

## La cisterna monumentale romana di *Formiae* (I sec. a.C.): storia della “riscoperta” degli ambienti ipogei nel sottosuolo di un quartiere popolare e considerazioni di carattere idraulico

*The monumental Roman tank of Formiae (1<sup>st</sup> century B.C.): history of the rediscovery of hypogean places in the underground of a popular neighborhood and hydraulic considerations*

MIELE Paolo

**RIASSUNTO** - La cisterna monumentale di *Formiae*, del I sec. a.c. (nota localmente come il “cisternone”), relegata nell’oblio per secoli dopo la caduta di Roma ed il conseguente declino della città, è stata casualmente “riscoperta” nel 1860 a seguito di una perlustrazione del pittore Pasquale Mattej, che ci fornisce una prima descrizione dell’ipogeo. A questa ha fatto seguito, nel 1930, una seconda relazione da parte del podestà di Formia, Felice Tonetti. Solo dalla seconda metà degli anni ’80 del secolo scorso, tuttavia, se ne ha una migliore conoscenza, dettagliatamente documentata a seguito delle esplorazioni di un gruppo locale spontaneo di giovani studiosi, che si occuparono di rilevare una planimetria e tracciare alcune sezioni oltre che, naturalmente, produrre una ricca documentazione fotografica del sito. A seguito di questo lavoro di documentazione la cisterna fu finalmente oggetto di un intervento di recupero e quindi, dal 2003, aperta al pubblico. Appare ancora poco chiara tuttavia la funzionalità idraulica dell’opera, che doveva rifornire con continuità e con ingenti portate idriche, una porzione importante dell’antica *Formiae* nel suo periodo di massimo sviluppo. In particolare appare fortemente inadeguata al rifornimento la sorgente indicata dai primi esploratori come possibile fonte di rifornimento. Per contro viene proposta una linea di ricerca alternativa, che prevede la possibilità di uno sfruttamento della falda poco profonda e/o il drenaggio delle acque di infiltrazione superficiale.

**PAROLE CHIAVE:** Formia, Castellone, Cisternone romano, Cisterna monumentale, Idrogeologia.

**ABSTRACT** - The monumental tank of *Formiae* (1<sup>st</sup> century B.C.) locally called “cisternone”, relegated to oblivion for centuries after the fall of Rome and the consequent decline of the city, it was accidentally “rediscovered” in 1860 following a patrol of the painter Pasquale Mattej, who provides us with first description of the hypogeum.

This was followed in 1930 by a second report by Felice Tonetti. Only from the second half of the 80s of the last century, however, we have a better knowledge of it, documented in detail following the explorations of a spontaneous local group of young scholars, who took care of detecting a plan and tracing some sections as well as, of course, produce a rich photographic documentation of the site. Following this documentary work, the tank was finally subject to recovery and therefore, since 2003, open to the public.

However, the hydraulic functionality of the work is still unclear, which had to supply continuously and with large water flows, an important portion of the ancient *Formiae* in its period of maximum development. In particular, the spring indicated by the first explorers as a possible supply source appears to be highly inadequate.

On the other hand, an alternative research line is proposed, which provides for the possibility of exploiting the shallow water table and / or the drainage of surface infiltration waters.

**KEY WORDS:** Formia, Castellone, Cisternone romano, monumental tank, hydrogeology.

(\*) Geologo, libero professionista

## 1. - DESCRIZIONE DELL'IPOGEO

La cisterna è ubicata nel territorio del comune di Formia (nel Basso Lazio), presso l'area rilevata della città, sede oggi del quartiere popolare di Castellone (Fig. 1). Oggi è noto come “cisternone romano”. Si tratta di un'opera idraulica ipogea, il cui carattere “monumentale” è conferito per le notevoli dimensioni che la rendono un'opera imponente (MIELE & FRECENTESE, 1995; GUADO, 2017). La pianta ha una geometria irregolare, di circa 1200 m<sup>2</sup>. La lunghezza massima misura 65 m e la larghezza varia da 5 m a 25 m, con un'altezza massima di circa 7.5 m. Lo spazio risulta organizzato in quattro navate coperte da volte ciclopiche a crociera aperta, sostenute da 53 pilastri centrali di 6,5 m di altezza e 0.9 m di sezione, più altri 36 pilastri addossati alle pareti perimetrali. Le caratteristiche architettoniche sono quelle tipiche della cisterna romana, con le volte realizzate in *opus caementicium* (sono ancora visibili le impronte degli elementi lignei delle casseforme usate per la gettata del calcestruzzo), i pilastri e le pareti in *opus incertum*, rivestite in *opus signinum* (il cocchiopesto) così come la pavimentazione. La base dei pilastri è caratterizzata dal tipico smussamento degli spigoli atto a favorirne la ripulitura dal sedimento funzionale alla ordinaria manutenzione in fase di esercizio. La particolare geo-

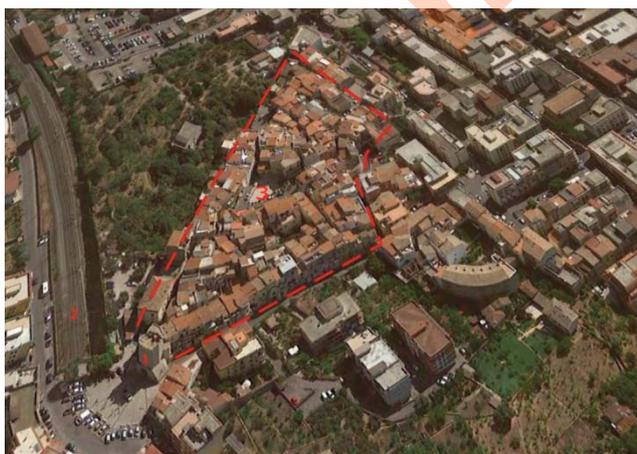


Fig. 1 - Il quartiere popolare di Castellone a Formia (delimitato dalla linea in tratteggio rossa). 1: la torre medioevale corrispondente ad una delle porte della città. 2: linea ferroviaria Roma – Napoli. 3: piazza S. Anna, corrispondente con l'ubicazione della Cisterna monumentale.

- The popular district of Castellone in Formia (delimited by the red dotted line). 1: the medieval tower corresponding to one of the city gates. 2: Rome - Naples railway line. 3: S. Anna square, corresponding with the location of the monumental Cistern.

metria “irregolare” risulta giustificata dal fatto che la pianta potrebbe essere stata “adattata” su strutture precedenti oppure ad una morfologia preesistente. A nostro avviso l'opera potrebbe infatti essere stata realizzata approfittando dello scavo delle cave utilizzate per l'estrazione dei blocchi rocciosi (arenaria) utilizzati per la precedente edificazione delle mura poligonali che difendevano l'arce. La parete perimetrale orientale, quella più lunga, risulta dunque aderente all'opera poligonale di epoca precedente. L'opera, non precedente all'età Repubblicana (AURIGEMMA S. & DE SANTIS, 1954) è stata datata I secolo a.c. (MIELE & FRECENTESE, 1995; HUMAR, 2015) ed aveva la funzione di immagazzinamento dell'acqua, prima che questa fosse fatta defluire verso una sofisticata rete di distribuzione urbana, allo scopo di rifornire per scopi civili e militari la città di *Formie*. La città, già *civitas sine suffragio* dal 338 a.c., acquisì la piena cittadinanza dal 188 a.c. dopo la vittoria di Roma contro Cartagine. Verso la fine dell'età Repubblicana una forte espansione urbanistica fu correlata probabilmente alla realizzazione del porto. La fiorente città era frequentata da personaggi piuttosto in vista nell'Urbe che talvolta, anche edificando sontuose dimore, la eleggevano a luogo destinato all'*otium*. In questo contesto una riserva idrica oculatamente gestita dal *curator aquarum*, la cui volumetria è calcolata in circa 7000 m<sup>3</sup>, risultava oltremodo preziosa e strategica. La monumentalità dell'opera è tale che probabilmente per circa un secolo fu l'opera di questo tipo più grande del mondo “romano”. Ad oggi resta sicuramente una delle più imponenti di questo tipo dopo la “*Piscina Mirabilis*” di Miseno e la celeberrima “*Yerbatan Saray*” ad Istanbul.

## 2. - LA STORIA DELLA “RISCOPERTA”

Quest'opera cadde nell'oblio dopo la caduta di Roma. Durante i successivi periodi storici l'area interessata fu oggetto di una urbanizzazione impostata sulle vestigia del borgo medioevale di Castellone, arroccato sulla vecchia *arce* e urbanisticamente compresso su se stesso. La gran parte delle abitazioni

attualmente presenti nel quartiere, risultano essere il retaggio delle antiche costruzioni medioevali. Il quartiere popolare di Castellone, dunque, è nato e si è sviluppato insistendo proprio su tale cisterna, avendone ormai perso la memoria. Gli abitanti, tuttavia, consapevoli della presenza di una misteriosa riserva d'acqua sotterranea e di "cavità", praticavano l'apertura di botole dalle quali, in alcuni casi prelevavano l'acqua ed in altri smaltivano i rifiuti domestici. La prima fonte documentale relativa alla "riscoperta" degli ambienti ipogei risale al 1860. Pasquale Mattej, un famoso pittore di origini locali (in realtà fu un uomo piuttosto eclettico i cui interessi spaziavano anche all'archeologia, alla storiografia ecc.), apprese per caso della presenza di cavità nel sottosuolo del quartiere popolare di Castellone. Ebbe dunque l'opportunità di organizzare la prima esplorazione dell'ipogeo dopo secoli di oblio (lui stesso scrive "... questa notizia è singolarissima tanto più per quanto ve ne è stata memoria né tradizione tra i monaci Olivetani né in alcuno storico antico o moderno"). Di estremo interesse il ritrovamento delle valvole bronzee per il deflusso che avevano l'aspetto di "... due smisurati leoni di bronzo ..." poggianti su basamenti in travertino. Le cronache degli anni successivi non fanno più alcun riferimento a tale ipogeo. Il Mattej era un artista, un semplice appassionato di antichità e pertanto possiamo comprendere come la sua scoperta non ebbe alcun seguito. Il luogo tornò dunque nell'oblio. Solo nel 1930 il podestà di Formia, Felice Tonetti, (TONETTI F., 1930) pubblicò in un lavoro monotematico su Formia quanto egli stesso aveva visto nel sottosuolo del quartiere di Castellone. In questo caso l'interesse del Tonetti era stato sollecitato, in occasione dell'apertura di uno scavo per la riparazione di una fognatura, da quanto riferito da uno dei tecnici comunali. Questo riportava del rinvenimento di un'antica bocca di pozzo riempita di terriccio. Aperto un varco e calatosi all'interno il podestà riferisce: "... mi trovai di fronte ad uno spettacolo di una enorme grandiosità". A lui si deve dunque il primo rilievo dell'ipogeo. Questo risultava allagato e in buona parte riempito di detrito. E' da notare come questi non fece alcun riferimento alle valvole bronzee a forma di leone (che di fatto non sono mai state rinvenute) lasciando

dubbi sulla loro reale esistenza ovvero sul loro destino. Lo stesso auspicava interventi di bonifica e ripristino della funzionalità originaria dell'opera. Tale proposito tuttavia non venne realizzato e, ancora una volta, la cisterna fu dimenticata. Circa quattordici anni dopo la città fu devastata dai bombardamenti alleati ed il quartiere popolare di Castellone, trovandosi in prossimità della linea ferroviaria, fu pesantemente colpito. Molti dei caseggiati realizzati sull'area di ingombro della cisterna furono rasi al suolo così che al termine delle ostilità, durante la ricostruzione, fu realizzata una piazza (oggi piazza S. Anna) dove una volta sorgevano i fabbricati. Solo negli anni '80, più precisamente tra marzo e maggio del 1985, un gruppo di studenti, appassionati di storia, dando credito alle dicerie relative a fantomatici sotterranei, entrate ormai a far parte dell'immaginario popolare e letta la relazione di Felice Tonetti di 50 anni prima, decisero di ri-esplorare la cisterna. (AA.VV., 1985). I ragazzi del "gruppo studi e ricerca", attraverso due mostre fotografiche, resero di pubblico dominio quanto osservato nell'ipogeo. Gli autori delle prime esplorazioni, calandosi attraverso un tombino posto in un vicolo, si trovarono di fronte ad uno scenario sostanzialmente identico a quello descritto dal Tonetti. Gli ambienti si presentavano maleodoranti ed allagati (tanto che per le esplorazioni fu necessario l'uso di un piccolo battello pneumatico) con il livello dell'acqua che raggiungeva di fatto la quota di imposta delle volte sui pilastri (Fig. 2, Fig. 3). Le navate in



Fig. 2 - Immagine fotografica scattata nel 1985 durante il primo accesso ai locali del "cisternone". E' evidente il livello dell'acqua attestato poco sotto la volta.  
- Photographic image taken in 1985 during the first access to the premises of the "cisternone". It is evident the water level attested just below the vault.



Fig.3 - Immagine fotografica scattata nel 1985 durante il primo accesso ai locali del "cisternone".

- *Photographic image taken in 1985 during the first access to the premises of the "cisternone".*

erano buona parte occupate da accumuli detritici (poi quantificati in circa 6000 m<sup>3</sup>) costituiti da materiale di risulta. Nella sezione riportata in figura (Fig. 4), ricavata sulla base di quanto allora rilevato, è evi-

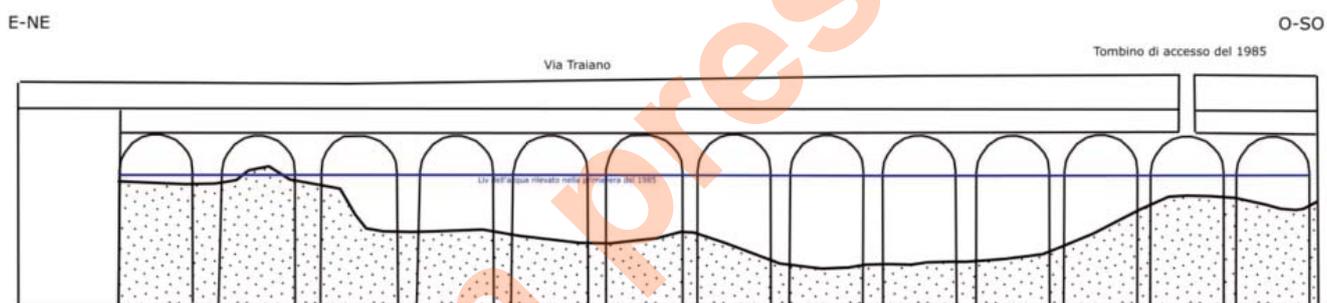


Fig. 4 - Sezione longitudinale della cisterna monumentale. In azzurro il livello idrico registrato nel 1985. E' rappresentato l'ingombro del sedimento.

- *Longitudinal section of the monumental tank. In blue the water level recorded in 1985. It is represented the encumbrance of the sediment.*

denziato l'ingombro dei detriti ed il livello dell'acqua registrato nella primavera del 1985. Gli esploratori non individuarono alcuna struttura afferente all'ipogeo che potesse essere chiaramente interpretabile come funzionale al suo rifornimento, tuttavia evidentemente questo continuava a verificarsi. Gli esploratori notarono diverse aperture circolari poste al centro di alcune delle volte a crociera e, circa 1 m sotto il livello dell'acqua, in corrispondenza del lato orientale, un'apertura ad arco con dimensioni 1.50 m x 0.70 m. Congiuntamente al "cisternone" fu rilevata anche la posizione di un certo numero di pozzi ed altre cisterne di più modeste dimensioni, spesso riadattate alle esigenze del nucleo familiare delle abitazioni sovrastanti. Alcune di queste potevano origi-

nariamente fungere da vasca limaria ovvero essere opere indipendenti (Fig.5). Finalmente grazie alla volontà dell'Amm.ne Comunale dell'epoca, dopo un lungo e delicato intervento di restauro durato ben cinque anni, l'11 ottobre del 2003, due secoli dopo l'esplorazione di P. Mattej, avviene l'inaugurazione e l'apertura al pubblico del sito (Fig. 6).

### 3. - IL PROBLEMA DEL RIFORNIMENTO IDRICO DELLA CISTERNA.

Ciò che attualmente non è affatto chiaro è il modo in cui la cisterna venisse approvvigionata e come rifornisse l'abitato sottostante. Dopo la sovrapposizione degli interventi urbanistici avvicendatisi dal medioevo ad oggi, e dopo gli intensi bombardamenti anglo-americani della seconda



Fig. 5 - Cisterna individuata a monte del "cisternone" ed utilizzata in epoca moderna come cantina.

- *Cistern identified upstream of the "cisternone" and used in modern times as a cellar.*



Fig. 6: - La cisterna come si presenta oggi dopo gli interventi di recupero.  
 - The tanker as it looks today after the recovery operations.

guerra mondiale, risulta completamente scomparsa ogni traccia del sistema di raccolta, drenaggio e distribuzione delle acque afferenti all'ipogeo. Come punto di partenza aiuterebbe poter quantificare il fabbisogno idrico della porzione urbana servita dalla cisterna. Questo per avere un ordine di grandezza relativo alle portate in entrata ed in uscita. Una riserva da 7000 m<sup>3</sup> senz'altro doveva garantire, forse più che una elevata portata, la continuità nell'apporto idrico durante tutto l'arco dell'anno, in modo da garantire la regolarità dello svolgimento delle attività commerciali e ludiche anche durante il periodo siccitoso estivo. In effetti l'area di tessuto urbano rifornita non doveva essere molto estesa. La principale fonte di approvvigionamento idrico della città era la sorgente Mazzoccolo (lo è tutt'oggi) che, tuttavia, posizionata ad una quota di circa 11 m s.l.m. nell'area sud orientale della città, poteva rifornire attraverso un acquedotto solo la porzione di territorio posta al di sotto di tale quota. L'area posta a quota maggiore

si limitava ad una fascia compresa tra gli 11 m ed i 40 m circa di quota, posta presso il settore occidentale della città e presumibilmente estesa per non più di 3 o 4 Km<sup>2</sup>. Sappiamo che il fabbisogno idrico pro-capite (naturalmente parliamo di "abitante equivalente") della città di Roma in età Repubblicana si aggirava intorno ai 1200 - 1300 litri al giorno, calcolato in base al rapporto tra il numero di abitanti (SCHIAVONE *et alii*, 1989) e gli apporti idrici forniti dai diversi acquedotti (PACE, 1983). Di tale ingente quantità d'acqua sappiamo (PACE, 1983) che a Roma il 17% dell'acqua era riservata all'imperatore e la parte restante ripartita tra *privatis* (39%) e *usibus publicis* (44%). Naturalmente a *Formiae* non risiedeva alcun imperatore e pertanto il suo 17% risultava plausibilmente ripartito proporzionalmente tra le altre due voci. Purtroppo non abbiamo alcuna informazione sul numero di residenti all'epoca nell'area servita (possiamo fare solo una stima molto approssimativa di circa 1500 - 2000 abitanti nel periodo di

massimo sviluppo della città), tuttavia ciò che sappiamo è che la città era effettivamente ricca di possedimenti da parte di ricchi *privates*, talvolta possidenti di ville sontuose e di infrastrutture (*usibus publicis*) tra le quali un anfiteatro, che necessitavano di ingenti rifornimenti idrici. A conti fatti dunque una portata di circa 2000 m<sup>3</sup>/giorno non sembrerebbe una cifra del tutto inverosimile. Ciò vuol dire che gli apporti idrici alla cisterna dovevano risultare tali da consentire una adeguata e costante portata in uscita per evitarne lo svuotamento. Con un rapido calcolo è possibile affermare che per evitare l'esaurimento della riserva e quindi lo svuotamento durante i mesi siccitosi, la portata in ingresso non poteva mai risultare inferiore a circa 23 litri/secondo. In effetti, come già detto, quello dell'approvvigionamento è stato da sempre un aspetto poco chiaro della storia di questo manufatto. Ponendosi il problema già il Mattej, nel 1860, ipotizzava un rifornimento da parte di una sorgente posta sulle colline retrostanti. Questa sorgente è ubicata in località S. Maria della Noce, a NO del sito. Lo stesso Mattej tuttavia ammetteva che la portata di questa sorgente non era assolutamente adeguata al rifornimento di una cisterna così imponente, ipotizzando però una portata maggiore ai tempi del suo esercizio. Dal 1860, chiunque si sia occupato della storia del "cisternone", riportando in modo ridondante quanto scritto da tale Autore, ha sempre sostenuto la tesi della sorgente. Ancora il Tonetti a questo proposito scrive: "...Esso doveva essere riempito con l'acqua proveniente dalla regione a Nord di Formia, forse dalla sorgente che si trova presso la chiesetta di S. Maria la Noce. Tale sorgente ora, di estate, è ridotta ad uno stillicidio, e neanche è abbondante nell'inverno ...". Dopo aver studiato le caratteristiche idrogeologiche di tale sorgente e svolta una ricerca sulle caratteristiche climatiche dell'area nel I sec. a.c., appare francamente poco probabile che tale spiegazione risulti in qualche modo plausibile.

#### 4. - IL CONTESTO GEOLOGICO LOCALE

Un elemento molto importante per questo studio è senz'altro rappresentato dalle conoscenze geologi-

che relative a questo sito ed all'area nella quale è inquadrato. Queste sono state acquisite a seguito della revisione della letteratura disponibile, opportunamente confrontata con le conoscenze acquisite attraverso alcune campagne geognostiche condotte dallo scrivente negli ultimi anni e completate dai risultati di un accurato rilevamento geologico appositamente condotto (Fig. 7, Fig. 8). Le aree di prospezione considerate sono sia di carattere prossimale (svolte entro un raggio di poche centinaia di metri dal sito), necessarie ad una ricostruzione dettagliata del modello geologico locale, sia di carattere più distale, utili a ricostruire l'assetto geologico alla scala più generale.

Nell'area posta a monte (i quadranti settentrionali) del sito, affiora la successione carbonatica mesozoica, rappresentata da calcari e calcari dolomitici del Cretacico. Il passaggio alle litologie terrigene cenozoiche è tettonico. E' stata ipotizzata, sulla base del contesto geologico regionale, dal quadro che emerge dall'evoluzione cinematica terziaria locale e dai rapporti geometrici tra unità litologiche diverse ricostruiti dallo scrivente a seguito delle indagini svolte, la presenza di una linea tettonica che localmente si presenta come una faglia diretta con immersione verso i quadranti meridionali, orientata ENE - OSO, sepolta sotto le coperture quaternarie, che mette a contatto i carbonati mesozoici con i termini cenozoici affioranti a valle della stessa. Questi sono rappresentati da una successione costituita da argille sabbiose passanti ad argille marnose di colore dal grigio scuro al verdastro al rosso, ascrivibile al *Complesso Caotico di Falvaterra*, più volte intercettata in sondaggio, sormontata da una successione, potente alcune decine di metri, rappresentata da arenarie, calcareniti e sabbie limose addensate, limi sabbiosi, alternati ad interstrati limoso - argillosi, stratigraficamente sovrastante all'unità "Argille Gesifere di Penitro" e sottostante ai "Conglomerati di S. Antonio", e che riteniamo attribuibili alla "successione del fiume Ausente" (CENTAMORE *et alii*, 2007). Sulla base di tale posizione stratigrafica questa unità è stata attribuita ad un Messiniano superiore p.p. Tale successione si presenta in parte sormontata da pochi metri di argille limo - sabbiose giallastre. Presso le

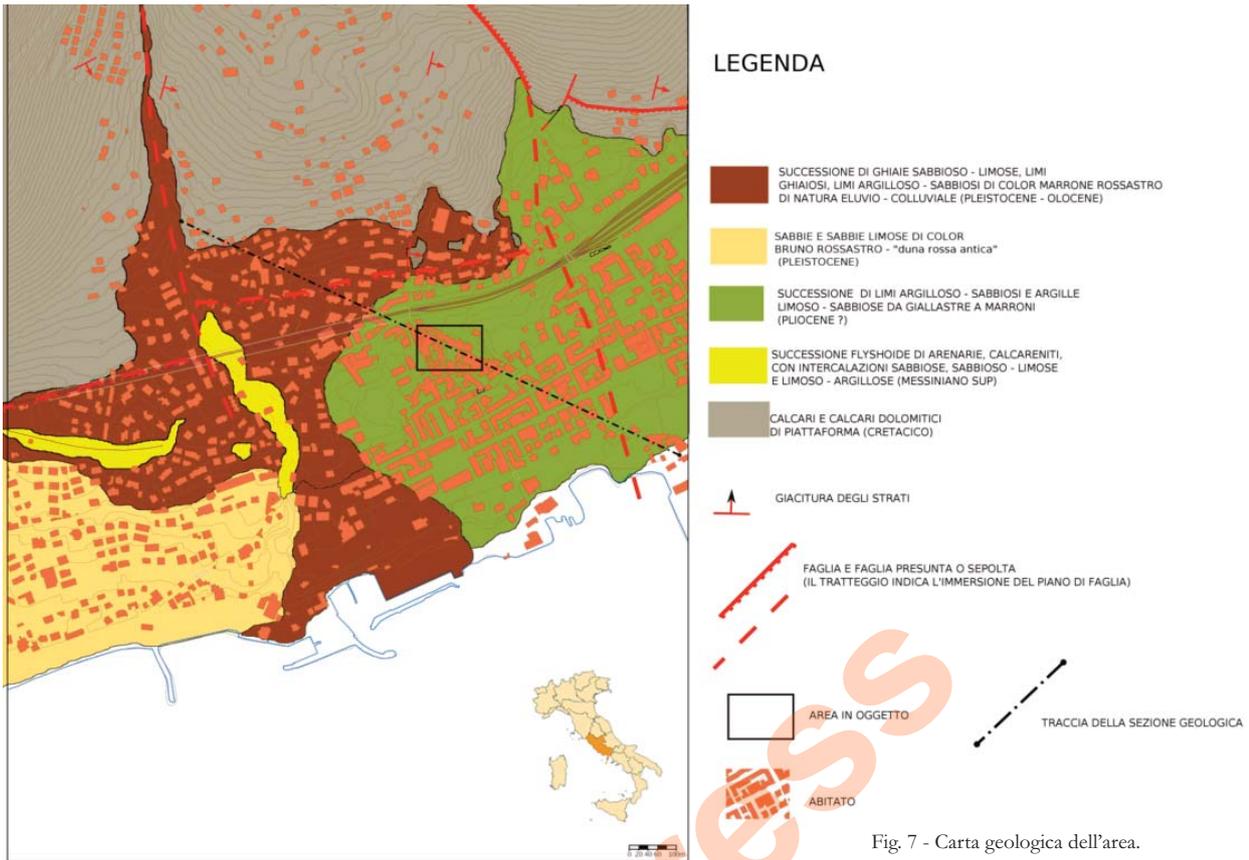
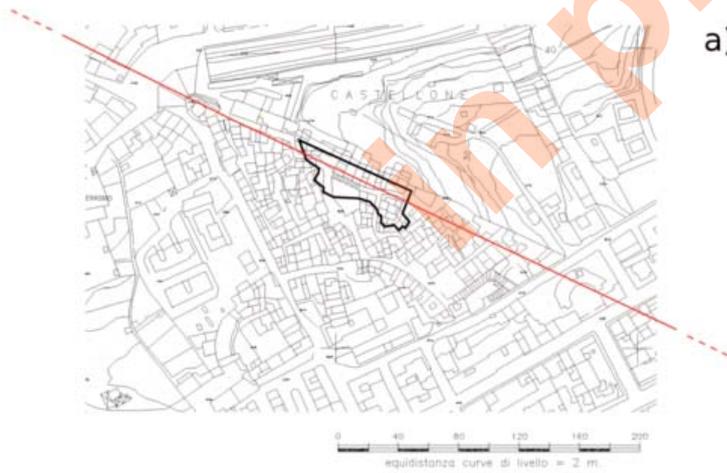


Fig. 7 - Carta geologica dell'area.  
- Geological map of the area.

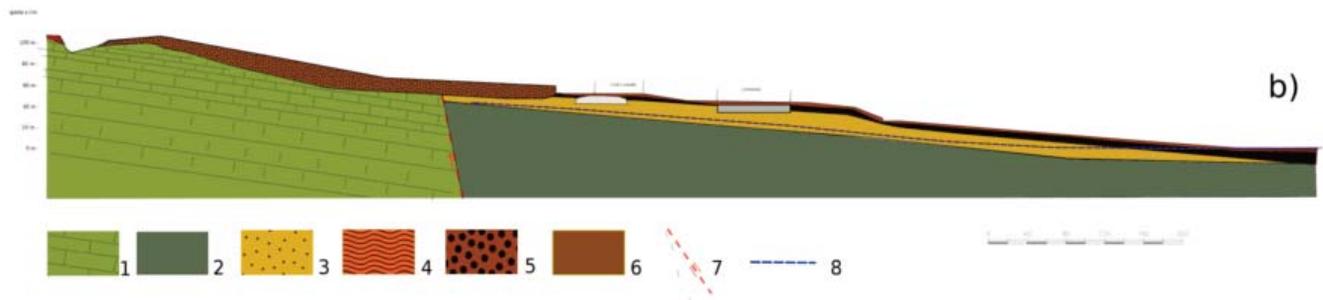


a)

Fig. 8 - a) Ingombro della cisterna monumentale sulla planimetria del quartiere e traccia della sezione. 8b) Sezione geologica. 1 - Calcari e calcari dolomitici di piattaforma (Cretacico). 2 - Successione di argille, argille sabbiose ed argille marnose del Complesso Caotico di Falvaterra (Miocene sup). 3 - Successione flyshoide di arenarie, calcareniti e sabbie, con intercalazioni limoso - sabbioso - argilloso (Messiniano superiore). 4 - Limi argilloso sabbiosi e argille limoso - sabbiose (Pliocene ?). 5 - Ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie limoso - ghiaiose e limi argilloso - sabbiosi in facies eluvio - colluviale (Pleistocene - Olocene). 6 - Coperture legate all'urbanizzazione del sito. 7 - Faglie. 8 - Livello di falda.

- a) The monumental tank on the plan of the neighborhood and a trace of the section. 8b) Geological section. 1 - Limestone and dolomitic limestone platform (Cretaceous). 2 - Succession of clays, sandy clays and marly clays of the Chaotic Complex of Falvaterra (Miocene sup). 3 - Flyshoid succession of sandstones, limestone and sands, with silty - sandy - clayey intercalations (Messinian upper). 4 - Sandy clayey loam and silty - sandy clays (Pliocene ?). 5 - Gravel, sandy gravel, silty sands - gravelly and loamy clayey - sandy in facies eluvions - colluvial (Pleistocene - Holocene). 6 - Covers related to urbanization of the site. 7 - Faults. 8 - Water table level.

b)



pendici dei rilievi collinari retrostanti al sito affiorano infine le coltri colluviali quaternarie, che coprono il passaggio tettonico tra il substrato carbonatico e le successioni terrigene cenozoiche.

## 5. - CONSIDERAZIONI DI CARATTERE IDROGEOLOGICO

Alla scala generale nell'area è presente il passaggio tra un complesso idrogeologico che definiamo dei "carbonati di piattaforma" ad elevata permeabilità in grande e quello "ruditico", a permeabilità media, rappresentato per lo più da arenarie, conglomerati, e brecce, a giacitura stratificata, riconducibili a successioni flyshoidi ed alle conoidi colluviali ad esse sovrapposte. La falda di base, con sede nell'acquifero carbonatico drena in direzione SE (BRUNAMONTE *et alii*, 1983).

I rapporti geometrici tra unità litologiche a differente permeabilità relativa, tuttavia, possono condizionare il deflusso episuperficiale delle acque infiltrate. Tutto il settore collinare, a monte del sito, caratterizzato da carbonati affioranti o sub affioranti con elevata permeabilità, risulta associato ad un tasso di infiltrazione efficace piuttosto elevato. Tuttavia dove le coperture colluviali raggiungono spessori apprezzabili, superiori a 4 – 5 m, gli stessi possono presentare possibilità di sostenere piccole falde sospese con drenaggio preferenziale verso i quadranti meridionali, sostenute da interstrati a maggiore componente fine. Tali coperture risultano infatti costituite da termini da ghiaioso – sabbioso – limosi a limoso – sabbioso – argillosi, organizzati in grosse lenti o livelli clinostratificati in cui si alternano permeabilità relative anche molto diverse. La permeabilità di tali coperture dunque, può variare da molto elevata a bassa in base alle caratteristiche sedimentologiche. La direzione del flusso dunque risulta controllata dalla giacitura degli interstrati a minore permeabilità e può tendere a seguire la topografia sepolta delle stesse anziché l'interfaccia drenante di contatto con il substrato roccioso sottostante. In corrispondenza con l'area pedecollinare posta immediatamente a monte del sito, le coperture colluviali si sovrappo-

gono parzialmente ad un substrato di diversa natura, rappresentato dalla successione cenozoica terrigena del complesso flyshoide. Le caratteristiche stratigrafiche di tale successione, rappresentata da termini molto permeabili per porosità (arenarie, sabbie e sabbie limose) intervallati a livelli tendenzialmente pelitici a bassa permeabilità (argille limo - sabbiose e limi argilloso sabbiosi), tendono a favorire l'infiltrazione all'interno di tale complesso idrogeologico poroso ed il flusso lungo le superfici di contatto tra tali litotipi. Per tale motivo dunque lungo la fascia costiera, risultano presenti in diversi punti sorgenti sottomarine a carattere complessivamente lineare con portata superiore ai 1000 l/s (CAPELLI *et alii*, 2012). Interessante è quanto accade immediatamente a monte del sito, sempre in corrispondenza della stretta fascia pedecollinare, in cui le falde colluviali poggiano sia su termini arenacei ad elevata permeabilità, sia sul termine stratigraficamente superiore della successione, rappresentato da uno strato a permeabilità molto bassa, potente pochi metri, costituito da limi argilloso – sabbiosi, in grado di impedire l'infiltrazione delle acque trasmesse dai colluvi. In questo modo è possibile ricostruire un modello di trasferimento delle acque di infiltrazione che, dove sussiste il contatto tra le coperture colluviali ed un substrato permeabile, si infiltrano a beneficio di una falda con sede nelle successioni flyshoidi mentre, dove le coperture poggiano sui termini limoso – argillosi, tale trasferimento in profondità è impedito o fortemente ostacolato e pertanto le acque infiltrate nel sottile corpo colluviale, unitamente a quelle del run-off, tendono a lisciviare il piano campagna. Tale rifornimento viene peraltro effettuato anche da tergo in cui un contatto tettonico favorisce il rifornimento anche da parte dei carbonati mesozoici del complesso idrogeologico contiguo. In questo studio è stata ricostruita la geometria della falda superficiale sia sulla base della geometria dell'impermeabile sepolto, sia della quota piezometrica registrata in alcuni piezometri ed in alcuni pozzi per l'emungimento idrico realizzati nel primo decennio del secolo a ridosso della linea di costa e coerentemente con osservazioni effettuate in scavi di fondazione realizzati in area urbana poco a valle del sito, per la realizzazione di un

parcheggio multipiano. Sulla base di quanto modellizzato nel sottosuolo dell'opera in oggetto è presente una falda sostenuta dal substrato impermeabile rappresentato dal complesso argilloso impermeabile di base, che drena verso mare. Si tratta di un acquifero stratificato, caratterizzato dall'alternanza tra litotipi a differente permeabilità (come è tipico dei depositi flyshoidi) e pertanto potenzialmente in grado di ospitare più falde sovrapposte. La quota della superficie piezometrica, secondo il modello ricostruito, risulterebbe attualmente attestata all'incirca a 3 - 5 m dalla quota del fondo della cisterna, presso il margine di NO della struttura, come si evince appunto dalla sezione geologica presentata. Un rapido calcolo basato sulla legge di Darcy permette di stimare la portata attuale della falda, in questo settore:

$$Q = K \times i \times A, \text{ con:}$$

$K = 10^{-2}$  m/s (coefficiente di permeabilità);  $i = 0.075$  (gradiente idraulico)  $A = 30 \div 150$  m<sup>2</sup> (l'area della sezione drenante). Il calcolo restituisce una portata media  $Q \approx 135$  l/s. Occorre inoltre sottolineare la possibilità dell'influenza della galleria ferroviaria della linea Roma - Napoli che taglia trasversalmente il pendio poco a monte della cisterna e che probabilmente ha determinato un abbassamento del livello di falda ed una sua diminuzione di portata rispetto al periodo antecedente alla sua costruzione.

## 6. - CONSIDERAZIONI DI CARATTERE IDROLOGICO

Come già accennato, una parte delle acque impregnanti le coltri colluviali, unitamente a quelle di ruscellamento superficiale, ove le coperture colluviali stesse risultano sovrastanti termini a maggiore componente pelitica, tendono a lisciviare il piano campagna immediatamente a monte del sito in oggetto. Naturalmente oggi tale fenomeno non si verifica a causa della regimentazione idraulica messa in opera con lo sviluppo del tessuto urbano, tuttavia è possibile ipotizzare che in un'epoca precedente all'urbanizzazione del sito questo dovesse essere affetto,

perlomeno nei mesi piovosi, da tale problematica. Un elemento che rafforza l'ipotesi di un flusso episupeficiale nel sottosuolo del quartiere è rappresentato dalle numerose cisterne e pozzi per la raccolta delle acque, realizzate nel sottosuolo del fabbricato storico. Un ulteriore riscontro a tale ipotesi è fornito dalla necessità, anche in epoca contemporanea, di effettuare lavori di regimentazione a tutela del co-

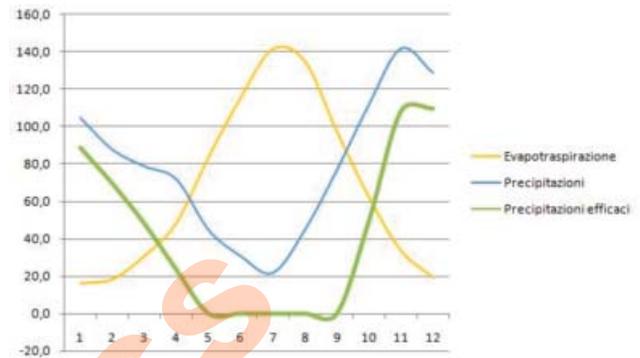


Fig. 9 - Trend attuale delle precipitazioni e delle precipitazioni efficaci in funzione dell'Evapotraspirazione. In ascissa sono riportate le mensilità (da 1 a 12) mentre in ordinata le altezze di pioggia (esprese in mm).

- Current trend of precipitation and rainfall effective as a function of Evapotranspiration. In ascissa are reported the monthlies (from 1 to 12) while in ordinate the heights of rain (expressed in mm).

struito. Intorno agli anni '80 ad esempio, a seguito della necessità di svolgere un intervento di consolidamento delle strutture dell'adiacente edificio afferente alla vicina chiesa di S. Erasmo, fu messa in opera una struttura drenante di tali acque per il necessario allontanamento delle stesse dalle strutture di fondazione (MIELE A.G. comunicazione personale). Anche in questo caso è stato fatto un tentativo di quantificare le caratteristiche idrologiche degli afflussi idrici legati al ruscellamento superficiale ed episupeficiale delle acque meteoriche. Tale studio si basa sulla quantificazione delle portate di deflusso basate sulla comparazione tra le caratteristiche climatiche locali e quelle geomorfologiche del bacino afferente. Il clima attuale della città risulta caldo e temperato, con temperature medie comprese tra 9.8 °C e 24.8°C e con una piovosità media annua, concentrata nel periodo tardo-autunnale, di 947 mm. Il clima è stato classificato come Csa secondo Köppen e Geiger. Come si evince dal grafico presentato (Fig.

9), è evidente la grande differenza di precipitazioni tra il periodo estivo (20 mm – 30 mm per i mesi di luglio ed agosto) e quello tardo autunnale (140 mm a novembre). Tali precipitazioni afferiscono ad un piccolo sotto-bacino imbrifero ampio circa 163500 m<sup>2</sup>. Le ricostruzioni paleoclimatiche della zona relative all'età repubblicana (509 – 31 a.c.) riconducono ad un clima non dissimile rispetto a quello attuale se non più caldo ed arido (LIANG C. *et alii*, 2011). Inoltre Studi condotti su proxy speleotemici dimostrano che le temperature erano uguali se non superiori a quelle attuali (FRISIA *et alii*, 2005).

Ci troviamo dunque in quello che è noto a tutti come “optimum climatico romano”, una fase culminante tra il 250 AC e il 450 AD (DESPRAT *et alii*, 2003) del progressivo e lento processo di riscaldamento verificatosi nel corso dell'Olocene. Anche durante tale periodo storico dunque si può ipotizzare un regime pluviometrico comparabile a quello attuale. La quantità d'acqua complessivamente disponibile al bacino tuttavia, riteniamo fosse inferiore in virtù di una maggiore evapotraspirazione (legata ad una maggiore copertura vegetale del bacino) ed una minore copertura antropica (unitamente ad un maggiore sviluppo delle aree agricole). Anche la portata delle acque di ruscellamento, per lo stesso motivo, era inferiore rispetto ad oggi a vantaggio della portata dell'infiltrazione. Sulla base della cartografia dell'uso del suolo pubblicata dalla Provincia di Latina, è possibile stimare rispetto ad oggi una perdita di area agricola/naturale a vantaggio dell'area urbanizzata, del 20% circa. Il calcolo della precipitazione efficace, quella cioè effettivamente disponibile al bacino, è stato svolto sulla base della nota relazione:

$$P_{\text{eff}} = P_{\text{tot}} - E_v,$$

dove  $P_{\text{tot}}$  è la quantità di pioggia precipitata sul bacino in un dato lasso di tempo e  $E_v$  l'evapotraspirazione calcolata nello stesso intervallo temporale (Fig. 9). Il calcolo dell'evapotraspirazione è stato sviluppato con l'equazione di *Thornthwaite* sulla base di un indice termico annuale  $I = 64.18$  ed un parametro  $b_i$  determinato in funzione della latitudine.

$$E_v =$$

Dove:  $b_i$ : è un parametro climatico

$T_i$ : è la temperatura media mensile

$I$ : l'indice termico annuale

I calcoli estimativi eseguiti sono sintetizzati in tabella 1. In tal modo è stato ottenuto per differenza il valore del deflusso globale:

$$P_{\text{eff}} = D = R + I$$

Con:

$D$  = deflusso globale,  $R$  = Ruscellamento ed  $I$  = Infiltrazione.

Per il calcolo dell'aliquota di ruscellamento e quella di infiltrazione abbiamo fatto riferimento al metodo *SCS-CN* (SoilConservation Service 1972). L'indice CN calcolato in base all'uso del suolo passerebbe dunque da 79.5 per il contesto attuale a 62 per quanto modellizzato in epoca repubblicana romana. Complessivamente dunque, ipotizzando condizioni climatiche comparabili con quelle odierne e considerando solo le differenze relative all'uso del suolo, ci aspettiamo che in età repubblicana gli apporti idrici al bacino fossero complessivamente inferiori del 9% circa rispetto ad oggi. Il ruscellamento superficiale doveva essere inferiore del 29% rispetto a quello attuale mentre, per contro, l'infiltrazione nel corpo detritico superficiale era maggiore quasi del 41%. Tali stime riteniamo siano in qualche misura approssimative se consideriamo un clima più caldo ed arido di quello attuale. Purtroppo non è stato possibile essere più precisi per l'assoluta mancanza di dati sperimentali o fonti storiche scientificamente attendibili relative all'epoca in esame. Nella tabella n. 2 viene sintetizzato quanto emerso dal calcolo. Complessivamente dunque, il deflusso ( $D$ ) delle acque legate alle precipitazioni (di scorrimento superficiale e di sottoscorrimento episupeficiale nelle coltri superficiali), lungo un fronte drenante di circa 150 metri, in epoca romana, risultava al massimo (mesi di novembre e ottobre)

pari a circa  $1.4 \text{ m}^3/\text{giorno}$  per poi ridursi a zero nel periodo estivo. Ulteriore elemento di possibile rifornimento della cisterna monumentale sarebbe costituito da una sorgente (di fatto si tratta di un piccolo pozzo drenante) ubicata nell'area collinare retrostante al sito. Come già detto il rifornimento da parte di tale sorgente fu ipotizzato per la prima volta nel 1830 proprio dal Mattej e successivamente, fino ai giorni odierni, gli storici che si sono occupati della cisterna hanno riproposto in modo ridondante tale ipotesi. La sorgente di Santa Maria della Noce è ubicata in adiacenza della omonima struttura monastica, realizzata intorno all'XI secolo dai monaci benedettini cassinesi, ubicata nell'area collinare a tergo della città. L'acqua veniva utilizzata proprio per le poche attività di questo piccolo

eremo. In realtà tale sorgente non è riportata su alcuna carta idrogeologica né citata in alcuna pubblicazione scientifica a tema idrogeologico (BRUNAMONTE *et alii*, 1983; GAZZETTI *et alii*, 2003; CAPELLI *et alii*, 2012). Per quanto è risultato dal rilevamento condotto si tratta in realtà di una piccola depressione scavata forse proprio dai monaci stessi per facilitare l'emungimento, nella roccia dolomitica e nel detrito di copertura in corrispondenza del passaggio tra due strati a differente permeabilità relativa, ove tale contrasto evidentemente favoriva la fuoriuscita di modeste quantità d'acqua. Attualmente l'acqua viene attinta da tale depressione attraverso una pompa a mano. La scaturigine ha una portata davvero molto esigua, che durante la stagione estiva si riduce a zero. Secondo le ipotesi formulate dagli

Tab. 1 - *Tabella comparativa dei valori della precipitazione efficace ( $P_{tot}$  al netto dell'evapotraspirazione) odierni rispetto a quelli stimati per il I sec. a.C.*

- Comparative table of effective precipitation values ( $P_{tot}$  net of evapotranspiration) today compared to those estimated for the first century BC.

OGGI			EPOCA ROMANA		Mese
$P_{tot}$ (mm)	$E_v$ (mm)	$P_{eff}$ (mm)	$E_v$ (mm)	$P_{eff}$ (mm)	
105	16.2	88.8	19.5	85.5	Gennaio
88	18.5	69.5	22.2	65.8	Febbraio
79	30.9	48.1	37.1	41.9	Marzo
72	48.6	23.4	58.4	13.6	Aprile
45	83.6	0	100.3	0	Maggio
31	115.3	0	138.3	0	Giugno
22	141.2	0	169.4	0	Luglio
45	134.7	0	161.7	0	Agosto
77	97.4	0	116.8	0	Settembre
112	62.3	49.7	74.8	37.2	Ottobre
142	33.7	108.3	40.4	101.6	Novembre
129	19.4	109.6	23.3	105.7	Dicembre

Tab. 2 - *Tabella comparativa tra deflusso idrico (suddiviso in ruscellante ed infiltrato) calcolato per l'epoca odierna e quella romana.*

- Comparative table between water runoff (divided into stream and infiltrator) calculated for the present day and the Roman period.

	OGGI	EPOCA ROMANA	OGGI	EPOCA ROMANA	OGGI	EPOCA ROMANA
MESE	R	R	I	I	D	D
Dicembre	70.59	53.03	18.18	32.5	88.8	85.5
Gennaio	55.28	40.81	14.24	25.01	69.5	65.8
Febbraio	38.25	25.99	9.85	15.93	48.1	41.9
Marzo	18.57	8.45	4.78	5.18	23.4	13.6
Aprile	0	0	0	0	0	0
Maggio	0	0	0	0	0	0
Giugno	0	0	0	0	0	0
Luglio	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0
Settembre	39.51	23.08	10.18	14.14	49.7	37.2
Ottobre	86.12	62.97	22.18	38.59	108.3	101.6
Novembre	87.12	65.51	22.44	40.15	109.6	105.7
Dicembre	70.59	53.03	18.18	32.5	88.8	85.5

storici, nel “passato” questa sorgente avrebbe avuto portate maggiori tanto da portare gli stessi ad ipotizzare la presenza di un acquedotto per il rifornimento diretto della cisterna monumentale. Come già detto durante l'epoca repubblicana romana le condizioni climatiche erano simili a quelle odierne e pertanto, anche in considerazione della esigua estensione del bacino di drenaggio, risulta davvero arduo pensare a portate dissimili rispetto a quelle odierne.

## 7. - CONCLUSIONI

Sebbene la storia della “riscoperta” della cisterna monumentale di Formia risulti per certi versi entusiasmante e sebbene questa si sia conclusa con un “lieto fine” rappresentato dal suo completo recupero architettonico e dalla conseguente valorizzazione ai fini turistici e culturali, occorre sottolineare che invece risulta appena vagamente definito il ruolo della struttura nel contesto urbano dell'antica *Formiae*, così

come molto incerta è la definizione del suo funzionamento dal punto di vista idraulico. In particolare risulta quantomeno improbabile, e ci sentiamo di scartarla decisamente, l'ipotesi che la cisterna possa essere stata rifornita dalla "sorgente" di Santa Maria della Noce della quale parla il Mattej. Questa, letteralmente sconosciuta alla letteratura scientifica, oggi come nel I sec. a.c. risultava fornire acqua con una portata infima, assolutamente inadeguata al rifornimento di una cisterna ad elevato valore strategico, della capacità di ben 7000 m<sup>3</sup>, progettata per erogare con continuità una notevole portata idrica funzionale alle attività private, commerciali e ludiche di una cittadina in pieno sviluppo urbanistico ed economico. Sulla base della conoscenza sull'assetto geologico, idrogeologico ed idrologico locale, è stato possibile prendere in considerazione ulteriori ipotesi. L'ipotesi del drenaggio delle acque di ruscellamento superficiale e di sottoscorrimento episupeficiale risulta a nostro avviso degna di verifica. Le coltri di detrito colluviale pleistocenico giacenti lungo le pendici meridionali dell'area collinare a tergo del sito, risultano in grado di condurre flussi idrici strettamente correlati con il regime pluviometrico. Si viene dunque a creare un fronte drenante che si sviluppa trasversalmente per circa 150 m lungo il quale, secondo i calcoli svolti, era teoricamente possibile emungere, attraverso strutture delle quali oggi non resta alcuna traccia, fino a circa 1.4 m<sup>3</sup> al giorno nei mesi autunnali. Tale portata, che naturalmente si riduceva a zero nel periodo estivo, era anch'essa, da sola, decisamente inadeguata al rifornimento della cisterna che avrebbe così impiegato oltre due decenni per riempirsi. La presenza di numerose cisterne e pozzi presenti sotto l'abitato del quartiere che insiste sulla cisterna, la necessità di drenare flussi idrici alla quota di imposta delle fondazioni di edifici storici, induce a verificare una ulteriore ipotesi: quella dell'intercettazione della falda con sede nella successione arenacea flyshoide, all'interno della quale la cisterna stessa risulta incassata. Attualmente la quota piezometrica risulta posta all'incirca 3 – 5 m sotto il piano di pavimentazione della cisterna, in corrispondenza del lato di monte. La portata media della falda risulta grossomodo di 130 l/s e pertanto tra tutte le fonti

di approvvigionamento considerate questa risulterebbe l'unica ad essere compatibile con le volumetrie del serbatoio e con il fabbisogno idrico di una ricca cittadina romana. Naturalmente l'ipotesi proposta prevedrebbe un sistema di approvvigionamento dal basso (un pozzo) del quale però non è presente alcuna traccia ovvero una quota piezometrica maggiore per la falda ed un sistema di drenaggio della stessa posto plausibilmente in corrispondenza dell'estremità nord occidentale dell'ipogeo. Occorre a tale proposito sottolineare il ruolo che presumibilmente ha giocato la galleria ferroviaria della linea Roma – Napoli che taglia trasversalmente il pendio circa 100 m a monte della cisterna stessa, nell'abbassare la quota piezometrica. E' ora possibile ipotizzare che una scaturigine fosse già stata precedentemente intercettata in occasione dello scavo della cava di materiale lapideo necessario alla realizzazione delle mura poligonali che proteggevano l'arce e la scelta di posizionare la cisterna proprio in tale posizione potrebbe essere scaturita dalla disponibilità idrica. La questione dell'approvvigionamento idrico della cisterna monumentale dell'antica *Formiae* dunque, risulta ancora aperta ed in attesa di ulteriori studi. Tuttavia riteniamo di aver delineato una linea di ricerca alternativa a quella, quantomeno improbabile, della sorgente collinare.

#### RINGRAZIAMENTI

*Si ringrazia il prof. A.G. Miele per quanto direttamente comunicatomi in merito alle esplorazioni svolte negli anni '80 e per le informazioni generali relative al costruito storico del borgo e quelle più specifiche relative agli scavi svolti nello stesso periodo presso il complesso di S. Erasmo a Castellone di Formia.*

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1985) - *Articoli preparati per la mostra "Il cisternone romano di Castellone"*, 15.16.17 luglio 1985. Inedito. Conservato presso la Biblioteca Comunale di Formia n. inv. 19182.
- AURIGEMMA S. & DE SANTIS A. (1954) - *Itinerari dei musei, gallerie e monumenti d'Italia*. Gaeta, Formia, Minturno. Istituto Poligrafico dello stato, 25-33.
- BRUNAMONTE F., COSENTINO D., D'AMICO L., GAVASCI R., PRESTINIZI A. & ROMAGNOLI C. (1983) - *Studio per la realizzazione del piano regionale di smaltimento dei rifiuti urbani, speciali, tossici e nocivi*. Carta dei Sistemi Idrogeologici della Regione

- Lazio alla scala 1:200.000.
- CAPELLI G., MASTRORILLO L., MAZZA R., PETITTA M., BALDONI T., BANZATO F., CASCONI D., DI SALVO C., LA VIGNA F., TAVIANI S. & TEOLI P. (2012) - *Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio, scala 1:100000. Fg. N. 2. Regione Lazio - Dip.Territorio.*
- CENTAMORE E., DI MANNA P. & ROSSI D. (2007) - *Kinematic evolution of the Volsci Range: a new overview.* Boll.Soc.Geol.It. (Ital.J.Geosci.), **126**, 2, 159-172.
- DESPRAT S., GONI M.F.S. & LOUTRE M.F. (2003) - *Revealing climatic variability of the last threemillennia in northwestern Iberia using polleninflux data,* *Earth and Planetary Science Letters*, **213**, 1-2, 63-78.
- FRISIA S., BORSATO A., SPO C., VILLA M. & CUCCHI F. (2005) - *Climate variability in the SE Alps of Italy over the past 17 000 years reconstructed from a stalagmite record.* BOREAS, **34**, 445-455.
- GAZZETTI C., LOY A., ROSSI S. & SARANDREA P. (2003) - *Atlante delle sorgenti della Provincia di Latina, S.I. dei Monti Aurunci Occidentali*, 176-187.
- GUADO G. (2017) - *Il cisternone romano di Formia nell'ingegneria idraulica dell'antica Roma.* Geologia dell'Ambiente, suppl. al n. **3**, 103-106.
- HUMAR M. (2015) - *Il cisternone: testimonianza dell'ingegneria idraulica romana e il museo archeologico di Formia.* Verspetilia, **3**, XII, 34-51.
- LIANG C., KARIN A.F. & ZONNEVELD GERARD J.M. (2011) - *Short term climate variability during "Roman Classical Period" in the eastern Mediterranean.* Quaternary Science Reviews, **30**, 27-28, 3880-3891.
- MIELE A.G. & FRECENTESE R. (1995) - *Formia - Itinerari d'arte e cultura.* Ed. F.lli Palombi, 74-79.
- PACE P. (1983) - *Gli acquedotti di Roma e il de aquaeductu di Frontino,* Art Studio Sant'Eligio, Roma, p. 128
- SCHIAVONE A., CARANDINI A. & COARELLI F. (1989) - *Storia di Roma*, Vol. IV, Cap. dal titolo I Caratteri e le Morfologie, 26. Giulio Einaudi editore.
- TONETTI F. (1930) - *Latina Gens, "Formia, perla del Tirreno"* - Aprile - Giugno 1930.

## SITI WEB CONSULTATI

- [https://it.wikipedia.org/wiki/Periodo\\_caldo\\_romano#cite\\_note-Desprat-7](https://it.wikipedia.org/wiki/Periodo_caldo_romano#cite_note-Desprat-7) (accesso 25/02/2020).
- <https://it.climate-data.org/europa/italia/lazio/formia-14440/> (accesso 25/02/2020).
- ([http://sit.provincia.latina.it/webgis\\_provincialatina/lizmap/www/index.php/view/map/?repository=webgis&project=SI T](http://sit.provincia.latina.it/webgis_provincialatina/lizmap/www/index.php/view/map/?repository=webgis&project=SI T)) (accesso 25/02/2020).