

Acque sacre e mineralizzate, emissioni gassose, sprofondamenti, vulcanismo e sismicità nell'area romana: dati storici e ulteriori contributi

Sacred and mineralized waters, gaseous emissions, subsidence, volcanism and seismicity in the roman area: historical data and additional contributions

BERSANI P. (*), NISIO S. (**), PIZZINO L. (***)

RIASSUNTO - È stata effettuata una ricerca storico-archeologica riguardo i fenomeni naturali avvenuti in passato nell'area di Roma, analizzando il territorio urbano fino al litorale di Anzio.

Sono stati presi in considerazione i seguenti elementi: presenza di acque mineralizzate, sorgenti ritenute sacre, emissioni gassose, sinkholes naturali, dati di sismicità storica e attuale, stratigrafie di sondaggio.

Dal lavoro svolto è emerso che molte delle manifestazioni considerate (sorgenti mineralizzate, emissioni di gas, sinkholes, etc.) si allineano lungo una direzione NNW-SSE (N 165°) che potrebbe corrispondere ad un disturbo tettonico con direzione appenninica, già riconosciuto da altri Autori sia a nord che a sud della città di Roma.

Tale direzione incrocia il Tevere nell'area urbana all'altezza del Campo Marzio e del quartiere Ostiense.

L'ipotesi sembra confermata anche dall'allineamento dei crateri eccentrici antichi del Vulcano Laziale.

Lungo questa direzione, inoltre, sembrano allinearsi sia gli epicentri dei maggiori terremoti storici romani, sia gli epicentri di eventi sismici più recenti di bassa magnitudo (come il terremoto del maggio 2009 con M=2,1 con epicentro a Villa Sciarra sul Colle Gianicolo a Roma, dato INGV). I terremoti storici, nel dettaglio, sono quelli del 1812 (VI-VII MCS), del 1895 (VI-VII MCS) e del 1909 (VI MCS) e il terremoto di Anzio del 1919 (VI-VII MCS). In particolare, le isosisme dei terremoti del 1895 e del 1909 risultano orientate proprio lungo questa direzione NNW - SSE.

Se l'ipotesi fosse confermata la direzione NNW-SSE (N 165°) potrebbe configurarsi come una *master fault* dell'area romana; tale elemento potrebbe essere un unico elemento tettonico o, più probabilmente, un insieme di segmenti, appartenenti allo stesso sistema di deformazione.

A supporto di questa ipotesi vi è, in particolare, la ricostruzione dell'assetto stratigrafico-strutturale dei Monti della Farnesina di recente pubblicazione: da nuovi dati, emersi

dalla realizzazione della Galleria Giovanni XXIII, è stata evidenziata la presenza di sistemi di faglia che ribassano il substrato sedimentario pliocenico-quadernario dell'area (con una fascia di deformazione ampia circa 50 m, con orientazione N340°-60°).

Tali dislocazioni, a carattere estensionale, con immersione verso NE e con un rigetto di oltre 30 m, risultano coincidere con la direzione N165° proposta.

Questa, possibile, linea tettonica è molto vicina alle Basiliche di San Pietro, a nord della città, e di San Paolo a sud della città; essa, una volta accertata, potrebbe prendere il nome di "faglia di San Pietro e San Paolo" (santi patroni di Roma).

Studi bibliografici, epicentri di terremoti recenti (dati INGV) ed evidenze sul terreno sembrerebbero inoltre indicare lungo questa direzione tettonica principale NNW-SSE una serie di faglie trasversali in direzione circa NE-SW. In accordo con studi di geologia strutturale e sismologia storica, entrambe queste direttrici tettoniche sembrano essere attive e capaci di generare terremoti di magnitudo fino a circa 5 in tutta l'area studiata dalla città di Roma fino al litorale di Anzio.

PAROLE CHIAVE: Roma, Sorgenti sacre - sorgenti minerali, crateri, sinkhole, terremoti

ABSTRACT - A historical and archaeological research about the natural phenomena that occurred in the past in the Rome area, analyzing the urban area to the coast of Anzio, was made, with the main goal to highlight their possible relationship with the geological setting of this sector of central Italy. The following features were taken into account: the presence of mineralized waters, springs considered as sacred, gas emissions, natural sinkholes, historical seismicity data as well as stratigraphic logs.

It was found that many of the considered factors (min-

(*) Libero Professionista

(**) Ispra - Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia

(***) INGV - Roma

eralized springs, gas emissions, natural sinkholes, etc.) are aligned along a NNW-SSE direction (N 165°) which could correspond to a tectonic disturbance parallel to the Apennine belt, already recognized by other authors both in the northern and southern sectors of Rome. The existence of this main direction seems to be strengthened also by: *i*) the alignment of the eccentric craters of the Latium Volcano; *ii*) by the occurrence of both the epicenters of major Roman's earthquakes occurred in the last centuries and *iii*) the epicenters of the most recent instrumental low-magnitude earthquakes. The largest earthquakes took place in the urban area of Rome in 1812 (VI -VII MCS), 1895 (VI -VII MCS) and 1909 (VI MCS); in 1919, a moderate earthquake (VI -VII MCS) occurred in the southern shoreline, near the village of Anzio. In particular, the lines of equal seismic intensities referred to the 1895 and 1909 earthquakes are oriented along this hypothesized NNW – SSE structure.

If confirmed, the NNW-SSE direction (N 165°) could be seen as a master fault in the city of Rome; such tectonic element may be a single structure or, more likely, it can consist of more small segments, belonging to the same system of deformations.

The reconstruction of the recently published stratigraphic- structural setting of Monti della Farnesina (north of Rome), strongly support our inferences. New stratigraphic data emerged from the recent creation of the Gallery John XXIII; the presence of fault systems cutting Pliocene-quaternary sedimentary substrate (with a 50 m wide band of deformation, N340° -60° oriented), was recognized.

These NE dipping dislocations, with extensional feature, have the same direction proposed in this work, and a displacement of more than 30 m.

This possible tectonic line is very close to the basilicas of St. Peter, to the north of Rome and St. Paul to the south; once established its existence, it might take the name of “fault of St. Peter and St. Paul” (patron saints of Rome).

Bibliographic studies, recent small earthquakes localized by INGV seismic network, along with ground (i.e. morphologic) and geological evidence, could emphasize that the main tectonic direction is crossed by perpendicular (i.e. NE-SW running) fault systems. According to structural and seismological researches, these faults can generate moderate ($M_{max} = 5$) earthquakes in the study area as a whole, from Rome to the southern shoreline.

KEY WORD: Rome, sacral springs- mineral spring, crater, sinkholes, earthquakes

1. - INTRODUZIONE

La posizione geografica, la natura geologica del territorio e un così esteso arco di tempo storico, in gran parte conosciuto e tramandato fino ai nostri giorni, rendono la città di Roma ideale per lo studio della geologia urbana (SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE, 1995; APAT, 2008).

La storia della città di Roma con i suoi miti e leggende è conosciuta fin dall'epoca delle popolazioni latine pre-romane e ancor prima, dall'epoca del bronzo laziale; grazie alle scoperte archeologiche si ha, quindi, un arco di tempo di oltre 3.000 anni in cui il territorio romano è stato abitato con continuità.

Tuttavia, molte delle credenze popolari e delle leggende tramandate sono state ritenute dagli specialisti e dai ricercatori del settore di scarsa utilità ai fini del riconoscimento dei fenomeni naturali geologico-idrogeologici, che avvenivano nel territorio urbano (NISIO, 2010, 2015 a, b).

Sono molti i testi storici che descrivono eventi endogeni di difficile definizione ma che fanno ritenere attive, in epoca recente, le dinamiche geologiche e idrogeologiche nell'area di Roma.

Nel centro urbano, ad esempio, erano frequenti e sono documentati fenomeni legati al vulcanismo laziale (emissioni di vapori e zolfo, presenza di acque ricche in CO₂), risentimenti di episodi sismici avvenuti nelle aree limitrofe ed erano presenti, inoltre, molte risorgive di acque mineralizzate o dolci oggi scomparse o dimenticate.

Tra queste ultime, alcune erano sacralizzate probabilmente perché, come spesso avveniva in epoca romana e pre-romana, coincidevano con luoghi di manifestazioni naturali (BERSANI *et alii*, 2013).

Il riconoscimento di episodi post-vulcanici e sismici, l'ubicazione esatta dei punti di manifestazione, nonché delle ubicazioni delle risorgive e la testimonianza di circuiti idrotermali al di sotto della città, costituiscono motivo di interesse geologico al fine dell'individuazione di siti suscettibili ad alcuni rischi naturali.

Il presente lavoro costituisce un ulteriore contributo allo studio dei fenomeni naturali connessi a fenomeni post-vulcanici e idrotermali, avvenuti in città, a circuiti termo-minerali, a sorgenti mineralizzate divenute sacre, presenti o estinte e/o a emissioni gassose, oltre a quanto è già noto in letteratura.

Il lavoro è un approfondimento dello studio degli stessi Autori (BERSANI *et alii*, 2013); si è svolto in una prima fase di raccolta e ubicazione in tutte le manifestazioni post-vulcaniche e sismiche, di acque mineralizzate documentate nella città, estendendo lo studio all'area a sud di Roma fino al litorale di Anzio (MELONI 2013 a, b; CIOTOLI *et alii*, 2015).

La seconda fase del lavoro ha previsto l'arricchimento dei dati mediante un contributo di conoscenze recenti derivanti da nuove perforazioni, da analisi chimico-fisiche delle acque prelevate in pozzi o sorgenti.

2. - LE SORGENTI SCOMPARSE E IL TERMALISMO DELL'AREA ROMANA

L'area di Roma, in epoca pre-romana e romana, era un territorio ricco di acque sorgive e di terreni pianeggiati fertili posti alle sponde del Tevere; per tale motivo è stata scelta dalle popolazioni italiche

e romane come luogo ottimale ai fini insediativi.

La presenza di sorgenti era un fattore determinante nell'antichità per la scelta di un luogo ove vivere e Roma ne doveva avere molte che emergevano ai piedi dei *sette colli*.

Le acque sorgive nel corso dei secoli sono state captate o si sono estinte naturalmente. Il tessuto urbano ha talvolta mascherato i punti di risorgenza e i continui sedimenti lasciati dal Tevere, durante le esondazioni, e soprattutto nelle aree più pianeggianti del territorio urbano, hanno sepolto molte delle fonti esistenti.

Attualmente sono visibili e conosciute solamente alcune delle molte sorgenti dell'antica Roma (LUGLI, 1938; LOMBARDI & CORAZZA, 2008 *cum bibliò*).

Alcune di esse erano ubicate sulla riva destra del Tevere (due *Corsiniane*, localizzate nel giardino di Palazzo Corsini, attualmente Giardino Botanico, le due emergenze di Via Garibaldi e di Porta Settimiana); altre acque, provenivano dai rilievi del Gianicolo e del Vaticano (sorgenti S. Maria delle Grazie, Damasciana, Pia e Lancisiana, *Acqua Lancisiana*).

Ben più numerose erano le acque sorgive in sinistra del Tevere tra cui la sorgente *Anna Perenne* che è stata rinvenuta recentemente nello scavo di un parcheggio nei pressi di Piazza Euclide (PIRANOMONTE, 2002; LOMBARDI & CORAZZA, 2005, 2008), alle pendici occidentali del Colle Parioli, la nota sorgente dell'Acqua Acetosa nonché l'*Acqua Pimpinella*. Entrambe queste ultime due acque erano effervescenti per abbondante presenza di CO₂.

Successivamente il Prof. Leonardo Lombardi ha rinvenuto una cartografia dell'Acquedotto Vergine, in cui veniva rappresentata una lunga derivazione che raggiungeva piazza Euclide, dimostrando così che l'alimentazione della fontana non proveniva da sorgenti.

Altre emergenze, poi, sono note per le caratteristiche termali o minerali le *sorgenti Sallustiane* (Piazza Barberini), le *Aquae Lautole*, forse calde, e il *Fons Servillo* (LUGLI, 1938; LOMBARDI & CORAZZA, 2008).

Ai piedi del versante sud orientale del Piccolo Aventino vi era, poi, la *Piscina Publica*, sorgente ricca d'acqua che costituiva un piccolo specchio d'acqua ove era possibile bagnarsi e che ancora emerge nel fondo dello scavo di una *domus* rinvenuta a fianco delle Terme di Caracalla.

3. - LE SORGENTI SACRE DI ROMA ANTICA

Solamente alcune delle numerose sorgenti della Roma antica erano sacre agli dei ed è doveroso chiedersi il perché. Si propende in questo lavoro per una spiegazione naturale per tale sacralità: è indubbio che le *fons* sacre avevano un qualcosa in più rispetto alle altre acque della città, una caratteristica particolare, che potrebbe coincidere con una par-

ticolare mineralizzazione, con il termalismo o con aspetti maggiormente suggestivi del luogo dove sgorgava la sorgente.

In epoca storica il circuito idrogeologico di acque ricche in minerali era più copioso e le sorgenti sicuramente più numerose di quelle attualmente presenti.

È stata condotta una ricerca storica al fine di reperire maggiori dati circa l'ubicazione di tutte le sorgenti sacre e/o mineralizzate del territorio urbano, integrando la letteratura esistente (CORAZZA & LOMBARDI, 1995) (fig. 1, 2); si espone di seguito una breve rassegna.

La Fonte di Giuturna. Nell'antica Roma era presente una sorgente sacra nell'area del Foro Romano: la *Fonte di Giuturna* (fig. 3) ubicata in prossimità dell'omonimo tempio e dedicata alla ninfa Giuturna. Tale Fonte, situata ai piedi del Palatino, deve probabilmente la sacralizzazione proprio alla presenza delle esalazioni di anidride carbonica ed idrogeno solforato. Essa è posta al centro di una vasca quadrata ben conservata, la sua portata deve essersi ridotta nel tempo; la fonte in tempi successivi fu dedicata anche ai Dioscuri.

La Fonte Lupercale. Al piede nord occidentale del Palatino, nella grotta dedicata a *Luperca*, dea romana identificata con la lupa che allattò Romolo e Remo, era presente un'importante sorgente della quale è stata cercata invano la localizzazione: la *Fonte Lupercale* (CORAZZA & LOMBARDI, 1995). La Fonte Lupercale era consacrata anche al *Fauno Luperco* (allontanatore di lupi) e veniva utilizzata nelle abluzioni dei sacerdoti durante le *feste lupercales*. La scaturigine sembra fosse in una grotta scavata in rocce vulcaniche, ma non può escludersi che, dal basso, ricevesse acqua dalle ghiaie del Paleotevere, che nell'area si rinvengono a modesta profondità. *... all'angolo di detto colle (Palatino) che guarda campo vicino esisteva secondo NARDINI (1818) la spelonca lupercale scavata nella rupe da cui sgorgavano acque perenni*". Ai piedi del palatino era presente un'altra sorgente: *"Un'altra scaturigine alla base del Palatino ed in quella direzione era presso il tempio detto di Castore e Polluce"* NIBBY (1819).

L'Acqua Tulliana. In epoca romana, sempre nell'area del Foro Romano, nel Carcere Mamertino, dal pavimento dell'ambiente inferiore, sgorgava l'*Acqua Tulliana* da *Tullus* (polla d'acqua). Durante la sua prigionia, l'apostolo Pietro, secondo la tradizione, avrebbe utilizzato quest'acqua per battezzare tutti quelli che si convertivano al cristianesimo. L'*Acqua Tulliana*, probabilmente già sacra in epoca romana, divenne, così, consacrata anche secondo la religione cristiana.

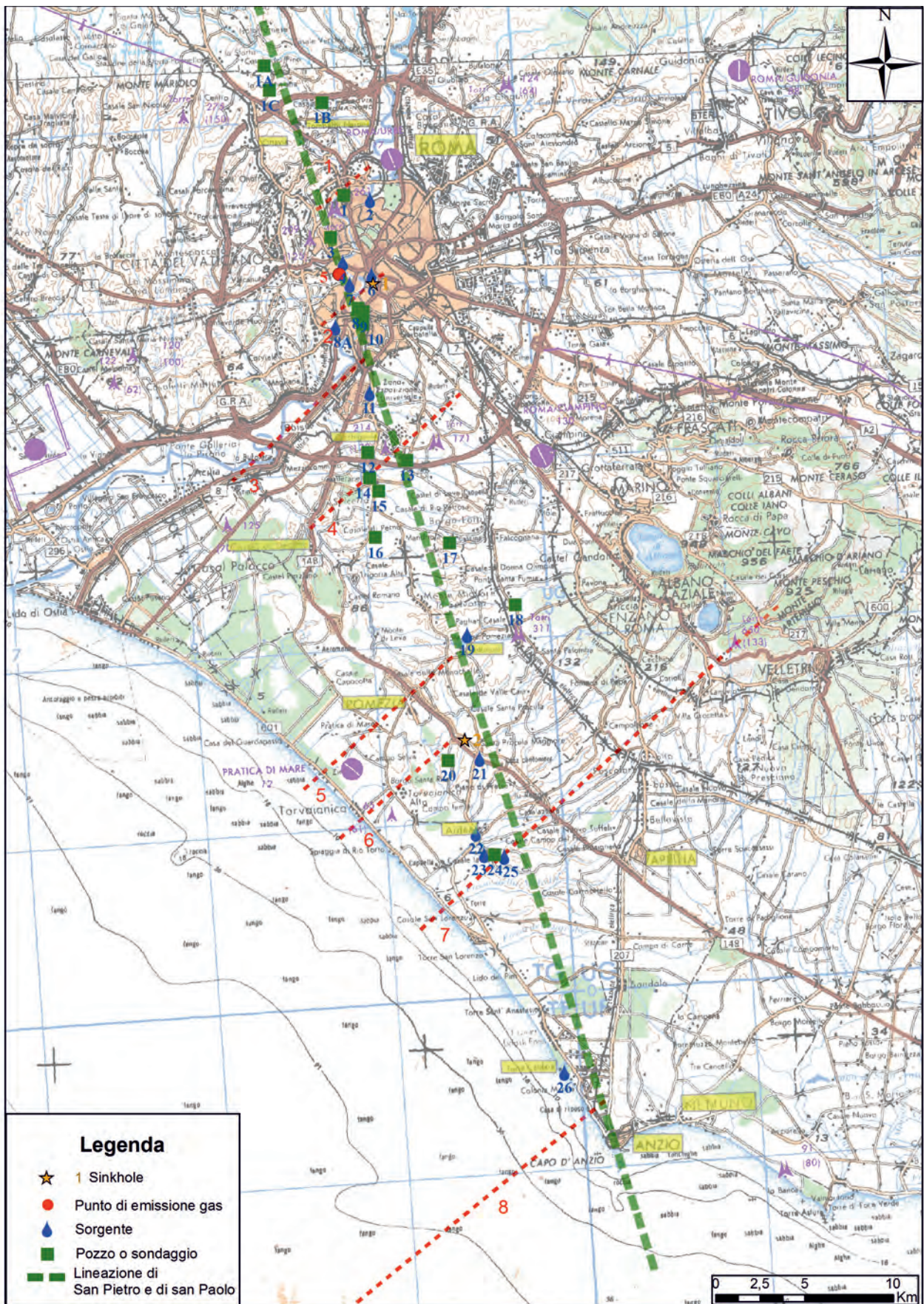


Fig. 1 - Ubicazione dei pozzi e delle sorgenti mineralizzate. Scala 1: 100.000.
- Location of wells and mineralized springs in Roman area. (Scale 1: 100,000).

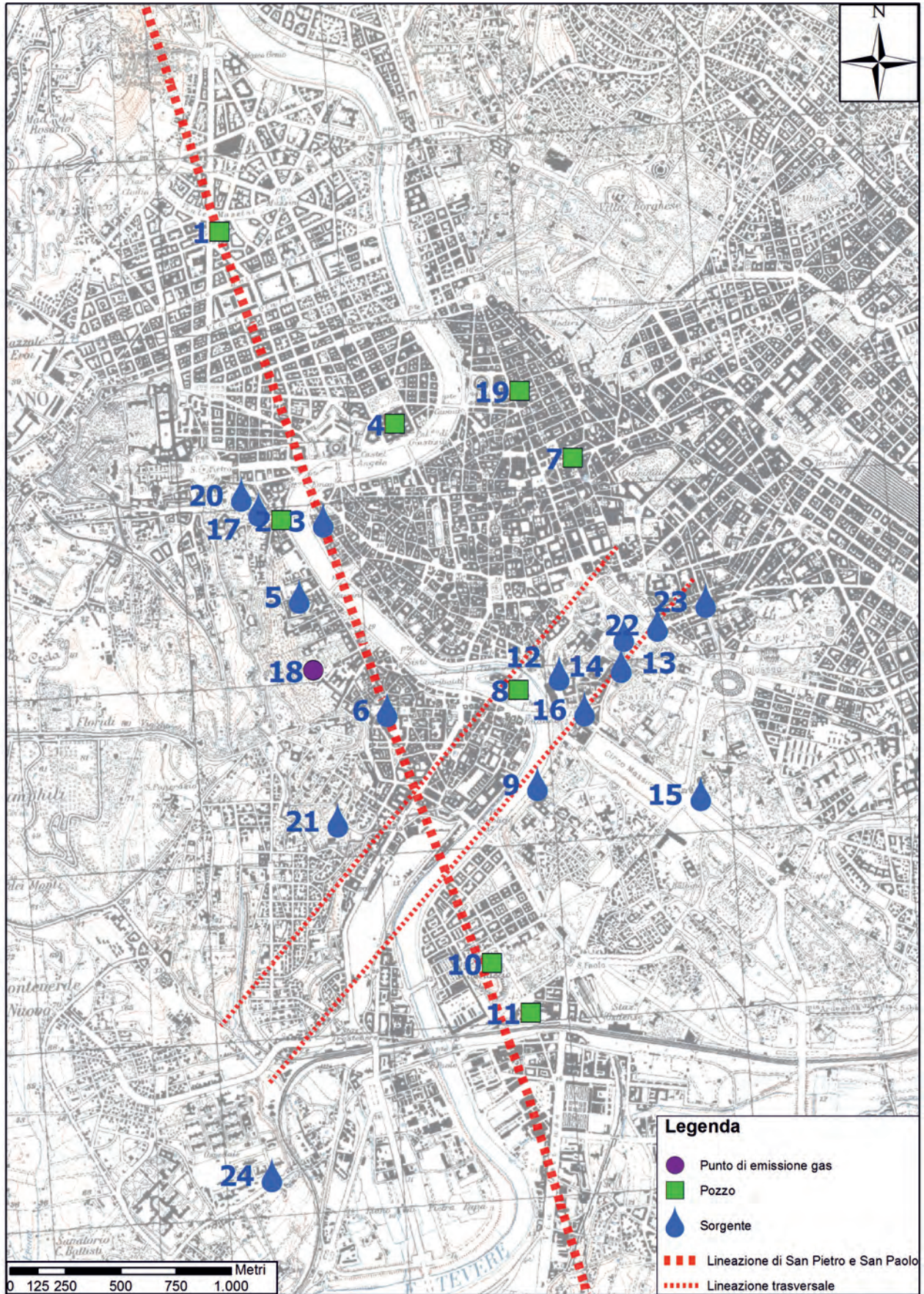


Fig. 2 - Ubicazione dei pozzi e delle sorgenti sacre nel centro storico di Roma. Scala 1:25.000.
 - Location of wells and sacred springs in the historic center of Rome. (Scale 1: 25,000).



Fig. 3 - La sorgente di Giuturna presso il Foro Romano.
- *The Juturna sacred spring in the Roman Forum.*

Le acque Lautole. Erano presenti, a poca distanza dalle acque tulliane e da molti confuse con le stesse, ai piedi del Campidoglio, mentre, sorgenti di acque calde, sacre al dio Giano (*Janum Geminum*), e definite *acque Lautole* (VARRONE). Tali acque venivano utilizzate dagli eserciti che entravano vittoriosi a Roma e oltrepassavano le Porte presso il tempio di Giano, dove avevano luogo le cerimonie di bagno dei piedi scalzi. Alcuni Autori (NARDINI 1818, NIBBY, 1919) riportano il sito esatto della sorgiva: di essa che era sul versante orientale del Campidoglio secondo altri la sorgente era posta, invece, sul lato opposto, ai piedi della rupe d'Arpea: "...queste acque oggi son disperse. Esiste bensì alla base del campidoglio nella carcere Mamertina una vena d'acqua perenne, di cui non trovansi fatta menzione dagli antichi?" (NARDINI 1818).

La Fonte di Pico. Ai piedi dell'Aventino, presso il Tevere, vi era in epoca romana una sorgente sacra, la *Fonte di Pico*, come testimonia la presenza delle rovine di un'antica ara votiva ritrovata nei pressi della sponda del Tevere al di sotto dell'Aventino. Di tale

sorgente ne parla soltanto OVIDIO (*Metam.*, XIV, v. 332 sgg); prendeva il nome dal mitico re del Lazio, Pico, figlio di Saturno e padre di Fauno, venerato in più luoghi come Dio dei campi e delle selve. CASSIO (1893) riporta, a proposito di tale sorgiva, che nel 1732, nel luogo dove essa era ubicata.. "*si scoprirono molte caverne donde sgorgavano più ruscelletti*".

La Fonte di Mercurio. Ai piedi del Celio era presente una sorgente sacra a Mercurio, la *Fons Mercurii* della cui acqua non se ne conoscono le caratteristiche poiché esaurita.

Tale fonte è citata più volte dalle fonti classiche e alla fine dell'800 fu oggetto di approfondite ricerche per rintracciarne, invano, il punto esatto di emergenza (gli Autori non sono d'accordo sulla sua ubicazione). L'acqua della sorgente di Mercurio potrebbe essere la stessa di quella che scorre sotto la Chiesa di Santa Anastasia, opportunamente incondottata; Rusconi (1859) la ubica presso Porta Capena e la descrive come la sorgente dei mercanti, dove i viaggiatori si lavavano i piedi. Brocchi (1820) la ubica presso porta Capena precisando che la

porta era allora ubicata ai piedi dell'Aventino, al di sotto della Basilica di S. Balbina. Lanciani (1881) ai piedi dell'Aventino. Il punto di ubicazione esatto della scaturigine potrebbe essere nell'orto adiacente alla Basilica di S. Gregorio al Celio.

L'Ara Ditis Patris et Proserpinae. Nel luogo dove attualmente sorge la chiesa di San Giovanni dei Fiorentini, in via Giulia, in epoca romana, come riferiscono antiche fonti (VALERIO MASSIMO II, 4,5 e ZOSIMO II, 1-3), dalla riva del Tevere, in quel punto erano presenti esalazioni di gas e di vapori naturali provenienti dal sottosuolo nonché acque mineralizzate. In questo luogo fu edificata in epoca romana regia, nel VI sec. a.C. *l'Ara Ditis Patris et Proserpinae*, ubicata a venti piedi di profondità nel sottosuolo (CIMINO & NOTA SANTI, 1998).

Il culto sarebbe stato fondato da Volesus o Valesus che discese il Tevere dalla Sabina, da Eretum; dopo una visione notturna, alla ricerca del simulacro delle divinità inferie Dite e Proserpina, si sarebbe fermato presso il *Tarentum* e scoperti i simulacri (che venivano reinterrati alla fine del rito) avrebbe guarito i figli ammalati somministrando loro l'acqua lì trovata, che aveva quindi anche capacità terapeutiche.

Il tempio di Dite e Proserpina, secondo le antiche fonti, era ubicato vicino al *Trigarium*, un'ampia area priva di costruzioni orientata in senso nord-ovest sud-est, delimitata dalla riva sinistra del fiume Tevere, in cui si svolgevano le corse dei carri (palio) per tutta l'epoca Regia e l'epoca Repubblicana sino all'epoca Imperiale, durante la quale il centro delle attività equestri e sportive si trasferì al Circo Massimo. La tradizione voleva che l'auriga del vincitore del palio decapitasse il proprio cavallo e ne offerisse la testa ai simulacri di Dite e Proserpina, nel limitrofo *Tarentum*, inebriandosi dai vapori che uscivano dal sito. Tale altare era ubicato in una grotta ed era considerato *l'ingresso agli Inferi* (*"Descensus ad inferos"*, CECHELLI, 1935). Il sito viene descritto con emissioni di gas e vapori e considerato, come detto, luogo sacro e con proprietà salutari contro la febbre alta. La grotta (LIVEROTTI, 2009) sarebbe stata chiusa in epoca cristiana e, per purificare e bonificare l'area pagana, fu inondata con acqua benedetta. Inoltre la piazza dell'Oro, antistante la stessa chiesa, è così chiamata probabilmente proprio per le incrostazioni di zolfo di colore giallo-oro che ivi si depositavano. Sul luogo dell'ara dedicata a Dite e Proserpina, nel tardo Rinascimento, venne così eretta la Chiesa di San Giovanni dei Fiorentini, probabilmente anche per "cristianizzare" un luogo pagano dedicato a divinità ctonie. Infatti, la chiesa (SCAGNETTI, 1984) fu realizzata dove scorreva il Tevere, progettando un terrapieno che ha fatto perdere definitivamente

le tracce della grotta dove erano contenuti i simulacri di Dite e Proserpina, e fu dedicata a San Giovanni Battista che con l'acqua del fiume battezzava Gesù. Seguendo le indicazioni del Concilio di Trento e del Cardinale Carlo Borromeo, la Chiesa di San Giovanni dei Fiorentini fu una delle prime chiese ad avere il fonte battesimale disposto vicino all'entrata sul lato sinistro e a forma di calice, invece che a forma di vasca, che spesso in antico era scavata nel pavimento.

La sorgente di Furrina. Si sa poco sul culto di Furrina; le Furrinalia erano le feste che si celebravano il 25 luglio in onore di questa divinità (descritta da MARCO TERENCE VARRONE); un'iscrizione greca descrive con nome collettivo le *Ninphae Furrinae* (AMBROSINI 2002), le divinità venerate sul Gianicolo e connesse alla presenza di acque.

Tuttavia, il nome stesso della divinità la associa alle Furie e dunque al mondo degli inferi e del sotterraneo. Non a caso dunque sorge nel *lucus Furrinae* il tempio siriano in cui sono stati rivenuti reperti che documentano il culto egiziano al Dio Osiride, divinità degli inferi.

Varrone riporta che, nonostante il culto dedicato alla Dea Furrina fosse in decadenza l'area del Gianicolo, era sacra alle ninfe ed in particolare a Furrina (*Ninphis loci: bibe, lava, tace*); il Gianicolo era poi noto per altri due boschi o luoghi sacri il *lucus albinarium* e il *lucus belernus*, che fanno ipotizzare presenza di acque e di esalazioni gassose.

Il *lucus belernus*, di difficile ubicazione, ma probabilmente ubicato presso la sponda opposta del Tevere, ricordato solo in due passi di Ovidio, era posto sacro alla divinità pre-romana degli inferi Helerno a cui erano dedicate le feste della semina di legumi che si celebravano il primo di febbraio (PORTEOUS 1996). "Il *lucus albinarium*, ricordato da Festo, era dedicato, invece, alla Dea Alba della primavera, nonché delle acque bianche o opalescenti.

Le acque sulfuree sull'Esquilino e il lucus Mephitis. Acque ritenute sacre e sulfuree erano presenti anche sull'Esquilino presso il luogo consacrato alla dea Mefite; ivi sono descritti nelle antiche cronache vapori e gas maleodoranti. Il *lucus Mephitis*, forse bosco di mirto, viene descritto da MARCO TERENCE VARRONE, e collocato nei pressi del Cispio dopo il *lucus Poetelius* e il *lucus* di Giunone, dove inizia la Via Urbana, ubicato, precisamente, presso l'attuale Via del Boschetto. Presso l'attuale via Urbana erano infatti presenti impianti termali oggi al di sotto della chiesa di S. Pudenziana.

Il culto dedicato a Mefite era un antichissimo culto dell'Italia centrale dedicato alle acque sulfuree, e a colei che fa nascere, nutre e fa morire. Le acque sulfuree caratterizzate da vapori, colorazioni opa-

lescenti e biancastre e vegetazione rada intorno sono, da sempre, nei documenti storici connesse con l'ingresso per oltretomba. Mefite, infatti, era una dea italica, venerata dalle popolazioni dell'Italia meridionale, della morte, dell'oltretomba nonché protettrice durante il viaggio nell'aldilà.

Le acque sulfuree sul Viminale. Macrobio e Ovidio, nei testi storici, raccontano che presso la porta del Viminale (la porta Januale, dedicata a Giano Quirino) i Sabini che fecero irruzione a Roma furono frenati "...dallo sgorgo di acque sulfuree e bollenti" (EFFEMERIDI, 1822). Tali acque non devono confondersi con le acque *lautole* ubicate presso il Velabro, termali e dedicate a Giano (VENUTI, 1824).

Fons Egeria. Le sorgenti presenti nella valle dell'Almone presso la Caffarella erano probabilmente ritenute sacre. Un Ninfeo è stato realizzato presso una di queste piccole sorgive nel parco della Caffarella. Il Ninfeo (fig. 4) viene erroneamente detto di "*Ninfeo di Egeria*" per via di uno sbaglio commesso dai primi esploratori della zona; in realtà la vera sorgente Egeria era presso il primo miglio fuori le

Mura Repubblicane, lì infatti vi erano il laghetto ed il bosco sacro alle Camene, con una grotta ancora esistente in età imperiale. Gli studiosi del '600-'700 confusero le Mura Serviane con le Mura Aureliane che non esistevano prima del III secolo d.C.; così, calcolando un miglio a partire da porta S. Sebastiano, essi giunsero a questo ninfeo, al quale erroneamente diedero il nome di Egeria.

In realtà l'edificio della figura 4, appartiene al Triopio di Erode Attico e di Annia Regilla ed è del II secolo d.C. L'edificio è costituito da una sala rettangolare con volta a botte, una nicchia sul fondo, dove vi è una statua coricata (forse il Dio Almone), e pertanto forse tutta l'area era sacra al Dio Almone.

Fons delle Camene. Un'antica sorgente dedicata alle Camene o Ninfe (da non confondere con l'area sacra di Ariccia) era ubicata presso la Porta Capena, di fronte alle Terme di Caracalla (Livio Libro I, c 21) dove si trovava anche il tempio omonimo, nonché un *lucus* sacro. La più esatta ubicazione della sorgente sacra risulta agli scriventi coincidere con l'attuale chiesa di S. Sisto. Tale luogo descritto da Livio e suc-



Fig. 4 - Ninfeo di Egeria o forse dedicato al Dio Almone e relativa sorgente presso il Parco della Caffarella, Appia Antica.
- *Nymphaeum of Egeria or the Almone God and its spring in the Caffarella Park, Appia Antica.*

cessivamente da Nardini (1818), era stato consacrato alle ninfe dal re Numa Pompilio che aveva dedicato alla ninfa Egeria un'altra sorgente e alle Camene anche un bosco sacro fuori dalle mura di Roma. L'antica sorgente oggi scomparsa, probabilmente coperta dai sedimenti alluvionali del Tevere, doveva avere caratteristiche particolari.

4. - LE ACQUE SANTE IN EPOCA MEDIO-EVALE

La Fons Olei. Presso la chiesa di Santa Maria in Trastevere, nel cuore della città, è presente una *taberna* utilizzata dai centurioni romani. Secondo la tradizione, alcuni anni dopo la nascita di Cristo, esattamente nell'anno 753 di Roma (ARMELLINI, 1891), sgorgò nella *taberna* romana *una fonte d'olio o nafta, che per un giorno corse fino al Tevere* (CASTIGLIONE & SABA, 1957), la *Fons olei*. La cronaca Eusebiana (CECHELLI, 1935) descrive così l'episodio: “*Alla taverna meritoria del Trastevere scaturì l'olio dalla terra e continuò a scorrere per tutto un giorno senza interruzione, significando la grazia di Cristo che sarebbe venuta alle genti*”. Della *Fons olei* parlano anche molti scrittori antichi, tra cui Dione Cassio, che colloca l'avvenimento qualche tempo prima, nell'anno 716 della storia di Roma, cioè nel 38 a.C. Per alcuni autori l'olio era acqua mista a vapore.

Le Acque Salvie. Queste sono ubicate sulla via Luren-tina e considerate sacre per la religione cristiana. Le risorgive affiorano nel luogo del martirio di San Paolo, avvenuto per decapitazione. Secondo la tradizione cristiana il 29 giugno dell'anno 67 d.C. la testa di san Paolo, decapitato, toccando terra, avrebbe fatto tre rimbalzi, da ognuno dei quali sarebbe scaturita una fonte e da tale miracolo questo luogo prese il nome di *Tre Fontane o Acque Salvie*.

L'acqua della Madonna del Pozzo. Presso la Chiesa di Santa Maria in Via, in via del Tritone, è legato al miracolo della Madonna del Pozzo, quando nella notte fra il 26 e il 27 settembre 1256 un quadro raffigurante la Madonna dipinto su un pesante mattone in terracotta, gettato nel pozzo da un servo del Cardinale Pietro Capocci, fu riportato in superficie dalle acque “risalienti” del pozzo. L'acqua del pozzo viene ritenuta miracolosa ed offerta ai fedeli che possono berla (viene infatti controllata trimestralmente dalla ASL e risulta ad oggi potabile).

In molte chiese del centro storico e del Rione Trastevere sono presenti pozzi romani che attingono acqua dalla falda più superficiale, tra cui la Chiesa di S. Calisto in Trastevere e la Chiesa di S. Bartolomeo all'Isola Tiberina; nel centro storico la chiesa di S. Lorenzo in Lucina nonché l'acqua del pozzo presso la chiesa di S. Maria in Via Lata (via del Corso, fig. 5).

5. - ACQUE MINERALI NELL'AREA CENTRALE DI ROMA RIPORTATE NELLA CARTA IN SCALA 1:25.000

Si elencano, di seguito, alcuni punti coincidenti con altrettante manifestazioni naturali (v. fig. 2), acque mineralizzate o di emissione di gas, nell'area centrale di Roma (essi coincidono con 18 punti riportati in BERSANI *et alii*, (2013) integrati con nuovi siti derivanti dalle ultime ricerche):

- 1) Sondaggio in via Giuseppe Bazzoni nel quartiere Prati.
 - 2) Sondaggio in riva destra del Tevere in prossimità del Ponte Principe Amedeo Savoia Aosta.
 - 3) Antica sorgente termale nei pressi della Chiesa di San Giovanni dei fiorentini in Via Giulia.
 - 4) Pozzetto diagnostico al Palazzo di Giustizia a Piazza Cavour.
 - 5) Sorgente minerale fredda in via delle Mantellate in Trastevere.
 - 6) *Fons olei* nella Chiesa di S.Maria in Trastevere.
 - 7) Pozzo della Chiesa di “S. Maria in Via” in via del Tritone.
 - 8) Pozzo romano per acqua nella Chiesa di S.Bartolomeo all'Isola tiberina.
 - 9) *Fonte di Pico* ai piedi del Colle Aventino verso il Tevere.
 - 10) Pozzo per acqua sul Monte Testaccio.
 - 11) Pozzo in via delle Conce nei pressi della Piramide Cestia.
 - 12) *Fonte Lupercale*, oggi scomparsa, ai piedi del Colle Palatino.
 - 13) Acqua Tulliana nel Carcere mamertino al Foro romano.
 - 14) *Fonte di Giuturna* al Foro romano.
 - 15) *Fonte di Mercurio* ai piedi del Colle Celio.
 - 16) Acqua San Giorgio o Argentina, oggi scomparsa, presso l'Arco di Giano.
 - 17) Acqua Lancisiana alle pendici orientali del Colle Gianicolo verso il Tevere.
 - 18) Grotta Corsini all'Orto Botanico di via della Lungara, con emissioni di gas.
- Si riporta qualche breve cenno su 6 nuovi punti aggiunti nella presente nota:
- 19) Pozzo profondo 31 m all'Hotel Plaza in via del Corso, all'altezza della Chiesa di San Carlo. È stata rinvenuta (CORAZZA E LOMBARDI, 1995) acqua alla temperatura di 22,5 °C, con un PH = 6,61 e con una Conducibilità pari a 3.030 μS/cm. Si tratta di un'acqua salina molto ricca in CO₂, la cui pressione parziale (calcolata dagli Autori) è di 0.22 bar, ben lontana sia dalla pCO₂ atmosferica (0.0035) sia dalla pCO₂ media delle acque mondiali (0.009 bar). CORAZZA & LOMBARDI (1995) che ne riportano l'analisi chimica degli elementi maggiori attribuiscono le caratteristiche di questo campione alla circolazione nelle ghiaie di base delle alluvioni del



Fig. 5 - Il pozzo di acque sante presso i sotterranei della Chiesa di S. Maria in via Lata (centro storico, via del Corso).
 - The well of holy water in the basement of the Santa Maria in via Lata Church (historical center, via del Corso).

Tevere. Inoltre, imputano l'alto contenuto di anidride carbonica alla risalita di fluidi mineralizzati lungo discontinuità tettoniche profonde, come avviene in altri settori della città.

20) Nella Villa Cecchini alle pendici del Gianicolo in prossimità della Chiesa dei Santi Michele e Magno in Borgo, ARMELLINI, 1990 riporta quanto segue: "Esistono ancora grandiose strutture romane che sembrano però d'indole balneare". Queste strutture si riferiscono con ogni probabilità ad un impianto termale che si è sviluppato da una sorgente naturale.

21) Antica sorgente del "*Lucus Furrinae*" in prossimità del tempio siriano nell'attuale via Dandolo.

22) Antica sorgente "Porta Januale", che sgorgava nei pressi del Tempio di Nerva, vicino al monumento chiamato dai romani "Le colonnacce", all'incrocio tra via dei Fori imperiali e via Cavour.

23) Antica sorgente "*Lucus Mephitis*" con emanazioni di H_2S e CO_2 , ubicata nel Rione Monti.

24) Impianto termale di età repubblicana sulla Via Portuense, alle spalle della stazione di Trastevere.

6. - ACQUE MINERALI NELL'AREA DA ROMA AL LITORALE RIPORTATE NELLA CARTA IN SCALA 1:100.000

I 26 punti (v. fig. 1) delle manifestazioni naturali, corrispondenti ad acque mineralizzate o di emissione di gas, nell'area da Roma al litorale riportati in BERSANI *et alii*, (2013), sono stati integrati con nuovi punti derivanti dalla presente ricerca.

Di seguito viene riportato l'elenco dei 26 punti (o gruppi di punti) già pubblicati nel 2013:

- 1) Sondaggio nei pressi di Viale Tiziano all'altezza dell'Auditorium.
- 2) Sorgente dell'Acqua Acetosa sul Lungotevere omonimo.
- 3) Sondaggio in via Giuseppe Bazzoni nel quartiere Prati.
- 4) Antica sorgente termale nei pressi della Chiesa di San Giovanni dei fiorentini in Via Giulia.
- 5) Grotta Corsini all'Orto Botanico di via della Lungara, con emissioni di gas.
- 6) Corrisponde a un gruppo di sorgenti storiche n.

7, 8, 9, 12, 13, 14, 15 e 16 nella corrispondente Carta in scala 1:25.000 tra cui l'Acqua Tulliana e la Fonte di Giuturna.

- 7) *Fons olei* nella Chiesa di S.Maria in Trastevere.
- 8) Pozzo per acqua sul Monte Testaccio.
- 9) Pozzo in via delle Conce nei pressi della Piramide Cestia.
- 10) Due sondaggi in sponda sinistra del Tevere in prossimità dell'Officina del gas.
- 11) Sorgente delle Acque Salvie presso l'Abbazia delle Tre Fontane sulla Via Laurentina.
- 12) Pozzo per il prelievo dell'Acqua Acetosa di San Paolo.
- 13) Pozzo in località Tor Pagnotta.
- 14) Due pozzi per il prelievo dell'Acqua Laurentina.
- 15) Pozzo in località Valleranello.
- 16) Pozzo in località Trigoria.
- 17) Pozzo in località Fosso della Torre.
- 18) Pozzo sulla Via Ardeatina.
- 19) Solfataria di Pomezia.
- 20) Pozzo in località Santa Procula.
- 21) Sorgente Acqua della Muratella.
- 22) Sorgente che alimentava il lavatoio di Ardea.
- 23) Gruppo di sorgenti a sud di Ardea, tra cui l'Acqua di Santo Stefano.
- 24) Pozzo a sud dell'abitato di Ardea.
- 25) Gruppo di sorgenti tra cui l'Acqua Solfa di Fossignano.
- 26) Tor Caldara.

Si riporta qualche breve cenno su 4 nuovi punti aggiunti nel presente lavoro:

1A pozzo su via della Giustiniana esterno al GRA nell'area dell'ex cava.

L'acqua 1A è salina e molto ricca in CO₂, la cui pressione parziale (calcolata dagli Autori) è di 0.28 bar, molto maggiore della pCO₂ atmosferica (0.0035 bar). I parametri chimico-fisici (T = 22.6°C, pH acido e salinità = 1.6g/l) e chimici (alto contenuto in bicarbonato, calcio, sodio e magnesio) fanno supporre un'origine profonda dell'acqua campionata (dati non pubblicati INGV). A supporto di questa ipotesi, il dato isotopico del carbonio disciolto esclude una sua provenienza organica (i.e. superficiale) a favore di una sua origine inorganica (i.e. profonda). In particolare, il dato misurato è molto vicino a quello della CO₂ originata ad alta temperatura, emessa dalle principali manifestazioni gassose naturali del versante tirrenico dell'Italia centrale. Pochi chilometri a nord dal sito 1A, vi è l'emissione gassosa di Isola Farnese, la cui composizione chimica è dominata dalla CO₂ (99%, con valore isotopico di -0.51‰ vs PDB, progetto INGV-DPC chiamato GOOGAS), e che ha un rapporto isotopico dell'elio (0.74R_a, dove R_a è il rapporto ³He/⁴He nell'atmosfera) che evidenzia un evidente contri-

buto della componente di questo gas prodotta nel mantello (GOOGAS).

1B pozzo di via della Giustiniana, esterno al GRA. È stato chiuso subito dopo lo scavo perché con acqua troppo calda e ferruginosa per essere utilizzata per abbeverare gli animali.

Il campione 1B, purtroppo oggi chiuso, probabilmente, aveva caratteristiche simili all'1A.

1C Pozzo via Bracciano interno al GRA.

Il campione 1C è un'acqua salina ricca in CO₂ che, rispetto al campione 1A mostra un maggior miscelamento con una componente superficiale. Le caratteristiche delle acque del settore Cassia-La Giustiniana lasciano supporre la presenza di una (o un sistema di) discontinuità tettonica(che) profonda(e) che veicola(no) i fluidi caldi e salini verso la superficie. Tali strutture potrebbero corrispondere al lineamento NNW-SSE ipotizzato da BERSANI *et alii*, (2013) e ribadito dagli Autori nella presente nota (v. fig. 1).

8A Impianto termale di età repubblicana sulla Via Portuense (coincidente con il punto 24 nella figura 2 in scala 1:25.000).

7. - SPROFONDAMENTI NATURALI NOTI A ROMA

Gli sprofondamenti nel centro urbano di Roma sono noti da molti secoli; essi sono prevalentemente di origine antropogenica, connessi per lo più a cavità di origine antropica presenti nel sottosuolo (NISIO, 2010; CIOTOLI *et alii*, 2013).

L'unico sprofondamento (NISIO *et alii*, 2007; CARAMANNA *et alii*, 2008, 2011, 2012, 2013; CIOTOLI *et alii*, 2015a, b; MELONI *et alii*, 2013 a, b); probabilmente naturale registrato nel centro urbano è avvenuto in epoca romana, nel centro storico, presso il foro romano, e ha dato origine ad un piccolo lago (*sinkhole?*), noto come *Lacus Curtius* (TITO LIVIO; Annali VII, 6). Tale piccolo lago, alimentato da una sorgente sub-lacuale (LUGLI, 1938), sembra essersi originato mediante un episodio parossistico, riportato da molti Autori e nel *De prodigiis* di G. Obsequente anno 359 a.C. con tali parole: *nel mezzo della Piazza di Roma, o per un sisma o per un altro motivo, apertasi, la terra creò una caverna grandissima, tale che né gettando molta terra né altro materiale fu possibile riempirla. Per i pestilenziali vapori che da quella provenivano molti si ammalarono gravemente ...*

Dal brano emerge la presenza di acque maleodoranti e gas tipiche di alte concentrazioni di H₂S e CO₂.

L'origine della voragine apertasi nel Foro Romano, divenuta poi un piccolo lago perché colmata dalle acque, è narrata in una leggenda (BERSANI *et alii*, 2013).

Il sito è attualmente asciutto e costituito da un avvallamento al suolo, di alcune decine di metri di diametro (poco più di 20 attualmente).

La presenza di fenomeni di sprofondamento di origine naturale, nell'area dei fori imperiali, connessi ad una circolazione profonda di acque sulfuree, potrebbe essere confermata da un brano riportato da Ovidio (*Fasti*, Lib. 1, v. 257), Macrobio (*Sat. Lib. I c. 9*) e Servio (in *Virgilio Aeneide*, Lib. I, v. 291) che descrive la disfatta dei sabini presso la porta Januale (attuali colonnacce presso il tempio di Nerva, vedi figura 6, via dei Fori Imperiali) dopo l'apertura di una voragine da cui sgorgarono acque bollenti.

8. - I TERREMOTI NELL'AREA ROMANA

Uno studio estremamente approfondito e accurato sulla sismicità storica e attuale della città Roma è riportato in BERSANI *et alii*, 2013.

Sebbene la sismicità di Roma possa definirsi piuttosto modesta, non può certamente considerarsi trascurabile, specialmente in relazione alla presenza nel territorio comunale sia di un patrimonio artistico e monumentale di valore inestimabile, caratterizzato da una elevata vulnerabilità. Inoltre bi-



Fig. 6 - Le Colonnacce, Foro di Nerva, presso via dei Fori Imperiali.
- The Colonnacce, Forum of Nerva, in the Fori Imperiali street.

sogna considerare anche la presenza di edifici particolarmente soggetti a crolli e/o cedimenti strutturali, anche in assenza di eventi sismici, dovuti alla loro vetustà e/o alla scarsa o mancante manutenzione. In quest'ultimo caso, si potrebbero presentare situazioni di pericolo per l'incolumità delle persone anche in occasione di terremoti di bassa o moderata magnitudo.

La sismicità di Roma deriva essenzialmente da quattro aree sismogenetiche: 1) attività sismica di origine locale. Riguarda l'area compresa entro il G.R.A. ed è caratterizzata da una frequenza piuttosto scarsa (TERTULLIANI *et alii*, 1996), magnitudo moderate ($M_{max} = 4$) e profondità ipocentrali molto modeste (< 10 km); 2) attività sismica di aree adiacenti al territorio urbano. Tali aree sono rappresentate dai centri sismici dei Colli Albani e settori immediatamente adiacenti, sede di terremoti molto frequenti, aventi magnitudo massime intorno a 5 o leggermente superiori e profondità molto superficiali (< 6 km), e del litorale sud, sede invece di terremoti molto poco frequenti, ma a volte di energia piuttosto rilevante ($M_{max} = 5.5$), con epicentri ubicati al largo di Anzio; 3) attività sismica di aree dell'Appennino Centrale, di gran lunga la più importante in termini di energia sviluppata. A distanze comprese tra 90 e 110 km circa da Roma, sono presenti varie e importanti aree sismo genetiche come l'Aquilano, il Fucino e la Valnerina, in cui hanno avuto origine terremoti di elevata magnitudo ($M_{max} = 7$) che hanno prodotto in Roma forti danneggiamenti; 4) attività sismica di altre aree sismogenetiche ubicate a più di 110 km da Roma (Alto Viterbese, Monte Amiata, Molise, Maiella, Gran Sasso, Appennino umbro settentrionale), con magnitudo più basse ($M \leq 6.5$) rispetto agli eventi del punto 3 e modesti risentimenti sismicità nella città di Roma. Inoltre, l'analisi della sismicità nel settore a nord della capitale ha messo in evidenza la presenza di epicentri di terremoti di moderata magnitudo (fino a $M = 4$), localizzati lungo la medesima direzione NNW-SSE, già individuata in BERSANI *et alii* (2013), nella zona compresa tra il lago di Bracciano ed il lago di Vico.

Tra i terremoti di cui si ha notizia a Roma, in particolare anteriormente alla nascita di Cristo, si annoverano in particolare i seguenti: quelli del 461, del 458-457 a.C. "*la terra tremò per un gran sisma.*" (Obsequente De prodigis). Inoltre si ricordano gli eventi sismici del 179, dell'83 e del 72-70 a.C.

Dopo la nascita di Cristo scosse sismiche si avvertirono a Roma nell'anno 1, 2, 3 e 7 d.C. (Paul. Morig. 1.7.). Altri due eventi furono registrati nell'anno 15 d.C. (Seth. opusc. Chronolog.) e 20 d.C., in cui bruciò il teatro di Pompeo (Morig. Libro 7). Nell'anno 27 d.C. il terremoto provocò la distruzione dell'Anfiteatro di Fidene (Sabell. Lib.

Chrono). Nel 51 un sisma provocò danni al Colosseo e alla Basilica di S. Paolo fuori le mura, negli anni 53 e dopo il 65 d.C. gli epicentri furono registrati nei pressi di Napoli, ma si sentirono sino a Roma.

Negli anni 85 d.C. e 94 d.C. durante il Papato di San Cleto, Roma fu devastata da due eventi sismici (Bard. Chronol.). Altri eventi si registrarono negli anni 110, 117, 139 e 181 d.C. (Bozz. De Fig. Eccl. Deit 2 e 3). Nel 147 ci fu un evento sismico accompagnato da un'inondazione del Tevere. Si registrarono scosse nel 173, 174, 223, 258, 336, 344, 349, 382, 443 (con danni al Colosseo e alla Basilica di S. Paolo fuori le mura) nel 477 le scosse durarono 40 giorni, nel 484 (o 508) e nel 586 con inondazione del Tevere.

Nel 789 il terremoto devastò Roma, nell'801 l'epicentro fu registrato a Spoleto ma il sisma si sentì anche a Roma con danni alla Basilica di S. Paolo fuori le mura; altri due eventi furono registrati nel 896 e 911.

Negli anni 1000, 1004 e 1005 le scosse durarono per alcuni mesi, nel 1091 vi fu danno alla chiesa di Santa Maria in Trastevere. Nel 1328 l'epicentro fu a Norcia ma ci furono danni a Roma. Nel 1349, durante il pontificato di Clemente VI (Brovio ann. Eccle. Tratt. 14-16.) ci fu il terremoto più rovinoso per la città di Roma di cui si ha notizia, con epicentro tra Abruzzo, Lazio e Campania, con gravi danni e crolli di numerosi monumenti e chiese.

Successivamente, altri eventi sismici colpirono la città nel 1703 (con crolli parziali di edifici, caduta di comignoli e danni minori in numerosissimi edifici, sia privati che pubblici), nel 1812 (il più forte evento sismico originatosi nell'area urbana di Roma, con risentimenti del VI-VII grado MCS e i danni maggiori (MOLIN *et alii*, 1995) registrati nei quartieri Trastevere e Campo Marzio, nel 1895 (con epicentro tra Roma e il litorale sud), nel 1899 (terremoto con origine nei Colli Albani), nel 1909 (terremoto di "Monte Mario"), nel 1915 (terremoto del Fucino) con numerosi danni nei quartieri costruiti lungo il Tevere. In particolare, in occasione dell'evento sismico del 1703 (che distrusse L'Aquila) è riportata una serie di osservazioni su fenomeni di origine naturale avvenuti nella città di Roma. Per esempio, si narra che la notte prima del terremoto gli abitanti di Roma avvertirono un odore di zolfo: *...e nella notte un insolito odore di zolfo, o come essi dicevano di trementina abbruciata*" (BAGLIVI *et alii*, 1841). Il 14 gennaio del 1703 il pozzo di un cittadino ubicato presso S. Silvestro al Quirinale aumentò il suo livello statico (10 palmi in più) ed emetteva gas con evidenti bolle in superficie; il fenomeno si manifestò sino al 10 febbraio quando fu registrata una nova scossa sismica (BAGLIVI *et alii*, 1841). L'acqua di un pozzo presso la casa dei

PP. Comaschi in via S. Andrea della Valle, nel mese di febbraio 1703 diventò di colore lattiginoso e odorante di zolfo; la natura sulfurea permase a lungo. Le cantine di molti luoghi emisero odori di zolfo che deteriorò gli alimenti conservati (vino, olio etc.). Presso il Ghetto romano (Portico d'Ot-tavia), una fonte si essiccò ed emise gas solfidrici e dalle cantine fu emesso un sibilo e gas. In molti pozzi d'acqua fu registrata la presenza di zolfo. Non lontano dalla Basilica di S. Maria Maggiore fu registrato da un religioso un grande incremento di zolfo nell'acqua del pozzo. Nel mese di febbraio 1703 i religiosi della Chiesa di S. Balbina udirono nel sottosuolo una sorta di esplosione.

In epoca recente, due tra gli eventi sismici storici sopra riportati (fig. 7), sono stati oggetto di studi approfonditi (RIGUZZI & TERTULLIANI, 1992, 1993): il terremoto del 1 novembre 1895 (Roma SW, poco fuori dal G.R.A.), con intensità del VII grado della scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg) e il terremoto del 31 agosto 1909 (Roma NW) con intensità del VI grado della scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg).

In figura 7 sono riportate le isosisme degli eventi sismici. Inoltre, viene riportata la direzione preferenziale (NNW – SSE) lungo la quale sembrano allinearsi, nel centro urbano di Roma, sia le principali emergenze di acque minerali sia i punti in cui sono state misurate anomale concentrazioni di CO₂ indoor.

La direzione di allungamento delle isosisme del terremoto del 1895 sembra ben accordarsi con la suddetta direzione NNW – SSE lungo la quale è evidente la risalita di acque minerali nell'area che comprende S. Paolo fuori le Mura, Tor Pagnotta e Castel Romano, tutte località cui è stato attribuito il VII grado della scala MCS.

Le isosisme del terremoto del 1909, invece, sembrano bene accordarsi con la stessa direzione NNW – SSE nella sua porzione settentrionale con l'isosisma massima del VI grado della scala MCS che comprende la zona del quartiere Prati e del centro storico (il Campo Marzio e Trastevere).

In figura 7, infine, sono riportati gli epicentri dei terremoti (32 eventi) sia storici che molto recenti ubicati lungo la medesima direzione, NNW – SSE, al di fuori del centro urbano sino al litorale di Anzio. In particolare, in tabella 1 sono riportati cinque terremoti (dal 27 al 32, con magnitudo compresa tra 1.6 e 4.6) avvenuti al largo di Anzio tra il 2002 e il 2014.

La maggior parte delle informazioni relative agli eventi sismici riportati nella tabella 1 provengono, per i terremoti più recenti, sia dal Catalogo della Sismicità Italiana 1981-2002 (CSI 1.1, INGV) sia da ISIDE (*Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base*, INGV). Si ricorda che a Roma,

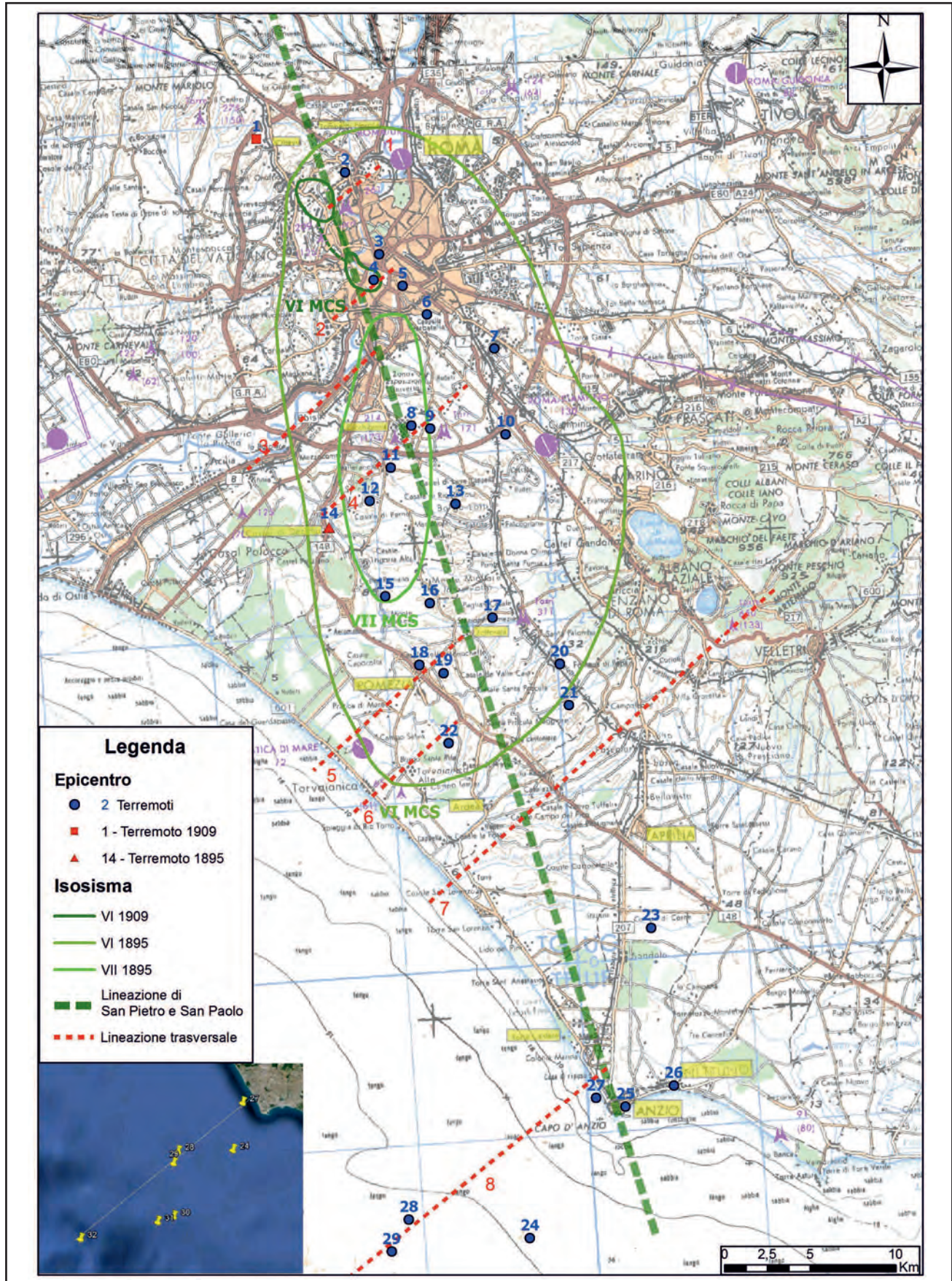


Fig. 7 - Ubicazione degli epicentri e isosisme dei principali terremoti avvenuti nell'area romana.
 - Location of the epicentres of the major earthquakes occurred in the Rome area.

Tab. 1 - *Terremoti storici e recenti nella Città di Roma e nel settore meridionale fino al largo di Anzio.*

- Historical and recent earthquakes in the city of Rome and in the southern coastline up to Anzio (including its offshore).

N.	Data terremoto	ora (UTC)	Coordinate epicentro	Area epicentrale	Intensità (MCS)	Magnitudo (MI)	Profondità ipocentro (km)	Fonte
1	31 ago 1909	13:41	41,950 - 12,383	Monte Mario, Roma	VI	3,6	-	RIGUZZI & TERTULLIANI, 1993
2	30 gen 2009	21:33	41,974 - 12,481	Tomba di Nerone	-	2,0	7,7	INGV-ISIDE
3	22 mar 1812	2:20	41,895 - 12,482	Roma	VI-VII	4,9 (Mw)	-	CPTI 11
4	12 mag 2009	12:44	41,883 - 12,465	Villa Sciarra	-	2,1	14,8	INGV-ISIDE
5	8 apr 1860	0:45	41° 53' - 12° 30'	Roma	V	3,6	-	CNR-PFG
6	4 mar 1953	10:56	41° 52' - 12° 31'	Roma	IV-V	3,3	-	CNR-PFG
7	18 feb 1811	2:15	41,850 - 12,567	Roma	VI	4,7 (Mw)	-	CPTI 11
8	12 giu 1995	18:13	41,810 - 12,510	Roma - Cecchignola	VI	3,6	11,5	BASILI <i>et alii</i> , 1996
9	3 ott 2008	23:18	41,810 - 12,520	Via di Tor Pagnotta	-	1,7	9,8	INGV-ISIDE
10	13 giu 1995	1:30	41,811 - 12,571	Via Appia	-	2,6	15,3	INGV-CSI 1.1
11	12 giu 1995	17:07	41,789 - 12,490	Valleranello	-	2,6	10,2	INGV-CSI 1.1
12	13 giu 1995	7:45	41,772 - 12,475	Decima	-	2,5	13,5	INGV-CSI 1.1
13	12 giu 1995	18:47	41,771 - 12,529	Castel di Leva	-	1,8	16,3	INGV-CSI 1.1
14	1 nov 1895	3:37	41,766 - 12,440	Castelporziano	VI-VII	4,9 (Mw)	-	CPTI 11
15	6 mag 1924	2:59	41°43' - 12° 29'	Pomezia	IV-V	3,3	-	CNR-PFG
16	1229	----	41° 45' - 12° 30'	Pomezia	-	4,1	-	CNR-PFG
17	17 mar 1990	20:51	41,709 - 12,555	Pomezia	-	3,0	12	INGV-CSI 1.1
18	12 feb 1919	20:39	41° 41' - 12° 30'	Pomezia	V	3,6	-	CNR-PFG
19	23 ott 1989	21:19	41,683 - 12,521	Pomezia	-	3,7	4,2	INGV-CSI 1.1
20	19 ott 1989	23:33	41,685 - 12,596	Pomezia	-	3,7	5,8	INGV-CSI 1.1
21	11 mag 1987	15:07	41,664 - 12,609	Pomezia	-	3,2	11,5	INGV-CSI 1.1
22	24 ott 1989	3:37	41,646 - 12,524	Pomezia	-	3,0	6,4	INGV-CSI 1.1
23	11 apr 1987	1:36	41,541 - 12,648	Aprilia	-	3,5	15,7	INGV-CSI 1.1
24	22 ott 1919	6:05	41,486 - 12,265	Anzio-Nettuno	VI-VII	4,5 - 4,8	10	TARTULLIANI <i>et alii</i> , 2003
25	23 ott 1919	4:55	41° 27' - 12° 38'	Nettuno	-	3,3	-	CNR-PFG
26	30 dic 1919	2:40	41,459 - 12,663	Nettuno	V-VI	4,5 (Mw)	-	CPTI 11
27	22 ago 2005	18:10	41,452 - 12,580	Mar Tirreno (Anzio)	-	1,6	20,6	INGV-ISIDE
28	23 ago 2005	3:12	41,381 - 12,454	Mar Tirreno (Anzio)	-	2,1	30,3	INGV-ISIDE
29	22 ago 2005	12:02	41,365 - 12,446	Mar Tirreno (Anzio)	-	4,6 (Mw)	30	INGV-ISIDE
30	27 dic 2002	21:23	41,286 - 12,446	Mar Tirreno (Anzio)	-	2,3	5	INGV-ISIDE
31	22 ago 2005	12:17	41,278 - 12,415	Mar Tirreno (Anzio)	-	1,9	37,5	INGV-ISIDE
32	21 mar 2014	4:15	41,253 - 12,265	Mar Tirreno (Anzio)	-	2,1	21	INGV-ISIDE
33	9 ott 2015	7:35	41,793 - 12,476	Fonte Laurentina-Valleranello	-	2,2	8	INGV-ISIDE

presso la sede dell'INGV (Roma sud) è esistente, dal mese di ottobre del 2002, una moderna stazione sismica permanente (sigla ROM9), e dal mese di maggio del 2013 una stazione sismica altamente tecnologica nelle gallerie dell'ex-bunker del Monte Soratte (sigla SRES), a una quarantina di chilometri da Roma. Da tale data, di conseguenza, la localizzazione degli eventi sismici di bassa magnitudo ($M < 2$) che avvengono nell'area urbana di Roma (anche nel suo settore settentrionale), risulta estremamente accurata. Inoltre, dal 2014 è stata installata una stazione sismica ai Pratononi del Vivaro (sigla VIVA) che, insieme alle altre stazioni dei Colli Albani, a quella ubicata a Lanuvio e alla stazione in pozzo LATB (Latina borehole) permette la localizzazione dei terremoti anche di bassa magnitudo che avvengono nel tratto di mare antistante Anzio, particolarmente attivo in occasione degli eventi del 1919 e del 2005 (tab. 1).

Altre informazioni, per i terremoti storici e meno recenti, sono state tratte dal catalogo del C.N.R. – Progetto Finalizzato Geodinamica (CNR-PFG) del 1985 e dal CPTI11 dell'INGV (ROVIDA *et alii*, 2011). In particolare, da quest'ultimo catalogo sono state tratte le Mw (magnitudo momento) per i terremoti di magnitudo ≥ 4.5 presenti in tabella 1 con l'eccezione del terremoto N. 24 per il quale le informazioni sono state tratte da TERTULLIANI *et alii*, 2003.

Naturalmente, la determinazione epicentrale per questi eventi, soprattutto per quelli avvenuti prima del 1890, anno in cui l'Osservatorio Geodinamico di Rocca di Papa iniziò la sua regolare attività di monitoraggio sismico del territorio (PAGLIUCA *et alii*, 2007), presenta ampi margini di incertezza. Da notare che alcuni dei terremoti riportati in tabella 1 si dispongono lungo le lineazioni trasversali identificate con i numeri 4, 5 e 8 (v. fig. 7; tab. 1).

9. - IL VULCANISMO NELL'AREA DA ROMA AL LITORALE: I CRATERI ECCENTRICI SEPOLTI

Nell'area in studio da Roma fino al litorale di Anzio è stata individuata da diversi autori una serie di crateri eccentrici che sembrano allinearsi chiaramente lungo l'allineamento NNW-SSE proposto, riportati nella figura 8: "Ubicazione dei crateri sepolti dell'area di studio sino al litorale di Anzio".

I crateri riportati nella figura indicano "la probabile ubicazione di orli di crateri sepolti dei quali si osservano i prodotti in superficie ed orli di crateri individuati solo morfologicamente" (VENTRIGLIA, 1990).

Tali crateri sono:

Via Flaminia (VENTRIGLIA U. (1989);
Colle Campidoglio (LOCARDI *et alii*, 1976)
Garbatella (VENTRIGLIA, U. 1990)

Castelluccio (VENTRIGLIA, U. 1990)

Mandriola (VENTRIGLIA, U. 1990)

Cerqueto (VENTRIGLIA, U. 1990)

Valle Caia (VENTRIGLIA, U. 1990)

Pomezia (VENTRIGLIA, U. 1990)

L'età dei menzionati crateri eccentrici sepolti dovrebbe essere intorno a 350-400.000 anni, età dedotta dalle formazioni vulcaniche presenti in superficie. La loro possibile esistenza si deve probabilmente ad eruzioni freatomagmatiche avvenute durante la prima fase eruttiva dell'apparato vulcanico dei Colli Albani (denominata del Tuscolano-Artemisio). Questi crateri sono quindi molto più antichi dei crateri eccentrici, tuttora esistenti, formati per eruzioni freatomagmatiche nell'ultima fase eruttiva del Vulcano dei Colli Albani (Castiglione, Prata Porci, Pantano secco, Pantano Borghese, Albano, Giuturna, Nemi e Valle Ariccia), la cui età varia da circa 40.000 a circa 20.000 anni fa.

Inoltre, sul Colle Aventino a Roma è forse ipotizzabile l'esistenza di manifestazioni post-vulcaniche, infatti molte sono le cronache storiche che descrivono "piogge di pietre o di fango".

Nel 214 a .C.: "Sul Monte Aventino, a Roma ed in Aricia, piovvero sassi e molto sangue, e da una fonte d'acqua freddissima uscì molto calda." (da Obsequente, de Prodigis.).

Nel 191 a.C. "...e nel Monte Aventino caddero pietre dal cielo." 186 a.C. "Nell'Aventino piogge di pietre furono placate con un sacrificio novendiale." 100 a.C. "Nell'Aventino piove fango". Tito Livio riporta: "Fu ancora indetto un sacrificio novendiale in seguito a una pioggia di pietre che sarebbe caduta sull' Aventino".

10. - I LUOGHI DI CULTO DI SAN PIETRO E SAN PAOLO NELL'AREA DI ROMA FINO AL LITORALE

Nella città di Roma gli apostoli Pietro e Paolo sono stati entrambi martirizzati; il loro culto e la devozione per loro sono testimoniati sin dall'antichità, tanto da essere stati eletti patroni della Città. Sulle tombe di questi santi martiri sono state edificate sin dai primi secoli dell'era volgare le basiliche a loro dedicate che, dopo vari rifacimenti e ricostruzioni, sono arrivate ai nostri giorni e costituiscono gli esempi più grandiosi dell'architettura cristiana nel mondo.

Appare quindi giustificato anche da un punto di vista storico, attribuire ad un elemento tettonico così importante come la Lineazione NNW-SSE individuato dagli scriventi, il nome di "San Pietro e San Paolo", affidando così la protezione della città da eventuali possibili terremoti a questi due apostoli.

Nella Carta "Distribuzione dei luoghi di culto di San Pietro e San Paolo nell'area romana", (fig. 9):

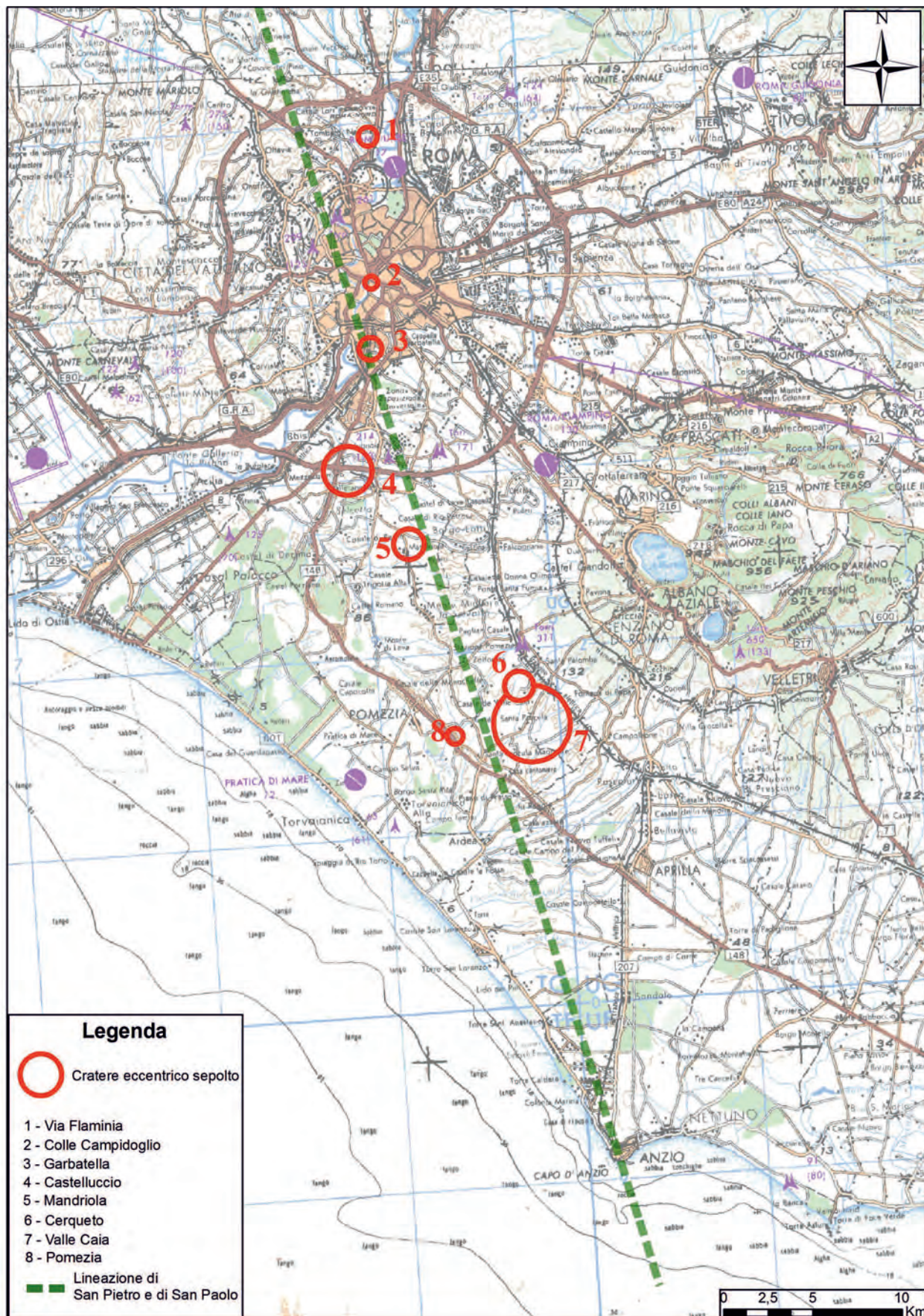


Fig. 8 - Ubicazione dei crateri eccentrici nell'area romana.
 - Location of eccentric craters in the Rome area.

Ai luoghi di culto di San Pietro e San Paolo riportati nella Carta di figura 9 non sono stati aggiunti i luoghi di culto presenti anche in diversi comuni dei Colli Albani, che pure rappresentano la devozione a questi due apostoli, in particolare ricordiamo comunque:

- la chiesa di San Pietro ad Albano laziale sulla Via Appia;
- la chiesa di San Paolo ad Albano laziale nella parte alta del territorio comunale;
- la cattedrale di Frascati dedicata a San Pietro.

Si riportano i principali luoghi nell'area romana dove questi due apostoli sono venerati:

1) Basilica di San Pietro in Vaticano. Costruita sulla tomba di San Pietro, nel luogo (il Circo vaticano) dove l'apostolo fu crocefisso con la testa in basso in segno di umiltà verso Cristo.

2) Edicola sacra di San Pietro a Porta Ostiense. È la prima edicola sacra edificata a Roma nel '400. Infatti le edicole mariane sono successive e le più antiche rappresentano (e rappresentavano quelle oggi scomparse) la Madonna del Buon Consiglio, che sarebbe arrivata solo nel XV secolo dalla città di Scutari in Albania per sottrarla alla dominazione turca.

3) Chiesa delle Tre Fontane sulla Via Laurentina. È la Chiesa sorta sul luogo del martirio dell'apostolo Paolo. Le Tre fontane rappresentano i tre salti che la testa di San Paolo avrebbe fatto durante il martirio per decapitazione. Da ognuno dei tre salti sono scaturite, secondo la tradizione, delle sorgenti d'acqua sacra.

4) Chiesa di San Paolo entro le mura. Ubicata in via Nazionale è una chiesa di culto anglicano americano, è stata la prima chiesa costruita a Roma dopo l'unità d'Italia.

5) Chiesa del *Domine Quo vadis*. Ubicata all'incrocio tra la via Appia antica e la via Ardeatina nel punto in cui Cristo ha incontrato, secondo la tradizione, l'apostolo Pietro che fuggiva da Roma. Dopo questo incontro Pietro tornò a Roma per farsi crocifiggere.

6) Chiesa di San Paolo alla Regola. Nella cappella di destra rispetto all'altare maggiore vi è la stanza in cui San Paolo ha abitato a Roma, dove era giunto, per appellarsi al giudizio di Cesare, in quanto cittadino romano, dopo la prigionia a Gerusalemme. Da questo luogo San Paolo avrebbe scritto alcune delle sue lettere: ai Colossesi, a Filemone, agli Efesini e ai Filippesi.

7) Carcere Mamertino al Foro romano. Il carcere Mamertino o Tulliano è un antico carcere romano, dove secondo la tradizione, vi furono rinchiusi prigionieri gli apostoli Pietro e Paolo. Fu trasformato nel IV secolo per volere di papa Silvestro I nella Chiesa di San Pietro in carcere e divenne da allora luogo di pellegrinaggio. Attualmente al di sopra del Carcere mamertino è stata costruita una Chiesa dedicata a San Giuseppe falegname.

8) Statue di San Pietro e San Paolo a Ponte S. Angelo. Le statue di San Pietro con le chiavi in mano e di San Paolo con la spada sono all'inizio di ponte S. Angelo, a ricordo della piccola Chiesa di San Pietro e San Paolo, che fino all'800 esisteva nei pressi di ponte S. Angelo e che - con le importanti reliquie che custodiva - costituiva l'ultima tappa dei pellegrini prima di arrivare nella basilica giubilare di San Pietro.

9) Chiesa di San Pietro in vincoli. Ubicata nei pressi di Via Cavour la chiesa è stata edificata sul luogo di un precedente luogo di culto cristiano indicato come *titulus apostolorum*. L'imperatrice Licinia Eudossia fece costruire la chiesa per custodire le catene (*vincula*) di san Pietro che la madre, l'imperatrice Elia Eudocia, aveva avuto in dono da Giovenale, patriarca di Gerusalemme, durante il suo viaggio in Terra Santa insieme alle catene che avevano legato il santo a Roma nel carcere Mamertino.

10) Chiesa di San Pietro in Montorio. Costruita sul colle Gianicolo nel sito, dove si credeva fosse stato crocefisso san Pietro, è citata già nella prima metà del IX secolo l'esistenza di un monastero *beati Petri quod vocatur ad Ianiculum*. Fu trasformato in ospedale durante i duri combattimenti del 1849 ai tempi della seconda Repubblica romana.

11) Cripta della Chiesa di S. Maria in via Lata. Nella casa, ora cripta della Chiesa superiore, l'apostolo Paolo vi abitò per due anni con un soldato di guardia, pagando una pigione e annunciando il Regno di Dio.

12) Chiesa di San Pietro ad Ardea. La chiesa di San Pietro Apostolo è uno dei più antichi monumenti romanici del territorio ardeatino. La sua vicenda costruttiva si svolge in almeno tre fasi collocabili tra la metà del IX e la fine del XVI secolo. Costituisce una testimonianza di quanto sia antico il culto per l'apostolo Pietro nel territorio ardeatino.

13) Chiesa di San Paolo a Nettuno - Via Tre Cancelli. Si tratta di una chiesa moderna con funzioni di parrocchia dedicata all'apostolo Paolo in uno dei quartieri nuovi di Nettuno.

14) Catacombe di San Sebastiano sulla Via Appia antica. Queste catacombe sono ubicate sulla via Appia antica nei pressi della tomba di Cecilia Metella. Vi è custodito un affresco paleocristiano degli apostoli Pietro e Paolo che si abbracciano in segno di riconciliazione fraterna, dopo aver avuto delle differenze di vedute sullo sviluppo del Cristianesimo. La stessa immagine dell'abbraccio fraterno fra i due apostoli è presente in un famoso mosaico nella cattedrale di Monreale in provincia di Palermo.

15) Basilica di San Paolo fuori le mura. L'altare principale all'incrocio tra la navata centrale ed il transetto è ubicato sopra la tomba dell'apostolo Paolo, martirizzato a poca distanza sull'antica via Laurentina. L'antica chiesa paleocristiana fu in

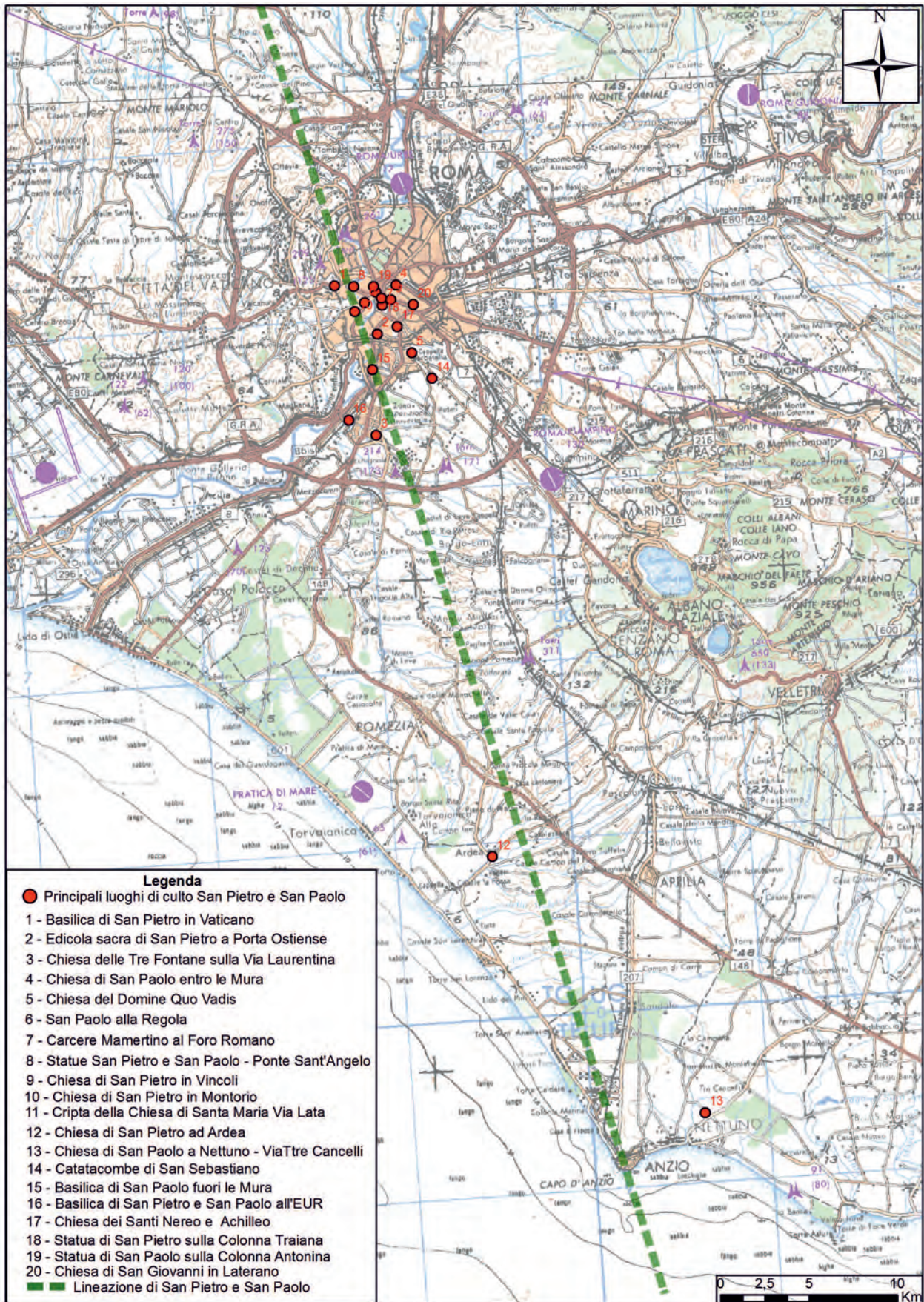


Fig. 9- Ubicazione dei luoghi di culto di S. Pietro e San Paolo Patroni della Città di Roma.
Location of St. Peter and St. Paul worship places, patrons of Rome.

buona parte distrutta dall'incendio del 1823.

16) Basilica dei Santi Pietro e Paolo all'EUR. La basilica si innalza nel punto più elevato del quartiere, dove si ritiene sorgesse un oratorio dell'Arciconfraternita dei Pellegrini, consacrato ai due apostoli. La Chiesa fu aperta al culto nel 1955 e ricevette il titolo cardinalizio nel 1965. Nel 1967 fu elevata alla dignità di basilica.

17) Chiesa di S. Nereo e S. Achilleo. La chiesa sorge dove vi era l'antico *Titulus Fasciola*, il quale era stato edificato nel punto in cui, secondo la tradizione, san Pietro aveva perso un bendaggio al piede (*fasciola*) durante la fuga da Roma per evitare il martirio.

18) Statua in bronzo di San Pietro sulla Colonna Traiana. La Colonna Traiana, ubicata nell'area dei fori imperiali, fu restaurata da Papa Sisto V (1585-1590), che vi pose sopra la grande statua bronzea di San Pietro.

19) Statua in bronzo di San Paolo sulla Colonna Antonina (o Aureliana). La Colonna Antonina, ubicata in piazza Colonna, fu restaurata da Papa Sisto V (1585-1590), che vi pose sopra la grande statua bronzea di San Paolo.

20) Basilica di San Giovanni in Laterano in cima al baldacchino che sovrasta l'altare papale sono conservate, dentro degli splendidi reliquiari, le teste degli apostoli San Pietro e San Paolo. I reliquiari sono del 1804 e sostituiscono quelli andati trafugati durante 1799 e che erano stati realizzati da Giovanni di Bartolo.

11. - INQUADRAMENTO STRUTTURALE ED EVIDENZE DI FAGLIA SUL TERRENO E DAI SONDAGGI

Si riportano di seguito alcune considerazioni che hanno portato alla determinazione delle linee riportate nelle figure 1, 2, 7.

La lineazione di San Pietro e San Paolo, direzione appenninica N 165°, (BERSANI *et alii*, 2013) viene confermata dal rilevamento di nuove emergenze di acque mineralizzate che si allineano perfettamente con i punti già indicati in BERSANI *et alii*, 2013 e da dati strutturali tratti dalla bibliografia e/o da lavori professionali.

Gli elementi di confronto sono i seguenti.

1) Galleria Giovanni XXIII a Monte Mario.

La ricostruzione (COSENTINO *et alii*, 2009 e APAT, 2008) dell'assetto stratigrafico-strutturale dei Monti della Farnesina, (fig. 10), da nuovi dati emersi dalla recente realizzazione della Galleria Giovanni XXIII, evidenzia la presenza di sistemi faglie che ribassano il substrato sedimentario pliocenico-quadernario dell'area (con una fascia di deformazione ampia circa 50 m, con orientazione N340°-60°). Tali dislocazioni, osservate a circa

quattrocento metri dall'imbocco della Farnesina (Cosentino *et alii*, 2008), mostrano una cinematica a prevalente carattere estensionale e immersione verso NE, con un rigetto di oltre 30 m, e risultano essere circa coincidenti con la direzione N165° proposta nel presente lavoro.

COSENTINO *et alii*, 2009 inoltre, hanno potuto osservare differenti sistemi di faglie nella Galleria Giovanni XXIII e descrivono come più giovane il sistema di faglie NW-SE attribuendogli un'età post-Santerniano compresa tra 0,75 e 0,62 Ma, in quanto tale sistema NW-SE taglia i sistemi di faglie presenti più antichi, con direzione N-S e NE-SW, che sono di età pliocenica (Zancleano). Questi ultimi due sistemi, infatti, sono stati riscontrati nella formazione pliocenica di Monte Vaticano ma si interrompono nei sovrastanti limi di Farneto (Santerniano), che costituiscono la parte basale della formazione pleistocenica di Monte Mario. Una faglia sub verticale a Monte Mario era già stata identificata e studiata da VERRI (1915) quando il territorio in quell'area non era ancora per nulla urbanizzato.

2) Pianura Pontina

Nel lavoro "Ricerche idriche nella pianura pontina" eseguito nel 1959 dal Consorzio di bonifica di Latina, e poi pubblicato dalla Cassa per il Mezzogiorno (1961), sono stati eseguiti diversi sondaggi profondi nell'area compresa tra Pomezia, Ardea ed Aprilia.

In tale campagna d'indagine è stato ricostruito il tetto delle argille plioceniche che va da una quota assoluta superiore a 0 m s.l.m. (in affioramento nell'area del litorale a nord di Anzio) fino a oltre -100 m s.l.m. procedendo dalla costa verso NE. Inoltre le perforazioni eseguite hanno messo in evidenza un contatto anomalo, orientato circa NW-SE, tra Pliocene medio e Calabrian, dovuto probabilmente ad un contatto tettonico riscontrato nell'area di Pomezia – Pratica di mare.

Il contatto tettonico menzionato sembra pressappoco sovrapporsi alla direzione N165° della Lineazione di San Pietro e San Paolo, rappresentando una situazione molto simile a quella evidenziata a Monte Mario dalla Galleria Giovanni XXIII, con i termini pliocenici affioranti ad ovest della supposta linea di faglia e con i terreni più giovani ribassati verso nordest.

3) Bacino di Ardea

FACCENNA *et alii*, 1994 individuano nell'area di Pomezia-Ardea il cosiddetto "Bacino di Ardea" che è delimitato verso l'Appennino da una faglia con direzione NW-SE di grande estensione, che sembra circa coincidere con la lineazione di San Pietro e San Paolo (N165°). Nella figura 11 la lineazione di San Pietro e San Paolo è stata posta nell'area centrale di Roma sulla Carta geologica di VENTRIGLIA (2002) in scala 1:40.000 circa. Si può chiaramente

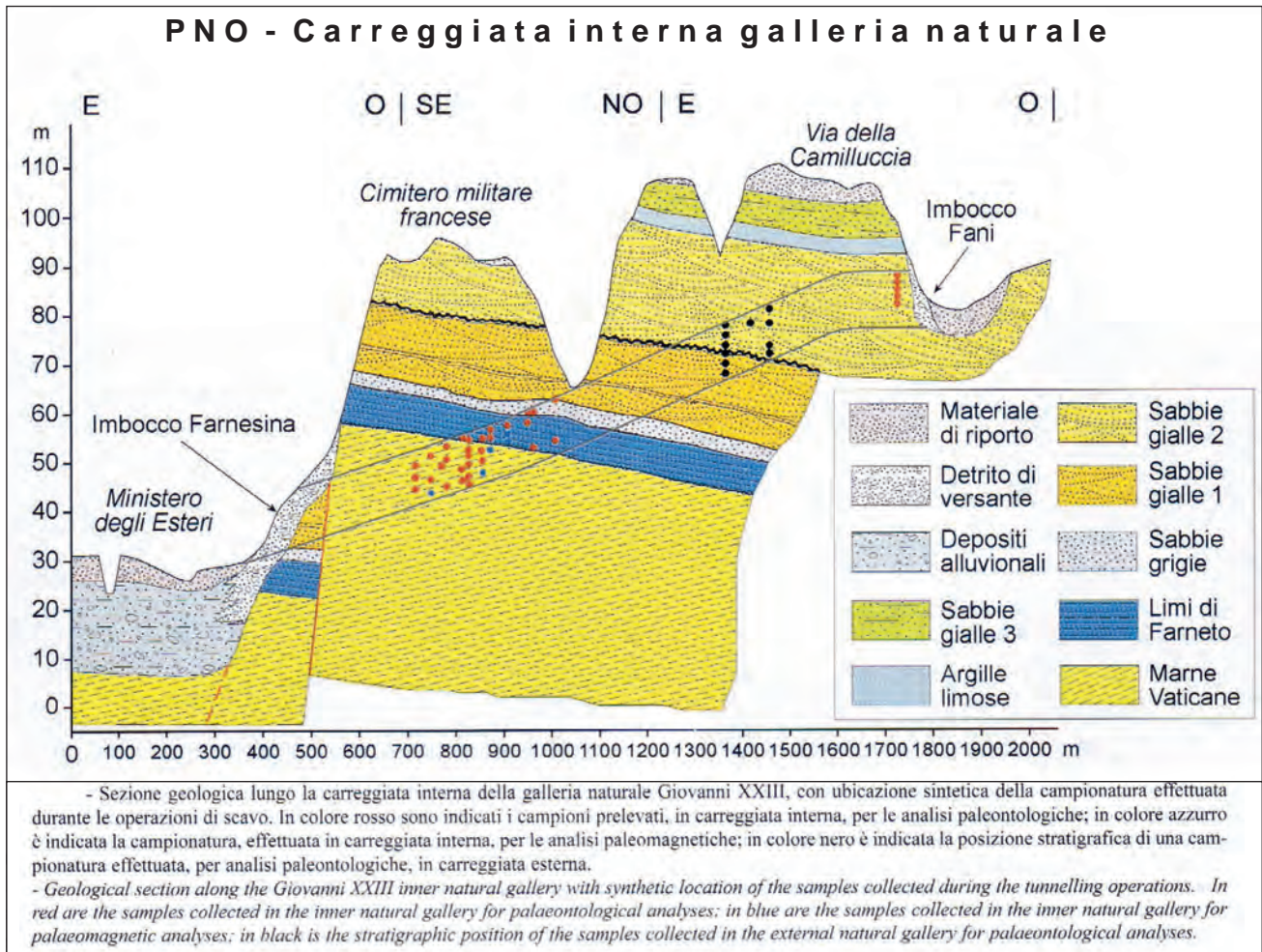


Fig. 10 - Profilo stratigrafico presso la galleria Giovanni XXIII da COSENTINO *et alii*, 2008.
- Stratigraphic profile of the John XXIII gallery from COSENTINO *et alii*, 2008.

vedere come questa lineazione o faglia separi i termini più antichi plio-pleistocenici ad ovest dai termini più giovani e quindi ribassati ad est.

Inoltre nella figura 2 (in scala 1:25.000) e nelle figure 1, 7 (in scala 1:100.000) sono state riportate una serie di lineazioni trasversali (corrispondenti probabilmente a faglie) tutte circa parallele tra loro con direzione compresa tra N 40° e N 50°, evidenziate: i) dalla ricerca bibliografica; ii) dagli epicentri dei terremoti e iii) dalla presenza in campagna di acque mineralizzate e di sinkhole. Di seguito vengono descritte queste otto lineazioni trasversali, che saranno chiamate faglie (figg. 7, 11):

Faglia N. 1) Questa faglia, riportata in figura con direzione N 45°, è stata ipotizzata essenzialmente su basi geologiche. Infatti separa (VENTRIGLIA, 2002; FUNICIELLO *et alii*, 2008) i sedimenti di età pliocenica a nord dai sedimenti alluvionali di età olocenica della valle del Tevere a sud (fig. 11). Anche l'andamento in profondità (VENTRIGLIA, 1970) del tetto delle argille plioceniche sembra confermare la sua esistenza. Inoltre la grande ansa

del Tevere immediatamente a sud dimostra un cambio nella direzione di scorrimento del fiume dovuto con ogni probabilità a motivi tettonici. Va infine ricordata (FACCENNA *et alii*, 1994) la presenza poco più a nord, di un grande elemento tettonico di scala regionale nella stessa direzione NE – SW con circa lo stesso orientamento N 45°. Nella figura 11 la lineazione di San Pietro e San Paolo è stata posta nell'area centrale di Roma sulla Carta geologica di Ventriglia (2002) in scala 1:40.000 circa. Si può chiaramente vedere come questa lineazione o faglia separi i termini più antichi plio-pleistocenici ad ovest dai termini più giovani e quindi ribassati ad est.

Faglia N. 2) Faglia del Gianicolo. Questa faglia è stata individuata in più studi tra cui la relazione Ispra 2013 “Studio dell'area in frana denominata via Ugo Bassi/Via Aurelio Saffi a Monteverde, Roma”. In questo studio viene descritto un sistema di faglie NE - SW che disloca la successione Monte Mario (Pleistocene) – Monte Vaticano (Pliocene) a gradinata verso il Tevere. Questo sistema di faglie

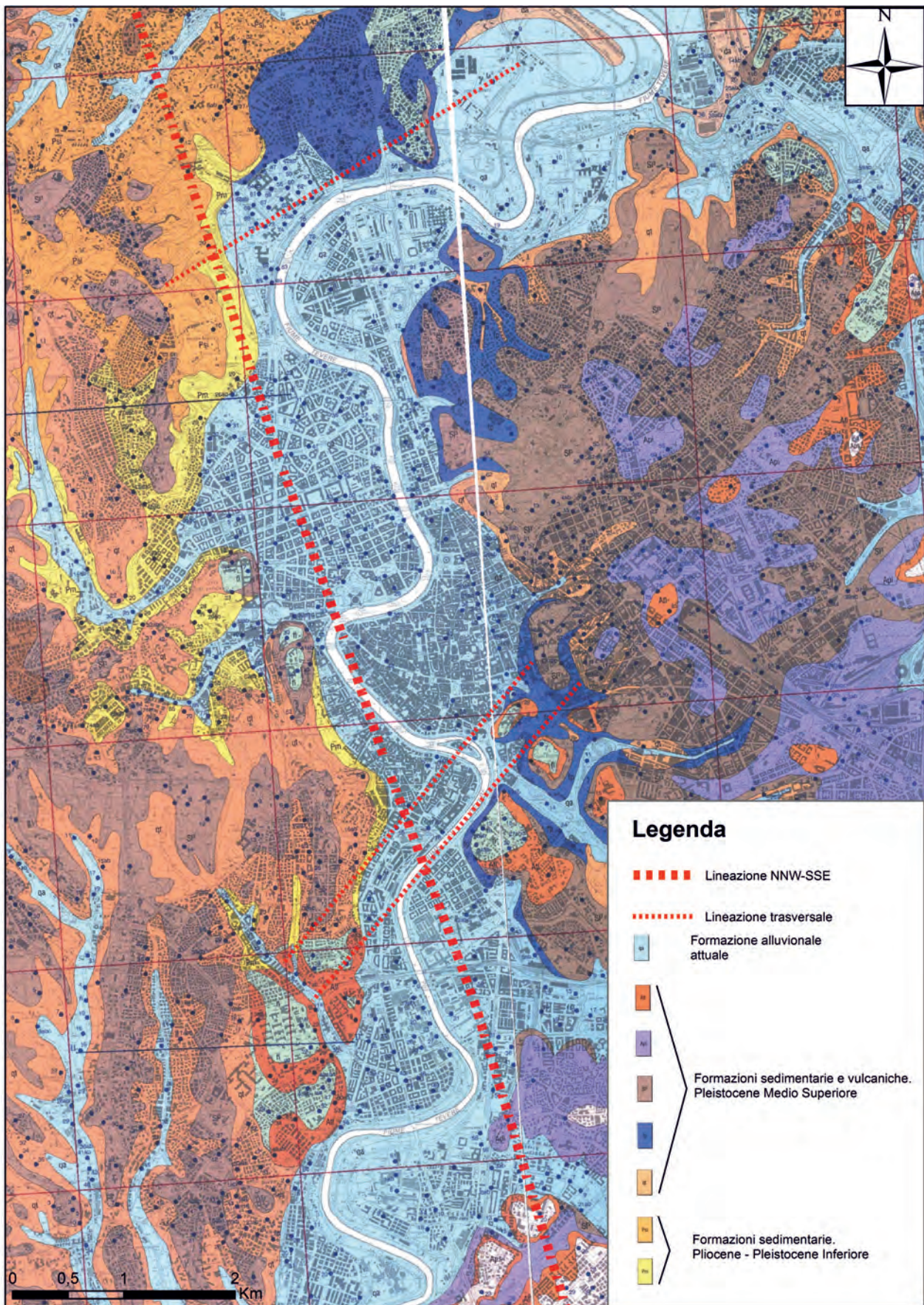


Fig. 11 - La lineazione di San Pietro e San Paolo e le lineazioni trasversali. Le linee sono state sovrapposte alla Carta Geologica di Roma a cura di Ventriglia, 2002.
 - The St. Peter and St. Paul Lination and the cross lineations; the lines were superimposed on the Rome Geological Map of Ventriglia, 2002.

è stato riportato anche nella figura 2 con due linee parallele tra loro a significare appunto la disposizione a gradinata verso il Tevere. La stessa faglia era emersa anche da una campagna di indagini geognostiche eseguite dalla Geoambiente soc. coop. a r.l. nel 2004 sul versante della scalea di Via Ugo Bassi, commissionate dal Comune di Roma – Dipartimento X. Data l'abbondanza di dati, questa faglia trasversale è stata riportata su questa faglia trasversale, è stata riportata sia nella Carta in scala 1:100.000 (v. fig. 1) con un'unica linea sia nella Carta in scala 1:25.000 (v. fig. 2) con due linee parallele. Le evidenze di questo sistema di faglie a gradinata sembrano essere numerose non solo dai dati del sottosuolo, ma anche in superficie:

- in tutte le Carte geologiche di Roma (VENTRIGLIA, 2002; APAT, 2008) i termini pliocenici sono presenti fino a nord di questa faglia e sono completamente assenti a sud, indicando l'abbassamento del substrato pliocenico causato verso sud proprio da questa faglia (vedi figura 11 in scala 1:40.000 circa).
- La presenza di acque mineralizzate o antiche sorgenti termali sia in destra che in sinistra idrografica del Tevere: in Via Portuense, all'isola Tiberina, nell'area del Foro Romano e ai piedi del Colle Aventino verso il fiume Tevere.

- L'epicentro del recente terremoto del 12 maggio 2009, avvenuto nell'area urbana di Roma (41,883 – 12,465, Magnitudo locale MI 2,1), è stato localizzato dall'INGV a Villa Sciarra al Gianicolo, proprio in prossimità della linea di faglia superiore (vedi Carta in scala 1:25.000 in figura 7) delle due individuate.

- Il tratto del fiume Tevere (vedi Carta in scala 1:25.000 in figura 2) sembra coincidere con la linea di faglia inferiore delle due individuate.

- Il contatto non stratigrafico che in via di Ponzano (traversa di Viale Trastevere verso Monteverde) mette in contatto i terreni vulcanici del Tufo lionato con i depositi sedimentari pleistocenici della Formazione di Ponte Galeria (anche se questo contatto non stratigrafico potrebbe essere dovuto all'erosione).

Si tratta con ogni probabilità di un sistema di faglie con movimento di tipo estensionale.

Faglia N. 3) Questa faglia con direzione N 40° - 45° circa è riportata in (CIOTOLI *et alii*, 2013) e corrisponde al lungo tratto di alveo del fiume Tevere nell'area della Magliana, parallelo al primo tratto della Via del Mare verso Ostia, fino ad oltrepassare anche il lato meridionale del GRA.

Faglia N. 4) Si tratta di una faglia con direzione circa N 50°, individuata in base agli epicentri della serie sismica del giugno 1995 nella zona Cecchiagnola – Tor Pagnotta (Magnitudo locale MI massima 3,6 – 12 giugno 1995) e all'epicentro del terremoto del 3 ottobre 2008 (Magnitudo locale

MI 1,7). Inoltre, su questa lineazione sono numerose le presenze di acque mineralizzate. È stato anche studiato il meccanismo focale del terremoto del citato 12 giugno 1995, che è risultato essere di tipo trascorrente (BASILI *et alii*, 1996).

Faglie N. 5, 6 e 7) Queste tre faglie fanno parte del sistema di strutture tra loro parallele con direzione circa N 50°, che individuano il cosiddetto “Bacino di Ardea”. “Bacino di Ardea” la cui estensione potrebbe essere delimitata verso NE proprio dalla faglia principale N 165°, denominata “Lineazione di San Pietro e San Paolo”. Questo sistema di tre faglie parallele NE – SW è stato individuato da FACCENNA *et alii*, 1994 e ripreso poi da CIOTOLI *et alii*, 2013, ma il bacino tettonico di Ardea è noto in bibliografia da molto tempo, come un'area particolarmente complessa dal punto di vista tettonico. Tale area è caratterizzata da risalite di elio con elevate concentrazioni (BETRAMI, 1985); le relative anomalie sono disposte, immediatamente a nord di Ardea, circa lungo la direzione NE – SW.

Rispetto a FACCENNA *et alii*, 1994 e a CIOTOLI *et alii*, 2013 si è ritenuto opportuno prolungare queste tre faglie anche verso il mare.

In particolare la faglia N. 5, incontra verso il suo margine più settentrionale la “Zolfoforata di Pomezia”, proprio in prossimità dell'incrocio con la Lineazione di San Pietro e San Paolo.

La faglia N. 6, contiene verso il suo margine più settentrionale il sinkhole, proprio in prossimità della Lineazione di San Pietro e San Paolo.

La faglia N. 7 rappresenta probabilmente una direttrice tettonica a scala regionale; infatti gli autori citati (FACCENNA, 1994; CIOTOLI, 2013) la prolungano sin oltre l'area dei Colli Albani fino ai rilievi calcarei dei Monti Prenestini e potrebbe quindi essere responsabile anche di parte dei terremoti con epicentro nei Colli Albani.

Faglia N. 8) Si tratta di una faglia di dimensioni importanti (dell'ordine di qualche decina di chilometri), individuata per la prima volta nel presente studio in base alla posizione degli epicentri avvenuti nel mar Tirreno successivi all'anno 2002, fino al recentissimo terremoto del marzo 2014. Anche gli epicentri dei terremoti di Anzio e Nettuno (n. 24, 25 e 26) del 1919, con epicentro in mare e sulla terraferma, si allineano all'incirca su questa stessa direzione (o su una direzione parallela molto vicina). Si tratta probabilmente di una faglia capace di generare terremoti di una certa entità. Il terremoto di Anzio con epicentro nel Mar Tirreno (n.24 in Carta) del 22 ottobre 1919 ha avuto infatti una Magnitudo momento (Mw) pari a 5,5, mentre il terremoto più recente del 22 agosto 2005 (n.29 in Carta) ha avuto una Magnitudo momento (Mw) pari a 4,6. Per quest'ultimo terremoto l'INGV ha

studiato il meccanismo focale che è risultato essere di tipo *strike-slip*, classificando così la faglia che lo ha generato come trascorrente.

Al termine della descrizione delle evidenze di faglie riscontrate che hanno portato alla redazione della figura 7 in scala 1:100.000, si possono avanzare delle considerazioni conclusive. La lineazione di San Pietro e San Paolo con direzione appenninica NNW - SSE (circa N 165°) sembra potersi definire la *master fault* dell'area romana, che continua anche più a nord dell'area studiata con le emergenze mineralizzate del Parco di Veio e le sorgenti mineralizzate di Ponte Sodo e del gruppo Valchetta vicino Formello. Si tratta di una fascia di deformazione tettonica a livello regionale, che, a giudicare dai terremoti del 1895 e del 1909 riportati in figura 7 in scala 1:100.000, sembra essere ancora attiva e capace di generare terremoti con estesi risentimenti all'interno di tutta l'area del GRA.

Invece i terremoti più recenti registrati dall'INGV con maggiore precisione strumentale sembrerebbero indicare che gli epicentri sono ubicati su direzioni trasversali NE - SW (comprese tra N 40° e N 50°), come il terremoto del 12 maggio 2009 con epicentro a Villa Sciarra sul Colle Gianicolo, come la micro-sequenza sismica del giugno 1995, e soprattutto come i terremoti che avvengono nel mar Tirreno a largo di Anzio. Da quanto ora detto sembrerebbe, quindi, che le due direzioni siano entrambe corrispondenti a sistemi di faglie attive in accordo con FACCENNA *et alii*, 1994.

Riepilogando, la cinematica della faglia NNW-SSE studiata a Monte Mario nelle gallerie stradali Giovanni XXIII (COSENTINO, 2008) è risultata estensionale. Per quanto riguarda invece le faglie trasversali con orientazione NE-SW, il terremoto della Cecchignola del 12 giugno 1995 (sulla Faglia trasversale n. 4) e il terremoto nel mar Tirreno del 2005 (sulla Faglia trasversale n. 8) sono risultati di tipo *strike-slip* (BASILI *et alii*, 1996, <http://cnt.rm.ingv.it/tdmt.html>). Le faglie trasversali n.2 (Gianicolo - Foro romano) e le faglie n.5, n.6 e n.7 collegate al bacino di Ardea sembrerebbero essere, invece, di tipo estensionale.

È doveroso sottolineare che le faglie riportate nelle figure sia in scala 1:25.000 che in scala 1:100.000 non sono state riportate con precisione topografica ma sono soltanto indicative dell'assetto strutturale ipotizzato.

12. - CONCLUSIONI

Nella Roma antica sono descritti in documenti storici eventi naturali quali: apertura di voragini, piogge di pietre, emanazioni di gas, terremoti ed acque minerali e termali. L'attendibilità delle de-

scrizioni e delle fonti è discutibile, pertanto il mondo scientifico non ha mai prestato grande attenzione alle fonti storiche. In questo lavoro si è cercato di dare una nuova lettura alle fonti storiche e di effettuare un confronto con i dati reali nonché fornire uno stimolo all'incremento delle ricerche.

La restituzione di tutti i dati esaminati (geochimici, sismologici strumentali, vulcanologici), uniti alla ricerca bibliografica (sia di geologia strutturale che storico-archeologica) ha fornito ulteriori conferme circa la presenza, all'interno della città, della lineazione orientata in direzione NNW-SSE (circa N 165°), già riconosciuta dagli stessi Autori (BERSANI *et alii*, 2013). La stessa direzione, infatti, è stata trovata sia nella Galleria Giovanni XXIII a nord sia nell'area di Pomezia-Pratica di Mare a sud di Roma, e consiste in un contatto tettonico tra litologie plioceniche e pleistoceniche. L'analisi sul campo e l'ubicazione in mappa dei crateri eccentrici dell'attività vulcanica sabatina e albana ha mostrato come questi si trovino allineati secondo la direzione individuata dagli Autori. Inoltre, l'analisi bibliografica e sul campo, atta a verificare l'esistenza di acque termo-minerali e/o ricche in gas, estesa a nord della città di Roma, lungo la stessa fascia a direzione NNW - SSE, ha evidenziato la presenza di un buon numero di sorgenti termali e mineralizzate, ricche in CO₂ di origine profonda, come quelle della zona Cassia-La Giustiniana.

A tale elemento tettonico è stato attribuito, dagli Autori, il nome di "*Lineazione di San Pietro e San Paolo*", sia per ragioni storiche (sono i Santi protettori dell'Urbe) sia perché essa attraversa la città "incontrando" sia la Basilica di S. Pietro a nord sia quella di S. Paolo a sud.

Una ricerca bibliografica accurata e la produzione di nuovi dati scientifici sul campo hanno permesso di individuare nuove lineazioni trasversali, circa parallele tra loro con direzione compresa tra N 40° e N 50° (NE-SW); su tali strutture, infatti, sono presenti numerose manifestazioni naturali (epicentri di terremoti recenti nell'area urbana di Roma e nel tratto di mare a largo di Anzio, acque mineralizzate con evidenti apporti profondi, sinkholes) che, opportunamente mappate, ne identificano la loro presenza.

È doveroso sottolineare che le faglie ubicate dagli Autori nelle figure sia in scala 1:25.000 che in scala 1:100.000 non sono state riportate con precisione topografica ma sono soltanto indicative di un assetto strutturale ipotizzato.

L'assetto tettonico e le cinematiche delle diverse strutture individuate appaiono molto complesse, in quanto da una parte le analisi di campagna identificano come estensionali le faglie riconosciute nella Galleria Giovanni XXIII, mentre dall'altra i meccanismi focali, della microsequenza sismica del

1995 e dell'evento al largo di Anzio del 2005, mostrano chiare evidenze di movimenti trascorrenti.

Lo schema strutturale proposto nella figura 7 consente comunque per la prima volta di inquadrare e spiegare, in un unico modello, tutti i terremoti storici e recenti, con epicentro nell'area romana e nel mar Tirreno.

Attualmente le conoscenze geologiche e sismiche della città di Roma sono in grande sviluppo perché si dispone di strumenti di rilevazione e misura sempre più sofisticati e precisi, sia dell'attività sismica, sia delle caratteristiche geochemiche delle acque. Da ciò consegue una migliore conoscenza anche degli hazard geologici (sismico, per le emanazioni gassose di origine naturale, per gli sprofondamenti di origine naturale e/o antropica, ecc.) a cui Roma è potenzialmente esposta.

Da alcune decine di anni, inoltre, con lo sviluppo di grandi metropoli in ogni parte del mondo si è proposta una nuova branca della geologia: la Geologia Urbana.

La città di Roma con i suoi oltre 3000 anni di storia documentati da tante testimonianze storiche e archeologiche costituisce, probabilmente, per la sua estensione e per la ricchezza del patrimonio artistico, l'area urbana più importante e su cui è possibile confrontare le fonti storiche con i risultati provenienti dall'utilizzo delle moderne tecnologie di ricerca.

Lo studio della geologia di Roma costituisce, quindi, un modello per le altre aree metropolitane del mondo.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dr. Roberto Serafini dell'ISPRA per il supporto alla realizzazione delle mappe.

Si ringraziano i colleghi Geologi Gianni Angelucci e Massimiliano Ferrari della Geoambiente s.r.l. per aver fornito materiale professionale utile per questa pubblicazione, relativamente alla zona Via Ugo Bassi – Via Aurelio Saffi e all'area Pontina per l'individuazione delle faglie presenti.

Si ringrazia per il contributo alle ricerche storiche il piccolo Diego Amirante.

BIBLIOGRAFIA

- AMBROSINI L. (2002) - *Thymiateria etruschi in bronzo: di età tardo classica*. 516 p.p.
- AMIDEI F. (1741) - *Roma antica distinta per Regioni. Della fondazione di Roma. A gloria dell'edificazione di Roma da quasi tutti gli Scrittori delle Romane Istorie*. Marchese Raggi (Ed.).
- APAT - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2008) - *La Geologia di Roma: dal centro storico alla periferia*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **80**, a cura di: FUNICIELLO R., PRATURLON A. & GIORDANO G., SELCA, Firenze.
- APAT - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2008) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio n. 374 Roma, con note illustrative*.
- APAT - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2008) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio n. 387 Albano Laziale, con note illustrative*.
- ARALDICO (1821) - *Giornale arcadico di scienze, lettere ed arti*. Stamperia Salviucci e figlio.
- ARMELLINI M. (1891) - *Le chiese di Roma*. Tipografia Vaticana, Roma.
- BAGLIVI G., SANTORINI G.D. & PELLEGRINI R. (1841) - *Opere complete medico-pratiche ed anatomiche di Giorgio Baglivi*. 946 pp.
- BASCIÀ L. & CAPOLINO P. (2000) - *La casa romana: nella storia della città dalle origini*. 316 pp.
- BASILI A., CANTORE L., COCCO M., FREPOLI A., MARGHERITI L., NOSTRO C. & SELVAGGI G. (1996) - *The June 12, 1995 microearthquake sequence in the city of Rome*. Annali di Geofisica, **34** (6), 1167-1175.
- BERSANI P. & BERSANI A. (2010) - *L'antica sorgente dell'Acqua Acetosa a Roma*. Professione Geologo, n. 24, Luglio 2010.
- BERSANI P., FERRARI S. & PIZZINO L. (2009) - *Un'antica sorgente termale nel Campo Marzio a Roma*. L'Acqua n. 2.
- BERSANI P., NISIO S. & PIZZINO L. (2013) - *Acque mineralizzate, emissioni gassose e sismicità nell'area compresa tra Roma e il litorale: dati storici e nuovi contributi*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **93**: 394-409.
- BETRAMI R. (1985) - *La prospezione dei gas nel suolo come metodo di esplorazione geotermica*. Atti del seminario: Metodi di individuazione degli acquiferi profondi in zone termicamente anomale. Tirrenia 15-19 novembre 1985.
- BONI C., BONO E. & CAPELLI G. (1988) - *Schema idrogeologico dell'Italia centrale*. Mem. Soc. Geol. d'It., **35**, Roma.
- BROCCHI G. (1820) - *Dello stato fisico del suolo di Roma*. Memoria per servire alla carta geognostica di questa città, Roma, Stamperia de Romanis, 281 pp.
- CAMPONESCHI & NOLASCO F. (1982) - *Le risorse naturali della Regione Lazio*. "Roma e i Colli Albani", **7**, Regione Lazio.
- CAPELLI G., MAZZA R. & TAVIANI S. (2008) - *Acque sotterranee nella città di Roma*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **80**, a cura di: FUNICIELLO R., PRATURLON A. & GIORDANO G., SELCA, Firenze.
- CARDILLI L. (2010) - *Sulla fontana dell'Acqua Acetosa e il nuovo parco. Un recupero significativo*. L'Acqua n. 2/2010.
- CASTELLANI V. & BERSANI P. (2005) - *Il cunicolo idraulico di Villa Glori – Lungotevere dell'Acqua Acetosa*. In: Catasto cavità sotterranee italiane.
- C.N.R. (1985) - *Progetto finalizzato Geodinamica - Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. CNR, Bologna.
- CASSA PER IL MEZZOGIORNO (1961) - *Indagine sulle acque sotterranee dell'Agro Romano e Pontino*. Documento 5 a cura di: BLANC, CONFORTO, DI RICCO & SAPPA.
- CASSIO A. (1756) - *Corso dell'acque antiche...*, Roma.
- CASSIO A. (1893) - *Bollettino della commissione Archeologica di Roma*. Tip. Dell'Accademia dei Lincei, 304 pp., Roma.
- CASTIGLIONE & SABA (1957) - *Storia dei Papi*. Ediz. UTET.
- CECHELLI (1935) - *Santa Maria in Trastevere*. La Chiesa di Roma illustrata n. 31-32
- CIMINO M.G. & NOTA SANTI M. (1998) - *Corso Vittorio Emanuele II tra urbanistica e archeologia. Storia di uno sventramento*. Edizione Electa, Napoli.
- CIOTOLI G., CORAZZA A., FINOIA M.G., NISIO S. & SUCCHIARELLI C. (2013 b) - *Gli sprofondamenti antropogenici nell'aria urbana di Roma*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **93**: 143-182.
- CIOTOLI G., ETIOPE G., FLORINDO F., MARRA F., RUGGIERO L. & SAUER P.E. (2013a) - *Sudden deep gas eruption nearby Rome's airport of Fiumicino*. Geophysical Research Letters, **40**, 1, 5.
- CIOTOLI G., FINOIA M.G., LIPERI L., MELONI F., NISIO S., TONELLI V. & ZIZZARI P. (2015 a) - *Sinkhole susceptibility map of the Lazio Region, central Italy*. Journal of Maps, 1/2015.
- CIOTOLI G., NISIO S. & SERAFINI R. (2015 b) - *Carta di suscettibilità ai sinkholes antropogenici nel centro urbano di Roma: analisi previsionale*. In questo volume.
- COSENTINO D., CIPOLLARI P., DI BELLA L., ESPOSITO A., FARANDA C., FUNICIELLO R., GIORDANO G., GLIOZZI E., MATTEI M., MAZZINI I. & PORRECA M. (2008) - *Geologia dei Monti della Farnesina (Roma): nuovi dati di sottosuolo della Galleria Giovanni XXIII*. In: APAT - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (2008), "La Geologia di Roma. Dal centro storico alla periferia". Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **80**, a cura di: FUNICIELLO R., PRATURLON A. & GIORDANO G., SELCA, Firenze.

- COSENTINO D., CIPOLLARI P., DI BELLA L., ESPOSITO A., FARANDA C., GIORDANO G., GLIOZZI E., MATTEI M., MAZZINI I., PORRECA M. & FUNICIELLO R. (2009) – *Tectonics, sea-level changes and paleoenvironments in the early Pleistocene of Rome (Italy)*. Quaternary Research 72, 143-155.
- CORAZZA A. & LOMBARDI L. (1995) – *Idrogeologia del centro storico di Roma*. In: *Geologia di Roma. Il centro storico*, Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **50**, IPZS, Roma.
- EFFEMERIDI (1822) – *Effemeridi letterarie di Roma*. Tomo IX, Ott, Nov., Dic. Roma, 1822, 399 pp.
- FACCENNA C., FUNICIELLO R., BRUNI A., MATTEI M. & SAGNOTTI L. (1994) – *Evolution of a transfer related basin: the Ardea basin (Latium, central Italy)*. Basin Research, 6, 35-46.
- FERRANTE CORTI I. (1930) – *Mirabilia Urbis Romae*. Fratelli Strini Editori, Albano Laziale, 1930, pp. 267, cfr. pag. 113.
- GEOAMBIENTE SOC. COOP. A R.L. (2004) – *Relazione tecnica in merito alle risultanze delle attività di ripristino della strumentazione di monitoraggio installata sul versante della scalea di Via Ugo Bassi e delle misurazioni inclinometriche estemporanee effettuate nel gennaio 2004*. Comune di Roma Dipartimento X – Politiche ambientali ed agricole GIGLI L. (1987): “*Guida rionali di Roma, Rione XII Trastevere*”, Roma.
- GIORDANO G., MATTEI M. & FUNICIELLO R. (2010) – *Geological Map of the Colli Albano Volcano. In scala 1:50.000*. Università degli Studi RomaTre – Dipartimento di Scienze Geologiche, Servizio Geologico d'Italia e Regione Lazio – Assessorato all'Ambiente e alla Cooperazione tra i Popoli.
- GOODHUE N. (1975) – *The Lucus Furrinae and the Syrian sanctuary on the Janiculum*. Adolf M. Hakkert, 1975, 175 pp.
- ISPRA – ROMA CAPITALE, Dipartimento Tutela ambientale e del verde – Protezione Civile (2013) – *Studio dell'area in frana denominata Via Aurelio Saffi / Via Ugo Bassi a Monte Verde*, Roma, Relazione definitiva (documento interno).
- ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA - *Catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (CSI 1.1)*. Disponibile su: <http://www.ingv.it/banche-dati>.
- ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA - *Iside - Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base : Catalogo dal 2005 a oggi*. Disponibile su: <http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>
- LANCIANI R. (1880) – *Topografia di Roma antica. I commentarii di Frontino intorno le acque e gli acquedotti*. Mem. Reale Acc. Lincei, ser. **3**, **4**: 215-614, Roma, Ristampa anastatica: LANCIANI R. (1975): “*Le acque e gli acquedotti di Roma*”, Quasar (Ed.), Roma.
- LIVEROTTI M. (2009) – *Riti antichi e misteriosi nella zona di piazza dell'Oro*. Riv. Urlo, 69, novembre 2009.
- LOCARDI E., FUNICIELLO R., LOMBARDI G. & PAROTTO M. (1976) – *The main volcanic groups of Latium (Italy). Relations between structural evolution and petrogenesis*. Geologica Romana, XV, Roma.
- LOMBARDI L. & CORAZZA A. (2005) – *Le antiche acque superficiali della città di Roma*. Atti del Convegno Ecosistema Roma del 14-16 aprile 2004.
- LOMBARDI L. & CORAZZA A. (2008) – *L'acqua e la città in epoca antica*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **80**, a cura di: FUNICIELLO R., PRATURLON A. & GIORDANO G., SELCA, Firenze.
- LUGLI G. (1938) – *Acque urbane in Roma Antica*. Scienze e Lettere dal 1919, già BARDI (Ed.), 182 pp.
- MCS (1930) – *Scala macrosismica Mercalli-Cancani-Sieberg*. In: SIEBERG A.: *Geologie der Erdbeben*, tab. 102, Handbuch der Geophysic, Berlin.
- MELONI F., NISIO S., LIPERI L., TONELLI V. & ZIZZARI P. (2013 a) – *Il Catalogo unificato dei sinkholes della regione Lazio*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **93**: 321-354.
- MELONI F., NISIO S., LIPERI L., TONELLI V., ZIZZARI P. & CIOTOLI G. (2013 b) – *Carta dei sinkholes della Regione Lazio*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **93**.
- MOLIN D., CASTENETTO S., DI LORETO E., GUIDOBONI E., LIPERI L., NARCISI B., PACIELLO A., RIGUZZI E., ROSSI A., TERTULLIANI A. & TRAINA G. (1995) – Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **50**, IPZS, Roma.
- NARDINI F. (1818) – *Roma antica. Stamperia de Romanis*. TOMO I, 327 pp.
- NIBBY A. (1819) – *Viaggio antiquario ne' contorni di Roma*. V. Poggioli Stampatore. 313 pp.
- NISIO S. (2003) – *I fenomeni di sprofondamento: stato delle conoscenze ed alcuni esempi in Italia Centrale*. Il Quaternario, 16 (1) 2003, 121-132.
- NISIO S. (2008) – *I fenomeni naturali di sinkhole nelle aree di pianura italiane*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **85**, 475 pp.
- NISIO S. (2010a) – *Geologia storica per lo studio dei fenomeni di sinkhole*. In: *Geomitologia. Dei Uomini Natura tra geologia e storia*. Rivista Abruzzese, 36-71.
- NISIO S. (2010b) – *Fenomeni di sprofondamento in alcuni centri urbani*. Atti 2° Workshop internazionale: “*I sinkholes. Gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato*”, Roma 3-4 dicembre 2009, ISPRA: 845-864.
- NISIO S. (2015a) – *I sinkholes tra storia, mito e leggenda*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **96**: 271-296.
- NISIO S. (2015b) – *Le ricerche storiche nello studio dei fenomeni di sprofondamento*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **96**: 261-270.
- NISIO S., CARAMANNA G. & CIOTOLI G. (2007) – *Sinkholes hazard in Italy: first results on the inventory and analysis of some case studies*. In: PARISE & GUNN (Eds.), *Natural and Anthropogenic Hazards in Karst areas: Recognition, Analysis and Mitigation*. Geological Society, London, Special Publications, 279, 23-45.
- OSSEQUENTE G. (1992) – *Il Libro dei Prodigii*. Ristampa a cura di: Solas Boncompagni (Ed.) Mediterranee, 1992, 188 pp., Roma.
- OVIDIO - *Opere complete, Vol. I, Traduzione di Stok F.*, UTET, 1999, pp. 493, Torino.
- PAGLIUCA N.M., GASPARINI C. & PIETRANGELI D. (2007) – *Il museo geofisico di Rocca di Papa: tra divulgazione e ricerca scientifica*. Annali dell'Università di Ferrara, **3**, Mus. Sci. Nat.
- PIZZINO L., GALLI G., MANCINI C., QUATTROCCCHI F. & SCARLATO P. (2002) – *Natural Gas Hazard (CO₂, ²²²Rn) within a quiescent volcanic region and its relations with tectonics: The case of the Ciampino-Marino area, Alban Hills Volcano, Italy*. Natural Hazards, **27**(3): 257-287.
- PORTEOUS A. (1996) – *The Lore of the Forest: Myths and Legends*. 319 p.p.
- RIGUZZI F. & TERTULLIANI A. (1992) – *I terremoti romani del 1895 e del 1909*. Geologia Tecnica & Ambientale n. 3.
- RIGUZZI F. & TERTULLIANI A. (1993) – *Re-evaluation of minor events: the examples of the 1895 and 1909 Rome earthquakes*. Natural hazards, **7**, 219-235.
- RUSCONI L. (1859) – *Dizionario Universale storico artistico tecnologico*. **1**, 855 pp., Tip. Favale, Torino.
- SCAGNETTI R. (1984) – *Grande Pianta Topografica a colori di Roma Antica*.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1963) – *Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 - Foglio n. 158 Latina*.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1967) – *Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 - Foglio n. 150 Roma*.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1995) – *La Geologia di Roma. Il centro storico*. Mem. Descr. Carta Geol. D'It., **50**, Coordinamento scientifico: RENATO FUNICIELLO, IPZS, Roma.
- TERTULLIANI A., ROSSI A. & DI GIOVANBATTISTA R. (2003). *Reappraisal of the 22 October 1919 Central Italy earthquake*. Bulletin of the Seismological Society of America, **93** (3), 1298-1305.
- TITO LIVIO - *Ab Urbe condita*. Traduzione di: Fiore C., UTET, pp. 730, Torino, 1981.
- VALERIO MASSIMO - *Dei e fatti memorabili*. Traduzione di Faranda S., UTET, 1971, pp. 1146, cfr. pag. 428, Torino.
- VENUTI R. (1824) – *Accurata e succinta descrizione topografica delle antichità di Roma*. **1**, 256 pp.
- VENTRIGLIA U. (1989) – *Idrogeologia della provincia di Roma – Volume II - Regione vulcanica Sabatina*. Amministr. Provinc. di Roma Ass.to LL PP, Viabilità e Trasporti. Roma.
- VENTRIGLIA U. (1990) – *Idrogeologia della provincia di Roma - Regione vulcanica dei Colli Albani*. Amministr. Provinc. di Roma Ass.to LL PP, Viabilità e Trasporti, Roma.
- VENTRIGLIA U. (2002) – *Geologia del territorio comunale di Roma*. Amm.ne Prov.le di Roma.
- VERRI A. (1915) – *Cenni spiegativi della Carta Geologica di Roma, pubblicata dal R. Uff. Geologico su rilevamento del Ten. Generale*. Ist. Geografico De Agostini, Novara.
- ZAPPULLO M. (1609) – *Sommario storico del Dott. Michele Zap-pullo Napolitano*. Giacomo Carlino & Costantino Vitale (Ed.), 587 pp., Napoli.