

SESSIONE 2
SPROFONDAMENTI
E RICERCA STORICA

INFORMAZIONI STORICHE E FENOMENI DI SPROFONDAMENTO NEL COMPRESORIO DELL'ANTICA CITTÀ VOLSCA DI VELLETRI (RM)

di Aversa M.¹, D'Aniello V.²

ABSTRACT

Veliter, nowadays *Velletri*, is situated in the region outback close to the limit of geographical district called *Castelli Romani*, while the territory is part of the geological region of *Vulcano laziale*, also known as the volcanic district of the *Alban Hills*.

The town was built on an isolated relief (top at 332 m), situated in the external area of the *Tuscolano-Artemisio* caldera. Most of the town territory is located on a base of pyroclasts and tuffs, 150-250 m thick, from which the acid bulks of *Monte Artemisio* and *Maschio D'Ariano* emerge.

The origin of *Velletri* is very ancient and mysterious: it is not certain whether the town was founded by *Latini*, *Etruschi* or *Volschi* populations, which in any case are tied up to the primitive history of the town.

Its urban structure has been modified several times in the history and its subsoil has been exploited in the centuries by the population, which, boring in the tuff, has created a tangled net of tunnels, caves and galleries. The underground caves are so many to form a network of paths, used by the people to escape from the town in case of war.

In the last years, a lot of tunnels and caves have not been used anymore and this has caused a loss of stability of buildings and streets built above the same, causing, often after extreme meteorological conditions, the opening of several sinkholes, which have caused collapses and chasms, especially in the old town centre.

In the Italian classification, this kind of collapse is specified as anthropogenic sinkhole.

Detailed investigations on the sinkholes that occurred in the last 40 years have been performed to locate the town areas more interested by the risk. More than 35 news about sinkholes have been found during the research.

The purpose of this study is to create a historic map of sinkholes in *Velletri*.

1. INTRODUZIONE

Gli antichissimi centri del *Latium Vetus* sono attualmente oggetto, troppo spesso, di particolari fenomeni di interesse idrogeologico localizzato e la storia dell'evoluzione dei processi di antropizzazione loro connessi evidenziano, quasi sempre, nascite molto lontane nel tempo dell'urbanizzato stesso, aggregazioni umane legate ad ancestrali culti posti sulle alture del rilievo cittadino dove è facile riscontrare la presenza di reperti archeologici come templi o similari. Questo è un aspetto che coinvolge la maggior parte dei centri ubicati sulle partico-

1 ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

2 AGAT - Associazione Geografica Ambiente e Territorio

lari morfologie presenti nella regione geografica ambito di indagine. Essi dovrebbero essere oggetto di particolare attenzione per le problematiche di rischio connesse, espresse da una consistente ripetitività dei fenomeni registrati e da un numero di persone sempre maggiore coinvolte o coinvolgibili da potenziali, riproponibili e quindi prevedibili eventi.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Velester, ma anche *Veliter* o *Velitrae*, l'attuale Velletri (RM), è situata nell'entroterra laziale, al limite di un particolare famoso comprensorio geografico conosciuto ai più come Castelli Romani, territorio il quale corrisponde invece alla regione geologica cosiddetta del Vulcano laziale e definito come apparato dei Colli Albani.



Fig. 1 - La cittadina di Velletri (RM) osservata in direzione S dalle morfologie del rilievo calderico Tuscolano-Artemisio. In primo piano, il centro storico, all'orizzonte i Monti Lepini, la Piana Pontina ed il Promontorio del Circeo.

L'antico centro abitato, al di sotto del Monte Artemisio, sorge su un rilievo alquanto isolato (332 m s.l.m.), ultimo notevole contrafforte verso mare del complesso vulcanico.

Da qui si domina un immenso orizzonte che abbraccia sia i Monti Lepini che il tratto di costa tirrenica che va dal promontorio del Circeo fino a Capo d'Anzio.

La cittadina è situata nell'area esterna della possente cinta calderica, meglio definita come Tuscolano - Artemisio ove sono anche ubicati diversi coni di scorie. Uno di questi, denominato Colle dei Cappuccini, antichissimo luogo di culto, si trova su un rilievo isolato sotto la cinta, ai margini del centro abitato veliterno.

L'attività eruttiva di tipo misto del vulcano inizia nel Pleistocene medio circa 600 mila anni fa ed i suoi prodotti si accumulano su un basamento preesistente di rocce argillo-sabbiose plioceniche, depositate sui calcari della piattaforma carbonatica laziale che iniziava ad affiorare a causa della compressione che avrebbe portato alla nascita della catena appenninica (DE RITA D., 1992).

Le manifestazioni dell'apparato vulcanico, come è noto, si dividono in tre fasi distinte:

- prima fase, detta del Tuscolano-Artemisio la quale comprende almeno quattro cicli caratterizzati da colate piroclastiche, piroclastiti e lave;

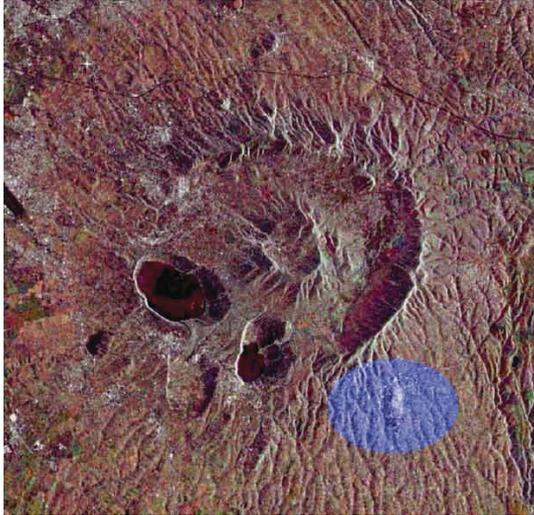


Fig. 2 - Immagine ERS1(SAR) delle morfologie dell'apparato vulcanico dei Colli Albani.

Evidenziato con il colore blu l'urbanizzato cittadino di Velletri. (ESA-ESRIN, per gentile concessione).

- seconda fase, detta dei Campi D'Annibale, posteriore al collasso della parte sommitale dell'edificio originario. Successivamente ad un periodo di relativa quiescenza si forma, all'interno dell'area collassata stessa, un più modesto stratovulcano centrale;
- terza ed ultima fase, caratterizzata da una attività laterale di tipo idromagmatico la quale sembrerebbe essere terminata circa 20 mila anni fa. In questa fase si manifestano e verificano violente esplosioni freatomagmatiche localizzate che producono surges e lahars.

Il comprensorio areale del Comune di Velletri viene geologicamente descritto con una presenza di coltri di piroclastiti e tufi le quali sembrerebbero costituire una piattaforma continua spessa dai 150 ai 250 m. Dalla stessa morfologia emergono evidenze afferenti alle masse acide del Monte Artemisio e del Maschio D'Ariano composte soprattutto da leucititi.

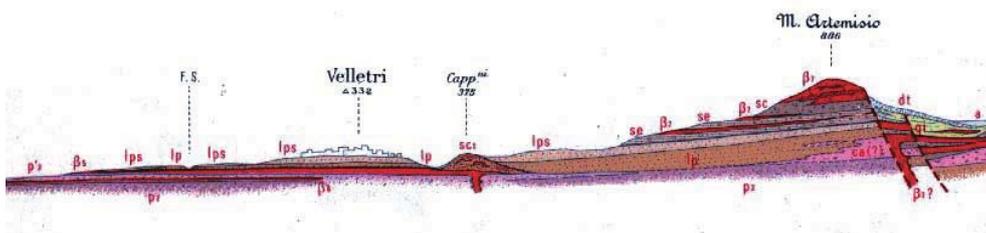


Fig. 3 - Particolare della Carta Geologica d'Italia Foglio 150 - Roma (Scala 1:100.000). PROFILO GEOLOGICO "Monte Artemisio - Velletri": [7] Leucititi nefeliniche con olivina e leucititi tefritiche; [sc] Scorie saldate senza stratificazione, in ammassi e tumuli; [se] Scorie e lapilli giallastri sciolti, talora agglomerati, scorrette e lapilli stratificati; [lps] Paleosuoli: facies pedogenizzata dei lapilli varicolori; [lp] Lapilli di vario colore: viola, gialli, bruni e neri distintamente stratificati, con intercalazioni cineritiche, zone talora argillificate, ricchi di minerali femici isolati, e abbondante leucitite analcimizzata; [sc1] Coni e bocche eruttive eccentriche, talvolta soprastanti a [lp]; [5] Lave in grandi colate, soprastanti o sottostanti a [lp]: leucitite melilitica di Velletri, da grigio chiara a grigio verdastra scura, con rari fenocristalli di augite e di leucite.

Il sottosuolo dell'areale cittadino è un articolato molto complesso di piroclastiti rinsaldate sincalderiche con alla base una colata locale di leucitite melilitica. Esso è stato sfruttato nei secoli dalla popolazione veliterna dando vita ad una rete intricata di gallerie, cunicoli e grotte scavate direttamente nelle cosiddette brecce tufitiche.

3. INFORMAZIONI STORICHE E FENOMENI DI SPROFONDAMENTO AREALE

La storia di Velletri è antichissima ed è avvolta nel mistero. Non si sa con certezza se a fondare la città siano stati i Latini, gli Etruschi o i Volsci.

Le tre originarie popolazioni laziali sono comunque legate alla storia primitiva della città. Un dato accettato è che nel VI secolo a.C. i Volsci, stabilitisi in precedenza sulle alture dei Lepini, sarebbero riusciti ad occupare Velletri, preziosa per la sua invidiabile posizione strategica sulla odierna Piana Pontina.

La struttura urbanistica ha dunque risentito delle sovrapposizioni umane di periodi storici e culturali diversi ed è proprio grazie alla particolare geologia del territorio che i veliterni oltre che a costruire l'abitato hanno realizzato una sorta di Velletri sotterranea, incidendo con grotte, cunicoli e catacombe il sottosuolo cittadino. Le cavità sono così tanto ramificate da formare una vasta ed intricata ragnatela sotterranea.

Esistono addirittura delle vere e proprie vie di comunicazione ipogee che in modo radiale si diramano dal centro storico antico verso le ex zone periferiche agricole. Esse erano utilizzate in passato come vie di fuga in caso di evento bellico.

La diffusa pratica di conservazione termica del vino all'interno dei sotterranei tufacei ha reso il prodotto particolarmente famoso per le sue proprietà organolettiche.

L'abbandono moderno dell'uso dei "grottini" destinati a questo ultimo scopo e la mancata conoscenza della loro antica o arcaica dislocazione ha portato ad una diminuzione della stabilità dei manufatti recenti, soprattutto quelli realizzati nella antica area urbana a seguito della ricostruzione intervenuta dopo il distruttivo bombardamento americano del 1944.



Fig. 4 - Foto archivio USAAF. Velletri durante il bombardamento del 22 Gennaio 1944 che la rase al suolo. Si noti, in basso, la particolarità in foto delle bombe sganciate dal bimotore Martin B-26 che stanno cadendo sul centro abitato.

4. REALIZZAZIONE DI UN DATABASE URBANO

Negli anni, le cavità ubicate al di sotto degli edifici, proprio in loro corrispondenza, hanno dato luogo all'apertura di voragini e conseguenti crolli i quali hanno interessato soprattutto il centro storico e questo anche a seguito della costante perdita sia di acqua potabile delle condutture della obsoleta rete idrica che delle infiltrazioni nel sottosuolo di acque reflue della vetusta rete fognaria.

Spesso gli sprofondamenti si verificano in concomitanza dei lamentati e frequenti eventi meteorologici estremi impattanti arealmente.

Questo tipo di sprofondamenti nella casistica italiana è indicato come "sprofondamento di origine antropica" ed è caratterizzato da un semplice collasso di volte, originate dall'attività umana come cave, miniere e catacombe, con formazione di cavità che hanno morfologia varia, non necessariamente sub-circolare. (NISIO S., 2008)

Le prime notizie della formazione di voragini in Velletri sono attestate addirittura alla fine del secondo secolo a.C.. Tito Livio, infatti, nel 202 a.C. scriveva: *In veliterno agro terra ingentibus cavernis consedit, arboresque in profundum haustas* (LIVIO, Libro XXX, c. 38). Solo quattro anni dopo sempre Livio descrive un'altra profonda voragine formatasi in città: *terra velitris trium iugerum spatio caverna ingentis desederat*" (LIVIO, Libro XXX, c. 40). Velletri è interessata quindi da millenni da questo tipo di fenomeni catastrofici ma, a partire dalla completa ricostruzione della città, avvenuta nel secondo dopoguerra, che la formazione di voragini improvise è andata ulteriormente intensificandosi.

Si rende necessaria una indagine approfondita su questo tipo eventi registratisi negli ultimi 40 anni nel comprensorio veliterno al fine di individuare le zone della città che maggiormente vengono a trovarsi in oggettive condizioni di rischio.

Al momento, a seguito di una prima indagine esplorativa, sono state raccolte ben più di 35 notizie di sprofondamento avvenuto, segnalati come quelli più pericolosi per la popolazione. Vengono riportati di seguito alcuni di questi recenti eventi di collasso gravitativo cittadino. Il 19 novembre 1980 si registra l'apertura di una profonda voragine in Via Fontana della Rosa a causa delle intense precipitazioni registratesi su Velletri nei giorni precedenti. Alcune automobili rischiano di essere inghiottite dall'apertura venutasi improvvisamente a creare nel manto stradale.



Fig. 5 - Articolo tratto dal settimanale "La Torre" di Velletri (RM) del 22 novembre 1980.

Nella notte di martedì 15 marzo 1983 si registra il crollo di un edificio in Via della Torre a causa del cedimento di parte della grotta sottostante la quale percorre tutta la strada. L'acqua che fuoriusciva dalle perdite dell'acquedotto comunale da tempo si incanalava nell'antico cunicolo formando un vero e proprio corso d'acqua che avrebbe causato l'erosione delle pareti della cavità le quali, repentinamente, avrebbero ceduto facendo crollare il fabbricato. Fortunatamente non vengono segnalate vittime tra gli abitanti poiché l'edificio in parola era stato precedentemente evacuato a causa degli evidenti segni di instabilità già notati durante i precedenti mesi.



Fig. 6 - Articolo tratto dal settimanale "La Torre" di Velletri (RM) del 19 marzo 1983. Nella foto si osserva parte dell'edificio crollato e la grotta sottostante il fabbricato stesso.

Il 28 giugno 1983, in Via Virginia Vezzi, un nubifragio che si abbatte sulla città causa l'esplosione di una condotta fognaria che crea un'enorme voragine nella quale precipitano numerose automobili. La voragine mina la stabilità di alcuni edifici che rischiano di crollare.



Fig. 7 - Articolo tratto dal settimanale "La Torre" di Velletri (RM) del 02 luglio 1983. Nella foto si notano auto precipitate nella voragine apertasi.

Sabato 29 dicembre 1990, in Via Lello da Velletri, sprofondano oltre 12 mq di superficie aprendo una voragine larga 4 m per 3 m la quale inghiotte fortunatamente solo la scalette d'ingresso di una casa mettendo in serio pericolo la staticità dell'edificio stesso e di quelli circostanti. Per garantire l'incolumità dei residenti tutte le abitazioni interessate dal collasso areale vengono sgomberate per eseguire ulteriori controlli.



Fig. 8 – Articolo tratto dal settimanale “La Torre” di Velletri (RM) del 05 gennaio 1991. Nella foto la voragine coperta da assi di legno per consentire il passaggio dei pedoni.

Sabato 31 agosto 2002, in Via Gramsci, si apre una profonda voragine che inghiotte alcuni alberi e parte di un edificio commerciale, lambendo inoltre alcuni edifici residenziali. Causa scatenante dello sprofondamento sono le abbondanti piogge che si sono abbattute su Velletri nei giorni precedenti. Alcune famiglie vengono evacuate dalle abitazioni che rischiano di crollare nella voragine apertasi.



Fig. 9 – Articolo tratto dal settimanale “La Torre” di Velletri (RM) del 06 settembre 2002. Nelle foto si nota la profonda voragine nella quale sono precipitati alcuni alberi e parte di un edificio commerciale.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La raccolta di notizie ed informazioni relative agli sprofondamenti antropici nel territorio di Velletri prosegue ed è stato attivato un database in continuo aggiornamento. I primi risultati ottenuti stanno portando alla realizzazione di una carta georeferenziata degli sprofondamenti nell'area urbana. La maggior parte dei fenomeni, come è possibile osservare di seguito in figura, si registra in particolare nel centro storico che è proprio quella parte della città che ha subito le maggiori trasformazioni dell'edificato nei secoli.

Ci si prefigge di continuare l'indagine avviata al fine, non ultimo, di giungere quanto prima alla stesura di una Carta storico-evolutiva idrogeologica relativa in particolare agli sprofondamenti del Comune di Velletri. Uno strumento in grado di fornire certo e valido sostegno all'Amministrazione comunale nell'individuazione delle aree urbane che si trovano o che potrebbero venire a trovarsi maggiormente esposte a questo particolare tipo di rischio.

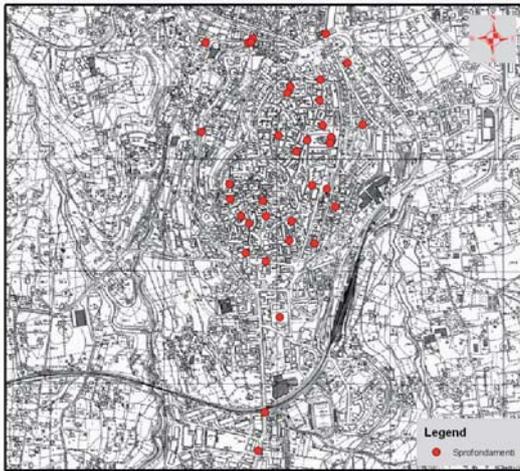


Fig. 10 – Carta degli Sprofondamenti del Comune di Velletri (RM). Elaborazione ArcGis a cura di Valentino D’Aniello.

BIBLIOGRAFIA

- APAT (2004) - *Atti Conv.: "Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio - Roma 20-21 Maggio 2004"*, pp. 709.
- BERTI G., CANUTI P. & CASAGLI N. (2002 a) - *Voragini e sprofondamenti nel territorio nazionale: analisi morfometrica di alcuni casi caratteristici in aree appenniniche*. In: *Le voragini catastrofiche, un nuovo problema per la Toscana*. Atti Conv 31 marzo 2001, GR, Regione Toscana, 71-81.
- BERTI G., CANUTI P. & CASAGLI N. (2002 a) - *Criteri per la previsione e prevenzione del rischio connesso agli sprofondamenti catastrofici*. In: *Le voragini catastrofiche, un nuovo problema per la Toscana*. Atti Conv. 31 marzo 2001, GR, Regione Toscana, 71-81.
- CAPELLI G. & SALVATI R. (2002) - *Il progetto sinkholes del Lazio*. Dip. Sc. Geologiche Univ. Roma Tre & Regione Lazio Ass.to U.T.V.R.A., Roma.

- CAMPOBASSO C., GRACIOTTI R., NISIO S. & VITA L. (2004) - *Il progetto sinkhole: le attività svolte dal Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT. Atti Conv.: "Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio - Roma 20-21 Maggio 2004"*, 171-178.
- CASAGLI N., DE ROSA G., FANTI R. & MORETTI S. (2004) - *Il progetto sinkhole del Gruppo nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche: il censimento dei fenomeni sul territorio italiano. Atti Conv.: "Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio - Roma 20-21 Maggio 2004"*, 263-271.
- CASTIGLIONI G.B. (1986) - *Geomorfologia*. UTET, pp. 436.
- CORAZZA A, MAZZA R., BERTUCCIOLI P. & PUTRINO P. (2001) - *Il progetto cavità. Analisi del rischio dovuto alla presenza di cavità sotterranee*. Atti dei convegni Lincei XIX Giornata dell'ambiente: "Il dissesto idrogeologico: inventario e prospettive. Roma 5 giugno 2001, 335-363.
- DE RITA D., FUNICIELLO R. & PAROTTO M. (1988) - *Carta Geologica del Complesso vulcanico dei Colli Albani*. CNR, Roma.
- DE RITA D., FUNICIELLO R. & ROSA C. (1992) - *Volcanic activity and drainage network evolution of the Albans Hills area (Rome, Italy)*. Acta volc., volume Marinelli 2, 185-198.
- FORNASERI M., SCHERILLO A. & VENTRIGLIA U. (1963) - *La Regione vulcanica dei Colli Albani. Vulcano Laziale*. Bardi Ed, 1963, Roma, pp. 561.
- FUNICIELLO R., PAROTTO M. (1968) - *Studio idrogeologico del versante meridionale dell'Artemisio*. Geologica Romana, **7**, 115-122.
- FUNICIELLO R., PAROTTO M. (1978) - *Il substrato sedimentario nell'area dei Colli Albani: considerazioni geodinamiche e paleogeografiche sul margine tirrenico dell'Appennino Centrale*. Geologica Romana, **17**, 233-287.
- GALLI I. (1906) - *I terremoti nel Lazio*. Stracca Ed., 1906, Velletri (RM).
- ISPRA (2008) - *I fenomeni naturali di sinkhole nelle aree di pianura italiane*. Memorie descrittive della Carta Geologica D'Italia, Geda srl, 2008, Torino, pp. 481.
- NISIO S. (2003) - *I fenomeni di sprofondamento: stato delle conoscenze ed alcuni esempi in Italia Centrale*. Il Quaternario, **16** (1), 121-132.
- NISIO S. (2008) - *I Sinkholes: problemi terminologici, meccanismi genetici, classificazione*. Mem. Descr. Carta Geol. D'It., **85**, 17-32.
- NISIO S., GRACIOTTI R., & VITA L. (2004) - *I fenomeni di sinkholes in Italia: terminologia, meccanismi genetici e problematiche aperte*. Atti Conv.: "Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio - Roma 20-21 Maggio 2004", 557-572.
- NISIO S. & SALVATI R. (2004) - *Fenomeni di sprofondamento catastrofico. Proposta di classificazione applicata alla casistica italiana*. Atti Conv.: "Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio - Roma 20-21 Maggio 2004", 573-583.
- NISIO S. & SCAPOLA F. (2005) - *Individuazione di aree a rischio sinkhole: nuovi casi nel Lazio meridionale*. Il Quaternario, Italian journal of Quaternary Sciences, **18** (2), 223-229.
- REGIONE LAZIO (2002) - *Progetto sinkhole del Lazio. Relazione Finale*. Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università di Roma 3.
- REMIDDI A. (1982) - *Velletri memorie storiche, volume 2, cronache cittadine 1500-1800*. Tipografia artigiana, 1982, Cori (LT).

- SALVATI R., CAPELLI G. & GARELLO M. (2004) - *Carta della aree a rischio sinkholes della Regione Lazio. Atti Conv.: "Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio - Roma 20-21 Maggio 2004"*, 615-621.
- TEOLI B., (1644) - *Teatro Historico di Velletri insigne città e capo de' Volsci*, 1644, Velletri (RM), pp. 648.
- VENDITTI A. (1991) - *Velletri, Storia di una città millenaria*. Editrice ISTED, 1991, Velletri (RM), pp. 360.

IL CONTRIBUTO DELLA RICERCA STORICO-ARCHIVISTICA NELLO STUDIO DEI SINKHOLE DELLA PIANA DEL F. SARNO (CAMPANIA, ITALIA)

di Guarino P.M. & Nisio S.

ISPRA – Dipartimento Difesa del Suolo - Servizio Geologico d'Italia

ABSTRACT

Some landscape changes, such as catastrophic sinking, may interest short time slots, and so, may leave not easily recognizable marks on terrain, by means of usual geological research tools.

For this reason, in the case of sinkhole phenomena study, the role of historical research can be of particular importance.

In the framework of researches conducted by Italian Geological Survey of ISPRA, the historical research allowed to recognize an ancient sinking phenomenon in the Sarno river plain. The sinking occurred before beginning of nineteenth century and caused the formation of a little lake, named Falso Compare lake, successfully filled at the beginning of '900. At the same time, historical and archaeological data acquisition allowed to formulate a hypothesis about the age of another sinking cave located in the Sarno river plain, named S. Vito hollow.

The presence of a church dedicated to S. Vito on the southern border of the cave, probably built on the ruins of a roman-age temple, induces to suppose that the sinking occurred during roman age, while, the presence on the floor of the hollow of a early Christian-age church dedicated to S. Apollonia, sets a limit *ante quem* to the hollow genesis.

1. INTRODUZIONE

Lo studio dei fenomeni di sprofondamento improvviso ha evidenziato, allo stesso modo dello studio di altri fenomeni geologici, una profonda evoluzione, passando da un approccio iniziale di tipo geomorfologico e geologico applicativo ad un approccio più moderno, multidisciplinare, che comprende anche la ricerca storica con consultazione di manoscritti e rappresentazioni iconografiche antiche, allo scopo di integrare il quadro delle conoscenze relative allo studio del fenomeno.

Le attività condotte dal Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA, finalizzate alla realizzazione e aggiornamento di un *database* nazionale dei *sinkhole* (Nisio, 2008), hanno dato particolare enfasi a questo aspetto della ricerca, realizzando una linea di attività autonoma, dedicata alla ricerca storico-archivistica.

Si è potuto in tal modo verificare come, nello studio dei fenomeni di sprofondamento, la ricerca storica possa talora fornire un contributo insostituibile di informazioni relative alle trasformazioni del territorio che, quando interessano intervalli di tempo molto brevi, possono non lasciare indizi geologici intelleggibili e possono risultare, quindi, non più rico-

noscibili con gli strumenti propri dell'indagine geologica. Naturalmente, l'individuazione di eventi di sprofondamento basata su cronache e descrizioni storiche deve essere attentamente verificata attraverso una puntuale analisi e ricostruzione dell'assetto geologico ed evolutivo dell'area di interesse.

Tale approccio può risultare molto efficace nello studio delle aree fortemente urbanizzate, dove le trasformazioni del territorio per mano dell'uomo possono obliterare completamente una forma da sprofondamento, come è accaduto nel caso di studio di Sarno, oggetto della presente nota.

2. L'AREA DI STUDIO: PRECEDENTI CONOSCENZE

La piana del F. Sarno è parte dell'omonimo bacino idrografico che si estende tra le province di Napoli, Salerno ed Avellino su una superficie di oltre 430 km², che comprende i sottobacini del F. Sarno e dei torrenti Solofrana e Cavaioia (fig. 1).

Dal punto di vista strutturale, la piana sarnese ricade nel settore meridionale del *graben* costiero della Piana Campana, che si estende dai Monti Lattari a sud, fino alla catena del M. Massico a nord, comprendendo le pianure alluvionali del F. Volturno, del F. Savone, dei Regi Lagni e del F. Sebeto, quest'ultima separata dalla piana del F. Sarno dall'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio.

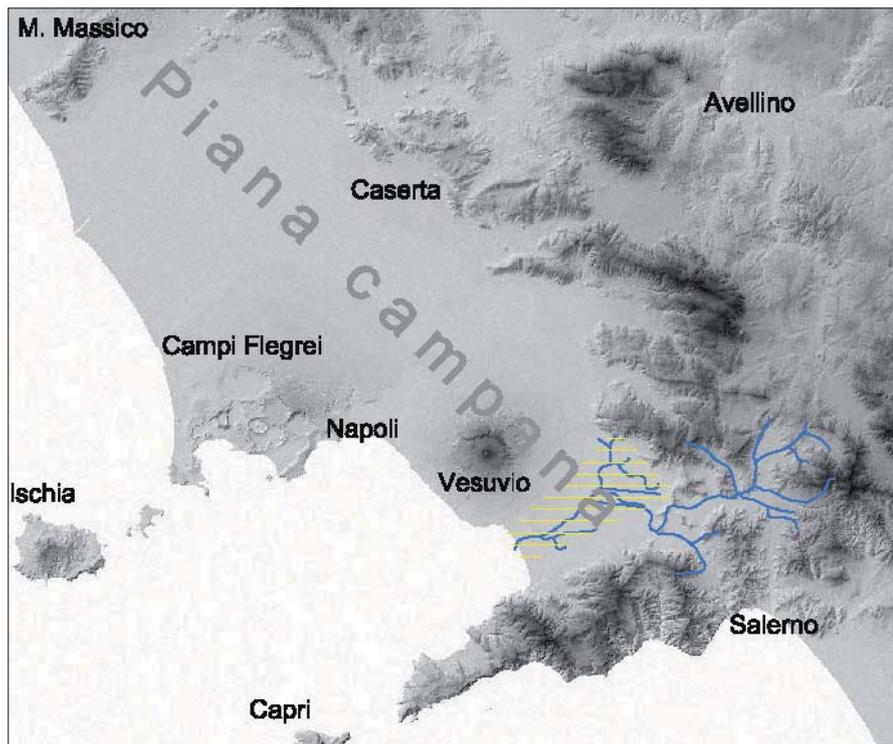


Fig. 1 - Il graben strutturale della Piana Campana, il reticolo idrografico superficiale del bacino del F. Sarno e la piana alluvionale del F. Sarno (giallo).

Il sottosuolo della Piana Campana è costituito da una associazione eterogenea di sedimenti di età plio-pleistocenica a tetto del substrato carbonatico mesozoico ribassato da sistemi di faglie ad andamento appenninico ed antiappenninico. La successione plio-pleistocenica, dello spessore complessivo di alcune centinaia di metri, è data da depositi di ambiente marino, su cui poggiano depositi piroclastici sciolti e litoidi, depositi di ambiente palustre, torbe e orizzonti di travertino.

Le ricerche hanno interessato la fascia pedemontana di raccordo tra il rilievo di M. Sarò e la piana alluvionale, dove si estendono gli abitati di Sarno e S. Marina di Lavorate (fig. 2).



Fig. 2 - L'area di studio.

In passato, non sono stati effettuati studi specifici riguardo i fenomeni di sprofondamento; gli unici riferimenti noti in letteratura sono quelli di SCACCHI (1885) e SCHERILLO (1966) entrambi relativi ad una depressione di forma subcircolare ubicata in località S. Vito, ad est di Sarno.

SCACCHI (1885), dopo aver descritto le cave di tufo di Fiano e Fossa Lupara poste al piede del rilievo di S. Maria di Castello, da cui si estraevano sin dall'antichità grandi quantitativi di tufo grigio campano, si sofferma sulla descrizione della depressione di forma sub-circolare in località S. Vito ed in particolare sulle caratteristiche della formazione piroclastica presente al piede delle pareti interne della depressione. Secondo l'Autore, per quanto la cavità presenti una forma assimilabile a un cratere vulcanico, essa è da attribuirsi ad una cava di tufo [a dimostrazione di ciò sarebbero - secondo l'Autore - alcune tracce antropiche sulle pareti di tufo] abbandonata per la cattiva qualità del materiale che si otteneva. SCHERILLO (1966), nella descrizione di alcune forme del paesaggio dell'agro Falerno, attribuisce - senza entrare nel merito delle argomentazioni - la genesi della fossa di S. Vito ad un episodio di sprofondamento.

Segnalazioni più recenti relative a fenomeni deformativi del suolo dell'intera area sono contenute in FABBROCINO *et al.* (2007) e CASCINI & DI MAIO (1994).



Fig. 3 - Località Piazza Lago.

Nel primo caso, si tratta di subsidenza del suolo su vasta scala, che interessa il settore centrale della piana alluvionale del F. Sarno. Il recente utilizzo delle tecniche interferometriche DInSAR (Differential Interferometric SAR) ne ha agevolato lo studio sistematico della evoluzione nel tempo, consentendo di calcolare un valore massimo della subsidenza, compreso tra 4 e 8 cm nell'intervallo di tempo compreso tra il 1992 e il 2002 nell'area di Poggiomarino ed a est di S. Giuseppe Vesuviano (FABBROCINO *et al.*, 2007). L'abbassamento del suolo appare strettamente correlato all'abbassamento del livello della falda superficiale della piana, legato, a sua volta, al sovra sfruttamento della risorsa acquifera, che ha portato il livello del tetto della falda ad abbassarsi tra il 1992 e il 2003 di circa 1-3 m e di oltre 5 m nel settore di Poggiomarino (FABBROCINO *et al.*, 2007).

Infine, in letteratura vengono segnalati fenomeni di cedimento del terreno che hanno interessato in passato parte dell'abitato di Sarno. A partire dal 1989, infatti, è stata segnalata l'apertura di lesioni in numerosi edifici ubicati nel settore a ridosso del versante di M. Sarò, connessa a movimenti del suolo. Le lesioni sono state monitorate per alcuni anni, contemporaneamente alla esecuzione di indagini in situ e in laboratorio. In CASCINI & DI MAIO (1994), la causa dei cedimenti del piano campagna viene individuata nell'abbassamento del livello di falda e nelle conseguenti variazioni del regime delle pressioni interstiziali all'interno degli strati di torba presenti nel sottosuolo dell'abitato.

3. RISULTATI DELLA RICERCA

3.1 Piazza Lago e il Lago del Falso Compare

Piazza Lago è ubicata nel settore meridionale dell'abitato di Sarno, immediatamente a sud della linea ferroviaria Napoli-Nocera (fig. 3).

La ricerca sull'origine di tale toponimo, condotta presso archivi e biblioteche, consente di affermare che il toponimo del luogo è legato all'esistenza in passato di un lago, denominato *Lago del Falso Compare*.



Fig. 4 - Rappresentazione del Lago del Falso Compare nella Carta topografica del Tenimento di Nocera e sue adiacenze (1853)

Una antica rappresentazione cartografica del lago è riportata nella *Carta topografica del Tenimento di Nocera e sue adiacenze (1853)*; il lago, nella raffigurazione, presenta forma irregolare e diametro di circa 20 m [fig. 4].

Altre rappresentazioni cartografiche del lago non sono state rinvenute, nonostante la ricca produzione storica relativa al corso del F. Sarno.

Il riferimento più antico della esistenza del lago rinvenuto è riportato nell'opera di SIANI (1816), dove l'Autore riporta: "...esiste infatti nel centro di Tartarico un certo Laghetto, piccolo sì di estensione, ma di notevole profondità, il quale conserva perennemente una cert'acqua torbida e limacciosa. Esso non ha nessuna comunicazione col fiume: esiste isolatamente nel centro di una campagna tutta petrificata; e ciò nonostante è sempre di acqua ripieno. A ritroso di tutti gli sforzi, che vi abbiano fatto i signori di Normandia, famiglia distinta di questa Città, che sono i proprietari di quel fondo, dove esiste il suddetto Lago, ora riempiendolo di copiose arene, ora riaprendovi canali profondi, onde tutta quell'acqua si deviasse nel fiume, ed ora impiegandovi degli altri opportuni mezzi, che la più fina Idrostatica abbia saputo lor suggerire per dissecarlo, esso nondimeno ha superato sempre tutti gli sforzi dell'arte, e si è rimasto di continuo sull'istesso piede: segno evidente di averlo la natura formato apposta per farlo essere lo scolatojo di tutte le impurità."

La data di formazione del lago, pertanto, è da ritenersi anteriore agli inizi del 1800.

In numerosi testi dedicati alla storia e alla descrizione dei costumi sarnesi, gli Autori riportano una leggenda relativa alla formazione del lago del Falso Compare, noto anche come "occhio di mare". Da queste narrazioni si evince che il lago si è formato con un episodio catastrofico di sprofondamento: "...l'aia sprofondò e in quel luogo stesso in quella medesima notte sorse l'occhio di mare" [FISCHETTI, 1926].

Il lago fu ricolmato agli inizi del 1900, a seguito di lavori effettuati dalla amministrazione comunale di Sarno, di cui è stata rinvenuta traccia in una delibera comunale del 31/12/1898, dove è scritto:

...Si è stabilito di fittare per uso della scuola tecnica industriale la parte anteriore della casa Barbarulo posta nel fondo dello stesso proprietario già Normandia denominata Lago...

Art. 7 Il Sig. Barbarulo inoltre, come delibera della giunta dà in affitto al Comune il Lago esistente nel fondo stesso con tre quarti di moggio di fondo circostante per l'annuo estaglio di lire 200, dugento, per adibirlo a pubblico scaricatoio e colmarlo.

Art. 8 Il comune nell'eseguire la colmata dovrà lasciare un fosso che permetterà l'afflusso delle acque ove ne risultino fino al discarico ora esistente. Colmato che sia perfettamente il Lago si obbliga di piantarlo a ficheto per riconsegnarlo al proprietario Barbarulo."

Attualmente, l'area dell'antico lago è coperta da riporti e detrito nei quali si individua una piccola fossa ricoperta da una cancellata metallica.

Modello geologico dell'area

L'area si presenta sub-pianeggiante, morfologicamente regolare, posta ad una quota di circa 21 m s.l.m.; l'assetto stratigrafico del sottosuolo è dato da depositi alluvionali e piroclastici sul substrato carbonatico.

I dati di un sondaggio effettuato a poca distanza riportano la presenza di ghiaie alluvionali fino a circa 8 m dal p.c., su di un banco di travertino dello spessore di circa 5 m. Il travertino poggia, a sua volta, su un deposito tufaceo di colore grigiastro dello spessore di oltre 30 m, riferibile alla formazione dell'Ignimbrite Campana. Il substrato calcareo è presente a circa 60 m dal p.c. (GUARINO P.M. & NISIO S., 2010 in questo volume) ed è fortemente carsificato, come evidenziato dai risultati delle perforazioni riportate in letteratura.

La circolazione idrica sotterranea è fortemente condizionata dalla elevata eterogeneità che caratterizza la sequenza piroclastico-alluvionale. L'acquifero è di tipo multistrato: le acque sotterranee circolano in più orizzonti, sovrapposti ed intercomunicanti, alimentati dal basso dal substrato carbonatico, ribassato per faglia, ma strettamente connesso alla struttura carbonatica dei monti di Sarno.

La risalita di acque provenienti dai massicci carbonatici è all'origine di un arricchimento in carbonati che ha originato in passato la diffusa deposizione di travertino, da cui l'origine del toponimo locale (località Tartarito).

I dati raccolti consentono di ipotizzare il verificarsi in passato di uno sprofondamento a seguito di processi di erosione-dissoluzione, sviluppatasi dal basso, collegati alla risalita di acque mineralizzate e quindi fortemente aggressive, in pressione, provenienti dal substrato calcareo che avrebbero interessato la parte alta dei terreni di copertura e principalmente l'orizzonte di travertino (*deep piping sinkhole*).

Non si può escludere, allo stato attuale delle conoscenze, che lo sprofondamento sia avvenuto a seguito di processi di dissoluzione carsica che avrebbero interessato l'orizzonte di travertino (*cave collapse sinkhole*).

3.2 La fossa di S. Vito

A differenza della cavità da sprofondamento sede del lago del Falso Compare, non più visibile al giorno d'oggi perché ricolmata agli inizi del '900, la fossa di S. Vito è una depressione di forma circolare ancora ben conservata, che determina una evidente interruzione della regolarità del paesaggio della fascia pedemontana del settore orientale del territorio sarnese (fig. 5).

Lungo le pareti della fossa affiorano, a partire dal piano campagna, alternanze di strati di forma tabulare (fig. 6) costituiti da piroclastiti cineritiche fini rimaneggiate di colore marrone chiaro-avana, contenenti rari clasti calcarei ($\varnothing = 1 - 2 \text{ cm}$), scorie nerastre, strutture da bioturbazione e strati di ghiaie con ciottoli e blocchi (\varnothing anche maggiore di 20 cm), in matrice fina sabbiosa. I clasti e i ciottoli, di natura calcarea, hanno forma irregolare e spigoli vivi o poco smussati. Si tratta di depositi alluvionali e di conoide di età compresa tra l'Attuale e l'Olocene, depositi dal torrente S. Marco, dello spessore massimo di circa 15 m.

A letto dei depositi alluvionali si rinviene la formazione dell'Ignimbrite Campana, data da un tufo ricco di scorie, lapilli lapidei e clasti calcarei metamorfosati, di colore grigiastro (che nella parte alta del deposito vira verso il giallastro) che affiora limitatamente al piede di alcune pareti della fossa, con uno spessore massimo di pochi metri.

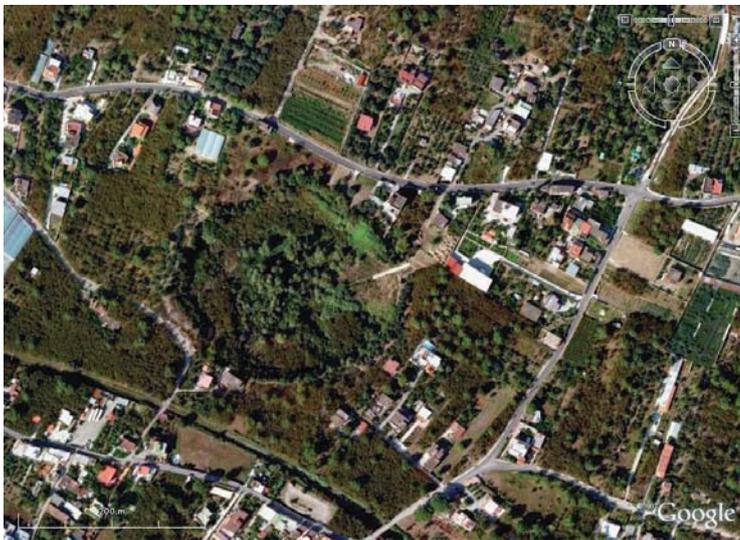


Fig. 5 - Ortofoto della fossa di S. Vito.

Per quanto riguarda la genesi della depressione, si esclude un'origine legata ad attività estrattive e vulcaniche e si propende ad assimilarla ad una cavità da sprofondamento in base alle seguenti considerazioni.

La morfologia sub-circolare della cavità appare naturale: le pareti, sub verticali, non presentano alterazioni antropiche. Non si ritiene plausibile l'ipotesi che la fossa costituisca una antica cava di tufo, poiché interessa terreni eterogenei e dalle proprietà scadenti (alternanze di ghiaie e piroclastiti rimaneggiate) ad eccezione di un modesto livello di tufo presente alla base delle pareti. Diversamente, a poca distanza dalla fossa, erano noti fin dall'antichità affioramenti di tufo di molte decine di metri spessore, dove l'attività estrattiva si è protratta per secoli (cave di Fiano e di Fossa Lupara).

Si esclude una connessione con episodi di degassazione vulcanica (cavità da *maar*), poiché non sono presenti ai bordi della stessa depositi primari riconducibili a questo tipo di eventi, né la cavità presenta un rilievo perimetrale, che avrebbe dovuto essere ancora ben conservato se si pensa che la cavità, poiché taglia i depositi di conoide recenti, è successiva ad essi. Inoltre, nell'areale di studio non sono segnalate forme di origine vulcanica e



Fig. 6 - Dettaglio dei terreni affioranti lungo le pareti interne della fossa di S. Vito.

i depositi vulcanici presenti nel sottosuolo sono quelli accumulatisi a seguito di eventi eruttivi flegrei e vesuviani ben noti.

Appaiono invece rilevanti, ai fini di una ipotesi genetica a favore di meccanismi di sprofondamento, l'esistenza di un sottosuolo interessato da numerose cavità (come indicano i dati di sondaggio relativi al territorio sarnese) e la presenza di una circolazione sotterranea in pressione, con emergenze di acque minerali nelle vicinanze (sorgenti di Cerola minerale, l'Acqua Rossa). Questi due fattori, risalita di acque mineralizzate ed in pressione e formazione di cavità nel sottosuolo, consentono di ipotizzare meccanismi di sprofondamento improvviso del tipo *deep piping sinkhole*. Per contro, permangono, al momento attuale, alcuni elementi importanti di incertezza, come la profondità del substrato carbonatico che in questo settore della piana risulta fortemente ribassato (GUARINO P.M. & NISIO S., 2010, in questo volume).

Per quanto riguarda la ricerca storico-archivistica, i risultati ottenuti restituiscono un insieme di informazioni che permettono di integrare il modello genetico dal punto di vista cronologico e di formulare una ipotesi sull'età dello sprofondamento.

Il centro abitato di Sarno, costituitosi in epoca medievale, è ubicato in una posizione che permette di dominare gran parte dell'estesa valle del F. Sarno, ricca di acque sorgive e lungo l'importante asse viario della via Popilia, strada realizzata dal console Popilia Lena intorno al 132 a. C., che metteva in comunicazione l'agro romano con quello nocerino attraverso il territorio sarnese. Lungo la via Popilia si sviluppava l'acquedotto di età giulio-claudia che portava l'acqua dalle sorgenti del Serino fino a Pozzuoli (AA.VV., 1994).

La fossa di S. Vito è ubicata in prossimità della via Popilia e si spiega pertanto perché in località S. Vito siano state rinvenute numerose tracce archeologiche, a partire da alcune



Fig. 7 - Colonna di un tempio di età romana inglobata nelle mura della chiesa di S. Vito (da: Liguori Rossi A., 1990).

tombe della prima età del ferro (AA.VV., 1994), ma anche una colonna con capitello (LIGUORI ROSSI A., 1990).

L'origine del toponimo, spesso indicato nella cartografia antica come lago di S. Vito, è legata alla presenza di una piccola chiesa dedicata a S. Vito.

Relativamente all'esistenza di un lago all'interno della depressione, è stato rinvenuto un atto della Giunta Municipale del Comune di Sarno del 1826, dove viene affermata la legittima proprietà del Lago S. Vito da parte del Comune di Sarno in quanto appartenente ai beni censiti nel catasto del 1754.

Inoltre, nell'Apprezzo del Tavolario Tango, un manoscritto redatto nel 1651 in cui sono elencati i beni confiscati a Pompeo Colonna, Conte di Sarno, reo di essere stato implicato nella rivolta di Masaniello del 1647, si fa riferimento alla consuetudine del pagamento di una tassa per il taglio degli alberi presenti lungo le sponde del lago (CIMMELLI V., 1991).

Un riferimento ancora più antico relativo all'esistenza della chiesa di S. Vito risale al 1049, quando tale toponimo ricorre come riferimento per l'ubicazione di proprietà e appezzamenti dei terreni: "*in loco tabellaria ubi ad Sanctum Vitum dicitur*" (AAVV, 1994).

Alcuni Autori ipotizzano che la chiesa di S. Vito sia stata costruita sui resti di un antico tempio romano, come indicherebbe la presenza nella struttura muraria della chiesa dei resti di una colonna di un precedente tempio romano (LIGUORI ROSSI A., 1990).

All'interno della fossa, inoltre, sono presenti i ruderi di una piccola chiesa dedicata a S. Bulogna (Santa Apollonia), al cui interno sono conservati i resti di alcune decorazioni di età altomedievale (figg. 8, 9 e 10), sulle quali, secondo RUOCCO sono tracciate alcune inde-



Figg. 8, 9, 10 - I ruderi della chiesa di S. Apollonia (da: Liguori Rossi A., 1990) e alcuni particolari delle decorazioni presenti all'interno della chiesa, riferibili al periodo V - IX sec. d.C.

cifrabili sigle romane che potrebbero far ipotizzare, anche per la chiesa di S. Apollonia, la preesistenza di un tempio di culto pagano.

L'insieme degli elementi raccolti consente di ipotizzare che lo sprofondamento possa essere avvenuto in età romana, motivando, pertanto, l'edificazione di un tempio sul quale si sarebbe sovrapposta la Chiesa di S. Vito.

All'interno della fossa, sarebbe stata successivamente costruita la chiesa dedicata a S. Apollonia, abbandonata a seguito di eventi di alluvionamento in età post-medievale.

4. CONCLUSIONI

L'assetto stratigrafico e strutturale, le caratteristiche dei terreni e della circolazione idrica sotterranea del sottosuolo della piana alluvionale del F. Sarno costituiscono fattori predisponenti il verificarsi di fenomeni di sprofondamento, che, interessando un'area ricca di insediamenti fin dall'antichità, hanno lasciato numerose tracce nella cultura locale, nella toponomastica e nel culto religioso, tracce che riguardano in particolare due contesti: piazza Lago e località S. Vito.

Per quanto riguarda l'area dell'odierna piazza Lago, i dati raccolti relativamente all'assetto geologico concordano con quanto raccontato nella tradizione popolare dalla leggenda del Falso Compare: in quell'area può essersi verificato uno sprofondamento, dal momento che nel sottosuolo esiste una circolazione di acque mineralizzate in pressione, che hanno dato luogo in passato alla formazione di un banco di travertino e la stessa circolazione

idrica sotterranea può aver realizzato un processo di erosione-dissoluzione dell'orizzonte di travertino o, in alternativa, dell'intera successione piroclastico-alluvionale presente a tetto del substrato carbonatico che, in questo settore della piana, si rinviene a meno di 60 m dal p.c.

Viceversa, per quanto riguarda l'area della fossa di S. Vito, i dati geologici raccolti integrano il modello geomorfologico e stratigrafico del sottosuolo, confortando l'ipotesi di una origine da sprofondamento, mentre i dati di carattere storico non forniscono elementi determinanti, se non una serie di informazioni che ci suggeriscono delle ipotesi e permettono di porre delle *conditio* temporali.

Tra esse, l'esistenza di una chiesa sul bordo della depressione, riferita nei manoscritti già intorno all'anno 1000, dedicata ad un santo (S. Vito) il cui culto è generalmente attestato in aree interessate da terremoti e/o sprofondamenti. La circostanza riportata da alcuni Autori (LIGUORI ROSSI A., 1990,) che la chiesa di S. Vito sia stata edificata sui resti di un tempio di età romana consente di ipotizzare che la depressione possa essersi formata in età romana e che il tempio possa essere stato edificato proprio come espressione di culto alla divinità ritenuta responsabile dell'evento.

Parallelamente, la presenza all'interno della depressione dei ruderi di una piccola chiesa di età paleocristiana dedicata a S. Apollonia, consente di ipotizzare che la costruzione della chiesa possa essere stata realizzata a sprofondamento già avvenuto, e che questo sia pertanto precedente all'intervallo VI-IX sec d.C..

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1994) – *Guida al territorio del Sarno, tracce storiche, archeologiche e mitiche*. Comune di Sarno, Museo Archeologico “Valle del Sarno”. Centro Stampa Ercolano.
- CARRELLA A. (2006) - *Il Pentamerone sarnese ovvero nuie 'a ccà e lloro 'a llà*, Ed. RIPOSTES – Battipaglia (SA).
- CASCINI L. DI MAIO C. (1994) – *Emungimento delle acque sotterranee e cedimenti nell'abitato di Sarno: analisi preliminare*. Riv. It. Geot. **3/1994**, p. 217-231.
- CIMMELLI V. (1991) – *Sarno nell'età moderna*. Sarno: Centro ricerche e documentazione Valle del Sarno, 298 pp.
- CORNIELLO A. (1996) - *Lineamenti idrogeochimici delle sorgenti dei principali massicci carbonatici della Campania*. Mem. Soc. Geol. It., **51** (1996), 333-342, 3 ff., 3 tabb.
- DEL PRETE S., GUARINO P.M., NISIO S., SANTO A. (2008) - *I sinkholes in Campania*. In Nisio S.: *I fenomeni naturali di sinkholes nelle aree di pianura italiane*. Mem. Descr. della Carta Geologica d'It. Vol. LXXXV; 149-209.
- DI DOMENICO C. (1972) - *Sarno nella vita e nella storia. Piccola antologia di scrittori sarnesi*. Scala, Sarno.
- DI DOMENICO C. (1981) - *Sarno sacra*.
- FERRARA O. (1995) - *Arcaiche radici e diafane presenze: storie e miti di Sarno e dintorni*. Sarno, Scala Ed. 182 pp.
- FISCHETTI C. (1926) - *Appunti sulla città di Sarno illustrata*. Salerno & Milone, Sarno.
- GUARINO P.M., NISIO S. (2007) - *Sinkholes in the Sarno Plain area*. FIST - Sesto Forum italiano di Scienze della Terra. Vol. Abs.2, 244, Rimini 12-14 settembre, 2007.
- GUARINO P.M. & NISIO S. (2010) [in questo volume] – *I sinkhole del settore nord-orientale della piana del F. Sarno: ulteriori dati relativi all'assetto stratigrafico del territorio*. Atti

2° Workshop Internazionale I Sinkholes. Gli Sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale e d in quello antropizzato.

- LIGUORI ROSSI A. (1990) – *Terre Lavorate. Microstorie di una comunità rurale*. Sarno.
- NISIO S. (2008) - *I fenomeni naturali di sinkholes nelle aree di pianura italiane*. Mem. Descr. della Carta Geologica d'It. Vol. LXXXV; 475pp.
- RUOCCO S. (1999) – *Storia di Sarno e dintorni*. Ed. Buonaiuto.
- SCACCHI A. (1885) – *La regione vulcanica fluorifera della Campania*. Atti Acc. Scienze Fisiche e Matematiche, serie 2, **2**, Napoli.
- SIANI N.A. (1816) – *Memorie storico-critiche sullo stato fisico ed economico antico e moderno della città di Sarno e del suo circondario*. Napoli: Società Filomatica.
- SCHERILLO A., FRANCO E., DI GIROLAMO P. E STANZIONE D. (1966) *Precisazioni sulle forme crateriche dell'Agro Falerno*. Atti Acc. Pont., **vol. 17**.
- VERRI A. (1902) – *Sorgenti, estuario e canale del F. Sarno*. Roma, Tipografia della Pace.

CARTOGRAFIA STORICA

- Pianta topografica per dimostrare tutte le acque che compongono il fiume Sarno. 1789.* Biblioteca Nazionale, Napoli.
- Pianta topografica del Comprensorio de' terreni e villaggi tra Gioacchinopoli, la sorgiva delle acque di Sarno, il canale corrispondente ed il fiume Sarno. 1794.* Biblioteca Nazionale di Napoli.
- Atlante geografico del Regno di Napoli. 1807.* TAV. 14. Rizzi-Zannoni.
- Pianta del Fiume Sarno colla descrizione di tutti i proprietari rasenti le sponde da Bottaio al Ponte Grande di Scafati, corredata delle necessarie dilucidazioni a conservare le ripe, e consolidare il Dominio per uso di S. E. la signora D.na Costanza de Marini Principessa di Fondi, e Marchesa di Genzano. Prodotta in aprile 1828 dall'Amministratore de' Beni sistenti in Boscoreale.* Archivio di Sangro. Archivio di Stato di Napoli. Cartella I – Foglio 3.
- Pianta del fiume Sarno e dei suoi influenti colle rettifiche proposte nel 1846 nel suo corso.* Archivio di Sangro. Archivio di Stato di Napoli.
- Carta topografica del Tenimento di Nocera e sue adiacenze (1853)*
- Pianta del corso del F. Sarno e dei paesi limitrofi.* Tratta dal Contenzioso amministrativo fascio 374 G. Corte dei Conti. Archivio di Stato di Napoli.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare il Prof. Alfonso Liguori Rossi, la Prof.ssa Gaetana Mazza, la Direzione e il personale della Biblioteca comunale di Sarno, per l'ausilio fornito nella ricerca d'archivio.

TERREMOTI E SPROFONDAMENTI – SIMILITUDINE DEI PERCORSI DI RICERCA STORICA, TRA CASI DI SOSTITUZIONE, EFFETTI NEL SUOLO E LIQUEFAZIONI

di Meloni F.

Regione Lazio, Dip. Territorio, Dir. Ambiente e Coop. tra i popoli, Area Difesa del Suolo, fmeloni@regione.lazio.it

ABSTRACT

Several examples of studies made during historical earthquake researches are shown; their aim is to demonstrate the relation between the seismic waves, not generated by earthquake, and sinkhole phenomena.

The first example shows a sinkhole in Tuscany during the second half of XIII Century, that created the Larderello Lake. It was listed in the seismic historical catalogues as the Vecchienne earthquake in 1320, that never stroke.

The second example regards the soil liquefaction induced by earthquake and very similar to the conditions of sinkhole opening.

The third case is connected with seismic swarms or a single weak motion event with sub-superficial focus occurred in areas where the sinkhole phenomenon is very frequent. Often these seismic waves could be generated by a collapse of a cavity or by the opening of a sinkhole.

RIASSUNTO

Vengono presentati alcuni esempi di studi svolti in occasione di ricerche sui terremoti storici, mostrando le similitudini con le ricerche per lo studio dei sinkhole.

Il primo esempio riguarda uno sprofondamento di terreno in Toscana nella seconda metà del secolo XIII, che diede luogo alla formazione del Lago di Larderello, ricordato invece nei cataloghi sismici del secolo XIX-XX come terremoto di Vecchienne del 1320, inesistente. Il secondo caso riguarda le ricerche sugli effetti di liquefazione indotti da terremoti, che in alcuni casi possono riferirsi a fenomeni di sinkhole lasciando un labile confine tra i due fenomeni.

Il terzo caso riguarda il fenomeno della sismicità minore, sciame sismici di bassa magnitudo e modesta estensione areale, con ipocentri probabilmente molto superficiali. Tale sismicità si verifica in aree affette anche dal fenomeno dei sinkhole. che nelle fasi di collasso, sono loro stessi generatori di onde sismiche

1. INTRODUZIONE

La ricerca storica sui terremoti può svolgere un ruolo ausiliario importante nello studio dei fenomeni di sprofondamento avvenuti in Italia. Spesso i due fenomeni sono contemporanei, o quasi. Per esempio, quando è il terremoto a provocare effetti sul suolo (lique-

fazioni), oppure quando mobilita uno sprofondamento del terreno già in preparazione (fenomeni di innesco). Specularmente, quando un improvviso sprofondamento del terreno viene accompagnato da uno scuotimento sensibile del terreno o da una sismicità minore. In questo caso, può accadere che nell'immaginario collettivo e nelle memorie storiche rimane traccia del terremoto e non dello sprofondamento. Un esempio è rappresentato dal falso terremoto del 1320 nei pressi di Vecchienne (Larderello, Toscana), che si è rivelato invece un fenomeno di eruzione gassosa e di sprofondamento avvenuto nella seconda metà del sec. XIII, come evidenziato dall'esame della fonte contemporanea.

Proprio per questa contemporaneità dei due fenomeni, spesso nella narrazione di fenomeni sismici o nei cataloghi e bollettini ottocenteschi e del primo novecento (PILLA, 1837, CANCANI, 1901, ecc.) si ritrovano notizie di Sinkhole e di sciame sismici che accompagnano la formazione di sinkhole, oppure che si verificano nelle stesse aree.

La rivisitazione degli eventi sismici storici di dimensioni maggiori (per esempio, i terremoti del 1783 delle Calabrie e quello del 1915 di Avezzano) può portare all'individuazione di sinkhole, le cui tracce in alcuni casi sono ancora visibili. Quando il terremoto interessa aree potenzialmente liquefacibili, si potrebbero avere e riconoscere effetti di transizione dal semplice fenomeno di liquefazione (vulcanello di sabbia) a veri e propri sprofondamenti con formazioni di laghi (sinkhole annegato). Un utile strumento di confronto tra aree soggette a sinkhole ed aree potenzialmente liquefacibili si potrebbero rivelare anche i cataloghi dei fenomeni di liquefazione in Italia indotti da terremoti (GALLI & MELONI, 1993; GALLI *et. al.*, 1997).

2. FENOMENI DI SOSTITUZIONE TRA SPROFONDAMENTI DEL TERRENO E TERREMOTI IL CASO DEL LAGO DI VECCHIENNE (LAGO BORACIFERO - LARDERELLO-PISA)

Affrontando lo studio dei terremoti dell'Italia centrale nel sec. XIV ci si è imbattuti in una serie di eventi sismici che hanno interessato nell'anno 1320 (fig. 1) un vasto territorio compreso tra la Toscana centro-meridionale ed il Lazio settentrionale, interessando le città di Siena (terremoti dell'ottobre e dicembre 1320), di Viterbo (terremoto del 28 maggio 1320) e di Monterotondo Marittimo (Pi).

La fonte del Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980 (POSTPISCHL, 1985) è unica per tutti i tre terremoti (fig. 2) ed è rappresentata dal BARATTA (1901).

Nel caso del terremoto di Siena l'analisi delle fonti di Baratta consente di risalire ai documenti di cronaca originali (Agnolo di Tura, sec. XIV, Anonimo sec. XIVa, b) che permettono di ben inquadrare l'evento dal punto di vista spazio-temporale.

Per il citato terremoto di Viterbo le fonti indicate dal Baratta permettono di risalire alla fonte originale del sec. XIV, sebbene in trascrizione postuma (Anonimo, 1726). Questo Autore parla tuttavia di un tempesta il giorno 28 maggio 1320, accompagnata da tuoni fulmini e scosse di terremoto. L'evento sismico in questo caso è dubbio, incentrandosi l'intera descrizione sulla tempesta.

Infine, le fonti del Baratta per il terremoto del 1320 sono rappresentate dal solo Mercalli (1883), posteriore e molto prossimo al Baratta, che a sua volta cita una aleatoria tradizione popolare, secondo la quale il 5 agosto 1320 ci fu un terremoto un'esplosione e lo sprofondamento del terreno.

L'ulteriore approfondimento delle ricerche storiche ha permesso di individuare, attraverso la consultazione della storiografia locale, la fonte originale dell'evento (fig. 3), Restoro d'Arezzo (1282) che tuttavia descrive, non il terremoto del 1320, ma un'eruzione

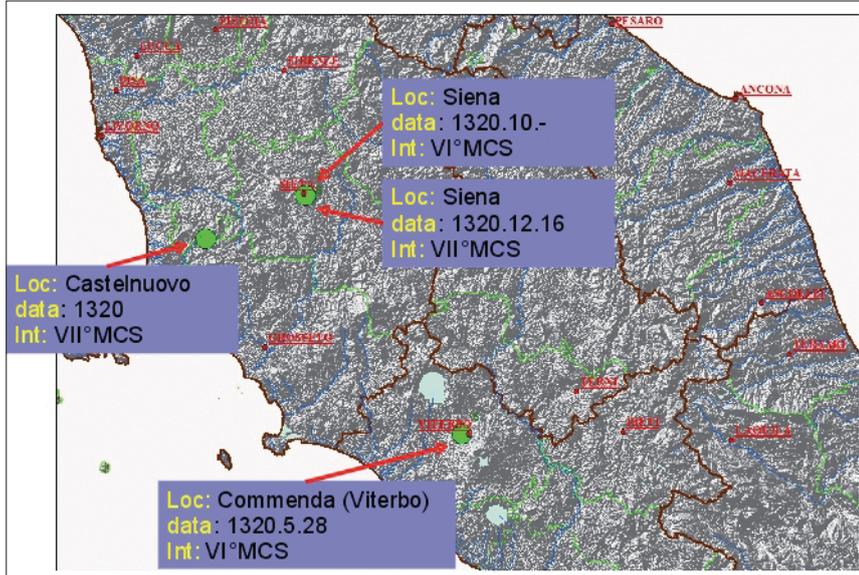


Fig. 1 - I terremoti del 1320 nella Toscana meridionale e nel Lazio settentrionale come segnalati nel catalogo dei Terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980 (Postpischl, 1985).
1320 Earthquakes in southern Tuscany and northern Latium as shown in Italian earthquakes catalogue from 1000 to 1980 (Postpischl, 1985).

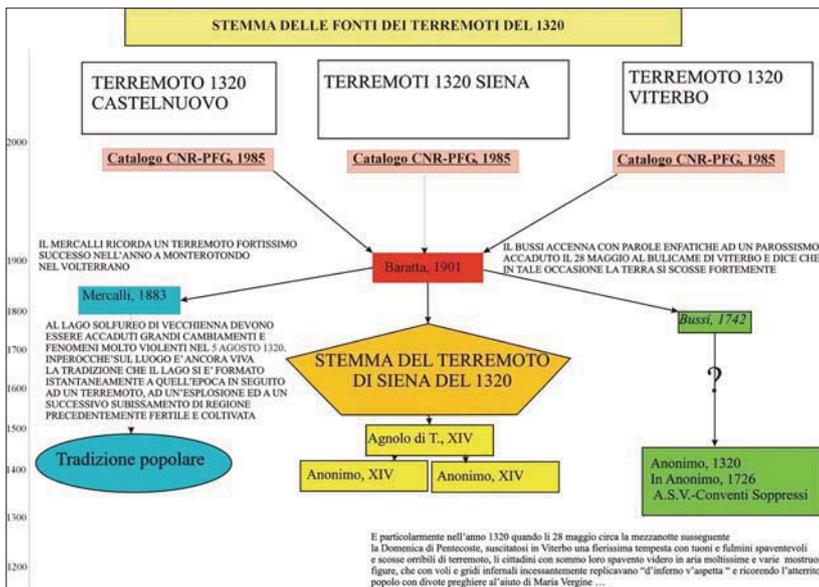


Fig. 2 - Terremoti del 1320 - Fonti del Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980 (Postpischl, 1985).
1320 Earthquakes - Family tree as derived from Italian earthquakes catalogue from 1000 to 1980 (Postpischl, 1985).

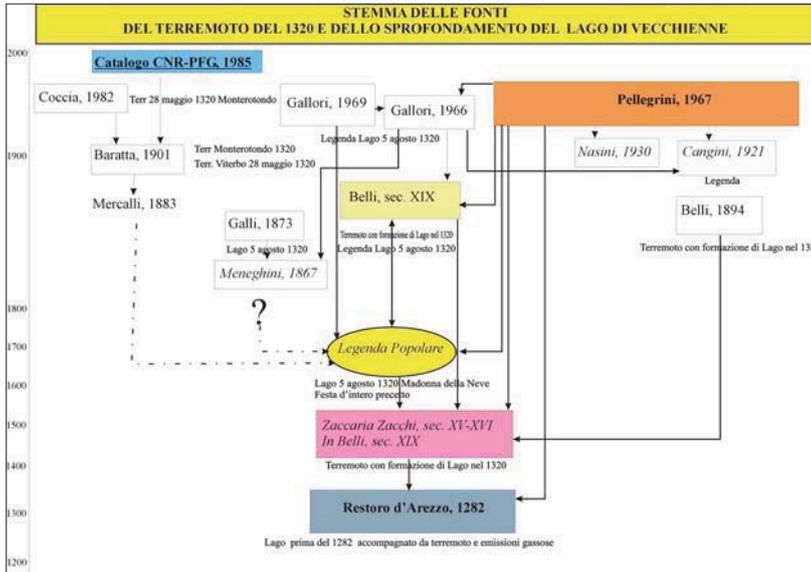


Fig. 3 - Terremoto di Castelnuovo (Monterotondo Marittimo) del 1320 e formazione del Lago di Vecchienne (>1282). Stemma delle fonti del Catalogo CNR-PFG (Postipischl, 1985), dell'analisi attraverso i cataloghi sismici nazionali e regionali e dell'analisi della storiografia locale. 1320 Castelnuovo (Monterotondo Marittimo) earthquake and came out of Vecchienne lake before 1282. Family tree of sources of national and local seismic catalogues and local historical sources.

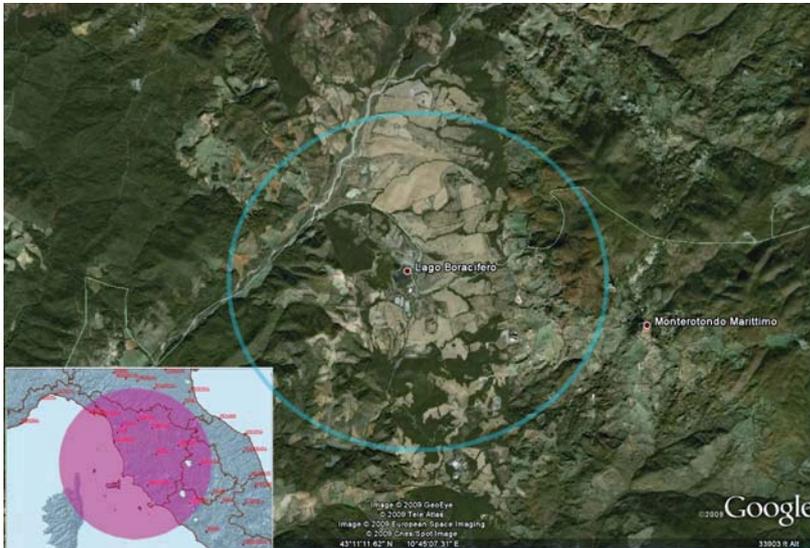


Fig. 4 - Immagine satellitare della zona di Vecchienne (Lago Boracifero), con indicazione della zona di probabile ricaduta di "pietre e sassi" (cerchio azzurro) e di "terre rosse" (cerchio colorato nel riquadro in basso a sinistra). Google image of Vecchienne lake (Boracifero lake). Fall zone extention of freatomagmatic eject (blue circle) and red ashes (purple circle).

Tab. 1 – Restoro d'Arezzo (1282): Descrizione della formazione del Lago di Vecchienne (Lago Boracifero), seconda metà del sec. XIII.

Data dell'evento	... E per questo adevengono grandissimi accidenti per stasione, chè tale volta se ne profonda uno grandissimo spacio de terra, e de questo per stasione se ne fanno lachi, secondo ch'apario elli nostri die ella nobele provincia d'Italia, ...
località in cui è avvenuto	... Unde en questa provincia, a presso ad una città la quale è chiamata Volterra, ad un loco ch'è chiamato Vechienne,
descrizione della formazione del lago	per casione de teremoto profundò uno grandissimo spacio de terra, e apariuli uno grande laco d'acqua caldissima bulliente; la quale venendo e uscendo de sotto terra, tale salia e gettavase ad alto più de quaranta braccia;quale profundare n'uscio fore una grandissima e teribile ventosità, la quale più de doi die quasi continuo gettò fore petre e sassi da torno per tutta la contradia, per spacio de doi millia; si che li abetatori de la contradia spaventaro e fugierose tutti. E li animali de la contradia che non fugiero muriero tutti; e li arbori ch'erano entra quello spacio, en colore en durezza diventaro quasi come ferro; la quale ventosità per spacio de più de sette die gettò e sparse d'atorno a la longa più de cento millia terra rossa, la quale pareo che fosse arsa dal fuoco, molto sutilissima, come pòlvare che fosse portata dal vento; e li abetatori de longhe parti, che non sapeano lo fatto, maraveliavase; e crediano che questa terra piovesse, e trovavano la terra e altro e li arbori e le loro foglie tutte rosse.
eruzione gassosa 40 braccia [°] ca. 20 m	
eruzioni freatomagmatiche [?] 2 miglia [*] ca. 3 km	
emissioni di ceneri 100 miglia [*] ca. 150 km	
<p><i>°il braccio fiorentino corrisponde a 0,583 m</i> <i>*il miglio toscano corrisponde a 1,65 km e il miglio romano corrisponde a 1,48 km</i></p>	

gassosa, accompagnata da sprofondamento del terreno con formazione di un lago, in un periodo precedente al 1282, ma molto prossimo a questa data [tab. 1].

L'evento accadde a Vecchienne e molto probabilmente si tratta della formazione del lago Boracifero. L'evento fu anche molto impattante per l'ambiente: ci fu infatti un'eruzione gassosa (tipo geyser) alta fino a 20 m circa, per due giorni una eruzione di pietre e sassi (eruzione freatomagmatica?) fino alla distanza di circa 3 km e l'emissione per una settimana di terre rosse (emissioni di ceneri) propagatesi fino a 150 km circa dal luogo dell'evento [fig. 4].

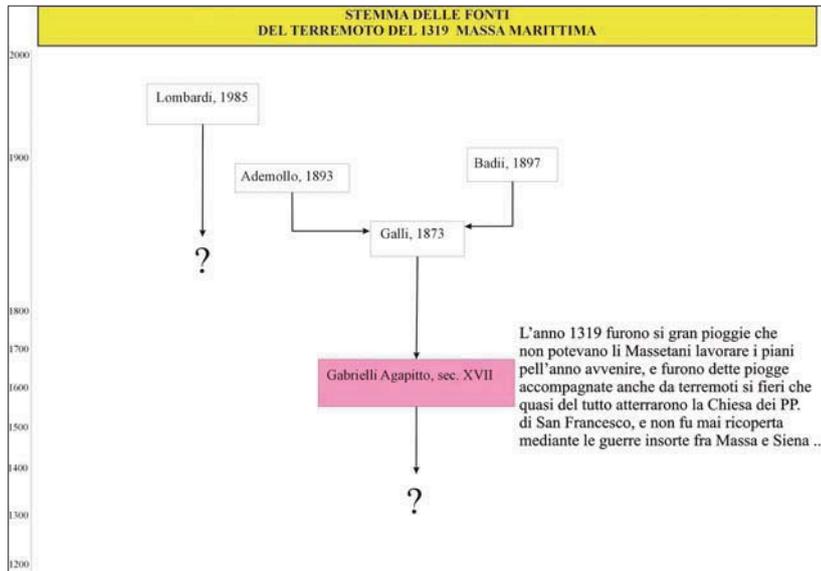


Fig. 5 - Stemma delle fonti del terremoto a Massa Marittima del 1319, anno di grandi piogge. Anche le fonti senesi ricordano che nell'anno 1319 ci furono grandi piogge (Malavolti, 1599). 1319 Massa Marittima earthquake family tree; in the year plentiful rain. The Siena sources remember a great amount of rain in 1319.

Il ricordo dell'evento, nella tradizione popolare, al 5 agosto 1320 e il suo collegamento ad un terremoto potrebbe essere legato all'effettiva presenza di un evento sismico nel 1319 che causò danni a Massa Marittima (fig. 5), terremoto ancora poco conosciuto, e forse alla necessità di legare questi eventi ad una festività religiosa (5 agosto, festività della Madonna della Neve). La maggiore attenzione popolare verso la paura per il terremoto e il maggior interesse per i terremoti nelle ricerche sviluppatesi tra l'800 e il'900 ha sprofondato in un secondo piano e nel dimenticatoio l'evento della formazione del lago.

3. FENOMENI DI SPROFONDAMENTO E LIQUEFAZIONI INDOTTE DA TERREMOTI IL TERREMOTO DEL 1976 E DEL 1783 E IL CATALOGO DELLE LIQUEFAZIONI

Durante la ricerche sugli effetti indotti da terremoti ci si trova spesso di fronte a fenomeni di liquefazione di diverso grado, dai semplici vulcanelli di fango ai più complessi fenomeni di liquefazione che inducono frane o producono sinkhole.

Tale problematica è stata affrontata in occasione della costruzione del catalogo dei fenomeni di liquefazione indotti da terremoti storici (GALLI & MELONI, 1993; GALLI *et al.*, 1997). In tale occasione furono censiti i fenomeni ambientali indotti dai terremoti di magnitudo elevata in Italia dall'anno 1000 al 1990, consultando sistematicamente opere sismologiche, bibliografiche, cronachistiche e in alcuni casi archivistiche (fig. 6). Per la costruzione del catalogo, che comprende oltre 300 segnalazioni di casi di liquefazione, fu sintetizzata la casistica dei fenomeni esaminati (tab. 2), passando da fenomeni di liquefazione facilmente e ben descritti da relazioni e immagini, come nel caso dei vulcanelli di sabbia (vedi fig 7) ai casi complessi in cui la liquefazione, per l'imponenza del fenomeno, risultava di più difficile interpretazione (fig. 8).

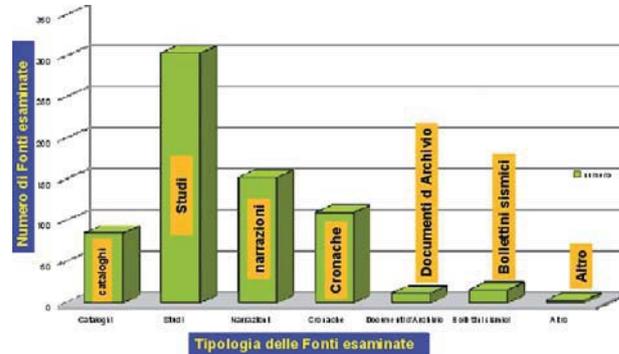
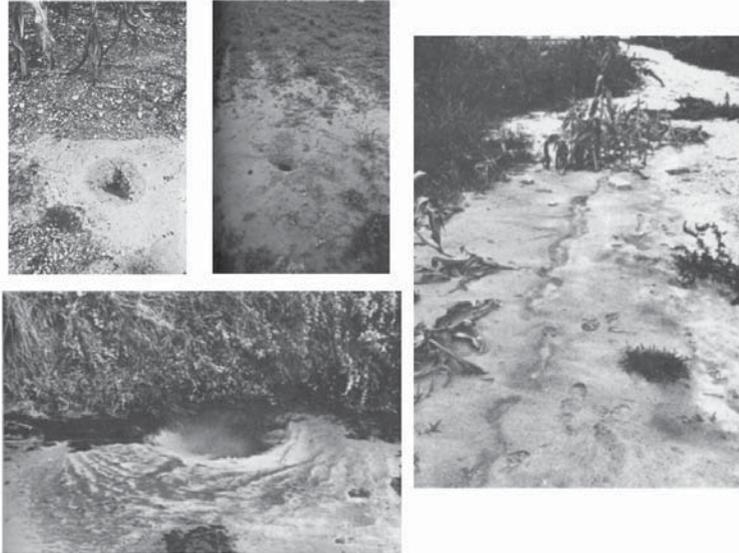


Fig 6 – Distribuzione delle fonti esaminate per la costruzione del catalogo dei fenomeni di liquefazione in Italia (GALLI E MELONI, 1993; GALLI et al., 1997).
 Tipological distribution of italian liquefaction catalogue sources (Galli e Meloni, 1993; Galli et al., 1997).

Tab. 2 – Classificazione dei fenomeni di liquefazione raggruppate per tipologia delle descrizioni del fenomeno (GALLI & MELONI, 1993)

Tipologia	Descrizione sintetica delle manifestazioni osservate come generalmente descritte dagli Autori
A	Aperture del terreno e fenomeni connessi
A1	formazione di aperture nel terreno (fessure, fori, buche, ecc.) in zone pianeggianti (zone paludose, rive di laghi, spiagge, piane fluviali, zone di delta, ecc.)
A2	fuoruscita di acqua;
A3	fuoruscita di fango e/o sabbia e/o ghiaia
A4	fuoruscita di acqua mista a fango e/o sabbia, e/o ghiaia;
A5	vulcanelli di sabbia (fontane di sabbia)
B	Formazione di avvallamenti, o sprofondamenti nel terreno interessanti aree pianeggianti generalmente di limitate estensioni;
C	Cedimenti, quasi sempre accompagnati da perdita di verticalità, di strutture edilizie fondate su depositi sabbiosi;
D	Segnalazioni di liquefazione prive di descrizioni;
E	Altro

E' evidente che nei casi in cui si ha la formazione di un lago la similitudine con la formazione di sinkhole è palese. Nel caso di un terremoto è l'aumento della pressione interstiziale prodotta dallo scuotimento sismico a provocare la rottura dello scheletro dell'ammasso sabbioso e il conseguente collasso superficiale, mentre nel caso della formazione



*Fig. 7 – Alcune immagini di liquefazioni indotte dal terremoto del Friuli del 1976: le foto sulla sinistra mostrano vulcanelli di sabbia, è evidente il foro al centro del cono di sabbia; a destra la sabbia fuoriesce abbondante da una frattura del terreno
Some images of liquefactions during the 1976 Friuli earthquake: the left pictures shown sand blows, with the characteristic central hole; in the right picture the sand is coming out copiously from a facture.*



*Fig 8 – Fenomeni di liquefazione in occasione del terremoto del 1783 delle Calabrie. A sinistra un abbassamento del terreno con vistose fessure radiali, a destra un abbassamento del terreno con formazione di un lago di alcuni metri di diametro.
Liquefaction during 1783 calabrian earthquakes. In the left picture there is a subsidence zone with radial cracks, in the right picture a lake in the middle of a subsidence area, measuring some meters.*

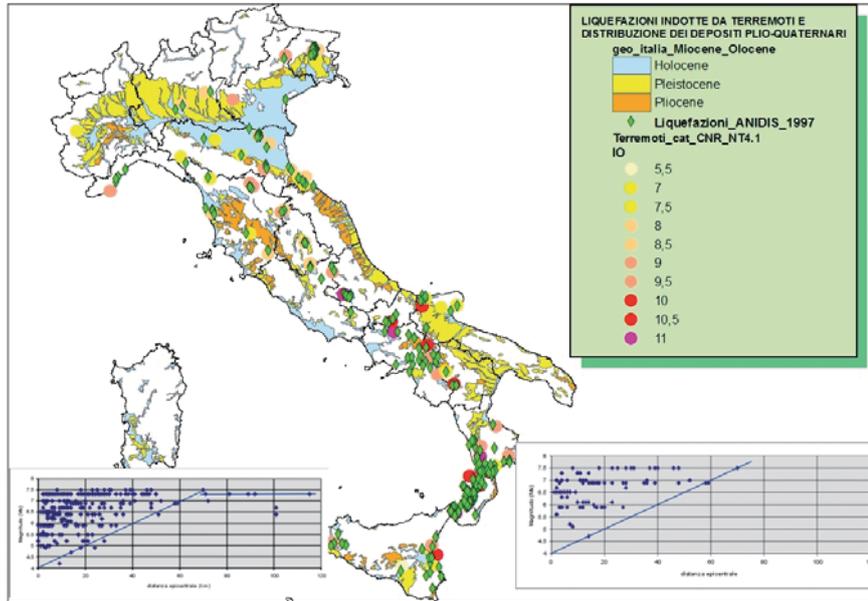


Fig 9 – Distribuzione delle liquefazioni in funzione della geologia e dell'intensità dei terremoti. In basso sono indicate le distanze massime a cui si può verificare una liquefazione in funzione della magnitudo del terremoto: a destra con i dati 1900-1990, a sinistra con i dati 1000-1990. Liquefaction distribution vs plio-quadernary geology and earthquake intensity. Down is shown the maximum distance for liquefaction vs magnitude: in the right with 1900-1990 range, in the left with 1000-1990 range.

dei sinkhole, non concomitanti con un evento sismico, bisogna invocare altre cause: p. es., si potrebbe pensare alle variazioni del carico idraulico nel caso dei sinkhole della Pianura Pontina (Lazio meridionale) dove spessori di 100-200m di sedimenti terrigeni poggiano su un substrato carbonatico, fagliato e ospitante una falda idrica in pressione. È interessante notare come in occasione del terremoto calabro del 1905 di intensità di X MSK e Magnitudo stimata pari a 7, nella Valle del Drago vi fu la liquefazione del terreno con importante fuoriuscita di fango da fessure nel terreno, fenomeno descritto come accaduto anche in altre occasioni dopo intense piogge (MERCALLI, 1906; RIZZO, 1907; GALLI *et al.* 1997).

La mappa dei fenomeni di liquefazione (GALLI *et al.*, 1997) se confrontata con la distribuzione del terrigeno plio-quadernario, a diverso potenziale di liquefacibilità, evidenzia come i fenomeni di liquefazione tendano a distribuirsi maggiormente lungo la catena appenninica (fig. 9), nonostante la diffusione del terrigeno lungo le aree costiere e le principali aree vallive (Pianura Padana, fossa Bradanica), mostrando di seguire soprattutto la distribuzione degli epicentri sismici dei maggiori terremoti.

Invece, il confronto con la distribuzione dei sinkhole (ISPRA, 2009), evidenzia come quest'ultimi siano distribuiti sia nelle aree di catena, in sovrapposizione spesso alle segnalazioni di liquefazione, che nelle aree costiere e di pianura, poco interessate da liquefazioni a causa della lontananza dagli epicentri sismici (fig. 10).

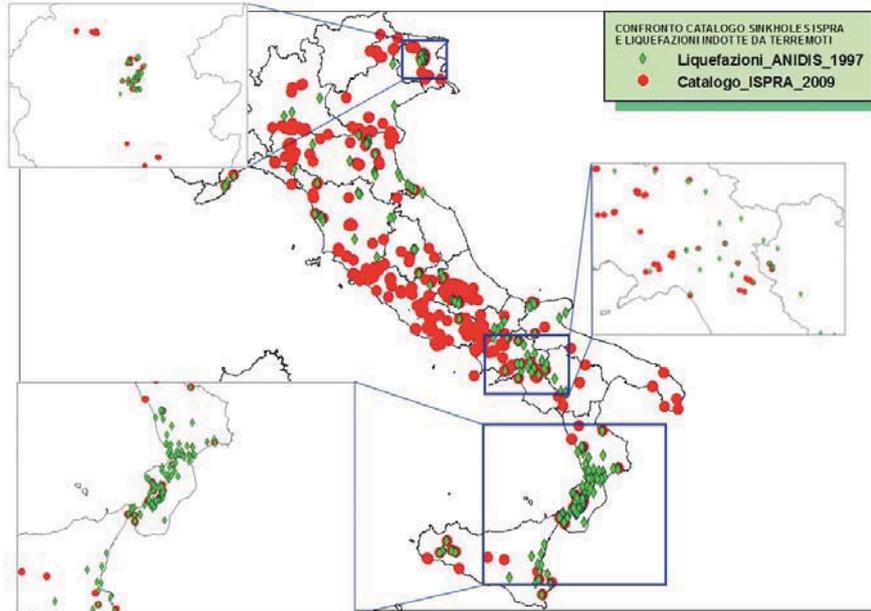


Fig. 10 – Confronto tra liquefazioni indotte da terremoti, secondo il catalogo Galli et al. (1997), e sinkholes, secondo il catalogo ISPRA (2009).
Liquefactions induced by earthquakes, according the Galli et al. (1997) catalogue, vs sinkholes, according ISPRA (2009) catalogue.

4. SPROFONDAMENTI INDOTTI DA TERREMOTI E FENOMENI ASSOCIATI (ROMBI E SCIAMI SISMICI)

Esiste una variegata casistica di fenomeni sismici e di sprofondamenti del terreno che si intrecciano in vario modo. Per esempio nel caso di un evento sismico che determina il crollo della volta di una cavità, causando a sua volta uno scuotimento sismico. Spesso invece si verificano sciame sismici di debole intensità in aree caratterizzate da ricorrenti eventi di sinkhole.

Nel caso di sinkhole in roccia o su terreni non liquefacibili si tratta di fenomeni di innesco di cavità preesistenti che a causa dello scuotimento subiscono il crollo della volta, non sempre simultaneo con l'evento.

Un esempio è rappresentato da un caso di crollo della volta di una cavità in calcari a circa due mesi di distanza dal terremoto del 13 gennaio 1915, ed a discreta distanza dall'epicentro [CREMA, 1915].

Infatti il 16 marzo 1915 a circa 50 km dall'epicentro in una zona che ha risentito effetti di VII-VIII grado della scala MCS si verificò uno sprofondamento che determinò la formazione di una depressione subcircolare a nord del paese di Montecelio in territorio del Comune di Sant'Angelo Romano (fig. 11) in un tratto di versante carbonatico prossimo al passaggio con i sedimenti terrigeni di fondovalle già interessato da altre depressioni. Le dimensioni erano 55 m x 60 m per una profondità di 30 m, con pareti subverticali e fratture concentriche sul lato di monte. Il crollo della cavità provocò a sua volta una scossa di terremoto avvertita in un'area di circa 1 km avvertita nella parte settentrionale del paese di Montecelio (fig. 12).

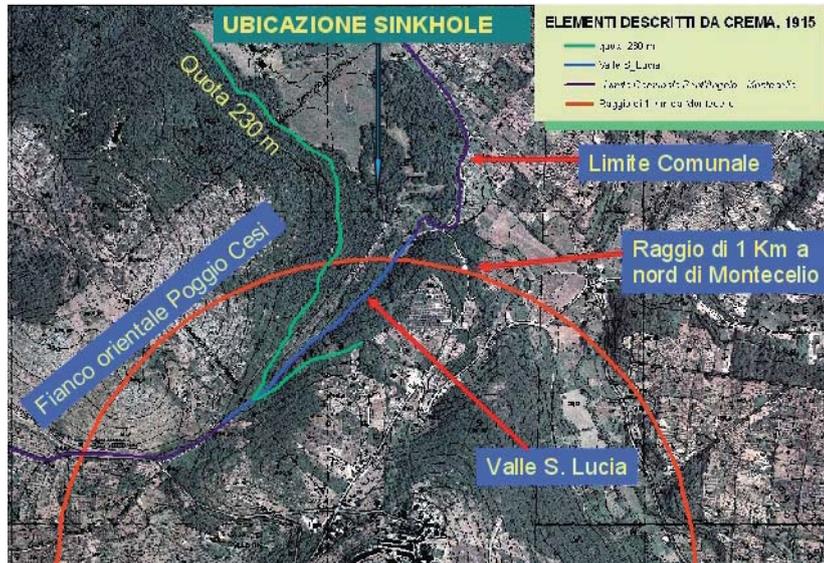


Fig. 11 - Individuazione del sinkhole sulla base degli elementi forniti da Crema [1915]: in verde la quota di 230 m, in azzurro l'asse della Valle Santa Lucia, in rosso la distanza di un chilometro dal paese di Montecelio, in viola il limite comunale di Sant'Angelo Romano.
The position of sinkhole according to Crema [1915] indications: in green color is shown the 230 m s.l.m. Altitude, in blue the Santa Lucia Valley, with the red circle one kilometer from the Montecelio country, in purple the S. Angelo Romano municipal limit.

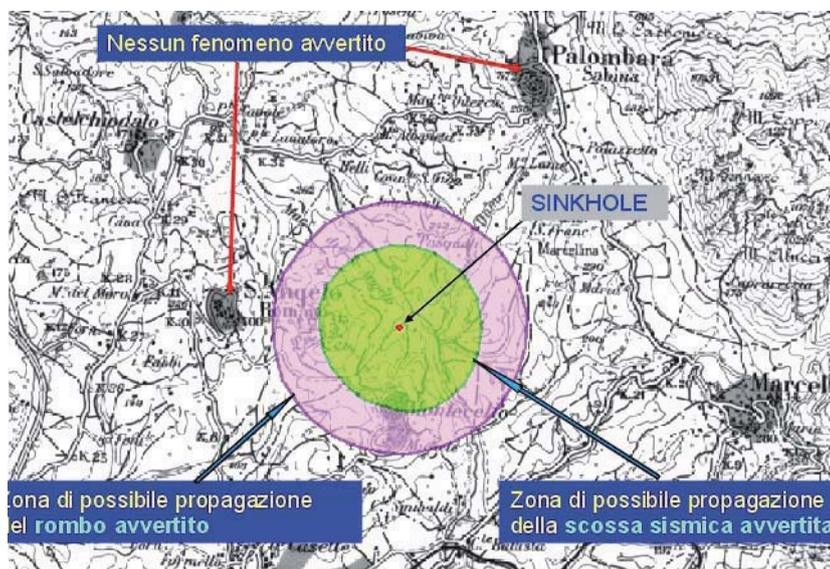


Fig. 12 - Probabile zona di propagazione dello scuotimento sismico e del rombo, come conseguenza del collasso del tetto della cavità di Valle Santa Lucia.
Felt area zone of seismic shake and seismic rumble during the Valle Santa Lucia sinkhole collapse.

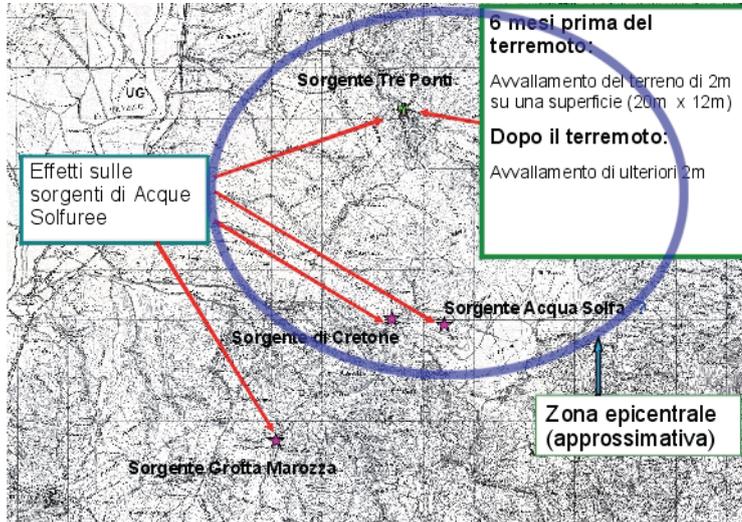


Fig. 13 – Effetti ambientali e probabile sinkhole [loc. Tre Ponti, Montelibretti], in occasione del terremoto del 24 aprile 1901 di Palombara Sabina.
Environmental effects and sinkhole [near Tre Ponti, in Montelibretti land], during the april 24, 1901 Palombara Sabina earthquake.

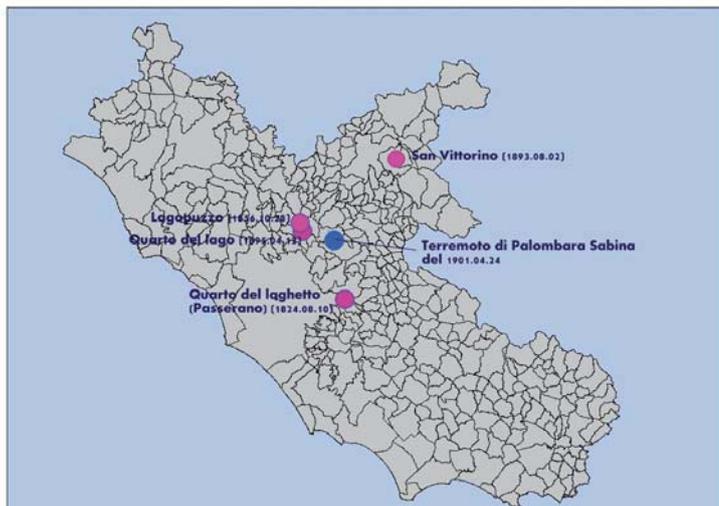


Fig. 14 – Alcuni dei principali sinkhole nel secolo XIX nel Lazio, come indicati da Cancani [1901] nel suo lavoro sul terremoto di Palombara Sabina.
Some of the most important sinkholes in the XIX century in Latium, how referred by Cancani [1901] in the survey on Palombara Sabina Earthquake.

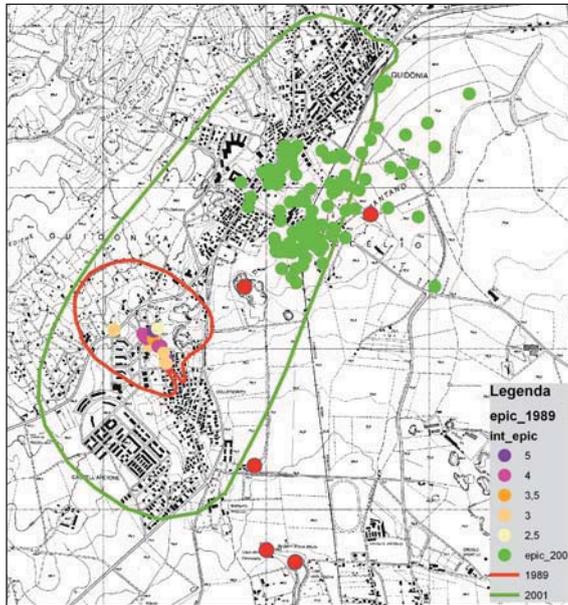


Fig. 15 - Terremoti del Bacino delle Acque Albule del 1989 e del 2001. Con le linee rosse e verdi sono mostrate rispettivamente le aree di risentimento dell'intero sciame sismico del 1989 e del 2001. I pallino dal bianco al viola indicano gli epicentri dei terremoti del 1989, quelli verdi dei terremoti del 2001. In rosso i principali sinkhole dell'area allineati lungo la faglia Sabina (trascorrente destra).

1989 and 2001 Acque Albule basin earthquakes. In red and green is shown the 1989 and 2001 felt areas, respectively. The graduated colors point marks the 1989 epicenters, the green point the 2001 epicenters. The red point indicated the most important sinkholes of the basin, near the Sabina fault.

In altri casi i rapporti tra eventi sismici e fenomeni di sprofondamento del terreno non sono così evidenti, anche se sembrano rappresentare la causa più probabile, per esempio nel caso degli sciame sismici in aree vallive, in depressioni endoreiche e in aree interessate da fenomeni ricorrenti di sinkhole.

Nella letteratura sismologica esistono numerosi riferimenti, oltre che ai terremoti, ai fenomeni di sprofondamenti improvvisi del terreno, formazione di laghi, fuoriuscita improvvisa di acque solfuree o sparizione di sorgenti. Se ne trovano spesso traccia nelle notizie sismiche e nei bollettini sismici dell'800 e del '900 (Perrey, De Rossi, Ufficio Centrale di Meteorologia, ecc.), e in pubblicazioni sismologiche.

Sono conosciuti in diverse regioni italiane con diversi nomi: nelle Marche come Bombiti, Bonniti, Bollitori, Brontidi, nel Lazio come Tremiti, Rombi, Brontidi, Pseudo-terremoti, Rombi sismici. Segnalazioni sono note anche in Toscana, Umbria, Molise, Calabria.

Si tratta in genere di terremoti molto superficiali e di debole intensità, avvertiti in aree molto ristrette, a volte piccoli nuclei abitati all'interno di una città, e accompagnati da un sensibile rombo sismico che meglio della vibrazione sembra caratterizzarli.

Nonostante la notevole diffusione di questi eventi, la loro bassa pericolosità li ha fatti considerare a lungo più come una curiosità che un argomento di interesse scientifico.

Alcune pubblicazioni su questi eventi nel Lazio vennero effettuate già nell'ottocento (Pilla, 1837), in occasione dei terremoti che interessarono Piedimonte San Germano (Cassino), e nel primo novecento da CANCELLI (1901), nel territorio di Palombara Sabina, e da AGAMENNONE (1922) nell'area dei Colli Albani.

In questi lavori fu tentato di correlare questi piccoli sciami con la presenza di cavità nel sottosuolo (PILLA, 1837), con sorgenti solfuree e con avvallamenti del terreno (CANCELLI, 1901; fig. 13) e con crolli di cavità (AGAMENNONE, 1922). CANCELLI nel tentativo di individuare altri eventi del passato simili a quello di Palombara effettuò una ricerca che mise in luce la formazione di diversi laghi, nel corso del secolo XIX nel Lazio (fig. 14) senza tuttavia poter stabilire una correlazione tra sciami sismici e formazione di laghi.

Anche recentemente sono stati studiati sciami sismici in zone soggette a risalita di acque solfuree e a sinkhole, come per esempio nel bacino delle Acque Albule (MELONI & PIRRO, 1989a, b; GASPARINI *et al.*, 2002), in tali lavori si ipotizza un rapporto tra cavità nel sottosuolo e sciami sismici, senza tuttavia giungere ad una soluzione (fig. 15).

In definitiva, sebbene le correlazioni tra eventi sismici e sprofondamenti siano abbastanza strette, non è certo se vi siano rapporti di causa effetto. Si potrebbe trattare anche di due effetti di un meccanismo geodinamico parallelo.

5. CONCLUSIONI

Gli studi a carattere storico sui terremoti sono ormai consolidati, con percorsi di analisi e di ricerca per lo più standardizzati, che hanno permesso di individuare ed eliminare terremoti inesistenti, duplicazioni di terremoti, spostamento di eventi da una località all'altra, confusione tra terremoti e sprofondamenti (come nel caso della formazione del lago di Vecchienne, seconda metà del sec. XIII).

Nello studio dei sinkhole e nella costruzione dei relativi cataloghi, l'ausilio delle informazioni storiche contenute negli studi sismologici e nelle notizie e bollettini d'epoca, così come lo studio parallelo della sismicità minore associata alle aree interessate da sinkhole potrebbe fornire un interessante contributo alla comprensione del fenomeno.

BIBLIOGRAFIA

- AGNOLO DI TURA, [sec. XIV] - *Cronaca Senese di Andrea Dei continuata da Agnolo di Tura, dall'anno 1186 fino al 1352*, RR.II.SS., v. 15, 1729, Milano.
- ANONIMO [sec. XIVA] - *Cronaca senese dei fatti riguardanti la città e il suo territorio*, RR.II.SS., v. 15, p. 6, 1931-1934. Bologna.
- ANONIMO, [sec. XIVb] - *Cronaca senese attribuita ad Agnolo di Tura del Grasso detta Cronaca Maggiore*, RR.II.SS., v. 15, p. 6, 1931-1934. Bologna.
- ANONIMO [1726] - *Trascrizione di Cronaca del secolo XIV*, Arc. St. Viterbo, Conventi Soppressi.
- AGAMENNONE G., 1922, I pseudo-terremoti nel vulcano laziale, Rend. R. Acc. Naz. Lincei, v. 31, s. 5, 1 sem., fasc. 3, 104-106.
- BARATTA M. [1901] - *I Terremoti d'Italia*, Saggio di storia, geografia e bibliografia sismica. Torino.
- CANCELLI A. [1901] - *Sul periodo sismico iniziato il 24 Aprile 1901 nel territorio di Palombara Sabina*, Boll. Soc. Sism. It., v. 7, 169-193.
- CREMA C. [1915] - *Improvvisa formazione di una dolina presso Montecelio in Provincia di Roma*, Boll. Soc. Geol. It., v. 34, 273-277.

- DI LORETO E., LIPERI L., PIRO M., [2000] - *La riqualificazione ambientale del geotopo <Lago Puzzo> nel Comune di Fiano Romano (RM)*, Mem. Descr. Carta Geol. It., v. 54, 339-346.
- GALLI P. & MELONI F. [1993] - *Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia*. Il Quaternario, v.6, f. 2, 271-292
- GALLI P., MELONI F., ROSSI A. [1997] - *Alcune correlazioni tra parametri epicentrali ed indizi di liquefazione in Italia*, Atti 8° Convegno nazionale ANIDIS "L'ingegneria sismica in Italia", Taormina, 21-24 settembre 1997, pp. 931-939.
- GASPARINI C., DI MARO R., PAGLIUCA N.M., PIRRO M., MARCHETTI A. [2002] - *Recent seismicity of the "Acque Albule" travertine basin*. Annals of Geophysics, Vol. 45, N. 3/4, 537-550
- ISPRA, 2009, *Database nazionale dei fenomeni di sprofondamento*, Versione elettronica.
- MELONI F., PIRRO M. [1989°] - *Studio del periodo sismico verificatosi a Collefiorito di Guidonia (Prov. di Roma) nei giorni 12, 13 e 14 gennaio 1989*. Rapporto tecnico per il Comune di Guidonia Montecelio (RM), 13 pp., 3 appendici.
- MELONI F. & PIRRO M. [1989b] - *Analisi preliminare del periodo sismico del gennaio 1989 in località Collefiorito di Guidonia (prov. di Roma) e aspetti neotettonici dell'area*. Nota present. all'8° Convegno CNR-GNGTS.
- MERCALLI G. [1883] - *I terremoti storici italiani*, In "Geologia d'Italia" parte 3, Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia. Milano.
- MERCALLI G. [1906] - *Alcuni risultati ottenuti dallo studio del terremoto calabrese dell'8 settembre 1905*, Atti Acc. Pontaniana, v. 10, f. 36/8, s. 2, 1-9.
- PILLA L. [1837] - *Relazione dei tremuoti che afflissero la città di S. Germano ed il Monastero di Montecassino nella primavera dell'anno, 1837*.
- POSTPISCHL D., ed., *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. CNR-PFG, Quad. "La Ricerca Scientifica", v. 114., Bologna.
- RESTORO D'AREZZO [1282] - *La composizione del mondo colle sue casioni finito di scrivere in Arezzo l'anno 1282*, Accademia della Crusca, 1976, Firenze.
- RIZZO G.B. [1907] - *Contributo allo studio del terremoto della Calabria del giorno 8 settembre 1905*, Atti R. Acc. Peloritana, v. 22, f. 1, 3-87.

LE RICERCHE STORICHE NELLO STUDIO DEI FENOMENI DI SPROFONDAMENTO: ALCUNI ESEMPI

di Nisio S. & Ventura G.

ISPRA – Dipartimento Difesa del Suolo- Servizio Geologico Nazionale

ABSTRACT

In many Italian regions a lot of ponds or dry caves have been formed with a sink process in historic age. Some ancient manuscripts and some legends indicate that the sink followed a catastrophic event (i.e. earthquake, flooding, natural event etc.).

These ponds and caves are usually sub-circular with diameters ranging from few to one hundred meters and maximum depth of fifty meters. Some of these were artificially filled and represent only on historic maps.

The dialectical names usually derive from a sort of description of the crater-like shape; the grain number of dialectical name shows that the sinkholes phenomena were more diffuse than the studios think.

To understand the genetic mechanisms of their formation is important to go up to date of origin. Is important sometime a correlation with seismic event. In other cases the date of the sinkhole formation could exclude other mechanism of origin lake volcanic event. In all these case is very important to make historical research.

In this work are presented some historical research conducted for some cases of the Latium region and of the ancient Papal states. From the studies, in historic archives, library, ancient church and chapels, we found the dates and modalities of origins of some Latium sinkholes. In details are presented the historic situation, the documents and ancient maps of Pontina Plain ponds, Artena and Gallicano sinkholes, S. Vittorino plain sinkhole and lakes, Albule areas and other cases.

Historical information found demonstrate the presence of catastrophic collapses since the Roman age. Collapses happen in the same areas, with gap of centuries between the phenomena. During this gap often there is a natural or artificial obliteration of the collapsed morphology. This is often the cause, together with the long time between the events, of loss of attention on this hazard.

1. INTRODUZIONE

I *sinkholes*, danno origine a voragini generalmente di forma sub-circolare che, nella maggior parte dei casi, si trasformano in piccoli laghi o polle.

I *sinkholes* erano conosciuti già in epoca romana (riferimenti sono presenti negli scritti di Plinio il Giovane e di Vitruvio, risalenti al I sec a.C. e nel “De Prodigiiis” di Giulio Obsequente, e successivamente nei lavori di Dionigi di Alicarnasso, di Livio nel 550 d.C.) e medioevale in molte regioni italiane; ad essi sono state attribuite differenti denominazioni dialettali che dimostrano la vasta diffusione del fenomeno.

Negli studi riguardanti antichi fenomeni di sprofondamento (laghi, fosse, paleo forme), dopo gli accertamenti geologici specialistici che portano a confermare l'ipotesi di meccanismi genetici tipo *sinkhole* s.s., risulta importante accertare con assoluta certezza che la forma, paleo-forma o il lago in oggetto siano stati originati da un evento catastrofico ed altrettanto fondamentale risulta individuare l'età di formazione dell'evento.

In tale contesto è necessario svolgere una ricerca storica, cartografica e documentale presso biblioteche, archivi specializzati ed abbazie.

Le ricerche storiche condotte in tale ambito, sono risultate, infatti, di fondamentale importanza per l'accertamento di molti sprofondamenti segnalati e per l'individuazione di *sinkhole prone areas*; esse hanno fornito nuovi dati relativamente all'età delle forme ed hanno permesso, in alcuni casi, di correlare i *sinkholes* con eventi sismici ad elevata magnitudo.

In particolare, riguardo alcuni piccoli laghi di forma sub-circolare, distribuiti in varie regioni del territorio italiano, vengono narrate leggende, che rappresentano la memoria storica degli avvenimenti, per lo più sottovalutate dagli specialisti del settore, ma che, in taluni casi, possono fornire preziosi indizi per ricostruirne la genesi. Infatti gli episodi catastrofici anticamente venivano attribuiti a fenomeni soprannaturali e/o all'intervento divino. Alcuni sinkholes, ad esempio, sono associati a S. Anna e la data di formazione viene riferita al giorno dedicato alla santa (26 luglio); è possibile talvolta giustificare tale correlazione con gli effetti al suolo dell'episodio sismico del Matese del 1805 (noto come terremoto di S. Anna) in cui vennero descritte aperture di voragini e formazione di laghi. In altri casi sembrerebbe che l'attribuzione a S. Anna sia in realtà più complessa e remota, da collegare alle caratteristiche peculiari della santa, protettrice delle messi e della terra, che ha ereditato in qualche modo da una divinità pagana, Demetra (o Cerere). Altri eventi invece vengono correlati a S. Giovanni, e sembrano trovare logica spiegazione con i riti cristiani del fuoco e dell'acqua che occorrono durante il giorno dedicato a S. Giovanni Battista. Anche S. Vito, che per i fedeli è il santo che scagiona dai terremoti, è frequente nella toponomastica di alcune forme depresse sub-circolari e quindi fa ipotizzare sprofondamenti connessi ad eventi sismici. Parimenti, in molte *sinkhole prone areas*, ricorre il toponimo S. Vittorino, che indica la presenza di acque solfuree: infatti Vittorino vescovo di Amiternum, morì appeso a testa in giù in un sinkhole colmato di acque solfuree nei pressi di Rieti.

2. METODOLOGIE DI RICERCA

Gli studi storici compiuti sono stati volti alla ricerca di: cartografia storica, analisi toponomastica del territorio, cronache e documenti antichi, rilevamenti di siti archeologici di interesse.

La cartografia storica rinvenuta è servita per poter comprovare la presenza o l'assenza di piccoli laghi e/o di morfologie depresse asciutte, al fine di risalire alla data probabile di formazione di un evento di sprofondamento.

Le analisi toponomastiche sul territorio nelle aree suscettibili ai fenomeni di sinkhole, e l'analisi di cartografia storica e recente si sono rese necessarie per l'individuazione di toponimi interessanti ai fini di fenomeni di sprofondamenti, presenza di sorgenti mineralizzare e di emanazioni di gas.

Le cronache di alcuni eventi sismici hanno permesso di ricondurre la formazione di alcune voragini o di piccoli laghi agli effetti di terremoti di elevata magnitudo; altre cronache si

sono rese importanti per confermare episodi di sprofondamento di datare o retrodatare alcuni eventi.

Infine in molte località nelle aree suscettibili a sprofondamenti, e nello specifico nelle immediate vicinanze di sinkholes attivi o ricolmati, sono stati effettuati studi riguardo antiche rovine di templi romani .

Di seguito vengono forniti alcuni esempi di aree analizzate.

3. LA PIANA DI S. VITTORINO (RIETI)

La piana di S. Vittorino (Cittaducale, Rieti), nota per le sorgenti di acque termo-minerali, prende il nome da Vittorino martire, vescovo di Amiterno vissuto nel III sec. d.C. appeso a testa in giù nel Lago delle terme di Cotilia ad acque sulfuree, morto dopo tre giorni (NISIO, 2008).

Il toponimo S. Vittorino, frequente in molti piccoli centri abitati dell'Italia centrale, sta da allora ad indicare la presenza di acque sulfuree.

La piana di S. Vittorino è caratterizzata da almeno 35 depressioni sub-circolari (BERSANI *et al.* 200; BERSANI & CASTELLANO, 2002; NISIO, 2008), originatisi con fenomeni di sprofondamento improvviso, alcune estinte, ricolmate artificialmente, altre ospitano attualmente piccoli laghi (*sinkhole ponds*).

Il primo sprofondamento di cui si ha la cronaca, avvenuto nel 1703 in seguito ad una scossa sismica con epicentro a L'Aquila, è quello che riguarda la Chiesa di S. Vittorino (edificata nell'anno 1613), che ha dato origine ad una voragine di circa 20 m di diametro e 2 m di profondità. Altri cedimenti avvennero successivamente, coinvolgendo le fondamenta della chiesa, e nel 1787 l'edificio era già sommerso da quattro palmi d'acqua ed alcune polle sorgive erano presenti alla sua base. Altri 5 sprofondamenti, di cui non si hanno informazioni certe, sono avvenuti nei secoli scorsi (tra il 1700 e il 1850).

I tre laghi originatisi, con ogni probabilità da episodi di sprofondamento, più conosciuti dell'area sono: il Lago di Paterno, Lago di Mezzo e Pozzo Burino, ubicati su di una stessa verticale (NISIO, 2008).

Il Lago di Paterno denominato anche Pozzo di Rutignano o Latignano, nonché lago delle terme di Cotila (Lacus Cotiliae), era già presente in epoca pre-romana ivi si svolgevano cerimonie religiose (al suo interno era presente una isola galleggiante su cui si compivano riti sacrificali, ALIOTTA, 19982; MARINELLI, 1995).

La sua origine è molto antica e su di esso sono narrate molte leggende.

DIONIGI DI ALICARNASSO (7 a. C.) già ne parla e riporta che un oracolo promise all'antica popolazione dei Pelagi, che abitavano le terre settentrionali della Grecia, che nei pressi del lago, con isoletta fluttuante, nella terra degli Aborigeni, avrebbero trovato pace e serenità: essi, dunque abbandonarono la loro patria e attraversarono l'Adriatico. Approdati in Italia giunsero fino al lago di Paterno, dove riconobbero l'isola descritta dall'oracolo.

Gli abitanti del luogo nel vederli armati si prepararono a difendersi, ma i Pelasgi mostrarono l'oracolo di Dodona che li aveva indirizzati lì ed implorarono amicizia ed ospitalità. Gli aborigeni decisero di obbedire al Dio Apollo e, pertanto, li accolsero benevolmente: offrirono loro campi da coltivare e si allearono a loro contro i Siculi, popolazione con la quale erano in guerra. Le parole dell'oracolo furono incise con antichi caratteri su di un tripode, un recipiente votivo a tre piedi, e conservate gelosamente nel tempio di Giove: *Pergite quaerentes Silicum Saturnia rura atque Aborigenum Cotylen; Ubi se inxula vectat Quois mixti, decimas Clario transmittit Phoebus. Affrettatevi a cercare i campi Saturni dei Siculi,*

e Cotilia degli Aborigeni; ove galleggia un'isola; uniti a questi, inviate le decime ad Apollo Clario.

Testimonianza della origine ellenica del territorio di Cittaducale è il nome "Cotilia" che fu dato a causa dei monti che la circondano con una forma quasi di anfiteatro.

Dell'isola fluttuante del Lago di Paterno, ne hanno parlato Autori latini, quali PLINIO, VARRONE, MACROBIO e SENECA.

Quest'ultimo riporta: "Ipse ad Cutilias natantem insulam vidi, et alia in Uedimonis lacu euhitur (lacus in Statoniensis est .Cutiliarum insula et harbores habet et herbas nutrit:tamenqua sustinetur et in hanc atque illam partem non uento tantum sed aura compellitur, nec umquam illi per diem ac noctem uno locostatio est: adeo monetur beneflactu"

TITO LIVIO (27 a. C.) ne accenna nel suo lavoro riguardo la storia di Roma quando descrive la strada percorsa da Annibale da Amiternum a Roma.

Per la sua ubicazione, quasi al centro della penisola italiana, il lago di Paterno con la sua isola galleggiante fece ritenere a VARRONE e PLINIO (77 a. C., 47- 45 a. C.), che esso fosse l'ombelico d'Italia. Si legge infatti in PLINIO: *"In agro Reatino, Cutiliae lacum in quo fluctuat insula Italiae umbilicum esse: M.Varro tradit"; Nel territorio reatino, il lago di Cotilia, sul quale galleggia un'isola è l'ombelico d'Italia: così M.Varrone tramanda.*

Sempre a proposito del lago di Paterno alcuni Autori (tra cui BIONDO, 1558) hanno ritenuto che ad esso volesse riferirsi Virgilio quando nel libro VII dell'Eneide, descrivendo l'Italia centrale ai tempi di Enea, parla di un lago chiamato Ampsanctus, situato ai piedi di alti monti e circondato da fitti boschi percorsi da un fragoroso torrente. Lì si aprivano una orrenda spelonca e un lago pestilenziale, attraverso l'Ancheronte infernale sbucava di sottoterra:

L'identificazione del lago nominato da Virgilio con il lago di Paterno, o comunque con le acque solfuree di Cotilia, non sembra però accettabile dalla maggior parte dei critici (ALIOTTA *et al.* 1982; CADDEU, 2009), perché se al detto lago corrisponde il fatto di trovarsi nel centro dell'Italia, non corrispondono ugualmente le altre caratteristiche. L'opinione più accreditata è quella che ritiene trattarsi del lago di Ansanto o Mofeta di Ansanto (Avelino).

L'area del Lago di Paterno era sacra alla dea Vacuna e sembra che fossero ivi presenti luoghi di culto dedicati alla dea.

A tal proposito PERSICETTI (1910) riporta: *Non volendo io neppure oppugnare l'ipotesi dello stesso Gori circa l'esistenza di un tempio di Vacuna nei pressi di Cerchiara nella valle del torrente Canera, perche ivi pure si rinvennero epigrafi votive a quella dea, cosa del resto non difficile essendo grande il culto dei Sabini,... per essa ne tampoco volendo indugiarmi a ribattere ciò che il Gori medesimo osserva contro la mia opinione rispetto al lago di Cotilia, perche il suo ragionamento mi sembra tanto debole da non richiedere una lunga confutazione, bastando osservare che il lago di Paterno è un lago vero e proprio, del diametro di 120 m., e quindi ben poteva essere il lacus Cutiliae, mentre le sorgenti solfo-rose della pianura presso i moderni bagni, prossimi alla cadente chiesa della madonna di S. Vittorino, sono piccoli stagni o laghetti, il più grande dei quali ha 50 m. di diametro, che non hanno ora, ne hanno avuto mai aspetto, grandezza ed importanza di vero lago, e quello di Paterno trovasi pure ad aquas Cutüias, perche di qua e di là di esso sono tuttora visibili avanzi di cospicue terme romane: lasciando adunque da banda tutto questo ed altro, a me preme soltanto richiamare l'attenzione degli studiosi sopra una recente scoperta*

1] che possono far pensare all'antico altare dedicato a Saturno e al Dis Pater. Molti Autori inoltre riportano le cerimonie votive che si svolgevano nel lago di Paterno con decapitazioni in onore di Giove (?) e di Saturno (PERSICHETTI 1893; PALMEGIONE, 1932). Le ricerche condotte su numerosi documenti fanno propendere per cerimonie e culti dedicati, più che a Giove, al Dis pater, Dio degli Inferi, la scelta del luogo di culto quale il lago di Paterno potrebbe essere dovuto al fatto che il lago si riteneva senza fondo (*l'Ombellico d'Italia*) e quindi fosse il condotto naturale verso il regno degli inferi. D'altronde episodi ritenuti divini legati a fenomeni parossistici e a movimenti endogeni (quali sprofondamenti, terremoti) evidentemente sono sempre accaduti in questo territorio con frequenti aperture di sinkhole ponds, e ne sono testimonianza altri luoghi di culto dedicati a Vacuna, a Saturno etc.

Di ulteriori episodi di sprofondamento avvenuti all'inizio del 1800 e della presenza di laghi prosciugati riporta ancora PERSICHETTI (1910): ... *"il lago più grande era quello famoso per l'isola che vi galleggiava, forse perché di natura curiosa? Molto probabilmente ; benché però, non molto lungi da esso, nella plaga levantina di Paterno, di presente si osservi un ampio bacino, lungo m, 170 e largo. 80. ora tutto interrato, che una vaga quanto tenace tradizione sostiene fosse stato pure lago, onde quella località dicesi Pozzo secco. E tale lago, per la sua ampiezza, ben poteva anche contenere un'ampia isoletta natante. Ed un certo Geronimo Lauteri di Paterno mi narrò, avendolo udito da un suo avo, che circa 80 anni fa, a Pozzo secco, a destra dello sbocco del fosso che scende dalla contrada Vignali, si verificò tale uno sprofondamento del suolo che inghiottì un alto noce"*.

Il Lago di Mezzo, ubicato a sud del lago di Paterno, sembra infatti avere un'origine più recente rispetto ai laghi adiacenti : la data della sua formazione non è certa ma potrebbe essere compresa tra il 1802 e il 1815. Infatti nel documento più antico da noi consultato (una carta della carta della Sabina del 1802) viene riportato il Lago di Paterno ed altri quattro piccoli laghi presenti nella piana senza denominazione specifica, anche se nessuna delle loro ubicazioni sembra corrispondere a quella occupata dal Lago di Mezzo, resta tuttavia il dubbio che uno di essi possa in effetti rappresentare il lago in questione. Di contro la sua presenza non viene segnalata nè in un atlante del 1808, né esso compare in un disegno del sec.XIX (fig. 1) in cui viene rappresentata una parte della provincia di Rieti lungo il Corso del F. Velino; solo in una mappa del 1815 viene collocato nella sua posizione attuale (BERSANI & CASTELLANO, 2002; BERSANI, 2004; NISIO, 2008; CENTAMORE *et al.* 2009).

4. IL BACINO DELLE ACQUE ALBULE (ROMA)

L'area delle Acque Albule, ubicata tra Guidonia e Tivoli nella provincia di Roma, è un'area termo-minerale in cui si concentrano una gran quantità di sorgenti con portate di oltre due metri cubi al secondo. In tale area sono da tempo noti i fenomeni di sprofondamento tipo *cave-collapse sinkhole* o *cover collapse sinkhole* dovuti alla presenza di travertini affioranti o sub-affioranti (NISIO, 2008).

Le Acque del complesso termale sono alimentate dai due Laghi ubicati a nord di Bagni di Tivoli: il Lago della Regina (noto in antichità come Lago delle Isole natanti) e il Lago delle Colonnelle; nell'area sono inoltre presenti il lago di S. Giovanni (di età più recente) e alcuni laghi ricolmati tra cui quello dei Tartari.

Le acque Albule furono sfruttate sin dai tempi dell'antica Roma con la costruzione di uno stabilimento che fu sviluppato soprattutto nel 1900.



Fig. 2 - Carta della Sabina di Diego de Revillas (1739)

Misson (1691) riporta che un antico nome del Lago della Regina era *delle 16 barchette*, per la presenza di 16 isole natanti, di cui la maggiore misurava 15 passi. Il lago della Regina è stato oggetto in passato di curiosità da parte di studiosi; nel lago, infatti, furono condotte, già nel 1691, indagini subacquee in cui un sub perse la vita. I subacquei non riuscirono a toccare il fondo del lago a causa della temperatura elevata, che sembra aumentasse in profondità, e della presenza di gas e terreni liquefatti. Da Misson (1691) è stato tratto e tradotto il seguente testo: *A tre miglia da Tivoli tornando siamo passati per il piccolo lago dei Bagni o solfatara; la gente lo chiama anche*

delle 16 barchette a causa delle sedici isole galleggianti che sono su questo lago. Non è più di un piccolo stagno, più o meno rotondo e largo 200 passi.

L'acqua è estremamente trasparente e di un colore che sembra di un blu intenso. Ne esce un grandissimo rigagnolo che vira rapidamente e che si getta lì vicino nell'Aniene. Il lago ed il ruscello esalano un odore di zolfo che colpisce fortemente e che si avverte da molto lontano. L'ultimo Cardinale d'Este avendo provato invano a sondare la profondità di questo lago, ci ha fatto entrare due tuffatori uno dei quali non è stato mai più visto. L'altro dichiara che aveva trovato l'acqua talmente calda, per quanto fosse fredda in superficie, che non gli era stato possibile scendere più in basso. La terra è secca e scavata al di sotto, tutto intorno ai bordi del lago si può saggiare la concavità dal rumore sordo che fanno i cavalli andando al galoppo. Verosimilmente quello che si vede di questo lago non è che la piccola apertura di un vasto abisso che si allarga e che si stende parecchio lontano al di sotto a destra e a sinistra; e si può supporre, riguardo al primo tuffatore che o si è spinto troppo avanti ed è stato sorpreso dal calore dell'acqua; o che essendosi allontanato in qualche golfo sotterraneo ha finito per sbattere la testa contro la volta invece di ritrovarsi nel punto suddetto, l'apertura che crea questo lago. Sia come sia, riguardo alla prima supposizione bisogna necessariamente credere che il corpo sia stato portato in qualche deviazione perché non è mai più tornato a galla.

Sul bordo di questo lago si vedono delle antiche casupole che gli Antiquari chiamano Terme di Agrippa. La più grande delle isole galleggianti è un ovale perfetto la cui lunghezza è circa 15 piedi. Stanno sempre tutte insieme sul lato ove le spinge il vento per quanto poco le sfiori le fa indietreggiare come vuole. Due persone della nostra compagnia si sono messe su una delle più piccole e l'hanno fatta allontanare dal bordo spingendo la terra solamente con la punta della spada.

NIBBY (1819), riporta che ai tempi di Svetonio erano presenti altri laghi ma all'inizio dell'ottocento i laghi-sorgente ancora attivi erano solo tre (erano tre già nel 1739; fig. 2):"La lunghezza del canale è di circa due miglia, esso procede dal lago maggiore detto delle Isole natanti, e là dove sbocca l'Aniene, si formano piccole concrezioni, che somigliano ai confetti, sogliono appellarsi confetti di Tivoli.

Si è notato che Strabone indica che queste acque venivano da molte sorgenti: forse a' suoi tempi molti laghetti si saranno veduti; oggi però per le petrificazioni successive e per i crolli avvenuti, solo tre sono i laghi, uno maggiore ed è quello sovraindicato, gli altri due minori chiamansi di S. Giovanni, e delle Colonnelle. E circa il restringimento continuo di questi laghi, basti riflettere che il più grande, che a' tempi di Kircher avea circa un miglio di circonferenza, oggi appena ne conta un terzo. Il nome del lago delle Isole Natanti, che esso porta deriva dai grumi delle piante acquatiche, canne, ec., che si vanno formando sulla superficie, e poi a poco a poco prendono una certa consistenza, che fa loro assumere l'aspetto d'isole, che spinte dal vento, vanno qua e là galleggiando, finchè non si uniscono alla sponda e diminuiscono così la circonferenza del lago. La profondità assegnata a questo lago è di 170 palmi, quella del lago delle Colonnelle 230, e quella del lago di S. Giovanni 100.

Inoltre lo stesso Autore (NIBBY, 1819) descrive la presenza nell'area di antichi culti ed oracoli (ANNUNZIATELLIS et al. in questo volume): "Presso questi laghi alcuni sulla scorta del passo di un ignorante grammatico de' tempi bassi, inserito insieme con molti altri negli scoli attribuiti a Servio Aeneid. lib.VII.v.82 e seg. Collocano la sede dell'oracolo di fauno consultato da latino, secondo Virgilio. Vedrassi a suo luogo nell'articolo "solfatarà" che era

*circa il XIV.m. sulla via ardeatina fra Alba e Laurento. Se però si allontana la sede di quel primo oracolo da queste acque, non può affatto mettersi in dubbio la esistenza di fabbricati magnifici presso di esse ad uso dei bagni, i quali se non vogliono attribuirsi ad Agrippa, secondo la tradizione comune, certamente appartengono a' suoi tempi, e che fossero molto riccamente ornati ne sono prova le belle colonne di verde antico ivi rinvenute nel secolo XVI. a' tempi di Paolo III e Giulio III, e nel secolo passato. Due iscrizioni scoperte in queste vicinanze indicano la esistenza di un tempio di Cibele: come pure parecchie altre il culto che dagli antichi presta vasi a queste medesime acque, sotto la invocazione di *albulis* e di *albulis sanctissimis*.*

Il rudere di sepolcro che si vede a sinistra appena passato il ponticello sopra il canale di queste acque, andando a Tivoli, è opera de' templi imperiali, ma non conserva, che il nucleo. La colonna milliarica ricordata di sopra, col nome di Marco Plauzio Lucano censore diè origine alla falsa opinione, che questo fosse il suo sepolcro.

Ancora NIBBY (1819) riporta la presenza di un antico tempio romano dedicato a Cibele, Magna Mater, che viene spesso confusa nelle rappresentazioni con Giunone Regina, da cui deriva il nome Lago della Regina. La presenza di un eventuale culto di Cibele, annoverata anche tra le divinità ctonie, sarebbe da collegare alla comparsa di sorgenti.

Il lago S. Giovanni, la cui origine secondo alcuni Autori sarebbe molto recente, era invece presente già nel 1739 (Cartografia Diego De Revilla) e descritto nel 1819 (NIBBY) e nel 1860. PALMIERI (1860) riporta la seguente descrizione: *"Circa mezzo miglio da tramontana del Lago delle acque Albule si trova un laghetto chiamato di S. Giovanni, ed un tempo del Zappi di Bresciano o di Nerone. E' profondo nel centro 22 metri, l'acqua contiene meno zolfo e più abbondanza di acido carbonico per cui bevendola sembra acetosa, e non è tanto biancastra come le albume. Il lago non ha lo scolo apparente ma sembra lo abbia sotterraneo; giacché in non molta distanza sorge da un laghetto abbondante capo d'acqua detta acetosa da suo gusto acidulo, la quale mediante un canale o forma viene scorrendo da maestro a mezzodi parallela al canale delle albume, e poco prima della strada romana si perde in una fossa sotterra e va in parte a risorgere nella contrada il Barco.*" Per quanto riguarda il lago dei Tartari (UGGERI, 1806; BULGARINI, 1832): *Questo lago trae il nome da una deposizione calcarea, tartarosa, che le sue acque lasciavano specialmente sopra i vegetabili, i quali col tempo sono divenuti pietra. Quindi vi si veggono canne ed arbusti, che essendo stati disciolti, hanno conservato in pietra le loro forme primitive, e dentro havi un vuoto, dove prima esisteva la sostanza vegetale, che li rende come altrettanti tubi. Laonde si vede quante bizzarre incrostazioni deve avere formato, e quanto dal lasciare queste sue deposizioni l'acqua deve avere ristretto l'alveo originale del lago; anzi essa si è ostrutta perfino le vie, per le quali veniva a formarlo. Oggi esso non si forma che delle acque pluviali, e perciò nell'estate è pienamente asciutto.*

5. L'AREA DI ARTENA (ROMA)

Le ricerche storiche, nell'area di Artena, hanno interessato in particolare un *sinkhole* noto con il toponimo *Puzzariga*, di cui la letteratura riporta poche notizie riguardo la formazione. Le ricerche condotte consentono di affermare che la data di formazione è molto più antica di quanto si pensasse, precedente al 500 d. C.. Infatti in una lapide murata sul pilastro sinistro della chiesa di S.S. Giovanni e Paolo che cita un *Fundus Stagni* VI sec. d.C., è così scritto: *"Almeno che non si debba intendere l'altra località chiamata un tempo lago d'inverno e oggi Pozzaniga"*. FABRETTI, citato da SERANGELI ad inizio secolo 1900 (Fonte inedita)



Fig. 3- Stralcio della cartografia IGM del 1884 dove sono rappresentate le due voragini della Puzzariga e di Ara dello schiavo.

conservata nel convento di Artena I, 19] a proposito dell'acqua della Puzzariga di Artena scrive: *sebbene ai miei tempi mai si è veduto l'acqua, non di meno per tradizione dei vecchi mi è stato riferito esservi stata*". Inoltre a proposito della Puzzariga scrive: *Conosciamo da un'antica iscrizione il nome di due fondi ecclesiastici esistenti nel nostro territorio fin dal secolo VI, erano il Fundus Stagni [località Pozzanica] e il Fudus Casaluci...*[CADERI, 1973]

La consultazione delle cartografie storiche ha interessato anche altri sprofondamenti presenti nelle vicinanze della Puzzariga. In particolare risulta che l'origine della depressione di Fontana dello schiavo, oggi ricolmata, sia antecedente al 1884 in quanto già presente nella cartografia IGM dell'epoca (fig. 3).

Nell'abitato di Artena inoltre sorgeva un antico tempio romano, attribuito ad una ancora ignota divinità ctonia, su cui è stata edificata successivamente la chiesa di S. Maria (nota come S. Maria delle Letizie), in anno imprecisato ma anteriore al 1100, anno in cui viene menzionata per la prima volta. La chiesa, che sorge in un luogo strategico che domina l'intera vallata, è tutt'ora oggetto di studi archeologici.

6. L'AREA DI GALLICANO NEL LAZIO (ROMA)

Tra gli abitati di Passerano-Gallicano sono presenti due depressioni chiuse, denominate "Sprofondo grande" e "Sprofondo piccolo", ubicate lungo la via Maremmana inferiore.

L'età di queste due depressioni, secondo la nota storica dell'ALMAGIA (1906) è antecedente al 1824, in quanto già presenti nelle cartografie di tale epoca.

Si riporta di seguito la descrizione dettagliata delle due “Fosse di Caipoli” da ALMAGIA (1906):...*“la più grande di forma ovata presenta un diametro maggiore di circa 130 m, le pareti quasi a picco in più punti mostrano allo scoperto il tufo; il fondo sempre asciutto è coltivato a grano.....la seconda, distante circa 300 m dalla prima, ha forma tondeggiante, con diametro medio di circa 65 metri circa, è più profonda(15-16m) ed ha pareti più ripide.”*

Lo stesso Autore fa riferimento alla presenza di una terza cavità formatasi, in seguito ad uno sprofondamento improvviso la notte del 10 agosto 1824, presso il fontanile di Passerano, in località “*la Bagnatora*”.

Le ricerche storiche hanno portato ad individuare la cronaca dello sprofondamento tratta da un giornale del tempo: si trattava di una cavità di forma sub-circolare, del diametro di circa 40 m con pareti molto inclinate, profonda non più di 5 m con poca acqua stagnante sul fondo.

7. L'AREA DI CAPENA (ROMA)

I fenomeni di sprofondamento con creazione di piccoli laghi sono noti anche nell'area di Capena a partire con la metà dell'1800: la formazione del lago Puzzo (1856) ne è un esempio (PONZI, 1856,1860; BRUNIALTI, 1895; MELI, 1896; FOLTGHERAITER, 1896; SEGRE, 1948; DE RISO & NICOTERA, 1969).

In realtà testi più antichi descrivono la presenza di piccoli laghi nel territorio già cento anni prima. GALLETTI (1756) nella descrizione del territorio di Capena cita il lago di Civitucola: *“E per affegnarne i confini anche più da presso, dirò, che dalla parte di oriente scorre alle radici appunto di questo colle il fosso chiamato di S. Martino, il quale nasce a piè del Soratte e scorrendo tra Leprignano e Fiano quando è poco più giù cangia nome e dicesi di Gramoccia, fino a che vicino a Scorano imbocca nel Tevere. Da quella poi di occidente, immediatamente alle radici dello stesso colle vi è il picciol Lago della circonferenza di un terzo di iugie che si chiama il lago di Civitucola. Marco Antonio de Rossi in una sua operetta ms dice che era una volta chiamato Lago di Ferone ma non ne adduce monumenti. E' stata ed è tuttavia, in questi contadini, opinione la quale io appresso mostrerò non sussistere che fosse situato ivi vicino al tempio detto di feronine, equindi sarà avvenuto, che avranno col nome pure di Ferocia corrotto in Ferone denominato il detto Lago.”*

Le ricerche storiche condotte hanno inoltre evidenziato che il territorio di Capena era noto al tempo degli etruschi come “*terra dei prodigi*” (CONTI, 1933) probabilmente proprio a causa di strani fenomeni connessi ad emissioni gassose, sorgenti termo-minerali, sprofondamenti con creazione di laghi.

In epoca Romana TITO LIVIO (27 A. C.) e Giulio Obsequente descrivono strani fenomeni naturali nell'area, come emissione e lanci di pietre dal terreno, che sembrerebbero simili a quelli descritti nelle cronache di formazione del Lago Puzzo. Nell'area infatti sorgeva un tempio dedicato a Feronia (che secondo la mitologia romana, era una dea della fertilità) si pensa proprio nei pressi di un lago. Inoltre, il santuario principale della dea si trovava proprio presso l'abitato Capena. E' stato possibile, inoltre, risalire a tutti gli episodi di riattivazione avvenuti nel lago Puzzo a partire dal 1930, che hanno portato all'aumento di diametro e di profondità del piccolo lago. In una delle cronache trovate vengono descritte colonne d'acqua e fiamme che caratterizzarono uno di questi episodi, ciò confermerebbe l'ipotesi di una genesi legata ad acque mineralizzate in pressione.

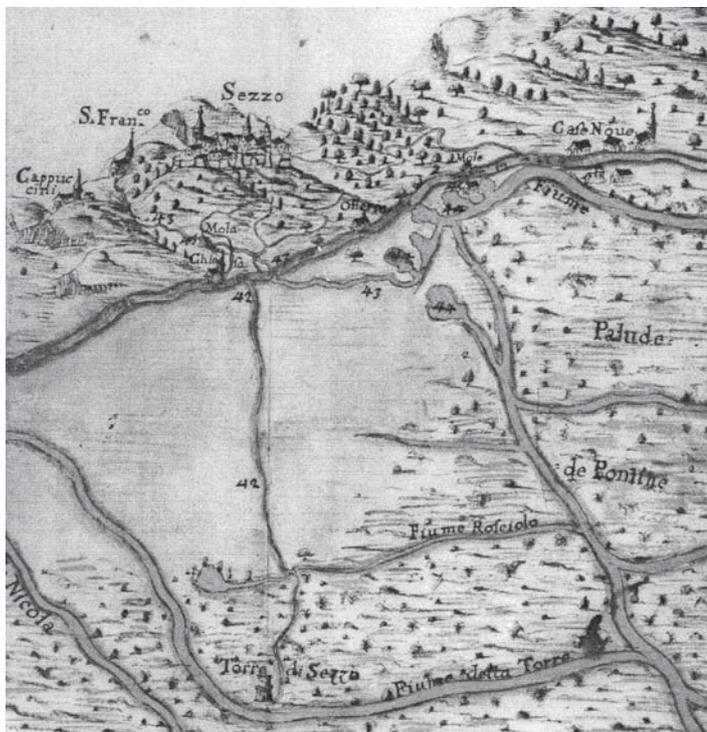


Fig. 4 - Catasto Alessandrino. Francesco Contini 1659: Dalla rappresentazione è possibile che fossero Già presenti oltre al Gruppo del Vescovo anche il Lago di Mazzocchio, forse di S. Carlo, nonché il Lago di Manello ed un altro laghetto poco a nord della Torre di Sezzo

In definitiva le ricerche storiche permettono di retrodatare gli episodi di sprofondamento conosciuti ed avvenuti in quest'area; gli stessi si sarebbero ripetuti ad intervalli da oltre 2000 anni.

Inoltre la genesi del Lago Puzzo, narrata dalle cronache d'epoca, potrebbe far ipotizzare un meccanismo genetico con processi di risalita dal basso, la cui causa principale sarebbe rappresentata dalle acque in pressione.

8. LA PIANURA PONTINA (LATINA)

La Pianura Pontina è stata interessata negli ultimi anni da fenomeni di sinkhole in una fascia più o meno ampia, posta tra il margine occidentale della dorsale lepina e la statale Appia (NISO, 2008). Tuttavia tali fenomeni rappresentano un rischio potenziale per tutto il territorio dell'agro pontino e le ricerche storiche confermano che questi fenomeni in passato erano molto più frequenti.

Le ultime ricerche hanno riguardato in particolare due aree: l'area di Sermoneta e l'area di Sezze- Priverno.

Nell'area di Sermoneta sono noti i fenomeni conosciuti con il nome di "sprofondi" (PRONY, 1818; CASTANI, 1909) le ultime ricerche consentono di retrodatare almeno uno o due eventi di sprofondamento o di ipotizzare altri fenomeni oggi ricolmati. E' stato rinvenuto

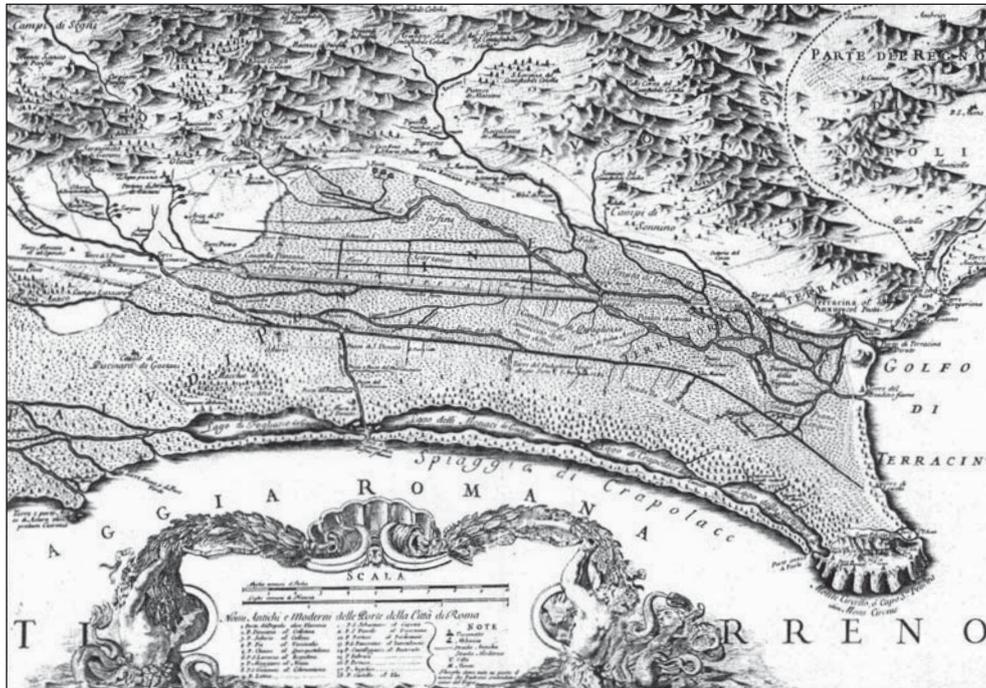
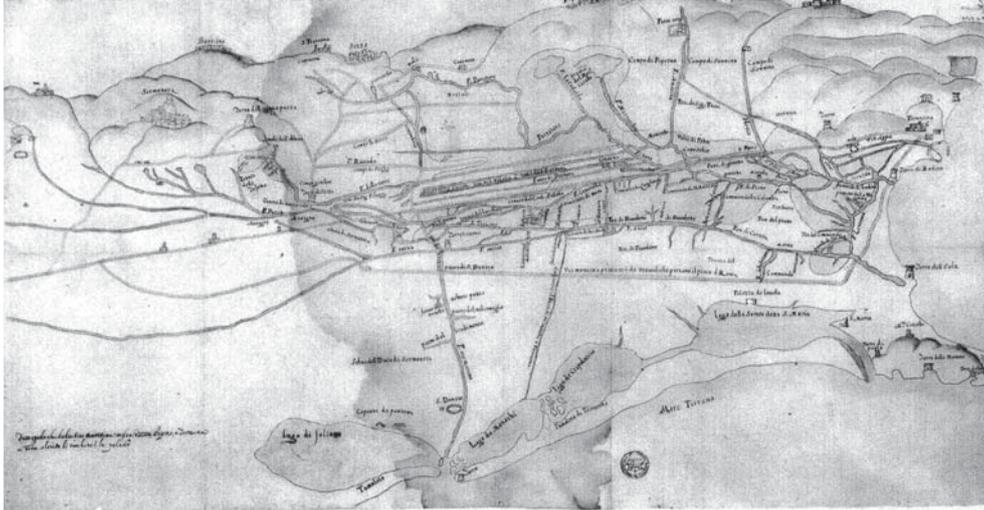


Fig. 5 - Tavola di Filippo Amati 1693. Foglio IV. Rappresentazione del Gruppo del Vescovo: in questa carta non viene riportato il lago S. Carlo

un brano scritto da PANTANELLI che visse tra il 1710 e il 1787 che dovrebbe essere stato scritto intorno all'anno 1749: "Nel fine delle Cese verso la via Papale s'ammira dentro una vigna una grandissima fossa rotonda detta da paesani "obico" e forma un fondo come una piazza, ma che cosa sia stata e a qual uso non so immaginarmi, se pure non è effetto dell'abbassamento di terreno per qualche terremoto di quantità d'acque che vi passano sotto, ma considerandola così rotonda, non pare verosimile. Tale brano dimostra che un obico era presente già nel 1749. Lo stesso Autore riporta un editto del 1666 in cui menziona, ai punti Secondo e Quarto, un laghetto Tondo. Inoltre un atlante del 1802 riporta la presenza di due sprofondi, ciò consente di stabilire un intervallo di tempo abbastanza preciso per la formazione degli sprofondi.

Nei pressi di Sermoneta sorgeva inoltre un tempio dedicato ad una divinità ctonia, identificata da alcuni Autori, come Cibele su cui attualmente è stata edificata la chiesa di S. Maria Vergine Assunta in cielo (FERRARI, 1994; SIMEONI, 2005).

Le ricerche storiche hanno rilevato che alcuni laghi dell'area di Priverno erano presenti anche in passato, da circa 400 anni. I laghi del vescovo e il Lago Mazzocchio, ad esempio, sono presenti già nelle tavole del sec. XVII. Su alcune rappresentazioni e carte topografiche del 1777, precedenti alla bonifica pontina, è rappresentato un lago oggi inesistente il Lago Manello (NISIO, 2008). Tale lago compare in mappe successive del 1788, 1800, ma non in quelle del 1600 (figg. 4, 5, 6). Il lago non viene più rappresentato già dagli inizi del secolo 1900 (1907); in seguito alle bonifiche dell'area le acque del lago dovrebbero



1701. ANONIMO. Disegno dell'intera zona Pontina

Fig. 6 - Disegno di un anonimo del 1701.

essere state convogliate nel canale Uffente. Le tavole precedenti alla bonifica papale del 1777 riportano nei dintorni del Circeo altre due cavità. Alcuni dubbi possono essere formulati sulla presenza nel 1600 del Lago S. Carlo. Le ricerche inoltre consentono di ipotizzare la possibile presenza di un lago oggi inesistente e di difficile ubicazione presso Torre di Sezze.

9. L'AREA DI PIEVE FOSCIANA (LUCCA)

Nell'area di Pieve Fosciana, in Garfagnana, provincia di Lucca, è presente un lago originatosi per sprofondamento: il *lago Pra di Lama*.

Le ricerche storiche condotte hanno permesso di retrodatare gli episodi di sprofondamento a prima dell'anno mille in cui viene descritto nella stessa area un lago.

Di seguito viene riportata la cronaca dell'episodio di sprofondamento e di altri episodi parossistici che hanno portato alla formazione, migrazione e scomparsa di sorgenti nell'area.

REPETTI 1841" scrive: *...qui noteremo solo di passaggio che i crateri e il laghetto che abbiamo visto anche ai di nostri, esisteva ben più vasto prima del mille. Di fatti nell'istrumento di eufitensi del 991, di sopra rammentato, si tratta di otto poderi nel luogo di Fosciana sopra il Lago.*" PAOLUCCI (1720) scrive: *"Non molto lungi dal bagno altrove descritto miravensi anticamente un lago così fecondo di anguille, e d'altri pesci che per ordine pubblico non si potevano vendere più di tre quattrini la libra.*

RAFFAELLI (1879) descrive diffusamente la formazione del lago Pra di Lama e delle sorgenti annesse: *Alla distanza di circa un chilometro dalla parte orientale di Pieve Fosciana, presso la strada che conduce al Villico scaturiva da remotissimi tempi una copiosa sorgente di acque termali, la cui efficacia per molte malattie cutanee ed interne era assai conosciuta prima del sec. XVII...*

Nel 1826 fu costruita una piccola cosuccia in prossimità dell'antica sorgente, la quale bastò a richiamare considerevole affluenza di bagnanti. Ma i movimenti verificatosi nei circosvicini terreni, in breve tempo fecero precipitare e sparire la stessa piccola fabbrica, e cambiare il luogo della polla convertendo in esteso lago un bellissimo prato che vi era adiacente.

Il 15 agosto 1828 circa le ore 11 antimeridiane udivensi nei pressi di Prati Lama un forte scoppio, seguito da un cupo rombo, ed in pari tempo udivesi alla base della collina sollevarsi gran quantità di acqua molto al di sopra della superficie del terreno, quasi sotto forte pressione, ed improvvisamente apparire un lago del diametro di 44 metri e della profondità di metri 11 circa nel centro. Galleggiarono sulla superficie del lago pezzi di lignite, un tronco di castagno, tre di abete, uno dei quali della lunghezza di metri 3.60, ed altro foggiate a cono, su cui erano evidente le tracce di strumento tagliente sebbene non esiste memoria che in quelle località abbiano vegetato gli abeti.

L'acqua del lago era dolce, e dell'antica sorgente termale che da 219 anni secondo gli storici, non aveva cambiata posizione, non rimase che un tenue filo; mentre prima di tale scoppio dava libbre 233 al minuto primo: La sua temperatura poi da 35° Reaumur discese a soli 25°. Di qui la comparsa di fiere malattie in tutti i dintorni...Sul finire del 1842 l'infuato lago era quasi totalmente scomparso.

Le ricerche storiche anche per l'area di Pieve Fosciana pertanto portano a concludere che i fenomeni di sprofondamento erano già noti più di mille anni fa e che l'area ha subito varie riattivazioni dei fenomeni con migrazione e scomparsa di sorgenti.

10. I LAGHI DI S. ANTONIO, POGGIBONSI (SIENA)

Nel senese sono presenti due laghi noti come laghi di S. Antonio di cui almeno uno si è formato in epoca storica con un episodio di sprofondamento noto in alcune leggende. La data dell'evento non è ancora nota ma si ipotizzava un'età medioevale; e ricerche storiche consentono di retrodatare l'episodio.

REPETTI (1841) afferma che i laghi erano presenti prima del 1000; si riporta di seguito un breve brano: *In qual condizione si trovasse nei secoli intorno al mille questa palustre contrada lo accennò un breve del 23 aprile 1038 dato nella Badia dell'Isola da Gunfredo Vescovo di Volterra col quale confermò all'abate e monaci di quel monastero le decime del vicino Padule Aroge a ciò una deliberazione presa nel 1245 da Lucherino Abbate dell'Isola di fare approfondire la fossa emissaria del Padule di Canneto, perché le sue Acque più facilmente scolassero nel Fiume Staggia.*

E di seguito...*Rammentò i due laghetti dell'Badia a Isola Giorgio Merula nella sua Cosmografia (Parte seconda libro IV) come dotati essi di qualità prodigiose allorché scriveva che: in toscana presso il Vico dell'Badia tra i confini del territorio fiorentino e quelli di Siena esistono due laghi distanti uno dall'altro un tiro dell'arco dei quali uno ha le acque ricchissime, né al dire degli abitanti vi si trova fondo, l'altro un poco più piccolo contiene un'acqua nera come la pece priva affatto di pesci, e vi getta dentro un legno, questo vada tosto al fondo né più apparisce.*

11. CONCLUSIONI

Gli studi storici compiuti hanno permesso di effettuare alcune analisi di cartografia storica, analisi toponomastiche di alcune località suscettibili ai sinkholes, analisi e letture di cronache e manoscritti inediti, individuazione di siti archeologici di interesse.

La cartografia storica rinvenuta è servita per poter comprovare la presenza o l'assenza di piccoli laghi e/o di morfologie depresse asciutte, al fine di risalire alla data probabile di formazione di un evento di sprofondamento.

In alcune aree è stato possibile individuare alcuni piccoli laghi di forma sub-circolare oggi ricolmati, in altri casi è stato possibile precisare l'intervallo temporale di genesi di alcuni laghi.

Le indagini sul territorio nelle aree suscettibili ai fenomeni di sinkhole e l'analisi di cartografia storica e recente hanno mostrato la presenza ricorrente di alcuni toponimi.

Tra questi frequente è il toponimo "Paterno" che sembra riferibile ad un culto pagano di epoca romana: il culto del Dis Pater, Dio degli inferi. La presenza ricorrente di tale toponimo fa pensare alla formazione di voragini che potessero costituire un condotto per arrivare al regno degli inferi. Non è da sottovalutare l'antica leggenda che narra della formazione di una voragine da cui il Dis Pater (Plutone) salì sulla terra per rapire Proserpina. Altro toponimo ricorrente è S. Vittorino riferibile alla presenza di acque sulfuree, elemento caratterizzate le aree suscettibili ai sinkholes.

Le cronache di alcuni eventi sismici hanno permesso di ricondurre la formazione di voragini o di piccoli laghi agli effetti al suolo di terremoti di elevata magnitudo; altri documenti storici hanno permesso di confermare episodi di sprofondamento di datare o retrodatare alcuni eventi.

Infine in molte località, nelle aree suscettibili a sprofondamenti, e nello specifico nelle immediate vicinanze di sinkholes attivi o ricolmati, sono state rinvenute (dagli studi bibliografici e dai sopralluoghi effettuati sul terreno) antiche rovine di templi romani dedicati a divinità di difficile attribuzione o dedicati a *divinità ctonie*.

I principali culti ctoni nelle aree suscettibili a sinkhole sembrano riferirsi a Demetra (o Cerere), a Cibele o Giunone, a Feronia e Persefone.

Alla prima divinità potrebbero essere collegate le leggende che vedono S. Anna (santa protettrice dei trebbiatori) protagonista dell'origine degli sprofondamenti.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il dr. Attilio Castellucci per la traduzione di alcuni brani dal francese.

BIBLIOGRAFIA

- ALIOTTA A., CHIARELLI B., PANZANARO M., MUTI P. (1982) - *Il Lago di Paterno*. Comune Castel S. Angelo.
- ALMAGIA R. (1904) - *Ulteriori notizie sugli sprofondi della Pianura Pontina* Mondo Sotterraneo 52-56.
- ALMAGIA R. (1906) - *Cavità di sprofondamento nei tufi presso Galliciano (Lazio)*. Mondo sotterraneo, A. 2., N. 5-6 (mar.-giu. 1906), P. 94-99.
- BERSANI P., BIAGI P. F., FERRANTI C. & PIOTTI A. (2000) - *Gli sprofondamenti della Piana di S. Vittorino (Rieti)*. L'Aquila, 1/2000, 39-48.
- BERSANI P. & CASTELLANO F. (2002) - *I sinkhole della Piana di S. Vittorino (Rieti) e il rischio idraulico connesso*. In: *Le voragini catastrofiche, un nuovo problema per la Toscana*. Atti del Convegno 31 marzo 2000 (GR). Regione Toscana, 47-61.
- BIONDO F. (1558) - *Roma Ristaurata et Italia Illustrata di Biondo da Forli. Tradotta in buona lingua volgare per Lucio Fauno*. In *Vinegia appresso a Domenico Giglio*
- BRUNIALTI A. (1895) - *Il nuovo Lago di Leprignano*. L'Illustrazione italiana, 22: 339-340.

- BULGARINI F. (1848) - *Notizie antiquarie, statistiche, ed agronomiche intorno all'antichissima città di Tivoli e il suo territorio*. Roma.
- CADDERI A. (1973) - *Artena (già Montefortino): dalle origini alla fine del secolo XIX*: Centro Studi Francescani del Lazio Roma, 305 pp.
- CADDEU L. (2009) - *Umbilicus Italiae*. Herald editore.
- CARAMANNA G., NISIO S. & VITA L. (2004) - *Fenomeni di annegamento dei sinkholes: casi di studio su alcuni laghetti di origine incerta*. Atti Conv. "Stato dell'arte sullo studio dei fenomeni di sinkholes e ruolo delle amministrazioni statali e locali nel governo del territorio Roma 20-21 maggio 2004", 229-248.
- CASTANI L. (1909) - *Notizie storiche della storia di Sermoneta*, raccolte da Pantanelli, edite da Leone Castani 1909, Forzani & Campani tipografi del Senato.
- CONTI V. (1933) - *Il lago prodigioso*. Capena Doviziosa, XI, 25-31.
- CREMA C. (1924) - *Sprofondamenti carsici del Gennaio 1915 nella Valle del Velino*. In: *Tra i monti del Lazio e dell'Abruzzo*, 1, 3-14.
- DE RISO R. & NICOTERA P. (1969) - *I fenomeni di subsidenza del Fosso S. Martino, Capena-Roma, in relazione alla Ferrovia Settebagni-Orte*. Mem. Soc. Nat. Napoli. 1, 165-180
- DE ROSSI M. S. (1876) - *Meteorologia endogena* Fratelli Dumolard Milano Vol. 1. pg 220-225.
- DEL ZANNA (1901) - *I laghi di S. Antonio in provincia di Siena*. Boll. Soc. Geol. It., VIII., 281-288.
- DIONIGI DI ALICARNASSO (7 a. C.) - *Ρωμαϊκή Αρχαιολογία Rhomaikè archaiologia, Antichità romane*, 4,49.
- FERRARI A. (1994) - *Dizionario di Mitologia Classica*. TEA, 1994, ISBN 88-7819-539-1
- FOLGHERAITER G. (1896) - *Sopra il nuovo Lago di Leprignano*. Frammenti concernenti la geofisica dei pressi di Roma, 3, 1-17, Roma.
- GALLETTI P. (1756) - *Capena Municipio de Romani Discorso di Pierluigi Galletti Cassinese intorno al sito de medesimo con varie notizie del Castello dirupo di Civitucola posto nelle vicinanze del patrimonio*. Per Ottavio Puccinelli, Roma 130 pp.
- GORI F. (1898) - *Comento alle antiche iscrizioni reatine*. In Michaeli *Memorie storiche di Rieti e de paesi circostanti dall'origine all'anno 1898*, 1898, Rieti, vol. 1, 99.
- KIRCHER A. (1671) - *Latium. Id est nova et parallela Latii tum veteris tum novi descriptio*. Amstelodami, Villa Adriana pp. 145-154
- MACROBIO A. T. (430 d. C.) - *Saturnalia. Lib.I eVII*
- MARINELLI R. (1995) - *Le terre contese*. Comune di Borgovelino (RI) Gruppo Tipografico Editoriale L'Aquila.
- MELI R. (1896) - *Breve relazione delle escursioni geologiche eseguite all'isola del Giglio e al Lago nuovo di Leprignano*. Ann. Scuola Applicaz Ingegneri, 12-16. Roma.
- MISSON F. M. (1691) . *Nouveau Voyage d'Italie, avec un Memoire Contenant des avis utiles à ceux qui voudront faire le mesme voyage*. Mezeray, den Hague, 1717.
- NISIO S. (2008) - *I fenomeni naturali di sinkhole nelle aree di pianura italiane*. Mem. Descr. della Carta Geol. d'It. Vol. LXXXV; 475pp.
- NIBBY A. (1819) - *Viaggio antiquario ne' contorni di Roma*. Vol. 1, 47. Ed. Forni.
- ODDONE E. (1915) - *Gli elementi fisici del grande terremoto marsicano-fucense del 13 gennaio 1915*. Boll. Soc. Geol. It., 19, 71-217.
- PALMEGIONE F. (1932) - *Rieti e la Regione Sabina*. Edizione della Rivista latina Gas-

- PALMIERI F. (1851) - *Cronaca della città di Tivoli dal giugno del 1846 al giugno del 1850*. Roma, Paterno Ed., 128 pp.
- PANTANELLI P. (1909) - *Notizie storiche e sacre e profane appartenenti alla terra di Sormoneta in distretto di Roma, arricchite di molte memorie dell'antico Lazio e della regione de' Volsci, entro le quali essa è compresa, raccolte da Pietro Pantanelli e dal medesimo divise in cinque libri*. Roma, Forzani & cimp. Ed. 366 pp.
- PAOLUCCI P. (1720) - *La Garfagnana illustra e dedicata all'altezza serenissima di Rinaldo Primo D'Este Duca di Modena, Reggio, Mirandola*. Bartolomeo Saliani Stampatore Ducale. Modena
- PERSICHETTI N. (1910) - *La Via Salaria nei circondarii di Roma e Rieti*. Tip. della R. Accademia dei Lincei, Roma, 1910.157 pp.
- PERSICHETTI N (1893) - *Viaggio archeologico sulla via salaria nel circondario di Cittaducale*, 173
- PLINIO G. S.(77A. C:) - *Naturalis Historiae*, Lib.II , c96.
- PONZI G. (1856)- *Sulla eruzione solforosa avvenuta nei giorni 28, 29, 30, Ottobre sotto il paese di Leprignano, nella contrada denominata il Lagopuzzo*, Atti Pont. Acc. Naz. Lincei, 10, 71-77, Roma.
- PONZI G., (1860) -*Nuove scoperte nel territorio di Monticelli dell'Abate don Carlo Rusconi*' Atti Pont. Acc. Lincei, XIII;
- PRONY (1818) - *Des marais Pontis*. Paris 1818, p 243.
- RAFFAELLI R. (1879) - *Descrizione storica economica della Garfagnana*. Tipografia Giusti Lucca.
- REPETTI E. (1841) *Dizionario geografico fisico-storico della Toscana, contenente la descrizione di tutti i luoghi del Granducato di Lucca, Garfagnana e Lunigiana, compilato da Emanuele Repetti*. VOL. IV. Firenze 1833-46
- SENECA L. A. (62-65 d. C) - *Naturales Quaestiones*. Libro III, 25.8- 25.9
- SEGRE A.G. (1948) - *I fenomeni carsici e la speleologia del Lazio*. Pubblicazioni dell'Ist. di Geogr. Università di Roma "La Sapienza".
- SIMEONI M. 2005 - *Censimento dei templi pagani italiani riutilizzati per chiese cristiane*. - CD- Rom. Vinalia priora)
- TITO LIVIO (27 A.C) - *Ab urbe condita*, Libro XXVII.
- UGGERI (Ab). (1804-1806) - *Journée pittoresque de Tivoli, Journée pittoresques des ediferes antiques dans le environs de Rome*. 1, in aedibus Capitolinis, 1800 . In Roma: nella stamperia Pagliarini, 1800, 116 pp.
- VARRONE M. T. (47- 45 a. C.) - *De lingua Latina*. lib.III, p.17

IL CONTRIBUTO DELLA TOPONOMASTICA IN CHIAVE GEOLOGICA NELLO STUDIO DELLE AREE SOGGETTE AGLI SPROFONDAMENTI DEL SUOLO: IL CASO DI UN TRATTO DELLA CAMPAGNA ROMANA (LAZIO)

di Pirro M.

*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata, 605 - 00143 Roma*

ABSTRACT

This paper is the result of the ambiental historic research performed on the travertine bacins ground Acque Albule (Lazio). In this area, since the Roman era, it has been possible to extract a particular kind of rock known as '*lapis tiburtinus*'. The acque albule bacin is made essentially by carbonatic deposits of continental origins, it is about 160 Ka years old and is characterized by tectonic right thrust. Moreover from a seismic point of view it seems like a particular seismogenetic area whose main events are connected along the main tectonic active lines. This territory has the natural vocation to be characterized by sinkholes. These sinkholes left their footprints in the geomorphologies that have been erased by human activity. By a systematic research of the 'microtoponimi' and 'macrotoponimi' connected to the sinkhole phenomenon, that is a characteristic of the travertinos bacins, have been selected different sectors that are influenced by the phenomenon of the subsidence.

1. PREMESSA

Gli studi e le ricerche riguardanti gli sprofondamenti del suolo sviluppati in Italia, in questo ultimo decennio, hanno visto sempre più come protagonisti Enti di ricerca, Università, Enti Regionali Provinciali e Amministrazioni locali nel tentativo di ridurre quello che viene definito come il 'rischio sinkhole'.

Parimenti la tematica appena citata vede un crescente interesse da parte di diverse discipline tecnico-scientifiche cui si sono aggiunte, di recente, quelle storico-ambientali al fine di migliorare le conoscenze complessive che riguarda direttamente un fenomeno naturale in cui entrano in azione vari fattori.

Varie ricerche, inoltre, hanno messo in evidenza che l'attività antropica dell'uomo ha dato luogo alla genesi di vari sinkhole causando notevoli rischi a vari centri abitati.

Nel presente lavoro vengono illustrati i risultati di uno studio che riguarda un particolare settore della Campagna Romana: il territorio del 'Bacino travertinoso delle Acque Albule' (Lazio). Esso si trova ubicato a soli 20 km a NE di Roma, ove si ha l'opportunità di mettere in evidenza il valido contributo che la toponomastica antica di un territorio può fornire, nel corso delle indagini su di un'area fortemente antropizzata. Tale territorio nonostante oggi si mostri con i suoi caratteri geomorfologici completamente stravolti a causa sia dell'intensa urbanizzazione sia per la notevole attività estrattiva delle cave di travertino, gli studi

di carattere toponomastico hanno permesso di reperire tutta una serie di dati e informazioni estremamente utili all'individuazione di aree che nel passato hanno manifestato la vocazione allo sprofondamento.

2. INQUADRAMENTO STORICO-GEOGRAFICO DELL'ACER TIBURTINO

L'agro Tiburtino-Cornicolano, parte integrante della Campagna Romana, è noto sin dall'epoca pre-romana e romana con il toponimo de 'Le Concae' risulta essere caratterizzato dalla presenza di alcune comunità del 'Latium vetus' (Corniculum, ecc.) le quali, sin da allora, cominciarono a capire e comprendere le particolari caratteristiche di quel particolare territorio che si presentava con una certa vocazione tendente all'impaludamento. Durante il periodo romano *l'acer tiburtinus* venne in parte bonificato e le acque che vi ristagnavano furono incanalate e drenate verso l'Aniene consentendo un'antropizzazione dell'area con l'apertura di alcune cave in località delle Caprine e il Barco ove si cominciò ad estrarre il travertino che venne utilizzato come pietra di rivestimento dei principali monumenti storico architettonici della Roma imperiale.

Nel corso dello stesso periodo storico si registrò la costruzione di ville e manufatti di diversa funzione. Con la fine dell'impero romano, avvenuta nella seconda metà del V sec. d. C., l'area tiburtina torna ad impaludarsi a causa della subsidenza della zona che determinava il ristagno delle acque ruscellanti.

Bisognerà arrivare agli inizi del cinquecento quando una nuova fase edilizia in Roma induce una forte ripresa dell'attività estrattiva del 'lapis tiburtinus' e della produzione della calce. Fu quindi durante il XVI sec. e XVII sec., che l'agro tiburtino vide l'apertura di nuove cave che rese necessario l'edificazione di alcuni importanti Casali (Barco, Bernini, ecc.) che ebbero il ruolo di ospitare le maestranze.

Tuttavia, durante il periodo accennato, rimangono alcune aree di una certa estensione, note sin dall'epoca antica che continuano ad manifestare un sensibile carattere subsidente e quindi mostrano forte carattere all'impaludamento alcune delle quali saranno oggetto di alcune bonifiche avvenute tra il XVIII sec. e il XIX sec., a seguito delle quali le diverse comunità locali: Montecelio (già Monticelli) e Tivoli, ebbero modo sfruttare nuove zone agricole. Tale azione antropica determinò comunque, con il passar del tempo, a far perdere la memoria storica di tutte quelle zone soggette ad un sensibile abbassamento del suolo per cause naturali.

Fu però durante il XX secolo che l'intero bacino travertinoso che copre circa 50 kmq e le sue zone limitrofe vengono oggetto di un'intensa antropizzazione che ne stravolge sia l'aspetto morfologico, idrogeologico e ambientale. Dapprima nel 1915 venne realizzato il campo di volo di Montecelio 'Alfredo Barbieri' ubicato nel settore settentrionale. L'intervento antropico interessò circa 250 ettari di terreno nel corso del quale furono necessari notevoli scavi con conseguenti riporti che permisero la colmatatura di alcune zone leggermente vallive e depresse ubicate nelle immediate vicinanze della struttura aviatoria. Nel 1937 nasce il nucleo abitativo di Guidonia a supporto dell'aeroporto citato, dopodiché nel dopoguerra a partire dagli anni '50 con il risveglio dell'economia, con le nuove fasi edilizie nella vicina Roma e nel suo hinterland, si assiste dapprima ad una forte ripresa dell'attività estrattiva in concomitanza della quale comincia un'intensa fase di urbanizzazione che porterà alla nascita e allo sviluppo urbanistico di una serie di centri abitati quali: Villalba, Tivoli Terme (già Bagni di Tivoli), Villanova (già Le Sprete), determinando un sensibile incremento demografico.

Nei primi anni del 2000, in alcuni particolari settori del Bacino delle Acque Albule, iniziano a manifestarsi una serie di fenomeni legati ad una sensibile subsidenza del suolo (SALVI *et al.*, 2004), causati probabilmente dalla forte antropizzazione del territorio, che si presentano in maniera differenziale ed i quali vanno a compromettere la stabilità di alcuni settori: dell'abitato di Villalba, di Bagni di Tivoli e del Bivio di Guidonia.

Nel contesto appena descritto, in maniera sintetica, lo studio dei termini geografici in chiave geologica può rappresentare un importante contributo soprattutto nell'individuazione di quelle aree soggette al fenomeno dello sprofondamento per cause naturali.

3. ASPETTI GEOLOGICI E TETTONICI DEL BACINO TRAVERTINOSO

3.1 Caratteristiche sismologiche dell'area

Dal punto di vista sismologico l'area del BAA può essere considerata una particolare zona simogenetica in quanto in passato ha mostrato un suo distinto carattere sismico con eventi di bassa magnitudo caratterizzati da rombi e scuotimenti sismici, con bassa profondità epicentrale (> 1.0 km), che talvolta hanno prodotto dei risentimenti sismici all'epicentro del V-VI MCS. Ciò si è osservato in occasione del periodo sismico del gennaio-febbraio del 1989 (MELONI *et al.*, 1989) risentito soprattutto nella contrada di Collefiorito, poi nel maggio-agosto 2001 (GASPARINI *et al.*, 2002) quando si verificò un periodo sismico con circa 300 eventi con un 'cluster' che ebbe la sua massima concentrazione nel settore meridionale della cittadina di Guidonia, facendo risentire i suoi massimi scuotimenti tra le località di Pantano, il Sassone e la zona occidentale dell'Aeroporto Militare. Il territorio tiburtino-cornicolano, oltre alle sue peculiarità geologiche, costituisce una particolare area simogenetica che ha avuto modo di mostrare, più volte nel corso del tempo, un particolare carattere sismico che generalmente si manifesta con epicentri localizzati in prossimità dei principali lineamenti tettonici attivi correlati ad ipocentri che generalmente sono superficiali talvolta inferiori ad un chilometro di profondità.

Gli ultimi due periodi sismici particolarmente significativi sono avvenuti nel gennaio del 1989 e nel 2001-02, che hanno visto aree di maggior risentimento sismico rispettivamente: l'abitato di Collefiorito e di Pantano-Villalba- Bagni di Tivoli.

Nel primo caso citato la sismicità ebbe modo di manifestarsi lungo un lineamento tettonico che borda il settore occidentale del bacino travertinoso e che caratterizza una località denominata 'valle stregata'.

Non è da escludere in assoluto che lo scuotimento sismico di alcuni terremoti locali sia stato nel passato, la causa scatenante della nascita di qualche sprofondamento presente in questo particolare territorio. A tal proposito è doveroso ricordare che il ritrovamento di una villa romana del I° sec. d.C. (PIRRO & ROMEO DI COLLOREDO, 2005), che s'ipotizza essere stata abbandonata per manifesta instabilità del sottosuolo

3.2 Il lago dei Tartari

Oltre ai laghi: di San Giovanni, della Regina e delle Colonnelle ben noti in letteratura (CARAMANNA, 2002) e ancor oggi esistenti, fino a qualche secolo fa nell'Ager tiburtinus c'era un particolare specchio d'acqua conosciuto con il termine geografico de il 'lago dei Tartari'. Esso si trovava ubicato al km della via Tiburtina. L'omonimo lago, nel periodo precedente al 1884, come si evince da una relazione dell'ing. *Amenduni* del Regio Genio

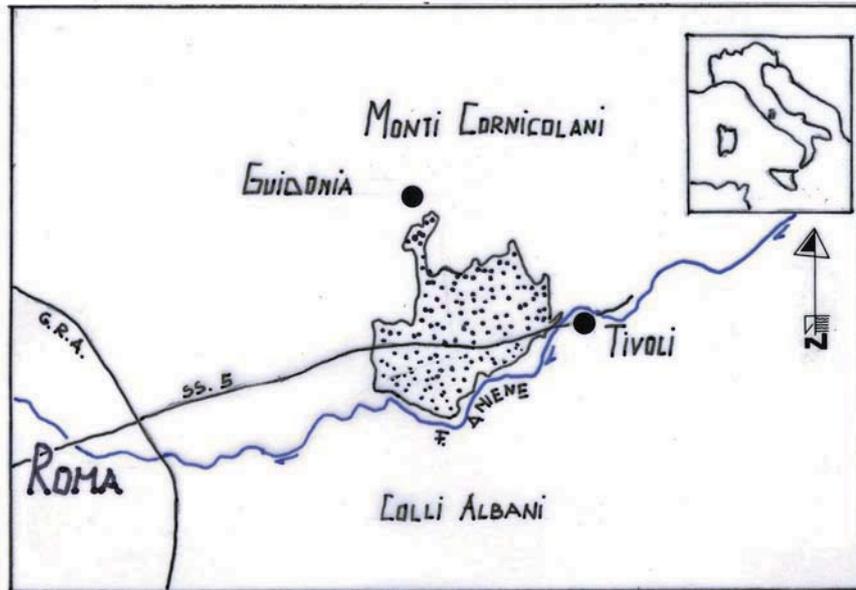


Fig. 1 - Ubicazione del Bacino delle Acque Albule nell'ambito della Campagna Romana

Civile, si estendeva su di una superficie complessiva di 3.5 Ha ed era caratterizzato da una forma geometrica di tipo irregolare.

Il lago dei Tartari, conosciuto sin dall'epoca romana, in quanto era stato citato da Plinio il vecchio e Strabone, da sempre ha mostrato, nel corso del periodo storico, un carattere discontinuo sia per quanto riguarda la sua grandezza sia per la profondità delle acque. Difatti esso subiva un forte ridimensionamento soprattutto durante i periodi estivi cioè quando il suo principale immissario il fosso stagionale di Valle Stregara, proveniente dal versante meridionale di Colle Giannetta, lo privava delle suo contributo idrico. Tutto ciò lascia ovviamente pensare che le sensibili oscillazioni del lago fossero imputabili alla ricarica della falda idrica superficiale che lo caratterizzava nel corso del tempo, anche se tuttavia nell'area vi erano delle risalite d'acqua sulfurea. Tale caratteristica idrogeologica lo fa ritenere assai simile al vicino lago di San Giovanni che si trova ubicato poco a nord. Dall'osservazione della cartografia antica il bordo dell'omonimo specchi d'acqua mostra una certa variabilità delle sue sponde a dimostrazione della dinamicità del livello dell'acqua. Tale carattere, in parte, ne è rimasta traccia nella cartografia dell'800 in quanto (vedi fig.) è possibile osservare alcune linee di riva che ne mettono in risalto una sua regressione e quindi un suo ridimensionamento naturale avvenuto nel corso dell'ultimo millennio. Per quanto riguarda il significato del toponimo sta probabilmente a indicare che esso era caratterizzato dal fatto ch'era bordato da uno strato di travertino recente poco compatto detta testina. Tuttavia va fatto osservare che non mancano altre interpretazioni di alcuni Autori (UGGERI, 1806; BULGARINI, 1832) che citano la presenza dell'omonimo specchio d'acqua.

Nella seconda metà del XIX sec., a seguito di un'importante lavoro di bonifica (Amenduni, 1884) che interessò da vicino vari settori dell'Agro Romano (Maccarese, Baccano, Stracciacappa, Pantano Borghese, ecc.), fu realizzato un canale di drenaggio (tutt'ora esistente) che consentì il deflusso delle acque, dell'omonimo lago, verso sud fino a raggiungere il Fiume Aniene. Fu così che esso scomparve in pochi decenni. Dopo di che se ne persero le tracce materiali pur rimanendo sia nella memoria dei viandanti sia in quella delle comunità dell'Agro tiburtino-cornicolano.

E' opportuno comunque rilevare che già agli inizi del XX sec., come riferiscono alcuni Autori (NIBBY, 1837; ASBHY, 1928) di quel periodo come, a seguito del crescente sfruttamento agricolo di tale porzione del territorio tiburtino, il lago dei Tartari non rimaneva che una pozzanghera che si manifestava in occasione della stagione piovosa.

Attualmente la località che un tempo ospitava l'omonimo specchio d'acqua si presenta quasi totalmente antropizzata in quanto sia all'interno di essa sia negli immediati dintorni sono stati realizzati numerosi immobili sia a carattere pubblico (scuole, ecc.) sia a carattere privato (civili abitazioni, ecc.), alterando conseguentemente tutti i caratteri morfologici dell'ambiente lacustre originario.

Recentemente, a seguito del manifestarsi di un particolare fenomeno legato alla subsidenza (SALVI *et al.*, 2004) a partire dagli inizi del XXI sec. nel Bacino delle Acque Albule, si sono osservati nell'area del lago dei Tartari uno dei maggiori tassi di sprofondamento dell'intero bacino travertinoso sino a raggiungere valori di circa 15 mm l'anno. Poiché tale fenomeno si è presentato con un carattere differenziale' cioè diversificato anche in aree ristrette, influenzato quindi dalle variazioni stratigrafiche dei materiali sottostanti (limi, argille, sabbie, ecc.) causando in tal modo una serie di conseguenze sulle strutture murature degli edifici sopraccitati.

3.3 L'Albereto

Con il toponimo Albereto viene identificato, nel settore settentrionale del Bacino delle Acque Albule, un'area che copre all'incirca 4 ettari ubicata in prossimità della riva destra del Fosso dei Prati un affluente della bassa valle dell'Aniene. Tale termine geografico, coniato nella prima metà del '700, quando la Comunità di Monticelli decise di bonificare l'area per poterla sfruttare dal punto di vista agricolo. Il toponimo oggetto di studio potrebbe essere classificato come un fitotoponimo in quanto indica un pioppeto mentre in realtà, nel caso specifico, maschera una zona che nel passato era soggetta al fenomeno dell'impaludamento. Il significato del toponimo è legato al fatto che per migliorare le condizioni agricole del luogo venne impiantato un pioppeto e da quel momento in poi la località fu indicata come l'Albereto. Verso la metà degli anni '80, in occasione della realizzazione di un pozzo per acqua, che raggiunse i 40 m dal piano campagna vennero intercettati una serie di strati di natura lacustre di spessore metrico e alla profondità di circa 24 m fu perforato uno strato di travertino massivo dello spessore di 1.80 m.

3.4 Il Bollente

Il termine geografico del Bollente è riconducibile ad uno sprofondamento ubicato all'interno dell'abitato di Villalba di Guidonia (MESSA, 1998) esistente fino agli anni '70 il quale si presentava pieno d'acqua attraverso cui si osservava una risalita di gas di diversa natura. Lo stesso fenomeno si osservava, in maniera più estesa in un'area limitrofa ubicata nel settore orientale, denominata Valle Pilella.

Nella cartografia antica e in quella prodotta sino alla fine del XIX esso non era noto mentre appare cartografato in quelle del primo novecento facendo conseguentemente presupporre che si sia generato agli inizi del secolo scorso quando l'area era ancora scarsamente antropizzata. Oggi il Bollente si presenta come un'area colmata utilizzata come spazio pubblico denominata Piazza Duca d'Aosta.

La genesi dello sprofondamento, che ha causato questo particolare sinkhole, è probabilmente da imputare al fenomeno carsico particolarmente diffuso nell'area, il quale ha svolto il ruolo di causa predisponente, a seguito del quale si è verificato il collasso di una cavità ipogea superficiale. Difatti, nella vicina via Bari, si ritrova un importante inghiottitoio all'interno del quale, sino agli inizi degli anni '90¹, andava a confluire un corso d'acqua denominato fosso delle Acque Acetose. Quest'ultimo, le cui sorgenti erano ubicate in prossimità della località conosciuta come Pantano sita nei pressi di Guidonia, aveva una portata costante di circa 400 l/sec nel quale inoltre confluivano, durante i periodi piovosi, le acque del fosso Fossatello che discendono dal settore occidentale dei vicini Monti Cornicolani.

3.5 Risaccho

Recenti studi sul territorio della Campagna Romana effettuati da vari Autori (SCOTONI, 2003) hanno messo in evidenza come alcune aree soggette all'impaludamento e quindi con la vocazione naturale alla subsidenza sono state denominate, nel passato, in vari settori della Campagna Romana con il termine geografico di 'risaccho' o resacco. Troviamo così denominata una zona ricadente nel territorio del Comune di Poli ubicata in prossimità del fosso.

Particolarmente interessanti, inoltre, sono risultati i dati e le informazioni riportate nella mappa topografica dell'Agro Tiburtino redatta da Simplicio Sabucci nel 1873, per conto del Comune di Tivoli e conservata presso la sede principale dell'Ente locale, nella quale l'Autore oltre ad indicare la vocazione agricola delle varie tenute ha indicato anche la toponomastica dell'intero territorio.

3.6 Lago dell'Inferno

Un settore abbastanza esteso, dell'omonimo bacino travertino che nel corso del tempo ha manifestato la tendenza al fenomeno della subsidenza, è quello del Lago dell'Inferno (vedi fig.) che si trova ubicato poco a meridione del già citato Lago dei Tartari. Esso è costituito da una grande depressione di forma ovale il cui asse di sviluppo maggiore ha una direzione E-W ed una lunghezza di circa 600 m, mentre la sua larghezza raggiunge i 400 m. Al centro di tale depressione che presenta un dislivello di circa una decina di metro vi erano delle pozze d'acqua sulfurea da cui si osservavano periodiche fuoriuscite di gas (CAMPONESCHI *et al.*, 1978; VOLTAGGIO, 2003) ed in particolare H₂S e CO₂.

La conformazione di tale depressione condizionò, in epoca antica, anche il sistema viario locale tanto che nel III sec. a. C. il tracciato della via Tiburtina dovette essere individuato lungo il suo bordo settentrionale.

¹ Durante la metà degli anni '90 venne realizzato un canale sotterraneo che attraversò l'abitato di Villalba (lungo via Bari) che oltrepassò la via Tiburtina per poi condurre le acque dei fossi citati sino al fiume Aniene.

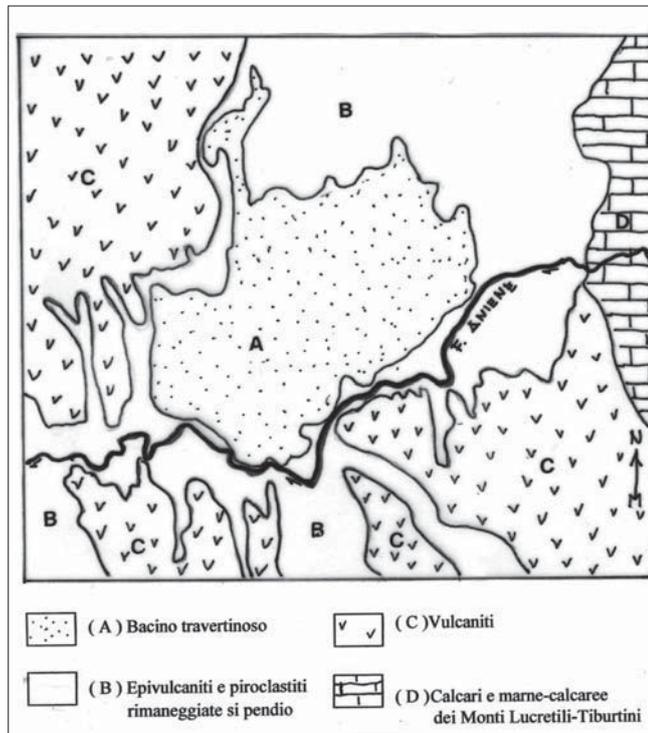


Fig. 2 - Carta Geologica del Bacino travertinoso delle Acque Albule e dintorni.

Nella prima metà del XIX sec. la depressione venne attraversata dall'acquedotto dell'Aqua Pia che riforniva Roma. Anche questo lago, nel passato recente, fu interessato da un drenaggio forzato in quanto nel settore meridionale come fanno osservare alcuni Autori (MARI, 1983), è stato rinvenuto un canale che consentì di bonificarlo. Verso la metà degli anni '80 la depressione fu marginalmente lambita, lungo il confine occidentale, da un tratto della bretella autostrade Fiano - San Cesareo [A1]. Durante la realizzazione di quest'ultima opera pubblica sono stati realizzati vari sondaggi geognostici che hanno messo in evidenza alcuni caratteri stratigrafici dell'area che uno spessore della testina compreso fra i 5 m e gli 8 m al di sotto della quale troviamo il travertino massivo talvolta carsificato.

Il toponimo evoca un luogo certamente particolare ove la presenza dei gas vulcanici ha reso difficile la normale vita sia alla flora che alla fauna.

3.7 Le Fosse

Un ulteriore località dell'omonimo bacino travertino, nota anch'essa sin dall'antichità, che per vari motivi evoca una particolare vocazione alla subsidenza è quella conosciuta come 'le Fosse' nella quale si rinvennero vari sinkhole di diversa grandezza e forma. Il toponimo de Le Fosse va a caratterizzare una zona abbastanza ampia localizzata nella parte centro settentrionale del Bacino travertinoso cui oggi, per causa della forte antropizzazione, risulta assai difficile riconoscere i tratti originali.



Fig. 3 - Località del Bacino travertinoso soggette, in epoca storica, al fenomeno dell'impaludamento: [1] Lago dei Tartari, [2] Lago dell'Inferno, [3] l'Albereto, [4] le Fosse, [5] il Bollente, [6] le Mojane, [7] il Risacchio. I centri abitati che ricadono nell'area di studio: [A] Villalba, [B] Villanova, [C] Guidonia, [D] Collefiorento, [E] Tivoli Terme. I laghi ancora esistenti: [F] San Giovanni, [G] le Colonnelle e [H] la Regina.

Da osservare che lo stesso toponimo si ritrova, nei vicini Monti Cornicolani, nel territorio di Sant'Angelo Romano (PIRRO, 2007) ove sta ad indicare una serie di sprofondamenti naturali. Recenti studi (FACCENNA *et al.*, 2008) effettuati nel bacino travertinoso hanno messo in evidenza che nelle immediate vicinanze de Le Fosse si ritrova un importante lineamento tettonico regionale con direzione N-S. che potrebbe aver svolto un ruolo importante nella dinamica che caratterizza l'area subsidente.

Va, inoltre, detto che nel settore orientale del territorio di Le Fosse vi sono due piccole aree soggette al fenomeno degli sprofondamenti del suolo sin da epoca antica che hanno rispettivamente i seguenti toponimi: la buca e la piscina. Quest'ultime aree sono state cartografate sia nella mappa redatta dal SABUCCI (1873) sia in quella dell'IGM denominata Tivoli del 1872.

3.8 Le mojane

Passiamo poi a descrivere un termine geografico che caratterizza un discreto settore del territorio dell'Agro Tiburtino deriva dal nome 'moja', che sta ad indicare un terreno acquitrinoso soggetto all'impaludamento.



Fig. 4 - Aree minori, del Bacino travertinoso, soggette al fenomeno dell'impaludamento: [1] Pantano, [2] Pantane, [3] Pantanelle [4] le Pezze, [5] Casalvolpone, [6] i Confetti di Tivoli e [7] le Callarelle.

Tale toponimo si ritrova anche in altre zone con caratteristiche ambientali simili dell'Italia centro settentrionale come nel comune di Castiglione d'Orcia nel senese, nel territorio di Volterra nel pisano, nell'Appennino Romano e in alcune località dell'alta Valle dell'Aniene.

Dall'esame della carta topografica redatta dal Sabucci esso si ritrova in una porzione del Bacino travertino tra la località le Fosse e l'area aeroportuale posta ad una quota di circa 72 m s.l.m. mentre copre una superficie intorno ai 20 ettari.

3.9 Altre aree soggette al fenomeno della subsidenza

È doveroso, inoltre, citare alcune discrete aree del Bacino travertinoso che nel corso del tempo hanno mostrato un carattere di subsidenza e quindi con una vocazione all'impaludamento:

- la località Pantano che ormai risulta quasi completamente inglobata nell'abitato di Guidonia, ed il cui significato è abbastanza evidente e che copre una superficie di circa 10 ha;
- le località le Pantane e le Pantanelle che si trovano ubicate nel settore centrale del Bacino travertinoso in prossimità degli abitati di Tivoli Terme (già Bagni di Tivoli) e Villalba;

- la località le Pezze che si trova sul bordo nord-orientale del bacino a confine con l'area dell'Alboreto;
- un porzione della località detta di Casalvolpone che si trova quasi a ridosso dell'area aeroportuale;
- ed infine troviamo due piccoli specchi d'acqua che si ritrovano nel settore meridionale del bacino travertinoso, quasi a confine con il corso del fiume Aniene, conosciuti in letteratura come i 'confetti di Tivoli' i quali sono anche sede di modeste sorgenti sulfuree.

10. CONCLUSIONI

Nell'Agro Tiburtino-Cornicolano il fenomeno naturale dello sprofondamento del suolo si presenta in maniera piuttosto diffuso sia nelle forme sia per genesi. L'uomo, nel corso del periodo storico, ha saputo distinguere le diverse zone in cui esso si manifestava in maniera diversificata coniando appositi termini geografici che identificavano ciascuna area. Lo studio approfondito dei toponimi in chiave geologica che caratterizzano il Bacino travertinoso delle Acque Albule, che oggi si presenta estremamente antropizzato, ha permesso di individuare settori ormai inglobati nel tessuto urbano che nel passato hanno messo in evidenza la vocazione al fenomeno dell'impaludamento .

Lo studio, inoltre, ha messo in evidenza come anche altri settori del bacino, oltre a quelli già noti in letteratura, hanno la tendenza a sprofondare con modalità differenziate mettendo

BIBLIOGRAFIA

- AMENDUNI G. (1884) - *Sulle opere di bonificazioni della plaga litoranea dell'Agro Romano che comprende le paludi e gli stagni di Ostia, Porto, Maccarese e delle terre vallive di Stracciaccapa, Baccano, Pantano e Lago dei Tartari, Relazione del progetto generale 15/7/1880, Min. LL.PP., Ed. Eredi Botta, 1-36.*
- ASBHY T. (1928) - *Classical topography of the Roman Campagna.* in PBSR, Tivoli, pag. 185.
- BULGARINI F. (1848) - *Notizie antiquarie, statistiche, ed agronomiche intorno all'antichissima città di Tivoli e il suo territorio.* Roma.
- CAMPONESCHI B. & NOLASCO R. (1974) - *Acque mineralizzate fredde e termali, cave e miniere nel settore dei Monti Cornicolani e Lucretilli, Monti Tiburtini, Monti Ruffi e Carseolani, Monti Prenestini e Affilani, Monti Simbruini e Cantari, Monti Ernici e della Ciociaria,* ed. Edigraf, **6**, Roma, 450.
- CARAMANNA G. (2000) - *I laghetti sorgivi delle Acque Albule.* In Giardini M. (a cura di) *At. Conv. 'Il travertino. Aspetti naturalistici e sfruttamento industriale all'inizio del terzo millennio'*, Am. Prov. Roma, Guidonia 27-28 ottobre, 15.
- CONTI S. (1980) - *Termini geografici dialettali nel Lazio,* Ist. Geog. Un. La Sapienza, CNR, **V**, Roma, 238
- GASPARINI C. DI MARO R. PAGLIUCA N.M. PIRRO M. & MARCHETTI A. (2002) - Recent seismicity of the 'Acque Albule' Travertine basin, *An. of Geoph.*, **45**, 3-4, 537-550.
- FACCENNA C., SOLIGO M., BILLI A., DE FILIPPIS L., FUNICIELLO R., ROSSETTI C. & TUCCIMEI P. (2008) - *Late Pleistocene depositional cycles of the Lapis Tiburtinus travertine (Tivoli, Central Italy): possible influence of climate and fault activity.* *Gl. and Pl. Ch.*, 63, 299-308.
- MAXIA C. (1950) - *Il bacino delle Acque Albule (Lazio),* *Contr. di Sc. Geol. Un. La Sapienza di Roma*, **20**, 20.

- MELONI F. & PIRRO M. (1990) - *Il periodo sismico del 18, 19 e 20 Gennaio 1989 a Collefiorito di Guidonia, Amm. Com. di Guidonia-Montecelio*, pag. 25.
- MESSA L. (1998) - Villalba di Guidonia, notizie e documenti, 142.
- NIBBY A. (1837) - *Analisi storico topografica antiquaria della carta de dintorni di Roma*, Roma, pag. 495-522.
- PIRRO M. (2007) - *Gli sprofondamenti del suolo sui Monti Cornicolani (Lazio)*. An. Ass. Nom. St. Arch., **6**, pp. 126-133.
- PIRRO M. & GASPARINI C. (2003) - *Morfologia e sismicità nel pre-appennino laziale*. Conv. XXI G.N.G.T.S., CNR, Roma, 9.
- PIRRO M. (2005) - *Toponomastica e conoscenza delle caratteristiche ambientali: il caso di un tratto della Campagna Romana*, An. Ass. Nom. St. Arch., 64-74.
- PIRRO M. & ROMEO DI COLLOREDO P. (2005) - *L'abbandono della Villa Romana in località Le Fosse (Guidonia, Roma): possibili cause sismologiche*, in Conv. 'La Geoarcheologia: metodi ed Applicazioni', Verona 6-7 luglio, [abstract].
- UGGERI (AB). (1806), 'Journée pittoresque de Tivoli, Journée pittoresques des ediferes anti-ques dans le environs de Rome', Journée seconde, Roma.
- VOLTAGGIO M.(2003) - *Impatto ambientale e sanitario di emanazioni gassose naturali: effetti dell'acido solfidrico*. Acc. dei Lin., in Conv. 'Geochimica 2000, Roma, 7-8 Ott., 23.

