

Romano Galoppini\* – Renzo Mazzanti\*\* – Simonetta Menchelli\*\*\*  
Mario Taddei\* – Luigi Viresini\*

## UN ACQUEDOTTO ROMANO A *PORTUS PISANUS*

Le ricerche effettuate nell'ultimo decennio nel territorio livornese dal Gruppo Archeologico del Museo di Storia Naturale di Livorno (ora Museo del Mediterraneo)<sup>1</sup> hanno individuato i resti di un acquedotto di età romana che dalla località Limone – all'estremità settentrionale dei Monti Livornesi – si dirigeva verso l'abitato connesso con il *Portus Pisanus*, come è noto ubicato al limite meridionale del litorale versiliese-pisano<sup>2</sup> (Fig. 1).

Quest'ultimo si estende da Bocca di Magra (immediatamente ad Ovest del promontorio alto e roccioso di Punta Bianca) al Terrazzo di Livorno, basso ma roccioso, con una spiaggia, lunga circa 63 km, la cui falcatura di equilibrio è andata progressivamente evolvendo nel corso dei secoli (Fig. 2)<sup>3</sup>.

Lo sviluppo della linea di riva di questo litorale è stato individuato a partire dall'VIII/VII secolo a.C. mediante l'ubicazione dei siti archeologici. La falcatura di tale periodo corrisponde alla locale ingressione massima del mare in corrispondenza dell'ultima trasgressione dell'Olocene (Versiliano III)<sup>4</sup>.

Gli apporti solidi principali per lo sviluppo di questo litorale sono provenuti dai fiumi Magra (*Macra*) e Arno (*Arnus*)<sup>5</sup>; per l'evoluzione della falcatura di equilibrio quest'ultimo fiume ha avuto un'importanza maggiore sfociando trasversalmente ad essa, mentre il primo si immette longitudinalmente ed ha una portata decisamente minore. La falcatura di equilibrio è progradata in modo unitario, ma maggiormente nel tratto meridionale, fino allo sdoppiamento in due settori in corrispondenza dell'inizio di una foce a delta dell'Arno.

\* Gruppo Archeologico Paleontologico di Livorno – Museo di Storia Naturale di Livorno.

\*\* Centro di Geologia strutturale e dinamica dell'Appennino – CNR.

\*\*\* Dipartimento di Scienze Storiche del Mondo antico – Università di Pisa.

<sup>1</sup> Ai membri del Gruppo Archeologico Paleontologico si devono le ricerche sul campo, l'individuazione e la documentazione dell'acquedotto; a R. Mazzanti le osservazioni di carattere geomorfologico ed idrologico, a S. Menchelli le considerazioni di carattere topografico, archeologico e storico. Il rinvenimento del manufatto è stato segnalato alla competente Soprintendenza ai Beni Archeologici della Toscana nel 1998 e pubblicizzato nell'ambito di un ciclo di conferenze tenutosi presso il Museo del Mediterraneo di Livorno negli anni 1997-1998. Di recente sono stati editi gli Atti di tali conferenze (*Atti II Seminario Archeologia e Territorio Livornese*, a cura di M. Taddei, G. Messeri e L. Cauli, Livorno 2003). L'articolo pubblicato (*Acquedotto a elementi fittili di età romana nel territorio livornese di Pian di Porto*, pp. 74-83) conserva il carattere sintetico della comunicazione orale e, per tutti gli aspetti trattati, è privo dei necessari approfondimenti scientifici successivamente effettuati per il presente contributo.

<sup>2</sup> La bibliografia su *Portus Pisanus* è ormai vastissima. Cfr., da ultimo, PASQUINUCCI-MENCHELLI-MAZZANTI-MARCHISIO-D'ONOFRIO, 2002; TANGHERONI, 2003.

<sup>3</sup> MAZZANTI-PASQUINUCCI, 1983.

<sup>4</sup> PASQUINUCCI-MENCHELLI-MAZZANTI-MARCHISIO-D'ONOFRIO, 2002.

<sup>5</sup> È noto che il Serchio (*Auser*) in periodo romano confluiva nell'Arno in Pisa: MAZZANTI, 1994; trattazione delle fonti antiche in CORRETTI, 1994; TANGHERONI, 2003.

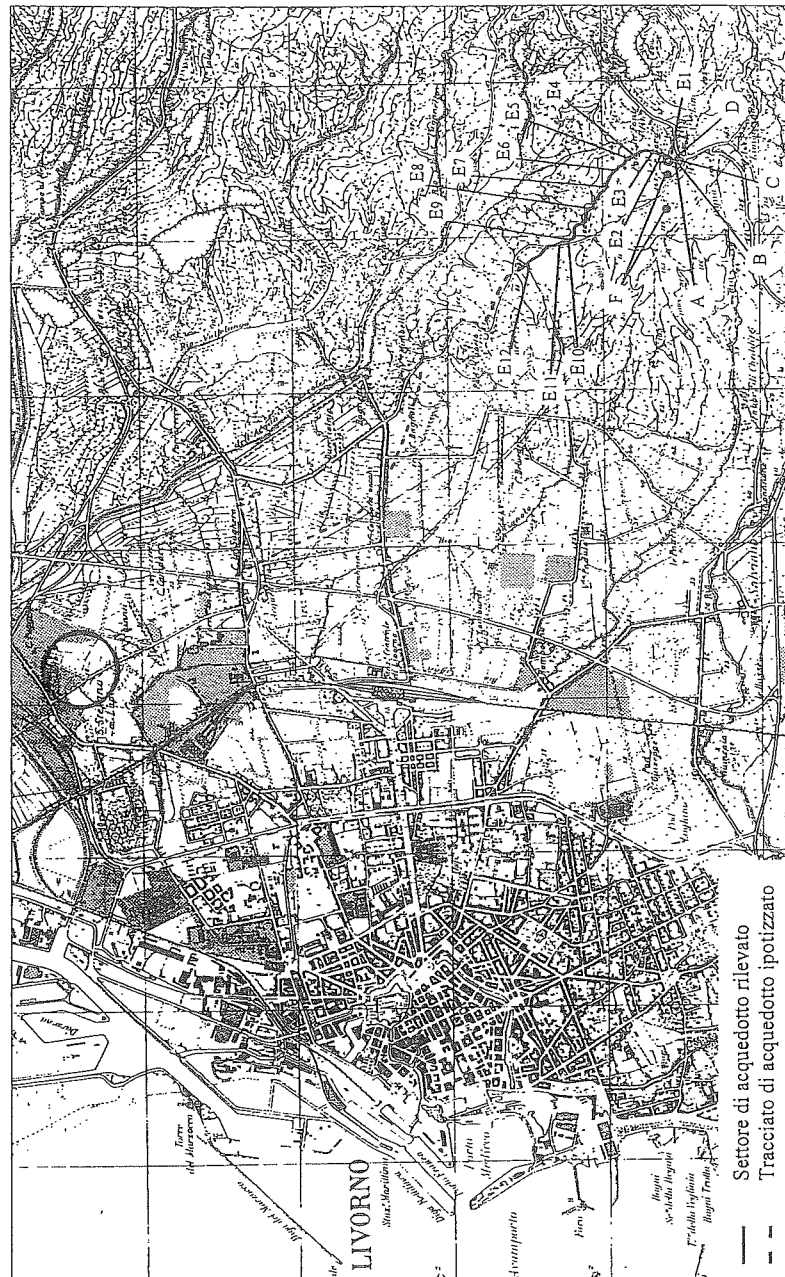


Fig. 1 - Il percorso dell'acquedotto.

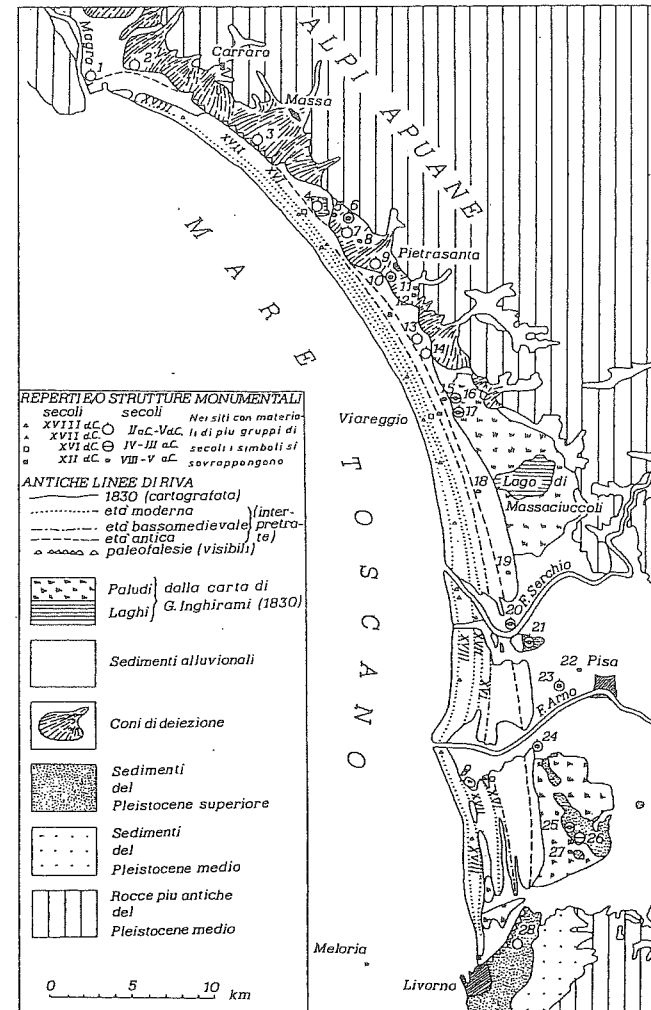


Fig. 2 - Il litorale versiliese-pisano.

Un primo accenno di una foce a delta dalla linea di riva unitaria dell' VIII/VII secolo a.C. è probabilmente rintracciabile, in periodo romano, per la foce d'Arno in corrispondenza dell'area di S. Piero a Grado, dunque ad una distanza di circa 6 km da Pisa.

All'interno di questa antica linea di riva e di un ristrettissimo litorale si apriva la pianura alluvionale, stretta al di sotto delle Alpi Apuane, e che progressivamente si allargava in corrispondenza dei Monti d'Oltre Serchio e dei Monti Pisani, chiudendosi trasversalmente a Sud lungo le colline Pisane ed il Terrazzo di Livorno: nella protostoria tale pianura risulta in gran

parte occupata da zone umide, le maggiori delle quali furono il Lago di Massaciuccoli, il Padule Maggiore e lo Stagno. Queste tre aree allora immediatamente retroitoranee possono aver avuto, in alcuni periodi, comunicazioni con le acque marine, mentre intorno agli alvei lo spaglio delle esondazioni alluvionali rialzava il livello della pianura a seconda della continua variabilità dei corsi dei fiumi. L'insieme di questa situazione geomorfologica fu certamente favorevole alla ricezione della navigazione marina ed allo sviluppo di quella interna, anche perché l'*Arnus* e l'*Auser* che confluivano in Pisa ebbero bacini di rilevante importanza per tutto l'evo antico. Tra i vari approdi utilizzati da *Pisae* nel corso della sua storia<sup>6</sup> *Portus Pisanus* può essere considerato come la località più sicura dal punto di vista nautico perché parzialmente difeso dal moto delle onde di libeccio grazie alla presenza delle Secche della Meloria, defilato a levante dal Terrazzo di Livorno e in verosimile collegamento con la laguna-palude di Stagno.

Tale situazione geomorfologica è alla base della fortuna di *Portus Pisanus* che risulta attivo almeno dall'età tardo-repubblicana al tardo-antico, e con continuità di utilizzazione sino all'età medievale, con ovvie modificazioni dovute alla progradazione del litorale<sup>7</sup>.

Nell'area di *Portus Pisanus*, in località S. Stefano ai Lupi, a partire dalle ricerche di G. Targioni Tozzetti sono stati individuati i resti dell'abitato connesso al porto ed una vasta necropoli<sup>8</sup>; nell'immediato retroterra erano insediamenti rurali e manifatturieri<sup>9</sup>. Nelle vicinanze doveva essere anche un approdo, che Cicerone chiama *Labro*<sup>10</sup>, e la *villa maritima* denominata *Triturrita*<sup>11</sup> da Rutilio Namaziano dove il poeta, in viaggio da Roma verso la Gallia, venne ospitato dall'amico Protadio. A giudicare dalla descrizione di Rutilio tale villa era costruita sopra una scogliera artificiale<sup>12</sup>, immediatamente a Sud di *Portus Pisanus* perché dopo aver citato *Triturrita* il poeta vede il *contiguum portum*<sup>13</sup>. Rutilio, ospite nella villa mentre la nave era ancorata nel vicino porto, *fida in statione*, fornisce anche indicazioni sul paesaggio circostante, che descrive ricoperto di boschi in cui erano bestie feroci<sup>14</sup>, e sulla viabilità locale: in particolare menziona la via che collegava *Pisae* con *Portus Pisanus*<sup>15</sup>, probabilmente corrispondente ad un segmento della *via Aurelia*<sup>16</sup>.

Le ricerche del Gruppo Archeologico Livornese hanno identificato il settore iniziale di un acquedotto a condotta fittile che per circa 6 km si estendeva dalle sorgenti di Limone verso l'area di S. Stefano ai Lupi.

Si presentano di seguito i dati relativi a tale acquedotto:

- 1) Le prospezioni sul campo ed il percorso dell'acquedotto.
- 2) Gli aspetti idrogeologici.
- 3) Gli elementi costitutivi della condotta e le caratteristiche tecniche.
- 4) I materiali ceramici rinvenuti in prossimità dell'acquedotto.
- 5) Considerazioni conclusive.

<sup>6</sup> Fra cui senz'altro furono S. Rocchino, Isola di Migliarino, Pisa S. Rossore, S. Piero a Grado (PASQUINUCCI-DEL RIO-MENCHELLI, 2002). In particolare, per l'approdo fluvio-lagunare in loc. Pisa S. Rossore cfr. BRUNI, 2000.

<sup>7</sup> PASQUINUCCI-MENCHELLI-MAZZANTI-MARCHISIO-D'ONOFRIO, 2002, p. 195; PASQUINUCCI, 2003.

<sup>8</sup> TARGIONI TOZZETTI, 1751, II, pp. 128-133, che ubicò qui il sito di *Turrita*, menzionato dalle fonti itinerarie antiche (*Tab. Pent.*, III, 1; *Guido* 34; *Rav.* 4, 32; 5, 2). Cfr. anche BANTI, 1943, pp. 111 ss.

<sup>9</sup> MENCHELLI, 1990-1991; PASQUINUCCI-MENCHELLI-DEL RIO, 1998.

<sup>10</sup> *Cic.*, *Ad Q. fr.* 2, 5. Cfr. PASQUINUCCI-MENCHELLI-DEL RIO, 2002.

<sup>11</sup> *Rut. Nam.*, I, 527 ss.

<sup>12</sup> *Namque manu iunctis procedit in aquora saxis. Quisque domum possit condidit ante solum.* *Rut. Nam.*, I, 529-530.

<sup>13</sup> *Rut. Nam.*, I, 532.

<sup>14</sup> *Rut. Nam.*, I, 622.

<sup>15</sup> *Rut. Nam.*, I, 560.

<sup>16</sup> PASQUINUCCI-CECCARELLI LEMUT, 1991, p. 115.

## 1) LE PROSPEZIONI SUL CAMPO ED IL PERCORSO DELL'ACQUEDOTTO

Il settore indagato, ubicato ad Est della città di Livorno, si estende dal versante nord-occidentale del Monte La Poggia, coperto da una folta vegetazione a macchia mediterranea, sino alla località S. Stefano ai Lupi, nell'area pianeggiante che costituiva il retroterra di *Portus Pisanus*, oggi occupata in parte da terreni agricoli e in parte dalla periferia industriale di Livorno.

Il rinvenimento di reperti antichi riconducibili ad un acquedotto è stato effettuato inizialmente in tre località distanti fra loro alcune centinaia di metri, dove le erosioni provocate dal ruscellamento delle acque meteoriche hanno portato in luce brevi settori di una condotta in laterizi. A questo punto le ricerche sono state finalizzate a ricostruire l'intero percorso della struttura, ovviamente partendo dai siti di rinvenimento. L'utilizzo della strumentazione adeguata alle caratteristiche del terreno scosceso e fittamente boscoso (aste metriche, livella ad acqua, bussola, altimetro digitale) hanno permesso di individuare il *caput aquae* in località Limone ed un lungo tratto dell'acquedotto (circa 1,3 km) con percorso NNO in direzione del piano<sup>17</sup> (Fig. 1). Le testimonianze della condotta si perdono verso valle, nei campi arati in prossimità del Podere Uliveto, probabilmente distrutte dai lavori agricoli.

Le sorgenti erano costituite da due polle ubicate a circa 20 metri l'una dall'altra: A (m 149 s.l.m.), oggi secca e B (m 148 s.l.m.) ancora attiva<sup>18</sup> (Figg. 1, 7).

L'acqua emunta<sup>19</sup> si raccoglieva in una vasca di forma circolare interpretabile come *caput aquae* (C), del diametro di circa m 2,5, scavata nella roccia affiorante ed ubicata a m 146 s.l.m. L'acqua poi passava attraverso un breve condotto in una seconda vasca di forma grosso modo ovale (D), di dimensioni max. m 5×3, ubicata a m 145 s.l.m., dalla quale prendeva origine la condotta.

Nel suo tratto iniziale (Figg. 1 e 7, D-E) il condotto era costituito da *tubuli* a sezione circolare, protetti da muretti a secco (Fig. 3) e scendeva per circa m 100 con una notevole pendenza (circa il 15%), in modo tale da costituire una condotta fortemente inclinata. Di questa tubatura è stato rilevato un breve settore nella parte terminale, dove essa si collegava ad un bacino di difficile lettura a causa del precario stato di conservazione e della fitta vegetazione (Fig. 4), costruito in laterizi e malta, con una botola d'accesso quadrata di cm 70×70.

Tale pozzetto, oltre a costituire un bacino di smorzamento per la pressione dell'acqua giunta nella condotta fortemente inclinata, poteva costituire una piscina *limaria*, cioè un bacino di sedimentazione in cui si raccoglievano le varie sostanze in sospensione ed impurità di ogni genere, ed aveva inoltre la funzione di raccordare la condotta in *tubuli* con il settore successivo, costruito in tegole rettangolari<sup>20</sup>.

Il tratto successivo dell'acquedotto (Fig. 1, E1-E12), rilevato per circa 1260 metri, è infatti costituito da una condotta in tegole, protetta da muri visibili ad un'altezza variabile, da cm 30 a cm 80, secondo la morfologia del terreno (Fig. 5). Lungo tale percorso al momento non sono

<sup>17</sup> Nel corso di successive ricerche sul campo la condotta è risultata coperta da ulteriore fitta vegetazione; la pulitura della struttura, senza un adeguato intervento di consolidamento e restauro, ne avrebbe pregiudicato la stabilità e conservazione.

<sup>18</sup> La riduzione della falda acquifera probabilmente è dovuta alla costruzione, negli ultimi decenni, di un pozzo profondo, attivato per le esigenze della vicina Villa Limone.

<sup>19</sup> Per le prese di sorgente cfr. Vitruvio, VIII, 6, 4; TÖLLE KASTENBEIN, 1993, pp. 53-57.

<sup>20</sup> Per i vari usi dei bacini in opera negli acquedotti cfr. TÖLLE KASTENBEIN, 1993, pp. 114-121.

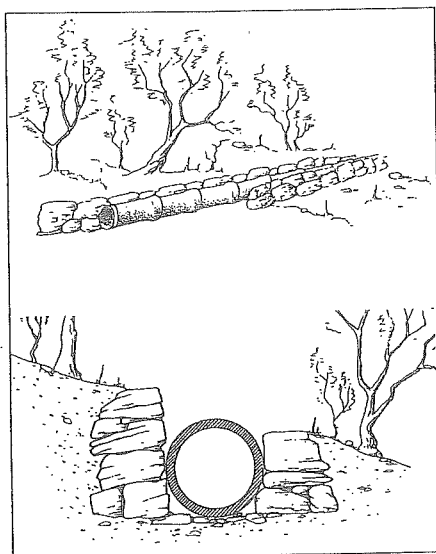


Fig. 3 – Settore della condotta in tubuli a sezione circolare.

Fig. 4 – Tratto terminale della condotta in tubuli.

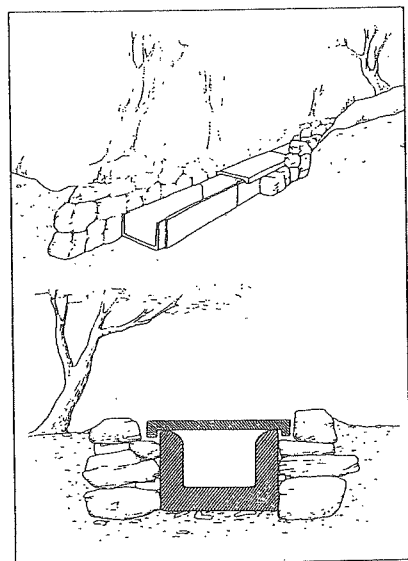
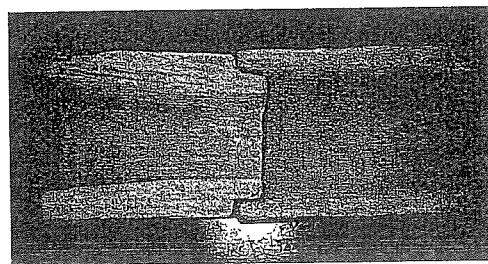


Fig. 5 – Settore della condotta in tegole.

Fig. 6 – Collezione Chiellini, Comune di Livorno. Tegole recuperate nell'area di S. Stefano ai Lupi.



stati individuati pozzetti/bacini o strutture particolari (ponti, terrazzamenti etc.). L'acquedotto con un percorso serpeggiante evitava gli ostacoli naturali (dossi, boti), mantenendo una pendenza media del 3,5%.

Le tracce della condotta si perdono a circa m 100 s.l.m., nei pressi della proprietà privata della fattoria del Podere Uliveto: è comunque altamente probabile che il termine dell'acquedotto vada ricercato in località S. Stefano ai Lupi perché nella zona, in particolare presso il Podere Sambaldi (oggi Palazzotto), nel corso di scavi ottocenteschi, vennero rinvenuti laterizi riferibili ad una condotta. Infatti nell'area, il cui interesse archeologico era già stato evidenziato da G. Targioni Tozzetti<sup>21</sup> e G. Vivoli<sup>22</sup>, a fine Ottocento vennero effettuati «scavi e recuperi»<sup>23</sup>. P. Mantovani, descrivendo i materiali recuperati in quegli anni, poi confluiti nella Raccolta Chiellini del Comune di Livorno, cita «alcuni pezzi di condotto in terracotta. Sono ad incastro ed a sezione rettangolare aperti superiormente». Ed aggiunge: «Nel 1884, facendosi nel Podere Sambaldi dei lavori profondi per la piantagione delle viti, ne vidi molti in posto e li trovai coperti di embrici di piccole dimensioni, in guisa di adattarsi perfettamente al condotto»<sup>24</sup>. Nella collezione Chiellini sono tuttora conservati dei settori di condotta che possono corrispondere a quelli descritti da Mantovani<sup>25</sup> (Fig. 6); essi recano il nome *Turrata* perché, basandosi sul Targioni Tozzetti<sup>26</sup>, per lungo tempo l'area di S. Stefano venne identificata con tale località, che corrisponde invece al moderno abitato di Torretta Vecchia<sup>27</sup>.

Un'ulteriore documentazione della presenza di un *castellum aquae* in prossimità di Santo Stefano ai Lupi è data dal Targioni Tozzetti che nella zona vide «un pezzo di grosso cannone di piombo per uso di acquidotto ed un altro più piccolo, ma ancora egli di piombo»<sup>28</sup> ed inoltre «certi grossi fondamenti di muraglioni di salda fabbrica, uno dei quali era largo quasi tre braccia. Accanto ad esso era una vasca, o vivaio di calcestruzzo, di forma quadra con pareti ben spesse»<sup>29</sup>.

Nel tratto intermedio, compreso fra il Podere Uliveto ed il *castellum aquae* localizzabile nell'area di S. Stefano, la documentazione è costituita soltanto da frammenti di laterizi, possibile testimonianza della condotta andata distrutta nel corso dei secoli, in conseguenza dell'abbandono, dei lavori agricoli e di altri interventi antropici.

Il tracciato è comunque ricostruibile sulla base delle ricerche sul campo e della morfologia del terreno. Il percorso ipotizzato può essere distinto in due settori (Fig. 1):

- 1) percorso precollinare, da Podere Uliveto a via dei Condotti Vecchi, lungo circa m 1250, con pendenza pari al 3,5 % ed andamento a doppia curvatura con ampia Esse;
- 2) percorso sul terrazzo sub-pianeggiante dalla via dei Condotti Vecchi a S. Stefano ai Lupi, lungo circa m 3500, con andamento rettilineo e pendenza pari all'1%.

<sup>21</sup> TARGIONI TOZZETTI, 1751, II, p. 128 ss.

<sup>22</sup> VIVOLI, 1842, pp. 68-69.

<sup>23</sup> Cf. MAFFEI, 1878, pp. 120-122; su tali interventi cfr. CIAMPOLTRINI-CIANFERONI-ROMUALDI, 1982-83.

<sup>24</sup> MANTOVANI, 1892, pp. 60-62.

<sup>25</sup> Tali reperti sono stati individuati nel 1998 da R. Galoppini, M. Taddei e L. Viresini nel Deposito Comunale dei Bottini dell'Olivo, Livorno.

<sup>26</sup> Cf. nota 8.

<sup>27</sup> Sul problema BANTI, 1939, p. 371; PASQUINUCCI-CECCARELLI LEMUT, 1991, pp. 116-117.

<sup>28</sup> TARGIONI TOZZETTI, 1751, p. 133.

<sup>29</sup> TARGIONI TOZZETTI, 1751, p. 136.

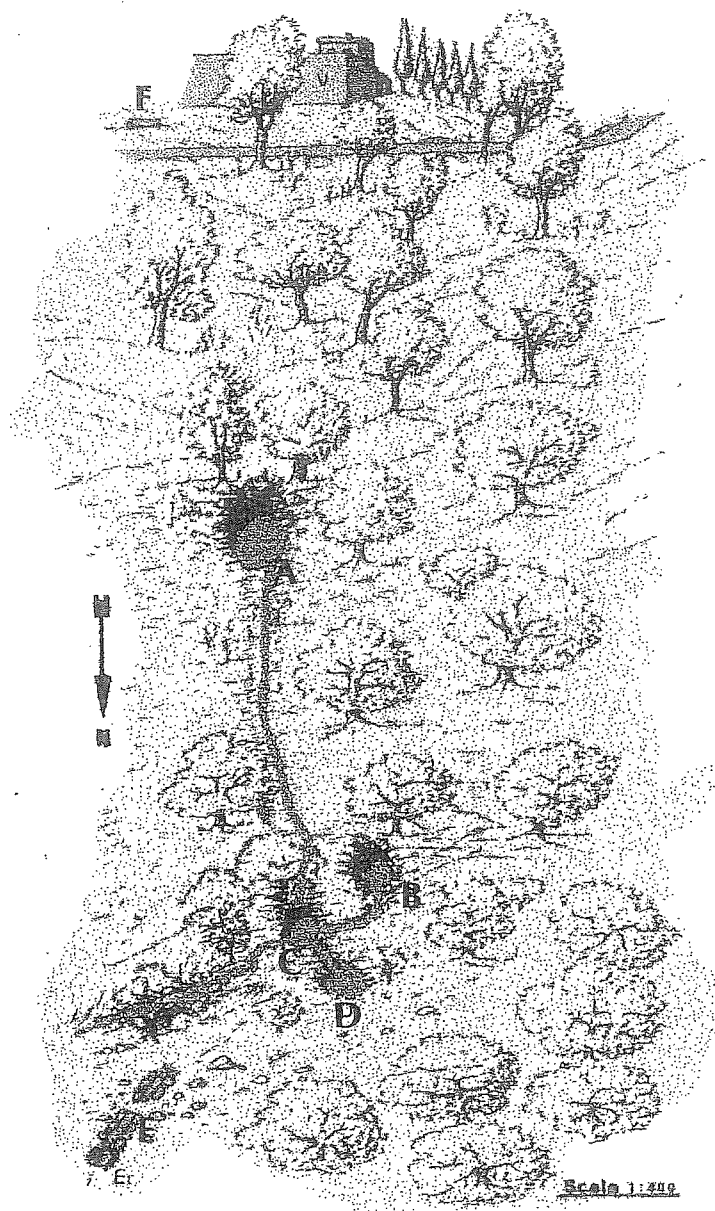


Fig. 7 - L'area delle sorgenti.

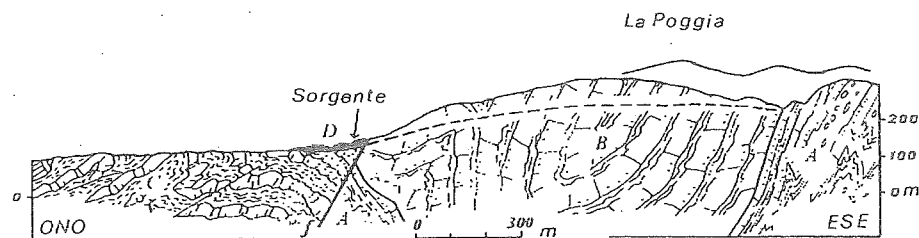


Fig. 8 - Sezione geologica attraverso il serbatoio della sorgente principale dell'Acquedotto Mediceo.

## 2) ASPETTI IDROGEOLOGICI

Le due sorgenti (Fig. 1, 7) che alimentavano l'acquedotto romano scaturivano dal tratto più basso dell'affioramento della Formazione di Poggio S. Quirico<sup>30</sup> attraverso una lama della Formazione dei Calcari di Castelnuovo, estesa per circa un ettaro e di una potenza di poco più di 20 metri (Fig. 8). Questi ultimi presentano un'alta permeabilità intrinseca per la loro natura di scogliera corallina che conserva ancora masse biocostruite ricche di vacuoli.

Le acque giungevano in questa lama calcarea dal contatto per faglia con la soprastante Formazione di Poggio S. Quirico. Dato che le rocce di quest'ultima formazione hanno permeabilità intrinseca piuttosto scarsa, è stato riconosciuto<sup>31</sup> che possano raggiungere una notevole permeabilità secondaria per fessurazione e fratturazione in corrispondenza delle zone nelle quali hanno subito maggiori sconvolgimenti tettonici.

La struttura tettonica della Formazione di Poggio S. Quirico nell'ambito del Monte La Poggia corrisponde, nelle linee generali, a un sinclinorio ad asse SW-NE, con fianco NW rovesciato e piano assiale inclinato di circa 30°. In Fig. 8 si può notare che, nei circa 400 metri immediatamente al di sopra delle sorgenti, è segnalata una piega anticlinale assai più piccola della struttura principale, ancora con piano assiale inclinato di circa 30° e dall'andamento più incerto in quanto venuta in luce soltanto in seguito agli sbancamenti di una cava per le sottostanti fornaci. Nell'area di tale cava compaiono alcune superfici di faglia a basso angolo, verosimilmente collegate a stiramenti tettonici i quali, poiché non appaiono passare oltre la compagine della Formazione di Poggio S. Quirico, devono essere ritenuti secondari e limitati a strutture tettoniche minori, disarmoniche nei confronti del grande sinclinorio parzialmente rovesciato.

Il margine occidentale di quest'ultimo è invece completamente tagliato dalla faglia di Villa Limone, ad alto angolo (circa 80°) che presenta al tetto la Formazione delle Argille e Calcari Palombini (del tutto impermeabile), sormontata dall'esile lama della Formazione del Calcare di Castelnuovo.

In definitiva l'affioramento della Formazione di Poggio S. Quirico, in corrispondenza del Monte La Poggia, bacino principale delle sorgenti dell'acquedotto romano, è valutabile in circa 150 ettari ed è attualmente noto soltanto nei lineamenti generali e in alcuni particolari dell'area di cava. I primi sono relativamente semplici e conosciuti, i secondi invece sono molto più complessi essendo disarmonici rispetto alla struttura generale e, d'altra parte, non è noto se si distribuiscano su tutto l'affioramento, cioè oltre l'area di cava in cui sono ben visibili. Infine,

<sup>30</sup> Per questa e le altre formazioni geologiche citate di seguito cfr. LAZZAROTTO-MAZZANTI-NENCINI, 1990, con carta geologica in scala 1:25.000.

<sup>31</sup> MAZZANTI-TRUMPY, 1987.

visto che la Formazione di Poggio S. Quirico non è dotata di una buona permeabilità intrinseca, la presenza di acque nella sua compagine va attribuita principalmente ad una fitta diffusione di diaclasi di origine tettonica, collegate più con le strutture minori che con la maggiore.

Nella valutazione delle dimensioni del serbatoio idrico rifornente le sorgenti, va considerato che non è nota la sua superficie inferiore, come rappresentato nella Fig. 8. Nella stessa illustrazione la linea tratteggiata a monte della sorgente indica l'intersezione, in corrispondenza della sezione geologica della Figura, del pelo di una falda idrica immaginata omogenea, come se il bacino sinclinale del Monte La Poggia fosse costituito da sabbie invece che da calcari-marnosi stratificati. Anche in questo caso, estremamente semplificato a favore delle reali possibilità di sfruttamento di una ipotetica falda ben lontana dalle condizioni reali, le due sorgenti di Limone risulterebbero di trabocco di una lama d'acqua di circa 1 km<sup>2</sup> di superficie per un'altezza, ovviamente variabile con le precipitazioni, ma che mediamente in pochi punti può raggiungere 100 metri.

Calcoli come questi, naturalmente, sono del tutto ipotetici, sia per la grande differenza del materiale (in prevalenza calcari-marnosi stratificati) che è presente nel serbatoio del Monte La Poggia nei confronti di un bacino riempito di sabbia, sia nella valutazione di un'area di circa 1 km<sup>2</sup> per la superficie di rifornimento delle sorgenti di Limone. Infatti il serbatoio idrico del Monte la Poggia, pur estendendosi su un affioramento di circa 2,5 km<sup>2</sup>, risulta drenato nei settori estremi a NE e SW da incisioni torrentizie piuttosto profonde, che si spingono a quote inferiori a quelle delle sorgenti di Limone, ovviamente sottraendo parte delle acque del bacino.

Dallo stesso bacino acquifero del Monte La Poggia, peraltro, sono state sfruttate anche tre sorgenti per l'acquedotto mediceo del XVII secolo che riforniva la città di Livorno<sup>32</sup>. Comunque due di queste sorgenti non corrispondevano esattamente a quelle della conduttura romana, essendo localizzate qualche centinaio di metri a NE. Trovandosi a quote leggermente inferiori, è probabile che il loro sfruttamento abbia diminuito la portata delle sorgenti utilizzate per l'acquedotto romano.

### 3) GLI ELEMENTI COSTITUTIVI DELL'ACQUEDOTTO E LE CARATTERISTICHE TECNICHE

Nel tratto iniziale, di 100 metri e con la forte pendenza del 15%, dalla vasca D al pozzetto E1, la conduttura era costituita da *tubuli* a sezione circolare, protetta da muretti a secco. La lunghezza media dei *tubuli* è di cm 47; il diametro interno varia dai cm 18 ai 21 (Fig. 9, A); i singoli elementi erano innestati grazie agli appositi incastri presenti alle due estremità e accuratamente sigillati con malta bianca<sup>33</sup>.

Nel tratto successivo da E1 a E12, (Fig. 1) di m 1260 con una pendenza media del 3,5%, la conduttura è invece costituita da elementi fittili di forma rettangolare, di cui sono stati individuati due tipi diversi:

- tegole presenti nella maggior parte del percorso, in media lunghe circa cm 50, internamente larghe cm 15 e con spesse ali (cm 4), alte cm 11; il piano di appoggio è dello spessore di cm 3 (Fig. 9, B). Risultano inserite l'una nell'altra mediante gli appositi incastri e coperte da *tegulae sesquipedales* lunghe cm 47, larghe 34; le loro ali sono spesse cm 4 ed alte cm 7; il piano di appoggio è spesso cm 3,5;
- tegole lunghe cm 50, internamente larghe cm 10,5; le ali sono spesse in media cm 2,5 ed alte

<sup>32</sup> MAZZANTI-TRUMPY, 1987.

<sup>33</sup> Come descritti da Vitruvio (VIII, 6, 8), e Plinio (N.H. 31, 31), su cui cfr. GRIMAL, 1944.

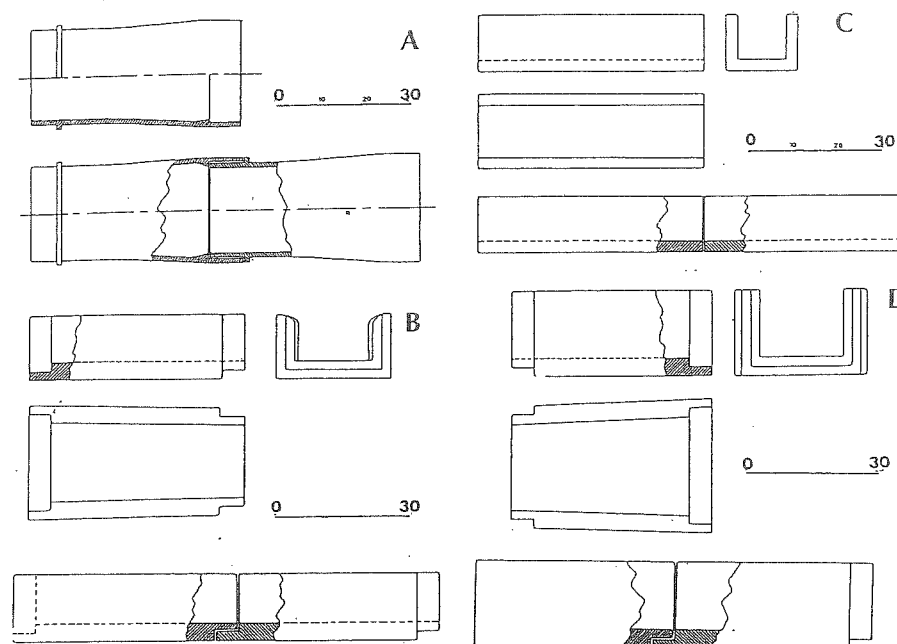


Fig. 9 – Tipologia dei laterizi impiegati nella costruzione dell'acquedotto.

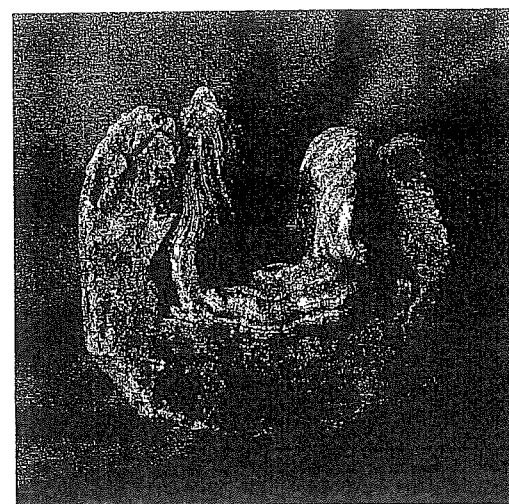


Fig. 10 – Laterizio con specus quasi completamente occluso da strati di carbonato di calcio.

cm 11; il piano di appoggio è di cm 2,5. Alle estremità non presentano incastri e risultano messe in opera per semplice giustapposizione (Fig. 9, C). Tali laterizi, che si caratterizzano per le superfici particolarmente scabrose e per il corpo ceramico grossolano, sono stati individuati soltanto in due tratti della condotta (E7; E11); è da segnalare che nello *specus* di questi settori risultano depositati strati di carbonato di calcio che in alcuni punti ne occludono quasi completamente la luce (Fig. 10). Come è noto tali depositi (in letteratura archeologica comunemente definiti *sinter*, poiché di essi si occuparono per primi studiosi tedeschi) sono presenti soprattutto nei tratti di condotta dove si è voluto aumentare la frizione per ritardare la velocità dell'acqua<sup>34</sup>.

Nel tratto finale, a S. Stefano ai Lupi, la condotta doveva essere formata da fittili di larghezza maggiore, data la minore pendenza (1% circa). Le tegole rinvenute in loc. Podere Sambaldi sono infatti lunghe cm 45, con larghezza interna minima di cm 18 ed ali con altezza di cm 15 (Figg. 6 e 9, D).

I laterizi messi in opera nell'acquedotto di Limone rientrano in tipologie ben note e comuni nel mondo romano<sup>35</sup>. Non sono stati rinvenuti bolli ma, a giudicare dai corpi ceramici, tali laterizi risultano di manifattura strettamente locale, data la presenza di inclusi derivati da rocce ofiolitiche, comuni nelle Colline Livornesi<sup>36</sup>. Le produzioni locali di laterizi sono peraltro da tempo note in letteratura<sup>37</sup>.

In assenza di scavi stratigrafici, di peculiarità tecniche e di bolli laterizi, al momento l'acquedotto di Limone non fornisce elementi per una datazione intrinseca.

Per quanto riguarda la valutazione della portata dell'acquedotto, abbiamo adottato un approccio integrato, fondato su due diverse strategie: 1) ricavare dati dall'applicazione di formule collegate alle dimensioni della condotta nei suoi vari tratti, in relazione alle diverse pendenze e alle possibili rugosità interne dei materiali fittili; 2) utilizzare notizie storiche relative all'acquedotto seicentesco che attingeva dalle stesse sorgenti di quello romano.

Al momento, in attesa di auspicati scavi stratigrafici, per quanto riguarda la prima strategia, delle grandezze necessarie per il calcolo sono note, con buon grado di affidabilità, le pendenze nei vari tratti; sono state identificate quattro diverse tipologie di condotta con le relative dimensioni interne, ma (salvo la sezione in *tubuli*) non è possibile determinare con precisione quanto ciascuna di queste fosse estesa nell'intero percorso dell'acquedotto. Inoltre, a proposito della valutazione della scabrosità, che come è noto ha una forte incidenza nelle formule relative al calcolo della portata, bisogna sottolineare che vi sono notevoli difficoltà dovute ancora al fatto che l'acquedotto non è stato scavato, e che gli elementi fittili si troverebbero, comunque, in uno stato di forte usura dovuto ad una attività secolare.

Calcoli teorici basati sulle variazioni di pendenza e le diverse dimensioni della condotta nei vari tratti hanno avuto come risultato portate variabili tra 25 e 21 litri/secondo<sup>38</sup>, tenendo conto di un valore approssimativo della scabrosità. Mutando questo valore, il calcolo condurrebbe ad una portata di 10 litri/secondo<sup>39</sup>. È ovvio che, nel migliore dei casi, formule del genere possono avere un significato più di progettualità che non di effettivo funzionamento<sup>40</sup>.

Per quanto riguarda quest'ultimo, un'indicazione indiretta può essere fornita dalla relazione

<sup>34</sup> WILSON, 1997, p. 9.

<sup>35</sup> Cf. ADAM, 1984, pp. 283-286.

<sup>36</sup> DEL RIO et ALII, 1996.

<sup>37</sup> CHERUBINI-DEL RIO, 1995; MENCHELLI, 2004.

<sup>38</sup> Valutazione effettuata dall'Ing. Evaldo Pirone, Coltrone, Salerno.

<sup>39</sup> Valutazione effettuata dall'Ing. Francesco Launaro, La Spezia.

<sup>40</sup> A proposito dell'approssimazione dei calcoli della portata degli acquedotti antichi cfr. BOUCHER, 1983, *passim* e TÖLLE KASTENBEIN, 1993, pp. 180-184.

dell'Ing. Salvetti<sup>41</sup> che, nel XVIII secolo, in occasione della costruzione del Nuovo Acquedotto di Colognole, misurò la portata in Livorno dell'Acquedotto Mediceo in 36 barili l'ora. Va considerato che l'acquedotto Mediceo nel XVIII secolo prelevava acqua da cinque sorgenti, tre delle quali dallo stesso bacino imbrifero di Limone<sup>42</sup>, di cui solo una, la principale, fu utilizzata per l'acquedotto romano. Poiché Diaz riporta che un barile per acqua toscano conteneva 20 fiaschi<sup>43</sup> e visto che un fiasco contiene mediamente 1,7 litri, un barile dovrebbe corrispondere a 34 litri. Date queste premesse, 36 barili/ora corrispondono a 1224 litri/ora oppure a 0,34 litri/secondo.

Questo dato è senza dubbio molto inferiore ai valori espressi dai calcoli teorici relativi all'acquedotto romano. Tale variazione è dovuta al fatto che nei suddetti calcoli non è stato possibile tener conto delle perdite, che, per vari motivi (ragioni tecniche, deviazioni illegali, etc.) erano numerose negli acquedotti antichi<sup>44</sup>.

Inoltre, questa bassa portata nell'acquedotto nel XVIII secolo può essere dovuta ad altre cause, quali l'aumentato numero dei punti di captazione dallo stesso serbatoio (due in età romana; tre in età moderna), che in definitiva può essere risultato in sovrasfruttamento con effetti negativi.

Un'altra possibile causa, i cui effetti al momento non sono conosciuti, può riguardare una maggiore velocità di rimpinguamento del serbatoio in epoca romana, collegata o ad una maggiore quantità di precipitazioni o ad una differenza nella copertura del manto boscoso.

Tenendo dunque conto dello stato delle conoscenze attuali, il calcolo teorico esposto sopra può essere considerato utile per una indicazione della quantità massima dell'acqua trasportabile dall'acquedotto romano, mentre nessuna indicazione attendibile può essere ricavata sulla effettiva capacità di forniture idriche del bacino e sulle entità delle dispersioni.

#### 4) I MATERIALI CERAMICI RINVENUTI IN PROSSIMITÀ DELL'ACQUEDOTTO

Lungo il tracciato dell'acquedotto sono stati rinvenuti numerosi frammenti ceramici pertinenti a vasellame, anfore e laterizi di età romana e medievale.

Per quanto riguarda il periodo romano si tratta in massima parte di pareti di anfore e di suppellettili di uso comune, esemplari troppo frammentati per essere tipologizzabili. A giudicare dai corpi ceramici, il materiale risulta soprattutto di produzione locale o comunque nord-etrusco, ma si segnalano anche pareti di anfore nord-africane, riconoscibili per il caratteristico corpo ceramico a quarzo eolico<sup>45</sup>.

Sono stati rinvenuti alcuni frammenti di vasellame a vernice nera di manifattura nord-etrusca (Fig. 11, nn. 1-3). I corpi ceramici sono di colore beige-rosato, depurati; le vernici, quando conservate, sono nero-bluestre, lucide e abbastanza coprenti. Se i fondi non permettono un preciso inquadramento tipologico, l'orlo (Fig. 11, n. 1) può essere invece attribuito alla coppa

<sup>41</sup> Filza 23 cc. 4-IIR della R. Deputazione degli Acquedotti, in Archivio di Stato di Livorno.

<sup>42</sup> MAZZANTI, 1986.

<sup>43</sup> DIAZ, 1976.

<sup>44</sup> Frontino II, 112. Sul problema cfr. TÖLLE KASTENBEIN, 1993, p. 182.

<sup>45</sup> PASQUINUCCI et ALII, 1998b.

Morel 2538, non a caso una delle più documentate nelle produzioni dell'Etruria settentrionale, databile intorno alla seconda metà del III secolo a.C.<sup>46</sup>

Anche per quanto riguarda la terra sigillata gli esemplari tipologizzabili sono riferibili a forme ben note nel repertorio delle produzioni pisano/volterrane. Sono state infatti rinvenute la coppa *Conspectus* 22, databile dal 20 a.C. al 35 d.C., e il piatto *Conspectus* 3, prodotto dal 15 d.C. agli inizi del II secolo d.C. Queste forme risultano fra le più comuni negli scarichi delle fornaci individuate in Pisa (via S. Zeno, via S. Stefano) e nel territorio limitrofo (Isola di Migliarino). La coppa *Conspectus* 22, in particolare, rappresenta il simbolo dell'espansione produttiva e commerciale delle manifatture dell'Etruria settentrionale costiera, poiché essa è stata rinvenuta persino oltre i confini dell'impero, ad Arikamedu, nell'India sud-orientale, in una comunità di *mercatores* romani che gestiva i commerci fra l'estremo Oriente ed il Mediterraneo<sup>47</sup>.

Il vasellame medievale rinvenuto in prossimità del tracciato dell'acquedotto è costituito da vasellame da fuoco (olle, testelli), manufatti con corpi ceramici grossolani, e da contenitori da mensa dispensa (brocche, boccali, orcioli) in ceramica acroma depurata. La maggior parte del materiale proviene da un'area ad Ovest delle sorgenti, dove sono ancora visibili resti di edifici medievali. Il materiale è estremamente frammentario e pochi sono i frammenti tipologizzabili.

Fra questi si segnalano un testello con orlo indistinto a labbro arrotondato e parete inclinata (Fig. 11, n. 4), che trova confronto con esemplari rinvenuti a Pisa in contesti di fine X-metà XIII secolo<sup>48</sup>. Le brocche ed i boccali con anse a nastro complanari (Fig. 11, n. 5), ed a corpo globulare (Fig. 11, n. 6) rientrano nella tipica produzione della acroma "pisana" di XII-XIV secolo, caratterizzata da un corpo ceramico di colore rosso-mattone, compatto e depurato<sup>49</sup>. In prossimità della vasca C proviene un boccale trilobato con ansa, corpo globulare e fondo piano (Fig. 11, n. 7), ben noto in ambito pisano nei contesti di XIII-XIV secolo<sup>50</sup>.

## 5) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La conduttura che adduceva acqua a *Portus Pisanus* rientra nella tipologia dell'acquedotto in tubatura<sup>51</sup>, che nel mondo romano è raramente documentato rispetto al tipo "classico" con *specus* di ampia sezione e costruito in muratura<sup>52</sup>.

Per quanto riguarda l'Italia romana, infatti, non sono molti gli esempi noti di acquedotti che utilizzino tubazioni per l'adduzione dell'acqua da fuori città: al momento conosciamo gli esemplari di Padova e di Libarna<sup>53</sup>, costituiti da tubazioni litoidi, e quelli di Amendolara<sup>54</sup> e di Rimini<sup>55</sup>,

<sup>46</sup> MOREL, 1981, p. 181; PASQUINUCCI et ALII, 1998a, p. 104.

<sup>47</sup> MENCHELLI et ALII, 2001.

<sup>48</sup> CASASOLA-GUIGGI-SANGRISO, 1993, p. 462, n. 36.

<sup>49</sup> MENCHELLI-RENZI RIZZO-CAPELLI, 1997.

<sup>50</sup> BERTI-MENCHELLI, 1999.

<sup>51</sup> Cfr. TÖLLE KASTENBEIN, 1993, pp. 101-103.

<sup>52</sup> RIERA, 1994, p. 261; in generale cfr. HODGE 1992.

<sup>53</sup> MONACO, 1936.

<sup>54</sup> LAVIOSA, 1974.

<sup>55</sup> AURIGEMMA, 1941, pp. 355-361.

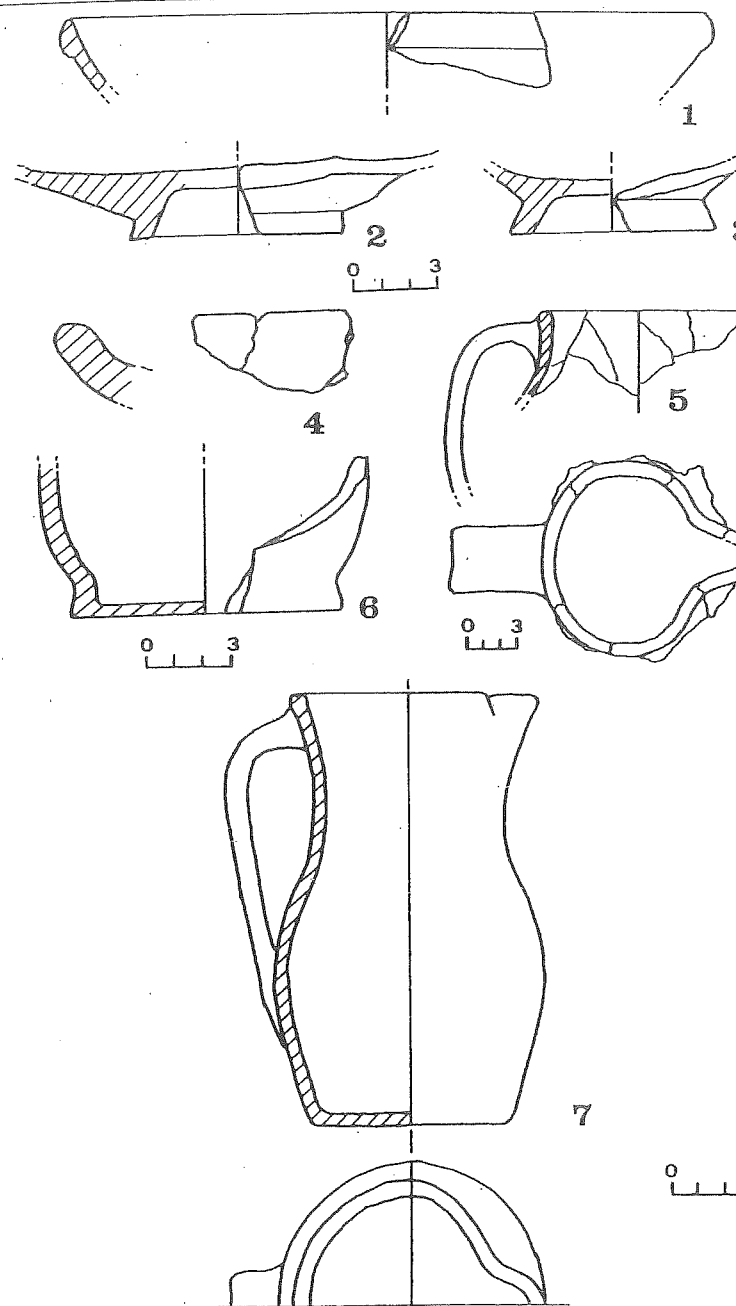


Fig. 11 – Materiali ceramici rinvenuti in prossimità dell'acquedotto.



con tubazioni fittili: quest'ultimo manufatto, peraltro, costituito da *tegulae* e da *tubuli* presenta notevoli similitudini con la struttura rinvenuta nel territorio livornese. Acquedotti in tubature fittili sono noti nelle province, dalla Britannia<sup>56</sup> alla regione del Reno<sup>57</sup>, alla Palestina<sup>58</sup>.

Come abbiamo detto, al momento non disponiamo di elementi intrinseci utili per la datazione del manufatto, né per individuare eventuali restauri o rifacimenti, che pure sono frequentemente attestati nelle strutture idrauliche<sup>59</sup>. Tra gli eventuali momenti della costruzione dell'acquedotto di Limone possiamo individuare la tarda età repubblicana, come suggerirebbe la datazione di alcuni insediamenti rurali e delle fornaci per anfore Dressel 1 sul piano di *Portus Pisanus*<sup>60</sup>, oppure la prima età imperiale, durante la fase di massimo sviluppo agricolo e manifatturiero del distretto, conseguente alla deduzione della colonia *Opsequens Iulia Pisana* e alla riorganizzazione territoriale connessa alla centuriazione<sup>61</sup>. L'altro acquedotto al momento noto in territorio pisano, di cui rimangono due serie di *arcuationes* in loc. Caldaccoli, dalle falde nord-occidentali del monte Pisano si dirigeva verso il settore nord-orientale della città. Il manufatto, costituito da pilastri in *opus vittatum* e in *opus vittatum mixtum* e con *specus* in muratura, si data all'ultimo venticinquennio del I secolo d.C.<sup>62</sup>.

L'acquedotto di Limone doveva rappresentare un elemento di notevole importanza nel paesaggio agrario di questo settore dell'*ager Pisanus*<sup>63</sup>, e costituire una risorsa imprescindibile per le attività portuali e per le esigenze dell'abitato connesso.

*Portus Pisanus* come è noto rimase attivo sino alla tarda antichità<sup>64</sup> ed è dunque altamente probabile che anche l'acquedotto continuasse ad essere mantenuto in funzione per tutti gli usi produttivi del Piano di Porto<sup>65</sup> che, fra l'altro, ancora nel V secolo d.C. risulta popolato da fattorie<sup>66</sup>.

I depositi calcarei (*sinter*) individuati in due tratti di condotta (E7 e E11) documentano che il suo funzionamento non fu della massima efficienza. Gli acquedotti e le installazioni idrauliche in genere, come è ovvio, richiedevano un'accurata manutenzione<sup>67</sup>: il carbonato di calcio che depositandosi formava delle concrezioni sul fondo e sulle pareti delle condutture costituiva il peggior ostacolo al libero scorrimento delle acque<sup>68</sup>.

La formazione di tali depositi è legata a più variabili quali la percentuale del Ca++<sup>69</sup>, temperature

<sup>56</sup> WILSON, 1997, p. 25.

<sup>57</sup> HATT, 1983, pp. 175-177.

<sup>58</sup> PELEG, 1991, p. 130.

<sup>59</sup> Cfr. VITR., VIII, 6, 10. Cfr. anche TÖLLE KASTENBEIN, 1993, pp. 52-53.

<sup>60</sup> MENCHELLI, 1990-91. In loc. S. Stefano sono state rinvenute monete repubblicane (MAFFEL, 1878, pp. 120-122); vedi inoltre sopra, la ceramica a vernice nera recuperata in prossimità dell'acquedotto.

<sup>61</sup> PASQUINUCCI-MENCHELLI, 1999.

<sup>62</sup> PASQUINUCCI, 1990.

<sup>63</sup> Per i rapporti intercorrenti fra paesaggio agrario ed impianti idraulici cfr. ad esempio DELL'ERA, 2000.

<sup>64</sup> Agli inizi del V secolo, secondo Rutilio Namaziano, era *portum quem fama frequentat Pisanum emporio divitiisque maris* (Rut. Nam. I, 531-532). Cfr. da ultimi PASQUINUCCI-DEL RIO-MENCHELLI, 2002.

<sup>65</sup> Possiamo sottolineare che l'entità geografica di Piano di Porto è stata individuata per la prima volta da G. Targioni Tozzetti (TARGIONI TOZZETTI, 1751) in quanto separata dalla Pianura di Pisa dalla Gronda dei Lupi. Quest'ultima è una scarpata che dall'altezza di circa 5 m nell'interno raggiunge il livello del mare in corrispondenza della Fortezza Vecchia di Livorno e della quale è stata riconosciuta la funzione geo-morfologica di suddivisione fra la Pianura di Pisa (di origine alluvionale olocenica) ed il Terrazzo di Livorno (di origine glacio-eustatica del Pleistocene Superiore) (BARSOTTI et ALII, 1974).

<sup>66</sup> PASQUINUCCI-MENCHELLI, 1999.

<sup>67</sup> FAHLBUSCH, 1991.

<sup>68</sup> Frontino infatti fornisce informazioni a proposito dei lavori di rimozione di questi depositi dalle condutture di Roma (De ag. II, 122).

<sup>69</sup> Sottolineiamo che l'acqua delle sorgenti di Limone era un'acqua dura, data la prevalenza di strati di calcari nel serbatoio idrico.

dell'aria e dell'acqua allo sgorgare nella sorgente e inoltre, nei condotti, la velocità dell'acqua e, in modo particolare, un'alta turbolenza del flusso<sup>70</sup>. Visto che non sappiamo se il *sinter* si sia formato soltanto nei due tratti individuati, oppure anche in altri settori, dato che l'acquedotto non è stato scavato, ricordiamo che i due segmenti E7 e E11 sono in un'area di media collina, con pendenza di 3,5% e sono costituiti da laterizi molto scabrosi all'interno, messi in opera per attutire la velocità dell'acqua. È probabile che il tentativo di regolare la velocità del flusso influisse negativamente sul funzionamento dell'acquedotto, favorendo la formazione di questi depositi di *sinter*.

È stato calcolato che negli acquedotti di Nîmes, Pergamo, e Cologne il *sinter* si depositasse con una media di circa 1-2 mm per anno<sup>71</sup>: lo spesso strato (sino a 10 cm) individuato nella condotta di Limone può essere relativo all'ultima fase di vita della struttura, protrattasi per circa 50-100 anni ed evidentemente conclusasi con il suo progressivo ed inesorabile decadimento.

Tale periodo può essere collocato fra la fine del VI e gli inizi del VII secolo d.C.: se nel 603 Pisa era ancora attiva sul mare, con i suoi *dromoni* pronti a salpare sfidando la tregua in atto fra Longobardi e Bizantini<sup>72</sup>, nei decenni successivi, con la conquista longobarda di Pisa e poi della Liguria, nell'alto Tirreno si determinò la definitiva destrutturazione del sistema sociale, produttivo e commerciale "romano".

La dismissione dell'acquedotto fu uno degli episodi critici che sancirono la fine della storia romana di *Portus Pisanus*.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ADAM J.P. (1984) – *La construction romaine: matériaux et techniques*, Paris.
- AURIGEMMA S. (1940-1941) – *Acquedotto ad elementi fittili di età romana scoperto nei lavori di scavo del canale scaricatore del fiume Marecchia*, Not. Sc., ser. 7, 18, pp. 355-374.
- BANTI L. (1939) – *Triturrita*, in PAULYS-WISSOWA VII A, 1, Stuttgart, p. 371.
- BANTI L. (1943) – "Pisae", *Arti Acc. Pont., Mem.*, ser. 3, 6, 1, pp. 67-141.
- BARSOTTI et ALII (1974) – *Studio del Quaternario livornese, con particolare riferimento alla stratigrafia ed alle faune delle formazioni del Baio di carenaggio della Torre del Fanale*, Mem. Soc. Geol. Ital., 13, pp. 425-495.
- BERTI G., MENCHELLI S. (1998) – *Pisa. Ceramiche da cucina, da dispensa, da trasporto dei secoli X-XIV*, *Archeologia Medievale*, pp. 307-333.
- BOUCHER J.P. (1983) (ed.) – *Tagung über Römische Wasserversorgungsanlagen (Lyon, 1977)*, Paris.
- BRUNI S. (2000) (ed.) – *Le navi antiche di Pisa ad un anno dall'inizio delle ricerche*, Firenze.
- CASASOLA D., GUIGGI B., SANGRISO P. (1993) – *Vasellame da fuoco privo di rivestimento: forme aperte*, in AA.VV., *Pisa piazza Dante: uno spaccato della storia pisana. La campagna di scavo 1991*, BRUNI S. (ed.), pp. 445-472.
- CHERUBINI L., DEL RIO A. (1995) – *Appunti su fabbriche del territorio pisano e volterrano*, Ann. Scuola Normale Sup. Pisa, 25, 1-2, pp. 351-388.
- CIAMPOLTRINI G., ANDREOTTI A. (1990-91) – *Figline pisane*, *Opus*, 9-10, pp. 161-167.
- CIAMPOLTRINI G., CIANFERONI C., ROMUALDI A. (1982-1983) – *La Raccolta Archeologica e Numismatica Enrico Chiellini, il Museo Civico Archeologico di Livorno ed i materiali da Portus Pisanus*, *Rassegna di Archeologia*, 3, pp. 183-241.
- CORRETTI A. (1994) – "Pisa", in *Bibliografia Topografica della Colonizzazione Greca in Italia e nelle Isole Tirreniche*, NENCI G.-VALLET G. (edd.), Pisa-Roma, 591-660.
- DELL'ERA F. (2000) – *Villa e paesaggio: gli impianti idraulici*, *Bull. Comm.*, 101, pp. 249-262.

<sup>70</sup> Evidentemente la turbolenza dovette essere più forte in alcuni dei tratti a maggiore pendenza, nei quali è noto che venissero inseriti laterizi più scabrosi per aumentare la frizione e controllare la velocità dell'acqua.

<sup>71</sup> FAHLBUSCH, 1991.

<sup>72</sup> Gregorio Magno, *Epist.*, 13, 26.

- DEL RIO A., MANNONI T., MENCHELLI S., PASQUINUCCI M. (1996) – *Productions locales et importations en haute Etrurie Tyrrhénienne, de la période de la romanisation jusqu'au VI<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. Un exemple d'étude archéométrique*, Revue d'Archéométrie, Suppl. 1996, pp. 113-118.
- DIAZ F. (1976) – *Il Granducato di Toscana, I Medici*, in *Storia d'Italia*, GALASSO G. (ed.).
- FAHLBUSCH H. (1991) – *Maintenance problems in ancient aqueducts*, in HODGES 1991, pp. 7-14.
- GRIMAL P. (1944) – *Vitruve et la technique des aqueducs*, Revue de Philologie, 71, pp. 162-174.
- HATT J.J. (1983) – *La conduite d'eau romaine de Kuttolsheim à Strasbourg*, in BOUCHER 1983, pp. 175-177.
- HODGE A.T. (1991) (ed.) – *Future currents in aqueduct studies*, Leeds.
- HODGE A.T. (1992) – *Roman aqueducts and water supply*, London.
- LAVIOSA V. (1974) – *L'acquedotto romano di Amendolara*, Magna Grecia, 9, 1-2, pp. 15-16.
- LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., NENCINI C. (1990) – *Geologia e morfologia dei Comuni di Livorno e Collesalveti*, Quad. Mus. Storia Nat. Livorno, suppl. II, 11.
- MAFFEI N. (1878) – *Nota*, Not. Sc., pp. 122.
- MANTOVANI P. (1892) – *Il Museo Archeologico e Numismatico di Livorno*, Livorno.
- MAZZANTI R. (1986) – *L'approvvigionamento idrico di Livorno: Riferimenti storici e considerazioni geologiche*, in *Convegno sullo Stato dell'Ambiente a Livorno*, Livorno, pp. 61-75.
- MAZZANTI R. (1994) (ed.) – *La pianura di Pisa ed i rilievi contermini*, Roma.
- MAZZANTI R., PASQUINUCCI M. (1983) – *L'evoluzione del litorale lunense-pisano fino alla metà del XIX secolo*, Boll. Soc. Geogr. Ital., 12, pp. 605-628.
- MAZZANTI R., TRUMPY L. (1987) – *Di una pianta del '700 rappresentante l'acquedotto mediceo di Livorno*, Boll. Stor. Pis., 56, pp. 169-178.
- MENCHELLI S. (1990-91) – *Una fornace di anfore Dressel 2-4 nell'ager Pisanus ed alcune considerazioni sui contenitori vinari prodotti nell'Etruria settentrionale in età romana*, Opus, 9-10, pp. 169-182.
- MENCHELLI S. (2004) – *Nuovi reperti per le figline dell'Etruria settentrionale costiera*, SCO, c.s.
- MENCHELLI S., CAPELLI C., DEL RIO A., PASQUINUCCI M., PICON M., THIRON-MERLE V. (2001) – *Ateliers de céramiques sigillées de l'Etrurie septentrionale maritime: données archéologiques et archéométriques*, RCRF Acta 37, Lyon, pp. 89-105.
- MENCHELLI S., RENZI RIZZO C., CAPELLI C. (1997) – *Ceramica priva di rivestimento a Pisa nel Medioevo: produzione e commerci*, in *I Congresso Nazionale di Archeologia Medievale*, Pisa, pp. 384-388.
- MONACO G. (1936) – *L'acquedotto di Libarna*, Libarna. Forma Italiae, IX, 1, cc. 46-50.
- MOREL J.P. (1981) – *Céramique Campanienne. Les formes*, Roma.
- PASQUINUCCI M. (1990) – *L'acquedotto romano*, in AA.VV., *S. Giuliano Terme. La storia, il territorio*, Pisa, pp. 165-179.
- PASQUINUCCI M. (2003) – *Pisa e i suoi porti in età etrusca e romana*, in TANGHERONI 2003, pp. 93-97.
- PASQUINUCCI M. et ALII (1998a) – *Ceramica a vernice nera dall'Etruria settentrionale costiera*, in *Indagini archeometriche relative alla ceramica a vernice nera: nuovi dati sulla provenienza e diffusione*, a cura di P. Frontini, M.T. Grassi, Milano 1996, Milano, pp. 101-118.
- PASQUINUCCI M. et ALII (1998b) – *Circolazioni di merci africane nel Tirreno settentrionale (I-VII sec. d.C.)*, Africa Romana, 12, pp. 1401-1421.
- PASQUINUCCI M., CECCARELLI LEMUT M.L. (1991) – *Fonti antiche e medievali per la viabilità del territorio pisano*, Boll. St. Pis., 60, pp. 111-138.
- PASQUINUCCI M., DEL RIO A., MENCHELLI S. (1998) – *Le anfore vinarie dell'Etruria settentrionale costiera in età romana*, 2on Colloqui Internacional d'Arqueologia Romana, El vi a l'Antiguitat, pp. 357-363.
- PASQUINUCCI M., DEL RIO A., MENCHELLI S. (2002) – *Porti e dinamiche commerciali dell'Etruria settentrionale costiera (ager Pisanus et Volaterranus)*, in *L'Africa Romana*, XIV Convegno, Roma, pp. 767-778.
- PASQUINUCCI M., MENCHELLI S. (1999) – *The Landscape and economy of the territories of Pisae and Volaterrae (coastal North Etruria)*, JRA, 11, pp. 122-141.
- PASQUINUCCI M., MENCHELLI S., MAZZANTI R., MARCHISIO M., D'ONOFRIO L. (2002) – *Coastal Archaeology in North Etruria. Geomorphologic, archaeologic, archive, magnetometric and geoelectrical researches*, Revue d'Archéométrie, 25, 2001, pp. 187-201.
- PELEG Y. (1991) – *Ancient pipelines in Israel*, in HODGE 1991, pp. 129-140.
- RIERA I. (1994) (ed.) – *Utilitas Necessaria. Sistemi idraulici nell'Italia romana*, Milano.
- TANGHERONI M. (2003) (ed.) – *Pisa e il Mediterraneo. Uomini, merci, idee dagli Etruschi ai Medici*, Milano.
- TARGIONI TOZZETTI G. (1751) – *Relazione di alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, Firenze, vol. II.

- TÖLLE KASTENBEIN R. (1993) – *Archeologia dell'acqua. La cultura idraulica nel mondo classico*, Milano.
- VIVOLI G. (1842) – *Annali di Livorno. Dalla sua origine sino all'anno di Gesù Cristo 1840*, Livorno.
- WILSON R.J.A. (1997) – *Tot aquarum tam multis necessariis molibus. Recent studies on aqueducts and water supply*, JRA, 10, pp. 5-29.

## RIASSUNTO

Nel corso di ricognizioni archeologico-topografiche sono stati individuati i resti di un acquedotto romano in laterizi che dalle propaggini settentrionali dei Monti Livornesi si dirigeva verso l'area di S. Stefano ai Lupi, ove era ubicato l'insediamento connesso con il Portus Pisanus di età romana e medievale. Si presentano i dati relativi al percorso della condotta, agli aspetti idrogeologici, agli elementi costitutivi ed alle caratteristiche tecniche del manufatto, ai materiali ceramici rinvenuti nelle sue immediate vicinanze.

In assenza di scavi stratigrafici e di fonti epigrafiche, l'acquedotto non fornisce elementi per una datazione intrinseca. A giudicare dalle dinamiche insediative e dalle attività produttive e commerciali dell'area di Portus Pisanus, è comunque altamente probabile che l'acquedotto sia stato costruito in età tardo-repubblicana o nella prima età imperiale, con una continuità d'uso sino ai primi decenni del VII sec. d.C.

## ABSTRACT

Remains of a Roman pipeline have been identified by surveys. The aqueduct ran from the Northern outlying ramifications of the Monti Livornesi towards the S. Stefano ai Lupi area, which was occupied by a settlement relating to the Roman and Medieval Portus Pisanus. We show data concerning the aqueduct's course and its hydrogeological aspects, the technical elements and peculiarities of the structure, the pottery items found nearby the pipeline.

Lacking stratigraphic excavations and epigraphic sources, the aqueduct can not be intrinsically dated. Any way, considering the settlement patterns and both productive and trade activities carried out in the Portus Pisanus area, we can suppose the pipeline was built in the late Republican or in the early Imperial period. Most probably it continued to be used up to the early VII cent. A.D.

- BARBIERI G. *Un corredo per il banchetto da una tomba di Sovana*
- LANCIONI C. *Materiali da un saggio stratigrafico lungo le mura dell'acropoli di Populonia: ceramica acroma e contenitori da trasporto*
- GALOPPINI R., MAZZANTI R.,  
MENCHELLI S., TADDEI M.,  
VIRE SINI L. *Un acquedotto romano a Portus Pisanus*
- CIAMPOLTRINI G. *«In un monticello fra la città di Massa e Populonia». La coppa di C. Valerius Naso (C.I.L. XI, 8126) e il ripostiglio "Gavorrano 1873"*
- CIAMPOLTRINI G. *L'iscrizione dei Ferrarii (C.I.L. XI, 2605) e la chiesa di San Cerbone a Baratti in una descrizione del 1566*
- BELCARI R. *Ancora per Populonia tardo e postmedievale*