pozzolane | 137 | 93 | 13 | 31 | 67,9 | 9,5 | 22,6 |
| Argille plioceniche | 69 | 42 | 16 | 11 | 60,9 | 24,6 | 14,5 |
| Terreni fini | 44 | 37 | 4 | 3 | 84,1 | 9,1 | 6,8 |
| Terreni sabbiosi | 38 | 25 | 6 | 7 | 65,8 | 15,8 | 18,4 |
| Terreni misti | 35 | 18 | 4 | 13 | 51,4 | 11,4 | 37,1 |
| Lave basiche | 3 | 3 | 0 | 0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 |
| Travertino | 3 | 0 | 0 | 3 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| Terreni grossolani | 2 | 2 | 0 | 0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 |
| Terreni residuali | 1 | 1 | 0 | 0 | 100,0 | 0,0 | 0,0 |
| Totali | 332 | 221 | 43 | 68 | 66,6 | 13,3 | 20,2 |

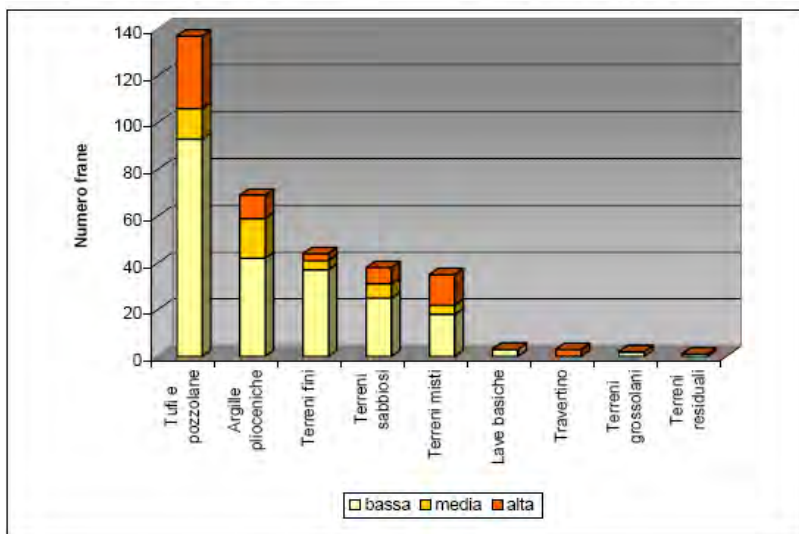


Fig. 11 - La tabella in alto mostra, per ogni litologia (vedi cap. 4), la quantità di fenomeni franosi per ciascuna classe di attendibilità, in valore assoluto ed in percentuale. Gli stessi valori sono visibili nell'istogramma sottostante.

- Table on top shows, for each lithological unit, the number of landslides according to their reliability (1=low, 2=medium, 3=high) as an absolute value and as a percentage. Same values are shown in the cumulated histogram.





Fig. 12 - La foto mostra i lavori che hanno portato nel 1932 alla scomparsa della Collina Velia, una sella che congiungeva il Fagutale, la propaggine più meridionale dell'Esquilino, con le pendici del Palatino, per l'apertura di Via dei Fori Imperiali.

- The picture shows the huge digging works that in 1932, completely obliterated the Collina Velia, a small hill originally situated between Esquilino Hill and Palatino hill, to build Via dei Fori Imperiali.

nella zona del movimento franoso che pure era di importanti dimensioni (250 m di lunghezza del fronte) ed interessava l'argine del Tevere compresi i muraglioni.

Alcuni fenomeni infine, specialmente quelli la cui localizzazione è presente solamente in uno fra gli inventari utilizzati, in mancanza di altre fonti, possono essere delle segnalazioni errate o male ubicate, nonostante lo sforzo di validazione fatto in questo lavoro.

In definitiva, da tutto quanto sopra descritto, si può ritenere che il set di dati finale sia comunque rappresentativo delle tipologie franose prevalenti nell'area e della loro distribuzione sul territorio comunale.

Ulteriori analisi delle fonti storiche ed approfondimenti delle stesse (ad esempio dell'Archivio VV.F.), nonché la possibilità di accedere ad ulteriori archivi storici quali quelli dell'ANAS o delle Ferrovie dello Stato, potranno portare ad una sempre maggiore conoscenza del territorio della Capitale dal punto di vista della distribuzione dei dissesti, per fornire utili indicazioni alle amministrazioni competenti.

4 - LA CARTA GEOLITOLOGICA

Il tema della distribuzione delle frane sul territorio implica la descrizione dello strato informativo di confronto, qui costituito dalla Carta geolito- logica del comune di Roma (fig. 13).

Per poter procedere ad un confronto tra i dati delle frane ed il substrato su cui si sviluppano è necessario disporre di una copertura geologica del territorio, in formato vettoriale, la cui legenda contenga indicazioni sulle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti, omogeneamente raggruppati rispetto al loro comportamento nei confronti dei fenomeni franosi.

Tale cartografia può essere utilmente derivata da una carta geologica con il supporto di indicazioni e informazioni di tipo geotecnico sul comportamento dei terreni.

Tuttavia, allo stato attuale, non esiste una copertura vettoriale di tipo geologico, che permetta di ricavare una carta derivata di tal fatta. La recente cartografia geologica alla scala 1:50.000, prodotta nell'ambito del progetto CARG, con il relativo database alla scala 1:25.000, non è ancora in formato vettoriale ed inoltre non ricopre tutta l'area di interesse, essendo i fogli Roma e Colli Albani limitati al settore meridionale del territorio Comunale. Altre cartografie, ad esempio quella allegata al lavoro di VENTRIGLIA (2000), non sono ugualmente disponibili in formato vettoriale.

Pertanto è stata utilizzata la carta geologica alla scala 1:100.000 del Servizio Geologico d'Italia, recentemente vettorializzata. Per la costruzione della carta derivata a tema litologico è stato seguito l'approccio del progetto Carta Litologica d'Italia alla scala 1:100.000 (AMANTI, 2007; AMANTI *et alii*, 2007), utilizzando opportunamente degli attributi "litologici", inseriti in una legenda appositamente strutturata, che permettono di caratterizzare i terreni per tipi litologici omogenei a partire dai dati descrittivi presenti nella carta geologica e nelle note illustrative.

Per l'area del comune di Roma quindi sono stati rielaborati 4 fogli geologici alla scala 1:100.000 (N. 143, 144, 149, 150), ottenendo una nuova classificazione delle formazioni geologiche affioranti con loro attribuzione a 10 classi litologiche, omogenee per caratteristiche di comportamento "in grande" nei confronti dei fenomeni franosi.

Nella Tabella litologia-geologia (allegata in formato .pdf) sono elencate, per ciascuna classe litologica, le definizioni corrispondenti alle unità/formazioni presenti sui fogli geologici citati ed in esse raggruppate.

Nella figura 14 vengono proposte le statistiche relative alle superfici di affioramento delle litologie così ridefinite.

E' da evidenziare che nelle rielaborazioni relati-

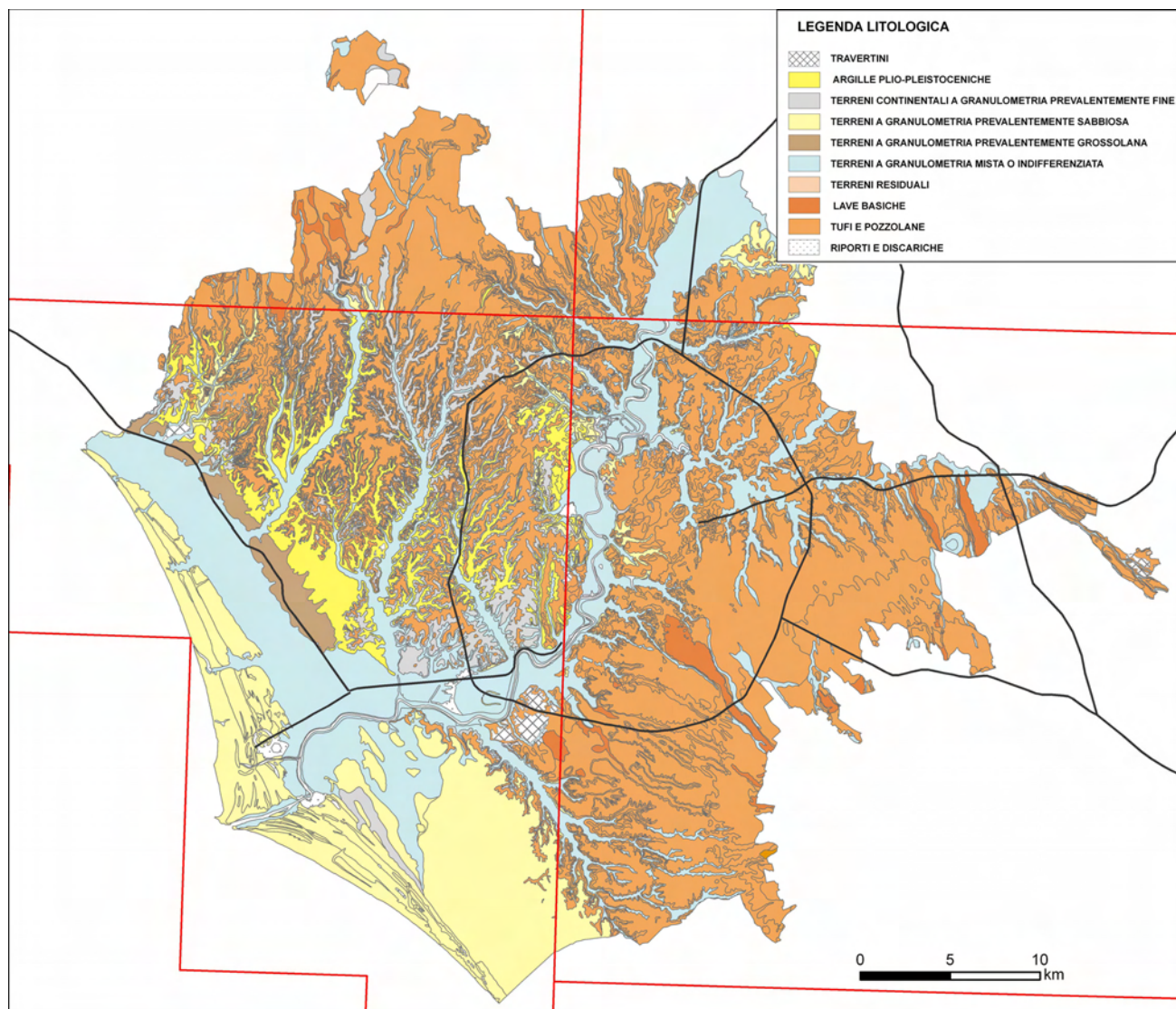


Fig. 13 - Una riproduzione ridotta della carta geolitologica del comune di Roma, derivata dalla carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, ed appositamente riclassificata per questo lavoro. Nel testo sono meglio descritte le caratteristiche della carta e della legenda utilizzata.

- A reduced picture of the lithological map of the study area; the original geological map was at 1:100.000 scale. A lithological legend was used to reclassify the units, according to their general characteristics, to obtain an homogeneous map from 4 different geological sheets, surveyed in different times with different methodologies.

ve ai fenomeni franosi si è fatto riferimento alle sole litologie derivate da quanto rappresentato nelle carte geologiche originali 1:100.000. Risulta pertanto sottostimata la rappresentazione dei terreni di origine antropica ed dei riporti, che sappiamo invece essere ampiamente diffusi nell'area urbana.

La litologia più ampiamente rappresentata è quella dei "Tufi e pozzolane", che rappresenta da sola circa il 50 % del territorio comunale. Tale litologia comprende tutti i terreni tufacei e di origine piroclastica, di origine Sabatina e Laziale diffusi nel settore sudorientale del territorio comunale, e di origine Sabatina e Vicana nel settore nord.

Un altro 21% circa del territorio comunale è

coperto invece dai terreni della classe litologica "terreni a granulometria mista o indifferenziata". In questa categoria sono stati inclusi quei terreni la cui descrizione geologica non ha permesso una chiara assegnazione ad un gruppo di caratteristiche più omogenee, quali ad esempio i "terreni a granulometria prevalentemente fine" o i "terreni a granulometria prevalentemente grossolana". In pratica rientrano in questa categoria tutti i terreni di origine alluvionale, le conoidi, ove differenziate nella carta geologica, alcune facies palustri o alluvio-lacustri con granulometrie miste, passanti da fine alla ghiaia spesso con grande eteropia laterale e verticale. La loro distribuzione segue naturalmente



| Litotipo affiorante | area in km ² | % area |
|--|-------------------------|--------|
| Terreni residuali | 0,44 | 0,03 |
| Argille plio-pleistoceniche | 70,19 | 5,23 |
| Terreni continentali a granulometria prevalentemente fine | 79,26 | 5,30 |
| Terreni a granulometria prevalentemente sabbiosa | 196,77 | 13,16 |
| Tufi e pozzolane | 750,51 | 50,20 |
| Travertini | 7,96 | 0,53 |
| Lave basiche | 24,70 | 1,65 |
| Terreni continentali a granulometria mista o indifferenziata | 324,76 | 21,72 |
| Terreni a granulometria prevalentemente grossolana | 20,89 | 1,40 |
| Riporti e discariche di origine antropica | 5,90 | 0,39 |

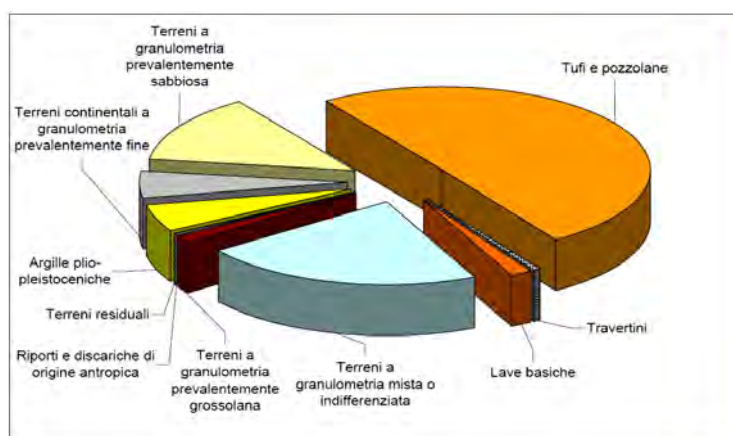


Fig. 14 - Distribuzione percentuale delle litologie affioranti nell'area di studio.
- Percentage distribution of lithological units outcropping in the study area.

la rete idrografica superficiale, la valle del Tevere e dei suoi affluenti, per allargarsi poi nella piana costiera, prevalentemente a nord della foce del fiume.

I "terreni a granulometria prevalentemente sabbiosa" affiorano per circa il 13% del territorio comunale. Essi comprendono quelle unità o formazioni dalla cui descrizione in legenda è stato possibile identificare la prevalenza del materiale granulare di dimensione sabbiosa. In particolare sono compresi in questa categoria le sabbie gialle, le dune costiere, i sabbioni rossastri, sabbie argillose, la "duna antica" Auct. Sono particolarmente diffusi nell'area costiera del territorio comunale, nella porzione nordorientale e nell'area centrale, specialmente in destra idrografica del Fiume Tevere.

I terreni fini sono stati raggruppati in due categorie:

I "terreni continentali a granulometria prevalentemente fine" che affiorano nel 5.3% del territorio comunale e sono rappresentati prevalentemente dalle facies palustri e lacustri in cui la porzione fine è dominante, a luoghi sovrastanti o intercalate alle serie vulcaniche Sabatine, e dalle diatomiti. Sono diffusi in destra idrografica del Tevere.

Le "argille plio-pleistoceniche" affiorano per un altro 5.2% nell'area del Comune. Sono rappresentate dai terreni argillosi, a luoghi sabbiosi, dalle facies salmastre a Cerastoderma edule L. e dalle argille azzurre marine e marne grigie nella zona di M.Mario e del M.Vaticano.

Altre tipologie di terreni, quali le "lave basiche", i "travertini", i "terreni a granulometria prevalentemente grossolana", i "terreni residuali" ed i "terreni di origine antropica" affiorano per un complessivo 4-5%.

Naturalmente alcune disomogeneità nella carta

geolitologica così elaborata, specialmente laddove al passaggio tra fogli geologici contigui i dati risultano totalmente incompatibili, permangono come eredità di tali incongruenze. Sono comunque di minima entità e coinvolgono in maniera marginale i fenomeni franosi, non influenzando in modo significativo le analisi statistiche.

5 - CONSIDERAZIONI STATISTICHE SULLA DISTRIBUZIONE DELLE FRANE CENSITE SUL TERRITORIO COMUNALE

Dai due set di dati sopra descritti, cioè l'inventario dei fenomeni franosi sotto forma di punti e la copertura di poligoni relativa alla litologia affiorante, per opportune intersezioni tra i due insiemi, si sono derivati vari strati informativi.

Il quadro di sintesi è rappresentato dalla Carta della distribuzione dei dissesti alla scala 1:75.000 (allegata in formato .pdf), sulla quale sono riportati i punti identificativi dei 332 fenomeni franosi censiti, ciascuno con la sua sigla e con un colore differente in funzione della tipologia di movimento. La griglia cartesiana (colonne con lettere maiuscole e righe con numeri interi) permette di individuare la posizione dei fenomeni franosi partendo dalla Tabella frane. Lo sfondo della carta è costituito dalla base topografica alla scala 1:10.000 e dalla distribuzione dei tipi litologici riaggregati in base alle considerazioni precedenti.

A margine della carta sono presenti dei dati a corredo rappresentati da tabelle e statistiche sulla distribuzione dei fenomeni rispetto alle litologie affioranti. E' presente inoltre un riquadro mostrante un ingrandimento dell'area di viale Tiziano, ai

Parioli, dove recentemente, nel novembre 2007 si è verificato un nuovo fenomeno di crollo. In tale area sono censiti ben 4 fenomeni. Al fine di valutare la distribuzione dei fenomeni di dissesto rispetto alla litologia affiorante è stata fatta un'intersezione fra i punti rappresentativi delle frane e la litologia in cui essi ricadono. A ciascuno dei punti è stato quindi assegnato un codice corrispondente alla classe litologica nella quale esso si colloca e su questi codici sono state effettuate le analisi statistiche di seguito descritte.

Nella figura 15 è mostrata la ripartizione dei vari fenomeni secondo le diverse tipologie di movimento (APAT, 2007). A fronte di un 18% di fenomeni non determinati (*nd*), legati soprattutto alle segnalazioni più vecchie o non direttamente verificate sul terreno, si riscontra una sostanziale omogeneità nella diffusione dei fenomeni di Crollo, dei fenomeni Complessi e delle Aree soggette a frane

superficiali diffuse, con circa il 20% per ciascuna categoria. Il resto dei fenomeni appartiene alle tipologie di scivolamento (11%) e di colamento lento (10%).

Nella figura 16 si evidenzia che la distribuzione dei fenomeni franosi sui vari terreni affioranti interessa maggiormente la litologia *Tufi e pozzolane*, con 137 fenomeni corrispondenti al 41% circa del totale. Seguono le *Argille plio-pleistoceniche*, con 69 fenomeni (20,8 %), i *Terreni continentali a granulometria prevalentemente fine*, con 44 fenomeni (13,3 %), i *Terreni a granulometria prevalentemente sabbiosa* con 39 fenomeni (11,7%), i *Terreni a granulometria mista o indifferenziata* con 35 fenomeni (10,5 %). I rimanenti litotipi mostrano un numero di fenomeni estremamente ridotto o nullo.

Sui risultati delle precedenti statistiche si può ulteriormente operare per una valutazione della qualità dell'inventario, ricostruito ai fini del pre-

| Tipologie frane | N | % |
|--------------------|------------|--------------|
| nd | 60 | 18,4 |
| Crollo | 68 | 20,2 |
| Scivolamento | 35 | 10,5 |
| Colamento lento | 33 | 9,9 |
| Complesso | 69 | 20,8 |
| Frane sup. diffuse | 67 | 20,2 |
| TOTALI | 332 | 100,0 |

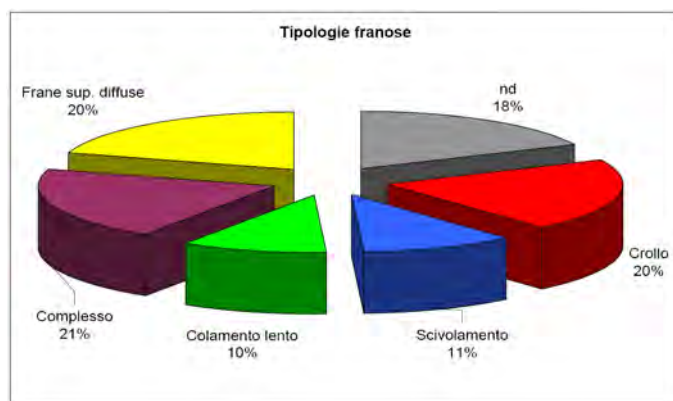


Fig. 15 - Ripartizione dei fenomeni franosi secondo il tipo di movimento (AMANTI *et alii*, 1996; APAT, 2007).

- Landslides classification, according to type of movement..

| Tipo litologico | Numero frane | % |
|---|--------------|--------------|
| Tufi e pozzolane | 137 | 41,3 |
| Argille plio-pleistoceniche | 69 | 20,8 |
| Terreni continentali prevalentemente fini | 44 | 13,3 |
| Terreni prevalentemente sabbiosi | 38 | 11,4 |
| Terreni misti e indifferenziati | 35 | 10,5 |
| Lavi basiche | 3 | 0,9 |
| Travertini | 3 | 0,9 |
| Terreni prevalentemente grossolani | 2 | 0,6 |
| Terreni residuali | 1 | 0,3 |
| Riporti e discariche antropica | 0 | 0,0 |
| TOTALE | 332 | 100,0 |

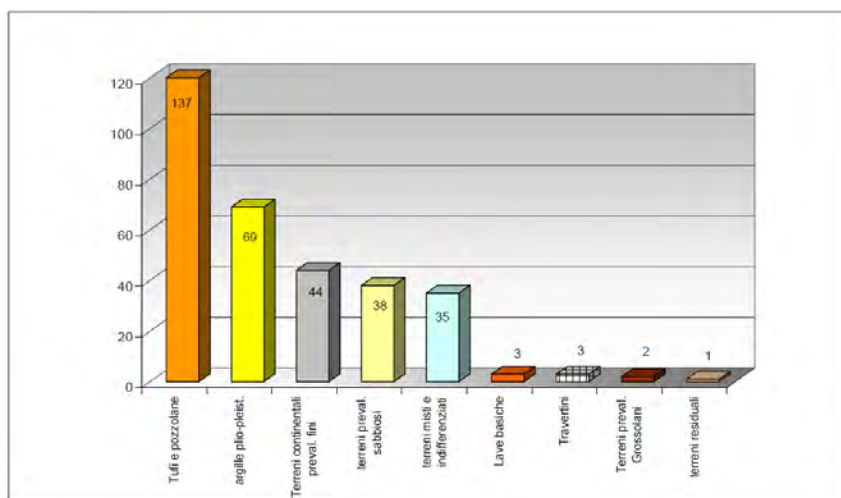


Fig. 16 - Distribuzione totale dei fenomeni franosi rispetto alle litologie affioranti.

- Total landslides distribution in the study area, according to their occurrence in the lithological units



sente lavoro secondo le modalità in precedenza esposte, con particolare riguardo alla ubicazione e tipologia di movimento dei fenomeni considerati.

Infatti se per ciascuna delle litologie maggior-

mente interessate da fenomeni franosi si calcola la percentuale delle diverse tipologie di movimento, si ottengono i risultati illustrati nella figura 17 che contiene tabelle riassuntive e grafici relativi a cin-

| TIPO | Tipologie frane | lito 3 lave basiche | lito 4_1 tufi | lito 7 terreni gros- solani | lito 8 terreni resi- duali | lito 9 travertini | lito 10 terreni fini | lito 11 terreni medi | lito 12 terreni misti e/o indifferenziali | lito 13 Argille plio- pleistoceniche | TOTALI | % |
|------|------------------------|------------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|---|--|------------|---------------|
| 0 | nd | | 21 | | | | 3 | 5 | 12 | 19 | 60 | 18,37 |
| 1 | Crollo | 1 | 42 | 1 | | 3 | 5 | 4 | 4 | 8 | 68 | 20,18 |
| 2 | Scivolamento | | 10 | | | | 2 | 10 | 8 | 5 | 35 | 10,54 |
| 4 | Colamento lento | 1 | 5 | | | | 11 | 5 | 1 | 10 | 33 | 9,94 |
| 7 | Complesso | | 37 | 1 | | | 9 | 5 | 8 | 9 | 69 | 20,78 |
| 11 | Frane sup. diffuse | 1 | 22 | | 1 | | 14 | 9 | 2 | 18 | 67 | 20,18 |
| | TOTALI | 3 | 137 | 2 | 1 | 3 | 44 | 38 | 35 | 69 | 332 | 100,00 |
| | Totali senza nd | 3 | 116 | 2 | 1 | 3 | 41 | 33 | 23 | 50 | 272 | |

Percentuali tipologie franose nelle litologie

| | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| nd | 0,0 | 15,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 6,8 | 13,2 | 34,3 | 27,5 | 18,1 |
| Crollo | 33,3 | 30,7 | 50,0 | 0,0 | 100,0 | 11,4 | 10,5 | 11,4 | 11,6 | 20,5 |
| Scivolamento | 0,0 | 7,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,5 | 26,3 | 22,9 | 7,2 | 10,5 |
| Colamento lento | 33,3 | 3,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 25,0 | 13,2 | 2,9 | 14,5 | 9,9 |
| Complesso | 0,0 | 27,0 | 50,0 | 0,0 | 0,0 | 20,5 | 13,2 | 22,9 | 13,0 | 20,8 |
| Frane sup. diffuse | 33,3 | 16,1 | 0,0 | 100,0 | 0,0 | 31,8 | 23,7 | 5,7 | 26,1 | 20,2 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

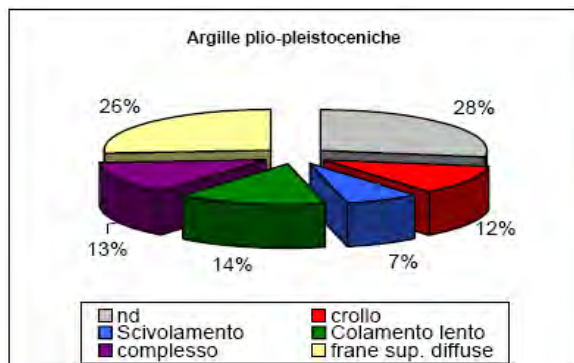
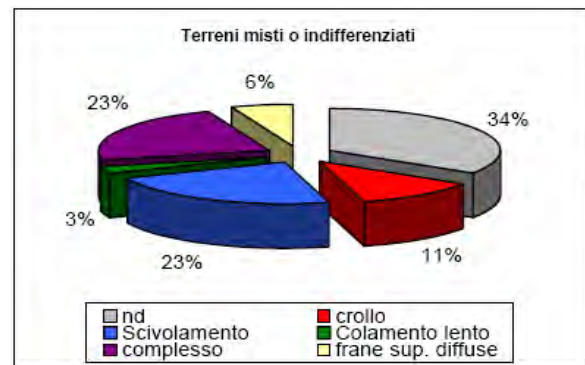
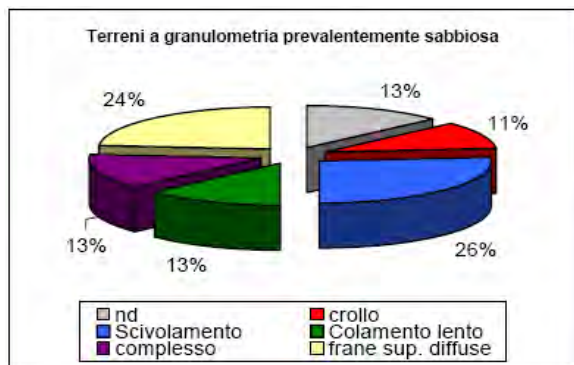
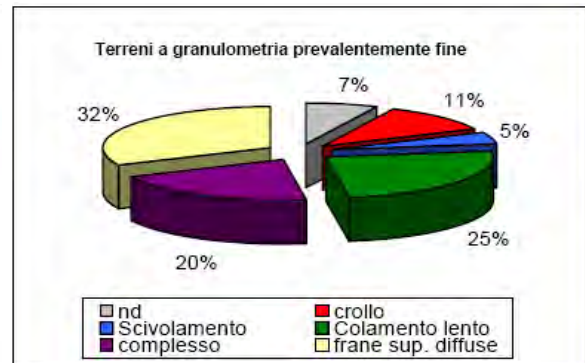
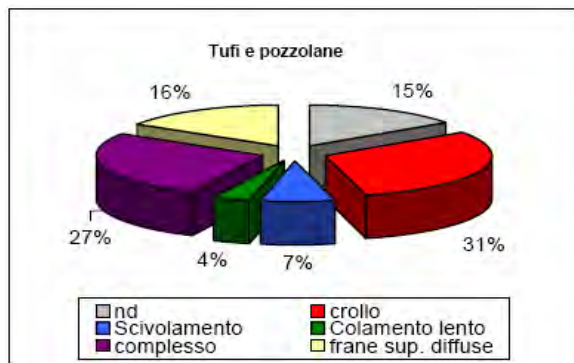


Fig. 17 - Per ciascuna litologia affiorante sono mostrate le percentuali di distribuzione delle varie tipologie franose. Vedi il testo per il commento ai grafici ed alle tabelle.

- For each lithological unit, landslides type of movement occurrence is shown as an absolute number in the top table and as a percentage in the second one. The following diagrams, one for each one of the 5 most frequent lithological unit, show the same data. It is possible to see that the prevailing type(s) of movement are well in agreement with the lithological unit (i.e. in the plio-pleistocenic clays unit, prevailing types of movement are the areas with shallow landslides, the slow flows and the complex movements).

que delle litologie studiate. In tal modo è possibile valutare qualitativamente il grado di correlazione tra tipologia franosa e litologia su cui il fenomeno risulta rappresentato in carta.

In particolare nella litologia *Tufi e pozzolane* risultano prevalenti i movimenti di crollo (31%), quelli complessi (27%) e le aree con movimenti superficiali diffusi (16%) per un totale del 74% circa. Questo dato ben si correla alla litologia corrispondente in cui sono compresi sia terreni tufacei litoidei (con prevalenza quindi di crolli) sia i terreni pozzolanacei sciolti.

Per quanto riguarda le *Argille plio-pleistoceniche* i movimenti più frequenti sono le aree con movimenti superficiali diffusi (26%), i colamenti lenti (14%) ed i movimenti complessi (13%) per complessivi 53%; tenendo conto che il 28% dei fenomeni rimanenti ha una classificazione nd, anche in questo caso la correlazione è di buona qualità.

Nei *Terreni continentali a granulometria prevalentemente fine* sono molto frequenti le aree con movimenti superficiali diffusi (32%), i colamenti lenti (25%) ed i movimenti complessi (20%), per un totale del 77%. Tali tipologie di movimento sono caratteristiche dei terreni fini a comportamento coesivo che caratterizzano la litologia in questione.

Nei *Terreni a granulometria mista o indifferenziata*, a fronte di una percentuale elevata di nd (34%) si riscontrano il 23% di fenomeni complessi ed il 23% di fenomeni di scivolamento. Data la estrema eterogeneità di questa litologia e la sua distribuzione generalmente nelle piane alluvionali, più o meno terrazzate, con bassissima o nulla energia di rilievo, la tipologia prevalente dei fenomeni in essa diffusi

non fornisce utili informazioni sulla attendibilità dei dati iniziali.

Infine nei *Terreni a granulometria prevalentemente sabbiosa* i fenomeni di scivolamento (26%) e le aree con movimenti superficiali diffusi (23%) sono le più rappresentate mentre le altre classi presenti si attestano su valori tra il 10% ed il 13%.

Naturalmente per poter avere delle indicazioni preliminari sulla propensione al dissesto dei terreni affioranti non basta conteggiare il numero dei fenomeni che in essi ricadono, ma è necessario confrontare tale dato almeno con la superficie di affioramento di ciascun terreno, al fine di ricavare un indice di franosità. Tale indice può essere di tipo areale (superficie in frana/superficie affiorante) o puntuale (numero di frane/superficie di affioramento) in funzione dei dati disponibili. Da quanto detto in precedenza, non disponendo delle estensioni areali di tutti i fenomeni censiti, si è ricavato l'indice di franosità puntuale che viene mostrato nella figura 18. Nella tabella in alto per ogni litotipo è mostrata la sua estensione areale in km² ed in percentuale sul territorio comunale, il numero di frane che in esso ricadono e l'indice di franosità puntuale come rapporto tra i due precedenti. Le ultime due colonne della tabella (Numero frane pesato e Indice franosità pesato) verranno descritte più avanti nel testo. Nei diagrammi successivi non sono stati considerati i litotipi con un numero di frane basso (da 0 a 3) in quanto non ritenuti sufficientemente significativi.

Nel diagramma a) di figura 18 sono mostrati i valori assoluti del numero di frane per litotipo (colonne verticali) ed il relativo indice di franosità

| Classe geolitologica | Area in Km ² | % area | Numero frane | Indice franosità (n frane/Km ²) | Numero frane pesato | Indice di franosità pesato (n frane pesato/Km ²) |
|---|-------------------------|--------------|--------------|---|---------------------|--|
| Terreni residuali | 0,44 | 0,03 | 1 | 2,26 | 1 | 2,26 |
| Argille plio-pleistoceniche | 78,19 | 5,23 | 69 | 0,88 | 106 | 1,36 |
| Terreni continentali a granulometria prevalentemente fine | 79,26 | 5,30 | 44 | 0,56 | 54 | 0,68 |
| Terreni continentali a granulometria prevalentemente sabbiosa | 196,77 | 13,16 | 38 | 0,19 | 58 | 0,29 |
| Tufi e pozzolane | 750,51 | 50,20 | 137 | 0,18 | 212 | 0,28 |
| Travertini | 7,96 | 0,53 | 3 | 0,38 | 9 | 1,13 |
| Lave basiche | 24,70 | 1,65 | 3 | 0,12 | 3 | 0,12 |
| Terreni a granulometria mista o indifferenziata | 324,76 | 21,72 | 0,0 | 0,11 | 65 | 0,20 |
| Terreni a granulometria prevalentemente grossolana | 20,89 | 1,40 | 35 | 0,10 | 2 | 0,10 |
| Riporti e discariche di origine antropica | 5,90 | 0,39 | 2 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| TOTALI | 1.489,10 | 99,60 | 332 | 0,22 | 510 | 0,34 |



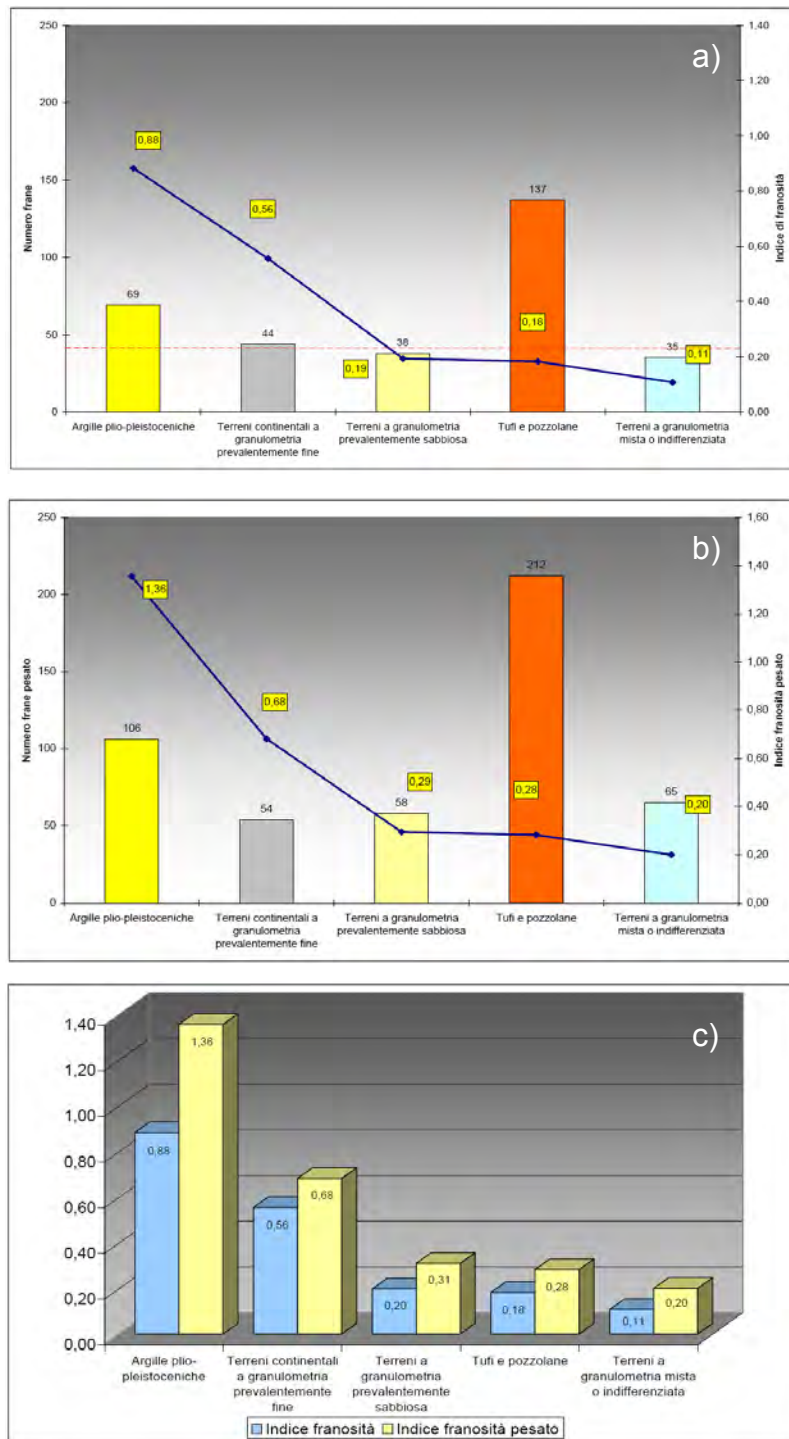


Fig. 18 - Nella tabella in alto sono mostrati i valori di superficie in affioramento dei litotipi e l'indice di franosità, semplice e pesato per ciascuno di essi. Nei diagrammi seguenti sono messi a confronto il numero di fenomeni per le 5 litologie più diffuse ed il relativo indice di franosità semplice (a) e pesato (b). Il grafico finale (c) mostra le variazioni nell'indice di franosità per ciascuna litologia. Nella tabella è stata eliminata la classe Acqua (5,66 km² - 0,36% del totale) e sono stati esclusi dai grafici i litotipi con un numero di frane molto basso (1-3) o nullo. Vedi il testo per il commento alla tabella ed ai grafici.

- In the top table outcropping area and landslide indexes (simple and modified according to reliability) for each lithological unit are shown. In the diagrams, the two indexes (a-simple and b-modified) of the 5 lithological unit with a significant (> 3) number of landslides are shown. Comparison between indexes values confirm that, despite the higher number of events, the litho Unit "Tuffs" is not the most hazardous one. On the contrary the high indexes show a greater landslide propension in plio-pleistocenic clays Unit and in Continental clays Unit.

(punti). Da tale diagramma si evince che la formazione con la maggiore propensione al dissesto è quella delle *Argille plio-pleistoceniche* con un indice di 0.88 frane per km², seguita dai *Terreni continentali a granulometria prevalentemente fine*, con 0.56 frane per km² e dai *Terreni a granulometria prevalentemente sabbiosa* con 0.19 frane per km².

I *Tufi e pozzolane*, che pure presentano il maggior numero di fenomeni in valore assoluto (137 su 332 totali), in virtù della vasta superficie di affioramento hanno un indice di franosità più basso, intorno a 0.18 frane per km².

Nel diagramma la linea rossa tratteggiata orizzontale mostra il valore dell'indice di franosità medio su tutto il territorio comunale, che è di circa 0.22 frane per km².

Allo scopo di pesare in maniera adeguata la distribuzione dei fenomeni franosi in funzione dell'attendibilità dei dati ad essi riferiti, così come descritta nel paragrafo relativo all'inventario dati, sono stati calcolati il numero frane pesato e l'indice franosità pesato.

Tali valori sono ricavati dal numero di frane originario corretto in funzione appunto del valore di attendibilità, che per ogni fenomeno va da 1 (attendibilità minima) a 3 (attendibilità massima). In pratica il valore della colonna numero frane pesato è ricavato moltiplicando per 3 il numero dei fenomeni che hanno attendibilità alta, per 2 quello dei fenomeni con attendibilità media, lasciando inalterato il numero dei fenomeni con attendibilità bassa e sommando i tre valori ottenuti. Per ciascun litotipo si ottiene un valore tanto maggiore del numero originario di frane quanto maggiore è la presenza di fenomeni con alta e media attendibilità rispetto a quelli a bassa.

Tale valore, diviso per la superficie affiorante, fornisce l'indice di franosità pesato indicato nell'ultima colonna.

Il diagramma b) della figura 18, in

analogia al precedente, mostra i valori del numero frane pesato e del rispettivo indice di franosità pesato. Il valore medio indicato dalla linea rossa tratteggiata questa volta è pari a 0.34 frane per km².

Il dato che si ricava dal confronto con il diagramma precedente, figura 18 c), è sicuramente la conferma delle caratteristiche relative di propensione al dissesto dei vari terreni affioranti; in particolare modo si conferma la posizione prevalente delle *Argille Plio-pleistoceniche* che evidenziano, anzi un incremento del loro indice rispetto a quello dei Terreni fini. Rimangono sostanzialmente invariate le posizioni relative delle altre litologie considerate.

Come in precedenza evidenziato, nei diagrammi di fig. 18 non sono stati inclusi i litotipi che presentano un numero di frane minore o uguale a 3; sarebbe altrimenti da inserire al primo posto in ambedue le elaborazioni la litologia *Terreni residuali* con un indice di franosità puntuale di 2,26 frane per km², frutto della presenza di un solo evento franoso su di un areale estremamente ridotto in affioramento (0.44 km²).

6 - SCHEDA SINTETICA 1: I DISSESTI DI VIALE TIZIANO

L'area di Viale Tiziano è fra quelle storicamente soggette a fenomeni franosi nel territorio comunale di Roma. Nel presente lavoro sono stati censiti 4 eventi con le sigle F120, F241, F340 e F351 (fig. 19).

Il dissesto più rimarchevole è quello dell'aprile 1972, allorché nel tratto tra via delle Belle Arti e lo Stadio Flaminio, un fenomeno di crollo (evento F120) interessò il versante ovest dei M. Parioli, esplicandosi in due episodi intervallati di circa 20 giorni. All'evento principale del 3 di aprile seguì infatti il crollo del giorno 25, di dimensioni più modeste, il quale tuttavia causò ulteriori danneggiamenti alle infrastrutture sottostanti.

L'evento (fig. 20a) è citato negli archivi AVI ed è schedato nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI).

Le fonti bibliografiche indicano, per il primo episodio, il distacco di circa 40 m³ di materiale con formazione di una corona ampia circa 40 m ad una quota media di 30 m. s.l.m., e per l'evento di fine Aprile la mobilitazione di ulteriori 10 m³. Tuttavia, sulla base dei dati pubblicati da COLOSIMO, 1974, è possibile operare la ricostruzione di una sezione topografica orientata perpendicolarmente al settore di corona che presentava allora

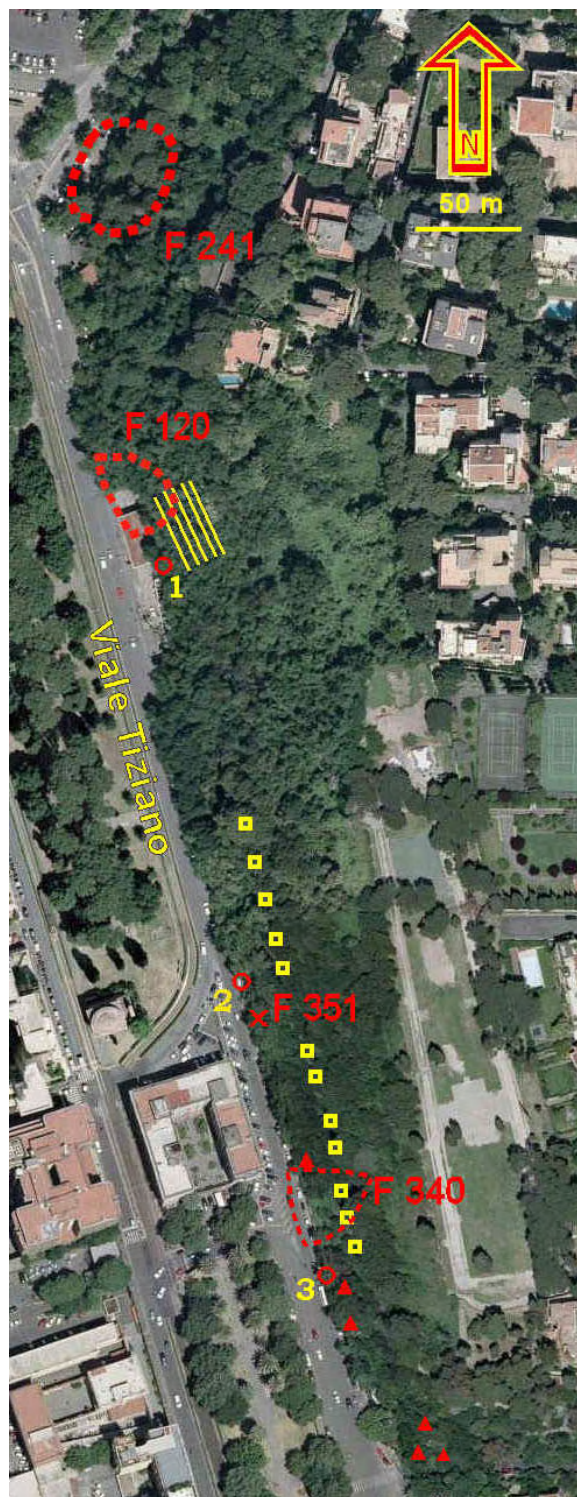


Fig.19 - Immagine aerea dell'area di Viale Tiziano con l'ubicazione degli eventi di frana censiti nel presente lavoro: i triangolini rossi rappresentano evidenze di rotolamenti recenti di blocchi. I numeri 1,2,3 si riferiscono ai tunnel rifugio antiaereo; i quadratini gialli alle cavità antropiche. Il righettato giallo segnala le gradonature realizzate sul versante per aumentarne la stabilità.

- Aerial image of the area (Viale Tiziano and Parioli hill) affected by the landslides identified in this chapter. Red triangles represent recent rockfall and topple. Figures 1, 2 and 3 are the entrances of old tunnels used as shelter during WW2. Yellow squares are man made caves. Yellow lines show the area where remedial works were built on the slope to increase stability behind the petrol pump area.

il maggior arretramento. Si ottengono così i due profili topografici di figura 21 relativi alla situazione prima e dopo l'evento, in base ai quali si può ipotizzare la mobilitazione di un volume di materiali anche superiore ai 500 m^3 .



Fig. 20a - Crollo dell'aprile 1972, in una foto ad un anno di distanza dall'evento (COLOSIMO, 1974).

- Photograph, taken one year after the event, showing the rockfall occurred on April 1972.



Fig. 20b - Crollo del 1963 (COLOSIMO, 1974), avvenuto poche centinaia di metri a sud della frana del 1972.

- Photograph showing the rockfall affecting the Parioli hill slope in 1963, few hundred meters south of the 1972 rockfall.

Per quanto riguarda il consolidamento del versante, alla fine degli anni '70 sono stati effettuati degli interventi nel settore direttamente retrostante la piazzola del distributore investito dall'evento del 1972, soprattutto nella porzione ancora non franata, al fine di una mitigazione del rischio. In particolare sono state realizzate delle gradonature, ciascuna di altezza 1,5 m e profondità 2 m circa, che hanno diminuito l'acclività del pendio. Tali opere, visibili in corso di realizzazione nella foto aerea risalente al 1977 (fig. 22a) sono attualmente ricoperte da fitta vegetazione e visibili dalla strada solo nel periodo invernale, quando le piante presenti perdono le foglie (fig. 22b).

Una pubblicazione del 1932 (DE ANGELIS D'OSSAT, 1932) mostra una foto (fig. 23), molto probabilmente della stessa area, in cui sono già evidenti e descritti dall'Autore fenomeni di crollo dalla parete travertinosa e di accumulo al piede del versante. Dalla stessa memoria si apprende che il versante travertino era già noto dall'antichità per la sua franosità.

Lungo lo stesso versante, più verso viale delle Belle Arti, le cronache segnalano un evento precedente, sempre ascrivibile alla tipologia dei "crolli" (COLOSIMO, 1974), che si sviluppò nel 1963 in cor-

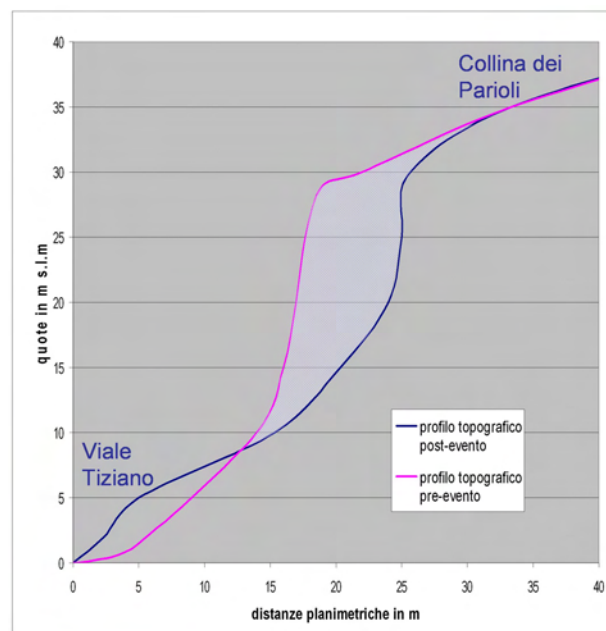


Fig. 21 - Profili topografici, ortogonali al tratto di versante dei Parioli interessato dal crollo del 1972, ricostruiti da planimetrie pre e post evento. L'arretramento della corona risulta di circa 7,5 m. L'area intersezione tra i profili nella zona di distacco è circa 100 mq.

- Topographic pre-event and post-event profiles across the 1972 landslide body and crown. The crown backwards movement is about 7.5 meters. The highlighted intersection area between the two profiles is about 100 square meters.

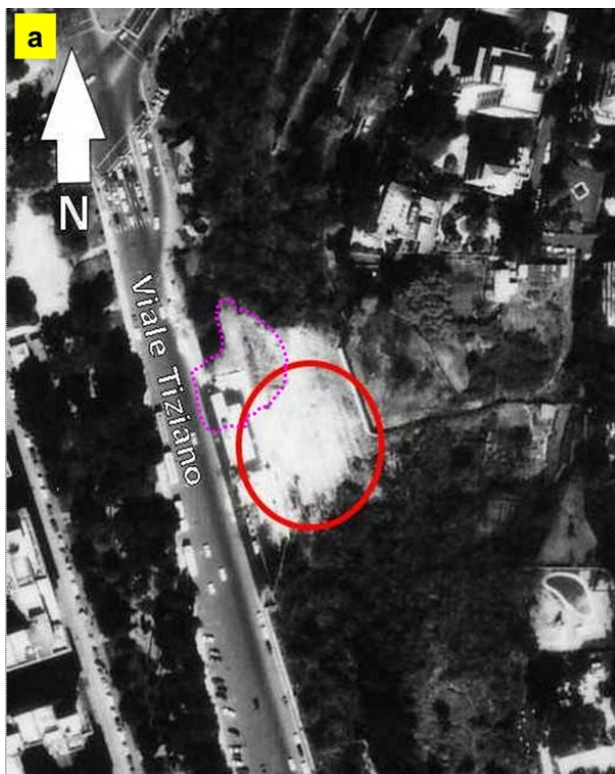


Fig. 22a - Foto aerea del 1977 in cui si evidenzia l'area oggetto dei lavori di sistemazione del versante in conseguenza del crollo del 1972. In tratteggio è riportata l'estensione della superficie di distacco e accumulo dell'evento. Le gradonature interessano essenzialmente il settore immediatamente a sud del fianco sinistro della frana (circolo in rosso), con l'obiettivo di prevenire l'innesco di dissesti immediatamente alle spalle della piazzola del distributore, nel frattempo ricostruito con una pensilina più estesa.

- Aerial photograph (1977) showing the area affected by rockfall in 1972 (dotted purple line) and the area under remediation works for stabilizing landslide and preventing slope instability (red line).



Fig. 22b - Stato attuale di conservazione dei primi due gradoni alla sommità del versante bonificato. Si nota sullo sfondo, in alto a destra, il muro già presente nella foto aerea del 1977.

- Photograph showing the two first terraces (2 m. wide, 1.5 m. high) at the top of the hillside, as part of the slope reconfiguration work to prevent landslides. Terraces don't show any symptom of water runoff or failures. In the background a concrete wall, already present in 1977 aerial photograph (fig. 22a), is visible.

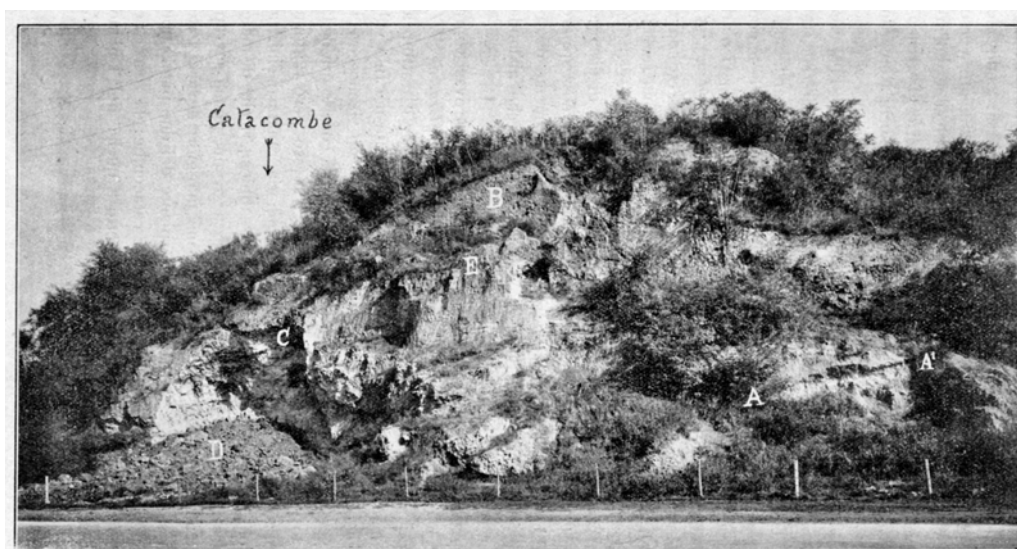


FIG. X. — Fotografia dell'appico sabbio-tartaroso dei M. Parioli, prospiciente la Via Flaminia e presso la necropoli. La collina è di alta franosità. B zona di distacco di una frana antica; C di una recente, per crollo; D detriti di questa. E probabilmente la superficie del taglio non più in posto. A-A' lente marnosa.

Fig. 23 - Riproduzione di una foto, presumibilmente dell'inizio degli anni '30, in cui è visibile lo stesso tratto di parete travertinoso ove nel 1972 avverrà il crollo principale (fig. 20a). L'Autore descrive il versante come franoso identificando almeno due movimenti di crollo recenti evidenziati con le lettere B e C (DE ANGELIS D'OSSAT, 1932).

- Reproduction of a photograph, supposedly taken in the early '30, that shows the same part of the slope where a rockfall occurred in 1972. The Author (DE ANGELIS D'OSSAT, 1932) describes the slope as origin of many rockfall in the past and identifies almost two events in the picture (letters B and C).



rispondenza di un distributore di carburante (della British Petroleum, oggi non più esistente), mobilitando 15 m³ di materiali, danneggiando un autoveicolo e interrompendo la circolazione (evento F351, fig. 20b).

Le cause predisponenti sono da individuarsi essenzialmente nella costituzione geologica del versante, cui consegue una sua naturale evoluzione morfologica prevalentemente per crolli e/o distacchi di cunei e blocchi di materiale, ad opera sia degli agenti morfologici che del lavoro delle radici della vegetazione arborea; non si può tuttavia trascurare l'incidenza di alcuni interventi antropici sul tessuto urbano e la presenza di una serie di ambienti ipogei che si rinvergono a circa mezza costa lungo il versante. L'evento del 1972 in effet-

ti, fu preceduto da uno sbancamento al piede della parete naturale, operato nel 1969 per l'ampliamento della stazione di servizio dell'allora Shell (oggi ripristinata in ERG). Con tale intervento venne rettificato il profilo originario del versante che aveva trovato nel tempo un suo equilibrio geomorfologico, accentuandone l'acclività nella porzione inferiore con conseguente modifica dello stato tensionale.

Il regime delle piogge nei mesi precedenti questo dissesto non evidenzia una particolare anomalia nelle precipitazioni, invocabile come possibile causa d'innesco dell'evento del 3 aprile; tuttavia il successivo distacco del giorno 25 aprile potrebbe trovare correlazione con le precipitazioni delle settimane precedenti che possono aver incrementato

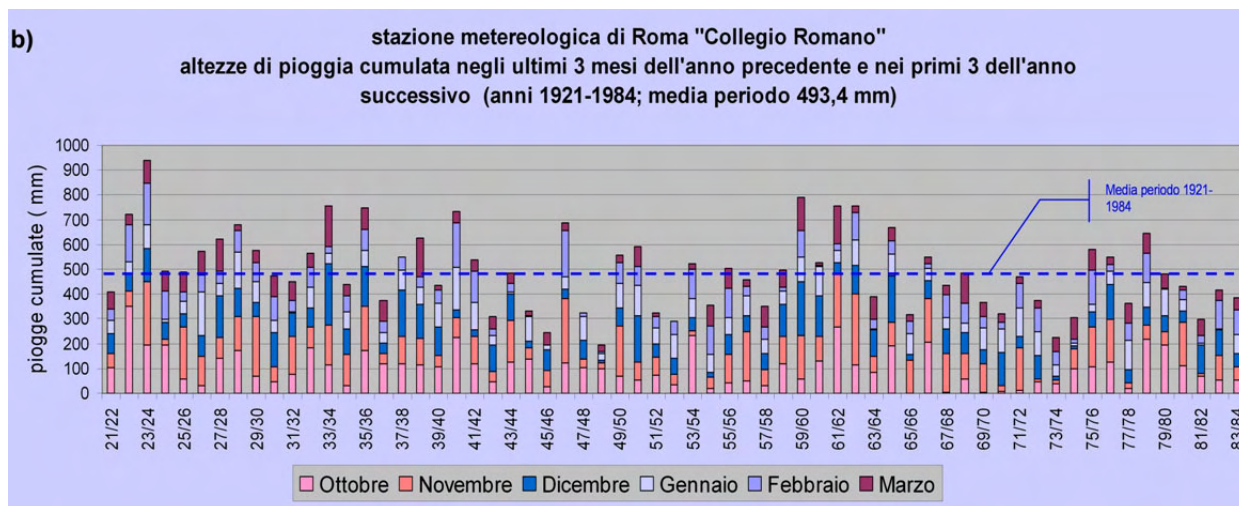
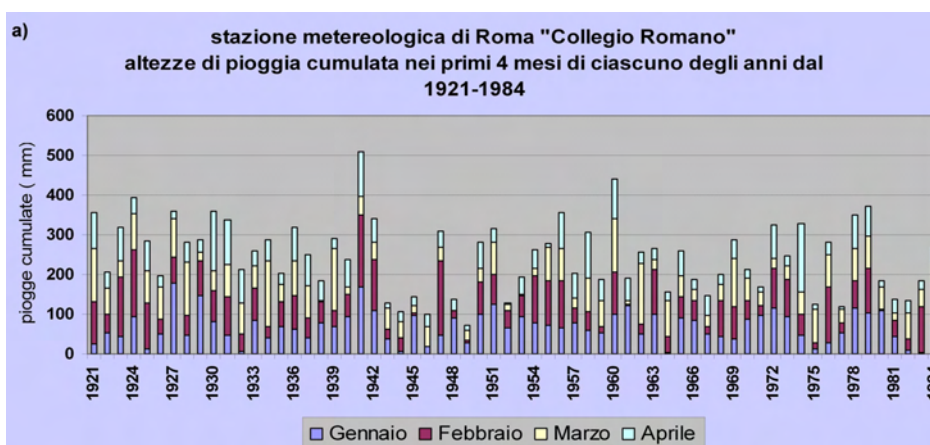


Fig. 24 - Andamento della pioggia cumulata ricavato dalla stazione meteo di Roma Collegio Romano (UCEA). a) - Piogge relative ai primi quattro mesi di ciascun anno (1921-1984); il mese di Aprile '72 risulta uno degli "Aprile" più piovosi della serie. b)- Piogge cumulate nei sei mesi in genere maggiormente piovosi (da ottobre a marzo). Le piogge cumulate precedenti il dissesto del 3 aprile 1972 (468,2 mm) risultano di poco inferiori alla media del periodo. L'evento del 1963 si inserisce viceversa in un contesto pluviometrico con piogge cumulate tra le massime registrate nell'intero periodo e negli anni '62 e '63. - Cumulative rainfall data collected at Collegio Romano (UCEA) rain gauge, in 1921- 1984 period: a) - Bar chart of the rainfall over the first four months of each year of the studied period (1921-1984) ; april 1972 is one of the most rainy months all over the period. b) - Rainfall collected from October 1st to March 31st (autumn-winter season). The cumulated rainfall height before April 3rd, 1972 landslide event, is less than the medium value over the observed period. On the contrary, the event in 1963 occurred in a rainy context of maximum rainfall heights.

localmente le pressioni interstiziali e portato definitivamente a saturazione e collasso i materiali della coltre superficiale rimasti in condizione di equilibrio instabile dopo il primo crollo.

I dati pluviometrici cui si fa riferimento sono estratti dalla serie storica, anni 1921-1984, della stazione di Roma "Collegio Romano", la più antica e completa di Roma con rilevazioni a partire dal 1782, ubicata sulla Torre Calandrelli in pieno centro storico. Le precipitazioni dei primi tre mesi precedenti l'evento del 1972 (fig. 24a) non appaiono eccezionali (241 mm) pur risultando superiori

alla media dell'intero periodo 1921-1984 (196,7 mm). Estendendo l'osservazione anche agli ultimi tre mesi dell'anno precedente (fig 24b) il quadro pluviometrico non cambia risultando le piogge cumulate nei sei mesi così considerati pari a 468,2 mm, valore di poco inferiore all'analoga media degli anni 1921/1984 (493,4 mm).

Il mese di aprile 1972, invece, cumula 84,5 mm di pioggia per cui risulta molto più piovoso dei mesi di aprile del quinquennio precedente e seguente (anni 1967-1977, media 44,9 mm) con la sola eccezione dell'aprile 1974 (ben 172 mm).

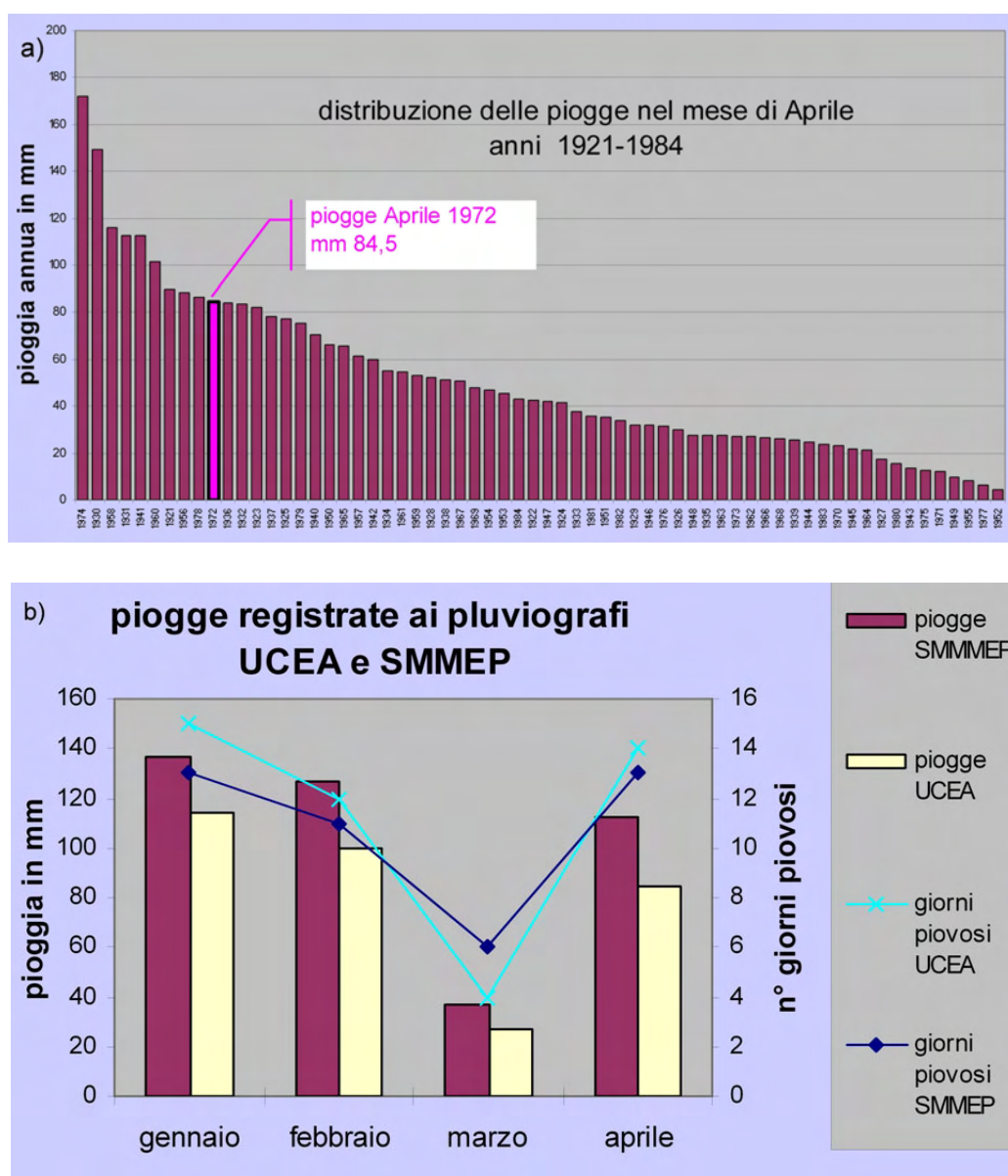


Fig. 25 - a) Ordinamento decrescente della piovosità del mese di aprile nel periodo 1921-1984 (UCEA). b) Piogge cumulate e giorni piovosi registrati alle stazioni pluviometriche UCEA (Collegio Romano) e SMMEP (Via Guido Reni) nei primi quattro mesi del 1972.

- a) Bar chart showing the decreasing values in the April rainfall over the 1921-1984 period (UCEA station). b) Compared monthly rainfall heights, and related number of wet days, over the period January - April 1972, at UCEA and SMMEP rain gauges. A wet day is defined as having a rainfall of over 0.1mm.



L'Aprile 1972 risulta anche più piovoso rispetto alla media degli "aprile" dell'intero periodo 1921-1984 (50,6 mm) (fig. 25a).

La stazione meteo di Roma Flaminio (SMMEP), più prossima all'area del dissesto ma con dati incompleti nelle serie annuali, indica per il mese di aprile 1972 una pioggia cumulata di 112,7 mm (quindi superiore ai valori del Collegio Romano) e ben 13 giorni piovosi, 9 dei quali precedenti l'evento del 25 aprile (fig. 25b). Ciò potrebbe

far propendere per una sua correlazione con il quadro meteorologico descritto

Nella figura 26 è riportata una sintesi del quadro geologico dell'area derivato sia dalla cartografia già pubblicata (MARRA & ROSA, 1995) che dagli stati di avanzamento del rilevamento geologico del foglio Roma 1:50.000 (progetto CARG), con alcune informazioni aggiuntive rilevate dagli autori nel settembre 2007, sullo stato di attività dei dissesti e sull'ubicazione delle cavità artificiali che in epoca

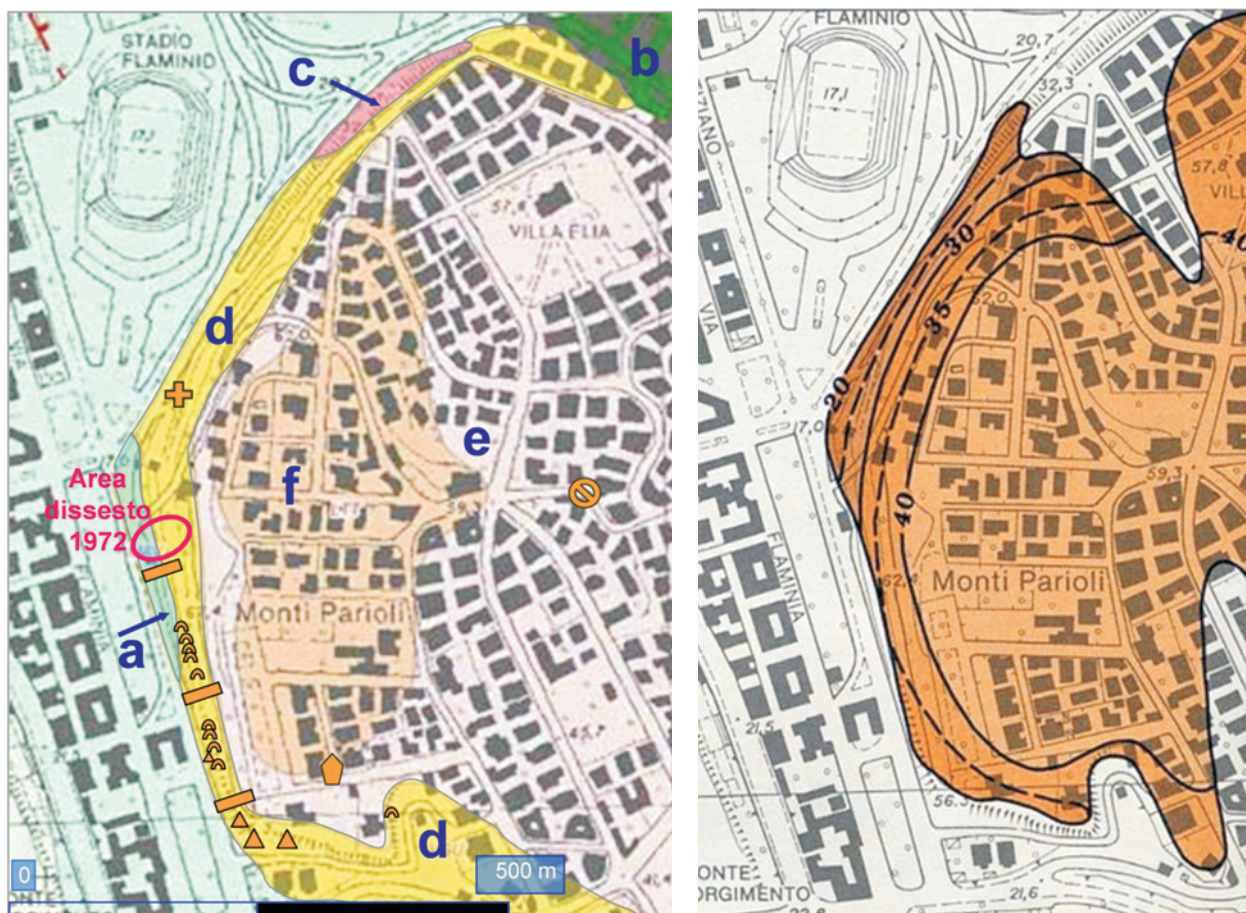


Fig. 26 - Sintesi geologica dell'area dei Monti Parioli (da FUNICIELLO *et alii*, Progetto CARG).

- Geological sketch of the Viale Tiziano - Monti Parioli area (FUNICIELLO *et alii*, CARG Project).

a) Argille grigio azzurre fortemente precomprese con intercalazioni di sabbie molto addensate (Marne Vaticane *auct.*): *Formazione di Monte Vaticano*. b) Depositi prevalentemente argillosi e sabbiosi limosi, talora con concrezioni carbonatiche riconducibili ai depositi fluviali terrazzati dell'Unità del Paleotevere 1 (MARRA & ROSA, 1995): *Formazione di Santa Cecilia*. c) Deposito di colata piroclastica, massivo, litoide, costituito da piccole scorie grigie e nere in matrice cineritica con sanidino, pirosseno e biotite; *Peperino della via Flaminia, Auct.* d) Travertini fitoclastici in banchi inglobanti lenti di materiali vulcanici rimaneggiati; sabbie e limi sabbiosi a concrezioni carbonatiche; *Formazione di Valle Giulia*. e), f) Depositi piroclastici di caduta, comprendenti sia la successione di La Storta (f) (top serie locale) che quella sottostante di Sacrofano (e).

● Gallerie rinvenute nelle piroclastiti (VENTRIGLIA, 2002).

■ Gallerie al piano stradale, con rivestimento in mattoni, costruite come rifugio antiereo e poi adibite in generale a deposito materiali (Viale Tiziano).

▲ Gallerie e grotte aperte nelle pareti subverticali della formazione (d), a circa 10 m dal piano stradale, segnalate in letteratura come cave per l'estrazione di sabbie e ghiaie (VENTRIGLIA, 2002) sia su Viale Tiziano che in via F. Jacovacci. Recentemente (2004) chiuse da cancellate per impedirne l'accesso.

▲ Settori con evidenze recenti di crolli e rotolamento massi di dimensione metrica (Via F. Jacovacci).

✚ Catacombe di S. Valentino: il loro sviluppo è interamente nei terreni sedimentari.

● Pozzo a quota 50 m slm, profondità 16 m: 0-3 m copertura tufacea alterata; 3-16 m di sabbie e argille dell'unità (d) (VENTRIGLIA, 2002).

Nell'immagine di destra è riportato l'andamento della superficie di base dei depositi piroclastici (isobate in metri s.l.m.) da cui si evince un loro spessore tra i 15 e i 20 m in prossimità della scarpata su viale Tiziano.

- The right sketch map shows isolines representing the bottom surface of the pyroclastic deposits.



Fig. 27 - Attuale accesso ad uno dei tre tunnel, originariamente rifugi antiarei, che si aprono al piano stradale di viale Tiziano, oggi interdetti a qualsiasi utilizzazione con accessi protetti da cancellata.

- A view of the entrance of a tunnel, originally used as raid shelter, located at the road level along V.le Tiziano. Tunnels are in number of three and their entrance is closed by iron gates.



Fig. 28 - Facies a travertini nella Formazione di valle Giulia, con macroelementi fitoclastici.

- Photograph showing a detail of the travertine phytoclastic facies of the "Formazione di Valle Giulia".



Fig. 29 - Uno dei blocchi metrici che si originano attualmente per distacco dal versante meridionale dei M.ti Parioli e che per rotolamento possono arrivare sino alla sede stradale di via F. Jacovacci.

- A travertine block fallen from the southern slope of Monti Parioli. Rolling along the slope fallen blocks can reach Via F. Jacovacci.

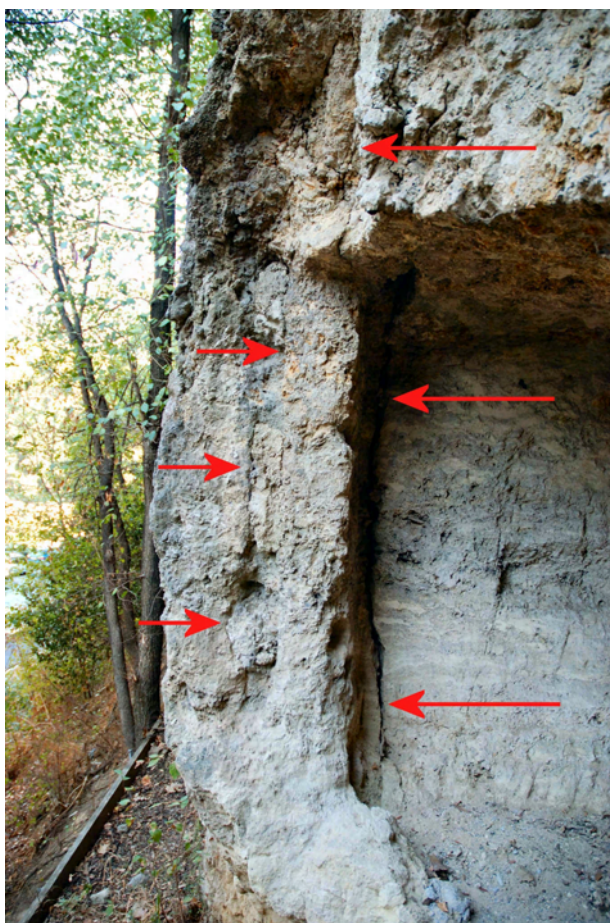


Fig. 30 - Porzione circa a mezza costa del versante occidentale dei monti Parioli in corrispondenza della facies travertinoide della Formazione di Valle Giulia con evidenti fratture verticali beanti, parallele al versante, indicate dalle frecce rosse.

- In this picture the red arrows show fractures in the "Formazione di valle Giulia". Fractures are subparallel to the slope direction and presumably isolate blocks of travertine, ready to fall or topple.



Fig. 31 - Viale Tiziano: crollo del 13 novembre 2007.

- Rockfall in Viale Tiziano, november 13th, 2007. More than 400 m³ fell from the top of the slope (about 30 m high), reaching the middle of Viale Tiziano, causing a couple of injured and damage to some cars.



storica hanno interessato il versante per vari fini, principalmente per l'utilizzo in campo edilizio dei materiali sciolti della Formazione di Valle Giulia. E' anche riportata l'ubicazione delle tre gallerie che si sviluppano verso l'interno del versante a partire dalla quota del piano stradale, adibite originariamente a rifugio antiaereo e successivamente a deposito materiali (fig. 27).

La Formazione di Valle Giulia, che appare essere la litoformazione maggiormente coinvolta nella genesi dei fenomeni di frana che interessano il versante dei M. Parioli, è facilmente accessibile all'altezza dell'incrocio di viale Tiziano con via F. Jacovacci, dove è costituita da sabbie di colore giallastro con elementi quarzosi e concrezioni travertinose (fig. 28), passante verso il basso a livelli argillosi grigi e sabbia grossolana contenente livelli ghiaiosi ed elementi vulcanici (VENTRIGLIA, 1971; MARRA & ROSA, 1995). In questa porzione il ver-

sante presenta una parete sub-verticale a partire da circa dieci m. al di sopra del piano stradale, a cui si raccorda con un rampa acclive, costituita in superficie dai detriti di versante e sostenuta a luoghi da muretti di contenimento a secco in cattivo stato di conservazione. La parete mostra ben evidenti le forme dell'erosione selettiva e dei distacchi di blocchi, di dimensioni fino a 1 m^3 (fig. 29), le cui possibili traiettorie intersecano la sottostante via F. Jacovacci.

Questi materiali, attribuibili ad un ambiente di sedimentazione fluvio-palustre, costituiscono per la quasi totalità il versante occidentale dei monti Parioli, consentendo in ragione del loro grado di aggregazione e di cementazione pareti sub verticali anche di 20-25 metri. Tuttavia il grado di cementazione varia da settore a settore, originando un diverso grado di erodibilità delle pareti, e raggiunge solo a luoghi valori elevati. Il prelievo in galleria di sabbia e ghiaia in età etrusca e romana ne costituisce la riprova. Gli elementi più litoidi sono costituiti dalle facies travertinose.

Nel settore del dissesto del 1972 non vi è notizia della presenza di cavità sul versante. Quest'ultime sono invece presenti lungo la porzione meridionale del versante medesimo (figg. 19 e 26) e costituiscono un elemento di debolezza nell'assetto di stabilità delle pareti, di cui interrompono la continuità strutturale risultando talvolta interessate da fratture della volta e delle pareti. In alcuni casi sono ben evidenti fratture beanti parallele al versante che enucleano porzioni di parete potenzialmente collassabili (fig. 30).

Proprio in prossimità di uno di questi settori con evidenti fratturazioni si è recentemente prodotto un nuovo collasso, in data 13 novembre 2007 (F 340, fig. 31). Il crollo è avvenuto in corrispondenza di due cavità preesistenti interessando un fronte di circa 20 m, alto 30. La cubatura stimata del materiale franato è di $300\text{-}400 \text{ m}^3$. Allo stato attuale, eseguita immediatamente dopo l'evento una fase di disaggio e pulizia del fronte crollato (fig. 32), e realizzata una barriera passiva a protezione della sede stradale di viale Tiziano, sono state avviate le prime azioni di studio per la bonifica e messa in sicurezza dell'intero versante. Le conclusioni degli studi dovranno individuare soluzioni progettuali compatibili con le indicazioni del piano regolatore generale (fig. 33) che riconosce all'area in oggetto una forte valenza naturalistico-ambientale. Essa infatti raccorda l'ambito della Valle del Tevere con i rilievi dei Monti Parioli e

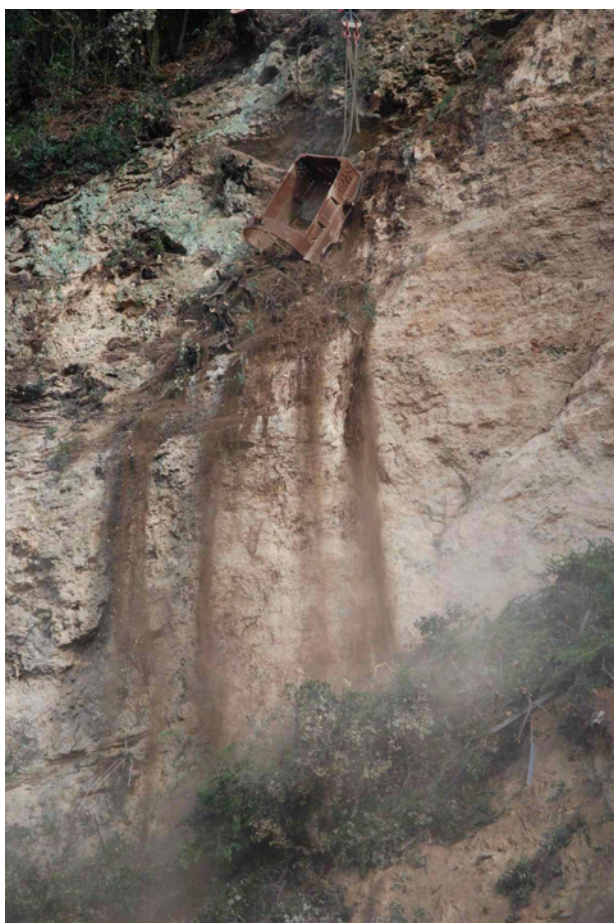


Fig. 32 - Viale Tiziano: crollo del 13 novembre 2007, operazioni di disaggio e pulizia della parete di distacco.

- Rockfall in Viale Tiziano, november 13th, 2007. To decrease the residual hazard on the slope, a mechanical cleaning was performed, removing hanging blocks and trees.

assume un ruolo di alta valenza quale elemento morfologico e visivo da preservare.



Fig. 33 - Stralcio del piano Regolatore del Comune Roma nel quale si prevede per l'intera fascia interessata dall'evoluzione morfologica della Formazione di Valle Giulia una destinazione compatibile con tale evoluzione.

Infatti per la classe A7 gli obiettivi prevedono:

- Restauro ambientale delle pendici tufacee;
- Riconfigurazione morfo-tipologica degli accessi alle aree archeologiche senza prevedere strutture fisse;
- Valorizzazione dei percorsi di risalita di Via F. Jacovacci e Salita dei Parioli potenzialmente limitabili alla sola percorrenza pedonale anche in funzione di nuovi ingressi a Villa Balestra.

In conseguenza degli studi in corso sulla stabilità geologica del versante ovest dei Parioli, potrebbe non trovare attuazione la previsione di una pista ciclabile che corra alla base del pendio per raccordarsi con il percorso esistente in viale Pilsudsky.

- A sketch of the Land Use Urban Plan where the whole slope is included in A7 class. The targets for development of this area are:

- Environmental restoration of the slope;
- Reconfiguration of the access to archeological areas;
- Development of the pedestrian paths from Viale Tiziano to the top of the slope, to access Villa Balestra.

The cycling path running at the foot of the slope, according to the results of the ongoing stability study, might be diverted.

7 - SCHEDA SINTETICA 2: I DISSESTI DI VIA A. LABRIOLA-VIA S. TOMMASO D'AQUINO

Anche questa zona del territorio urbano di Roma risulta ben nota per il verificarsi di dissesti in età storica. Nell'ambito del piano stralcio per l'assetto idrogeologico, l'autorità di bacino del Tevere ha classificato quest'area in categoria R4, vale a dire ad elevato rischio, unica perimetrazione in tale categoria nel territorio della città. Il dissesto, segnalato sia nell'archivio AVI che in IFFI, è censito nel presente lavoro con la sigla F 137.

Il settore in dissesto costituisce la propaggine meridionale della struttura dell'alto morfologico di M. Mario, che con i suoi 139 m. s.l.m. risulta il più imponente del sistema collinare dei Monti della Farnesina che superano di poco i 100/120 m. s.l.m. e sono disposti circa in direzione nord-sud. (fig. 34). L'alto morfologico, in ragione della sua strutturazione tettonica, presenta le pendici a maggior acclività rivolte ad oriente e quindi, nel caso in esame, su via S. Tommaso d'Aquino. La propaggine meridionale, prospiciente via A. Labriola, presenta un profilo leggermente meno acclive.

Ambedue i versanti mostrano segni evidenti di instabilità. Quello meridionale, da circa mezza costa fino alla sommità, è segnato da più ordini di scarpate gravitative che si allineano lungo quasi tutto il versante. La sua porzione basale è invece occupata dai corpi di frana del 1960 e del 1998 e dagli accumuli dei più modesti scivolamenti superficiali che in più riprese si sono manifestati nel tempo. Il fronte dei materiali accumulati che si estende lungo via A. Labriola, confinato da un

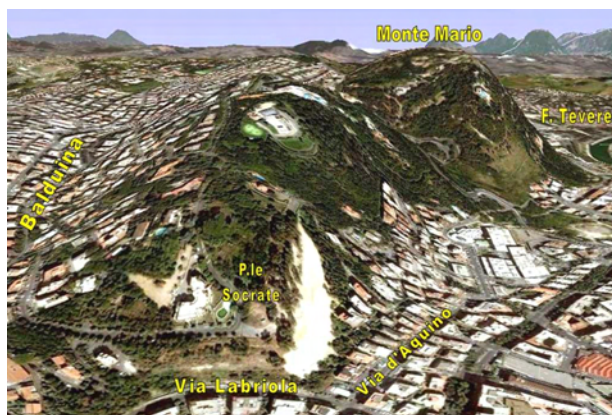


Fig. 34 - Vista prospettica da Sud della struttura di M. Mario. L'area denudata prospiciente Via S. Tommaso d'Aquino è quella attualmente in via di sistemazione.

- General view from south of Monte Mario area. In the naked area close to Via S. Tommaso d'Aquino, remedial works are being carried on.



muro di contenimento in cls armato, è di circa 85 metri (fig. 35).

Sul versante orientale si sviluppano due scarpate morfologiche principali: la prima quasi alla sommità, l'altra si individua a circa mezza costa dove costituisce la corona di questo settore che evolve principalmente per fenomeni di crollo.

Le aree interessate dai dissesti sono schematicamente riportate nella figura 36.

Notizie storiche sugli eventi sono desumibili dalle cronache giornalistiche e, come già accennato, dagli archivi AVI ed IFFI. L'archivio AVI segnala un evento di crollo associato a scorrimento (fig. 36) riferibile in base alle cronache giornalistiche

che ad una data corrispondente o al 14 marzo o al 14 aprile 1960. Il dissesto fu allora stimato in circa settecento m³ di materiali mobilizzati e coinvolse due stabili di via A. Labriola, con 60 persone sfollate; l'intervento dei vigili del fuoco comportò la rimozione dei materiali che ostruivano l'accesso alle abitazioni e la realizzazione di opere provvisorie di sostegno delle pendici.

L'evento più recente risale all'aprile del 1998 e riguarda ancora il versante meridionale che si affaccia su via A. Labriola. Il dissesto, che può essere classificato come uno scorrimento traslazionale, senza poter escludere un cinematisma rotazionale con evoluzione in colata, arrivò con il suo piede a



Fig. 35 - Panoramica del versante che si affaccia su Via A. Labriola. Sulla sinistra, verso la sommità, si evidenzia una delle principali scarpate morfologiche presenti sul versante.

- Panoramic view of the slope in front of Via A. Labriola. On the top left it is possible to see one of the major morphological scarp.



Fig. 36 - Aree in dissesto nella ricognizione del Servizio Geologico d'Italia del 2001:

a-b corpo di frana su via Labriola cumulativo dell'evento del 1960 e delle riattivazioni e/o successivi eventi, di cui l'ultimo in ordine di tempo verificatosi nel 1998.

b - area di distacco della frana del 1998.

c - d: fascia del versante orientale soggetta a crolli (c) con alla base l'area di accumulo dei materiali che arriva a ridosso di alcuni fabbricati (d).

- Results of a field survey performed by Geological Survey personnel in 2001: a-b Body of the landslide that hit Via Labriola. The visible materials come from all the events that occurred in the area since 1960. The last movement occurred in 1998.

b - Detachment area of 1998 landslide.

c - d In this area many rockfall occurred in the past. c) area is the origin of rockfalls, while d) belt is the accumulation area, extending to the first row of buildings.



Fig. 37 - Scorcio del versante prospiciente Via A. Labriola (a) e particolari del muro di contenimento (b) e (c) alla base del versante con evidenti cenni di lesioni dovute alla spinta del corpo di frana retrostante.
 - A view of the Via A. Labriola slope (a), and enlargements of the retaining wall (b) and (c) showing some cracks, due to the downslope movement of the terrain behind it.





lambire e danneggiare il muro di contenimento a bordo strada, superandolo e lasciando paventare possibili rifluimenti sulla sede stradale stessa nel caso di reiterazione di evento, ancorché di entità più modesta. Lo sviluppo longitudinale di questa frana è di circa 60 metri. Allo stato attuale la struttura muraria di contenimento in cls mostra ben evidenti i segni della spinta dei terreni a tergo (fig. 37).

D'altro canto, oltre alle testimonianze dirette, anche l'attuale stato di disarticolazione delle opere di stabilizzazione lungo il versante costituisce un'evidenza dell'elevata dinamica morfologica cui è soggetto il pendio. Queste opere, realizzate per la bonifica dell'evento del 1960, consistevano sostanzialmente in muretti di contenimento allungati parallelamente al versante ed in una rete di canalette di drenaggio in cls per la regimazione delle acque superficiali, disposte anche normalmente al pendio (fig. 38). Oltre a ciò va anche detto che verso la sommità del pendio, è stata segnalata la presenza di "fornelle" originate dall'infiltrazione delle acque meteoriche nelle aree di corona o immediatamente retrostanti.

In termini generali quindi i due versanti risultano affetti da diffuse tipologie di dissesto ascrivibili a fenomeni di crollo, scorrimento e colata.

La sintesi delle conoscenze geologiche dell'area è derivabile dai lavori di MARRA & ROSA, 1995, e dai rilevamenti eseguiti dal dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università di Roma TRE per la realizzazione del nuovo foglio geologico "Roma" alla scala 1:50.000, finanziato dal Servizio Geologico nell'ambito del progetto CARG (FUNICIELLO, in stampa).

Alla base della serie locale si rinvencono, in parte mascherati dalla coltre di accumulo dei detriti di versante, le "Marne Vaticane *auct.*", in facies prettamente argillosa, cui succedono verso l'alto a circa quota 60 s.l.m. terreni della stessa formazione in facies prevalentemente limoso argillosa, per uno spessore di circa 13-15 m. I dati di sondaggio disponibili consentono anche di individuare al top della serie una facies prevalentemente sabbiosa, dello spessore di circa 4-5 metri. Una sintesi geologica è riportata in figura 39. Prima dei nuovi rilevamenti CARG la parte superiore della serie era attribuita



Fig. 38 - Particolari delle strutture in cemento armato realizzate per la bonifica del versante dopo l'evento del 1960. a) uno dei muretti di contenimento a sviluppo parallelo al versante; b) e c) elementi delle canalizzazioni per il drenaggio delle acque superficiali disarticolati dai processi di instabilità del versante.

- Pictures of what still exists of the retaining structures built after the 1960 event. a) one of the concrete walls originally built parallel to the slope; b) and c) elements of the shallow draining system, completely destroyed by the slope movements.

all'Unità di M.te Mario.

Un modello geotecnico di versante si può orientativamente ottenere facendo riferimento alla tabella 2, che riassume alcune delle principali caratteristiche litotecniche dei terreni presenti (Comune di Roma, 1994, 2003; VENTRIGLIA, 2002; CAMPOLUNGH *et alii*, 2007). Le "Marne Vaticane" costituiscono nella porzione basale un'unità litotecnica prevalentemente argillosa, rappresentata da argille limose e limi argillosi, da molto consistenti



Fig. 39 - Schema geologico dell'area (da FUNICIELLO *et alii*, rilevamenti CARG foglio geologico Roma 1:50.000, modificato):

- a) Formazione di M.te Vaticano (Marne Vaticane *auct.*, argille grigio azzurre precomprese con intercalati sottili livelli sabbiosi fini);
 - b) Formazione di M.te Vaticano (Marne Vaticane *auct.*, facies limo-sabbiosa: limi argillosi, in prevalenza, e sabbie medio fini al top della serie locale);
 - c) Alluvioni recenti del F. Tevere e dei suoi affluenti;
 - d) Area del dissesto di Via A. Labriola;
 - e) Area del dissesto di Via S. Tommaso d'Aquino.
- Geological sketch of the area (Funicello *et alii*, CARG project, modified):
- a) Marne Vaticane Formation (Grey-blue overconsolidated clays);
 - b) Clays and sands of Marne Vaticane Formation (Mainly clayey silt and medium-fine sands on top);
 - c) Recent alluvial deposits of Fiume Tevere and its tributaries;
 - d) Via A. Labriola landslide area;
 - e) Via S. Tommaso d'Aquino landslide area.

a dure, preconsolidate, plastiche, con intercalati sottili livelli di sabbia fine molto addensata.

La parte superiore della serie è costituita nella sua facies coesiva da limi argillosi prevalenti, alternati a sabbie medio fini in via subordinata, molto consistenti, da poco plastici a plastici.

Riguardo alla stabilità, tra le condizioni al contorno vanno considerate da un lato le forti acclività (il dislivello del versante tra via d'Aquino e P.le Socrate è di circa 40 m, con pendenza di 55 gradi nel tratto sommitale), dall'altro l'assenza di livelli di falda che possano interagire con l'instabilità dei due versanti, come evidenziato dai dati relativi al monitoraggio piezometrico condotto dall'Università degli studi di Roma TRE (FUNICIELLO *et alii*, 2001) che indicano una presenza temporanea di acqua limitata alle sole coltri di suolo e di alterazione.

Verifiche di stabilità all'equilibrio limite mostrano per ambedue i versanti condizioni al limite della stabilità, stabilità che può essere recuperata, in via generale, con operazioni di rimodellazione dei versanti e opportune opere di drenaggio e canalizzazione delle acque meteoriche, associati ad interventi di ingegneria naturalistica.

Relativamente al quadro pluviometrico che ha fatto da contesto alla frana del 1960 si può ancora fare riferimento ai dati della serie storica della stazione UCEA - Collegio Romano. Il mese di marzo 1960 risulta il quinto a maggior piovosità della serie (133,1 mm contro una media di 60,1 mm) ed è preceduto da una pioggia cumulata nei mesi precedenti tra le più alte dell'intera serie (788,2 mm) (fig. 40/41). Appare pertanto legittimo ipotizzare, per l'evento del 1960, che questo quadro pluviometrico possa aver agito come concausa di innesco del dissesto.

8. - CONCLUSIONI

L'impatto dei fenomeni franosi sul tessuto urbano della città di Roma non si è mai manifestato in età storica in modo particolarmente cruento, in primo luogo a causa della conformazione morfologica del suo territorio che, non presentando grandi variazioni altimetriche, non rende disponibile ai movimenti gravitativi un'elevata energia di rilievo. La presenza di vaste aree di origine alluvionale recente riduce di fatto la quantità di superficie del territorio comunale potenzialmente soggetta a fenomeni di versante. Le sole pendici dei colli presenta-



Tab. 2 - Campi di variabilità di alcune caratteristiche fisico-meccaniche del Formazione di M.te Vaticano.
- Range of main physical and mechanical features of the "Formazione di M.te Vaticano".

| | | γ_n (KN/m ³) | | LL (%) | | IP (%) | | Cu (kPa) | | c' Kg/cm ² | | Φ (°) | | Φ_r (°) | |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------|--------|----|--------|----|----------|-----|-----------------------|------|------------|------|--------------|------|
| Formazione di M.te Vaticano | Porzione superiore (livelli coesivi) | 1,95 | 2,08 | 52 | 59 | 15 | 24 | 132 | 207 | 0,04 | 0,13 | 26 | 38 | 21 | 27 |
| | Porzione basale (livelli coesivi) | 2,01 | 2,1 | 43 | 54 | 13 | 22 | 361 | 391 | 0,27 | 0,51 | 23,5 | 24,5 | 16,9 | 22,3 |

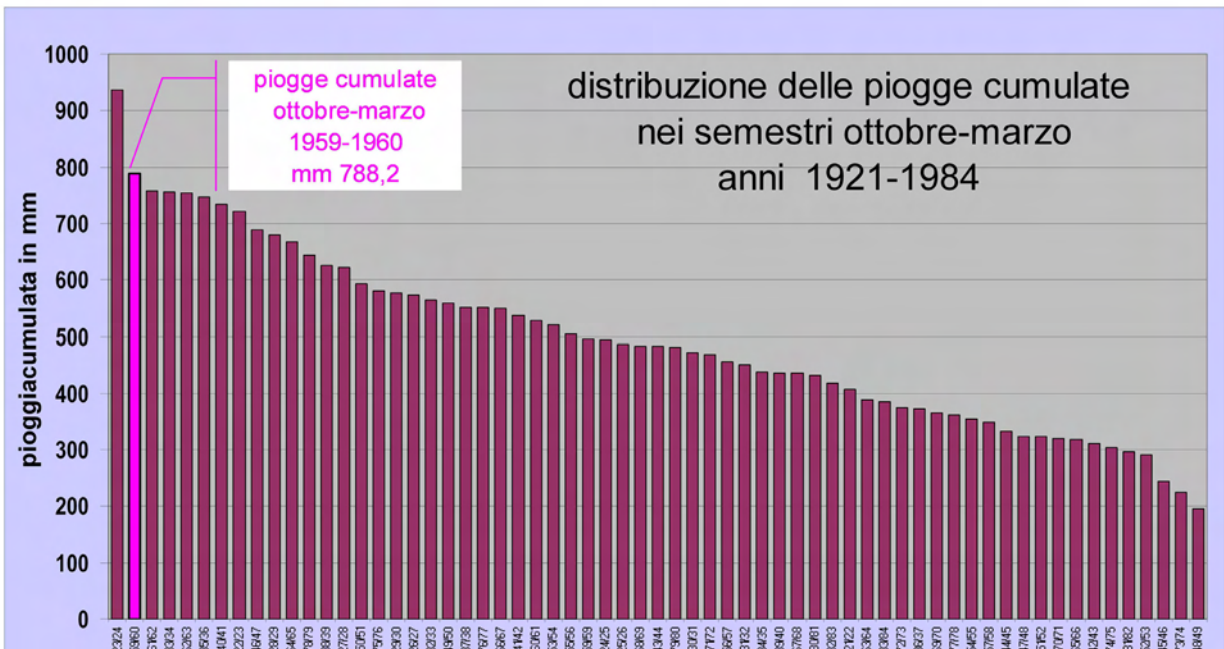
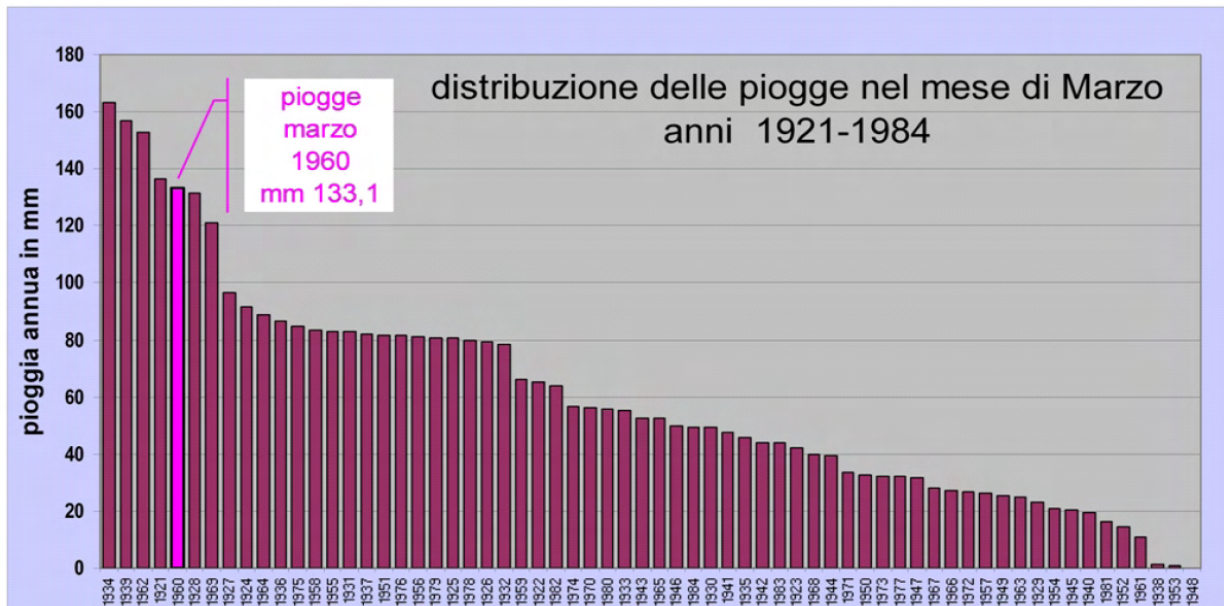


Fig. 40 / 41- Entità delle piogge registrate dalla stazione UCEA - Collegio Romano nei mesi di marzo (fig. 40) e nel semestre ottobre-marzo dei vari anni dal 1921 al 1984 (fig. 41). Sono evidenziate rispettivamente le piogge cumulate del mese di marzo 1960 e quelle del semestre ottobre 1959 - marzo 1960.

- Rainfalls recorded at UCEA - Collegio Romano rain gauge station on march (fig. 40) and in a six months period (october-march) of the years from 1921 to 1984 (fig. 41). In evidence respectively the cumulated rainfall of march 1960 and of the october 1959 - march 1960 six months period.

no dei fenomeni di una certa importanza dovuti alla naturale evoluzione dei versanti caratterizzati da litotipi comunque non particolarmente resistenti, quali i tufi e le sabbie, più o meno coerenti.

Ciononostante, dalle indagini effettuate sugli archivi storici, le relazioni tecniche e le pubblicazioni scientifiche consultate è stato possibile identificare 332 fenomeni che in varie epoche hanno colpito il territorio comunale di Roma. La difficoltà di tale analisi storica è consistita principalmente nella validazione dei dati tramite l'incrocio delle fonti ed il riscontro delle informazioni sulle fonti originali.

La sorpresa principale alla fine dell'analisi deriva dalla considerazione che nei tre archivi di maggiore consistenza consultati (AVI, IFFI e PAI) il numero dei fenomeni in comune è incomprensibilmente basso: solo 2. Nonostante le differenti modalità di raccolta dati e le differenti finalità delle tre fonti citate una maggiore sovrapposizione di dati con una conseguente maggiore attendibilità degli stessi sarebbe stata auspicabile.

Molti dati sono stati inoltre ricavati da relazioni tecniche e rapporti di evento di enti locali

(Comune e Provincia) nonché dei VV.F. Una prosecuzione delle indagini in questi archivi, così come l'accesso ad altre realtà territoriali quali, ad esempio, ANAS e ferrovie potrà fornire notevoli incrementi nella qualità e quantità dei dati.

Il confronto infine tra la distribuzione dei fenomeni franosi censiti ed il territorio su cui essi si sono innescati e sviluppati ha fornito utili informazioni sulla propensione al dissesto delle litologie affioranti.

In particolare è stato calcolato per ciascuna litologia un indice di franosità rappresentato dal rapporto tra il numero delle frane in essa censite e la superficie affiorante. Tale indice, anche nella sua versione "pesata" in base alla attendibilità dei dati sui singoli fenomeni franosi, ha permesso di identificare nelle *Argille plio-pleistoceniche* i terreni con una maggiore propensione al dissesto, seguite dai *Terreni continentali a granulometria prevalentemente fine* e dai *Terreni a granulometria prevalentemente sabbiosa*. I *Tufi e pozzolane*, che pure affiorano in più del 50% del territorio comunale e sono caratterizzati dal maggior numero di fenomeni franosi hanno un indice di franosità sensibilmente più basso.

RINGRAZIAMENTI

I ringraziamenti degli autori vanno al dott. Carlo BOTTI della Compagnia Generale Ripreseeree S.p.A. di Parma, per aver fornito e concesso l'uso di alcune foto aeree del proprio archivio; alla dott.ssa Giulia VENTURA, che ha svolto un prezioso lavoro di ricerca presso archivi di giornali e biblioteche; al dott. Guido MOTTERAN, che ha segnalato, grazie alla sua personale esperienza, eventi altrimenti non noti in letteratura; al dott. Nicola Alfredo PANTALEONE, che ha reperito altro materiale aerofotografico; a Renato VENTURA, per i preziosi consigli nella realizzazione del GIS; al Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Roma (Ing. PARISI, Ing. PAOLA), al Comune di Roma, Ufficio Cave (Dott. Geol. TRIGARI) ed al Servizio Geologico della Provincia di Roma (Dott. Geol. Alessio ARGENTIERI) per aver messo a disposizione relazioni e segnalazioni inedite dai loro archivi.

Le foto, dove non diversamente indicate sono degli autori.

BIBLIOGRAFIA

- ALMAGIÀ R. (1910) - *Studi geografici sulle frane in Italia*, Mem. Soc. Geogr. Ital. 14 (1910).
- AMANTI M. (2000) - *The IFFI Project - Italian Landslides Inventory Project*. Atti X Congresso Ordine nazionale dei geologi, "Il territorio fragile", 7- 10 dicembre 2000, Roma.
- AMANTI M. (2005) - *Inventari delle frane in Italia e nel mondo come strumenti per la valutazione e la riduzione del rischio*. In: Secondo

Forum Nazionale: Rischio di frana e assetto idrogeologico nei territori collinari e montani. Questioni, metodi, esperienze a confronto. A cura di: M. FERRUCCI & O. ZANI. Maggioli editore, giugno 2005.

- AMANTI M. (2007) - *La carta litologica d'Italia alla scala 1:100.000*. Professione Geologo. Notiziario dell'Ordine dei geologi del Lazio, Novembre 2007, n. 16. Roma.
- AMANTI M., BATTAGLINI L., CAMPO V., CIPOLLONI C., CONGI M.P., CONTE G., DELOGU D., VENTURA R. & ZONETTI C. (2007) - *"La carta litologica d'Italia alla scala 1:100.000"*, Atti del VI° Forum italiano di Scienze della Terra, Geoitalia 2007, Rimini.
- AMANTI M., BERTOLINI G. & RAMASCO M. (2001) - *The Italian Landslides Inventory - IFFI Project*, In: Proceedings of III SIMPOSIO PANAMERICANO DE DESLIZAMIENTOS, July 29 - August 2 2001, Cartagena de indias, Colombia, Tomo 1 y 2, Sociedad Colombiana de Geotecnia
- AMANTI M. & BONAVINA M. (2006) - *Analisi statistiche preliminari sui dissesti per frana nel Comune di Roma*. Servizio Geologico d'Italia, Relazione inedita.
- AMANTI M., CASAGLI N., CATANI F., D'OREFICE M. & MOTTERAN G. (1996) - *Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione*. Miscell. Serv. Geol. d'It., 7, 109 pp. Roma.
- AMANTI M., GISOTTI G. & PECCI M. (1995). *I dissesti a Roma in: La Geologia di Roma - il centro storico*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It. Vol. 50; Servizio Geologico Nazionale.





- APAT (2007) - *Rapporto sulle frane in Italia* - Il progetto IFFI, Metodologia, risultati e rapporti regionali. APAT, Rapporti, 78/2007, Roma.
- BIGI G. & CIPOLLONI C. (2001) - *Studi di geologia ambientale: caratterizzazione geomorfologia delle aree protette di RomaNatura*. Informatore Botanico Italiano, Boll.Soc. Bot. It., 33 suppl. 1, Firenze.
- BONCI L., CALCATERRA S., CESI C., GAMBINO P., GULLÀ G. & NICEFORO D. (2003) - *Rischi geologici in aree urbane: alcuni esempi di monitoraggio in emergenza con "Stazione totale"*. Atti del Convegno ASITA 2003, 28-31 ottobre Verona.
- CAMPOLUNGI M.P., CAPELLI G., FUNICIELLO R. & LANZINI M., 2007. *Geotechnical studies for foundation settlement in Holocene alluvial deposits in the City of Rome (Italy)*. Engineering Geology Vol 89, Issues 1-2, anuary 2007, Pages 9-35
- CANUTI P. & ESU F. (1995) - *Glossario Internazionale per le frane*. Rivista Italiana di Geotecnica, 29(2): 143-150.
- CATENACCI V. (1992). *Il dissesto geologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990*. Mem. Descr. .Carta Geol. d'It. 47; Servizio Geologico Nazionale.
- COLOSIMO P. (1974) - *Il dissesto di Viale Tiziano in Roma: Studio di geologia ambientale applicato alla tecnologia dell'Architettura*. Geologia Tecnica, 3/1974
- COMUNE DI ROMA X DIPARTIMENTO (Ufficio Cave - Servizio Difesa Suolo): relazioni tecniche inedite
- COMUNE DI ROMA - DIPARTIMENTO POLITICHE TERRITORIALI (1994): *L'ambiente nel Centro storico Roma*. Roma.
- COMUNE DI ROMA - Piano Regolatore Generale - *relazione geologico tecnica*. Delibera di adozione del Consiglio Comunale n.33 del 19/20 marzo 2003
- COMANDO PROVINCIALE DEI VIGILI DEL FUOCO (Ufficio Statistica): Schede - rapporti di intervento.
- 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 - 1/2002.
- CRUDEN D.M. & VARNES D.J. (1994) - *Landslides Types and Processes*. In: "Landslides: Investigation and Mitigation". Transportation Research Board. National Academy of Sciences.
- DE ANGELIS D'OSSAT G. (1945-46) - *Studi di geologia applicata alle catacombe romane*. Bollettino dell'Uff. Geol., 70, 1945-46
- DE ANGELIS D'OSSAT G. (1932) - *La geologia e le catacombe romane / memoria quinta di Gioacchino de Angelis D'Ossat*. Memorie della Pontificia Accademia delle Scienze, Nuovi Lincei, (S.2, 16, P 873-911 : ill)
- FOSSA MANCINI E. (1922) - *Un nuovo quartiere di Roma (Monteverde) e le frane*. Giornale di geologia pratica, 17, 54-66, Pisa.
- FUNICIELLO R., BIGI G., CIPOLLONI C., FRAIOLI A., HUBER T. & SOLDÀ R. (2001) - *Modelli di indagine, monitoraggio e risanamento di fenomeni di dissesto in ambito urbano: il caso dei dissesti del versante meridionale di Monte Mario nel Comune di Roma*. Terzo convegno nazionale FIST-Geoitalia, sessione poster, Chieti 2001.
- FUNICIELLO *et alii* (in stampa) - Foglio 374 - Roma. Carta Geologica D'Italia alla scala 1:50.000 - Progetto CARG.
- LEONE I. (1986) - *Problemi connessi al consolidamento di una pendice del colle Gianicolo in Roma interessata da moti franosi*. AGI - XVI convegno Nazionale di Geotecnica, 14-16 maggio, Bologna.
- MARRA F. & ROSA C. (1995) - *Carta Geologica del centro storico di Roma*. in la Geologia di Roma: il centro storico - Mem. Desc. Carta. Geol. d'It. 50, Roma.
- MINISTERO LL.PP. (1963) - *I movimenti franosi in Italia*.
- SCIOTTI M. (1986) - *Alcune osservazioni sulla situazione stratigrafica di un area franosa a Roma*. AGI - XVI convegno Nazionale di Geotecnica, 14-16 maggio, Bologna.
- SERVIZIO GEOLOGICO DELLA PROVINCIA DI ROMA: *relazioni tecniche inedite*.
- UNIVERSITÀ ROMA TRE (Dipartimento di Scienze della Terra): dati informatizzati, e disponibili in formato shape file, inerenti ai dissesti per frana ricadenti nei Parchi del Comune di Roma - Progetto RomaNatura.
- VENTRIGLIA U. (1970 1971) - *La geologia della città di Roma*. Amministrazione Provinciale di Roma. Roma
- VENTRIGLIA U. (1988-90) - *Idrogeologia della Provincia di Roma*.
- VENTRIGLIA U. (2002) - *La geologia del territorio del comune di Roma*. Amministrazione Provinciale di Roma, Roma.

CARTOGRAFIA UTILIZZATA

Fogli geologici alla scala 1:100.000 della Carta geologica d'Italia in formato vettoriale (shape file) e disponibili presso l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici):
 Foglio 143 Bracciano
 Foglio 144 Palombara Sabina
 Foglio 149 Cerveteri
 Foglio 150 Roma

Cartografia Tecnica Regionale del Lazio (CTR) alla scala 1:10000.

SITI WEB DI INTERESSE:

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME TEVERE
<http://www.abtevere.it>
 PROGETTO IFFI
<http://www.mais.sinanet.apat.it/cartanetiffi>
 PROGETTO AVI
<http://avi.gndci.cnr.it/>
 HONG KONG SLOPE SAFETY
<http://hkss.cedd.gov.hk/hkss/eng/whatsnew/index.htm>
 EM-DAT : THE INTERNATIONAL DISASTER DATABASE
<http://www.em-dat.net/>
 UNIVERSITY OF RICHMOND: DISASTER DATABASE PROJECT
<http://learning.richmond.edu/disaster/index.cfm>
 GLOBAL DISASTER IDENTIFIER NUMBER (GLIDE)
<http://www.glidenumber.net/>