

# Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale



Supplemento al n. 3/2017

ISSN 1591-5352

ATTI DEL CONVEGNO NAZIONALE

## TECNICA DI IDRAULICA ANTICA

A CURA DI  
ANTONELLO FIORE, GIUSEPPE GISOTTI,  
GIOACCHINO LENA E LUCIANO MASCIOTTO

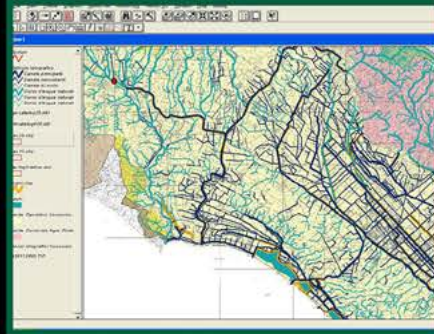
ROMA, 18 NOVEMBRE 2016





**hydroingea**  
S.r.l.  
GEOTECHNICAL ENGINEERING PHILOSOPHY

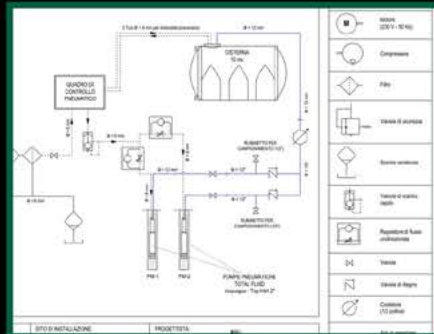
## STUDI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA



STUDI IDRAULICI PER PROGETTAZIONE DI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO (VASCHE DI LAMINAZIONE)

INDIVIDUAZIONE FASCE DI RISPETTO IN RELAZIONE ALLE PORTATE DI MASSIMA PIENA CORRISPONDENTI AI TEMPI DI RITORNO RICHIESTI, IN OTTEMPERANZA AI PIANI D'ASSETTO IDROGEOLOGICO CON METODOLOGIA VAPI E MODELLI IDRAULICI MONO E BI-DIMENSIONALI  
DIMENSIONAMENTO VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

## BONIFICA AMBIENTALE

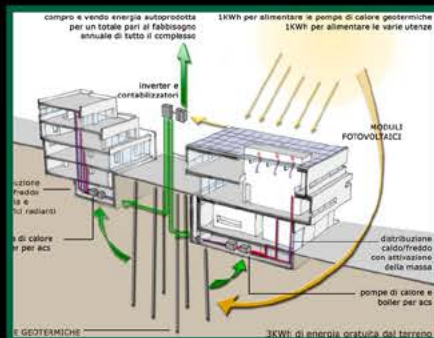


PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE DI IMPIANTI PER LA MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA DI SITI CONTAMINATI  
STRUMENTAZIONE E ATTREZZATURE PER MISURA E MONITORAGGIO DELLE MATRICI AMBIENTALI (ACQUA E TERRENO)

ASSISTENZA AI PROCEDIMENTI PER SITI CONTAMINATI IN OTTEMPERANZA ALLE PROCEDURE PREVISTE DAL D.LGS. 152/06

CAMPIONAMENTO, MISURA E ACCERTAMENTI DI QUALITÀ AMBIENTALE

## GEOTERMIA A BASSA ENTALPIA



PROGETTAZIONE EX-NOVO ED INTERVENTI IN RETROFIT CON SIMULAZIONE TERMICA ED ENERGETICA TEMPORALE  
REALIZZAZIONE CHIAVI IN MANO DI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE GEOTERMICA (SONDE VERTICALI ED ORIZZONTALI, POZZI ACQUA DI FALDA)

ESECUZIONE GROUND RESPONSE TEST (GRT) PER CARATTERIZZAZIONE TERMICA DEI TERRENI INTERESSATI

INTEGRAZIONE CON ALTRE TECNOLOGIE INNOVATIVE - FONTI RINNOVABILI (FOTOVOLTAICO, ECC.)

**HYDROINGEA SRL - SOCIETÀ DI INGEGNERIA**  
LARGO DEL PORTO DI ROMA, 5 - 00121 ROMA  
TEL.: 06.56032295 - FAX: 06.62209466  
WWW.HYDROINGEA.IT - INFO@HYDROINGEA.IT

## Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale

Associazione di protezione ambientale a carattere nazionale riconosciuta dal Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare, con D.M. 24 maggio 2007, G.U. n. 127 del 4.6.2007

Supplemento al n. 3/2017  
Anno XXV - luglio-settembre 2017

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352  
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229  
del 31 maggio 1994

### Comitato scientifico

Mario Bentivenga, Aldino Bondesan,  
Giancarlo Bortolami, Giovanni Bruno,  
Giuseppe Gisotti, Giancarlo Guado,  
Gioacchino Lena, Giacomo Prosser,  
Giuseppe Spilotro

### Consiglio Direttivo nazionale 2016-2019

Daniilo Belli, Lorenzo Cadrobbi, Franco D'Anastasio  
(*Segretario*), Daria Duranti (*Vicepresidente*),  
Antonello Fiore (*Presidente*), Sara Frumento,  
Fabio Garbin, Enrico Gennari, Giuseppe Gisotti  
(*Presidente onorario*), Gioacchino Lena  
(*Vicepresidente*), Luciano Masciocco, Michele  
Orifici, Vincent Ottaviani (*Tesoriere*), Angelo Sanzò,  
Livia Soliani

### Comitato di redazione

Fatima Alagna, Federico Boccalaro,  
Giorgio Cardinali, Francesco Cancellieri,  
Valeria De Gennaro, Fabio Garbin, Gioacchino Lena,  
Maurizio Scardella, Andrea Vitturi

### Direttore responsabile

Giuseppe Gisotti

### Procedura per l'accettazione degli articoli

I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione, dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti ad un giudizio di uno o più Referees.

### Redazione

SIGEA: tel./fax 06 5943344  
Casella Postale 2449 U.P. Roma 158  
info@sigeaweb.it  
www.sigeaweb.it

### Progetto grafico e impaginazione

Fralerighe  
tel. 0774 554497  
info@fralerighe.it  
www.fralerighe.it

### Pubblicità

SIGEA

### Stampa

Tipolitografia Acropoli, Alatri - FR

La quota di iscrizione alla SIGEA per il 2016 è di € 30 e da diritto a ricevere la rivista "Geologia dell'Ambiente". Per ulteriori informazioni consulta il sito web all'indirizzo <http://www.sigeaweb.it>

# Sommario

Premessa  
GIOACCHINO LENA 5

## PRESENTAZIONI A INVITO 7

L'idraulica come scienza ed esperienza di vita  
MARCELLO BENEDINI 9

Bonifiche idrauliche e centuriazione nel Modenese  
in età romana  
GIANLUCA BOTTAZZI, DONATO LABATE 16

Geomorfologia e poleogenesi nella VIII Regio augustea.  
Considerazioni sui siti urbani d'età antica  
CREMONINI STEFANO, MATTIOLI SIMONE 21

La distribuzione dell'acqua nella città di Roma:  
tecnologia e *castellum aquae*  
LEONARDO LOMBARDI, ELETTRA SANTUCCI, BRUNO LEONI 28

## PRESENTAZIONI ORALI 33

La cisterna sotterranea e il sistema idraulico della Villa del  
Naniglio di Gioiosa Jonica (RC)  
ROSSELLA AGOSTINO, ELEONORA GRILLO 35

L'acqua, le tecniche di captazione e gli insediamenti  
umani sul bordo occidentale dell'altopiano murgiano  
(Sud Italia)  
ILENIA ARGENTIERO, MARIA DOLORES FIDELIBUS,  
ALESSANDRO PARISI, MICHELE PARISI, ROBERTA PELLICANI,  
GIUSEPPE SPILOTRO 41

Idraulica etrusca: la gestione dell'acqua a Cerveteri  
e nel suo territorio  
VINCENZO BELLELLI, WALTER DRAGONI, SALVATORE PIRO 48

I cunicoli-cisterna di Göreme in Cappadocia  
(Turchia Centrale)  
ANDREA BIXIO, ROBERTO BIXIO, ANDREA DE PASCALE,  
ALESSANDRO MAIFREDI, MAURO TRAVERSO 58

Cunicoli drenanti nel territorio messinese. Dalle tecniche costruttive alla fruizione naturalistica CALOGERO CANNELLA, CONCETTINA MANITTA, CARMELO NICITA, MICHELE ORIFICI, MASSIMILIANA PINTO VRACA, GIUSEPPA POLLINA, SALVATRICE SAPIENZA, VITO TRECARCHI	66
Las Médulas - Galizia (Spagna) GIORGIO CESARI	76
Nei santuari nuragici dedicati al culto dell'acqua la metallurgia genera scambi commerciali ed evoluzione tecnologica MARIA AUSILIA FADDA	80
Regimentazione idraulica a Hipponion/Valentia GIUSEPPE FERRARO FERRARO, MARIA TERESA IANNELLI, ANNA MARIA ROTELLA	87
La Carta degli Antichi Acquedotti. Un progetto della Commissione Nazionale Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana CARLA GALEAZZI, CARLO GERMANI, MARIO PARISE	93
L'acquedotto romano di Pesaro-Novilara: Conoscere, tutelare e valorizzare ENRICO GENNARI, PATRIZIO PACITTI	96
Il Cisternone romano di Formia nell'ingegneria idraulica dell'antica Roma GIANCARLO GUADO	103
<i>Aquam haurire: putealia</i> e sistemi di attingimento dell'acqua in epoca antica PAMELA MANZO	107
Vasche di dissabbiaggio e laminazione borboniche delle pendici vesuviane CATELLO MASULLO, MARCO DI MICOLI	111
Drenaggi e problematiche idrauliche nel suburbio ostiense CARLO ROSA, SIMONA PANNUZI	115
Il "Progetto Foggara": ricerche per la riabilitazione dei sistemi idraulici tradizionali del Sahara algerino, regione del Touat-Gourara PIETRO TODARO	123
Le antiche fonti dei corpi arenacei plio-pleistocenici dell'anconetano: valenza di un tempo e stato attuale PAOLA MARIA VIVALDA, DAVIDE FRONZI, LIVIA NANNI, FLAVIO SORIANO	133

<b>POSTER</b>	143
Idraulica rupestre in Turchia ROBERTO BIXIO, MARIO PARISE, ALI YAMAÇ	145
Roma Piazza Cavour: gli <i>Horti Domitiae</i> . Sistemazioni idrauliche in un <i>hortus</i> imperiale nell' <i>Ager Vaticanus</i> fra la fine del I sec. d.C. e l'età Severiana MASSIMO BRANDO, FRANCESCO MARCO PAOLO CARRERA	152
L'acquedotto romano e la piscina romana di <i>Aquae Statiellae</i> (Acqui Terme- AL) come testimonianze di tecniche idrauliche avanzate dell'antichità CATERINA CAVIGLIA, ENRICO DESTEFANIS, LUCIANO MASCIOTTO	158
Alle origini delle <i>signina opera</i> : la grande vasca di Prato Felici dagli scavi del <i>Segni Project</i> FRANCESCO MARIA CIFARELLI, FEDERICA COLAIACOMO, STEPHEN KAY, CHRISTOPHER J. SMITH, LETIZIA CECCARELLI, CAMILLA PANZIERI	163
Gli acquedotti Romani in Piemonte e Valle d'Aosta ENRICO DESTEFANIS, CATERINA CAVIGLIA, LUCIANO MASCIOTTO	167
L'approvvigionamento idrico della Reggia di Versailles MARIA LUISA FELICI	173
Aqua Traiana e Aqua Paula: le sorgenti ELENA FELLUCA, CARLO GERMANI	177
Il controllo dell'acqua a <i>Mediolanum</i> ILARIA FRONTORI	183
Macchine idrauliche EDOARDO GAUTIER DI CONFIENGO	189
Studio sull'Acquedotto Masseria San Pietro sul Mar Piccolo a Taranto GIACINTO COSIMO GENTILE, BARTOLOMEO PONTASSUGLIA	194
Progetto <i>Albanus</i> : indagini speleologiche per lo studio dell'emissario del lago Albano (Roma, Italia) CARLO GERMANI, CARLA GALEAZZI	198
La piscina limaria dell'Acquedotto Vergine CLARA ANNARITA GIANNITRAPANI	204
Mulini idraulici a ruota orizzontale in Basilicata: posizione, tecnologia, manutenzione e stato di conservazione MARIA CARMELA GRANO, MAURIZIO LAZZARI	208

Utilizzo dell'energia dell'acqua: i mulini ad acqua di Tramutola (Regione Basilicata) GUGLIELMI PAOLA, CAPECE ANTONIO, BENTIVENGA MARIO, VALICENTI ARTURO	216
L'Acquedotto Alessandrino: Ricerche sull'ultimo acquedotto della Roma antica JENS KOEHLER	223
Alla Scoperta dell'ingegneria idraulica romana del II sec.a.C. I <i>prata</i> di Corchiano (Vt) lungo il fosso di Fustignano GIUSEPPE ORLANDI, MAURO MAZZEI, PIERO CICCIO, CRISTINA DI SALVO, ANDREA BANGRAZI	227
I sifoni Barratina e Tre Pietre. Aspetti e problemi tecnico-idraulici dell'acquedotto Cornelio di Termini Imerese STEFANO PADERNI	233
Un esempio di opere di idraulica in ambiente carsico: "pozzi" e "pozzelle" del territorio pugliese MARIO PARISE	240
Impianti idrici in siti di età romana, recentemente indagati, nel suburbio di Roma DAVIDE IVAN PELLANDRA	245
I Regi Lagni: da opera di bonifica rurale a <i>network</i> fognario RAFFAELE PICA, CARMINE MINOPOLI, ALFREDO TROCCIOLA	252
Roma (XIV Municipio, ex XIX). Località Quartaccio di Torvecchia. Via Valle dei Fontanili. Cisterne monumentali MARIA CRISTINA RICCI, LEONARDO SCHIFI	256
Un acquedotto degli inizi dell'età imperiale nei pressi del Casale di Malafede: contributo alla discussione sul primo sistema di adduzione idrica di Ostia antica FRANCO TELLA	260
Tecnica idraulica nell'area di Venafro (Isernia) PATRIZIA TOMEI	265
L'acquedotto di Betilieno Varo ad Alatri (Frosinone): nuovi dati sulle sorgenti, sul percorso a pelo libero e sul sifone ROCCO TORRE, ADRIANA VALCHERA	272

Il primo convegno denominato “Tecnica di idraulica antica” ebbe luogo a Roma nel settembre 2006 su proposta, accettata con entusiasmo da Giuseppe Gisotti, Giulio Pazzagli e Gioacchino Lena, di Leonardo Lombardi.

Si trattava di mettere in evidenza come l'idraulica, branca della scienza e della tecnica che studia e mette in atto sistemi per il controllo dell'acqua rendendone possibile il consumo e l'utilizzazione, sia stata e sia, da sempre, uno degli indicatori dello stadio di civiltà raggiunto dai popoli.

Le relazioni presentate furono 17, più la relazione introduttiva di Leonardo Lombardi, e vertevano soprattutto su cunicoli drenanti, emissari artificiali di laghi e dighe in quanto la progettazione e la realizzazione di opere di captazione mediante cunicoli, nonché di emissari artificiali e di dighe comporta livelli di conoscenza e capacità costruttive di enorme difficoltà se si pensa che esse furono realizzate 2000 o anche 3000 anni or sono. L'altra idea che si voleva sviluppare riguardava la modificazione nel tempo della progettazione fino ad arrivare ai tempi moderni.

A 10 anni dal primo Convegno SIGEA ne ha voluto proporre un secondo sullo stesso tema. Ancora una volta si è tralasciato l'argomento “acquedotti” sul quale esiste una amplissima bibliografia mentre si è ribadito come essenziale fosse la modificazione nel tempo della tecnica con cui l'acqua è stata captata,

distribuita, utilizzata e perfezionata rispondendo perfettamente ai bisogni dell'umanità. Si è però allargato il campo di intervento alle altre utilizzazioni dell'acqua: cunicoli drenanti e processi di captazione, conservazione dell'acqua mediante dighe e altri sistemi di sbarramento, svuotamento dei laghi attraverso vari sistemi (si pensi allo svuotamento del Fucino o a quello della Conca di Rieti), bonifiche e sistemi irrigui, regimazione delle acque piovane lungo le vie di comunicazione, utilizzazione dell'energia idrica per processi industriali (armi, lavorazione dei metalli, lavaggio dei prodotti delle miniere, ecc), sistemi di riscaldamento delle *thermae* e delle case come quelli scoperti e studiati a Pompei. Non sono mancati tuttavia gli acquedotti visti però in rapporto ai paesaggi attraversati e alla geomorfologia dei luoghi, a volte addirittura modificata.

Le numerose relazioni giunte sono state distribuite in una sessione orale e in una sessione poster, entrambe pubblicate in questo volume rispettivamente in numero di 16 per le prime e 24 per le seconde. Esse sono precedute dalle 4 relazioni ad invito.

In totale un grande e interessante lavoro svolto da tutto il Comitato Organizzatore che si ringrazia sentitamente e dal Comitato scientifico il cui apporto culturale è stato sempre determinante

*Gioacchino Lena*







**PRESENTAZIONI A INVITO**

**SICREA**



# L'idraulica come scienza ed esperienza di vita

MARCELLO BENEDINI  
Associazione Idrotecnica Italiana, Roma

## Hydraulics: science and life experience

Parole chiave (*key words*): Idraulica (*Hydraulics*), ingegneria delle acque (*water engineering*), ambiente (*environment*), protezione ambientale (*environmental protection*), risorse idriche (*water resources*)

### PREMESSA

Parlare di storia dell'idraulica per una persona che ha dedicato la propria vita all'idraulica (intesa nella sua più vasta accezione, cioè come scienza che si occupa dei problemi dell'acqua, soprattutto da un punto di vista ingegneristico) non è cosa che possa risolversi tanto facilmente. Una risposta approfondita significherebbe ripercorrere un lunghissimo cammino con frequenti richiami, che, a sua volta, richiederebbe un testo voluminoso. Più significativo può essere un esame della situazione attuale, in relazione anche ai recenti eventi che interessano il nostro Paese. Negli ultimi decenni abbiamo infatti assistito a notevoli innovazioni degli argomenti che tradizionalmente costituiscono questa disciplina, sia che si voglia considerarne l'aspetto teorico, sia che si voglia fare riferimento a concrete applicazioni.

L'idraulica rimane comunque una scienza applicativa, alla quale non si chiede di arricchire le conoscenze umane, come avviene invece per altre discipline che producono "una scoperta", introducendo nuovi spazi conoscitivi. Ad essa si chiede di applicare a specifici casi e di adattare conoscenze già acquisite in altri campi, al fine di migliorare il rapporto che essa mantiene con la natura e con ciò che l'uomo è in grado di realizzare per utilizzare, controllare e proteggere l'acqua, elemento fondamentale. All'idraulica fanno inoltre capo numerosi capitoli, che si tende a trattare in maniera separata ed autonoma, ma che alla fine non possono non essere considerati che facce particolari di una medesima realtà. È anche emersa un'opinione secondo la quale, per il grande sviluppo che tali discipline autonome hanno raggiunto negli ultimi decenni, non ci sarebbe più necessità di avere una disciplina onnicomprensiva, che si presenterebbe sempre più come un sommario, necessariamente superficiale, di quanto le singole materie sono invece in grado di trattare.

Diversa è invece la situazione delle applicazioni pratiche dell'idraulica, per le quali bisogna innanzitutto tenere in debito conto gli aspetti che caratterizzano il momento attuale. È infatti passata l'epoca dei capolavori di ingegneria della prima metà del secolo scorso, quando nel nostro Paese fiorivano opere

come i complessi impianti idroelettrici con le grandi dighe, oppure le estese opere di bonifica ed irrigazione, oppure ancora i sistemi acquedottistici in grado di alimentare intere regioni. Al momento attuale l'attenzione si è spostata su tutto ciò che ha attinenza alla protezione dell'ambiente e del territorio, e si assiste pertanto al sorgere soprattutto di opere legate alle fognature ed alla depurazione dei liquami domestici ed industriali.

Non mancano tuttavia problemi di approvvigionamento idrico a fini potabili, agricoli e dell'industria, che riguardano spesso l'idraulica delle acque sotterranee, risorsa ancora disponibile e, almeno in parte non ancora contaminata, mentre la necessità di intervenire per la salvaguardia dei litorali ed il potenziamento della navigazione richiamano sempre più l'attenzione di tecnici ed amministratori.

Attuale, ed anzi sempre più preoccupante, si manifesta il problema di controllare gli eventi di piena nei fiumi e nei torrenti, e di proteggere il territorio dalle inondazioni, fatto che sottolinea la necessità di realizzare adeguate opere, da progettare ed attuare utilizzando le più avanzate conoscenze scientifiche ed i più raffinati mezzi della tecnologia.

quindi una tendenza a colpire più o meno direttamente tutta l'idraulica italiana, fatto che si rivela ingiusto ed errato, poiché, dopo un'approfondita disamina, si scopre spesso che nelle fase progettuale e nella realizzazione degli interventi sono stati ignorati proprio i principi fondamentali della scienza e dell'ingegneria delle acque.

### L'OSSERVAZIONE E L'ESPERIENZA INNANZITUTTO

Fin dai primordi, l'uomo ha dovuto rivolgere la propria attenzione all'acqua, intesa non solo come elemento essenziale per la vita, ma anche come entità da controllare e sfruttare. Si può dire pertanto che i fondamenti di quella che sarebbe poi divenuta una scienza siano insiti nella natura stessa dell'uomo, che ha cercato ogni espediente ed ogni mezzo per trarre beneficio dall'acqua, rendendosi conto di fronteggiare un'entità difficilmente domabile, che anche nei minimi dettagli si presentava con proprie leggi, alle quali doversi necessariamente adattare. In questo contesto l'uomo ha saputo coltivare una propria esperienza, in base alla quale ha poi realizzato quegli interventi che risultavano essenziali per vivere.

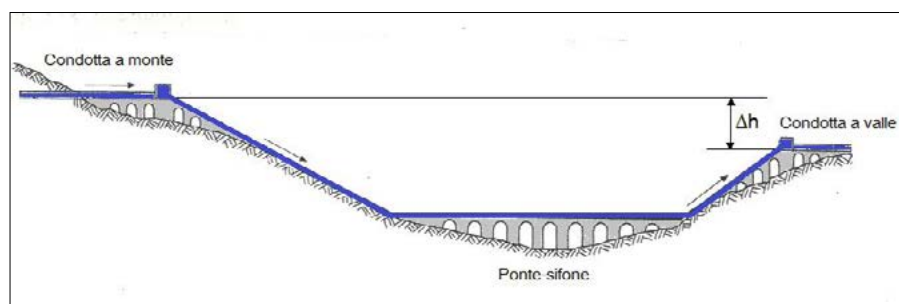


Figura 1 – L'assunto "l'acqua va dall'alto al basso" è sempre presente nella progettazione ed esecuzione degli acquedotti, sin dai tempi più remoti

In merito alle conseguenze spesso fatali che si verificano nelle zone colpite, si richiama talvolta una responsabilità di coloro che non hanno saputo valutare la probabilità del verificarsi di eventi pericolosi. Purtroppo, come conseguenza, i mezzi di informazione e gran parte dell'opinione pubblica esprimono una vera e propria condanna nei confronti di coloro che hanno realizzato interventi inefficaci e spesso controproducenti. Si manifesta

Tanto per citare alcuni aspetti fondamentali, richiamiamo l'assunto che *l'acqua va dall'alto al basso*, del quale l'uomo deve essersi implicitamente reso conto in tutti gli interventi. Con alcune considerazioni che possono semplicemente apparire banali, siamo in grado di evidenziare come tale assunto contenga molti aspetti che oggi trattiamo con rigore scientifico e con l'ausilio di espressioni e grafici più o meno complessi.

In tutti gli interventi riguardanti l'acqua, si è sentita la necessità di adottare una *pendenza* per quei condotti destinati al trasporto dei quantitativi prelevati, in maniera da assecondare l'assunto più sopra richiamato. La pendenza dipende da molti fattori, ma dipende anche dalla quantità di liquido trasportato. Di questo hanno tenuto conto i progettisti degli acquedotti che già dai primi secoli a. C. hanno caratterizzato il mondo civile. Possiamo vedere tutto ciò nei ruderi esistenti in vari Paesi, osservando il profilo longitudinale dei canali a pelo libero e di tutte le opere annesse, collocati altimetricamente e planimetricamente sfruttando magistralmente la configurazione del terreno, ma sempre con un dislivello  $\Delta h$ , da monte verso valle, come schematizzato nella Fig. 1, che ci dice quanto i problemi delle acque fossero noti nella mente dei progettisti e dei costruttori.

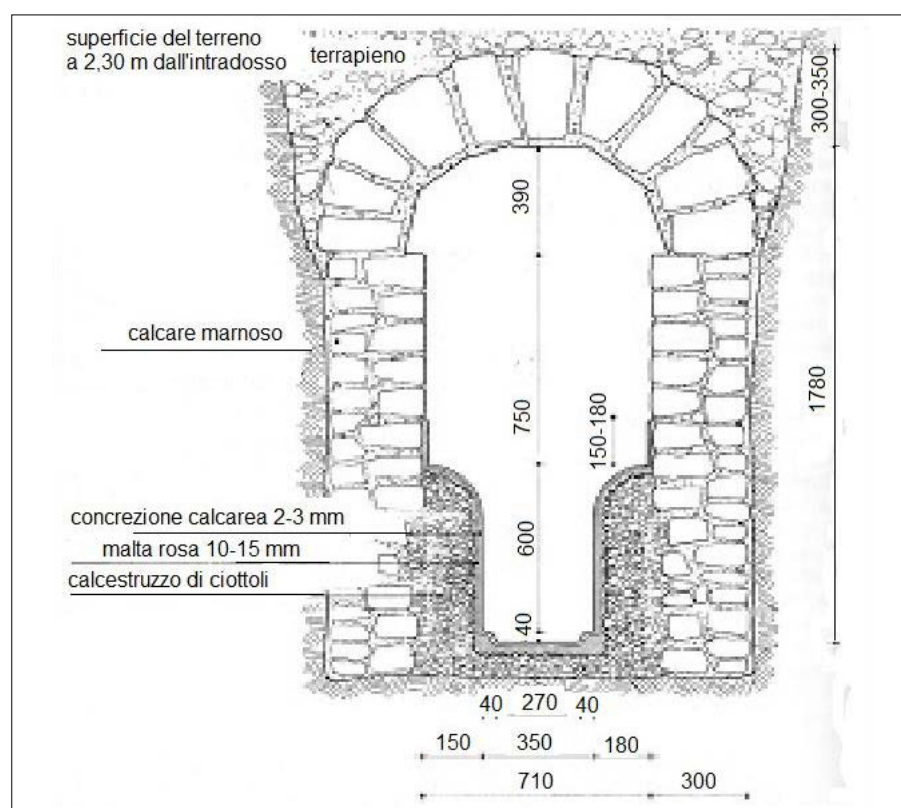


Figura 2 – Sezione tipica di condotta adottata in epoca romana per acquedotti e fognature

Un'ulteriore serie di considerazioni ci viene suggerita osservando la Fig. 2, che ricostruisce la sezione trasversale di un condotto dell'acquedotto di Traslays, in Francia, realizzato nei primi secoli d.C. Analoghi manufatti si ritrovano anche nei ruderi della fognatura di Roma. Non si tratta solo di un curioso dettaglio, ma di un aspetto fondamentale per l'idraulica: le condotte provviste di cunetta di fondo. I progettisti ed i costruttori di tali opere tennero necessariamente conto di tutte le particolarità del moto dell'acqua, che, come noto, costituiscono ora un capitolo fondamentale dell'idraulica. Osservando tali manufatti, si può infatti richiamare il ruolo

del perimetro bagnato, del raggio idraulico e della scabrezza nel governare il moto dei fluidi. Il condotto, con un'area di circa  $1 \text{ m}^2$ , è destinato a convogliare una cospicua quantità d'acqua, ma ciò che spicca maggiormente è la cunetta, più stretta e sviluppata in altezza, per trasportare le portate minime con una velocità sufficiente ad evitare il deposito di materiale in sospensione. Tale cunetta è rivestita con sottile manto di malta rosa dello spessore di circa 4 cm, a sua volta ricoperto da una concrezione calcarea di qualche millimetro. Quest'ultima si è formata in seguito all'incrostazione del calcare contenuto nel liquido, durante il lungo periodo di esercizio della condotta, ma, insieme con il sottostante spessore di malta, costituisce un rivestimento particolarmente liscio, in grado di facilitare il moto dell'acqua. È evidente come tutto ciò contenga implicitamente i fattori che ora

caratterizzano le leggi di moto, che nella moderna idraulica sono fondamentali nelle note formule del moto permanente uniforme.

La necessità di avere acqua il più possibile pulita e soprattutto priva di quei sedimenti che inevitabilmente entravano nella massa liquida alla captazione ed impedivano il corretto approvvigionamento potabile e delle terme è *stata sempre* considerata nell'antichità. Al termine delle lunghe condotte e prima della distribuzione agli utenti venivano perciò installate apposite vasche, nelle quali il ristagno della massa liquida facilitava la decantazione dei sedimenti, che venivano poi rimossi anche con intervento manuale (Fig. 3). La dimensione e la tipologia di tali vasche lasciano intendere che i progettisti avessero ben chiaro le modalità del trasporto solido in funzione della velocità della corrente. Tale problema era quindi già conosciuto nelle sue cause e nella possibilità di intervento.

Nell'antichità è sempre stato presente il problema di allontanare le acque di scarico dall'ambiente abitato, specie nei grandi complessi urbani che si andavano via via sviluppando, nonché di impedire che le acque meteoriche, nell'evento di intense precipitazioni provocassero pericolosi allagamenti. Soprattutto presso i Romani furono realizzate opere di fognatura nera e bianca, delle quali l'odierna archeologia ci ha consegnato parecchi esempi.

Presso le prime civiltà era già frequente l'utilizzo delle acque sotterranee, per scopi potabili e per l'irrigazione, con la realizzazione di pozzi a scavo per raggiungere la falda acquifera. La Bibbia ci parla del pozzo di Giacobbe, la cui realizzazione potrebbe risalire al 5000 a. C., ma, sempre nel territorio di Israele, sono stati reperiti resti di pozzi risalenti addirittura a 8000 anni a. C.. Se pure i reperti archeologici non siano molto eloquenti, tutto lascia pensare che i realizzatori di tali manufatti fossero in grado di sceglierne la localizzazione in base alle caratteristiche del terreno per quanto riguarda la granulometria e la capacità di lasciarsi attraversare dall'ac-

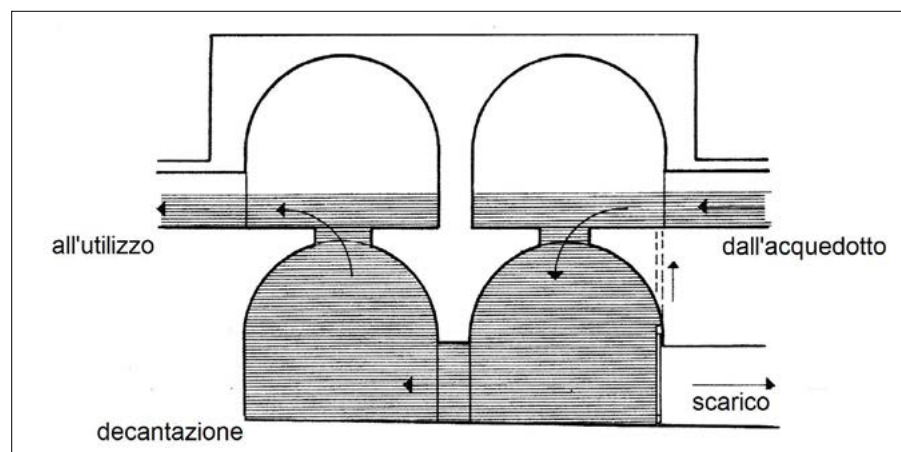


Figura 3 – Schema di funzionamento di un decantatore in un acquedotto romano

qua, ovvero della permeabilità. Connesso ai moti di filtrazione ed all'uso delle acque sotterranee può essere considerata la pratica di irrigazione con la "olla", cioè con l'anfora porosa posta accanto alle radici di ogni singola pianta. Tale pratica era nota sin dall'antichità in Cina e nell'Oriente e fu introdotta dagli Arabi in Sicilia durante la loro dominazione. Si deve pertanto riconoscere anche una competenza in problemi e criteri risolutivi di quella che sarà poi l'idraulica agraria.

Altro punto che possiamo rilevare osservando l'archeologia delle opere idrauliche è nella constatazione che l'acqua, posta ad una quota sufficientemente elevata può essere sfruttata quale fonte di utili forze per molte attività che interessano la vita dell'uomo. Questa constatazione contiene implicitamente il concetto di *energia*, fondamentale per buona parte dell'idraulica. Tutto ciò emerge osservando le *ruote ad acqua*, ovvero i mulini, nei quali l'acqua, (Fig. 4) scendendo verso il basso, dà luogo ad una notevole corrente, in grado di trascinare le pale di una ruota motrice, che, a sua volta, mette in movimento i dispositivi necessari per macinare il grano o per facilitare lavori artigianali. L'uso di primitive ruote è accertato già ai tempi babilonesi e sembrerebbe fosse praticato anche in Cina fin dai primi secoli a.C.

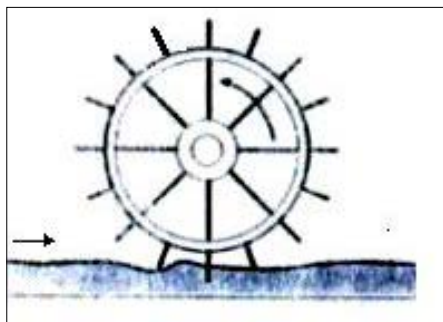


Figura 4 – Principio di funzionamento della "ruota ad acqua"

Ricordando l'assunto, più sopra richiamato, che l'acqua va dall'alto al basso, l'insieme delle forze possedute dal liquido, dopo che questo ha raggiunto i livelli più bassi, non è più recuperabile senza ricorrere a forze esterne per un sollevamento. Tali forze erano inizialmente quelle dell'uomo, sostituito

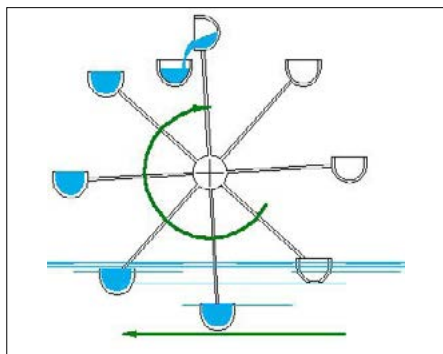


Figura 5 – Principio di funzionamento della noira

poi in parte da un animale, per azionare la *noira* (Fig. 5), dispositivo già conosciuto in Mesopotamia in un periodo databile intorno al 200 a. C., oppure per fare funzionare la *vite*, che Archimede, il famoso scienziato vissuto dal 287 al 212 a. C., introdusse nel mondo Mediterraneo. Il dispositivo era però già noto da tempo per irrigare i giardini pensili di Babilonia.

Archimede viene ricordato anche per il noto principio sul galleggiamento di un corpo immerso nell'acqua, nel quale possiamo intravedere i fondamenti dell'idrostatica, altro capitolo fondamentale dell'idraulica, che sottolinea il fatto che la pressione in un liquido varia con la profondità ed è quindi in grado di spingere verso l'alto il corpo galleggiante. Non siamo ancora arrivati al principio di Pascal, consacrato molti secoli dopo, ma il fatto che la pressione esercitata dall'acqua cresce al crescere della profondità era sicuramente noto agli ingegneri che costruivano le dighe di sbarramento e le opere portuali.

Va sottolineato inoltre il fatto che accanto alle conoscenze per realizzare opere necessarie per l'utilizzo ed il controllo delle acque, si è sviluppata nei secoli l'esigenza di conoscere l'andamento dei fenomeni naturali, nel contesto di quello che oggi riguarda l'idrometria, ritenuta sempre un capitolo essenziale dell'idraulica. Quale esempio significativo possiamo ricordare la misura dei livelli raggiunti dalle acque del Nilo, con un singolare manufatto, il "nilometro" (Fig. 6), che ancora oggi è da più di duemila anni in funzione.

Infine non possiamo trascurare la realizzazione di porti e la protezione dei litorali, con la costruzione di opere che debbono tenere in debito conto il comportamento delle onde e delle correnti del mare, in una visione propria dell'idraulica marittima.

Ma dobbiamo anche rilevare come i costruttori delle varie opere abbiano tenuto in



Figura 6 – Il "nilometro", visto dall'alto

debito conto fenomeni propriamente attribuibili a discipline collaterali, quali la pluviometria, la cui conoscenza è stata necessaria, ad esempio, nel dimensionare le cisterne per raccogliere ed accumulare l'acqua piovana, nonché per gli interventi a controllo tanto degli eventi di piena ed inondazione, quanto di siccità.

Si potrebbe continuare con altre simili considerazioni osservando quanto l'archeologia ci ha oggi consegnato, avvalorando così una intrinseca conoscenza di leggi e fenomeni che al giorno d'oggi siamo in grado di interpretare con l'applicazione di complesse formulazioni, conoscenza che allora si basava soltanto sull'esperienza professionale e che disponeva di mezzi di calcolo primitivi e assolutamente intuitivi. Nel corso dei secoli i problemi delle acque sono stati affrontati sempre con siffatti criteri assolutamente empirici, con innumerevoli realizzazioni che hanno caratterizzato il mondo civile. Con molta probabilità questi criteri empirici trovano riscontro in quelle situazioni di vita primitiva definite selvagge, che ancora oggi caratterizzano alcune ristrettissime zone del Pianeta.

Con il progredire della civiltà e, conseguentemente, della capacità di analizzare ed interpretare in maniera critica i fenomeni naturali, ovvero con lo sviluppo della "filosofia", si possono ricordare alcuni concetti fondamentali sui quali si sarebbe poi sviluppata l'interpretazione scientifica. È con questi atteggiamenti che possiamo effettuare una disamina sulla natura e sul progredire delle conoscenze che ora ci permettono di affrontare razionalmente i problemi delle acque e di proporre soluzioni realistiche.

## UN LUNGO EXCURSUS

Nei primi secoli che seguirono alla fondazione di Roma, le acque tratte dal Tevere, dai pozzi e dalle sorgenti erano sufficienti a soddisfare la città, finché nel 312 a.C., in seguito ad un massiccio sviluppo urbanistico e demografico, si dette inizio alla realizzazione dei grandi acquedotti. L'impegno dimostrato e l'efficacia raggiunta nei secoli successivi furono tali da richiamare l'attenzione di autorevoli storici. Tra questi, Dionigi di Alicarnasso scriveva: "Mi sembra che la grandezza dell'impero romano si riveli mirabilmente in tre cose: gli acquedotti, le strade, le fognature". Più tardi, Plinio il Vecchio metteva in evidenza le grandiose opere eseguite nei territori dell'impero. Sesto Frontino arrivava a dire che gli acquedotti romani non avevano nulla da temere nel confronto con le Piramidi d'Egitto e con tante costruzioni del mondo greco definite "oziose ed inutili". Tutto ciò conferma l'importanza che è sempre stata attribuita ai problemi delle acque ed alla realizzazione delle relative opere.

Comunque, in tutto il mondo in cui si potevano sviluppare forme di vita civile i problemi delle acque venivano affrontati seguendo i dettami di un'esperienza acquisita attraverso gli interventi già attuati, seguendo osservazioni dirette sul comportamento naturale dei corpi idrici. Sarebbe troppo lungo elencare le opere realizzate nel corso dei secoli. Nell'intento di evidenziare alcuni momenti significativi possiamo riferirci, a titolo di esempio, ad alcune opere delle quali abbiamo potuto raccogliere notizie, sulla base di quanto l'archeologia ha saputo darci oggi.



Figura 7 – L'acquedotto di Segovia

Cominciamo dagli acquedotti, in merito ai quali abbiamo notizie di realizzazioni anche nel Medio Oriente e perfino nella Cina in secoli remoti, ma dobbiamo in ogni caso richiamare quanto realizzato dai Romani, come già accennato, sia in epoca repubblicana, sia in quella imperiale. Quale esempio significativo prendiamo l'acquedotto di Segovia, in Spagna, lungo circa 17 chilometri, che è uno dei più importanti e tuttora meglio conservati. Queste opere, oltre a dimostrare una perfetta padronanza delle tecniche costruttive con strutture mirabili anche dal punto di vista architettonico, evidenziano il frutto di una perfetta conoscenza delle peculiarità del moto idrico, nonché la capacità di determinare l'entità del fabbisogno e della quantità d'acqua da trasportare.

Opere come queste furono realizzate in tutto il territorio di un vasto impero, ma dobbiamo ricordare l'area metropolitana di Roma, dove, nel corso di alcuni secoli, furono costruiti numerosi acquedotti, in grado di fornire alla città una portata anche superiore a quella d'oggi e distribuirli in tutte le zone. Merita di essere ricordato l'acquedotto Anio Vetus, realizzato nel 270 a. C., con una lunghezza totale di oltre 60 chilometri ed in grado di trasportare più di 2 m<sup>3</sup>/s. Unendo questo acquedotto a quelli già esistenti, la città poteva disporre complessivamente di una portata di oltre 13 m<sup>3</sup>/s, che riferita alla popolazione allora presente nella città, equivaleva ad una dotazione annuale pro-capite all'incirca doppia di quella oggi esistente.

Nell'ambito urbano sentita era anche la necessità di allontanare le acque di scarico realizzando complessi impianti di fognatura.

Tra le molte opere di cui siamo a conoscenza ricordiamo la rete di collettori della città di Roma, confluenti nella *cloaca maxima* (Fig. 8), funzionante sin dai tempi dei re ed ancora oggi in parte utilizzata dalla moderna rete fognaria.

Quest'opera è singolare non solo per le sue dimensioni, ma anche per le particolarità costruttive dal punto di vista idraulico e del rispetto dell'ambiente urbano che attraversa, nonché per il modo con cui essa si immette nel corso del Tevere.

Numerosi sono stati gli interventi per la regolarizzazione dei corsi d'acqua, e possia-

manodopera. Inoltre, come ricostruito nella figura, è da notare il modo con cui l'opera venne inserita nella configurazione propria della foce fluviale, con nuovi canali e con la regolazione degli sbocchi a mare.

Molte opere realizzò Traiano in tutte le parti del grande impero, come ci attestano i ritrovati che ancora oggi vengono scoperti. Tra gli interventi più cospicui si deve richiamare il collegamento del Delta del Nilo al Mar Rosso con un canale artificiale della lunghezza di 140 chilometri e 50 metri di larghezza, passante attraverso i Laghi Amari e denominato



Figura 8 – Canalizzazioni della fognatura di Roma connesse con la "cloaca maxima". Si noti la sezione ovoidale delle condotte

mo accennare alle opere realizzate nella foce del Nilo fin dal tempo dei faraoni e lungo i grandi fiumi del Medio Oriente, ma anche nel Po. Ricordiamo inoltre le opere di bonifica in varie parti d'Europa sin dall'epoca Romana, in particolare i tentativi di recupero della zona Pontina. Tutto ciò fa pensare ad ingegneri esperti nel valutare tanto il comportamento naturale dei grandi fiumi, quanto l'efficacia delle opere e delle misure adottate per il contenimento delle piene.

Non meno importanti sono gli interventi per opere marittime, nelle quali si può sempre evidenziare la valutazione delle correnti lungo la costa e l'entità del moto ondoso, al fine di ottenere un'opera che rispettasse ed anche traesse beneficio dalle condizioni naturali del paraggio.

Tra i ruderi messi in evidenza ricordiamo quelli del porto che l'imperatore Traiano realizzò alla foce del Tevere (Fig. 9) nel secondo secolo d. C., ampliando quanto aveva attuato l'imperatore Claudio nel secolo precedente. Questa opera ci colpisce per le sue dimensioni ma soprattutto per la profondità di scavo raggiunta, stimata dell'ordine di 5 metri, che sicuramente richiese un enorme impegno di

"Fiume Traiano". Quest'opera, che, sia pure con caratteristiche più primitive era già stata iniziata dai faraoni e ripresa poi nel 500 a. C. sotto il regno di Dario I, attesta ancora una volta l'importanza attribuita all'ingegneria idraulica sin dai più remoti tempi della civiltà.

La conoscenza del comportamento dei corsi d'acqua si rivela anche nella costruzione di ponti, che, soprattutto nel periodo di Roma antica, fiorirono sui principali fiumi, con strutture in muratura perfette dal punto di vista statico, con luci in numero e dimensioni tali da lasciar passare gli eventi di piena (Fig. 10). Abbiamo descrizioni di opere costruite durante le campagne militari, nelle quali si evidenziano

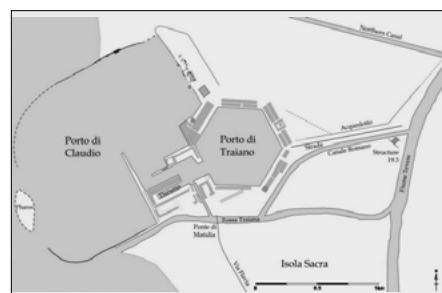


Figura 9 – Opere portuali alla foce del Tevere



Figura 10 – Il ponte romano di Cordova, costruito nel primo secolo a.C.

soprattutto particolari manufatti posti a monte per proteggere le pile dall'azione delle correnti e di eventuali corpi galleggianti trasportati. L'esigenza di attraversare i corsi d'acqua è confermata da reperti archeologici di opere che risalgono a tempi assai più lontani: si hanno resti di ponti datati nel periodo miceneo del tredicesimo secolo a. C.

Opere significative sono stati gli sbarramenti dei corsi d'acqua, ovvero le dighe. Circa queste ultime abbiamo notizia di costruzioni realizzate già 4000 anni or sono dagli Egizi ed in Mesopotamia, Cina ed India. Si tratta soprattutto di opere in pietra dell'altezza di pochi metri, sia per utilizzare l'acqua a fini potabili ed irrigui, sia per proteggere il territorio dalle esondazioni fluviali. Gli antichi Romani realizzarono un complesso sistema di dighe in muratura in Libia. La più grande diga costruita tra il primo e secondo secolo d. C. è quella di Cornalvo, nella Spagna meridionale, alta 23 metri e lunga 183 metri (Fig. 11), tuttora efficiente. L'opera è in terra a gravità, ma con rivestimento di pietra nel paramento di monte, ideato non solo per dare una maggiore robustezza alla struttura, ma anche per ridurre la filtrazione attraverso il corpo della diga.

Accanto agli accorgimenti che manifestano la conoscenza dei fondamenti della materia dobbiamo anche rilevare la maestria nell'esecuzione delle opere, ricordando che si

trattava sempre di procedere a mano con i pochi attrezzi allora disponibili. Si deve così aprire anche il capitolo delle costruzioni idrauliche, che tratta dell'attuazione pratica di ciò che l'esperienza dapprima e la scienza poi hanno sempre suggerito.

Nei secoli successivi alla caduta dell'impero romano i vari stati che si formarono nel bacino Mediterraneo ed in tutta l'Europa dimostrarono sempre grande interesse per i problemi delle acque. In tale epoca l'attenzione cadde soprattutto su opere di bonifica e vie d'acqua navigabili, nonché su interventi per proteggere dall'inondazione i centri abitati. E ciò anche se talvolta le responsabili autorità non furono in grado di realizzare costose opere o di mantenere in modo appropriato quelle esistenti. In tale situazione poterono sopravvivere anche i mulini ad acqua, che vennero spesso realizzati su strutture galleggianti ed ancorate nei grandi fiumi. Una curiosa descrizione dell'anno 1086 ci conferma che in Gran Bretagna esistevano allora più di 5000 ruote idrauliche (Fig. 12).

Si hanno notizie di canali eseguiti in Italia nel settimo secolo durante il regno Longobardo per collegare la zona di Milano al Po e ad altri corsi d'acqua vicini, con lo scopo di favorire tanto l'irrigazione delle zone circostanti, quanto la navigazione interna tra diversi centri abitati



Figura 12 – Ricostruzione di una "ruota ad acqua" di epoca tardo-romana trovata nella zona del Tamigi

nella zona. Questi canali sono stati i precursori del Naviglio, ancora esistente e funzionante.

Da molti documenti possiamo apprendere che nell'epoca medievale furono attuati interventi per regolare il decorso dei fiumi e dei torrenti, con la costruzione di argini, drizzagni e sbarramenti. Nel secolo IX si fa risalire la nascita della città di Venezia, con la sistemazione della laguna e l'apertura dei canali che oggi sono parte integrante della città. Fra le opere del secolo dodicesimo possiamo elencare i canali eseguiti in Belgio intorno all'abitato di Bruges, tuttora esistenti, ed in Italia i laghi di Mantova, realizzati nel 1190 per regolare il corso del Mincio e proteggere la città, ma anche, essendo separati l'un l'altro da sbarramenti, per dar luogo ad un salto motore ed inserirvi alcuni mulini. Numerosi sono stati gli interventi per la regolarizzazione dei fiumi e dei torrenti nell'intento di controllare gli eventi di piena ed utilizzare l'acqua per le esigenze dell'agricoltura. Si può quindi riconoscere un'anticipazione di quanto viene ora trattato nei capitoli dell'idraulica fluviale.

Ricordiamo anche le bonifiche in varie parti d'Europa, spesso accompagnate da opere per l'irrigazione, che attestano una grande competenza anche nel valutare il fabbisogno idrico e le modalità con cui distribuire l'acqua alle colture.

Questa rassegna potrebbe continuare a lungo, mettendo in evidenza situazioni caratteristiche in tutto il mondo, attestando, ancora una volta, come le conoscenze e gli interventi propri dell'idraulica siano stati sempre collegati al vivere civile e tali da costituire ormai una parte essenziale della Storia.

## L'IMPOSTAZIONE SCIENTIFICA

Si giunge così ai secoli quindicesimo e sedicesimo, quando le scienze positive, in particolare la fisica e la matematica, si vanno sviluppando, associando alle osservazioni sperimentali interpretazioni analitiche a mezzo di formule e grafici, che consentono di trattare la materia in modo scientifico. Tra questi autori si distingue innanzitutto Leonardo da Vinci, vissuto dal 1452 al 1519, il quale, nelle sue eccezionali e multiformi conoscen-



Figura 11 – La diga di Cornalvo, in Spagna

ze, seppe affrontare e risolvere brillantemente molti problemi delle acque del suo tempo, limitandosi però ad illustrare i suoi ritrovati con schizzi e commenti scritti, senza proporre tante formule ed interpretazioni formali. Di Leonardo ricordiamo parecchi interventi, spesso rivoluzionari, la maggioranza dei quali però rimasti solo sulla carta, perché troppo costosi e non accettati dalle responsabili autorità. È così il progetto di deviare il corso dell'Arno, la cui naturale presenza era coinvolta nella lunga guerra tra Firenze e Pisa. Più fattibili sarebbero stati il prosciugamento delle Paludi Pontine e la sistemazione della Laguna di Venezia, interventi che comunque avrebbero comportato la deviazione di alcuni corsi d'acqua naturali. Non mancano opere realizzate in conformità con quanto egli proponeva in un'analisi di possibili interventi, quali la sistemazione dei porti di Ancona e Civitavecchia. Leonardo si interessò anche di conche di navigazione, delle quali già dalla metà del 1400 esisteva un'idea dovuta ad alcuni ingegneri italiani. Ricordiamo ancora il progetto di macchinari per migliorare la vita dell'uomo, fra i quali il perfezionamento dei dispositivi atti a utilizzare l'energia posseduta dall'acqua.

Entriamo così in quella breve successione di secoli che costituiscono l'Era Moderna, nella quale emerge la figura di Galileo, vissuto dal 1564 al 1642, che ha introdotto un modo di operare in maniera decisamente innovativa, in un vasto settore disciplinare del quale anche i problemi delle acque costituiscono una parte. Secondo tale modo di pensare, l'esperienza deve essere accompagnata da un'interpretazione logica e matematica.

Dell'Era Moderna dovremmo ricordare molti cultori di varie discipline che ora costituiscono i capitoli dell'idraulica. Ci limitiamo tuttavia a quelli più noti, il nome dei quali è stato poi definitivamente consacrato nella scienza di cui ora disponiamo.

In ordine di tempo accenniamo ad Evangelista Torricelli (1608-1647), che ebbe molti contatti con Galileo e si dedicò principalmente alla meccanica dei fluidi. Domenico Guglielmini (1655-1710), vissuto tra Bologna e Padova, accomunò la sua cultura di medico ad importanti aspetti sulla natura dei fiumi, mentre Giovanni Poleni, vissuto dal 1683 al 1761, di nobile famiglia veneta, operò tra Venezia e Padova compiendo numerosi studi sul comportamento delle acque ed ideando alcuni strumenti e procedure per la misura dei fenomeni naturali. Il siculo Leonardo Ximenes (1710-1786), trasferitosi ben presto in Toscana, si occupò principalmente di bonifiche e divenne docente di idraulica.

Nasce così una dettagliata bibliografia, con manuali di studio e descrizioni che mettono in luce tutta l'accuratezza con cui sono state esaminate le varie situazioni e sono proposte le pratiche soluzioni (Fig. 13), soprattutto nelle

regioni centro-settentrionali dell'Italia, le più ricche di acqua, mentre il ruolo di Roma, quale centro della cultura a livello europeo, rimane un punto di riferimento per buona parte delle conoscenze acquisite. Molti degli autori di quel tempo nascono negli ordini religiosi, dove, accanto alle mansioni vocazionali, hanno la possibilità di dedicarsi pienamente agli studi ed acquisire quel livello di autorevolezza che li porta al cospetto di governanti illuminati.

Il vero iniziatore della scienza idraulica è però universalmente ritenuto Benedetto Castelli (1577-1643), allievo e contemporaneo di Galileo, con il quale ebbe anche molte occasioni di contatto. Fondamentale è il suo trattato *Della misura dell'acque correnti*, (Fig. 14) stampato a Roma nel 1628, che contiene molti aspetti innovativi sul modo di impostare



Figura 13 – Frontespizio di una delle tante opere descrittive di problemi delle acque in Italia

i problemi delle acque. A lui si deve anche l'introduzione del termine *portata*, al quale egli perviene con una dimostrazione che mette in luce tutta la sua dimestichezza con i procedimenti matematici allora disponibili.

Dopo Castelli sorgono numerose scuole che contribuiscono a dare alla materia quell'aspetto scientifico che ancora oggi ritroviamo. Viene anche consacrato il termine "idraulica", che deriva dalla combinazione di due parole di greco antico, rispettivamente ὕδωρ, cioè acqua, e αἰλός, che letteralmente vuol dire "tubo, condotto", cioè, sostanzialmente, "tubo per portare l'acqua", termine che tuttavia era già noto sin dall'antichità, dove era applicato ad un dispositivo per creare particolari suoni divenuto poi un vero e proprio strumento musicale denominato "organo idraulico". Anche in questo richiamo possiamo intravedere la preoccupazione degli autori di quel periodo nel mantenere

legami con il modo classico. In ogni caso, è sempre l'approccio fisico-matematico che accompagna gli autori, anche provenienti da esperienze e discipline diverse, attratti però da quanto l'acqua è in grado di proporre.

Un'elencazione dei vari autori e dei contributi da loro sviluppati in questo periodo ci porterebbe molto lontano, con il rischio anche di dimenticare qualche figura importante. È doveroso comunque rilevare come in questo periodo della Storia l'Italia abbia avuto ruolo di eccellenza, con studiosi ed ingegneri riconosciuti per la loro accuratezza e competenza. Non possiamo però dimenticare i contributi di autori d'oltralpe, con i quali la scuola italiana seppe sempre tenere proficui contatti.

Procedendo nel tempo, nei secoli successivi, si svilupperanno scuole in molti altri Paesi, a supporto di interventi concreti sempre più complessi, che trarranno beneficio da tecnologie più progredite, utili non solo per la formulazione dei progetti, ma anche per operare in cantiere.

Si arriva così ai secoli diciannovesimo e ventesimo, ovvero all'età contemporanea, nella quale viene raffinata l'idraulica di cui ora disponiamo. In questo periodo la scienza e l'esperienza in fatto di acque hanno svolto un ruolo determinante in tutto il mondo. Sono sorte ovunque istituzioni che hanno non solo contribuito a diffondere le note conoscenze, ma anche a migliorare l'interpretazione dei fenomeni già studiati nei secoli precedenti, nell'ambito di un progresso che ha interessato tutto il vivere umano e nel quale l'idraulica ha saputo trarre grandi benefici.

Giova ricordare i passi compiuti dalle scienze matematiche, soprattutto per quanto riguarda il calcolo numerico, che ha consentito elaborazioni un tempo assai complesse, per le quali l'uomo doveva avvalersi di farraginosi calcolatori, con lunghi tempi di tedioso lavoro. I procedimenti introdotti, ad esempio, consentono ora di attuare l'integrazione di espressioni differenziali tridimensionali, in grado di interpretare i fenomeni in maniera più completa e razionale. Il calcolo numerico ha giovato moltissimo nelle costruzioni idrauliche, dove ha reso a portata di mano complesse formulazioni per dimensionare le opere: ricordiamo, in particolare, la progettazione delle dighe, che anche nella prima parte del secolo ventesimo richiedeva un lungo lavoro di conteggi, ma che ora può essere effettuata agevolmente ed in breve tempo mediante un elaboratore elettronico personale.

Legato al progresso della matematica è anche quello della statistica, che consente ora di trattare, anche con intenti previsionali, numerosi dati sul comportamento delle acque e di realizzare formulazioni applicabili in un'infinità di casi pratici.

Nel suo sviluppo l'idraulica ha potuto beneficiare dei risultati raggiunti in altre disci-





Figura 14 – Frontespizio della prima edizione del trattato “Della misura delle acque correnti”

delli, il principio dei quali era già rintracciabile nei tempi antichi, ma che ora costituisce un particolare capitolo della progettazione e della realizzazione delle opere. I problemi della qualità delle acque hanno richiesto all'idraulica di sviluppare le conoscenze sul modo con cui un inquinante si propaga e si attenua in corpo idrico ricettore. Ed infine non possiamo dimenticare l'elettronica, che ha permesso di realizzare strumentazioni di grande precisione per rilevare ed elaborare i dati propri della conoscenza e dell'utilizzo delle acque.

È con queste constatazioni che noi dobbiamo ora guardare al futuro, certi che tanti ulteriori progressi potranno avvenire.

**UN COMMENTO FINALE**

Nelle righe che precedono, con una sintetica ricostruzione temporale che abbraccia tutta la Storia, si è cercato di mettere in evidenza quale sia sempre stata e sia tuttora la caratteristica principale della disciplina che stiamo trattando. La Fig. 15 è un tentativo di riassumere in maniera schematica il lungo cammino compiuto, dai primordi fino al giorno d'oggi, mettendo in evidenza il progredire dell'aspetto scientifico accanto all'azione rivolta a conoscere, controllare ed utilizzare quell'elemento, ovvero quella risorsa, che madre natura ha dato all'uomo. Dai primi interventi della preistoria, che richiamano

quanto fatto, sostanzialmente, per vivere e sopravvivere, si passa via viva a risultati sempre più complessi, nei quali si identificano aspetti particolari, destinati a diventare veri e propri capitoli di un libro di testo e di un manuale per le opere da realizzare.

Il cammino descritto non poteva trascurare il fatto che l'idraulica ha ricevuto nei secoli un apporto di idee e di mezzi che altre discipline stavano implementando, che miravano tanto all'identificazione degli obiettivi da raggiungere, quanto alla verifica della validità di ciò che veniva attuato.

Ovviamente non possiamo non affermare che tutte le specializzazioni dell'ingegneria civile, alla quale si fa appartenere l'idraulica, hanno sempre accompagnato l'uomo lungo tutto lo sviluppo della civiltà. Così è stato per l'edilizia, dove l'uomo ha cercato un tetto per proteggersi e trascorrere la sua giornata. Così è stato per la l'apertura di vie di comunicazione, necessarie per sopravvivere in un mondo che diventava sempre più ampio e complesso. All'idraulica bisogna però riconoscere qualche momento in cui l'aspetto ingegneristico è forse passato in secondo piano, pur rimanendo sempre un motivo dominante. È successo così quando è apparso necessario osservare attentamente alcuni fenomeni della natura, la cui conoscenza non solo deve precedere qualsiasi intervento, ma deve anche stabilire come l'uomo dovrà prendere parte allo sviluppo del fenomeno stesso. È il caso, ad esempio, della regolazione dei fiumi e dei torrenti, dove si possono realizzare opere mirabili, che però dovranno sempre obbedire a quanto la natura ci impone.

Tuttavia, in una visione comune ad altre specializzazioni ingegneristiche, l'idraulica ha dovuto -e deve tuttora- tenere presenti argomenti propri di altre competenze, legate sempre alla vita dell'uomo: è il caso delle scienze sociali, necessarie, alla fine di tutto, per dimensionare un acquedotto ed una fognatura, è il caso dell'agronomia, per realizzare un'opera irrigua, è il caso dell'ingegneria sanitaria, dove si deve intervenire non solo con procedimenti di trattamento e depurazione, ma anche per inserire le opere nel naturale andamento dei corsi d'acqua ricettori.

È questo un ulteriore motivo per affermare che l'idraulica è stata e sarà sempre un fecondo connubio tra scienza ed esperienza di vita.

**DOCUMENTI E FONTI BIBLIOGRAFICHE**

Per trattare gli argomenti in questa nota sono state utilizzate soprattutto informazioni disponibili on-line, con vari motori di ricerca e principalmente come voci specifiche del complesso enciclopedico Wikipedia, che ha fornito anche alcune delle figure riportate. Sono stati inoltre consultati i seguenti testi:  
 ADAM J. P., *L'arte di costruire presso i Romani, materiali e tecniche*, Longanesi & C., 1988.  
 DI FIDIO M E GANDOLFI C., *Gli idraulici italiani* (PDF), BEIC.IT, 2015.

plines, sulle quali agisce tuttora una continua domanda di miglioramenti per affrontare i sempre più complessi aspetti della vita quotidiana. Ricordiamo, ad esempio, l'aerodinamica, che ha prodotto innovazioni nella meccanica dei fluidi, nello studio del moto di un liquido a contatto con una parete solida.

La meccanica dei fluidi ha contribuito anche a sviluppare le teorie di similitudine, che nell'idraulica ha sottolineato l'utilità dei mo-

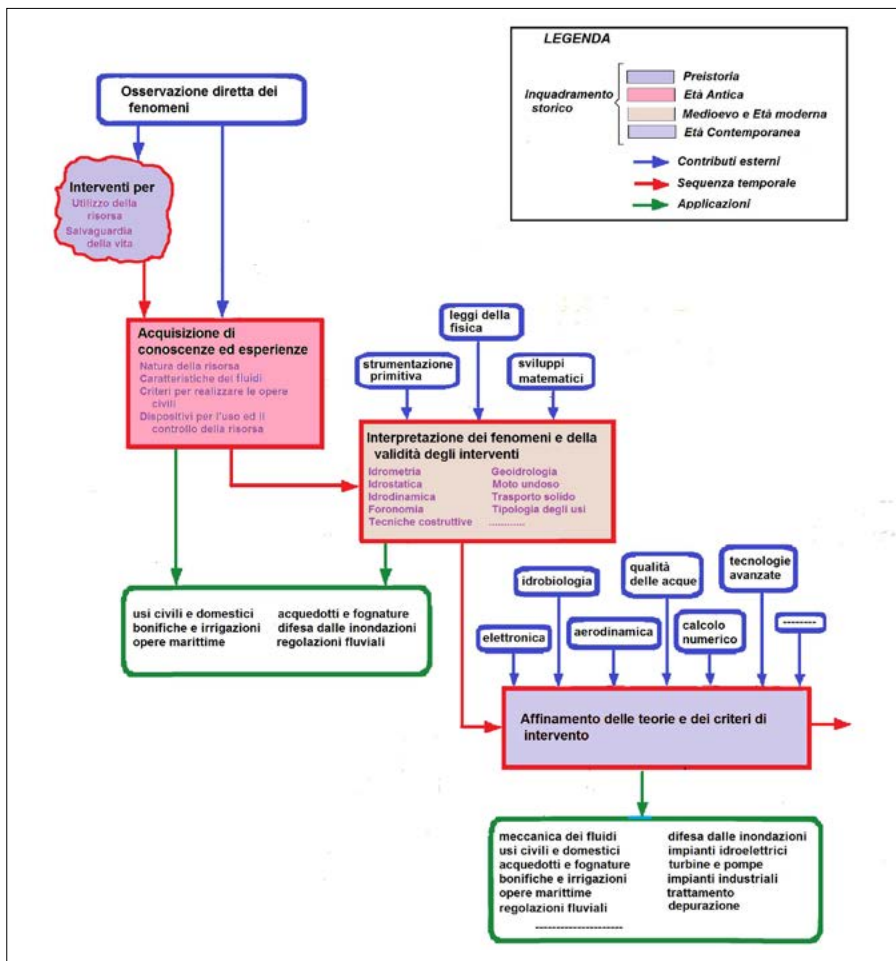


Figura 15 – Sviluppo dell'idraulica nel corso della Storia

# Bonifiche idrauliche e centuriazione nel Modenese in età romana

GIANLUCA BOTTAZZI  
 PhD in Archeologia (Topografia), Università Bologna

DONATO LABATE  
 Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio,  
 Bologna

## Roman land drainage and centuriation within Modena and its surrounding territory

Parole chiave (*key words*): centuriazione (*centuriation*), bonifiche idrauliche (*drainage*), geoarcheologia (*geoarchaeology*), pianura alluvionale (*alluvial plain*), paesaggio rurale romano (*Roman rural landscape*), topografia antica (*ancient topography*), età romana Modenese (*Roman Age Modena*)

Tra le opere idrauliche di età romana sono ben noti gli acquedotti, i canali artificiali, le reti fognarie urbane e le sistemazioni portuali. La rete infrastrutturale più imponente ed estesa è però costituita dai reticoli centuriali che da 2000 e più anni operano la gestione idraulica (bonifica e irrigazione) e l'organizzazione territoriale della pianura padano-veneta e delle pianure della penisola italiana.

Un caso esemplare è costituito dal Modenese (Misurare la terra 1983; Schmiedt G. 1989) ove su ampi settori del territorio è ben conservato l'impianto geometrico della centuriazione. (Fig. 1).

L'antica Mutina (Modena) venne fondata nel 183 a.C. (2.200 anni fa) unitamente alla sorella Parma: si tratta di due città di fondazione e delle prime "colonie civium Romanorum" ad essere dedotte a Nord dell'Appennino. Altri centri cittadini erano infatti già stati fondati ma essi erano di diritto latino (tali risultano Rimini, Piacenza, Cremona, Bologna), (Scagliarini Corlaita 1976).

Dopo un periodo precoloniale, ben attestato per Mutina dalle fonti e dai dati archeologici, e dopo la sconfitta definitiva delle popolazioni galliche (i particolare i Galli Boi) venne tracciata nel 187 a.C. dal console M. Emilio Lepido la via Aemilia (Dall'Aglio-Di

Cocco 2006) che congiungeva Rimini e Piacenza e venne fondata la colonia latina di Bononia nel 189 a.C.

La fertile pianura padana divenne pertanto in quegli anni uno straordinario e aperto scenario per la colonizzazione romana, una complessa operazione di programmazione territoriale che non conosciamo nei dettagli ma che prevedeva la fondazione di più centri urbani a impianto regolare e, nel territorio, quella fitta rete di strade e canali che è ben nota col nome di centuriazione. La centuriazione è pertanto la regolare divisione del territorio di un centro romano (colonia, forum o municipio che sia) grazie a una rete infrastrutturale di vie e canali che doveva permettere e favorire la messa a coltura, la bonifica e l'assegnazione delle terre alle famiglie dei coloni. Gli assi centuriali si dispongono notoriamente come le linee di una scacchiera e vengono definiti Kardines (in senso Nord-Sud) e Decumani (in senso Est-Ovest).

Nella pianura emiliano-romagnola la centuriazione è un tratto del paesaggio ancora largamente conservato in persistenza, nonostante i 22 secoli di vita trascorsi con le relative trasformazioni idrografiche e ambientali, con i mutevoli assetti della proprietà e della gestione agraria e, nel secolo scorso, con la meccanizzazione dei lavori agricoli. La centuriazione è pertanto romana di impostazione ma si è trasformata già nei sette secoli dell'età romana e tardoantica fino all'arrivo di Goti e Longobardi e ha poi attraversato le epoche successive fino a noi.

Gli studiosi di topografia antica in genere hanno prestato attenzione alla ricostruzione del reticolo stradale sulla base delle persistenze nel territorio e nel paesaggio attuale. Recente è invece la volontà di raccogliere analiticamente le attestazioni archeologiche puntuali di cardini e decumani antichi (Bottazzi-Labate 2008, con bibl. prec.).

Nella pianura modenese questa specifica attenzione ha permesso di presentare tutti i riscontri oggettivi rilevati e disponibili fino al 2008 (Bottazzi-Labate 2008) nonché di calcolare, con strumentazione moderna e sulla

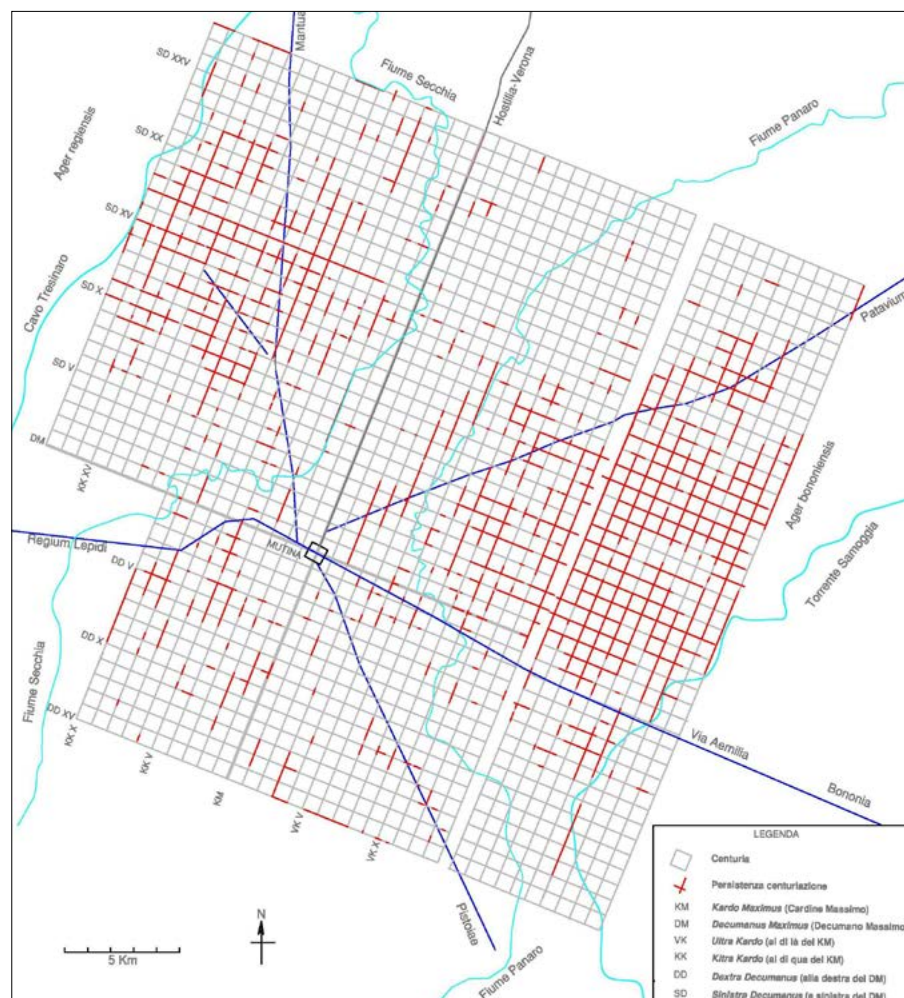


Figura 1 – Pianta generale dell'impianto centuriale di Mutina con persistenze

base di evidenze romane oggettive, l'esatta misura di un lato di una centuria: esso è risultato per il Modenese di 707 m di lato, pari a 20 actus lineari romani (un actus è pari a m 35,5 ovvero 120 piedi).

In questo contributo si intende portare l'attenzione non sulle vie centuriali ma sulla rete di canalette, fossi, canali e fossati che risultano strettamente coordinati con il reticolo, e quindi su elementi che talvolta possono apparire modesti nel singolo punto territoriale ma che risultano indispensabili per la bonifica e la coltivazione agricola di un territorio.

Nella pianura emiliano-romagnola sono presenti due imponenti ed estesissimi reticoli centuriali: la "grande centuriazione romagnola" (che va da Forlì fino a fiume Idice, cioè fin quasi a Bologna) e la "grande centuriazione emiliana" (che va dall'Idice all'Enza nei pressi di Brescello); (Bottazzi 1993; Bottazzi 1988).

Quest'ultimo grande reticolo infrastrutturale, con quasi impercettibili differenze d'orientamento che paiono dovute alle modalità di tracciamento degli assi più che al semplice errore strumentale, interessa più centri antichi: Bononia (Bologna), Mutina, Regium Lepidi (Reggio) e Brixillum (Brescello).

Per Mutina si riconoscono due orientamenti (Bottazzi-Labate 2008, con bibl. prec.) entrambi prossimi ai 22 gradi di declinazione ad Est del Nord geografico: quello centro-occidentale da riferire alla deduzione nel 183 a.C. della colonia di Mutina, quello orientale in relazione con la deduzione nel 189 a.C. di Bononia (Fig. 1).

Il centro urbano di Mutina è posto al centro del suo reticolo centuriale, diversamente da Bologna e dai centri romagnoli che sono in posizioni immediatamente pedecollinari: poco a valle della città i corsi antichi ed attuali del Secchia e del Panaro si avvicinano tantissimo così che nell'area della città antica, naturalmente depresso, si sono riversati da età romana in poi i sedimenti dei numerosi corsi d'acqua con bacino collinare (Malnati 1988). A questa particolarità di Mutina coi suoi livelli romani a 5 metri di profondità, palestra d'eccellenza per studi interdisciplinari dedicati ai rapporti tra insediamento umano e sedimentazione alluvionale e paleoidrografia, è stato dedicato un recente e aggiornato lavoro (Labate-Cremonini 2015, Cremonini-Labate-Curina 2013).

Le variazioni idrografiche risultano inoltre responsabili di estese cancellazioni del reticolo centuriale, poiché esso, come ogni sistema infrastrutturale, va pensato tendenzialmente unitario per poter adeguatamente funzionare (Bottazzi 1988). L'intero agro centuriato "fosile" di Adria ci attesta questa completezza e la presenza di minimi adattamenti locali per favorire il drenaggio (Tozzi 1987; Maragno 1993).

Numerosi studi hanno indagato le relazioni tra centuriazione e variazioni idrografiche nella pianura modenese (Bottazzi 1984; Cremonini 1984; Bottazzi 1986; Bottazzi 1988; Bottazzi-Labate 2008, con bibl. prec).

città: tra esse spicca in particolare quella relativa al proposto K.M. (Kardo Maximus).

La sede viaria è risultata larga m 12 (40 piedi) e fiancheggiata da un canale di notevole ampiezza (nella sezione rilevata risultava



Figura 2 – Cardine Massimo della centuriazione modenese fiancheggiato ad W da un grande fossato

Un recente contributo (Bottazzi-Labate 2008) ha riaffermato l'unitarietà dell'orientamento mutinense e mantenuto una proposta di numerazione degli assi basata sugli scritti degli agrimensori e sulla possibilità che gli assi principali si incrociassero in coincidenza e in prossimità del centro urbano che essendo impostato sulla via Emilia presenta un orientamento distinto (Bottazzi 1984;1986) .

Preziose le conferme archeologiche anche in settori marginali o in porzioni del territorio dove il reticolo non è particolarmente ben conservato come ad esempio a meridione della

di oltre 22 piedi, pari a 6,6 m, con una profondità accertata di oltre 10 piedi) (Fig. 2).

Nelle campagne modenese è dunque presente una scacchiera di strade e canali che ripercorrono il tracciato della centuriazione, tracciato che è testimoniato, diversamente da quanto avviene altrove, non solo dalle persistenze ma anche da numerosissime evidenze archeologiche che hanno messo in luce e accertato tratti di vie in ghiaia e/o laterizi e in terra battuta fiancheggiate da canali di scolo (Fig. 3).

Gli scritti degli agrimensori indicano per gli assi centuriali larghezze indicative tra gli



Figura 3 – Strada glareata riferibile ad un cardine della centuriazione modenese

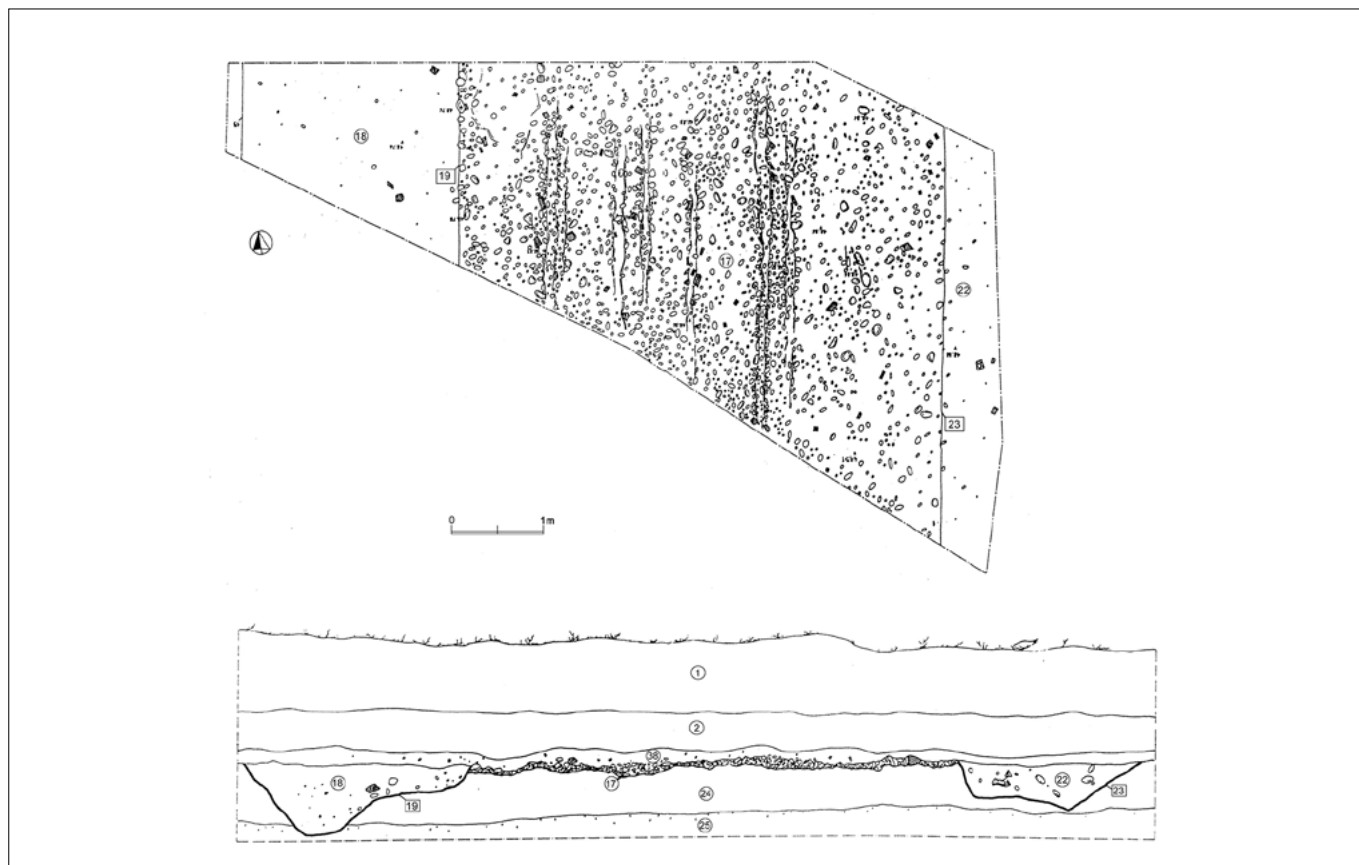


Figura 4 – Disegno di una cardine della centuriazione con strada glareata e canali di scolo di diversa dimensione

8 e 12 piedi romani, mentre misure ben più ampie vengono raggiunte dagli assi principali (da 20 a 40 piedi).

Le vie centuriali (cardini e decumani) risultano in scavo spesso delimitate da modeste scoline ma anche da canali e fossati larghi in media 2 m (con un massimo di 3 m, pari a 10 piedi) e profondi fino ad un massimo di circa 2 m (7 piedi) (Fig. 4).

Si è notato che i canali delimitavano lateralmente i cardini (che seguono la pendenza media del terreno) non sempre sono uguali: i

canali ad ovest dei cardini sono frequentemente più ampi e più profondi di quelli posti sul lato orientale. In un caso per un decumano (trasversale alla pendenza) il canale a sud risulta leggermente più ampio di quello a nord. Il motivo è da ricercare nella pendenza del terreno: i canali a ovest dei cardini e quelli a sud dei decumani favoriscono un migliore deflusso delle acque di superficie.

Si tratta di una soluzione più che comprensibile in una pianura con pendenze verso Po e verso il mare, ma che ora è documentata

in modo analitico. Il drenaggio tende a concentrare le acque verso l'angolo NE di ogni singola centuria (Fig. 5) e qui, presso ogni angolo, dovremmo presupporre l'esistenza dell'attraversamento del decumano (verosimilmente in presenza di un ponticello ligneo).

Il fenomeno qui ricostruito sulla base di una serie di evidenze puntuali di scavo diviene di eclatante chiarezza nella pianura a meridione di Nonantola: qui si ha una "finestra geomorfologica" nella quale in filigrana si avvertono paleodrenaggi naturali non geometrizzati dalla centuriazione, che possono in gran parte essere riferiti ad età preromana. La vergenza di questi canalacci naturali ad andamento sinuoso, derivati da drenaggi pianiziali delle acque di superficie e alimentati anche da acque di risorgiva, è marcatamente verso NE: queste acque vennero poi verosimilmente intercettate e condotte a valle dalla nuova rete di fossi e canali della centuriazione romana (Fig. 5).

Il reticolo centuriale nell'agro coloniaro di Mutina era in origine composto da 1.700/1.800 centurie che prudenzialmente possono essere ridotte a poco meno di 1.700 centurie in considerazione dello spazio occupato dagli alvei fluviali.

La ricostruzione dei tempi e modi della centuriazione modenese offre dati impressionanti e di grandissimo rilievo:

- 1.700 centurie
- 850 chilometri quadrati
- 2.500 km lineari di vie centuriali
- 5.000 km di canalette e fossati



Figura 5 – Ricostruzione dell'impianto centuriale con le strade (rosso) e relativi canali di scolo (azzurro) in rapporto alla dimensione degli stessi



Figura 6 – Canale relativo al cardine attestato a Nord di Carpi

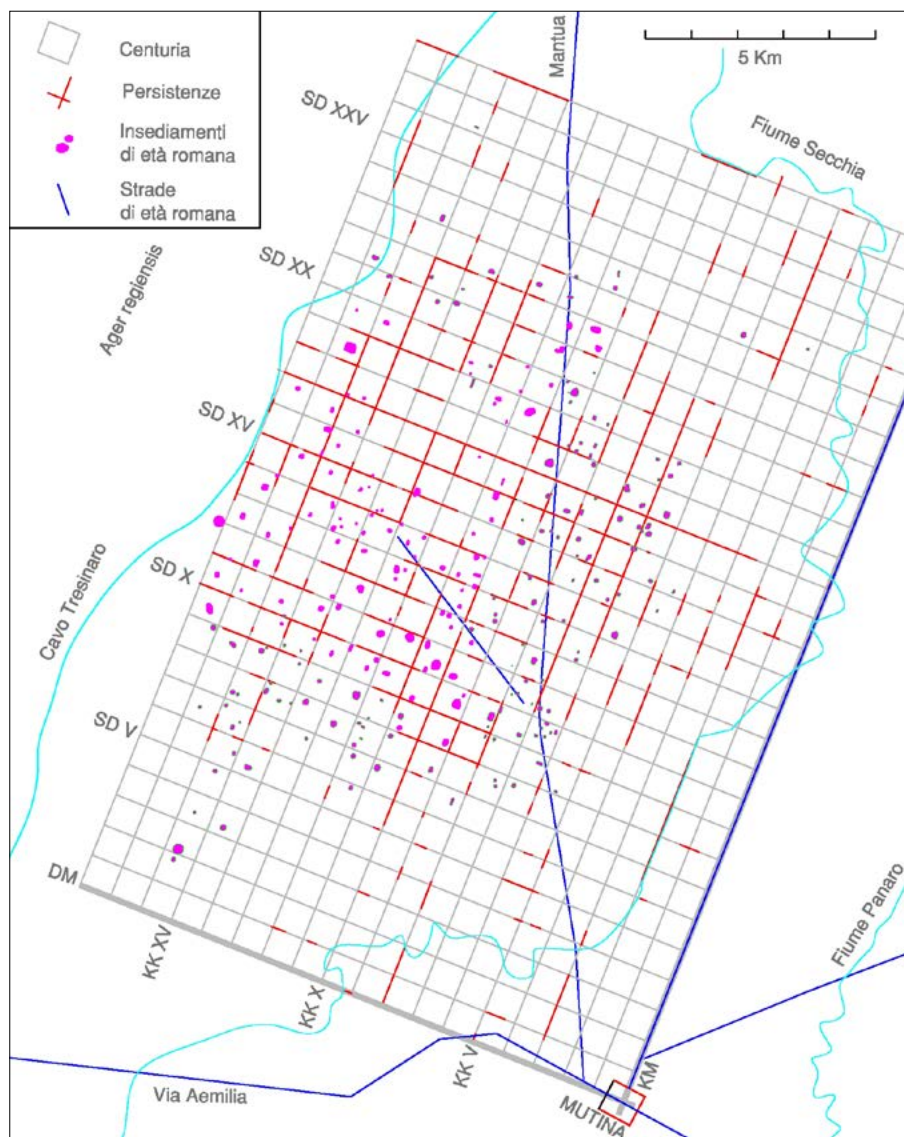


Figura 7 – Reticolo centuriale a nord-ovest di Modena (agro carpigiano) con persistenze della centuriazione e distribuzione degli insediamenti rustici di età romana

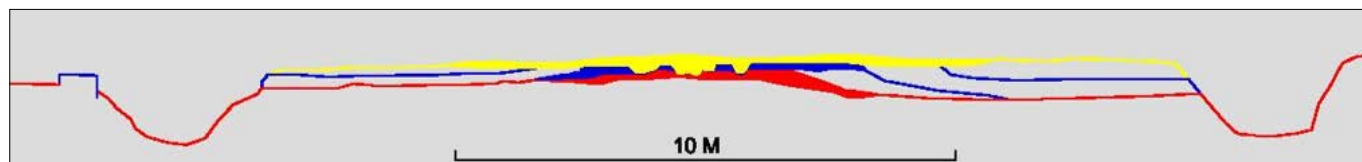


Figura 8 – Modena, località San Lazzaro, sezione della via Emilia (in rosso di età repubblicana, in azzurro di età augustea, in giallo di età costantiniana) con i grandi fossati laterali

Per un km lineare di via centuriale si può calcolare che siano stati smossi 4.000 metri cubi di terreno e visto che occorrono 3 ore per scavare e riportare un metro cubo di terra, si giunge ad un totale teorico di 12.000 ore di lavoro.

I 2.000 coloni giunti a Mutina con le rispettive famiglie nel 183 a.C. avrebbero potuto realizzare, se applicati tutti contemporaneamente, circa 1,5 km al giorno di via con canalette/fossati. I 3.200 giorni lavorativi che essi avrebbero dovuto svolgere continuamente andrebbero distribuiti in 9-10 anni, ma è evidente che servono altre giornate per il trasporto della ghiaia, per gli accessi ai fondi, per tracciare i confini di proprietà, per realizzare ponti e ponticelli. Il tutto senza pensare alla realizzazione connesse con l'impianto urbano, col disboscamento, col dissodare e coltivare per le necessità di ogni singolo anno.

Le fonti di età romana non danno informazioni dirette sulle modalità di realizzazione di un centro urbano coloniale e del relativo agro centuriato. Certo fu un processo che impiegò decenni e che per noi risulta sbalorditivo. I risultati sono infatti accertati: alla fine del I secolo a.C. e nel corso del I secolo d.C. la pianura modenese risulta capillarmente e densamente abitata.

Le ricerche condotte dalla Soprintendenza e dal Museo Civico hanno portato alla scoperta, alla catalogazione ed edizione di oltre 700 insediamenti rustici, costituiti per il 60% da fattorie e per il 40% da ville (dotate di un settore residenziale con elementi accessori e di pregio). (Atlante I 2003 e Atlante III, 1-2, 2009; cfr. per Carpi: Corti 2004).

Nelle zone non interessate da coperture sedimentarie si sono riscontrati in media 1,5 insediamenti per centuria (in genere sono due, ma è frequente la presenza di una sola villa) (Fig. 6). Se questi dati potessero essere estesi all'intero agro centuriato (comprendendo le aree oggi non esplorabili e/o coperte da sedimenti alluvionali) la potenzialità insediativa si porterebbe a 2.700 insediamenti rustici (2.000 fattorie, 700 ville).

Il dato è a dir poco sorprendente (3,2 insediamenti al kmq, 1,5 insediamenti per centuria).

Come sorprendente è quanto è venuto in luce nel 2006 all'estremo nord dell'agro centuriato, a Fossoli di Carpi (Fig. 7). Qui è stato riconosciuto un asse centuriale rappresentato in particolare da una canaletta e da tracce di lavorazione agricola di accertata età repubblicana, (Campagnoli 2008a-b). La precoce presenza centuriale (a partire dalle opere di

drenaggio e bonifica) ha dunque raggiunto zone apparentemente periferiche e di quella bassa pianura che risultava di maggior impegno per la bonifica e l'assegnazione delle terre (Fossoli non è però lontano dalla direttrice viaria Mutina-Mantua: Campagnoli 2006).

Analoghi risultati si hanno dallo scavo di una intera centuria, marginale per l'orientamento mutinense, nella cava di Ponte del Rio (via Macchione) presso Spilamberto: oltre alle attestazioni degli assi centuriali, sono stati riscontrati due insediamenti rustici romani (uno dei quali con orientamento distinto e materiali di tradizione celtica), pozzi, necropoli prediali, fornaci e... un'importantissima necropoli di età longobarda con corredi di tipo germanico (Giordani-Labate 2006; Giordani-Labate-Marchi 2008; Spilamberto 2002; Spilamberto 2010).

Anche la via Emilia, realizzata nel 187 a.C. da Marco Emilio Lepido e quindi alcuni anni prima della deduzione dei coloni, era fiancheggiata da canali larghi circa 4 m (Fig. 8), forse utilizzati ove possibile anche per il trasporto su piccole zattere della grande cubatura di ghiaia necessaria per la realizzazione della massicciata stradale.

L'impatto antropico sul territorio di un insediamento esteso e capillare quale quello finora riscontrato nella pianura modenese non può non avere avuto interconnessioni con l'ambiente e il paesaggio antico. A riguardo sono importanti le prime analisi paleobotaniche disponibili per il territorio Carpigiano (Marchesini-Marvelli-Gobbo-Accorsi 2008). Esse indicano che a Fossoli di Carpi, al margine settentrionale del paesaggio geometrico della centuriazione e quindi all'interno dei fondi agricoli permangono porzioni di incolto e essenze tipiche di aree umide (comprese quelle lungo i corsi d'acqua e le canalizzazioni). Sarà particolarmente interessante poter disporre in futuro di analisi polliniche per più siti e per età repubblicana, per la prima e media età imperiale e per il tardoantico. Un tema di particolare interesse sarà il disboscamento della pianura e dei versanti appenninici per le possibili interrelazioni con erosione, alluvionamento e sedimentazione alluvionale: i livelli di età augustea di Mutina sono ad oltre 5 metri di profondità.

In conclusione resta evidente la necessità di ulteriori ricerche interdisciplinari che continuino il percorso di conoscenze finora acquisito per Modena ed il Modenese. La collaborazione tra geologi, naturalisti ed archeologi è stata finora esemplare e può essere utilmente proseguita.

I 5.000 km di canalette e fossati dell'antica bonifica legata agli assi della centuriazione che in parte sono ancora in persistenza ed in uso dopo 2.200 anni testimoniano l'alto livello d'ingegneria idraulica raggiunta dai Romani.

## BIBLIOGRAFIA

- ACCORSI-BANDINI MAZZANTI-FORLANI 1983 = C. A. Accorsi, M. Mazzanti, L. Forlani, *Paleoambienti collegati a reperti romani nell'area di Budrio e Castenaso (Bologna) in base ad analisi attuo- e paleopalinoologiche*, in *Il territorio di Budrio nell'Antichità. Atti della Giornata di Studio*, Budrio 1983, pp. 105-123.
- ATLANTE I 2003 = *Atlante dei Beni Archeologici della Provincia di Modena, I, La pianura*, Firenze 2003.
- ATLANTE III, 1 2009 = *Atlante dei Beni Archeologici della Provincia di Modena, III, 1 Collina e Alta pianura*, Firenze 2009.
- ATLANTE III, 2 2009 = *Atlante dei Beni Archeologici della Provincia di Modena, III, 2 Collina e Alta pianura*, Firenze 2009.
- BOTTAZZI 1984 = G. Bottazzi, *Centuriazione e popolamento nel territorio carpigiano*, in *Carpi* 1984, pp. 155-161.
- BOTTAZZI 1986 = G. Bottazzi, *L'alluvionamento di Modena romana. Relazione tra corsi d'acqua, viabilità ed impianto urbano*, in «Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Provincie Modenesi», s. IX, VIII, pp. 57-80.
- BOTTAZZI 1988 = G. Bottazzi, *Le vie oblique nella centuriazione emiliana, in Vie romane tra l'Italia Centrale e Pianura Padana. Ricerche nei territori di Reggio Emilia, Modena e Bologna*, Modena 1988, pp. 150-181.
- BOTTAZZI 1992 = G. Bottazzi, *Le vie pubbliche centuriali tra Modena e Piacenza, in Tecnica stradale romana*, a cura di L. Quilici e S. Quilici Gigli, (*Atlante tematico di topografia antica I*), Roma 1992, pp. 167-178.
- BOTTAZZI 1993b = G. Bottazzi, *Le centuriazioni romagnole ed i Solonates Saltusque Galliani*, in «AMDSPP Romagna», vol. XLIII (1992), edito 1993, pp. 169-232.
- BOTTAZZI-LABATE 2008 = *La centuriazione nella pianura modenese e carpigiana romana nella pianura modenese*, in P. BONACINI, A.M. ORI (a cura di), *Storia di Carpi, I, La città e il territorio dalle origini all'affermazione dei Pico*, Modena 2008, pp. 177-206.
- CAMPAGNOLI 2006 = P. Campagnoli, *Le vie da Modena*, in DALL'AGLIO, DI COCCO 2006, pp. 180-191.
- CAMPAGNOLI 2008A = P. Campagnoli, *Carpi, loc. Fossoli - AIMAG. Pozzo e organizzazione agraria di età romana*, in LABATE 2008, pp. 309-310.
- CAMPAGNOLI 2008b = P. Campagnoli, *Lo scavo AIMAG a Fossoli: pozzo e organizzazione agraria di età romana. Notizia preliminare*, in P. BONACINI, A.M. ORI (a cura di), *Storia di Carpi, I, La città e il territorio dalle origini all'affermazione dei Pico*, Modena 2008, pp. 449-460.
- CORTI 2004 = C. Corti, *L'ager nord-occidentale della città di Mutina. Il popolamento nel Carpigiano e nella media pianura dalla romanizzazione al tardoantico-altomedioevo*, *Studia Archaeologica* 126, Roma 2004.
- CREMONINI 1984 = S. Cremonini, *Analisi morfodinamica preliminare della pianura reggiano-modenese tra Crostolo e Secchia*, in «Ricerche archeologiche del Carpigiano», Modena 1984, pp. 13 ss.
- CREMONINI 1989 = S. Cremonini, *La bassa pianura modenese. Evoluzione dei domini fluviali di Secchia e Panaro*, in «L'Emilia in età romana. Ricerche di topografia antica», Modena, pp. 85-97.
- CREMONINI 1987 = S. Cremonini, *Questioni preliminari allo studio morfologico della bassa pianura modenese*, in «Quaderni della Bassa Modenese», 1/2, 1987, pp. 5-12.
- CREMONINI-LABATE-CIRINA 2013 = S. Cremonini, D. Labate, R. Cirina, *The late-antiquity environmental crisis in Emilia region (Po river plain, Northern Italy): Geoarchaeological evidence and paleoclimatic considerations*, in «Quaternary International» 316 (2013), pp. 162-178.
- DALL'AGLIO-DI COCCO 2006 = P.L. Dall'Aglio, I. Di Cocco (a cura di), *La linea e la rete. Formazione storica del sistema stradale in Emilia-Romagna*, Milano 2006.
- GIORDANI-LABATE 2006 = N. Giordani, D. Labate, *L'insediamento rustico di età romana nelle cave di via Macchioni a Spilamberto*, in *Geoarcheologia degli scavi nelle aree di Spilamberto e Poviglio*, (a cura di S. Marchetti Dori, S. Lugli), Modena 2006, pp. 26-29.
- GIORDANI-LABATE-MARCHI 2008 = N. Giordani, D. Labate, S. Marchi, *Spilamberto, Via Macchioni, cava Ponte del Rio. Rinvenimenti di età romana, medievale e moderna*, in LABATE 2008, pp. 310-312, fig. 20.
- LABATE 1997 = D. Labate, *Archeologia di una città e del suo territorio: Formigine dal Neolitico all'alto medioevo*, in *Formigine. Un paese, la sua storia, la sua anima*, Milano 1997, pp. 20-54.
- LABATE 2003 = D. Labate, *Il Modenese: archeologia di una provincia dalla preistoria all'età moderna*, in *Modena una provincia allo specchio*, Milano 2003, pp. 16-44.
- LABATE 2008 = *Notizie degli scavi e delle ricerche archeologiche nel Modenese (2005-2006)*, a cura di D. Labate, in «Atti e Memorie della Deputazione di Storia Patria per le Antiche Provincie Modenesi», s. XI, XX, 2008, pp. 263-346.
- LABATE-CREMONINI 2015 = S. Cremonini, D. Labate, *Modena: un "dissesto" di lungo periodo. Nuovi dati sull'alluvionamento solido della città*, in «Geologia dell'Ambiente», 1/2015, Anno XXIII - gennaio-marzo 2015, Roma 2015, pp. 14-23.
- MALNATI 1988b = L. Malnati, *La città romana: Mutina, in Modena dalle origini all'anno Mille. Studi di archeologia e storia*, Modena 1988, I, pp. 307-337.
- MARAGNO 1993 = E. Maragno (a cura di), *La centuriazione di adria*, Stanghella 1993.
- MARCHESINI-MARVELLI-GOBBO ACCORSI 2008 = *Alla ricerca di paesaggi perduti. Il territorio, l'ambiente vegetale e l'economia ricostruiti attraverso le indagini polliniche e xilologiche*, in *Storia di Carpi, I, La città e il territorio dalle origini all'affermazione dei Pico*, a cura di P. BONACINI-A.M. ORI, Modena 2008, pp. 51-76.
- MISURARE LA TERRA 1983 = *Misurare la terra: centuriazione e coloni nel mondo romano. Il caso modenese*, Modena 1983.
- PASQUINUCCI 1983 = M. Pasquinucci, *Il territorio modenese e la centuriazione, in Misurare la terra: centuriazione e coloni nel mondo romano. Il caso modenese*, Modena 1983, pp. 31-59.
- SCAGLIARINI CORLAITA 1976 = D. Scagliarini Corlaita, *Il territorio e le città in epoca romana*, in *Storia dell'Emilia Romagna, I*, Bologna 1975 edito 1976, pp. 147-171.
- SCHMIEDT 1989 = G. Schmiedt, *Atlante aerofotografico delle sedi umane in Italia. III. La centuriazione romana*, I.G.M.I., Firenze 1989.
- SPILAMBERTO 2002 = *Archeologia a Spilamberto. L'area di via Macchioni*, Spilamberto 2002.
- SPILAMBERTO 2010 = *Il tesoro di Spilamberto. Signori longobardi alla frontiera*, Spilamberto 2010.
- TOZZI 1987 = P. Tozzi, *Memorie della terra*, Firenze 1987.

# Geomorfologia e poleogenesi nella VIII Regio augustea. Considerazioni sui siti urbani d'età antica

## Geomorphology and poleogenesis in the 8<sup>th</sup> Regio Augustus. Considerations on ancient urban sites in the Augustus' 8th region

STEFANO CREMONINI

Dipartimento di Scienze Biologiche Geologiche Ambientali, Università degli Studi di Bologna  
E-mail: stefano.cremonini@unibo.it

SIMONE MATTIOLI

Parole chiave (*key words*): conoide (*alluvial fan*), paleoidrografia (*palaeohydrography*), tasso di sedimentazione antropogenico (*anthropogenic sedimentation rate*), città romana (roman age towns), Emilia-Romagna (*Emilia-Romagna*), Modena

### 1. INTRODUZIONE

Tecnica idraulica è prioritariamente gestione del territorio in senso lato, cioè insieme di operazioni ed opere di drenaggio e bonifica su aree variamente estese, prima che dettaglio tecnico relativo a singole strutture. Tale problematica costituisce quindi in buona parte il preludio dell'insediamento, in particolare di quello maggiormente evoluto ed articolato sotto l'aspetto economico e sociale. Il rapporto con il territorio muta in dipendenza dal grado di consapevolezza delle dinamiche fisiche dell'ambiente, dell'entità del popolamento (densità demografica) e delle acquisizioni tecnologiche di uno specifico corpo sociale.

Al quesito cruciale concernente quindi la priorità cronologica spettante alla poleogenesi o all'acquisizione (economica, militare, bonificatoria ecc.) del territorio, la

risposta risulta in realtà articolata secondo uno schema di massima, ampiamente teorico, del tipo: i) insediamento sparso su unità geomorfologiche naturali (strutture esitenti); ii) nucleogenesi locale; iii) poleogenesi vera e propria; iv) (eventuale) bonifica del territorio su vasta scala.

Il processo di bonifica in sè (*bonum facere*), parziale o totale, costituisce l'aspetto più appariscente del complesso insieme dei processi di "antropointerferenza" sul territorio che caratterizzano la transizione tra ambiente naturale ed antropizzato (Butzer 2005). In assenza di cesure etnico-culturali e a fronte di consapevoli scelte pianificatorie preliminari l'insediamento diacronico si svolge quindi tra condizionamenti geoambientali ed ereditarietà sul medio-lungo periodo. In particolare, nel caso dell'Emilia-Romagna (VIII regione au-

gustea) i cicli insediativi finora noti paiono essere due: il più antico, sviluppato nell'età del Bronzo e concluso comunque con una cesura sostanzialmente netta (Cardarelli 2010), e quello, ancora in corso, relativo all'età del Ferro (Villanoviano/etrusco) a connotazione protourbana e successivamente urbana (Malnati 2010; Ortalli 2013).

Il rapporto tra nucleo insediativo – o centro urbano in senso stretto- e territorio circostante – se si preferisce, tra insediamento accentrato e sparso- è naturalmente simbiotico in qualsiasi età, anche in età moderna e contemporanea, periodo nel quale si dilatano a dismisura i bacini/territori di influenza economica. Così i "cicli" bonificatori esperiti sui territori di pertinenza dei vari nuclei urbani tendono a rispecchiare i cicli di sviluppo/mantenimento di questi ultimi ma caratte-

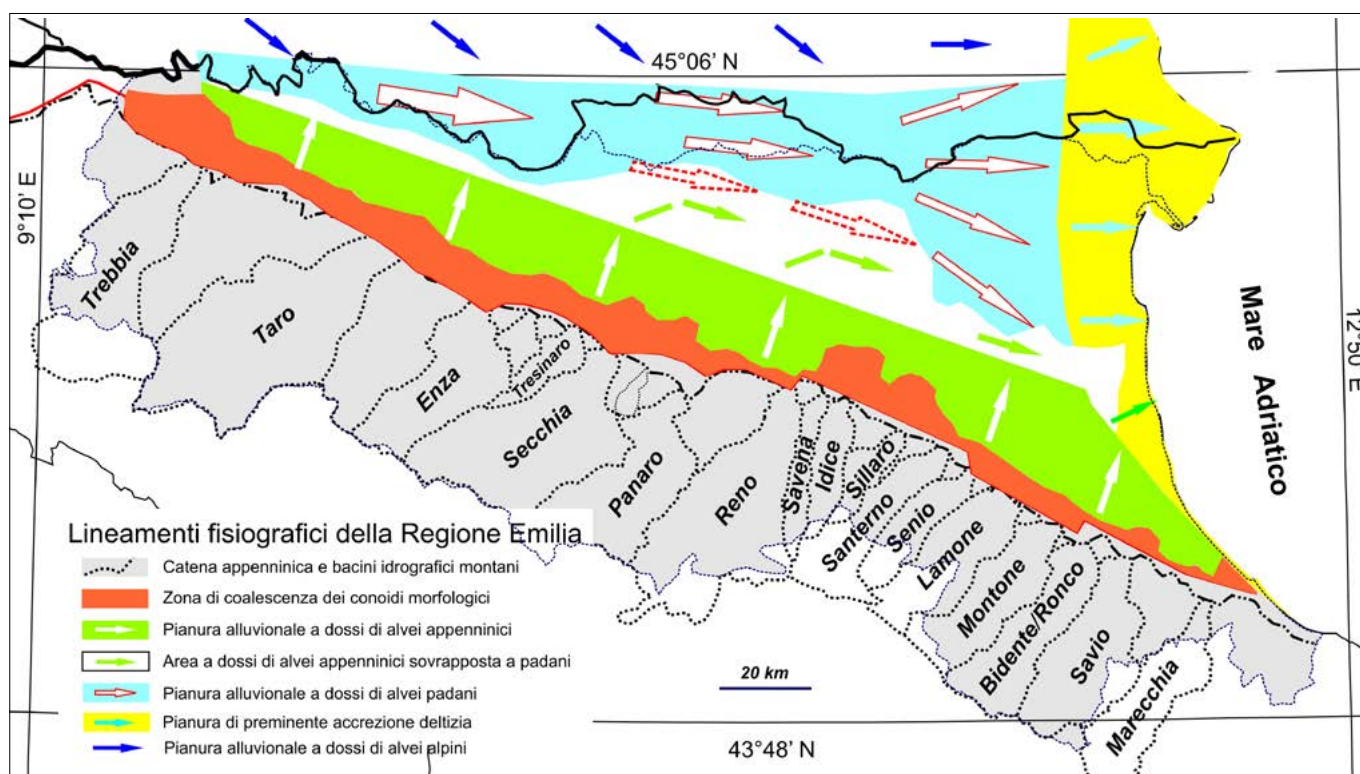


Figura 1 – Quadro morfodinamico regionale olocenico della regione emiliano-romagnola

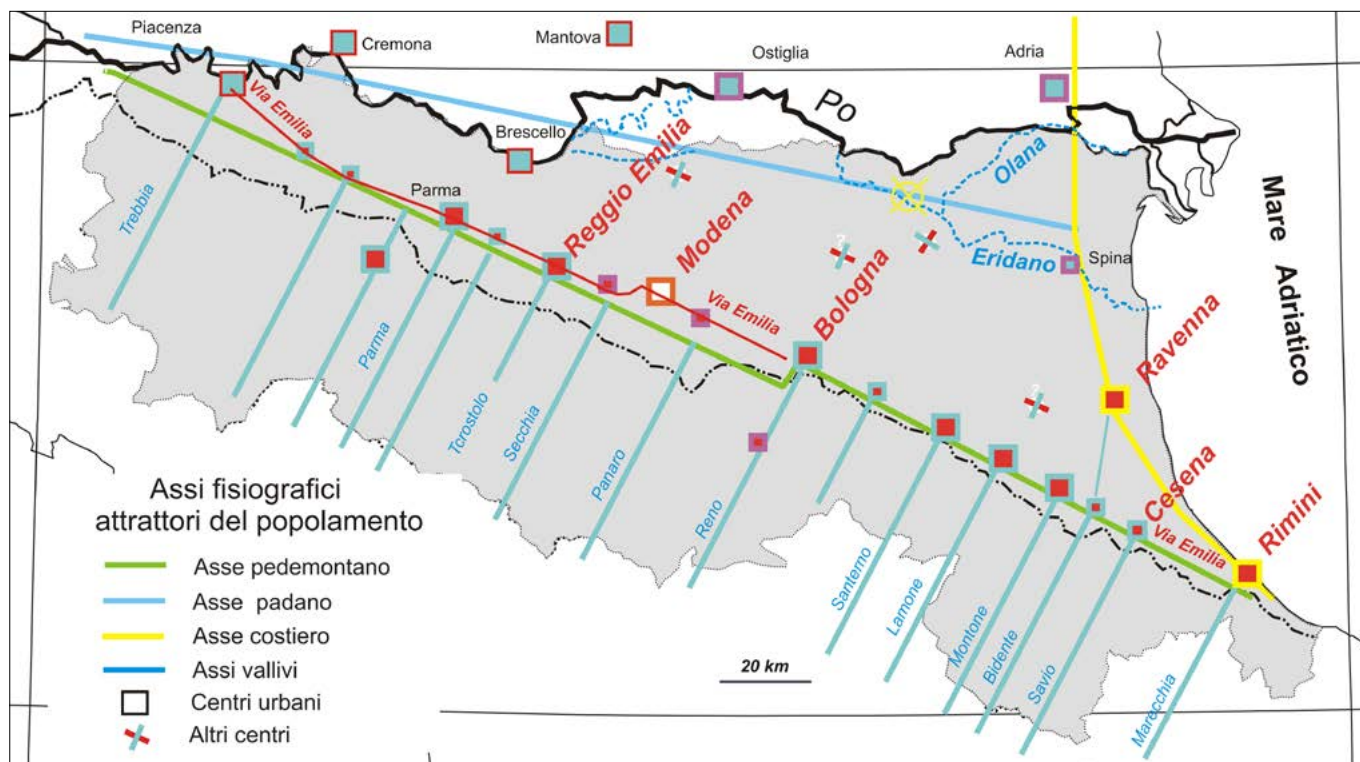


Figura 2 – Ubicazione dei principali centri urbani emiliani e padani di età romana oggi noti

rizzandosi per la maggiore complessità dia-cronica imposta dall'interazione diretta con l'alta dinamicità dell'ambiente fluviale delle pianure alluvionali (avulsioni fluviali ed alluvionamento solido).

L'esempio della *centuriazione* romana – circa 20.000 km di strade e canali originariamente tracciati per la sola VIII Regio augustea (Bottazzi 2000; Chevallier 1960) – conservatasi nelle zone di conoide pedemontano o paleodosso ma sostituita in bassa pianura dalle partizioni agrarie di età comunale (Cremonini 1989), cinque e secentesca (Gabbi, Badini 2001) e novecentesche in cassa di colmata (AA.VV. 1980) attesta tale ciclicità. Anche nella pianura padana quindi l'alluvionamento connaturato all'evoluzione del reticolo idrografico (Fig. 1) risulta inscindibile dalle implicazioni gestionali del territorio e contemporaneamente cela con tutta probabilità parte, forse consistente, dei sistemi insediativi d'età antica (Fig. 2) e pre-protostorica, impedendo la conoscenza efficace di poli insediativi minori, sicuramente esistenti nelle migliaia di chilometri quadrati di pianura compresi tra il corso del Po e le terre alte pedemontane: si tratta, per l'età romana, dei cosiddetti *Municipi ignoti* (Corradi Cervi 1938) e dei vari *vici* e *mansiones/mutationes* itinerarie lungo gli assi viari interregionali (Cremonini 2003). Lo sviluppo della rete di assi di comunicazione risulta condizionato in primis dalle direttrici di permeazione antropica dei territori, assi preferenziali, attrattori della funzione specifica, coincidenti con i principali lineamenti geomorfologici regionali: fondovalle o crinali in ambito montano e, in

aree pianiziali, margini pedemontani in fronte di catena, collettori fluviali e zone costiere marine. Infine le locali condizioni naturali che contribuiscono a determinare scelta e fissazione delle posizioni topiche per l'ubicazione e lo sviluppo dell'insediamento specificamente urbano risultano essere:

- i) altimetria assoluta e relativa principalmente intesa in termini di basso rischio idraulico (fluviale o marino) quale percepito al momento della scelta ubicatoria originale;
- ii) intersezione tra corsi d'acqua – e relative terminazioni vallive montane – ed altre direttrici di comunicazione terrestre o marittima;
- iii) intrinseca rilevanza economica del territorio;
- iv) forzante militare (necessità di presidio territoriale e difendibilità della posizione).

A tutto questo fa infine corollario la creazione di opere idrauliche di presidio ed ausiliarie quali i sistemi di arginatura longitudinale dei corsi fluviali (CREMONINI 2016), difese spondali, moli foranei costieri, ecc. ad ovvia salvaguardia del valore dei beni esposti nel territorio, cioè dell'insediamento e relative strutture bonificatorie. La specificazione sopra accennata circa il grado di consapevolezza delle dinamiche geoambientali posseduta dal corpo sociale che ha operato la scelta ubicatoria originale dei centri urbani storici è di notevole importanza e può essere solo oggi valutata a distanza di oltre due millenni in casi emblematici come quelli di Ravenna o di Rimini (cfr. ultra), con le ripercussioni negative sul tessuto urbano coevo indotte dalla

creazione dell'antico molo foraneo (Cremonini 1995a): eustatismo, alluvionamento solido e tettonica costituiscono aspetti problematici anche per la società odierna.

L'obiettivo del presente studio è quindi costituito dall'analisi del rapporto tra insediamento urbano storico di lunga durata e spazio immediatamente suburbano nella regione emiliana, cioè dal rapporto esistente tra geomorfologia naturale dell'extrasiso e geomorfologia urbana in ss, qui intesa come insieme delle morfologie della superficie topografica all'interno delle cinte murarie medievali delle singole città anziché in senso lato come oggi d'uso (Chengtai 1996).

Si ricorda infine che resta ancora problematica la definizione di dettaglio del limite settentrionale della VIII Regione augustea, genericamente considerato coincidente con il corso del Po antico (Eridano>Padovetere), ma che nelle aree settentrionali come l'odierno Oltrepò mantovano (Cremonini 2001) o il Basso Ferrarese (Cremonini 1988) potrebbe anche aver coinciso con elementi idrografici minori benché di attinenza comunque padana.

## 2. MATERIALI E METODO

Se si escludono i *Municipia ignoti* della regio augustea, in Emilia esistono almeno nove città principali (capoluoghi di provincia), di cui otto – con l'esclusione di Ferrara – (Fig. 2) già esistenti in età romana: Piacenza, Parma, Reggio, Modena, Bologna, Forlì, Rimini, Ravenna, oltre ad Imola, Faenza, Forlimpopoli e Cesena ed altri centri minori (Fiorenzuola, Fidenza, Brescello, ecc.). Per motivi di eco-



nomicità e rappresentatività Reggio, Modena, Bologna, Cesena, Rimini, Ravenna sono state analizzate secondo la metodologia sotto illustrata – in qualche misura simile a quella utilizzata da CARVER (1983) –, adottando una logica prettamente campionaria dei dati archeostratigrafici editi, data l'impossibilità dello sviluppo di studi puntuali, maggiormente dettagliati come quelli svolti a Modena (CARDARELLI *et al.* 2001).

Per ogni centro urbano si sono definiti e considerati dati relativi all'intero ambito urbano (A) e ai singoli siti stratigrafici contenitivi (B).

Dati di tipo A:

- area contenuta nella perimetrazione defensionale medievale;
- quote (minima, media, massima, baricentrale) da CTR 1:5000 (Mareografo di Genova 1941);
- coordinate UTM ED50 baricentrali;
- tipologia sedimentaria prevalente – antropica/naturale –; distanza dal margine della catena montuosa; distanza dalla costa; distanza dal corso d'acqua principale; distanza dal corso d'acqua minore più prossimo attuale; distanza dal corso d'acqua minore più prossimo antico; presenza e distanza da assi tettonici sepolti o affioranti (Cerrina Ferroni *et al.* 2002);
- cartografia altimetrica storica ad isoipse del centro urbano (Cremaschi 2000; Cardarelli *et al.* 2001; Cremonini 1992; Gelichi *et al.* 1999; Zaghini 2001; David 2005);
- contestualizzazione geografica e geomorfologica dei centri (conoide, dosso, piana, laguna, costa) (Castiglioni *et al.* 1997);
- orizzonte storico principale di riferimento (età romana *sl*, per agevole identificabilità)

Dati di tipo B:

- altimetria relativa alla presumibile superficie d'impianto dell'orizzonte storico considerato
- dati stratigrafici completi (continuità della registrazione stratigrafica) da bibliografia edita (ubicazione, data di rilevamento, affidabilità, cronologia dei depositi, tipologia tecnica costruttiva prevalente, spessore del sedimento; analisi della profondità di giacitura e spessore dei sets di US antropogenetiche; definizione dei tassi di sedimentazione antropogenici (per paragone con i tassi naturali); distinzione tra sedimenti antropogenici e naturali; rappresentatività del sito rispetto all'ambito urbano di appartenenza) (tra gli altri: Mattioli 2012; Cardarelli *et al.* 2001; Labate, Malnati 2010; GIORGI 2002; Bergonzoni, Bonora 1976; Gelichi *et al.* 1999; Cremonini 1995a; Cremonini 1995b; Cirelli 2008).

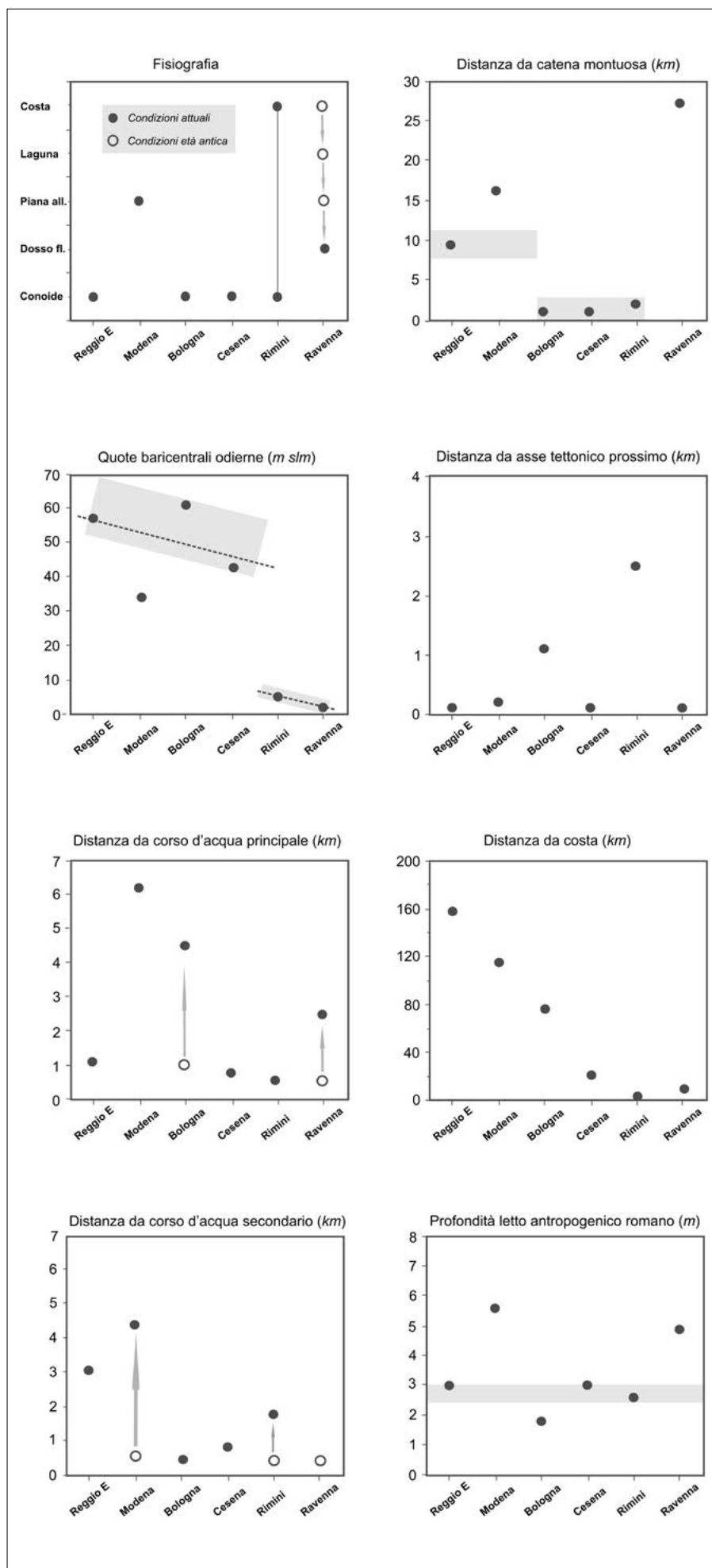


Figura 3 – Grafici degli otto parametri considerati per la comparazione dei centri urbani analizzati

Il lavoro si è avvalso dell'approntamento di schede di rilevamento specifiche (di centro urbano, di sito stratigrafico, di sintesi di centro urbano) non riportate per brevità.

### 3. DATI

Contrariamente a quanto si potrebbe attendere, molto limitato risulta il numero di siti stratigrafici, qualitativamente adeguati, disponibile per ogni città: 11 per Reggio Emilia, 8 per le rimanenti cinque. Per ovvia brevità in questa sede si rimanda direttamente all'opera di regestazione dei dati di dettaglio (Mattioli 2012). In Tab. 1 vengono riassunti i soli dati finali concernenti i rapporti fisiografici

Modena stessa (Cardarelli *et al.* 2001) e Cesena (Gelichi *et al.* 1999). Complessivamente quindi risulta comunque possibile riconoscere una significatività qualitativa del patrimonio disponibile ed intendere i principali processi che diacronicamente hanno agito negli ambienti urbani.

### 4. RISULTATI

In casi, come quello di Modena, nel quale elevata attenzione è stata prestata già in sede di scavo alla comprensione delle stratigrafie integrali di sito, la percezione di quale sia la percentuale della sedimentazione naturale rispetto a quella antropogenetica in

del F. Marecchia ma all'intersezione con l'ambito costiero; Ravenna in ambito pianiziale, oggi molto interno.

Il trend W-E delle quote baricentriche risulta dipendente principalmente dal seraggio dell'orogeno (quote di apice di conoide massime in corrispondenza della minore distanza tra Appennino ed Alpi) e, nella semiporzione orientale della regione, dallo sviluppo del cuneo sedimentario olocenico di induzione eustatica. Le città costiere esulano ovviamente da tale tendenza dipendendo principalmente dal livello di base.

La distanza dai corsi d'acqua principali (fluviali) sembra parametro significativo

**Tabella 1 – Valori degli otto parametri fisiografici utilizzati nella valutazione dei siti urbani considerati**

Fisiografia	Reggio Emilia Conoide medio-distale	Modena Pianura alluvionale interconoidale	Bologna Conoide	Cesena Conoide pedecolle	Rimini Conoide e costa	Ravenna Costa, laguna, pianura alluvionale
Quota baricentro (m slm)	57,1	34,2	60,6	42,8	4,9	1,7
Distanza da corso d'acqua principale (km)	1,1	6,2	4,5	0,8	0,5	2,5
Distanza da corso d'acqua secondario (km)	3,5	5	0,5	1	0,5	7
Distanza da catena montuosa (km)	9,5	16,3	1,1	1	2	27
Distanza da asse tettonico (km)	0,1	0,2	1,1	0,1	2,5	0,1
Distanza da costa (km)	158	115	75	20	1,3	8,5
Profondità letto antropogenico romano (m)	3	5,6	1,8	3	2,6	4,9

relativi ai sei centri analizzati: la graficazione di tali valori è riportata in Fig. 3. In Fig. 4 sono anche riportati i valori di distanza dai corsi d'acqua attivi in età romana. Benché la distribuzione spaziale dei siti all'interno del perimetro urbano appaia buona, la densità di questi non risulta certo adeguata ad una trattazione soddisfacentemente statistica sotto l'aspetto strettamente geoarcheologico.

Ad esempio, non si sono riscontrati gli estremi per riconoscere compiutamente in tutte le città la presenza di Dark-Earth come autonomo deposito distinguibile dall'insieme degli antropogenici complessivi di ogni sito stratigrafico. In alcuni casi non si è potuto riconoscere con sicurezza nemmeno la distinzione tra naturale ed antropogenico dei set sedimentari. Tali inconvenienti derivano da carenze di pubblicazione o forse di rilievo di cantiere (particolarmente nel caso di scavi molto vecchi).

L'unico parametro realmente affidabile – poiché ben riconoscibile e quindi disponibile in tutti i casi esaminati – è costituito dalla profondità di giacitura del letto del set antropogenico d'età romana *s/l*, eventualmente associato al corrispettivo spessore. Il valore medio di giacitura di tale marker ricavabile dalla corrente analisi approssima soddisfacentemente (ca 1m in difetto) quello desumibile da siti già indagati più in dettaglio come

senso stretto risulta possibile; ma ciò non costituisce la norma purtroppo nemmeno in casi come quello di Ravenna nel quale la penetrazione di sedimento naturale nella successione urbana deve essersi necessariamente verificata in virtù della complessità evolutiva dell'ambiente naturale locale. Uno degli obiettivi dell'analisi, la valutazione dei tassi di sedimentazione antropogenetici, non è pertanto risultato verificabile per carenze qualitative del materiale edito, in particolare per assenza di elementi certi di cronologia di dettaglio. Solo per Modena questo è stato indicativamente possibile: 2,1 mm/a per l'ambito cronologico medievale e moderno a fronte di ca. 4,3 mm/a per il romano fino al tardoantico (Cremonini, Labate 2015). Quest'ultimo valore si mostra doppio rispetto a quello già individuato nell'ambito geografico bolognese (Cremonini 2002) mentre si configura simile – 4,2 mm/a: 3,75 m /9 secoli – per Ferrara (Cremaschi, Nicosia 2010).

L'analisi (Fig. 3) dei parametri fisiografico-geomorfologici di sito urbano risulta maggiormente soddisfacente. I centri si ubicano rispettivamente: Reggio sul conoide medio-distale del T. Crostoso; Modena in una limitata pianura alluvionale interconoidale; Bologna sul conoide minore di T. Aposa; Cesena in apice di conoide del F. Savio, già in transizione al pedecolle; Rimini in margine laterale di conoide

solo nel caso di Ravenna, ove i mutamenti paleoidrografici locali e padani hanno indotto una progradazione costiera consistente con un mutamento radicale dell'ambiente da microlagunare/retrocostiero a palustre ed infine fluviale perialveo (Cremonini 1995b).

La distanza dai corsi d'acqua secondari (piccoli torrenti) è molto limitata ed in antico si manifesta identica o addirittura minore dell'attuale.

L'influenza di questi corsi è stata molto forte in età romana e successive essendo essi utilizzati come elementi attivi nel sistema defensionale *agger/vallum* (Cremonini, Labate 2015) o di igienizzazione dell'areale urbano (Cremonini, Bracci 2010).

La distanza dalla catena montuosa evidenzia tre ambiti caratteristici ed estremamente pregnanti: i) centri distanti ca 10 km in pianura medio-alta (ad W di Modena); ii) centri in alta pianura, prossimi al margine montano (ad E di Modena); iii) centri costieri o di pianura interna (Rimini, Ravenna).

La distanza dalla costa risulta parametro puramente descrittivo a motivare le basse quote baricentriche di Rimini e Ravenna ma solo per quest'ultima ha un significato evolutivo pieno. Similmente, la distanza dall'asse tettonico più prossimo pare non pare evidenziare alcuna correlazione significativa con l'ubicazione del sito urbano.

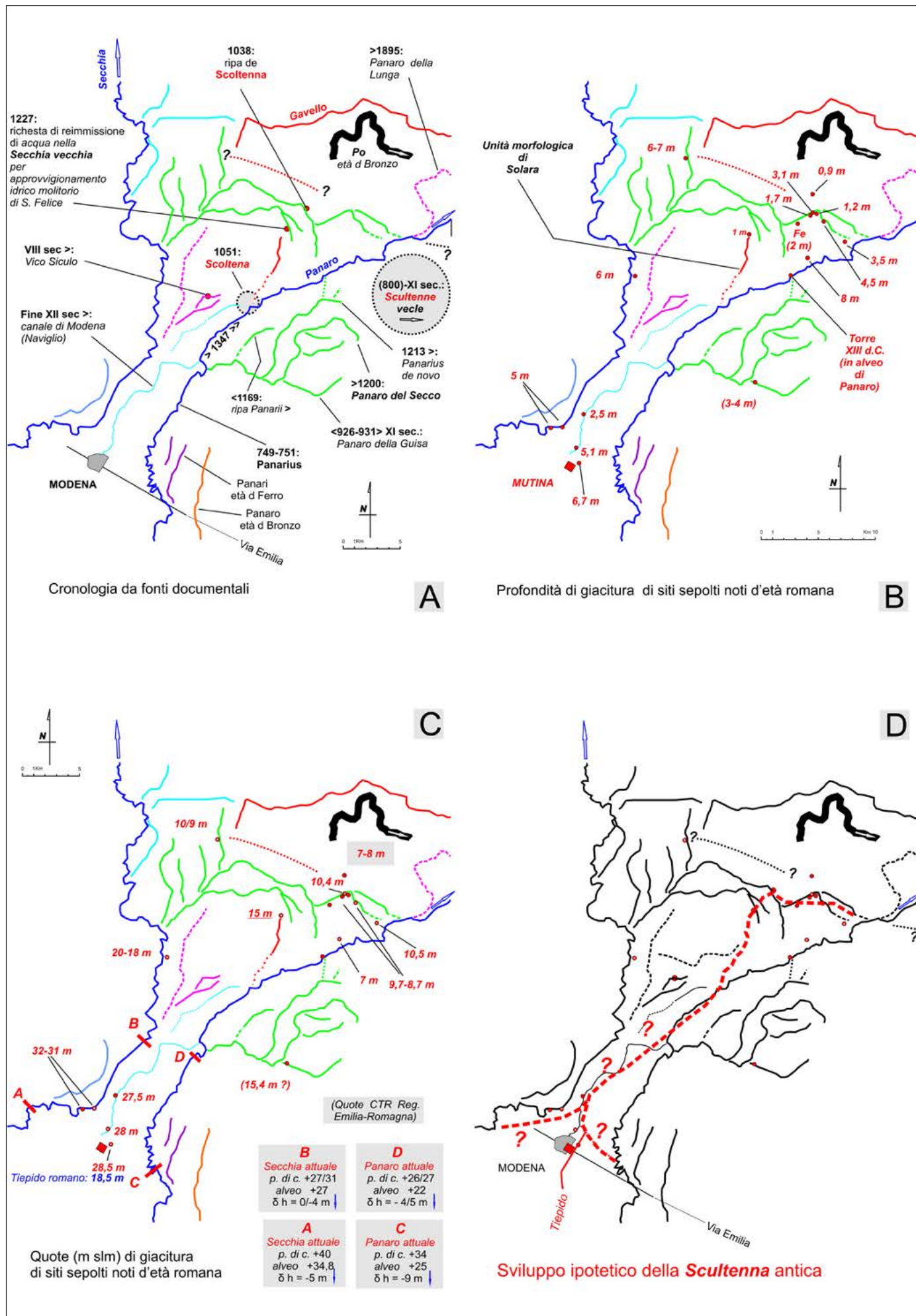


Figura 4 – Soggetti paleoidrografici nella pianura modenese tra Secchia e Panaro

La profondità di giacitura del letto dei depositi antropici d'età romana possiede un valore medio di 2,5 m (2-3 m) a Reggio, Bologna, Cesena e Rimini contro i 4,9 m di Ravenna e i 5,6 m di Modena.

Non si sono analizzati centri quali Forlì, Forlimpopoli, ecc. che ancora oggi mancano di analisi geoarcheologica complessiva, essendone comunque già percepibile l'alta complessità interna in rapporto all'evoluzione della rete fluviale locale. Altri centri come Parma, Imola, Faenza, benché non presi in considerazione, possiedono, per quanto ora noto, valori di profondità di giacitura del letto del prisma antropogenico romano (2-3 m) perfettamente comparabili con quelli di Reggio Emilia, Bologna e Cesena.

## 5. DISCUSSIONE

Nella regione emiliano-romagnola l'attuale ciclo insediativo data dalla prima età del Ferro e mostra una sostanziale continuità di ubicazione delle strutture – o trascurabili spiazziamenti planimetrici (Malnati 2010) – anche in età romana, fino all'attualità.

La scelta ubicatoria dei siti protourbani – poi urbani – vede insediamento preferenziale in ambiti di conoide maggiore (apicale o distale), in ambito lagunare /costiero o, nei casi della pianura interna – qui non considerati – lungo i principali corsi fluviali (Pavia, Piacenza, Cremona, Brescello, Mantova, Adria, Voghenza, Spina) con l'assunzione forzata del relativo rischio idraulico. Altri centri ancora si svilupperanno sempre in quest'ultima situazione fisiografica tra periodo bizantino ed inizio dell'età comunale (Ferrara, Argenta, ecc.).

Reggio Emilia, Bologna e Cesena, ubicate in zona di conoide pedemontana disattivata da un sistema di incisione adeguatamente profondo – condizione già verificata anche in età romana (Cremonini *et al.* 2013) – mostrano ancora oggi un rischio idraulico bassissimo o addirittura nullo e quindi l'accrezione verticale dell'urbanizzato vi risulta dipendente soltanto da dinamiche di uso e defunzionalizzazione delle strutture antropiche, mutamenti di tecniche costruttive e materiali, dinamiche di reimpiego di questi, vicende storico-demografiche (*retractio urbis*). Rimini rientra ancora nei valori medi di tale gruppo di centri ma alcune aree e strutture – a valle della microfolesia costiera – possono risultare affette da subsidenza compazionale e da eustatismo positivo (Lambeck *et al.* 2004).

Il ruolo di tali fattori risulta esasperato nel caso "limite" di Ravenna in cui forse anche la tettonica ha avuto ruolo attivo tra II sec. a.C. e I sec. d.C. (Cremonini 1995b). Se, infatti, come parametro di riferimento si assume la profondità del letto del prisma antropogenico di età romana, allora Ravenna eccede di 2,5 m il valore medio per siti urbani non alluvionati

(2,5 m). Per Modena tale eccedenza aumenta addirittura a 3 metri.

Considerando che nell'ambito urbano di tale città, la subsidenza *naturale* risulta limitata (1-1,5 mm/a) e pari a circa la metà del tasso di sedimentazione naturale (2-2,5 mm/a) (Cremonini, Labate 2015), diviene pienamente evidente l'anomalia che caratterizza tale areale, dato positivamente correlato con un'ulteriore anomalia concernente sia la distanza dalla catena montuosa ( $\Delta = +8$  km) sia la quota assoluta ( $\Delta = -20$  m). La coincidenza di ben tre elementi di anomalia contribuisce a suggerire una apparente "errore" nella scelta ubicatoria originale del sito cittadino, non motivabile con semplicità.

## 6. IL CASO MODENA

Modena si presenta appunto circa 8 km a valle della posizione che avrebbe potuto/dovuto possedere in consonanza statistica con quella delle altre città coeve. Ciò ha comportato problemi gravi all'impianto urbano che resilientemente ha levitato di quota ma contemporaneamente ha subito una parziale traslazione laterale, fenomeno unico nella casistica regionale. L'alluvionamento solido di *Mutina* è infatti dovuto all'ubicazione del sito entro un ambito di piana alluvionale pertinente ai torrenti minori del pedeappennino (Tiepido, Grizzaga, Cerca): piana racchiusa tra le aree di conoide dei corsi maggiori, Panaro e Secchia, i quali oggi si avvicinano notevolmente alla città, configurando una loro piana inondabile comune, molto stretta ed elongata verso NE, una sorta di "*tenaglia idromorfologica*".

Il rettilineo orientale della Via Emilia, tracciata in età romana a raccordo di tutti i centri urbani pedemontani regionali, scostandosi tra Bologna e Modena dalla *Via* pedemontana occidentale per oltre 5 km verso valle – scostamento recuperato solo ad W del F. Secchia – contribuisce ad evidenziare tale anomalo comportamento progettuale dell'asse stradale o meglio l'anomala posizione della città *ab antiquo*.

La logica ubicatoria del polo mutinense va quindi probabilmente imputata ad un fattore di ereditarietà da preesistenza – difficilmente per ora correlabile archeologicamente all'età del Ferro (Cremonini, Labate 2015) nonostante l'idronimo *Mutna/Muzna* – oppure ad una logica cogente di altro tipo. Verso una tale causalità alternativa, cioè verso un più accentuato determinismo geoambientale, potrebbe anche orientare un'eventuale fondazione romana molto precoce (Ortalli 2009) che avrebbe comunque implicato un notevole errore di valutazione delle condizioni idraulico-evolutive locali.

Tralasciando per brevità l'analisi delle fonti itinerarie antiche ed i relativi problemi, così come le osservazioni sulla pertica agri-

mentaria mutinense (Bottazzi, Labate 2008), altre indicazioni di tipo paleoidraulico risultano di certa utilità.

L'alveo del torrente Tiepido immerso nel fossato romano extramuraneo orientale ha quota di fondo a +18,5 m slm (CTR) a fronte di una quota del piano stradale urbano coevo prossimo di +28,5 m slm e di +25,5 m slm di un collettore fognante urbano (Cremonini *et al.* 2013): quindi il sistema defensionale necessitava di un alveo esutore autonomo verso valle fino ai comprensori delle acque basse coeve (20-30 km a N della città) oppure trovava recapito in un paleoalveo maggiore, di Panaro o di Secchia, a valle del suburbio settentrionale, con talweg locale almeno a +18/+19 m slm. Attualmente il talweg di Secchia, al termine del conoide, lavora a +35 m slm mentre Panaro a +25 m, differenza che pare fisiografica e non solo occasionale, dipendendo dal fatto che Panaro svolge un tragitto più lungo di Secchia per giungere a fianco della città. Quindi è ragionevole intendere che anche in antico Secchia possedesse prevalenza di quota e mostrasse una conseguente possibile tendenza a congiungersi con Panaro – e non viceversa – a valle della città. In Fig. 4 è riassunta l'analisi dell'evoluzione paleoidrografica determinata geomorfologicamente (Cremonini 1987 a, b; Calzolari 1989; Cardarelli *et al.* 2004). Considerando che non esistono alvei di età romana del Secchia a sinistra di questo e del Panaro a destra di questo, e tenendo conto altresì del fatto che tutte le unità morfologiche (dossi) affioranti in pianura si configurano come postantiche eccettuata forse l'*unità di Solara* – pare necessario ammettere che un paleoalveo collettore comune di Secchia e Panaro, sepolto tra gli alvei attuali e forse anche connesso all'*Unità di Solara*, fosse attivo in età romana (Fig. 4D) ed in grado di drenare i contributi dei torrenti minori.

L'aggradazione tardoantica della rete fluviale potrebbe essere stata la causa della cessazione del tale confluente. Poiché finora non sono disponibili dati stratigrafici sufficienti a dimostrare con certezza l'esistenza di un tale alveo nei primi 10 km a valle di Modena, la presente, benché ragionevole, resta un'ipotesi di lavoro che comunque troverebbe paragone stringente anche nel caso bolognese (Cremonini *et al.* 2013). Un alveo collettore di due fiumi, ciascuno con bacino imbrifero montano di ca 1000 km<sup>2</sup> di superficie, avrebbe previsto ovviamente un collettore adeguatamente dimensionato alla veicolazione di una portata circa pari alla somma delle singole d'origine.

## 7. CONCLUSIONI

Nonostante il carattere ipotetico di quanto argomentato, l'idea che la poleogenesi del

centro modenese possa essere risultata fortemente condizionata dall'esistenza di un alveo fluviale appenninico di dimensioni inusuali nell'ambito della *Regio VIII*, potrebbe effettivamente motivare le forti anomalie relative all'ubicazione topografica del sito urbano modenese riscontrate nell'analisi svolta. Il controllo di un tale vettore di traffico sarebbe in grado di motivare una scelta che in prosieguo di tempo si sarebbe però venuta configurando quasi esiziale per la città inducendo quest'ultima ad esperire una travagliata resilienza che non trova confronti nell'ambito geografico di appartenenza.

Più in generale, l'esemplarità del caso modenese indica l'importanza e la conseguente necessità di riconoscimento delle dinamiche fisiologiche effettive delle aste fluviali su lassi temporali medio-lunghi e non solo a livello di corrente idraulica gestionale, specialmente alle soglie di mutamenti climatici potenzialmente consistenti.

## RINGRAZIAMENTI

Lavoro svolto con i fondi RFO-MIUR (ex 60%) 2002-2004 "Assegi geomorfologici dei contesti urbani regionali-Emilia Romagna-Implicazioni ambientali, paleoambientali e storiche" responsabile: prof. M. L. Scarin e successivamente S. Cremonini),

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1980). *I settant'anni del Consorzio della Bonifica Renana*. Bologna. 336 pp.
- BERGONZONI F., BONORA G. (1976). *Bologna romana*, I. Fonti per la Storia di Bologna. 9. 247 pp.
- BOTTAZZI G. (2000). *La colonizzazione romana: città e territori centuriati*. Ferrari C., Gambi L. (a cura di), *Un Po di terra. Guida all'ambiente della bassa pianura padana e alla sua storia*. 397-413.
- BOTTAZZI G., LABATE D. (2008). *La centuriazione nella pianura modenese e carpigiana*. Bonacini P., Ori A. M. (a cura di), *Storia di Carpi*, I, 177-206.
- BUTZER K. W., 2005. *Environmental history in the Mediterranean world: cross disciplinary investigation of cause-and-effect for degradation and soil erosion*. *Journal of Archaeological Science*, 32, 1773-1800.
- CALZOLARI M. (1989). *Per una ricostruzione dell'antica idrografia modenese: ricerche per la datazione dei paleoalvei del Panaro*. *La Bassa Modenese*, 16, 33-48.
- CARDARELLI A. (2010). *The collapse of the terramare culture and growth of the new economic and social system during the Late Bronze Age in Italy*. *Scienze dell'Antichità*, 15, 449-520.
- CARDARELLI A., CATTANI M., GIORDANI N., LABATE D., PELLEGRINI S. (2001). *Valutazione del rischio archeologico e programmazione degli interventi di trasformazione urbana e territoriale: l'esperienza di Modena*. Gelichi S. (a cura di), *Dalla carta di rischio archeologico di Cesena alla tutela preventiva urbana in Europa*, Firenze, 31-40 e 97-102.
- CARDARELLI A., CATTANI M., LABATE D., PELLEGRINI S., 2004. *Archeologia e geomorfologia*. Mazzeri C. (a cura di), *Un approccio integrato applicato al territorio di Modena*. Per un Atlante Storico Ambientale Urbano (del Comune di Modena). Carpi, 65-77.
- CARVER M. O. H. (1983). *Forty french towns: an essay on archaeological site evaluation and historical aims*. *Oxford Journal of Archaeology*, 2/3, 339-378.
- CASTIGLIONI, G. B., BIANCOTTI, A., BONDESAN, M., CASTALDINI, D., CIABATTI, M., CREMASCHI, M., BAVERO, V., PELEGRINI, G. B. (1997). *Carta geomorfologica della Pianura Padana, scala 1:250.000*. Selca, Firenze, 6 tavole.
- CERRINA FERRONI A., OTTRIA G., MARTINELLI P., MARTELLI L., CATANZARITI R. (2002). *Carta geologico-strutturale dell'Appennino Emiliano-romagnolo 1:250.000*. Firenze, In folio.
- CHENGTAI D. (1996). *An approach to theory and methods of urban geomorphology*. *Chinese Geographical Science*, 6/1, 88-95.
- CHEVALLIER R. (1960). *La centuriazione e la colonizzazione romana dell'ottava regione augustea Emilia-Romagna*. *L'Universo*, 40/6, 1077-1104.
- CIRELLI E. (2008). *Ravenna: archeologia di una città*. Firenze, 288 pp.
- CORRADI CERVI M. (1938). *I municipi ignoti della VIII Regione Augustea*. *Archivio Storico Parma*, 3, 117-126.
- CREMASCHI M. (2000). *Manuale di geoarcheologia*. Bari, 386 pp.
- CREMASCHI M., NICOSIA C. (2010). *Corso Porta Reno. Ferrara (Northern Italy): a study in the formation processes of urban deposits*. *Il Quaternario*, 23/2Bis, 373-386.
- CREMONINI S. (1988). *Specificità dell'Alto Ferrarese nella problematica evolutiva dell'antica idrografia padana inferiore*. "Bondeno ed il suo territorio dalle origini al Rinascimento", Bologna, 17-24.
- CREMONINI S. (1989). *Morfoanalisi della veteroidrografia centese. Approccio semiquantitativo ad un modello evolutivo del dosso fluviale*. in "Inse-diamenti e viabilità nell'Alto Ferrarese dall'età romana all'alto medioevo". (Atti conv. Cento, 1987), Cento, 135-175.
- CREMONINI S. (1987 a). *Questioni preliminari allo studio morfoanalitico della pianura modenese*. *Quaderni della Bassa Modenese*, 1/1, 5-12.
- CREMONINI S. (1987b). *La bassa pianura modenese. Evolugrafia dei domini fluviali di Secchia e di Panaro*. *L'Emilia in età romana*. Ricerche di topografia antica. Modena, 85-96.
- CREMONINI S., 1992. *Il torrente Savena oltre i limiti dell'analisi storica. Un esempio di "Archeologia fluviale"*. *Atti e Memorie d. Deputazione di Storia Patria per le Province di Romagna*, 42, 159-205.
- CREMONINI S. (1995a). *Per un profilo delle problematiche geostoriche riminesi*, in "Pro Poplo Ariminense". *Atti Conv. Int. di Studio "Rimini antica. Una res publica fra terra e mare"*, Rimini 30-31 Ottobre 1993, Faenza, 253-328.
- CREMONINI (1995b). *Dati sul livello del mare in età antica dal litorale adriatico Emiliano-Romagnolo e settentrionale*. *Atti e Memorie Dep. St. Pat. Prov. Romagna*, 45 (1994), 3-103.
- CREMONINI S. (2001). *Nuovi dati per l'evoluzione paleoambientale recente da una stratigrafia centropadana (Fossa di Concordia, Prov. Modena)*. *Materiali per una storia di Concordia sulla Secchia*, 3, 37-45.
- CREMONINI S. (2002). *Il quadro geo-pedologico di Via Foscolo-Frassinago: indicazioni sull'evoluzione geomorfologica del pedecolle e del centro storico di Bologna negli ultimi 3000 anni*. *Quaderni di Archeologia dell'Emilia Romagna*, 7, 119-141.
- CREMONINI S., a cura di, (2003). *Maccaretolo. Un pagus romano della pianura. Documenti e Studi d. Deputazione di Storia Patria per le Province di Romagna*, 32, 267 pp
- CREMONINI S., BRACCI E. A. (2010). *Problemi di paleo-idrografia in ambito urbano*. *Bologna: rassegna critica di ipotesi e nuovi dati*. *Quaderni di Archeologia dell'Emilia Romagna*, 25, 167-176 (+ tavole e bibliografia).
- CREMONINI S., LABATE D., CURINA R. (2013). *The late-antiquity environmental crisis in Emilia region (Po river plain, Northern Italy): geoarchaeological evidence and paleoclimatic considerations*. *Quaternary International*, 316, 162-178.
- CREMONINI S. (2016). *Paleo-idrografia e geomorfologia del territorio in età romana: nuovi dati*. Trocchi T., Raimondi R. (a cura di), *Villa Vicus Via. Archeologia e storia a San Pietro in Casale*. *Quaderni di Archeologia dell'Emilia Romagna*, 35, 17-19.
- CREMONINI S., LABATE D. (2015). *Modena: un "dissesto" di lungo periodo. Nuovi dati sull'alluvionamento solido della città*. *Geologia dell'Ambiente*, 1/2015, 14-23.
- DAVID M. (2005). *Ravenna tra ricerca archeologica e analisi urbanistica*. *Atti XVII Congr. Int. St. Alto Medioevo (Ravenna da capitale imperiale a capitale esarcale)*, Spoleto, 1085 - 1100.
- GABBI B., BADINI G. (2001). *La bonifica Bentivoglio-Enza. Antologia documentaria sulle acque*. *Citta di Castello*. 408 pp.
- GELICHI S., ALBERTI A., LIBRENTI M. (1999). *Cesena: la memoria del passato. Archeologia urbana e valutazione dei depositi*. Firenze. 107 pp.
- GIORGI, G. (2002). *Man-induced changes in urban geomorphology: the historic centre of Bologna (Italy)*. *Geografia Fisica Dinamica Quaternaria*, 25, 111-121.
- LABATE D., MALNATI L. (2010). *Il sottosuolo di Modena e la salvaguardia del patrimonio archeologico*. *Geologia dell'Ambiente*, 2, 22-33.
- LAMBECK K., ANTONIOLI F., PURCELL A., SILENZI S. (2004). *Sea-level change along the italian coast for the past 10,000 yr*. *Quaternary Science Reviews*, 24, 1969-1988.
- MALNATI L. (2010). *Bologna preromana alla luce degli ultimi scavi*. *Quaderni di Archeologia dell'Emilia Romagna*, 25, 209-222.
- MATTIOLI S. (2012). *Lineamenti di geomorfologia e stratigrafia di alcuni centri urbani della pianura emiliano-romagnola*. *Tesi di Laurea in Geomorfologia della Facoltà di lettere e Filosofia*, Corso di Laurea in Scienze Geografiche dell'Università degli Studi di Bologna, AA. 2010-2011, Sessione III; relatore: S. Cremonini, corelatrice: L. Federzoni. 112 pp. Inedita.
- ORTALLI J. (2009). *Modena e il suo territorio: fisionomia e peculiarità di una colonia romana*. CARDARELLI A., MALNATI L. (a cura di), *Atlante dei Beni Archeologici della Provincia di Modena*, III/1, 76-86.
- ORTALLI J. (2013). *Strutture pubbliche e luoghi della politica alle origini della città. Un "Campo Marzio" nella Felsina villanoviana?* *Archeologia Classica* 64, 7-50.
- ZAGHINI M. (2001). *Caratteri geomorfologici e stratigrafici della fascia costiera riminese*. *Atti Conv. "Rischio idrogeologico nel Riminese"* 11 Maggio 2001, 6-11.

# La distribuzione dell'acqua nella città di Roma: tecnologia e *castellum aquae*

## Water distribution in ancient Rome: technology and *castellum aquae*

Parole chiave (*key words*): *castellum aquae*, Roman water supply, ancient hydraulics technology

LEONARDO LOMBARDI  
Idrogeologo, Roma  
E-mail: leonardo.lombardi@libero.it

ELETTRA SANTUCCI  
Architetto, Roma  
E-mail: elettra.santucci@gmail.com

BRUNO LEONI  
Ingegnere, Roma  
E-mail: b.leoni@inwind.it

### INTRODUZIONE

Il presente studio ha lo scopo di descrivere la tecnologia utilizzata nella distribuzione dell'acqua in ambito urbano ai tempi dell'antica Roma attraverso particolari strutture idrauliche: i *castella aquae*. Prima di entrare nel merito è opportuno definire alcuni concetti chiave relativi alle *cisterne* e ai *serbatoi*, strutture fondamentali nella distribuzione idrica e spesso confuse a causa delle loro caratteristiche simili, ma il cui uso è completamente diverso.

### CISTERNE

Si definisce *cisterna* un manufatto in muratura destinato essenzialmente alla raccolta e all'accumulo di acque piovane. A tale scopo le pareti interne sono completamente rivestite da materiali impermeabilizzanti, come intonaco idraulico o cocciopesto, e gli spigoli interni, sia parietali che pavimentali, sono sigillati da cordoli di rinforzo.

La capacità di queste strutture deriva dalle specifiche necessità per le quali erano realizzate e può variare da pochi metri cubi, per le cisterne di uso privato, fino a centinaia di metri cubi, per quelle a servizio di intere comunità. Per convogliare grandi quantitativi d'acqua è fondamentale la presenza di ampie superfici di raccolta, costituite da vaste aree pavimentate, quali cortili o terrazze, o dai tetti degli edifici, dotati di falde in pendenza per convogliare l'acqua in caditoie e canali collegati alla cisterna. Per raccogliere maggiori quantitativi d'acqua, le cisterne erano spesso poste sotto il livello di calpestio degli ambienti. Ad esempio, nelle *domus*, erano realizzate sotto l'atrio, in collegamento con l'*impluvio*, una vasca di raccolta posta al centro di un ambiente porticato, che accoglieva le acque piovane attraverso il *compluvio*, costituito dalle falde inclinate della copertura del portico. Il prelievo dell'acqua avveniva generalmente dall'alto, attraverso "pozzi", aperture poste sulla volta della cisterna e protette da un puteale (*vera*), frequentemente realizzato in marmo, che divenne nel tempo un elemento di decorazione degli ambienti. Per sollevare

l'acqua si potevano utilizzare diversi sistemi, quello più semplice consisteva nel sollevamento manuale di secchi o brocche tramite l'uso di corde (Fig. 1), a volte questa operazione era facilitata dalla presenza di carrucole sostenute da una struttura in legno. Altri sistemi, più complessi ed efficaci, prevedevano l'uso di ruote idrauliche, le *norie* (ruote lignee munite di secchielli posti lungo la circonferenza), o *catene a secchielli* (secchielli posti lungo una catena chiusa che veniva fatta scorrere verticalmente, ruotando attorno a due punti fissi, uno superiore e uno inferiore), strutture movimentate dalla forza lavoro umana o animale, che garantivano il sollevamento di maggiori quantità d'acqua in minor tempo<sup>1</sup>.



Figura 1 – Vera di pozzo in cui sono visibili i solchi prodotti dall'uso delle corde di sollevamento, Pompei, Casa del Poeta Tragico (Foto: L. Lombardi)

### SERBATOI

I *serbatoi* da un punto di vista strutturale presentano le stesse caratteristiche delle cisterne, come l'impermeabilizzazione delle pareti interne e la cordolatura degli spigoli interni, ma a differenza di queste sono sempre alimentati da un'adduzione continua proveniente da un acquedotto o da un'altra fonte perenne. Si definisce quindi serbatoio un manufatto in muratura, inserito in un sistema ad alimentazione continua, la cui funzione primaria è quella di accumulo.

La quantità d'acqua immagazzinata nei serbatoi, come avviene ancora oggi, costituisce il surplus tra l'acqua in entrata proveniente

dall'acquedotto, pressoché costante, e quella in uscita, variabile in base alla necessità d'uso delle utenze. Il serbatoio ha quindi funzione di *volano idraulico*, integrando la portata dell'acquedotto in caso di una maggiore richiesta<sup>2</sup>.

Come per le cisterne le loro dimensioni sono variabili, ma a differenza di queste, di norma interrata, i serbatoi sono realizzati fuori terra.

Nei serbatoi il sistema di prelievo dell'acqua avviene attraverso un'apertura nella parete, collocata in prossimità del fondo, poiché a differenza delle cisterne, il cui prelievo avviene dall'alto con sistemi di sollevamento, nei serbatoi viene sfruttato il sistema gravitativo, e aumentando l'altezza dell'acqua contenuta al suo interno aumenta il carico idraulico del getto in uscita. Generalmente i serbatoi sono realizzati su un unico livello, quelli su due o più livelli hanno gli ambienti preposti all'accumulo dell'acqua al livello più alto, mentre gli ambienti sottostanti sono strutture di sostruzione, e hanno la sola funzione di alzare la quota di uscita dell'acqua per aumentare il carico idraulico<sup>3</sup>.

I serbatoi sono sempre progettati a una quota sufficientemente alta per poter alimentare le utenze a cui sono collegati mediante tubazioni, considerando che la quota di immissione dell'acquedotto deve evidentemente trovarsi ad un livello superiore per garantirne il riempimento.

Le pareti dei serbatoi, essendo normalmente realizzati fuori terra, sono costituite da paramenti murari di elevato spessore, per contrastare la pressione interna di un carico idraulico generato da un'altezza dell'acqua che in molti casi supera i sei metri. Spesso le pareti perimetrali sono quindi rinforzate da speroni in muratura esterni oppure sostenute da terrapieni.

L'ingresso dell'acqua è situato in posizione elevata nel caso in cui il serbatoio sia alimentato direttamente da un canale dell'acquedotto, in cui l'acqua scorre a pelo libero;

<sup>2</sup> In epoca moderna, ad esempio, un aumento dei consumi è riscontrabile nelle ore del mattino e della sera, orari in cui la richiesta è notevolmente maggiore.

<sup>3</sup> Lanciani si riferisce a queste strutture con il termine "piscina pensile" (Lanciani 1880, p. 60).

<sup>1</sup> Per un approfondimento sulle macchine idrauliche operatrici si veda Barbaresi 2011.

mentre se alimentato da un sifone rovescio, costituito da tubi di piombo in pressione, la quota del punto di immissione non è vincolante in quanto il livello dell'acqua nel serbatoio è determinato, per il principio dei vasi comunicanti, dal battente del sistema a monte del serbatoio stesso. Nel primo caso, durante le fasi di riempimento, l'acqua in caduta poteva erodere e danneggiare il cocciopesto pavimentale; per evitare ciò, in corrispondenza del punto di ingresso dell'acqua, il fondo era protetto con una grande lastra in pietra o rinforzato con una spessa pavimentazione.

Il pavimento del serbatoio, dotato di una leggera pendenza, convogliava le acque verso un punto di uscita, uno *scarico di fondo*, utilizzato per lo svuotamento in occasione delle periodiche operazioni di pulizia e manutenzione. Nella parte alta sono sempre presenti aperture, sfioratori o scarichi di troppopieno, che convogliano nel sistema di smaltimento l'acqua in eccesso, determinando così il livello massimo dell'acqua nel serbatoio.

### CASTELLUM AQUAE

Dopo un lungo percorso all'interno dei canali degli acquedotti, l'acqua poteva essere finalmente convogliata nel sistema di distribuzione, per servire direttamente le numerose utenze collegate al sistema idrico urbano. Era quindi fondamentale prevedere la presenza di strutture idrauliche preposte alla gestione idrica: i *castella aquae*. Queste strutture, caratterizzate da dimensioni limitate, non vanno confuse con i serbatoi, la cui funzione è esclusivamente quella di accumulare grandi quantità d'acqua. I *castella aquae*, invece, erano degli elementi di raccordo tra gli acquedotti e la rete urbana, costituiti da una piccola camera "di raccolta" in muratura<sup>4</sup> e da un locale tecnico accessibile in cui erano alloggiati le valvole per la gestione dei flussi. Attraverso le camere "di raccolta" (o transizione) avveniva il passaggio dal regime atmosferico (a pelo libero) a quello in pressione della rete di distribuzione a valle, costituita da tubi di piombo, il cui carico idraulico era proporzionato all'altezza massima d'acqua nella camera (*battente*).

La ripartizione delle acque provenienti dagli acquedotti avveniva nei *castella* primari, dove alla fine del I sec. d.C. i flussi erano ripartiti in tre grandi tipologie di utenze: 1) *aqua nominae Caesaris*, che comprendeva l'acqua della famiglia imperiale e le forniture concesse direttamente dal *princeps* (come nel caso delle terme imperiali); 2) l'acqua per

4 La definizione di questi ambienti, camere "di raccolta", non vuole intendere una funzione legata all'accumulo o al fatto di convogliare acque diverse da quelle della rete idrica, ma solamente indicare un ambiente destinato a ricevere le acque in arrivo per trasferirle nel circuito a valle (camere di transizione).



Figura 2 – Calice in bronzo rinvenuto a Pompei, I sec. d.C. (CIARALLO, DE CAROLIS 1999)

gli usi privati; 3) l'acqua destinata alle opere pubbliche. Questa suddivisione poteva in alcuni casi avvenire all'interno della stessa camera "di raccolta" del *castellum* (castello ripartitore o *castellum divisorium*)<sup>5</sup>.

Nel III secolo d.C. Roma riceveva dagli indici acquedotti una portata totale superiore a un milione di metri cubi al giorno. Gli abitanti della città consumavano, in media pro-capite, circa 1000 litri al giorno (basandosi su dati che attestano una popolazione di circa un milione di abitanti). Una tale quantità d'acqua doveva essere opportunamente gestita attraverso un complesso sistema di distribuzione

a una specifica quantità d'acqua, controllata grazie all'inserimento di dispositivi tarati in bronzo, i *calices*, innestati nello spessore murario del *castellum* (Fig. 2). Su questi elementi era impressa la quantità d'acqua concessa e il nome del richiedente<sup>6</sup>.

Rientrano nella definizione di *castellum aquae* anche i locali tecnici posti direttamente a ridosso di serbatoi. In questo caso il passaggio dai serbatoi alle tubazioni della rete idrica avveniva attraverso l'uso di innesti simili ai *calices*, ma di diametro maggiore, realizzati in bronzo o in piombo. Nel caso di utenze di pertinenza dell'imperatore (*in nomine Caesaris*), come nel caso degli impianti termali imperiali, non era necessario controllarne l'erogazione, per cui il passaggio dal regime atmosferico a quello in pressione avveniva con l'uso di elementi in piombo, un sistema di più semplice realizzazione. Questi elementi erano costituiti da una porzione di tubo (*fistula*) saldata a una piastra di ancoraggio e posizionata sulla muratura interna della conserva (Fig. 3).

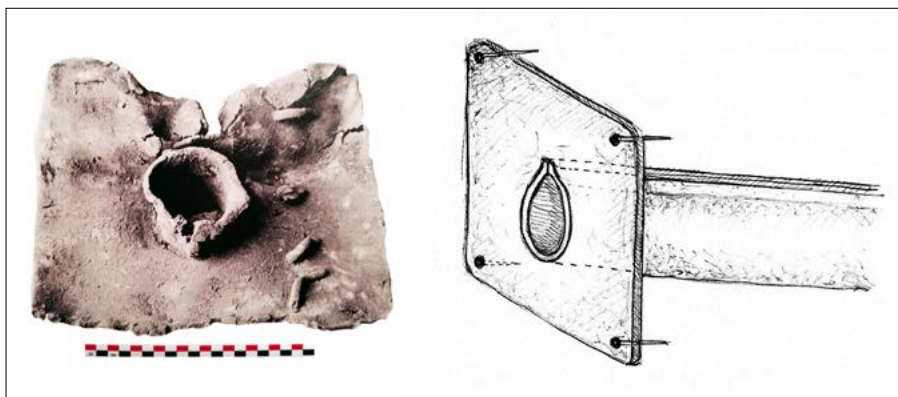


Figura 3 – "Calice" realizzato in piombo. A sinistra esempio rinvenuto ad Ostia Antica (DESSALES 2013). A destra piastra in piombo con chiodi di ancoraggio (dis. E. Santucci)

urbano. Il percorso dell'acqua in città rispettava uno schema ben preciso: dagli acquedotti raggiungeva i *castella* pubblici primari, che oltre ad alimentare alcune utenze ripartivano il flusso verso *castella* secondari, pubblici e privati; da questi venivano alimentati ulteriori sistemi di distribuzione, compresi altri *castella*, raggiungendo tutte le utenze pubbliche e private, con un sistema ad albero. Nel complesso la rete idrica era caratterizzata da un regime misto: atmosferico nei *castella*, primari, secondari, terziari ecc. costituiti da camere in muratura, e in pressione lungo le linee di distribuzione composte da fistule plumbee.

I *castella* secondari e successivi erano le strutture deputate ad ospitare gli allacci delle singole utenze private alla fornitura pubblica, ottenuti con le concessioni rilasciate dell'autorità centrale. Ogni concessione dava diritto

5 Il *castellum aquae* di Pompei rientra in questa tipologia.

6 Nel testo sulla gestione idrica di Roma, il *De aquaeductu Urbis Romae*, Frontino scrive esplicitamente che questi dispositivi erano realizzati in bronzo, un materiale che a differenza del piombo non poteva subire alterazioni del diametro. Annota inoltre alcune prescrizioni che riguardano i calici e la connessione di utenze private alla fornitura pubblica: la lunghezza minima del calice doveva essere pari a 12 pollici (0,22 metri); vi era il divieto di ampliare il diametro delle tubazioni di piombo per almeno 50 piedi (14,80 m ca.) dal punto di innesto con il calice; vi era l'obbligo di avere impressa, su entrambi gli elementi, la portata erogata; non erano permessi allacci a derivazioni private in altri luoghi che non fossero il *castellum*, per evitare perforazioni a condotti e tubature pubbliche. Egli fornisce inoltre indicazioni sulle differenze di prelievo in base alla posizione del calice, e lamenta il fatto che i tubi di alcuni concessionari non erano collegati ai calici, questi "tubi sciolti" potevano quindi essere allargati a piacimento dai fontanieri, capaci di questa e altre intollerabili frodi (Frontino, *De Aq.* 36, 105-106, 112-113). Alcuni esemplari rinvenuti sono due calici iscritti di epoca tarda (Lanciani 1880 p. 363) e esemplari da Pompei (Ciarallo, De Carolis 1999, p. 318).

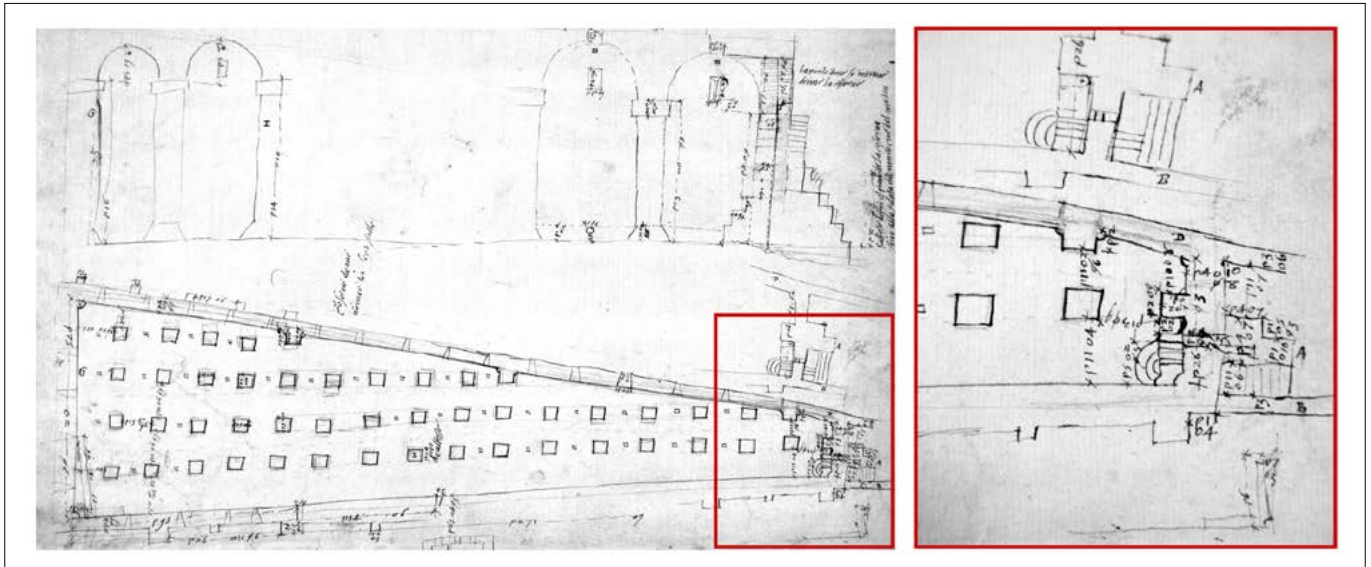


Figura 4 – Botte di Termini, serbatoio delle Terme di Diocleziano, autore: Anonimo di Destailleur, seconda metà del XVI secolo. Nel riquadro rosso la camera di manovra (LOMBARDI, SANTUCCI 2015)

Esempi di questo tipo di *castella* sono presenti nei grandi complessi termali. Le Terme di Traiano, quelle di Diocleziano e quelle di Caracalla, erano dotate di grandi serbatoi collocati in prossimità del perimetro esterno delle terme, la cui capacità poteva variare dai 6000 ai 10000 metri cubi. I flussi idrici in uscita dai serbatoi venivano gestiti in locali tecnici, anche definiti “camere di manovra”,

e indirizzati all'impianto di distribuzione, con lo scopo di rifornire d'acqua tutte le utenze, tra cui vasche, piscine, fontane e giardini. Un disegno della seconda metà del Cinquecento di autore anonimo mostra il serbatoio delle Terme di Diocleziano, la c.d. Botte di Termini (Fig. 4). Sul lato destro del disegno è visibile un piccolo ambiente, dotato di scale, che permetteva l'accesso al grande serbatoio e

in cui avveniva la gestione dei flussi idrici diretti all'edificio termale. Questa si trova esattamente in corrispondenza dell'asse centrale del complesso, da qui avevano origine le grandi gallerie adduttrici sotterranee, dove erano alloggiati le fistule principali, da cui si diramavano i percorsi secondari, sempre sotterranei, che raggiungevano e permettevano l'alimentazione di ogni ambiente delle terme.

All'interno del *castellum* erano presenti inoltre diversi sistemi di regolazione dei flussi idrici, tra cui le valvole (chiavi o rubinetti) inserite nel circuito idrico e saldate alle tubazioni di piombo (Fig. 5), che consentivano l'apertura e chiusura del flusso secondo le necessità delle utenze. Queste chiavi di regolazione dovevano essere facilmente raggiungibili, per questo erano alloggiati in locali posti immediatamente a ridosso dei grandi serbatoi di accumulo (Fig. 6). L'accesso a questi locali tecnici era protetto e riservato al solo personale addetto, in quanto solo tecnici esperti potevano ricoprire tali mansioni, sapendo quando e in che misura regolare i flussi per ottenere la quantità d'ac-



Figura 5 – Valvole in bronzo. A sinistra valvola in bronzo di grande diametro rinvenuta a Ostia Antica nelle Terme dei Nettuno, ancora saldata alla fistula in piombo (FASSITELLI 1972). A destra valvola in bronzo rinvenuta a Pompei (CIARALLO, DE CAROLIS 1999)

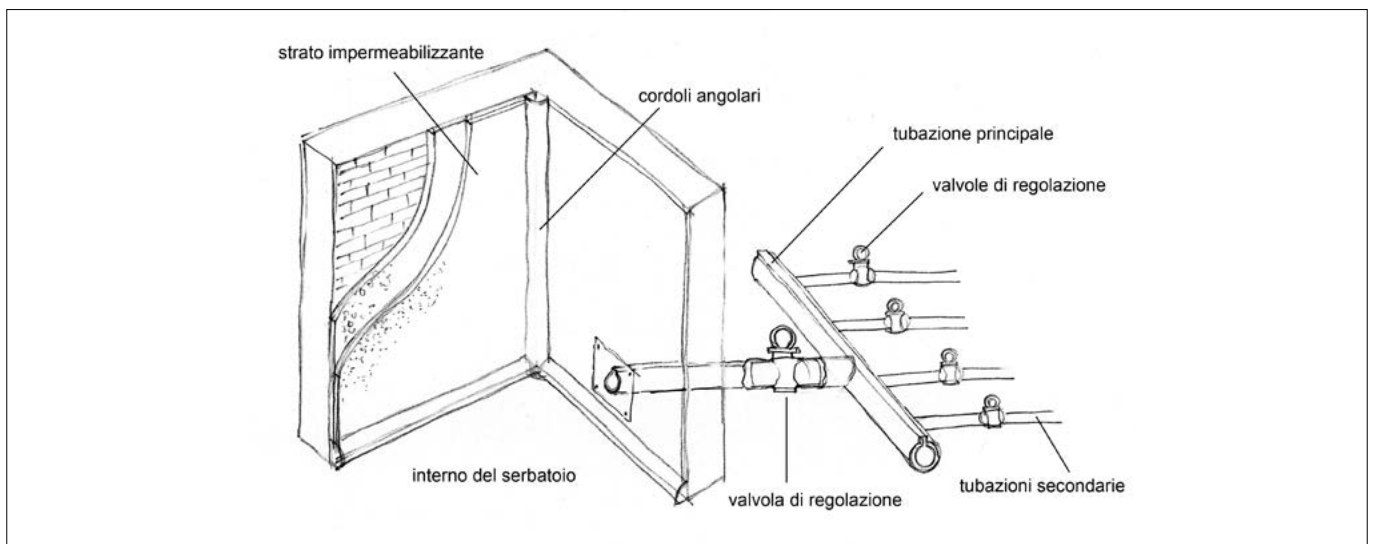


Figura 6 – Schema con elementi presenti in un castellum aquae (dis. E. Santucci)





Figura 7 – C.d. Bottino di Termini (Foto: L. Lombardi)

qua desiderata. In questo modo si evitavano anche manomissioni al sistema idrico e indebite alterazioni dei flussi, oltre a proteggere tubazioni e valvole da eventuali furti.

Alcuni *castella* erano sprovvisti di camere “di raccolta” in cui era convogliata l’acqua, e assolvevano la loro funzione di regolazione e ripartizione con un impianto costituito esclusivamente da elementi in piombo. Un esempio è il c.d. Bottino di Termini presso *Porta Viminalis*, una struttura cilindrica in blocchi di travertino e pietra gabina caratterizzata da tre aperture: una per la fistula di entrata, e sul lato opposto due per le fistule in uscita (Fig. 7). All’interno del Bottino un sistema di ripartizione metallico permetteva la suddivisione del flusso, attraverso un giunto ad “Y” oppure grazie a una cassetta di distribuzione. La presenza di una porta di accesso lascia ipotizzare che al suo interno fossero predisposte anche valvole di regolazione, facilmente raggiungibili dal personale addetto. Anche in questo caso quindi la struttura ospitava un *castellum*, con impianto di ripartizione e regolazione dell’acqua<sup>7</sup>.

Ogni utenza finale, tra cui fontane, ninfei, botteghe, fulloniche, case private, edifici pubblici ecc., era alimentata da fistule in piombo sulla quale erano presenti sistema di regolazione costituiti da valvole di bronzo, saldate alle tubazioni. Il numero di questi elementi doveva essere elevatissimo in una città come Roma, ma gli esempi rinvenuti sono scarsi, a causa delle continue asportazioni per il riuso dei metalli, al punto da rendere oggi ancora più complessa la ricostruzione dei percorsi de-

iti. Egli riporta il numero delle utenze pubbliche e private presenti in città, suddivise per acquedotto, prendendo in considerazione le fontane (*lacus*), le fontane monumentali (*munera*) e i *castella*. I dati riguardanti l’acquedotto Claudio sono forniti assieme a quelli dell’*Anio Novus*, essendo le loro acque miscelate appena entrate in città, mentre la fornitura idrica dell’acquedotto Alsetino era erogata completamente fuori del perimetro urbano (Tab. 1).

Frontino annota inoltre che la portata totale dei nove acquedotti presenti nella sua epoca ammontava a 14.018 quinarie (circa 6.700 litri al secondo<sup>9</sup>). Fuori città venivano distribuite 4.063 quinarie, pari a quasi un terzo della portata totale; mentre in città venivano erogate in totale 9.955 quinarie. Questo porta a ritenere che, comprendendo i sistemi di distribuzione extraurbani, il numero totale dei *castella* debba essere aumentato, anche se non in modo proporzionale, poiché i sistemi di distribuzione urbani dovevano essere più complessi e il numero di *castella* in città doveva

Tabella 1 – In tabella sono riportati i dati estratti dal *De Aquaeductu Urbis Romae* di Frontino, della fine del I sec. d.C.

Acquedotto	Lacus	Munera	Castella
AQUA APPIA	92	1	20
ANIO VETUS	94	9	35
AQUA MARCIA	113	12	51
AQUA TEPULA	13	-	14
AQUA JULIA	28	3	17
AQUA VIRGO	25	2	18
AQUA ALSIETINA	-	-	-
AQUA CLAUDIA E ANIO NOVUS	226	12	92
<b>Totale</b>	<b>591</b>	<b>39</b>	<b>247</b>

gli impianti idrici. Nonostante ciò, la presenza di tracce lasciate dall’asportazione di questi elementi, permette di ricostruire con buona approssimazione i sistemi idraulici e di comprendere la tecnologia con cui essi furono realizzati.

#### FONTI STORICHE

Nei testi latini abbiamo notizie sui *castella aquae* da Vitruvio, Plinio e Frontino<sup>8</sup>. Sesto Giulio Frontino ricoprì la carica di *curator aquarum* nel 97 d.C., nella sua opera *De Aquaeductu Urbis Romae* fornisce importanti dati sullo stato dell’approvvigionamento idrico di Roma, che consentono di capire come funzionasse la distribuzione dell’acqua nell’urbe alla fine del primo secolo d.C.. Egli prese in considerazione solo nove degli undici acquedotti che alimentavano la città, poiché gli ultimi due, il Traiano e l’Alessandrino, non erano ancora stati costru-

essere in proporzione notevolmente maggiore.

Un’altra fonte interessante ci giunge dai c.d. *Cataloghi Regionari*<sup>10</sup>, in cui non vengono riportati dati relativi ai *castella*, ma in quanto forniscono ulteriori dati sulle utenze cittadine (Tab. 2). Negli elenchi dei *Cataloghi Regionari* vengono presi in considerazione le fontane (i *lacus*, che probabilmente comprendevano anche i *munera*) e i *balnea* (non elencati da Frontino). Una osservazione può scaturire con-

9 Il valore in litri al secondo è stato calcolato in base al fattore di conversione calcolato da Di Fenizio, secondo il quale una quinaria equivale a 41,5 metri cubi al giorno, pari a 0,48 litri al secondo (da ultimo Pace 1983, pp. 61-65).

10 I cosiddetti Cataloghi Regionari sono due trascrizioni di un unico documento, redatte nel IV secolo d.C., in cui si elencano i principali monumenti presenti nelle 14 regioni augustee. Il primo catalogo, il *Curiosum urbis Romae regionum XIII*, è stato scritto dopo il 334 d.C.; il secondo, forse posteriore, di cui non è noto il titolo e conosciuto come *Notitia urbis Romae*, è databile dopo il 357 d.C.. Le due versioni sono caratterizzate da alcune differenze.

7 Cfr. Gautier di Confienço 2007, pp. 228-231 e Lanciani 1880, p. 307.

8 Vitruvio, *De Architectura*, libro VIII, 6, 1; del 15 a.C. circa. Plinio, *Naturalis Historia*, XXXVI, 121; del 78 d.C.. Frontino, *De Aquaeductu Urbis Romae*, LXXX, 2 e LXXXVIII, 3; fine I sec. d.C..

Tabella 2 – In tabella sono riportati i dati dei c.d. Cataloghi Regionari, datati IV secolo d.C.

Regiones	Curiosum		Notitia	
	Balnea	Lacus	Balinea	Lacus
REGIO I – PORTA CAPENA	86	81	86	87
REGIO II – CAELEMONTIUM	85	65	85	65
REGIO III – ISIS ET SERAPIS	80	65	80	65
REGIO IV – TEMPLVM PACIS	65	71	75	78
REGIO V – ESQVILIAE	75	74	75	74
REGIO VI – ALTA SEMITA	75	73	75	73
REGIO VII – VIA LATA	75	76	75	76
REGIO VIII – FORVM ROMANVM MAGNVM	86	120	85	120
REGIO IX – CIRCVS FLAMINIVS	63	120	63	120
REGIO X – PALATIVM	43	90	44	89
REGIO XI – CIRCVS MAXIMVS	15	20	15	20
REGIO XII – PISCINA PVBLICA	63	80	63	81
REGIO XIII – AVENTINVS	44	89	60	88
REGIO XIII – TRANSTIBERIM	86	180	86	180
<b>Totale</b>	<b>941</b>	<b>1204</b>	<b>967</b>	<b>1216</b>

frontando il numero di *lacuse munera*, presenti a Roma verso la fine del I secolo d.C. e indicati da Frontino, pari a 630 elementi, con gli oltre 1200 *lacus* dei Cataloghi Regionari, presenti a Roma verso la metà del IV secolo d.C. Se il numero di utenze è aumentato vertiginosamente tra il I e il IV secolo, altrettanto deve essere accaduto per il numero dei *castella*.

### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In epoca moderna il termine *castellum* è stato frequentemente tradotto con *serbatoio*, ma come descritto poc'anzi nella definizione di queste strutture, tale traduzione dal punto di vista idraulico non è corretta e ha contribuito a generare confusione, in quanto associa la funzione di accumulo, propria dei serbatoi, ai *castella*, la cui funzione primaria è invece quella di ripartizione e regolazione dei flussi<sup>11</sup>.

Nonostante le numerose fonti che riportano un elevato numero di *castella* presenti a Roma, attualmente le strutture in cui è possibile riconoscerne la presenza sono poche, e le tracce ancora esistenti sono spesso di difficile lettura. Le osservazioni sul funzionamento delle strutture descritte provengono da studi condotti su numerosi monumenti romani, effettuati proprio allo scopo di comprendere i sistemi idraulici per la distribuzione e lo smaltimento dell'acqua, tra cui i grandi complessi termali imperiali, le Terme di Traiano, le

Terme di Diocleziano<sup>12</sup>, le Terme di Caracalla<sup>13</sup>, con i relativi serbatoi e locali tecnici; numerosi impianti termali tra cui quelli di Ostia Antica; strutture idrauliche tra cui i c.d. Trofei di Mario<sup>14</sup>, il Bottino di Termini, il *castellum* dei Mercati Traianei, la Terrazza Domiziana<sup>15</sup>, il Colosseo<sup>16</sup>. È da sottolineare inoltre la grande capacità dei progettisti romani nella realizzazione di strutture messe in opera per la gestione di complessi sistemi idraulici, caratterizzati da un'elevata funzionalità tecnica, a tal punto che i moderni sistemi di distribuzione idrica prevedono la presenza di strutture con analoghe funzioni. I *castella aquae* del passato sono oggi i moderni *partitori*, organismi per la gestione e ripartizione delle acque.

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA. VV. (1986), *Il trionfo dell'Acqua. Acque e Acquedotti a Roma, IV sec. a. C. - XX sec.* (catalogo della mostra), Roma 1986.
- BARBARESÌ L. A. (2011), *Progettazione ed evoluzione delle macchine nell'antica Roma. Macchine idrauliche operatrici*, Roma 2011.
- BIANCHI E., SANTUCCI E., ANTIGNOLI L. (2015), *Il sistema idraulico della Terrazza Domiziana alla luce delle nuove esplorazioni*, in *Bull Com, CXVI*, 2015, pp. 141-158.
- Ciarallo A., De Carolis E. (1999), *Homo Faber. Natura, scienza e tecnica nell'antica Pompei* (catalogo della mostra), Milano 1999.
- DEL CHICCA F. (2004), *Frontino. De Aquae Ductu Urbis Romae. Introduzione, testo critico, traduzione e commento*, Roma 2004.
- DESSALES H. (2013), *Le partage de l'eau. Fontaines et distribution hydraulique dans l'habitat urbain de l'Italie romaine*, Ecole Française de Rome 2013.
- FASSITELLI E. (1972), *Tubi e valvole dell'antica Roma*, Milano 1972.

12 Cfr. LOMBARDI, SANTUCCI 2015.

13 Cfr. LOMBARDI, CORAZZA 1995.

14 Cfr. PISANI SARTORIO, LOMBARDI, ROSSI ZAMBOTTI 2011.

15 Cfr. BIANCHI, SANTUCCI, ANTIGNOLI 2015.

16 Cfr. LOMBARDI, CORAZZA 2002.

FRONTINO, *De Aquaeductu Urbis Romae*.

GAUTIER DI CONFENGO E. (2007), *Il quartiere di Porta Viminalis. Un contributo alla carta archeologica dell'Esquilino*, in *BCom CVIII* (2007), pp. 228-231.

LANCIANI R. (1880), *Topografia di Roma antica. I commentarii di Frontino intorno le acque e gli acquedotti. Silloge epigrafica aquaria*, Roma 1880.

LOMBARDI L., CORAZZA A. (1995), *Le Terme di Caracalla*, Roma 1995.

LOMBARDI L., CORAZZA A. (2007), *Gli impianti tecnici delle Terme di Caracalla*, in *Studi Romani*, anno LV, nn. 3-4, Luglio-Dicembre 2007, pp. 339-354.

LOMBARDI L., CORAZZA A. (2002), *L'impianto idraulico del Colosseo*, in *REA R. (a cura di) Rota Colisei*, 2002, pp. 46-65.

LOMBARDI L., COATES-STEPHENS R., BARBIERI M. (2005), *L'acquedotto Antoniniano: l'alimentazione idrica delle Terme di Caracalla*, in *In Binos Actus Lumina*, anno II, a cura di RIERA I., *Sarzana 2005*, pp. 211-216.

LOMBARDI L., SANTUCCI E. (2015), *Gli impianti tecnici delle Terme di Diocleziano*, in FRIGGERI R., MAGNANI CIANETTI M. (a cura di), *Le Terme di Diocleziano. La Certosa di Santa Maria degli Angeli*, Milano 2015, pp. 76-103.

PACE P. (1983), *Acquedotti di Roma e il De aquaeductu di Frontino*, Roma 1983.

PACE P. (1986), *Tecniche di conduzione e distribuzione dell'acqua in epoca romana, in Il trionfo dell'Acqua. Acque e Acquedotti a Roma, IV sec. a. C. - XX sec.* (catalogo della mostra), Roma 1986, pp. 138-151.

PISANI SARTORIO G., LOMBARDI L., ROSSI ZAMBOTTI H. (2011), *I 'Trofei di Mario', mostra dell'Aqua Claudia-Anio Novus: il percorso dell'acqua*, in *Rend. Pont. Acc. Rom. Arch.*, vol. LXXXIII 2010-2011, pp. 59-89.

TEDESCHI GRISANTI G. (1986), *I terminali degli acquedotti, in Il trionfo dell'Acqua. Acque e Acquedotti a Roma, IV sec. a. C. - XX sec.* (catalogo della mostra), Roma 1986, pp. 151-155.

TÖLLE-KASTENBEIN R. (1993), *Archeologia dell'acqua. La cultura idraulica nel mondo classico*, Milano 1993, rist. Milano 2005.

VITRUVIO, *De Architectura*.

WILSON A. (2007), *The castra of Frontinus, in Res Bene Gestae. Ricerche di storia urbana su Roma antica in onore di Eva Margherita Steinby*, LTUR Suppl. IV, a cura di D. Palombi, S. Walker, A. Leone, Roma 2007, pp. 439-444.

11 Nel testo di Frontino strutture con funzione di accumulo sono indicate con i termini *piscina*, *receptaculum* e *conceptaculum*. Inoltre, il termine *castellum*, diminutivo di *castrum*, ha in sé il significato di luogo chiuso, inaccessibile, protetto, fortificato. Aggettivi che ben si attribuiscono a una struttura idraulica di servizio protetta, con funzione di controllo della fornitura idrica, accessibile soltanto a personale autorizzato. Per una disamina sul termine *castra* utilizzato da Frontino e l'ipotesi che questo possa essere interpretato come strutture idriche si veda da ultimo WILSON 2007.



**PRESENTAZIONI ORALI**

**SIGEA**



# La cisterna sotterranea e il sistema idraulico della Villa del Naniglio di Gioiosa Jonica (RC)

## The semi-underground cistern and the hydraulic system of the Roman Villa del Naniglio (RC)

Parole chiave (*key words*): villa romana (*roman villa*), cisterna seminterrata (*semi-underground cistern*)  
*opus incertum*, malta idraulica a cocchiopesto (*working water storage tank*)

ROSSELLA AGOSTINO

Direttore Museo e parco archeologico nazionale di Locri Epizefiri e Kaulon. Polo museale della Calabria

E-mail: rossella.agostino@beniculturali.it

ELEONORA GRILLO

Archeologa. Collaboratrice della Soprintendenza Archeologia della Calabria

E-mail: eleonora.grillo@libero.it

La villa del Naniglio (II-III sec. d.C.) è un'articolata e complessa costruzione su terrazzamenti disposti lungo il fianco della collina che si affaccia sul lato orientale della vallata del Torbido<sup>1</sup>, già in antico naturale percorso di comunicazione tra il mar Jonio e il Tirreno gravitante nel territorio della *polis* di Locri Epizefiri (Fig. 1).



Figura 1 – La Locride in età Romana

cuni dei quali pavimentati a mosaico (Fig. 2). Nei primi mesi del 2016 i lavori di messa in sicurezza della cisterna seminterrata hanno dato avvio ad alcuni saggi esplorativi, non ancora completati.

Il complesso monumentale è stato esplorato soltanto in minima parte e non è ancora possibile determinarne l'esatta estensione<sup>3</sup>. Evidenze archeologiche di vario tipo sono note per un'area di circa 2 ettari. I recenti scavi della Soprintendenza calabrese hanno

tempo costituiscono il contenimento del retrostante terreno della collina, creando una serie di terrazzamenti (ne sono stati individuati almeno quattro) accompagnati da un articolato impianto di canalizzazione per la raccolta e lo smaltimento delle acque, al centro del quale si trova la grande cisterna seminterrata, il cosiddetto Naniglio (forse dal termine dialettale *nanigghiu*, che deriva dal greco *anelios*, cioè senza sole) da cui l'intero complesso prende il nome.

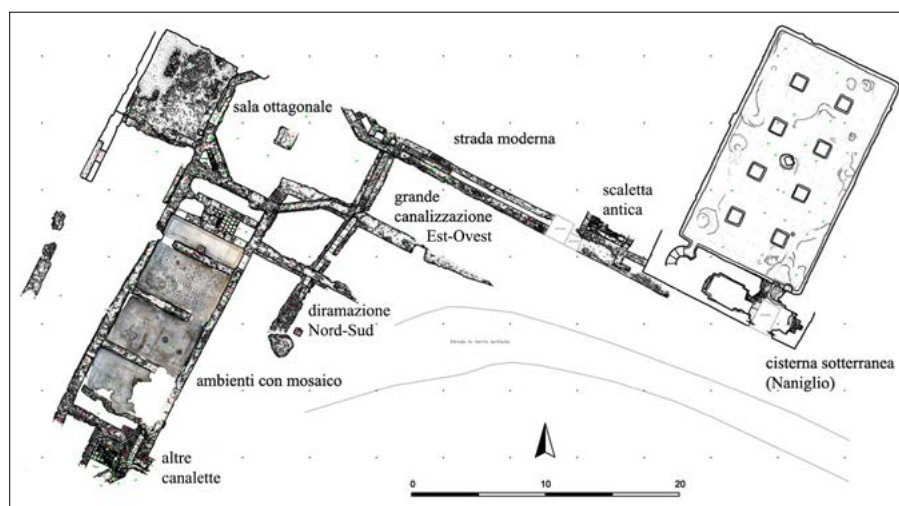


Figura 2 – Complesso del Naniglio di Gioiosa Jonica (RC). Planimetria del settore ovest (Rilievo dott. M. Brizzi – D. Vivace)

L'area fu esplorata per la prima volta tra il 1984 e il 1988 dall'Università di Napoli, sotto la direzione di A. de Franciscis, con una serie di limitati saggi in più punti diversi del complesso monumentale. La Soprintendenza Archeologica della Calabria<sup>2</sup> ha ripreso le indagini nel 2010-2011, occupandosi del settore Nord-Occidentale dell'area, dove è stata portata alla luce un'ala della residenza, con una serie di ambienti posti su più livelli, al-

portato nuovi dati, in corso di elaborazione, che hanno evidenziato la necessità di una completa revisione di alcune delle ipotesi avanzate dai primi editori sia sulla tipologia planimetrica della villa, sia sulle funzioni degli edifici che la compongono.

La villa, forse al centro di un insediamento più ampio, venne realizzata a partire dal II secolo d.C., continuando a vivere fino al IV secolo d.C. Materiali di V-VI secolo e oltre, rinvenuti negli strati più superficiali, provano che l'area continuò ad essere abitata, con modalità differenti, anche dopo la fine della vita della grande residenza.

La villa (Fig. 2) è realizzata mediante un articolato sistema di strutture in opera mista, fortemente scenografico, che disegnano ambienti di diversa planimetria e nello stesso

La cisterna sotterranea è stata da sempre più o meno nota (de Franciscis 1988, p. 15 ss.), ma è stata completamente svuotata solamente negli anni '70 (Foti 1973). Il suo interno, negli anni recenti, è stata sottoposto soltanto ad un lavoro di pulizia, poiché il suo stato di conservazione rende necessari interventi di messa in sicurezza e conservativi mirati, preliminari a qualsiasi altra attività.

Nonostante sia conosciuta da tempo, la cisterna non è mai stata oggetto di uno studio sistematico. In questa sede si presenteranno in maniera preliminare e sintetica i dati finora raccolti relativi alle testimonianze idrauliche identificabili, ben consapevoli delle ancora numerose lacune nella conoscenza di questo straordinario monumento la cui esplorazione, in particolare quella della parte esterna e di

1 de Franciscis 1988; Castiglione Morelli *et alii* 1988, pp. 57-128; Grillo 2010, pp. 73-74; Agostino; Grillo 2013, pp. 461-472.

2 I lavori 2010-2011 sono stati condotti sul terreno da E. Grillo, sotto la direzione della dott. R. Agostino; quelli del 2016, diretti dal dott. A. Ruga, sono stati condotti sul terreno da R. Eliodoro e R. Consoli.

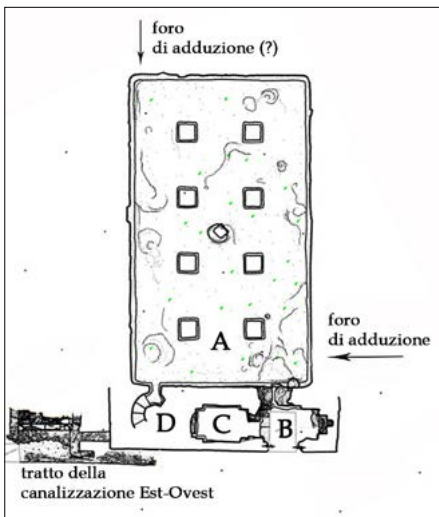


Figura 3 – Complesso del Naniglio di Gioiosa Jonica (RC). Planimetria della cisterna del cosiddetto Naniglio (Rilievo dott. M. Brizzi – D. Vivace)

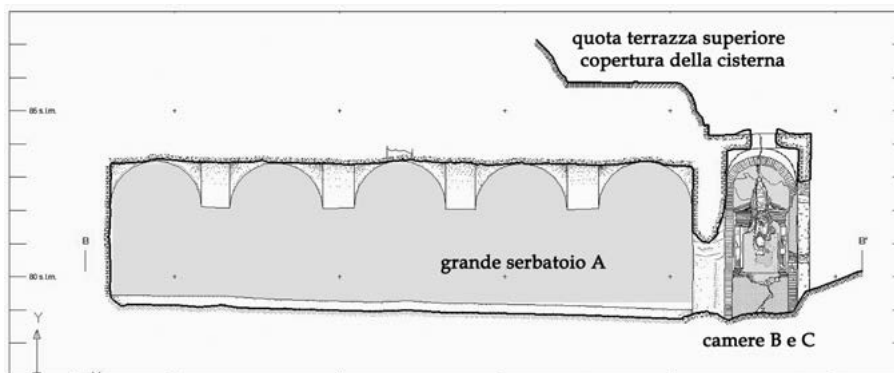


Figura 4 – Complesso del Naniglio di Gioiosa Jonica (RC). Sezione BB della cisterna del cosiddetto Naniglio (Rilievo dott. M. Brizzi – D. Vivace)

alcuni punti cruciali per la ricostruzione del suo sistema di funzionamento, è tutt'ora in corso.

La cisterna del Naniglio (Fig. 5) è collocata sul fianco dell'altura su cui sorge la villa, una posizione particolarmente favorevole per la raccolta delle acque che scendevano lungo il versante della collina.

La possente struttura rettangolare, che misura complessivamente 21,16 m in lunghezza per 10,15 in larghezza, è realizzata in *opus incertum* con paramento in laterizi disposti in filari regolari. Al suo interno è articolata in tre vani, diversi per dimensioni e funzioni: un grande serbatoio di stoccaggio A collegato a due camere di raccolta e/o distribuzione B e C (Figg. 3-4). Tutti i vani sono stati realizzati in un unico momento.

La risega visibile sulla parete esterna della cisterna, al di sotto della quale il muro è sensibilmente arretrato, corrisponde forse al piano di calpestio antico, vale a dire il punto al di sopra del quale la costruzione emergeva dal terreno circostante, che coincide con il livello di uno dei terrazzamenti della struttura della villa.

Il muro, su questo lato, presenta numerosi ed evidenti segni di scasso, successivi all'impianto della cisterna. Anche l'apertura

attraverso la quale è oggi possibile accedere alle camere antistanti il serbatoio principale A è una breccia posteriore alla realizzazione della grande *conserva*, aperta però forse in corrispondenza di un punto che probabilmente già in antico metteva in comunicazione la camera C con l'esterno (*infra*).

Non è ancora stata possibile l'esplorazione di questa parte prospiciente la grande cisterna del Naniglio, un punto importante per la comprensione del sistema di adduzione/distribuzione dell'acqua.

Il grande serbatoio sotterraneo a pianta rettangolare (A in pianta fig. 004), disposto in senso Nord Est-Sud Ovest, è lungo m 17,50 e largo x 10,15, alto in media 4,50 m. Le pareti hanno uno spessore considerevole (circa 1 m nel punto in cui è stato possibile misurare) per contrastare la spinta dell'acqua contenuta.

È suddiviso in tre navate da otto pilastri quadrangolari disposti su due file, che reggono un sistema di volte a crociera.



Figura 5 – Panorama del cosiddetto Naniglio da Sud-Est

Nell'angolo Sud-Ovest della costruzione si trova una scala elicoidale (D in pianta Fig. 4) di circa 3,50 m di diametro, con 24 scalini, attraverso la quale si poteva accedere al serbatoio sotterraneo per le operazioni di

controllo e di manutenzione, e la cui torretta con copertura a cupola si innalza per circa 2 m al di sopra del tetto della cisterna. Nella torretta si aprono finestrelle quadrangolari per l'illuminazione e l'aerazione.

Al centro del serbatoio (Fig. 6), si trova un pozzo circolare di decantazione delle acque, di circa 1,50 m di diametro, aperto nel pavimento in corrispondenza di un'apertura quadrangolare di raccolta/presa al centro della volta (*infra*).

Il grande serbatoio, che poteva contenere circa 800 mc d'acqua (pari a 800.000 litri), è interamente rivestito di malta idraulica a cocchiopesto, quasi integralmente conservata, con cordoni rigonfi a tenuta stagna nel punto di contatto dei muri e dei pilastri con il pavimento, il cui piano è inclinato di circa 2° in direzione Sud-Ovest.

Sulla parte alta delle pareti Nord-Ovest e Sud-Est si trovano due fori circolari, entrambi collegati all'esterno con strutture in laterizi, parzialmente esplorate<sup>3</sup>, rivestite di malta idraulica ed interpretabili come collettori per l'acqua. La posizione dei fori, aperti immediatamente al di sotto dell'imposta della copertura, fa pensare che essi siano punti di ingresso più che dispositivi per il 'troppo-pieno'.

Sul lato Sud-Ovest, il grande serbatoio A, che funzionava da deposito principale di stoccaggio, comunicava con due piccoli vani quadrangolari (B e C in pianta Fig. 4), disposti in senso trasversale. La presenza di malta idraulica a cocchiopesto con cordoni rigonfi agli angoli, piuttosto ben conservata nella parte bassa delle pareti e sul pavimento, consente di identificare entrambi gli ambienti B e C come

<sup>3</sup> Soltanto in anni recenti è stato possibile espropriare parte del terreno in cui si trovano i resti della villa, attraversato fino al 0000 dalla strada provinciale che metteva in comunicazione i comuni di Gioiosa Jonica e Grotteria, ora deviata.



Figura 6 – L'interno del grande serbatoio A

camere di raccolta/decantazione/distribuzione connesse con il serbatoio principale A.

Le camere hanno all'incirca le stesse dimensioni: m 3,80 x 2, per un'altezza di 5 m (38 mc = 38.000 litri), e sono coperte con volte a crociera, al centro delle quali si apre il foro circolare di illuminazione e areazione, indispensabile per contrastare la pressione interna del liquido durante le fasi di riempimento e svuotamento. È possibile che questi fori servissero anche per convogliare l'acqua piovana raccolta nelle vasche rivestite in malta idraulica messe in luce sull'esterno della copertura in corrispondenza di questi due ambienti (*infra*).

Le camere B e C sono separate da uno spesso muro, percorso oggi da una larga crepa in corrispondenza della quale sono stati in

gran parte asportati i laterizi del paramento. In origine però il muro doveva essere attraversato da un varco aperto soltanto nella parte bassa della parete, fino ad un'altezza che ormai è impossibile determinare. Lo spessore della parete infatti fa pensare a una struttura destinata a contrastare la spinta dell'acqua, ma la presenza di mazzette in laterizi, conservate per un'altezza di circa 50 cm dal pavimento e sulle quali risvolta la malta idraulica del pavimento stesso, induce a supporre un varco di limitata altezza. Il varco serviva forse per consentire il passaggio dell'acqua tra le due camere e aumentare l'effetto della decantazione: il piano pavimentale della camera B è infatti leggermente più basso di quello della camera C. Nell'angolo Sud-Ovest di quest'ultima resta un incasso di forma quadrangolare, largo

tuale varco di comunicazione tra i due ambienti, ottenuto rasando i muri in un momento non identificabile nella storia dell'edificio. La tubatura si trovava ad un livello sensibilmente più alto del piano di fondo del serbatoio A, probabilmente per evitare l'accumulo di sporcizie e detriti. Sul lato occidentale dell'attuale varco, sempre all'interno della camera B, si trova l'avanzo di una struttura in laterizi, connessa ad un incasso a sezione semicircolare, che conserva in maniera eccellente il rivestimento di malta (*Fig. 8, n. 2*), di incerta funzione (alloggiamento di una tubatura?).

Il grande serbatoio A e la camera B comunicavano anche attraverso un foro circolare (*Fig. 8, n. 3*), visibile sulla parete in basso, forse un dispositivo per lo scarico della grande *conserva* d'acqua.

La camera B doveva dunque funzionare come punto di raccolta e distribuzione, attraverso tubature non più conservate, dell'acqua incamerata nel grande serbatoio A e nell'adiacente camera C, probabilmente una camera secondaria di raccolta.

È possibile che, nel punto dove oggi si trova la scaletta di accesso per la visita al monumento, un passaggio aperto almeno fino ad una certa altezza ospitasse il canale di uscita per i periodici svuotamenti della *conserva* d'acqua. Inoltre, se la nostra interpretazione è corretta, un accesso a questa camera era indispensabile per consentire le operazioni di controllo dell'erogazione dell'acqua, portata in altri punti della villa mediante un sistema di tubature che per il momento non è possibile ricostruire. Si spiegherebbe così anche la presenza, sulla parete orientale della camera B, di un'edicola in laterizio rivestita di stucco,



Figura 7 – La camera C con l'incasso quadrangolare per tubatura



Figura 8 – Impronte di apprestamenti idraulici tra il serbatoio A e la camera B

circa 20 cm, che percorre l'intera parete dal pavimento al soffitto, destinato a contenere una tubazione, asportata già in antico (*Fig. 7*).

Nella camera B fuoriusciva una tubatura dal grande serbatoio A (*Fig. 8, n. 1*), di cui resta evidente l'impronta in corrispondenza dell'at-

formata da due semipilastrini modanati su base a doppio toro, sormontati da un architrave e una cornice decorata con ovuli e dentelli (*Fig. 9*). Si tratta del prospetto architettonico per una fontana, alimentata dall'alto attraverso da una tubazione non più conservata ma di



Figura 9 – La camera B con il prospetto della fontana, vista dalla camera C

verticali del parapetto. In corrispondenza invece delle camere B e C si trovano due bacini di raccolta/decantazione delle acque piovane (Fig. 10). Questa parte è separata dalla copertura del grande serbatoio A mediante un basso muretto sul quale risvolta lo spesso strato di malta idraulica, con rigonfiamento agli spigoli, che ricopre la superficie interrompendosi nel punto in cui restano le impronte dei muretti perimetrali rasati. Inoltre, il piano della copertura corrispondente alla porzione della camera B antistante la fontana con prospetto in laterizio è a quota più bassa, in modo da favorire la raccolta e la decantazione dell'acqua che forse veniva convogliata nella tubatura di alimentazione della fontana medesima.

Dai dati in nostro possesso non è possibile al momento stabilire se l'approvvigionamento idrico della cisterna si limitasse alla raccolta dell'acqua piovana e delle acque reflue, attraverso i fori aperti nelle coperture delle diverse camere, o se venisse incanalata, come è probabile, anche l'acqua di sorgenti come quelle

di scavo, in particolare quella sul lato sud-orientale del grande serbatoio: i grandi elementi quadrangolari in *concretum*, rivestiti di malta idraulica e accostati per il lato lungo, appoggiati alla parete del grande serbatoio e inclinati verso l'esterno, fanno pensare alla copertura di una condotta; i muretti in laterizio ad essi collegati potrebbero isolare lo spazio per l'alloggiamento di tubi che portavano acqua sia alla cisterna principale sia alla fontana con edicola in laterizio.

Al Naniglio era certamente collegata la cosiddetta 'grande canalizzazione Est-Ovest' (Figg. 2, 11), che si innesta nel serbatoio in un punto per il momento purtroppo non ancora esplorato.

La 'grande canalizzazione Est-Ovest' è costituita da due muri paralleli all'interno dei quali si trova il piano di scorrimento delle acque, leggermente inclinato da Est verso Ovest, cioè in direzione della cisterna del Naniglio. I muri della grande canalizzazione costituiscono sia il sostegno della terrazza posta alla stessa quota del tetto della cisterna del Naniglio, sia una delle pareti della grande sala ottagonale della villa, secondo un sistema ampiamente attestato nel complesso monumentale per cui spesso i muri sono contemporaneamente pareti e sostruzioni.

La grande canalizzazione è stata messa in luce per una lunghezza di 30 m. La sua struttura misura m 1,50 di larghezza, mentre il piano di scorrimento dell'acqua è largo 50-60 cm. Non è possibile stabilire se al suo interno l'acqua scorresse libera o piuttosto incanalata in tubature non più conservate, come lascia supporre il fondo della canalizzazione, costituito non da laterizia ma da una superficie scabra di ciottoli e blocchetti di pietra.

Nel tratto più ad Est si conserva il sistema di copertura, costituito da setti in muratura, che dovevano reggere la chiusura piana, disposti a distanze regolari di circa 70-80 cm, che partono dal muro Nord per appoggiarsi a quello Sud. I setti sono formati da una tegola inclinata sulla quale sono appoggiati ciottoli legati con malta; l'altezza del canale in loro corrispondenza è di 50-70 cm. Resti delle tegole, e quindi di setti analoghi non più



Figura 10 – Vista della parte superiore delle camere B e C

cui resta l'incasso quadrangolare di circa 20 cm di larghezza al centro della parete. Lo scasso circolare visibile sulla stessa parete, inquadrata dall'edicola, indica il punto dove probabilmente si trovava il doccione o il rubinetto di scarico della fontana, asportato insieme con le tubature. La presenza di una fontana di gradevole aspetto potrebbe inoltre indicare che la camera B, in alcuni momenti dell'anno, fosse utilizzata anche come piccolo ninfeo, cioè come luogo per godere il fresco.

L'intera superficie esterna della grande cisterna del Naniglio è rivestita di malta idraulica a cocchiopesto. Al centro del piano corrispondente alla copertura del grande serbatoio A si trova, come già detto, un piccolo il pozzo di raccolta/presa dell'acqua, che conserva ancora un breve tratto dei muretti

che tuttora esistono a monte del complesso monumentale. Potrebbero essere un indizio in tal senso le recenti strutture ancora in corso



Figura 11 – Panorama delle grandi canalizzazioni da Sud





Figura 12 – Panorama delle grandi canalizzazioni da Nord

conservati, sono evidenti nel muro Nord per tutta la sua lunghezza. Tra un setto e l'altro, reciprocamente sfalsate, trovano posto una serie di bocche di scarico, che garantivano il drenaggio e l'impermeabilizzazione del terreno retrostante, costituite da due coppi accostati, messe in luce in numero di 20.

Nel tratto più occidentale della grande canalizzazione, in corrispondenza della scala che permetteva di accedere alla terrazza superiore, è conservata la copertura piana in blocchetti di pietra legati con malta, sulla quale poggia il primo scalino.

Come già accennato, non è per il momento possibile stabilire come la grande canalizzazione si raccordasse con la cisterna del Naniglio, poiché non è ancora stata esplorata la zona corrispondente al punto di contatto tra i due elementi. È probabile che l'acqua, convogliata in una tubazione, scaricasse nella cisterna, forse in corrispondenza della camera C.

Ricordiamo, per completezza, che alcuni saggi sul lato orientale del Naniglio effettuati durante le campagne di scavo degli anni '80, avevano messo in luce un'altra grande condotta, sommariamente descritta nella monografia dedicata alla villa e non più visibile perché interrata e oggi coperta dalla vegetazione (RUSSO

1988, pp. 39-40; Gallo 1988, p. 51), di cui non è chiaro il rapporto con la grande cisterna.

L'acqua raccolta nella 'grande canalizzazione Est-Ovest' non arrivava tutta al grande

serbatoio del Naniglio, ma una parte di essa veniva scaricata verso valle, attraverso una diramazione disposta in senso Nord-Sud (Figg. 2-12), che si raccorda con la grande canalizzazione mediante un'ampia apertura con volta sostenuta da due tegole accostate al vertice. In corrispondenza della diramazione Nord-Sud, nella parete di fondo della grande canalizzazione Est-Ovest si aprono 3 bocche di scarico in laterizi, sovrapposte.

La diramazione Nord-Sud è stata messa in luce per una lunghezza di 15 m. I tratti esplorati, che superano il salto di quota di due terrazzamenti successivi, sono leggermente diversi nelle modalità di realizzazione: quello iniziale, che costituisce anche la parete orientale della sala ottagonale della villa, è costruito con la stessa tecnica del grande canale Est-Ovest, di cui ha le stesse dimensioni di larghezza e profondità.

Il tratto successivo, che probabilmente era interrato, ha spallette in ciottoli legati con malta e piano di scorrimento in tegole accostate; è fortemente inclinato per favorire il deflusso dell'acqua e si innesta, attraverso un foro nella fondazione del grande muro di sostegno della terrazza, nel tratto finale interrato che attraversa uno spazio aperto, forse un cortile. In questo punto il canale è stato esplorato soltanto per 5 m, ma esso proseguiva per altri 12 m in direzione Sud fino ad intercettare un'altra diramazione, disposta in senso Est-Ovest, che si infila dentro ad un condotto inserito nella muratura di sotto della scaletta messa in luce al limite Sud dell'area esplorata e che conduce ad una terrazza inferiore, attualmente in terreno di proprietà privata (Fig. 13, n. 1).

In questo condotto scaricava anche un'altra canaletta (Fig. 13, n. 2), disposta in senso



Figura 13 – Tratto finale della canalizzazione Nord-Sud (1) e canaletta sotto gli ambienti mosaicati (2)



Figura 14 – Frammento di fistula in piombo con bollo QQ-CELE-ET-MAX

Nord-Sud, con spallette in laterizio, piano di scorrimento in tegole e copertura 'alla cappuccina'. Questa canaletta correva al di sotto del piano pavimentale degli ambienti con mosaico dell'ala occidentale della villa. Non è possibile conoscerne il punto di origine, né la sua funzione, se fosse cioè lo scarico di un collettore d'acqua oppure di una latrina.

Allo stato attuale delle indagini non è possibile stabilire la cronologia assoluta per la realizzazione della cisterna sotterranea del Naniglio, non avendo dati di scavo ad essa relativi e non potendo verificare i rapporti fisici esistenti tra la cisterna e le strutture circostanti, in particolare il rapporto con la 'grande canalizzazione Est-Ovest'. Tuttavia, la tecnica costruttiva impiegata (nucleo in concreto con mazzette di laterizi nei punti più sollecitati), la relazione funzionale con la grande canalizzazione sopra citata e il suo coerente rapporto con il sistema di sostruzioni che costituiscono l'ossatura edilizia della villa inducono a porre la costruzione della cisterna in un momento non distante da quello della realizzazione di tali strutture, intorno alla metà del II secolo d.C.

Impossibile invece stabilire il momento della sua dismissione e delle modifiche apportate alla struttura, che continuò probabilmente a rimanere in vista per tutta l'antichità e oltre, alimentando anche leggende sulla sua funzione: tempio del Sole, Mitreo, luogo di culto delle Ninfe etc. (Tessuto 1988, pp. 29-35).

La cisterna del Naniglio si va ad aggiungere alla documentazione già conosciuta di dispositivi seminterrati di raccolta e redistribuzione dell'acqua nelle *villae* suburbane. In Calabria se ne conosce almeno un altro esempio, quello della Villa Romana di Papaglionti, presso Vibo Valentia (Strano 2006). La sua dimensione lascia supporre che servisse per i bisogni idrici della sola residenza, con l'accumulo dell'acqua nelle stagioni piovose e il suo consumo in quelle più asciutte. Non è possibile escludere che esistessero altri bacini di raccolta, dislocati in altre zone della vasta area; a questo proposito andrebbe forse riconsiderata la "vasca con volta a botte, pareti e pavimenti rivestiti di intonaco

impermeabile, e *fistulae plumbee*" portata alla luce negli scavi degli anni '80 nell'area orientale del complesso, oggi non più visibile perché rinterrata a conclusione dello scavo. A. de Franciscis (1988, pp. 20-21), che si limita alla breve descrizione qui trascritta senza aggiungere altri dati, la identifica con un "apprestamento per la produzione di materiale fittile", ma alla luce di quanto emerso dalle indagini recenti sorge il dubbio che possa invece trattarsi di un elemento funzionale all'impianto idrico della villa.

Nonostante siano ancora molti i punti oscuri, il sistema idraulico della Villa del Naniglio rivela una progettualità accurata ed unitaria, in cui tutti gli elementi si incastrano perfettamente con l'intero articolato sistema costruttivo del complesso monumentale, concepito e realizzato in modo unitario.

Nell'accurato progetto molta importanza è stata attribuita agli impianti tecnici, fondamentali per la sopravvivenza dell'intera struttura, determinando scelte architettoniche condizionate dalla posizione sul declivio e dalla necessità da un lato di contenere il terreno sabbioso della collina, dall'altro raccogliere e convogliare le acque reflue, bonificando il suolo altrimenti franoso e non disperdendo un bene prezioso per la vita della grande residenza e della sua parte produttiva. Nello stesso tempo, fondamentale era il sistema di smaltimento delle acque di scarico e dei liquami, di cui per il momento si riescono a scorgere soltanto pochi elementi tutti da verificare.

In un organismo così articolato numerose dovevano essere le tubature, in terracotta e in piombo, che consentivano la distribuzione capillare dell'acqua nei diversi settori della residenza.

Di esse ci resta un documento particolarmente significativo, cioè un frammento di *fistula* in piombo, lungo circa 90 cm e largo circa 20 (Fig. 14), rinvenuto in maniera fortuita nella zona orientale della villa, dove si trovano avanzi di strutture, mai compiutamente esplorate, che in letteratura sono state definite "Terme" (DE FRANCISCIS 1988, p. 20) per la presenza di ambienti absidati, frequenti negli edifici termali.

Il frammento di *fistula* reca il bollo QQ-CELE-ET-MAX. Nel bollo si sono letti i nomi Quinto Celere e Quinto Massimo, espressi secondo una formula comune sulle *fistulae aquariae* per indicare i membri della stessa famiglia titolari della concessione che consentiva l'erogazione dell'acqua all'interno del fondo di loro proprietà (Castiglione Morelli 1988, p. 93). La testimonianza è quanto mai importante perché oltre a documentare la tipologia delle condotte idrauliche riporta i nomi di quelli che potrebbero essere due esponenti della famiglia che tra il II e il III secolo a.C. costruì, ampliò e visse nel complesso monumentale del Naniglio.

## BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINO, GRILLO 2013 = AGOSTINO R., GRILLO E., *I pavimenti musivi del Complesso del Naniglio di Gioiosa Ionica (RC)*, Atti del XVIII Colloquio dell'ASCOM - Associazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico - (Cremona, 14-17 marzo 2012), Tivoli 2013, pp. 461-472.
- CASTIGLIONE MORELLI 1988 = CASTIGLIONE MORELLI V., *I bolli*, in DE FRANCISCIS A., *La villa romana del Naniglio di Gioiosa Ionica*, Bibliopolis, Napoli 1988, pp. 89-94.
- CASTIGLIONE MORELLI *et alii* 1988 = CASTIGLIONE MORELLI V. *et alii*, *Nuovi contributi allo studio della villa romana del Naniglio di Gioiosa Ionica*, Klearchos 117-120 (1988), pp. 57-128.
- DE FRANCISCIS 1988 = DE FRANCISCIS A., *La villa romana del Naniglio di Gioiosa Ionica*, Bibliopolis, Napoli (1988).
- FOTI 1973 = FOTI G., *Attività della Soprintendenza alle Antichità della Calabria nel 1973*, Klearchos, XV (1973), p. 120.
- GALLO 1988 = GALLO A., *Tipologia e cronologia delle strutture murarie*, in DE FRANCISCIS A., *La villa romana del Naniglio di Gioiosa Ionica*, Bibliopolis, Napoli 1988, pp. 43-51.
- GRILLO 2010 = GRILLO E., *Locri in età romana e tardo antica*, in F. MAZZA (a cura di), *Siderno e la Locride. Storia, cultura, economia*, Rubettino, Soveria Mannelli 2010, pp. 65-77.
- RUSSO 1988 = RUSSO D., *Le strutture murarie*, in DE FRANCISCIS A., *La villa romana del Naniglio di Gioiosa Ionica*, Bibliopolis, Napoli 1988, pp. 37-42.
- STRANO 2006 = STRANO S., *Indagini preliminari sulla villa romana di Papaglionti presso Vibo Valentia*, Polis II, 2 (2006) pp. 287-293
- TESSUTO 1988 = TESSUTO F., *Storia degli studi*, in DE FRANCISCIS A., *La villa romana del Naniglio di Gioiosa Ionica*, Bibliopolis, Napoli 1988, pp. 27-35.

# L'acqua, le tecniche di captazione e gli insediamenti umani sul bordo occidentale dell'altopiano murgiano (Sud Italia)

ILENIA ARGENTIERO<sup>(1)</sup>  
(ilenia.argentiero@unibas.it)  
MARIA DOLORES FIDELIBUS<sup>(2)</sup>  
(mariadolores.fidelibus@poliba.it)  
ALESSANDRO PARISI<sup>(2,3)</sup>  
(alessandro.parisi@poliba.it)  
MICHELE PARISI<sup>(3)</sup>  
ROBERTA PELLICANI<sup>(1)</sup>  
(roberta.pellicani@unibas.it)  
GIUSEPPE SPILOTRO<sup>(1)</sup>  
(giuseppe.spilotro@unibas.it)

(1) Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo – Università degli Studi della Basilicata, Matera, Italia

(2) Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica – Politecnico di Bari, Bari, Italia

(3) Associazione Gravina Sotterranea, Gravina in Puglia, Bari, Italia

## Water, catchment techniques and human settlements on the west border of the murgian plateau (Southern Italy)

Parole chiave (*key words*): insediamenti umani, risorsa idrica, sorgenti, opere di captazione, qanat (*human settlements*), (*water resource*), (*springs*), (*water intakes*), (*qanats*)

### ABSTRACT

Lungo la fascia di bordo tra l'altopiano della Murgia ad Est e la fossa Bradanica ad Ovest, confine tra le regioni Puglia e Basilicata, l'evoluzione millenaria degli insediamenti umani e della civilizzazione risulta condizionata dalla disponibilità della risorsa idrica e procede di pari passo con l'evoluzione della cultura dell'acqua. Le tecniche sviluppate evidenziano una peculiare conoscenza del territorio associata ad una attenta cultura dell'acqua, non solo in termini tecnologici ma anche di gestione della risorsa. Il percorso evolutivo non è stato strettamente sequenziale e sincrono nei diversi punti del territorio; in ogni caso ci restituisce oggi opere, in molti casi ancora funzionanti ed in altri casi da riabilitare, nel segno di una cultura dell'acqua non superata e da tramandare.

### INTRODUZIONE

Lungo la fascia di bordo tra l'altopiano della Murgia ad Est e la fossa Bradanica ad Ovest, confine tra le regioni Puglia e Basilicata, l'evoluzione millenaria degli insediamenti umani e della civilizzazione risulta condizionata dalla disponibilità della risorsa idrica e procede di pari passo con l'evoluzione della cultura dell'acqua.

Quando questa si è arricchita di apporti da culture anche molto lontane, si assiste alla transizione dello sviluppo degli insediamenti verso localizzazioni meno favorevoli dal punto di vista della disponibilità idrica, ma più convenienti sotto altri aspetti, quali quelli difensivi o di vicinanza alle direttrici di comunicazione e commerciali. In particolare, le capacità di immagazzinamento e di trasporto della risorsa idrica portano a cercare la stessa dove è quantitativamente idonea, perenne e di buona qualità.

Il percorso evolutivo qui sintetizzato non è stato strettamente sequenziale e sincrono nei diversi punti del territorio; in ogni caso

ci restituisce oggi opere, in molti casi ancora funzionanti ed in altri casi da riabilitare, nel segno di una cultura dell'acqua non superata e da tramandare.

Il territorio in esame è contraddistinto da due domini idrologici opposti che si fronteggiano: la Murgia, permeabile ed a ruscellamento praticamente nullo; il bordo Est della fossa Bradanica, con versanti argillosi ad assorbimento nullo e scorrimento pressoché integrale, localmente sormontati da terrazzi marini residui di varia estensione, costituiti da terreni a granulometria grossolana, in grado di formare acquiferi, talvolta interessanti.

Lo sviluppo spaziale delle opere di captazione, trasporto ed accumulo è stato inizialmente modesto, sino ad arrivare a captazioni e ad acquedotti sempre più estesi, per l'approvvigionamento di centri urbani collocatisi lungo il succitato bordo. In tal modo, tali insediamenti venivano riforniti di risorsa idrica di buona qualità e con disponibilità durevole nel tempo e non occasionale, come quelle basate sulla raccolta delle acque piovane. Le tecniche sviluppate evidenziano una peculiare conoscenza del territorio associata ad una attenta cultura dell'acqua, non solo in termini tecnologici ma anche di gestione della

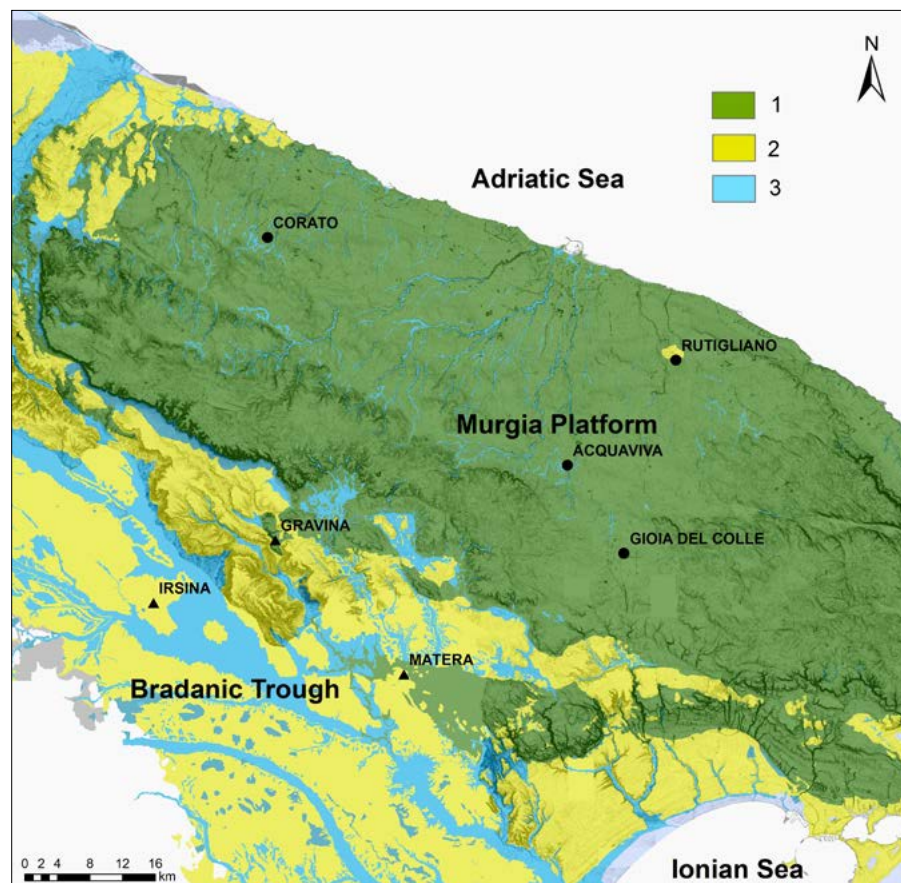


Figura 1 – Carta geologica dell'area di studio: 1, Complesso carbonatico; 2, Unità terrazzate della Fossa Bradanica; 3, Coperture fluvio-lacustri

risorsa. Questo aspetto, di estrema attualità, necessita di essere riportato in auge al fine di fronteggiare la crescente domanda di acqua della nostra civiltà, anche in relazione alle paventate variazioni climatiche (prossime o in atto) e alla necessità di non privare l'ambiente di una delle sue principali componenti.

## 1. CONTESTO IDROGEOLOGICO E SVILUPPO DELLE TECNICHE DI CAPTAZIONE.

Lungo la fascia di bordo tra l'altopiano della Murgia ad Est e la fossa Bradanica ad Ovest si mettono a contatto due mondi idrologici opposti: il nudo altopiano calcareo e carsico, che consente infiltrazione alle pre-

di spessore più consistente, le manifestazioni sorgentizie diventano puntuali e dotate di portate interessanti. La transizione dalla Fossa pleistocenica alla bancata calcarea mesozoica avviene con ricoprimenti di spessore a ridursi verso la Piattaforma Apula da parte dei sedimenti clastici della Fossa; spesso, questi ricoprimenti residuali sono poggiati e modellati su piane carsiche alle quote di stazionamento dei mari pleistocenici (Canora *et al.* 2012a, 2012b; Fidelibus *et al.* 2013).

Questa semplice schematizzazione permette di ricostruire e comprendere la progressiva migrazione nel tempo degli antichi insediamenti umani dai punti di immediata

A queste logiche rispondono gli insediamenti umani organizzati all'interno di un vasto territorio colonizzato, che hanno prediletto la linea di bordo e di appoggio dei sedimenti tardo pleistocenici sul più antico basamento calcareo: gli antichi centri urbani di Castellana, Ginosa, Matera, Altamura, Gravina in Puglia ed Irsina si sono posizionati dove c'era l'acqua e si sono sviluppati ed espansi dove era più facile captarla ed immagazzinarla. Altri centri urbani sono sorti sulla Murgia, ma in corrispondenza di residue chiazze argillose e sabbiose, le quali comunque consentivano di avere un facile accesso alla risorsa idrica. Parliamo in questo caso di Gioia del Colle, Rutigliano, Acquaviva delle Fonti e Corato, che sorgono sui ripiani carsici interni (Fig. 1), già riconosciuti come tali da recenti studi (Canora *et al.* 2012a, 2012b; Fidelibus *et al.* 2013).

Lo schema della gestione dell'approvvigionamento idrico degli insediamenti sul bordo W della Murgia è quindi tipicamente composto da tre elementi: l'opera di captazione, la via d'acqua e il serbatoio di accumulo finale. Tutti questi elementi descrivono nel tempo dei percorsi evolutivi in termini di tecniche e di dimensioni, orientati principalmente verso sistemi gravitativi piuttosto che tecniche di sollevamento dal corso d'acqua. La capacità sviluppata nel tempo nell'impermeabilizzazione dei serbatoi, molto spesso in rocce tenere porose, è stata successivamente esportata alla costruzione di linee di trasporto dell'acqua e acquedotti, sempre più lunghi. In tal modo è stata possibile dislocare in aree diverse e lontane la captazione e l'accumulo, quest'ultimo localizzato anche in più punti, in posizione baricentrica rispetto all'utenza finale. Questo schema ha portato quindi a differenziare in termini sostanziali la disponibilità idrica delle comunità rispetto a quella basata su cisterne ad alimentazione pluviale (Fig. 2.a, 2.b, 2.c), posizionate nella arida Murgia calcarea (Ermini *et al.* 2010).

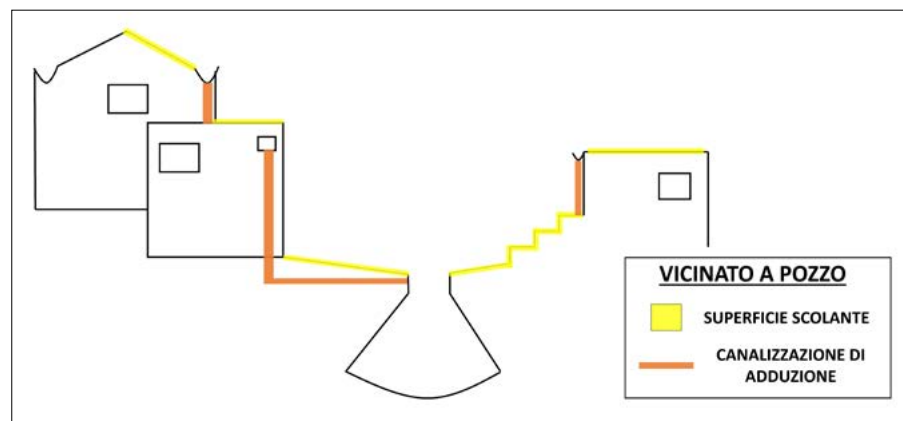


Figura 2.a – Schema di captazione, adduzione ed accumulo del "vicinato a pozzo"



Figura 2.b – Particolare del canale di adduzione ricavato nella Calcarenite di Gravina, Gravina in Puglia



Figura 2.c – Particolare della vasca di accumulo ricavata nella Calcarenite di Gravina, Gravina in Puglia

capitazioni e, solo se associato a rari eventi intensi, lo scorrimento di superficie (Fidelibus *et al.* 2016); sul lato opposto, il riempimento argilloso della Fossa Bradanica confina la struttura calcarea della Piattaforma Apula, consentendole di essere un potente serbatoio acquifero, ma per contro determina il totale scorrimento delle acque di precipitazione sui suoi versanti: fanno eccezione le coperture terrazzate residue, sabbioso conglomeratiche e calcarenitiche, che consentono sia l'infiltrazione della risorsa proveniente dalle precipitazioni, sia il suo accumulo. In quest'ultimo caso, la fuoriuscita dell'acqua avviene attraverso linee di sorgenti segnalate da ampi sviluppi di piante idrofile, prive di utilità pratica a causa della dispersione della risorsa idrica. Solo nelle aree interne della Fossa, ove i depositi costieri sabbioso conglomeratici sono

reperibili della risorsa idrica (bordo delle gravine, ovvero punti di raccolta e immagazzinamento locali) verso aree in cui, una cultura successivamente importata, consentiva captazioni più complesse ed il trasporto della risorsa nei punti di utilizzazione. Questo sviluppo consentiva insediamenti localizzati secondo esigenze difensive o di vicinanza alle linee di comunicazione e commerciali, piuttosto che alla immediata disponibilità della risorsa idrica.

## 2. LE PRINCIPALI TECNICHE DI CAPTAZIONE NELL'AREA DI STUDIO

Dei sistemi idrici del bordo occidentale della Murgia, alcune captazioni, serbatoi e parti delle adduzioni si sono conservate fino ai giorni nostri, mentre altre sono andate perse, generalmente distrutte dalle espansioni urbanistiche recenti. Tra le conservate, particolarmente interessanti risultano i sistemi idraulici di Matera, Gravina in Puglia ed Irsina, che conservano elementi appartenenti ad epoche anche molto lontane e che costituiscono i *marker* dell'evoluzione degli insediamenti e delle culture. Il punto di arrivo della cultura dell'acqua prima delle grandi opere acquedottistiche del 1900, con particolare riferimento alle tipologie delle captazioni, per i tre siti in esame è sostanzialmente lo stesso: la risorsa

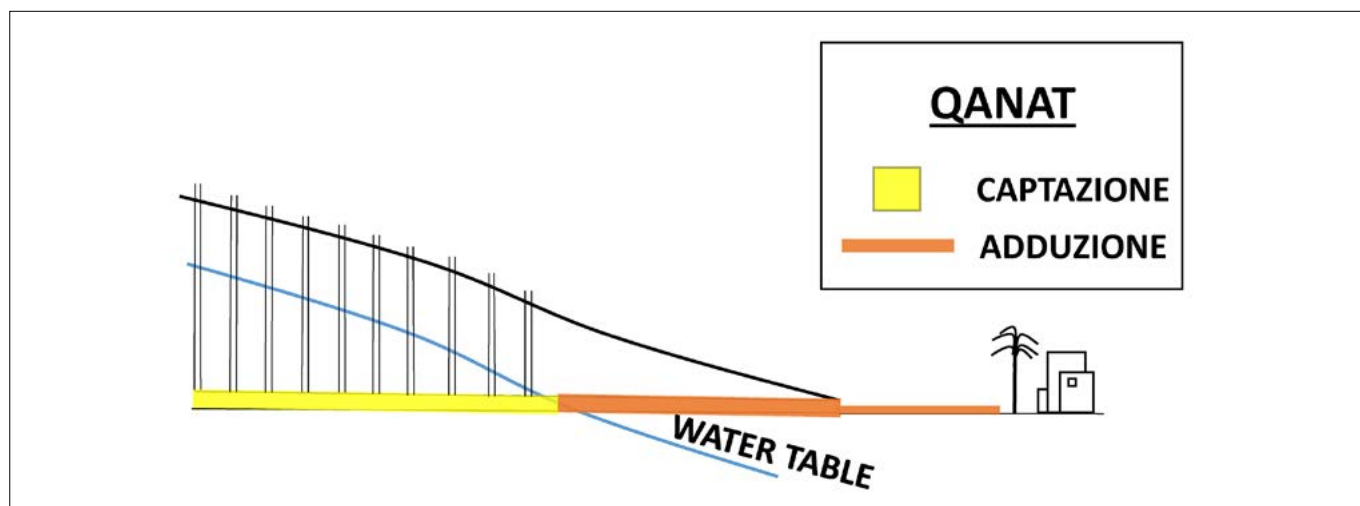


Figura 3 – Schema di captazione ed adduzione del sistema "qanat"

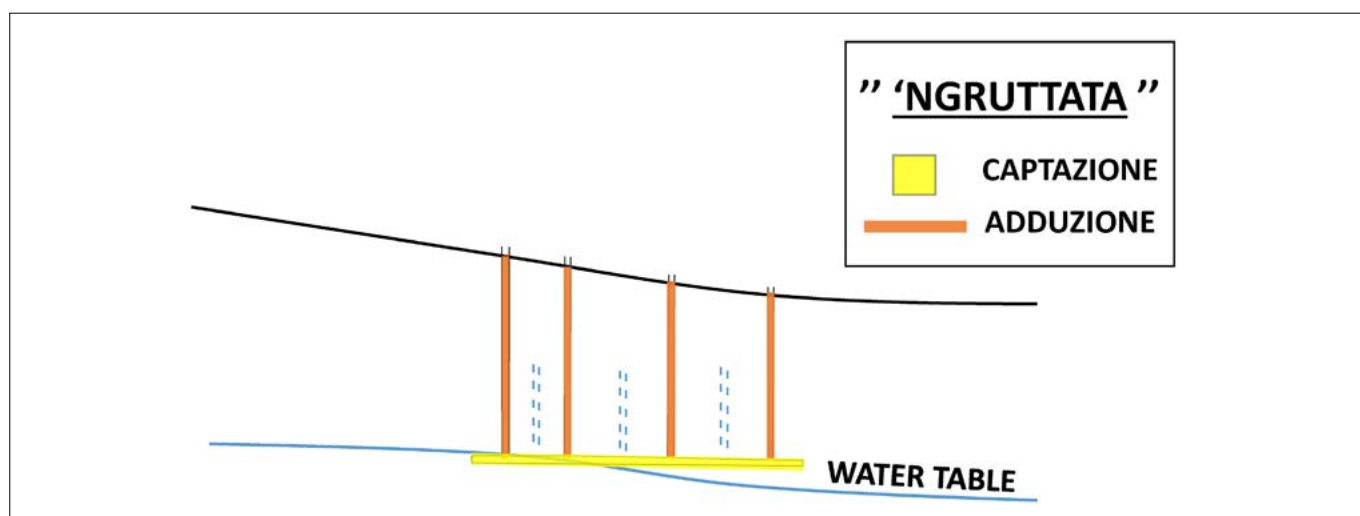


Figura 4 – Schema di captazione ed adduzione del sistema "ngruttata"

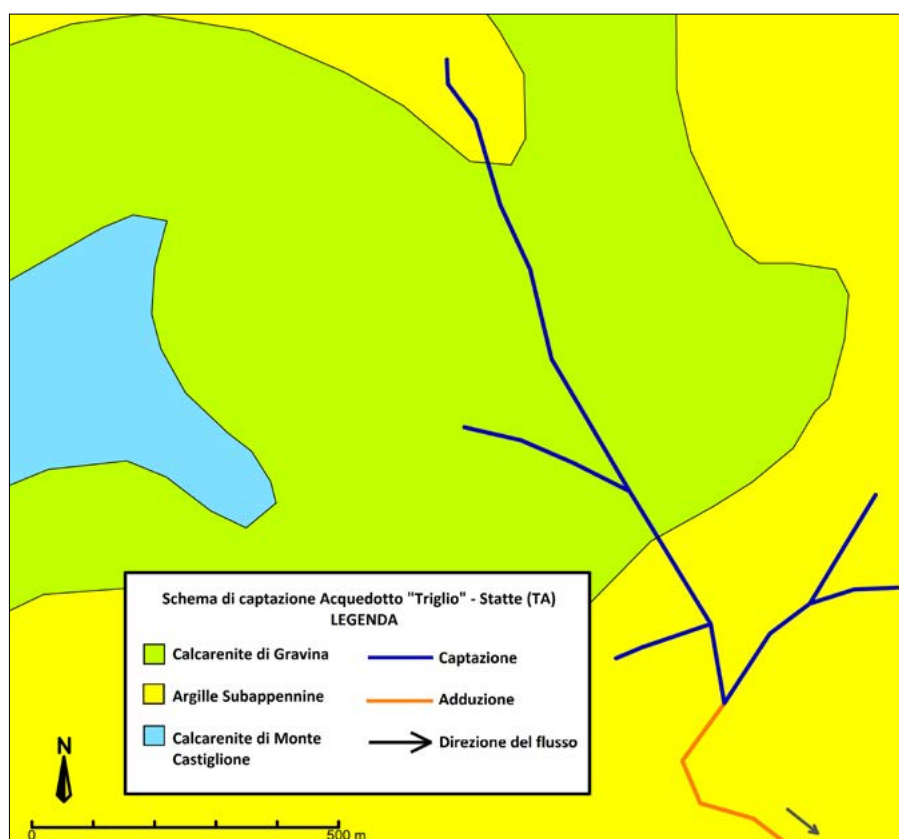


Figura 5 – Schema di captazione dell'acquedotto del Triglio, Statte (TA)

idrica viene cercata negli acquiferi che frangono la Murgia e consistono nel drenare con tronchi di gallerie le acque che si accumulano sul basamento argilloso impermeabile in corrispondenza del contatto stratigrafico con le sovrastanti coperture permeabili sabbiose conglomeratiche o calcarenitiche, alimentate dalle precipitazioni. La potenzialità e la continuità stagionale della risorsa idrica fornita da queste gallerie dipendono dall'estensione e dallo spessore dello strato permeabile. Le più sviluppate di tali captazioni sono in sostanza dei *qanat*, ben diffusi in Persia e nelle regioni magrebine già millenni a.C. (Abbasnejad *et al.* 2016, Laureano 2012) e forse importate dalle presenze arabe del X secolo d.C. o dalle successive culture sveve e normanne (Figg. 3 e 4).

L'esempio più significativo nella regione è costituito dalla captazione dell'acquedotto del Triglio presso Taranto (Todaro 2014, Argentiero *et al.* 2016, 2017), anch'esso di epoca incerta (Fig. 5).

Nella parte terminale delle opere di adduzione venivano solitamente posizionate fontane (Figg. 6 e 7), oppure grandi serbatoi, come quelli presenti a Matera (Fig. 8), a Gravina in Puglia (Figg. 9 e 10) ed in altri centri.



Figura 6 – Fontana dei Bottini, Irsina (MT)

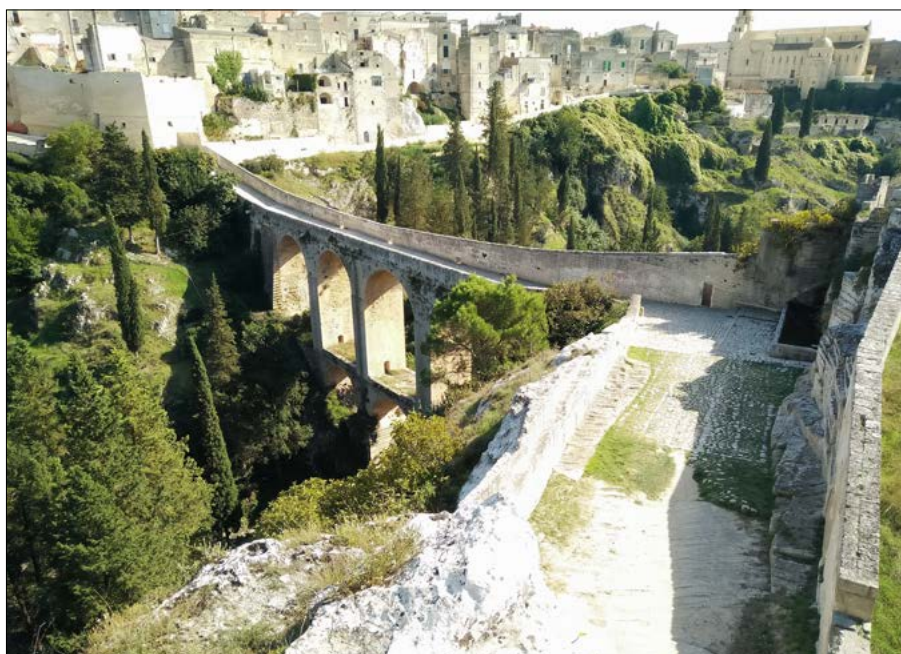


Figura 7 – Tratto terminale dell'acquedotto Sant'Angelo: ponte viadotto – acquedotto sul torrente Gravina con vasche esterne ubicate alle estremità, Gravina in Puglia (BA)



Figura 8 – Il Palombaro grande, Matera

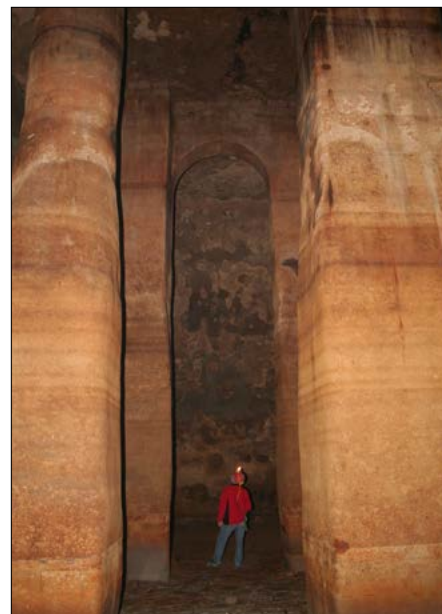


Figura 9 – Cisterna pubblica sottostante Piazza Notar Domenico.



Figura 10 – Cisterna pubblica sottostante viale Orsini

Riassumendo, le principali tecniche che si sono sviluppate in questa porzione di territorio consistono in:

- collettamento in cisterne ad alimentazione pluviale, posizionate in stretta vicinanza con le superfici di raccolta della pioggia;
- derivazione da sorgenti o specchi d'acqua;
- prelievi in verticale o in orizzontale se in presenza di falde superficiali o profonde (pozzi, 'gruttata, qanat).

### 3. I CASI DI STUDIO

Le captazioni delle acque sotterranee descritte nel presente lavoro avvengono in prossimità del contatto stratigrafico sul tetto delle argille, ed assicurano alimentazione ai sistemi idrici locali, sui quali le comunità bilanciano i propri consumi.

#### 3.1 I SISTEMI IDRICI DI MATERA

La risorsa idrica impiegata nel territorio di Matera dalle popolazioni autoctone è contraddistinta da un processo evolutivo lungo quanto la storia degli insediamenti umani nell'area, che corrisponde all'introduzione di nuove tecniche e di capacità operative significativamente rilevanti. L'approvvigionamento idrico a Mate-



Figura 11 – Sassi di Matera

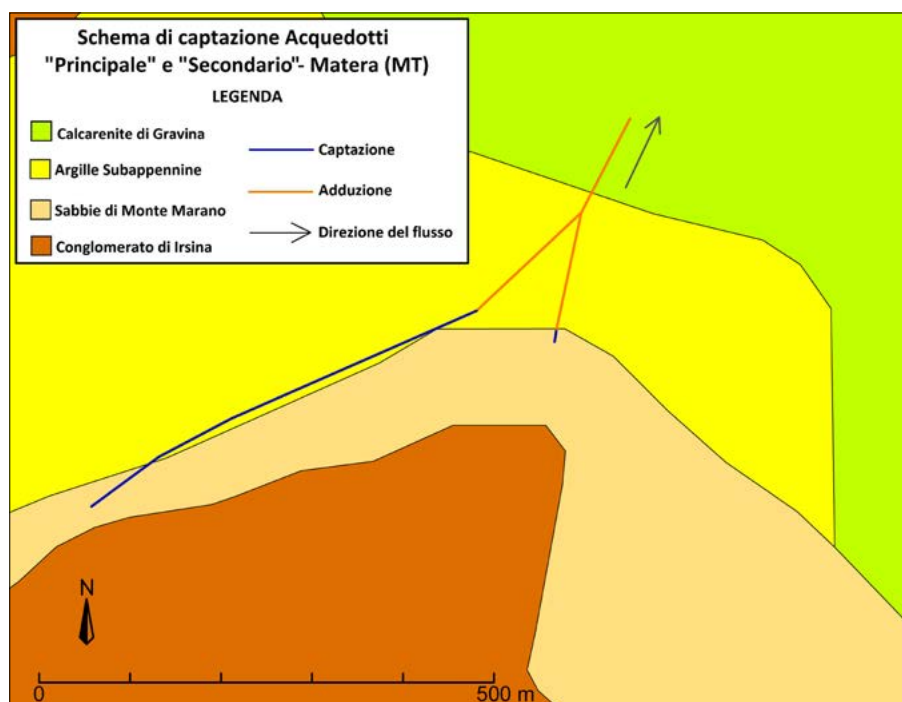


Figura 12 – Schema di captazione acquedotti di Matera

buita tra i fianchi della gravina e le sponde della collina di Botromagno, con i tipici sistemi idrici di tali insediamenti. In epoche ormai recenti, a partire dal XVIII secolo, la costruzione dei tre schemi acquedottistici Sant'Angelo, Pozzo Pateo e La Signora, garanti l'approvvigionamento idrico con acque sorgive agli abitanti del centro urbano sino agli inizi del XX secolo (Fig. 13). Essi canalizzavano le sorgenti, tuttora attive, presenti nei contesti idrogeologici precedentemente descritti, distanti qualche chilometro dal centro urbano (Fig. 14).

L'acquedotto Sant'Angelo fu realizzato a partire dal 1743 e risulta tuttora integro e funzionante (Bruno *et al.* 2008). Ciò è dovuto all'ubicazione delle opere di captazione e di adduzione, le quali ricadono in aree che non sono state interessate dallo sviluppo urbanistico cittadino. Esso capta l'acqua alle pendici del colle Botromagno situato sul bordo orientale del torrente Gravina e, dopo un percorso di circa 3.500 m in cui la risorsa idrica scorre a pelo libero, nella parte terminale l'acqua valica il torrente Gravina mediante una canaletta in pressione inserita all'interno di un ponte viadotto lungo 120 m, approvvigionando due vasche esterne ubicate nella parte iniziale e terminale del ponte (Bixio *et al.* 1996-98, 1999) (Fig. 7).

Gli acquedotti Pozzo Pateo e La Signora furono costruiti nell'intorno del centro abitato, in aree interessate dall'espansione urbanistica del XIX secolo.

Ad oggi, le recenti scoperte di cisterne pubbliche al di sotto del centro storico e di tratti inesplorati di questi acquedotti sono l'emblema della incompleta conoscenza del

ra, città che ingloba i caratteri dei due mondi geologici e idrogeologici che si fronteggiano e compenetrano, è quindi diversificato (Manfreda *et al.* 2016). Gli insediamenti più antichi nelle grotte carsiche attingevano direttamente al fondo della gravina (Fig. 11); il successivo insediamento rupestre si organizzò con sistemi di captazione e immagazzinamento accoppiati delle acque di pioggia; questo sistema è stato tramandato fino all'epoca moderna, ma a seguito del più esteso insediamento urbanistico, dopo il 1500, furono realizzate ampie e centrali cisterne di accumulo (es.: il Palombaro grande, Fig. 8), con alimentazione tramite condotte

drenanti interrato nei sistemi idrogeologici sabbie su argille, già descritti, al bordo Sud della città, nel tratto tra il Castello Tramontana e l'attuale piazza Vittorio Veneto. Di tali sistemi sono rimasti parzialmente attivi i serbatoi e gli acquedotti, mentre le captazioni risultano parzialmente funzionanti (Fig. 12), ma non esiste una loro esatta collocazione (Ermini *et al.* 2010).

### 3.2 I SISTEMI IDRICI DI GRAVINA IN PUGLIA

Anche a Gravina in Puglia, come a Matera, la colonizzazione umana è preistorica, distri-

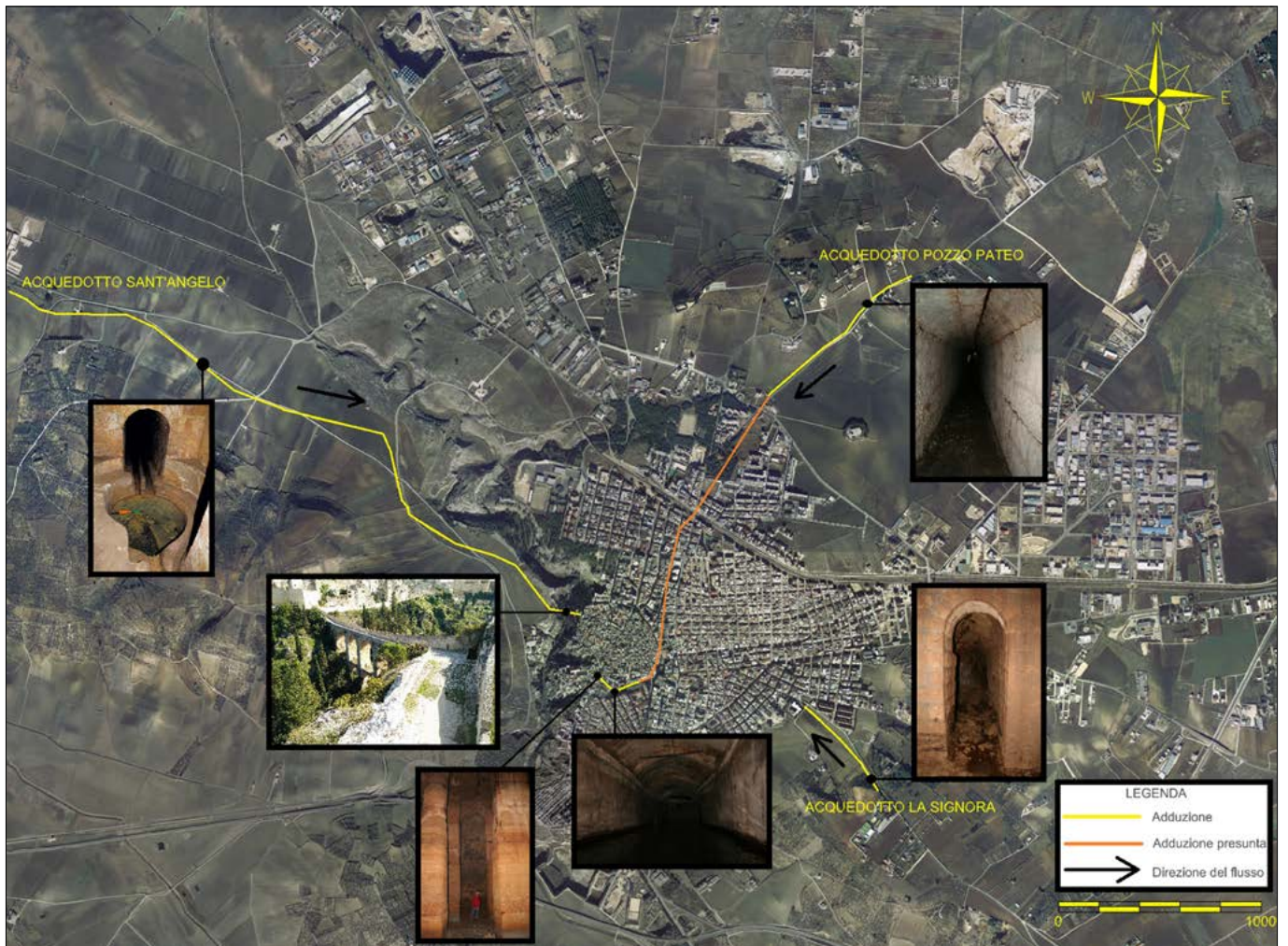


Figura 13 – Andamento planimetrico dei tre acquedotti di Gravina in Puglia (modificato da Bruno et al. 2008)

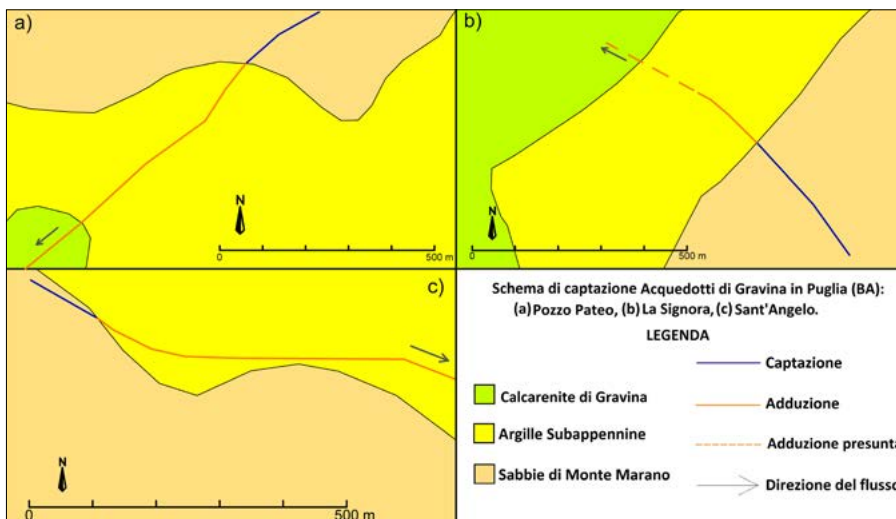


Figura 14 – Schemi di captazione degli acquedotti di Gravina in Puglia: a, Pozzo Pateo; b, La Signora; c, Sant'Angelo

sistema idrico cittadino sino agli inizi del secolo scorso (Fig. 15).

### 3.3 IL QANAT DI IRSINA (MT)

L'opera di captazione di Irsina si differenzia dalle precedenti per i lunghi cunicoli sotterranei, punteggiati da pozzi di aerazione, che si immergono nella falda idrica sostenuta dalle argille (Figg. 16, 17).

L'opera si configura quindi come un vero e tipico *qanat*. In quanto tale ed in assenza di

notizie storiche certe, il periodo di costruzione si potrebbe ricollocare nell'ampia fascia in cui le culture medio orientali dell'acqua potevano essere portate direttamente dagli arabi (fine del 1000 d.C.) o dalle culture multietniche importate da Federico di Svevia e a seguire.

### CONCLUSIONI

Il lavoro rivisita e ricolloca in contesti idrogeologici corretti, anche alla luce di numerosi studi recenti, le captazioni idriche di alcuni

importanti centri al bordo occidentale della Murgia; tali captazioni danno anche ragione della collocazione spaziale di tali importanti centri abitati, che si collocano al confine tra due mondi geologici e idrogeologici ben diversi, che hanno utilizzato preferenzialmente il bordo bradanico per le captazioni idriche ed il più stabile bordo della Murgia per gli insediamenti.

In altri casi, l'insediamento urbano si collocava sulla porzione conglomeratica, sopra lo stesso acquifero, con problemi differiti nel tempo di qualità della risorsa idrica.

I sistemi di raccolta delle acque rientrano nei classici serbatoi alimentati dalle piogge raccolte su superfici di vicinato o di prossimità; in epoche successive si aggiunsero come consistente evoluzione, cunicoli drenanti di varia lunghezza, che si spingono al passaggio tra argille di base e coperture sabbioso conglomeratiche o calcarenitiche. Nel caso della captazione di Irsina, si ha a che fare con un vero *qanat*, punteggiato nelle lunghe gallerie dai tipici pozzi di aerazione (e di lavorazione). L'intero sistema delle captazioni, adduzioni e accumulo merita la salvaguardia delle parti ancora esistenti e una utilizzazione, in un contesto geologico, ecologico ed idrologico del tutto ancora attuale.





Figura 15 – Tratto sotterraneo del canale di adduzione dell'acquedotto La Signora, Gravina in Puglia

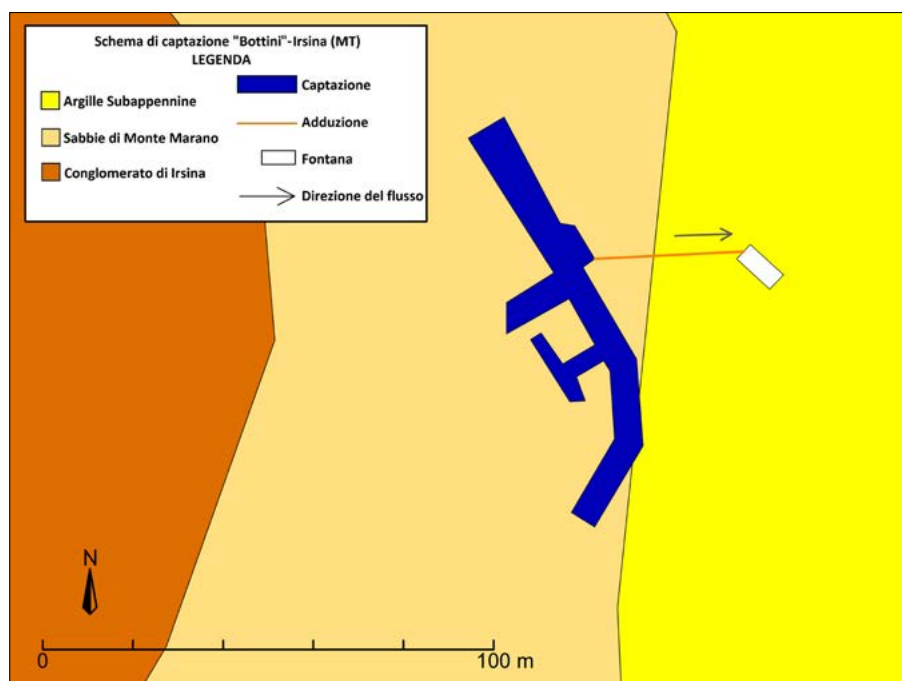


Figura 16 – Schema di captazione dei Bottini di Irsina



Figura 17 – Canale di adduzione dei Bottini di Irsina

## BIBLIOGRAFIA

- ABBASNEJAD, A., ABBASNEJAD, B., DERAKHSHANI, R., SARAPARDEH, A. (2016) *Qanat hazard in Iranian urban areas: explanations and remedies*. Environmental Earth Sciences 75:1306.
- ARGENTIERO I., CANORA F., ERMINI R., FIDELIBUS M.D., PELLICANI R., QERAXHIU L., SPILOTRO G. (2016) *Back to the future: new insights about the catchment of the ancient Triglio Aqueduct*. Atti del XXXV Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Bologna, Italia, 951 – 954.
- ARGENTIERO I., FIDELIBUS M.D., PELLICANI R., SPILOTRO G. (2017) *Insight about the catchment of the ancient Triglio aqueduct*. Siris.
- BIXIO R., MAIFREDI P. (1996-98) *L'acquedotto sotterraneo di Gravina in Puglia. Il parco della pietra e dell'acqua*. Comune di Gravina in Puglia – Consorzio Sidinon, Gravina in Puglia, 215-254
- BIXIO R., CASTELLANI V., SAVINO G. (1999) *Matera e Gravina, indagini speleologiche sulle strutture sotterranee artificiali delle Murge (testo integrale dell'articolo pubblicato parzialmente nel 1997 sulla rivista Cocis, dal titolo Indagine speleologica orientativa nelle Murge sulla rete di strutture sotterranee artificiali)*, rivista Opera Ipogea, n° 1, anno I (1999), pp.5/16, Soc.

Speleologica Italiana (Bologna) / Erga (Genova).  
BRUNO G., MAGNI S., PARISI M. (2008) *Considerazioni geo-archeologiche preliminari sugli acquedotti settecenteschi di Gravina in Puglia (Bari)*. Opera Ipogea, 1/2, 21-28.

CANORA F., FIDELIBUS M.D., SPILOTRO G. (2012, a) *Coastal and inland karst morphologies driven by sea level stands: a GIS based method for their evaluation*. Earth Surface Processes and Landforms, vol. 37, 1376-1386.

CANORA F., FIDELIBUS M.D., SPILOTRO G. (2012, b) *La piccola età glaciale di Taranto (Puglia, Italia)*. Rendiconti Online Società Geologica Italiana, Vol.18 (2012), 12-18.

CONTE A. (2005) *L'acquedotto romano del Triglio da Statte a Taranto - Antica via dell'acqua in Puglia*. Edizioni Pugliesi, Martina Franca, Taranto, Italy, 2005.

DE ANGELI S., FINOCCHI S. (2006) *Il sistema delle foggaras in Algeria tra epoca antica e moderna*. Atti di Tecnica di idraulica antica, le opere di captazione: dighe, cunicoli, esautori, ieri e oggi. Roma, Geologia dell'Ambiente, 4/2006, 65-79.

DE VITIS S. (1992) *Taranto, acquedotto del Triglio*. Soprintendenza Archeologica della Puglia. Notiziario delle attività di tutela. TARAS XII (2), Scorpione Editrice, Taranto (Italy).

ERMINI R., DIDIO L., PASCALE S., SDAO F. (2010) *Infrastrutture idrauliche storiche nella città di Matera*. VI Rassegna Urbanistica Nazionale. Matera, marzo 2010.

FIDELIBUS M.D., BALACCO G., GIOIA A., IACOBELLIS V., SPILOTRO G. (2016) *Mass transport triggered by heavy rainfall: the role of endorheic basins and epikarst in a regional karst aquifer*. Hydrological Processes, Vol. 31, Issue 2, 394-408.

FIDELIBUS D., SPILOTRO G. & CANORA F. (2013) *Reply to the discussion on 'Coastal and inland Karst morphologies driven by sea level stands: a GIS based method for their evaluation'*, by Filomena Canora, Dolores Fidelibus, Giuseppe Spilotro (2012). Earth Surface Processes and Landforms, ESEX Commentary, 38(8), 898-901.

LAUREANO P. (2012) *Water catchment tunnels: qanat, foggara, falaj. An ecosystem vision*. IWA – Spec. Conf. on Water&Wastewater Technologies in Ancient Civilizations, Istanbul-Turkey, 22 march 2012.

SALVATORE MANFREDA, LEONARDO MITA, SILVANO F. DAL SASSO, FRANCESCO R. DIBERNARDI, RUGGERO ERMINI, MARIA V. MININNI, ANTONIO BIXIO, ANTONIO CONTE, MAURO FIORENTINO (2016) *La gestione delle risorse idriche nella città dei sassi (Matera)*. Associazione Idrotecnica Italiana, Rivista L'acqua, 3/2016, 29-46.

SCONFIDENZA R. (1996) *Sistemi idraulici in Magna Grecia, classificazione preliminare e proposte interpretative*. Bollettino Storico della Basilicata, 12, 1996, 25-66.

SPILOTRO G., LOCARDO A. (2003) *L'idrogeologia come principale fattore morfogenetico: l'area di Taranto*. Atti Dipartimento Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata, UNIBAS, n 4, 2003.

SPILOTRO G., ROCCANOVA C. (1990) *Sea level changes and ancient mapping of Taranto area*. Proceedings of 6th International Congress of IAEG, Amsterdam, August 1990, ed. G. Price, Balkema, Rotterdam, 235-241.

TODARO P. (2014) *Sistemi d'acqua tradizionali siciliani: qanat, ingruttati e pozzi allacciati nella Piana di Palermo*. Geologia dell'Ambiente n. 4/2014, 19-28.

## SITOGRAFIA

*I Bottini di Contrada Fontana*  
<http://www.irsina-arte.com>



del torrente Manganello, su cui l'ISMA conduce attualmente scavi archeologici in regime di concessione ministeriale (Bellelli 2014a): qui gli apparati di culto sono legati alla presenza dell'elemento idrico, nella sua duplice valenza fecondatrice e risanatrice, come dimostra la presenza di cisterne, pozzi e altri apprestamenti di tipo idrico. Nelle fonti letterarie (Strab. V 2,3; Cael. Aurel., *morb.* II 1, 48, Val. Max. 1,6,5; Liv. XXII, 10; 36, 7-8), inoltre, è fatta menzione di due importanti luoghi di culto ceretani legati all'acqua, esistenti ancora in epoca repubblicana e imperiale – le *Aquae Caeretanæ* e il *Fons Herculis* – su cui la ricerca archeologica ha fatto luce recentemente, dimostrandone la sopravvivenza sotto forma di impianti termali (Chellini 2002, pp. 82-87; Giontella 2012, pp. 60-63, 119-123, con bibl. prec.).

Fatta questa importante premessa, il primo tema da affrontare è quello dell'approvvigionamento idrico della città e della gestione dell'acqua in epoca etrusca per gli usi cosiddetti civili – problema legato, com'è noto, da un lato alla crescita demografica e dall'altro all'uso pubblico dell'acqua. La situazione ceretana, ancora poco indagata, è di grande interesse.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico su vasta scala, l'ubicazione delle sorgenti naturali sfruttate in epoca etrusca è stata a lungo oggetto di speculazioni e congetture non conclusive, fino a quando nel 1878 fu casualmente scoperto l'ingresso monumentale della sorgente principale del Fosso del Manganello (Rosati 1890, p. 107; De Nisco 1909, pp. 26-27). L'uso di questa sorgente in epoca etrusca è certificato dalla presenza di una iscrizione monumentale sulla roccia oggi purtroppo andata perduta, di cui esiste ancora un apografo a stampa con due varianti (Rosati 1890, p. 107, nota 1; De Nisco 1909, p. 27), che presenta non pochi problemi di lettura e su cui si cercherà di far luce in altra sede. Qui basti dire che tale documento epigrafico, a torto ignorato dalla critica, aveva evidentemente carattere ufficiale, e doveva esservi registrato il nome del magistrato cittadino che attendeva, forse come il *curator aquarum* romano, alle infrastrutture idriche al servizio della comunità.

In un prezioso documento cartografico degli inizi del Novecento, a nostra conoscenza l'unico che si occupi della questione, questa sorgente è localizzata con precisione al piede dell'altopiano della Banditaccia (De Nisco 1909, tav. I, lettera 'M') (Fig. 2, lettera 'M'), non lontano dallo sbocco della via degli Inferi sul Fosso del Manganello, laddove effettivamente ancora oggi il fronte della rupe è caratterizzato dalla presenza di un impianto di adduzione e raccolta dell'acqua sorgiva, rimasto apparentemente in uso per molto tempo, anche in epoca moderna, come dimostra

la monumentalizzazione in stile neo-etrusco dell'ingresso della grotta dove confluiscono le canalizzazioni antiche (Fig. 3). Nella planimetria appena ricordata, sul lato opposto del Fosso di Manganello, presso il ciglio della rupe urbana, sono ubicati anche un luogo denominato "Grotta delle Fate" e un'altra sorgente (Fig. 2, lettere 'M' ed 'N'). È questa l'unica pubblicazione di topografia storica su Cerveteri che registri con precisione questi dati, che rimandano all'esistenza di opere idrauliche e di una seconda sorgente nel Fosso del Manganello, che è forse da identificare con quella localizzata nel 1885 (Rosati 1890, p. 108; De Nisco 1909, pp. 27-28), forse non l'unica su questo versante del pianoro, visto che più a sud, nei pressi del santuario del Manganello, ce n'è un'altra ancora da cui è alimentato un fontanile in cui oggi vanno ad abbeverarsi asini e cavalli.

Se quelle appena discusse possono essere considerate, con buona probabilità, le sorgenti naturali utilizzate dagli Etruschi di Cerveteri, ignoriamo purtroppo dove fosse l'incile dell'acquedotto romano ricordato dall'iscrizione latina su cippo acuario *CIL 3594 – IMP CAESAR DIVI F AVGUSTVS IIII P CCXL–*, rinvenuto nell'Ottocento in una località indeterminata "extra oppidum Cervetere", cioè "fuori da Cerveteri". Questa importante iscrizione pubblica, spesso citata (De Rosa 2009, p. 81), ma poco studiata nelle sue implicazioni storico-archeologiche (salvo eccezioni: Papi 2000, p. 28), ricorda che l'acquedotto del municipio ceretano fu finanziato da Augusto in persona, probabilmente fra l'11 e il 4 a.C., quando il *Princeps* assunse la *cura aquarum* (Papi 2000, p. 28). Ciò conferma lo stretto legame esistente fra la strategia politica del Principato e gli

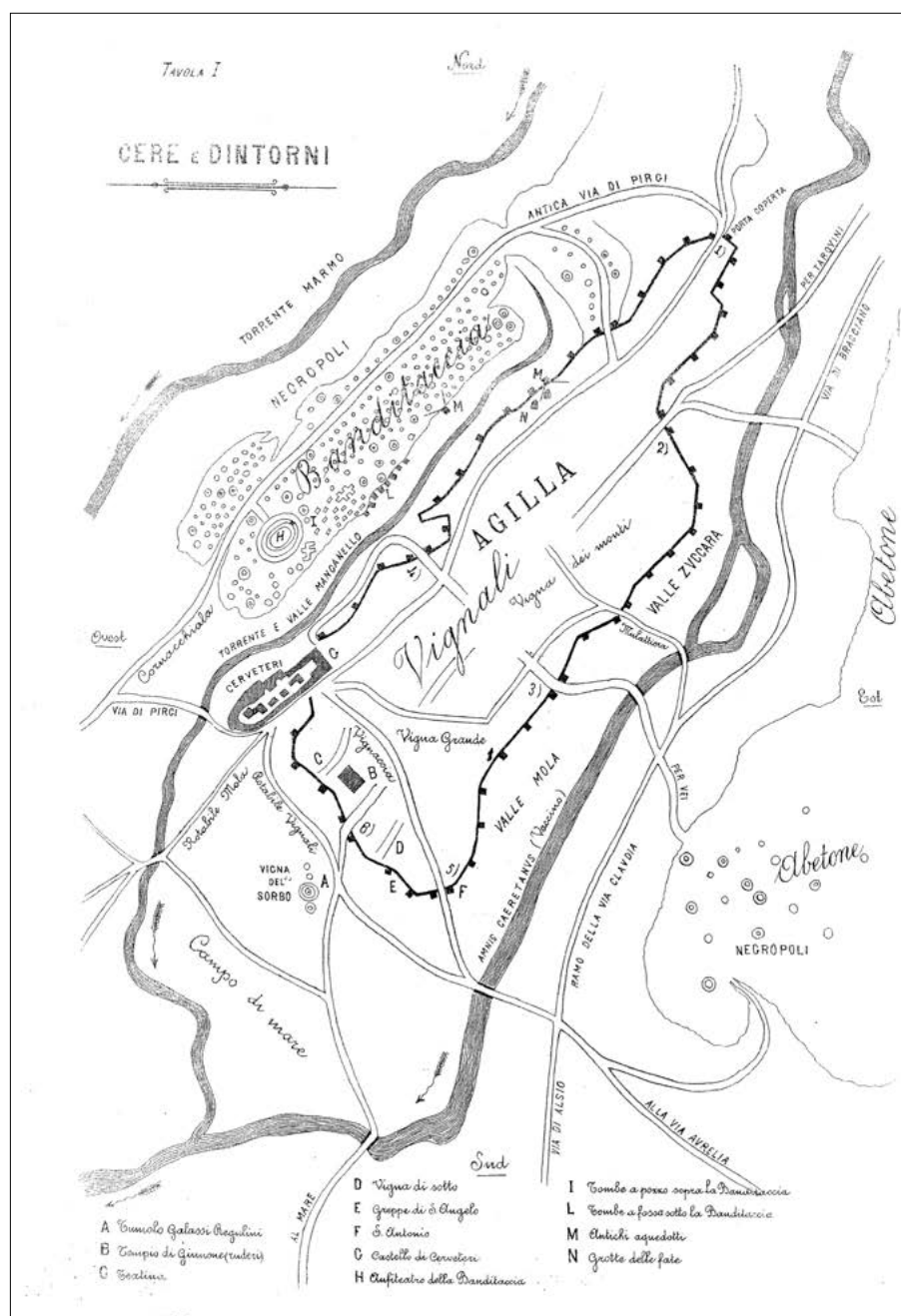


Figura 2 – Carta archeologica di Cerveteri dei primi del '900 elaborata da Sabino De Nisco (da De Nisco 1909)



Figura 3 – Cerveteri, Fosso del Manganello: ingresso della sorgente individuata nel 1878 (Foto V. Bellelli)



Figura 4 – Cerveteri, località Vigna Parrocchiale: canale di scolo con pozzetto di ispezione (Foto V. Bellelli)

interventi di realizzazione delle infrastrutture idrauliche nei territori municipali (Schneider 2014). Nel caso in questione si trattava probabilmente di un acquedotto senza sopraelevazioni, realizzato esclusivamente in condotta sotterranea, di cui il cippo segnava il quarto termine dal luogo dove l'acqua veniva captata. Data la modesta distanza dalla sorgente segnalata nell'iscrizione (circa 300 metri), se il cippo proveniva effettivamente dai pressi della città, come sembra probabile, se ne potrebbe dedurre, come puntualmente si è fatto (Papi 2000, p. 28), che l'acqua fosse captata direttamente da uno dei due Fossi che lambiscono la città, forse proprio da quello del Manganello. In alternativa, si deve pensare che l'iscrizione menzionante l'intervento di Augusto sia di riferire all'acquedotto (etrusco)-romano esplorato dagli speleologi in località Macchia della Signora, che portava l'acqua verso Alsium/Ladispoli (Bambini, Campagnoli, Campagnoli, Cappa 2007).

Per quanto riguarda l'ambito urbano vero e proprio, esso appare caratterizzato dalla presenza capillare di opere idrauliche su tutta la superficie del pianoro. Quelle documentate meglio sono essenzialmente di tre tipi: 1) le cisterne disseminate in tutta l'area urbana, compresa la zona, poco nota, dell'acropoli (coincidente con il centro medievale della cittadina moderna), che spesso si presentano sotto forma di ambienti sotterranei

scavati nel tufo, con pareti intonacate e scale laterali di accesso; 2) pozzi cilindrici con pedarole sfalsate, in grado di raggiungere notevoli profondità, fino a 15-20 metri e, in casi particolari, anche 30-40 metri; 3) canali di scolo costruiti in blocchi di tufo, talvolta di grandi dimensioni e provvisti di lastre di chiusura e pozzetti di ispezione e manutenzione, come quello portato alla luce in località Vigna Parrocchiale (Fig. 4). Tutte queste strutture, a seconda dei casi, erano funzionali alla



Figura 5 – Cerveteri, margini dell'area urbana: pozzo etrusco con pedarole (Foto V. Bellelli)

raccolta, all'impiego e/o eventualmente allo smaltimento dell'acqua in aree deputate ad uso abitativo, pubblico o anche artigianale. Il sistema, come si è accennato, doveva essere capillare: G. Nardi ha censito, per la sola area urbana, 180 cisterne, un centinaio di cunicoli e circa 90 pozzi (Nardi 2005, p. 186).

Per motivi di ordine pratico, queste strutture si concentravano, più che altrove, lungo i margini della rupe urbana. Si tratta di cunicoli, pozzi e cisterne, oggi in parte non più localizzabili e/o accessibili perché ingombri di detriti. A causa del dissesto idrogeologico che caratterizza tutti i versanti del pianoro, molto si è perduto di queste strutture, come conferma in modo spettacolare il pozzo cilindrico con pedarole (Fig. 5) posto nell'area del tiro al piattello, ai limiti dell'abitato moderno, che oggi appare tagliato a metà dal crollo della parete tufacea, interessata da attività moderne di cava (Nardi 1986, p. 19, tav. XIV, 2).

La più spettacolare delle strutture idriche documentate a Cerveteri e risalenti ad epoca etrusca, in ogni caso, è quella esplorata dal CNR negli anni '80 del secolo scorso, in località Valle Zuccara (Nardi 1988) (Fig. 6). Nei pressi del sito sorgeva, non a caso, l'omonimo santuario fontile scavato dalla Soprintendenza archeologica nel 1923-1924, che recentemente Mario Torelli ha messo in relazione – per gli aspetti del culto – con il complesso romano di Anna Perenna portato

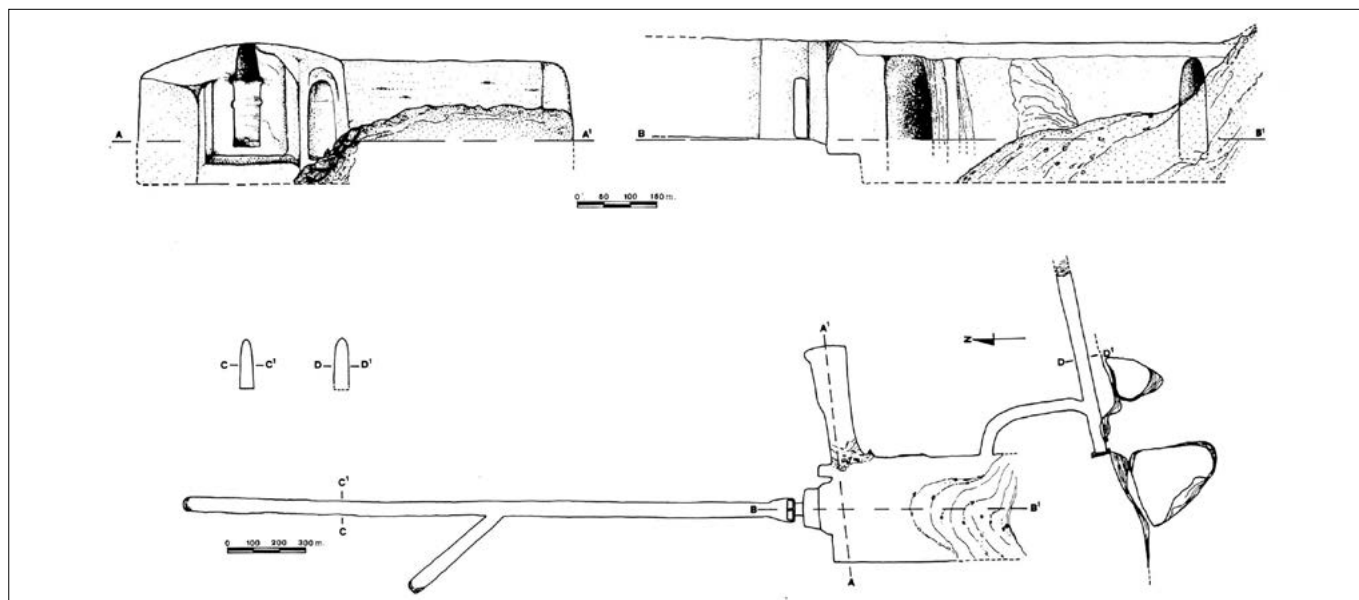


Figura 6 – Cerveteri, pianta delle opere idrauliche in località Valle Zuccara (da Nardi 1988)

alla luce presso l'Auditorium (Torelli 2009, pp. 122-125). Il complesso ceretano, la cui esistenza è stata rivelata casualmente da una frana, si è rivelato così composto: un vasto ambiente rettangolare intonacato, sotterraneo, posto 25 metri sotto il ciglio della rupe, collegato a un sistema di cunicoli; l'ambiente era alimentato da un lungo cunicolo orientato in senso NS che presentava, a un certo punto, una diramazione a 'Y'. Tale complesso sistema idrico era sicuramente funzionale alla captazione e alla raccolta di acqua potabile e comprendeva accorgimenti pratici e dispositivi tecnici molto accurati, come salti di quota, blocchi di chiusura, piani inclinati e rivestimenti a tenuta idraulica (Nardi 1988).

Dall'esempio appena illustrato, emerge chiaramente che i cunicoli di Cerveteri, anche se prossimi al ciglio della rupe, potevano avere funzioni di approvvigionamento idrico vero e proprio, oltre a quella di drenare i terreni sovrastanti, uso che in effetti appare più congruo per situazioni topografiche differenti, in contesto extraurbano e con presenza di conche vallive da bonificare. Del resto, il dibattito su questa materia è ancora molto acceso (Judson, Kahane 1963; Ward-Perkins 1963; Quilici Gigli 1983; Moscati 1985; Ravelli, Howarth 1988; Ravelli, Howarth 1989; Forni 1991, pp. 345-349) e numerosi esempi, relativi sia a Cerveteri che ad altri contesti territoriali, rimandano all'esistenza di una pluralità di usi di questi manufatti (captazione acqua potabile; drenaggio terreni umidi; drenaggio urbano; raccolta e distribuzione acqua per uso irriguo; gestione di specchi d'acqua ecc.). Tali usi vanno indagati caso per caso, prestando attenzione non solo alla forma e alle caratteristiche tecnologiche dei manufatti, ma anche alla estensione delle gallerie e alla posizione topografica delle opere.

Appare confermata, in ogni caso, l'importanza dei cunicoli etruschi per com-

prendere come gli abitanti della zona gestivano il problema dell'acqua. Dalla carta di distribuzione pubblicata in Judson, Kahane 1963 risulta che l'area di Cerveteri avrebbe, rispetto a Veio e ai Colli Albani, una lunghezza complessiva di opere sotterranee (densità) trascurabile. Come abbiamo visto, indagini recenti, cui hanno contribuito oltre gli archeologi anche geofisici, speleologi e geologi, indicano che tale situazione debba essere sostanzialmente rivista. Ciò risulta tanto più vero se consideriamo la qualità dei manufatti e la presenza capillare di opere idrauliche anche nel sottosuolo della città antica, a cominciare proprio dai cunicoli. (V.B.)

#### LE INDAGINI GEOFISICHE NELL'AREA URBANA

La presenza nel sottosuolo ceretano di cunicoli e gallerie, nonché la peculiare concentrazione di queste opere idrauliche presso le scarpate del pianoro, appare confermata, oltre che dalle perlustrazioni dirette, anche dai primi risultati delle indagini geofisiche condotte a Cerveteri dall'ITABC, in concomitanza con gli scavi condotti dall'ISMA nel santuario del Manganello. Le prospezioni condotte fra il 2014 e quest'anno hanno riguardato l'area esterna al santuario affacciata sul fosso del Manganello, che è stata indagata con tre diversi metodi di prospezione: il magnetometrico differenziale, il georadar ad alta risoluzione e le tomografie elettriche di resistività. Tali metodi, come noto (Piro 2009) si basano su principi diversi, il magnetometrico è un metodo "passivo" e sfrutta le variazioni locali di un campo di forze potenziale (campo magnetico terrestre) dovute alla presenza di corpi perturbanti posti nel sottosuolo (materiali con diverse caratteristiche magnetiche, resti di strutture antropiche, cavità); il georadar appartiene all'insieme dei metodi "attivi", si basa sulla

propagazione di un campo elettromagnetico noto e sullo studio delle riflessioni/rifrazioni che l'impulso inviato nel sottosuolo subisce durante la propagazione. Il metodo delle tomografie elettriche di resistività, si basa sull'immissione nel terreno di un campo elettrico a c.c. noto e sulla misura delle variazioni della differenza di potenziale nel sottosuolo. Queste permettono di ricostruire le variazioni, orizzontali e verticali, della resistività, attraverso le quali è possibile risalire alla presenza/assenza dei corpi perturbanti ipotizzati.

Nel caso di studio dell'area del Manganello, i metodi indicati sono stati impiegati, in sovrapposizione, su superfici con diverse dimensioni. Le aree investigate con la magnetometria interessano due superfici con dimensioni rispettivamente di 10 x 30 m e di 30 x 90 m; le aree investigate con il metodo georadar interessano due superfici con dimensioni pari a 34 x 17 m e 95 x 54 m. Infine per acquisire informazioni sulla variazione verticale della resistività elettrica, i profili tomografici sono stati concentrati su una porzione di superficie inferiore rispetto a quanto investigato con gli altri metodi, in sovrapposizione alla zona caratterizzata dalla presenza di anomalie riconducibili alle strutture ipotizzate.

Le misure con i singoli metodi sono state effettuate impiegando i seguenti strumenti: gradiometro fluxgate FM256 (Geoscan Res.), GPR system SIR3000 equipaggiato con una antenna bistatica da 400 MHz e Syscal Junior Switch 72 con 48 elettrodi per le tomografie di resistività. Le acquisizioni sono state effettuate lungo profili paralleli, di diversa lunghezza, equipazati di 0.50 m, con un passo di campionamento per le misure elevato (minore di 0.25 m) lungo ogni profilo. Per le tomografie di resistività sono state impiegate due diverse configurazioni elettrode, Wenner-Schlumberger e Dipolo-Dipolo (Piro 2009).



Figura 7a – Contour map del gradient della componente Z del CMT. Range -70 (nero), +140 (bianco) nT/m. Le frecce indicano alcune delle anomalie corrispondenti ai muri

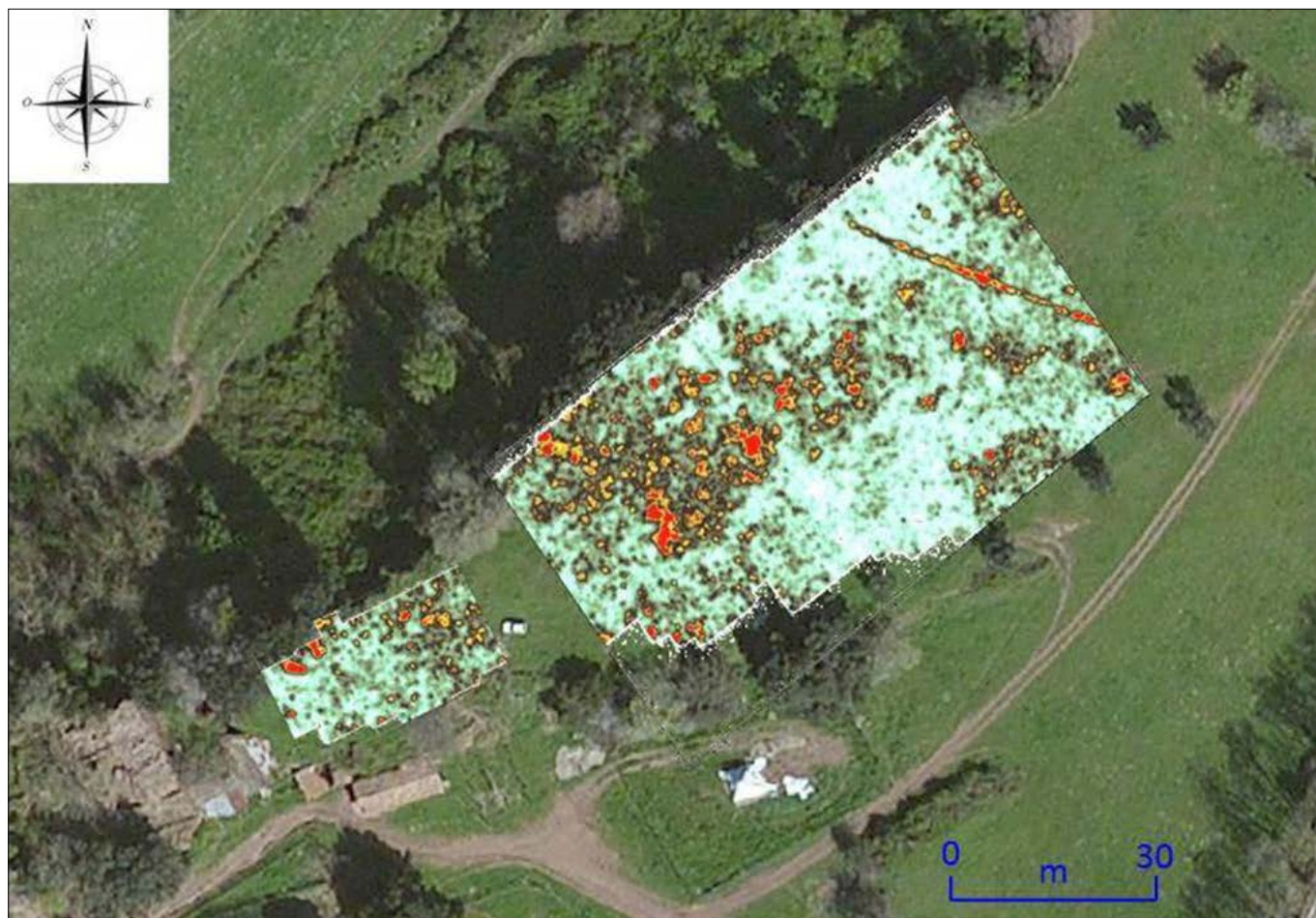


Figura 7b – GPR time-slice nell'intervallo in tempi 16-18 ns (nanosecondi), corrispondente alla profondità stimata di 0.90 m. L'anomalia rettilinea che si nota a N-E dell'area investigata, ha dimensioni 43,50 m in lunghezza e 1,3 m di larghezza (sezione) e può essere interpretata come un cunicolo. Le altre anomalie presenti nella parte centrale e meridionale dell'area hanno dimensioni medie: 4 x 6 m, 5 x 7 m.

## Tomografie elettriche di resistività

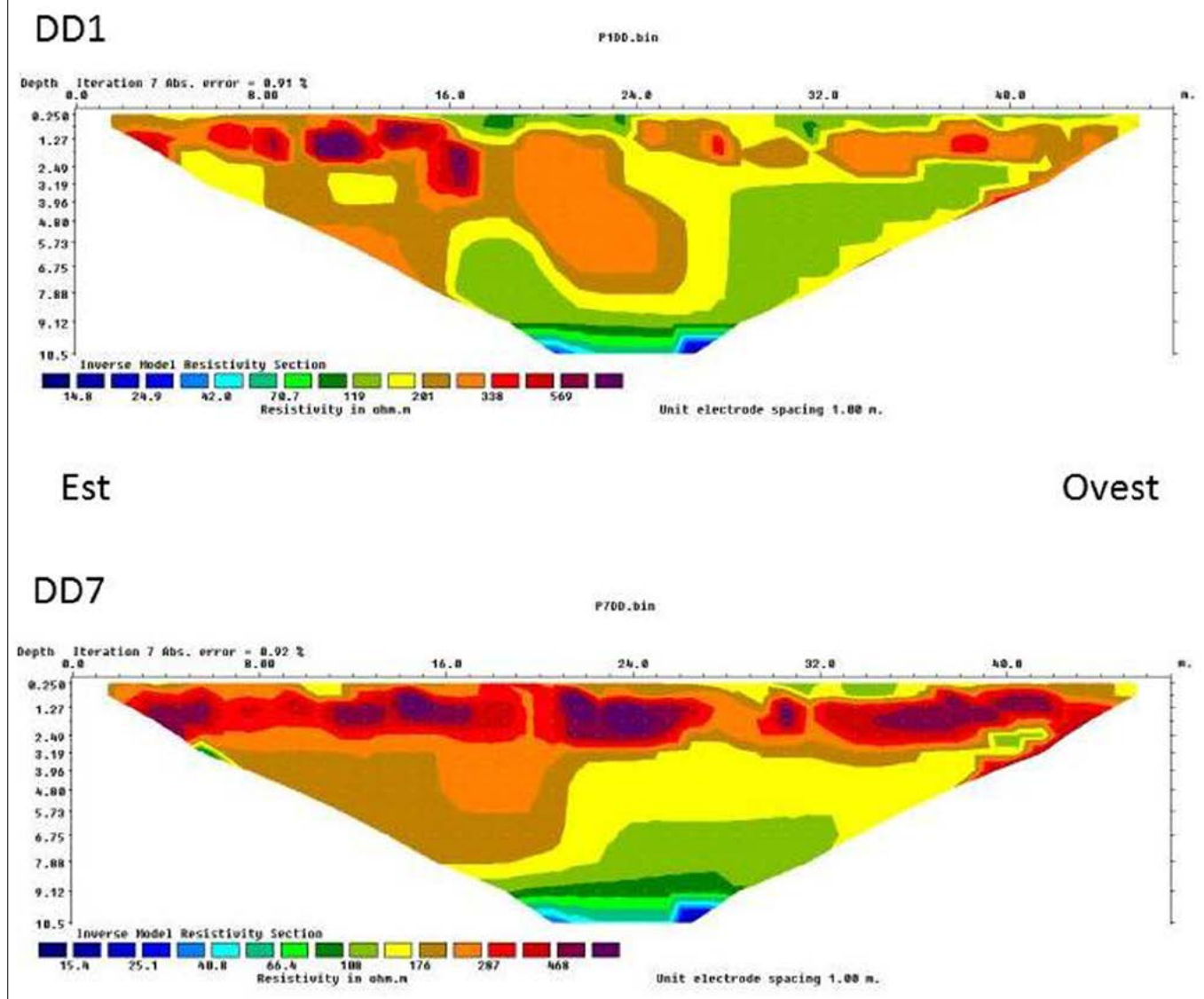


Figura 8 – Esempi di tomografie elettriche di resistività (profili DD1 e DD7) ottenute con dispositivo elettronico Dipolo – Dipolo; range dei valori 14 (blu) – 570 (rosso) Ohm x m. I nuclei di anomalie tendenti al rosso scuro sono riconducibili alla presenza del sistema di canalizzazioni sotterraneo

Le misure così ottenute con i diversi metodi, sono state elaborate seguendo dei protocolli di processing specifici per ogni metodo. Sulle misure magnetiche è stata adottata la seguente sequenza: i) eliminazione dei valori singolari (dovuti a disturbi ambientali superficiali), ii) filtraggio dei dati per eliminare il rumore ambientale ed eventuali errori strumentali. I dati elaborati sono stati rappresentati con una mappa dei valori del gradiente della componente verticale Z del campo magnetico terrestre, nel range -70 (nero), +140 (bianco) nT/m (Fig. 7a).

Sui profili georadar è stata applicata la seguente sequenza di processing: i) DC drift removal sui profili di campagna (rimozione di rumore a bassa frequenza dovuto all'accoppiamento antenna-terreno), ii) conversione 16 bit-16 bit, iii) ricampionamento lungo il profilo, iv) analisi in frequenza dei profili acquisiti, v) applicazione del filtro passa banda, vi) sottrazione della traccia media per

ogni profilo (back ground removal, b.g.r.) sui profili filtrati, vii) calcolo delle time-slices sui profili dopo il b.g.r (Goodman, Piro 2013).

I profili elaborati sono stati utilizzati per ricostruire, mediante interpolazione 2D e 3D, mappe orizzontali a tempi costanti (profondità costanti) che contengono le riflessioni dell'impulso e.m. in corrispondenza delle strutture individuate (Fig. 7b).

L'analisi di queste due figure mostra una alta correlazione tra le anomalie gradiometriche e le anomalie georadar relativamente alla posizione dei resti di strutture antropiche (possibili muri). Infine le tomografie elettriche di resistività, dopo le opportune elaborazioni (inversioni tomografiche 2D), presentano anomalie di resistività nella stessa porzione di sottosuolo investigata con il georadar (Fig. 8). Alcune delle anomalie di resistività riscontrate possono essere ricondotte alla presenza di cunicoli nello spessore di sottosuolo compreso tra 0.50 e 2.5 m.

I risultati finora ottenuti nell'area investigata confermano l'ipotesi della presenza di strutture antropiche di varia natura e rappresentano un valido strumento per progettare ed estendere tali indagini all'intero pianoro in studio. (S.P.)

### LA GALLERIA DI DRENAGGIO NEI PRESSI DI VIA DEGLI INFERI

Allargando l'analisi al territorio sub-urbano e a quello extraurbano, si presentano di seguito alcune evidenze ceretane di un certo interesse per il tema trattato, una più prossima alla città e le altre dislocate a pochi km di distanza a nord e a nord-est, nel territorio della metropoli antica, nonché a sud dell'abitato etrusco-romano.

Nel primo caso si tratta di una spettacolare galleria scavata nel tufo, molto ben conservata (Figg. 9-10), posta nel fosso in cui scorre il torrente Manganello, in direzione perpendicolare al flusso dell'acqua, cioè secondo un asse ONO-ESE. La zona oggi è inghiottita



Figura 9 – Foto satellitare del territorio di Cerveteri con localizzazione del tunnel di Via degli Inferi, di Ponte Vivo e di Ponte Coperto (elaborazione W. Dragoni)

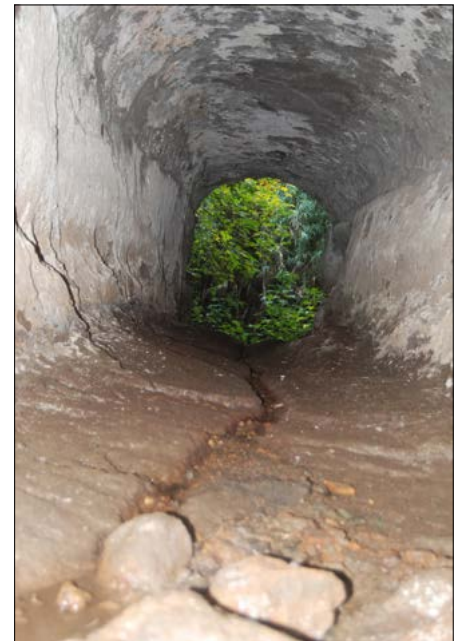


Figura 10 – Cerveteri, Fosso del Manganello: tunnel di drenaggio presso la Via degli Inferi (Foto V. Bellelli)

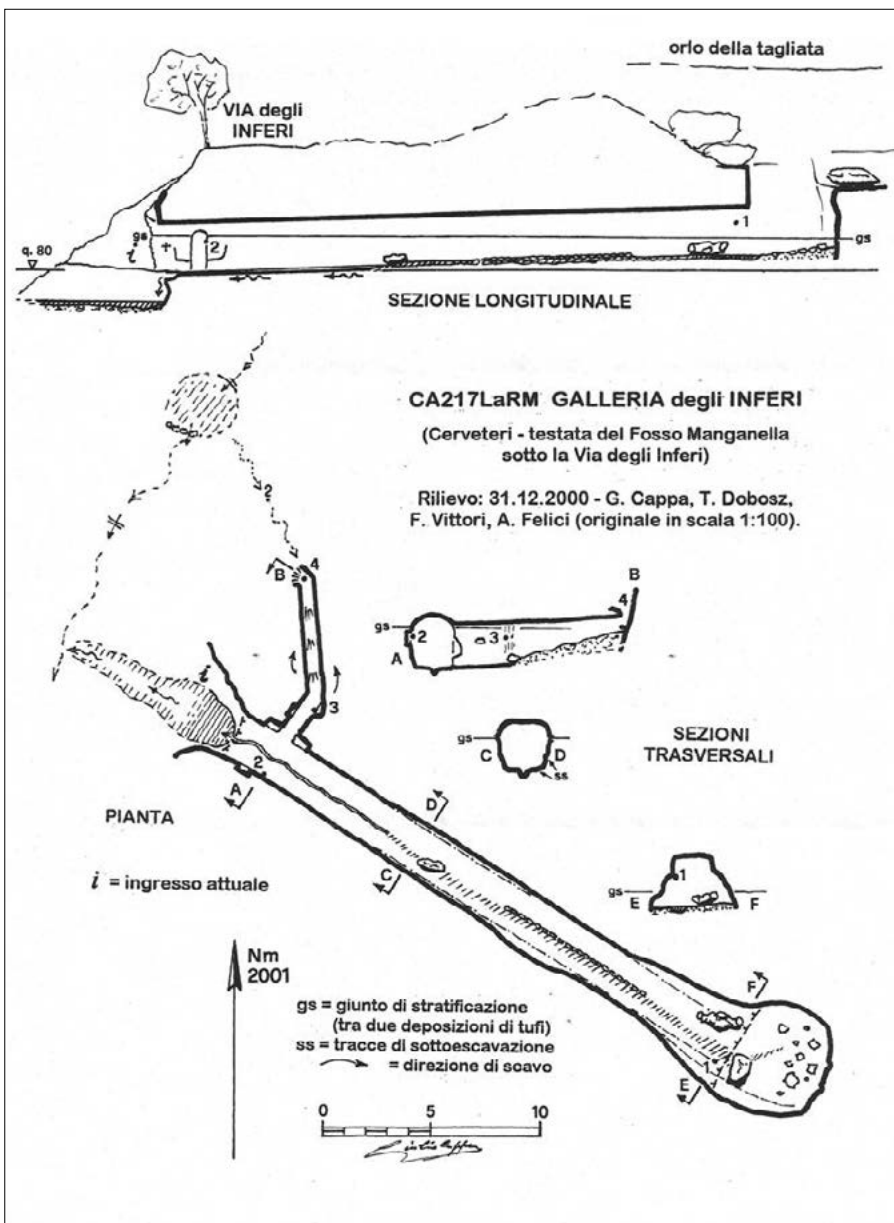


Figura 11 – Cerveteri, Fosso del Manganello: planimetria del tunnel di drenaggio presso la Via degli Inferi (dal Catalogo delle Cavità del Lazio, rilievo di G. Cappa, T. Dobosz, F. Vittori, A. Felici)

dalla macchia. Il tunnel è lungo circa 30 metri, largo circa 2 metri e alto allo sbocco circa 2,50 metri; presenta volta ad arco ribassata, un cunicolo laterale e una canaletta di scolo - in realtà poco più di una incisione - sul fondo. Benché sia segnalato da tempo nella letteratura archeologica (Mengarelli 1938, p. 225; Nardi 1986, pp. 16-17, tav. III,2), il tunnel è sostanzialmente inedito: l'opera, attualmente in corso di studio da parte degli autori di questa comunicazione, è riportata nel Catalogo delle Cavità del Lazio (CA 217 La, cat. A3) ed è stata rilevata nel 2000 da un gruppo di benemeriti speleologi romani (Fig. 11).

La galleria raccoglieva l'acqua piovana da un ampio invaso sub-rettangolare tagliato sul soffitto (Fig. 12), posto a poca distanza dalla



Figura 12 – Cerveteri, Fosso del Manganello, inghiottitoio del tunnel di drenaggio presso la Via degli Inferi, lato verso la città (Foto V. Bellelli)





Figura 14 – Ponte Vivo, visto da monte (Foto W. Dragoni)

Figura 13 – Ponte Vivo (Foto W. Dragoni)



falesia dei Vignali, che aveva subito poderose opere di regolarizzazione e spiombatura nel tratto compreso fra le porte urbane di Via degli Inferi e della Bufolareccia per la creazione di un grande fossato artificiale prospiciente le mura e per la realizzazione delle mura stesse (Bellelli 2014b, pp. 51-52). La galleria aveva la funzione di convogliare l'acqua nell'alveo del torrente Manganello, allontanandolo dall'area delle fortificazioni e dai percorsi viari, incluso quello di circinnvallazione, laddove il fiume passa a pochi metri di distanza dallo sbocco della Via degli Inferi sul Fosso del Manganello, da un lato, e dal fossato difensivo, dall'altro. La datazione di questo straordinario complesso idraulico rimane incerta, e direttamente collegata agli interventi che comportarono la dismissione di un settore della necropoli, al fine di ottenere il grande cavo artificiale di cui si è detto. (V.B., W.D.)



Figura 15 – Ponte Coperto di Cerveteri. Ingresso di monte, crollato in epoca indeterminata per non meno di una decina di metri (Foto W. Dragoni)

## IL TERRITORIO: PONTE VIVO, PONTE COPERTO E ALTRE INFRASTRUTTURE IDRAULICHE

E concludiamo con il territorio extra-urbano, cominciando dal Fosso della Mola, aperta vallata fluviale posta a sud dell'abitato, in cui scorre il *Caeritis Amnis* – il fiume ceretano – ricordato nelle fonti letterarie latine (per es. in Verg., *Aen.* VIII, 597-602). Qui, secondo la preziosa testimonianza del pioniere dell'archeologia ceretana militante – Raniero Mengarelli – gli Etruschi avevano costruito imponenti opere idrauliche (“potenti muraglioni in opera quadrata con bocche di presa in cui in origine erano alloggiate paratie mobili”),

per utilizzare l'acqua del fiume a scopo irriguo (Mengarelli 1938, p. 225, tav. XXX, fig. 14).

Per quanto riguarda invece il territorio posto a nord della città (Fig. 9), l'opera idraulica più importante è “Ponte Vivo” (Figg. 13-14). Questo è costituito da un tunnel lungo circa 20 metri, che incanala le acque del Fosso del Marmo; al di sopra del tunnel passa la strada che collega Cerveteri con i territori a Nord Ovest della città, verso Tarquinia e Vulci. La città è collegata al ponte da due strade: una che proviene dalla Porta settentrionale, l'altra dalla strada proveniente dalla zona della Necropoli della Banditaccia – Via degli Inferi (Nardi 1989, p. 518, nota 8).

Un'altra opera d'importanza e funzionalità eccezionali è Ponte Coperto (Figg. 15-16). Questa opera, come “Ponte Vivo”, rientra nelle categorie dei cosiddetti “Ponti Sodi”, gallerie in cui vengono incanalate le acque di un corso d'acqua evitando così la costruzione di un ponte (cfr. Quilici Gigli 1996). Il tunnel di Ponte Coperto ha una duplice funzione. Esso drena e rende coltivabile, ancora oggi, una valle che prima dello scavo era acquitrinosa. Inoltre permette che la strada che univa Caere con Veio superasse il corso d'acqua regolato dal tunnel stesso. Ponte Coperto, ancora funzionante nel duplice ruolo di opera di bonifica e stradale (su di esso passa

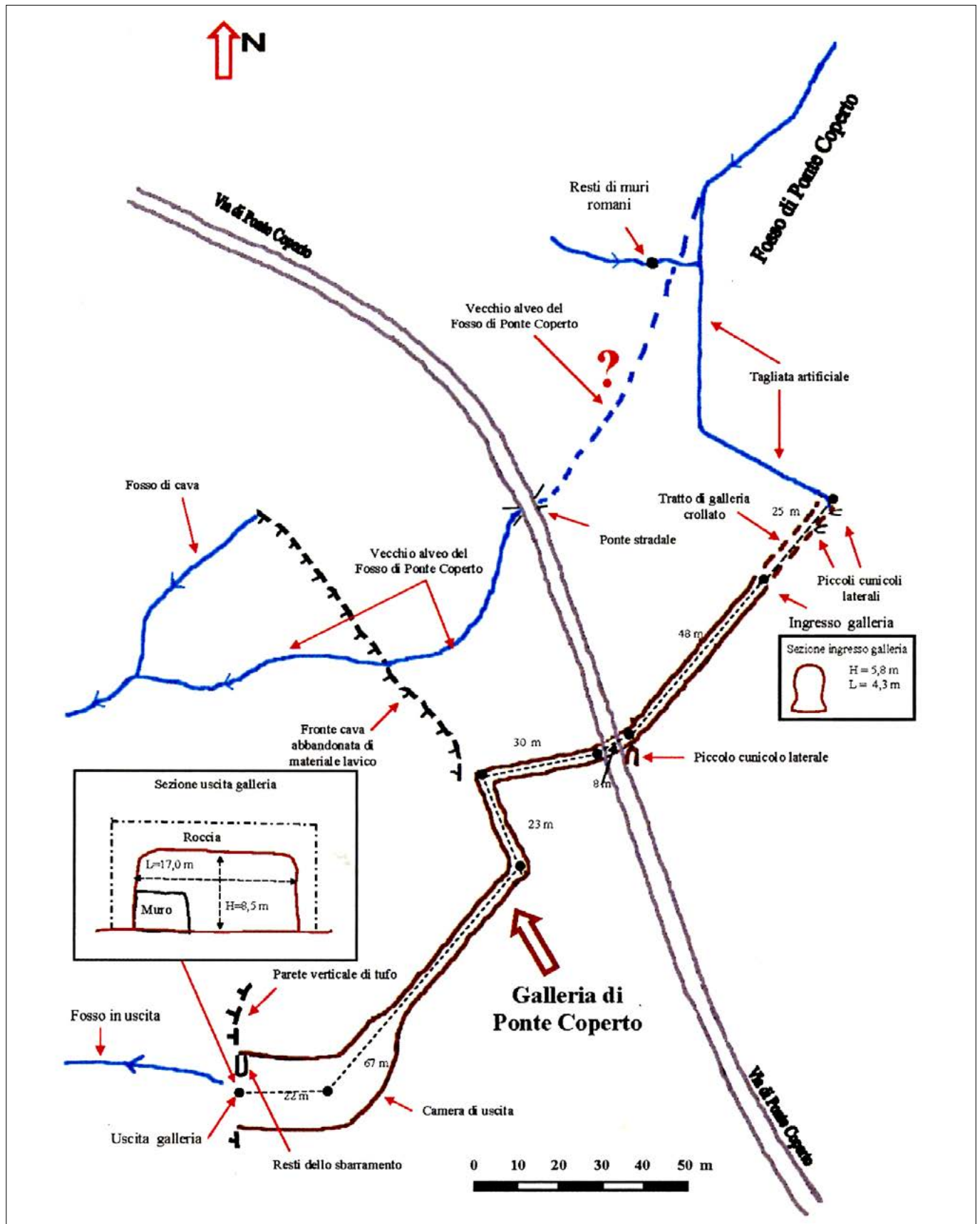


Figura 16 – Ponte Coperto di Cerveteri. Rilievo speditivo (modificato da Bersani, Canalini, Dragoni 2010)

una moderna strada asfaltata percorsa normalmente anche da mezzi pesanti), è frutto di una tecnologia matura e di una resilienza stupefacente (Nardi 1989, p. 521; Bersani, Canalini, Dragoni 2010). (W.D.)

Altri Ponti 'Sodi' sono segnalati in tutto il territorio extraurbano di Caere: dal censi-

mento e dallo studio preliminare di queste strutture – realizzato da Giuliana Nardi alcuni anni fa (Nardi 1989) – emerge chiaramente che si tratta di interventi coordinati di controllo, gestione, e manutenzione del territorio, in cui regimentazione delle acque e viabilità a scala regionale sono, allora co-

me oggi, questioni strettamente collegate e interdipendenti.

Infine, è opportuno ricordare che a un intervento pubblico di regimentazione delle acque nel territorio ceretano, ai confini con il territorio romano-veiente, si riferisce forse anche il famoso cippo iscritto di Tragliatella,

un'iscrizione pubblica databile alla metà del VI sec. a.C.. In questa importante epigrafe, infatti, è ricordato il nome di un magistrato locale che aveva preso in carico i lavori di risistemazione di un santuario di frontiera, che comprendevano opere di protezione dell'area sacra in un contesto instabile dal punto di vista idro-geologico, a causa della presenza di due corsi d'acqua a regime torrentizio (Colonna 2007, p. 105). (V.B.)

## RISULTATI E PROSPETTIVE DI RICERCA

Per concludere, siamo di fronte a opere funzionali di cui siamo in grado di comprendere, almeno a grandi linee, le ragioni d'essere di ordine pratico e la tecnica di costruzione. Più difficile appare il capire il quadro socio-economico che le ha generate e l'organizzazione del lavoro: maestranze costituite da schiavi? Corvées popolari imposte dall'autorità pubblica? Iniziative di tipo 'tirannico'? Strettamente connesso a queste domande è inoltre il problema cronologico: a partire da quando a Cerveteri ci fu un controllo pubblico dell'uso dell'acqua? Sullo sfondo rimane, infine, la questione, molto dibattuta, delle origini della tecnologia idraulica etrusca (e dunque anche ceretana): tecnica sviluppata autonomamente o importata dalla Grecia o da aree ancora più orientali, come ancora si legge in studi scientifici di autorevoli studiosi (v., solo per esempio, Magness 2001, p. 82)? Da parte nostra siamo impegnati con le nostre rispettive istituzioni a censire tutto questo patrimonio straordinario di evidenze, per le quali esistono seri problemi di conservazione e valorizzazione, e a studiare modalità e tempi con cui si è sviluppato un approccio così peculiare e capillare alla gestione del territorio. (V.B., W.D., S.P.)

## RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano sentitamente gli Amici e Colleghi di seguito menzionati, che li hanno aiutati nello svolgimento di questa ricerca: P. Bersani, V. Bocchini, A. Canalini, Roberto Petacco, Giorgio Trojsi.

## ABBREVIAZIONI BIBLIOGRAFICHE

ANGELAKIS A.N., DE FEO G., LAUREANO P., ZOUROU A. (2013), *Minoan and Etruscan Hydro-Technologies*, in *Water*, 5/3, pp. 972-987.  
BERGAMINI M., a cura di, (1991), *Gli Etruschi maestri di idraulica*, Electa, Perugia.  
BAMBINI R., CAMPAGNOLI, A., CAMPAGNOLI, M., CAPPÀ G. (2007), *Un acquedotto etrusco-romano nel territorio di Cerveteri*, in *Opera Ipogea*, 1, 2007, pp. 95-102.  
BELLELLI V. (2014a), *Il santuario sulla rupe del Manganello a Cerveteri: il contesto topografico e le evidenze archeologiche alla luce delle recenti indagini del CNR - ISMA*, in L. MERCURI e R. ZACCAGNINI (a cura di), *Etruria in progress. La ricerca archeologica in Etruria meridionale*, Gangemi editore, Roma, 2014, pp. 67 - 72.

BELLELLI V. (2014b), *Le mura di Caere: Una introduzione*, in V. BELLELLI (a cura di), *Caere e Pyrgi: il territorio, la viabilità e le fortificazioni*. Atti della giornata di studio (Roma, Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1 marzo 2012), Fabrizio Serra Editore, Pisa-Roma, 2014 (= *Caere*6), pp. 37-61.  
BERSANI P., CANALINI A., DRAGONI W. (2010), *First Results of a Study of the Etruscan Tunnel and Other Hydraulic works on the "Ponte Coperto" Stream (Cerveteri, Rome, Italy)*, in *Water Science & Technology: Water Supply*, Vol 10, No 4, pp. 561-569 © IWA Publishing 2010. doi:10.2166/ws.2010.109.  
BIZZARRI C. (2007), *Strutture ipogee di Orvieto etrusca: proposta di inquadramento tipologico*, in Atti del I Convegno Nazionale di Archeologia del Sottosuolo (Bolsena 2005), BAR, Oxford, pp. 317-350.  
CASCIANELLI M. (1991), *Gli Etruschi e le acque*, Edizioni EBE, Roma.  
CHELLINI R. (2002), *Acque sorgive, salutari e sacre in Etruria (Italia, Regio VII)*, BAR, Oxford.  
COLONNA G. (2007), *Il cippo di Tragliatella (e questioni connesse)*, in *Studi Etruschi*, 71, pp. 83-109.  
CRISTOFANI M., NARDI G., RIZZO M.A. (1988), *Caere 1. Il parco archeologico*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.  
DAMIANI M. (2015), *Le forme dell'acqua. Nuove considerazioni sui cunicoli etruschi nell'agro veientano*, in R. CASCINO, U. FUSCO, C. SMITH (eds.), *Novità nella ricerca archeologica a Veio*, Sapienza Università editrice, Roma, pp. 190-193.  
DE NISCO S. (1909), *Origini di Cere. Monografia storico-archeologico-geografica*, Cimmaruta, Napoli.  
DE ROSA L. (2009), *Il ruolo degli acquedotti nella politica imperiale in Italia*, in A. STORCHI MARINO, G. D. MEROLA (a cura di), *Interventi imperiali in campo economico e sociale*, Edipuglia, Bari, pp. 79-94.  
EDLUND BERRY I. (2016), *Topography and Natural Resources, Agriculture and Economy*, in N. THOMSON DE GRUMMOND, L. PIERACCINI (eds.), *Caere*, University of Texas Press, Berkeley, pp. 15-26.  
FORNI G. (1990), *Gli albori dell'agricoltura. Origine ed evoluzione fino agli Etruschi ed Italici*, REDA, Roma.  
GIONTELLA C. (2012), "...Nullus enim fons non sacer..." *Culti idrici di epoca preromana e romana (Regiones VI-VII)*, Fabrizio Serra Editore, Pisa-Roma.  
GOODMAN D., PIRO S. (2013), *GPR Remote Sensing in Archaeology*, Springer, Berlin.  
JUDSON S., KAHANE A. (1963), *Underground Drainage-ways in Southern Etruria and Northern Latium*, in *Papers of the British School at Rome*, 31, pp. 74-99.  
MAGNESS J. (2001), *A Near Eastern Ethnic Element Among the Etruscan Elite?*, in *Etruscan Studies. Journal of the Etruscan Foundation*, 8, pp. 79-117.  
MAGGIANI A. (2012), *Le fontane nei santuari d'Etruria*, in *Annali della Fondazione per il Museo 'Claudio Faina'*, XIX, pp. 275-295.  
MENGARELLI R. (1938), *La città di Caere: i pagi, le vie e le ville nel territorio cerite durante il periodo etrusco e il periodo romano*, in Atti del IV Congresso Nazionale di Studi Romani, vol. II, Istituto di Studi Romani, Roma, pp. 221-229.  
MOSCATTI P. (1985), in M. CRISTOFANI (a cura di), *Dizionario della civiltà etrusca*, Giunti, Firenze, s.vv. 'Cunicoli' e 'Idraulica', pp. 83-84, 139.  
NARDI G. (1985), *La viabilità di una metropoli*, in AA.VV., *Strade degli Etruschi. Vie e mezzi di comunicazione nell'antica Etruria*, Autostrade s.p.a., Roma, pp. 157-166.  
NARDI G. (1986), *Ricognizioni nell'area urbana antica*, in AA.VV. *Ricerche nell'area urbana di Caere*, in *Archeologia nella Tuscia II (= Quaderni di Archeologia Etrusco-italica, 13)*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, pp. 15-21.  
NARDI G. (1988), *L'area sacra di Valle Zuccara*, in CRISTOFANI, NARDI, RIZZO 1988, pp. 103-106.  
NARDI G. (1989), *Nuovi dati dalla ricognizione a Caere e nelle aree adiacenti: principali vie etrusche dell'entroterra*, in Secondo Congresso Internazionale Etrusco (Firenze 1985), Atti, vol. I, Giorgio Bretschneider Editore, Roma, pp. 517-523.  
NARDI G. (2005), *L'area urbana di Cerveteri. Nuove acquisizioni e dati riassuntivi*, in *Cerveteri, Tarquinia, Vulci. Dinamiche di sviluppo delle città in Etruria meridionale*. Atti del XXIII Convegno di studi etruschi e italici (Roma-S. Severa-Tarquinia-Montalto di Castro 2001), Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pisa-Roma, pp. 185-189.  
NARDI G. (2006), *Di una nuova area sacra scoperta a Cerveteri*, in B. ADEMARI (a cura di), AEI ΜΝΗΣΤΟΣ. *Miscellanea di studi per Mauro Cristofani*, vol. II, Centro Di, Firenze, pp. 585-598.  
PAPI E. (2000), *L'Etruria dei Romani. Opere pubbliche e donazioni private in età imperiale*, Quasar, Roma.  
PETACCO L. (2013), *Le cadre topographique*, in *Les Étrusques et la Méditerranée. La cité de Cerveter. Catalogue de l'exposition (Louvre-Lens 2013-2014)*, sous la direction de F. Gaultier, L. Haumesser, P. Santoro, V. Bellelli, A. Russo Tagliante, R. Cosentino, Somogy, Paris, pp. 70-71.  
PIRO S. (2009), *Introduction to Geophysics for Archaeology*, in S. CAMPANA & S. PIRO (eds.), *Seeing the Unseen. Geophysics and Landscape Archaeology*, CRC Press, Taylor & Francis Group, Oxon UK, pp. 27-64.  
QUILICI GIGLI S. (1983), *Sistemi di cunicoli nel territorio tra Velletri e Cisterna*, in *Archeologia Laziale, V, Quaderni di Archeologia etrusco-italica, 7*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, pp. 112-123.  
QUILICI GIGLI S. (1996), *Sui cosiddetti Ponti Sodi e Ponte Terra*, in L. QUILICI, S. QUILICI GIGLI (a cura di), *Strade romane, ponti e viadotti*, L'Erma di Bretschneider, Roma, pp. 292.  
RAVELLI F., HOWARTH P.J. (1988), *I cunicoli etrusco-latini: tunnel per la captazione di acqua pura*, in *Irrigazione e drenaggio*, Edagricole, 35/1, Bologna, pp.57-70.  
RAVELLI F., HOWARTH P.J. (1989), *Irrigazione, drenaggio e sanità negli scritti dei georgici latini*, in *Irrigazione e drenaggio*, Edagricole, 36/2, Bologna, pp. 51-54.  
ROSATI F. (1890), *Cere e suoi monumenti*, Salvati, Foligno.  
SCHNEIDER H. (2014), *Infrastruktur und politische Legitimation im frühen Prinzipat*, in A. KOLB (ed.), *Infrastruktur und Herrschaftsorganisation im Imperium Romanum*. Akten der Tagung (Zürich 2012), De Gruyter, Berlin, pp. 21-51.  
TORELLI M. (2009), *Religione e rituali dal mondo latino a quello etrusco: un capitolo della proto-storia*, in *Annali della Fondazione per il Museo 'Claudio Faina'*, XVI, pp. 119-148.  
WARD-PERKINS J. (1963), *Etruscan Engineering. Road Building, Water Supply and Drainage*, in *Hommages à Albert Grenier*, vol. III, Bruxelles, pp. 1636-1643.

# I cunicoli-cisterna di Göreme in Cappadocia (Turchia Centrale)

ANDREA BIXIO<sup>(1)</sup>  
ROBERTO BIXIO<sup>(1-2)</sup>  
ANDREA DE PASCALE<sup>(1-3)</sup>  
ALESSANDRO MAIFREDI<sup>(1-4)</sup>  
MAURO TRAVERSO<sup>(1)</sup>

(1) Centro Studi Sotterranei, Genova  
(2) Ispettore Onorario Cavità Artificiali - MiBACT (Ministero Beni e Attività Culturali), Roma  
(3) Museo Archeologico del Finale - Istituto Internazionale Studi Liguri, sezione Finalese, Finale Ligure  
(4) Geologia Verticale, Genova

## The tunnel-cisterns of Göreme in Cappadocia (Central Turkey)

Parole chiave (*key words*): Turchia (*Turkey*), Cappadocia, Göreme, idraulica rupestre (*rock-cut hydraulics*), cunicoli-cisterna (*tunnel-cisterns*), trincee-vespaio (*loose stone-trenches*), fori-pilota (*pilot-holes*)

### 1. INTRODUZIONE

Molte ricerche ed una grande quantità di scritti sono stati dedicati alle straordinarie architetture scavate dall'uomo nelle rocce della Cappadocia (Turchia centrale - Fig. 1). In particolare le chiese rupestri sono state e continuano ad essere oggetto di studi e di pubblicazioni (cfr., ad esempio: Andaloro 2015; Jolivet, 2015). Anche l'identificazione e la documentazione di altre opere ipogee, quali i rifugi, i complessi residenziali e le cavità ad uso produttivo, negli ultimi vent'anni hanno conosciuto un notevole incremento, grazie alle ricerche di molti studiosi di differenti paesi tra cui le indagini sistematiche condotte dal 1991 nella regione dal CSS-Centro Studi Sotterranei di Genova (cfr., ad esempio, Bixio, 2012).

### 1.1 NOTE GEOMORFOLOGICHE

Le indagini condotte nel corso degli anni hanno interessato un territorio di circa 20.000 km<sup>2</sup>, collocato nel centro dell'Anatolia, ad una altitudine media di 1.200 m s.l.m. L'area è costituita soprattutto da rocce di origine vulcanica prodotte da 19 grandi apparati, tra cui l'Erciyes Dağı (3.916 m) e l'Hasan Dağı (3.268 m) e da centinaia di centri vulcanici monogenici minori. Questi apparati hanno prodotto un esteso deposito (Fig. 1), spesso alcune centinaia di metri, da cui, in alcuni punti circoscritti, emerge il basamento calcareo.

La fisionomia più rilevante del territorio è rappresentata da formazioni tufacee tabulari fortemente modellate dagli agenti meteorici in forme molto caratteristiche (*canyon*, *falesie*, *calanchi*, *butte* e *pinnacoli* - Fig. 2).

un ruolo primario e fondamentale nella costituzione degli abitati e delle attività agricole.

Benché già Erodoto (I, 75), nel V secolo a.C., accenni a sorprendenti interventi di idraulica sul fiume Kızılırmak, in Cappadocia, forse realizzati da Talete di Mileto nel 550 a.C., occorre attendere le ricerche di Gilli (1984) per avere documentazione di un tunnel sotterraneo scavato per deviare un tratto di questo fiume. In questo intervallo, a parte brevissimi accenni ad opere sotterranee di approvvigionamento idrico di Ramsay (1897), Cousin (1905), e De Jerphanion (1925), troviamo studi specifici negli anni tra il 1991 e il 2000 soltanto da parte di Bixio (1991, 1994), e di Castellani (2001; 2002; 2009), nel 2008 di Bukarenko (2011), a cui si aggiungono le recentissime indagini di Gilli e Yamaç (Gilli



Figura 1 – Area punteggiata corrispondente ai tufi vulcanici della Cappadocia (grafica R. Bixio)



Figura 2 – Le valli di erosione attorno a Göreme (Foto A. Bixio)

Nel 2012 gli esperti del CSS hanno iniziato un nuovo ciclo di esplorazioni nell'ambito delle missioni dell'Università della Tuscia e del progetto PRIN 2010-2011, diretti dalla prof. Maria Andaloro e autorizzati dal Ministero della Cultura della Repubblica di Turchia.

Nell'occasione l'*équipe* genovese ha affrontato particolari temi di ricerca, in zone specifiche, tra cui il sito di Göreme, cuore della Cappadocia, con il risultato di aver individuato elementi innovativi sulle tecniche e sulla organizzazione degli insediamenti rupestri di questa antica regione.

All'interno di questi corpi rocciosi l'uomo ha scavato, nel corso dei secoli, vani di molti tipi, sollecitato dalle condizioni climatiche e dagli eventi storici, sviluppando una architettura "in negativo", sfruttando le caratteristiche morfologiche e litologiche dell'ambiente (Bixio *et al.*, 2012, pp. 8-9).

### 1.2 GLI STUDI SULL'IDRAULICA

Tra le strutture ipogee, una particolare attenzione è stata rivolta alle opere idriche sotterranee che, in Cappadocia, risultano essere ancora poco indagate, pur ricoprendo

*et al.*, 2014; Gilli & Yamaç, 2015). Si tratta, comunque, di un numero assai limitato di pubblicazioni relativo a indagini condotte, considerata la particolare natura degli ambienti esplorati, da esperti speleologi.

Da tali ricerche emerge la presenza sul territorio cappadocico attorno a Göreme, l'antica Korama, di sistemi idrici realizzati nel sottosuolo, di notevole ingegno ed efficacia, in sintonia con le tecniche del "costruire in negativo" peculiari di questa regione. In particolare, sono stati identificati diversi cunicoli di drenaggio, realizzati per smaltire l'acqua

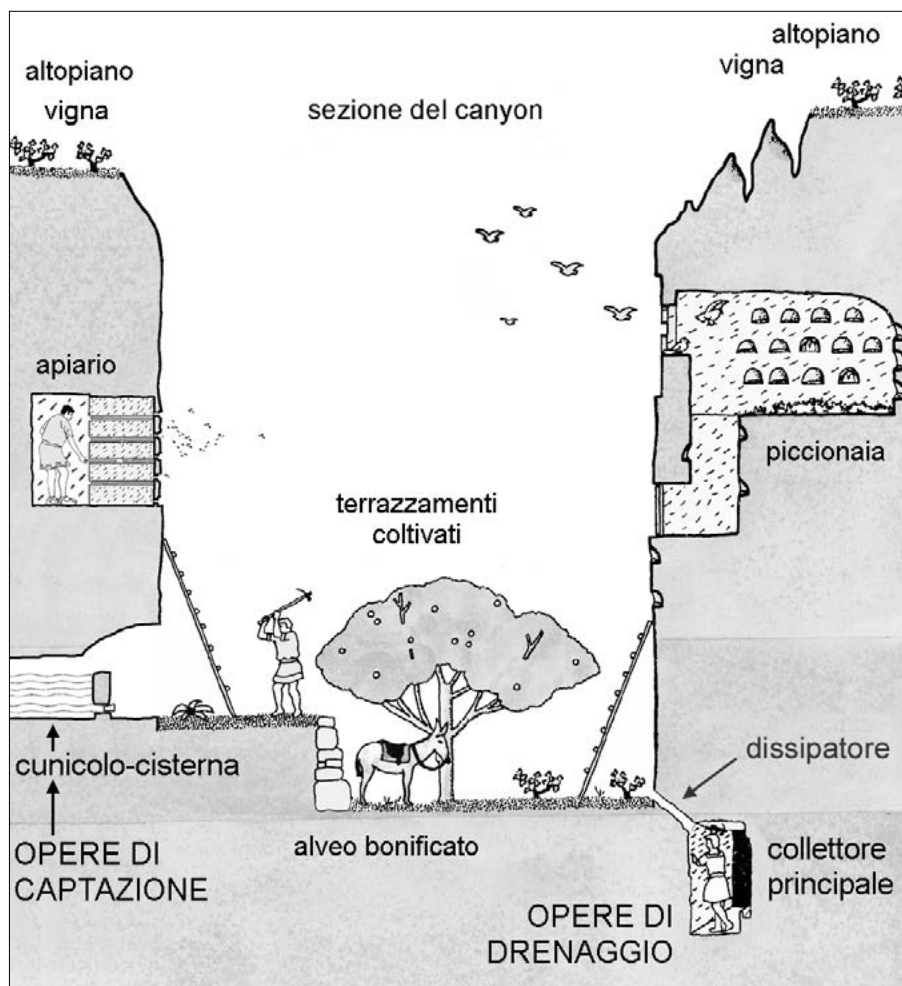


Figura 3 – Schema degli impianti idrici sotterranei per la bonifica delle valli e la captazione dell'acqua (grafica R. Bixio).



Figura 4 – Cunicolo di drenaggio nella Kılıçlar Vadisi (Valle delle Spade) (Foto A. De Pascale)

dove eccede. Sono costituiti da gallerie scavate lungo i fianchi delle valli, in origine sotto il livello dell'alveo, intervallate da punti di assorbimento (dissipatori). Hanno lo scopo di ridurre il carico idrico prodotto dalle acque meteoriche per contenere le piene torrentizie, liberando spazi sul fondo valle, poi terrazzati e adibiti ad uso agricolo (Fig. 3). La sezione

rettangolare originale (Fig. 4), in genere larga 80 cm e alta da 100 a 180 cm, nel corso dei secoli è stata sovente allargata e approfondita dall'azione erosiva e crioclastica sino ad oltre 5 m di altezza e 3 m di larghezza, superando 10 m nella valle di Zemi (Bukarenko *et al.*, 2011).

Condotti di questo tipo si trovano pressoché in tutte le valli del bacino idrografico attorno a

Göreme. Quello della Kılıçlar Vadisi (Valle delle Spade), ad esempio, è lungo 220 m (Bixio, 2012b, pp. 147-150; Castellani, 2002, pp. 289-290).

## 2. CUNICOLI-CISTERNA

Già nel corso di quelle prime indagini era stato notato che, oltre ai tunnel di drenaggio, lungo le sponde dei torrenti erano presenti altri cunicoli indipendenti. Era evidente che questo ulteriore sistema di condotti, generalmente allagati (Fig. 5), era stato progettato per prelevare l'acqua necessaria all'irrigazione degli stessi appezzamenti coltivati ricavati con la bonifica delle aree di fondovalle (Castellani, 2002; Bixio & Castellani, 2002, pp. 188-189; Bixio *et al.*, 2012, pp. 20-21; Bixio, 2012b; Castellani, 2012).



Figura 5 – Parte allagata del cunicolo-cisterna "Traforo" (Foto A. Bixio)

Ad una prima osservazione si riteneva che tali cavità fossero state scavate nella massa rocciosa al fine di migliorare la captazione di sorgenti già presenti, o per raggiungere locali falde acquifere. Tuttavia, recenti ricerche nella Kılıçlar Vadisi, pur confermando il loro scopo irriguo (o domestico), hanno permesso di scoprire la vera natura e la tecnica di realizzazione di queste specifiche opere idriche. In realtà si tratta di vere e proprie cisterne sotterranee, cioè strutture destinate all'accumulo e alla conservazione dell'acqua, che, anziché essere costituite da un unico grande ambiente (cisterna a camera), si estendono in uno spazio lungo e stretto (cunicolo), di pari o maggiore capacità. Sono stati individuati due tipi di invasi:

- cunicoli-cisterna lineari (o cisterne lineari), costituiti esclusivamente da cunicoli, sia a sviluppo longitudinale (Fig. 6) che a reticolo (Fig. 7), questi ultimi conosciuti, ad esempio, in Italia (Del Pelo Pardi, 1969; Castellani, 2000, p. 23; Germani, 2002);
- cunicoli-cisterna con camera, cioè unità integrate, costituite da un sistema cunicolare (cisterna lineare) che termina in una cisterna a camera (Fig. 14, 15).

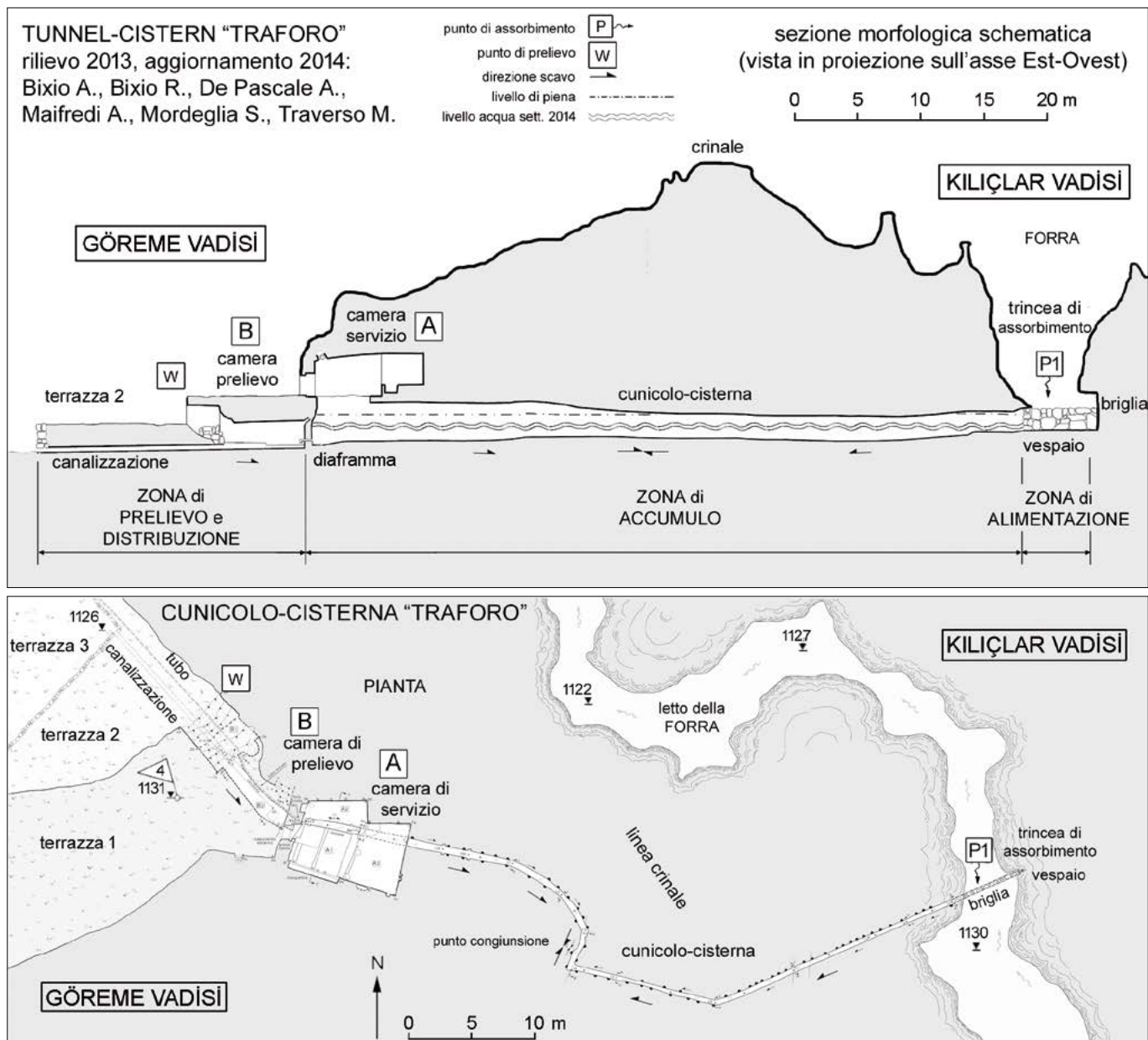


Figura 6 – Sezione longitudinale e pianta del cunicolo-cisterna "Traforo" (grafica R. Bixio)

Ovviamente, queste strutture sono completate da impianti per il prelievo e la distribuzione delle riserve accumulate. Ma la loro particolarità risiede soprattutto in un inaspettato, semplice ed ingegnoso sistema di alimentazione costituito dalle "trincee-vespaio" che, come vedremo, rivoluziona la nostra conoscenza sulle modalità di raccolta dell'acqua in questa regione, alternative allo sfruttamento di sorgenti o di falde acquifere.

Nel corso di recenti spedizioni sono state individuate e documentate sei strutture riconoscibili come "cunicoli-cisterna", con elementi identificativi comuni. Nella presente comunicazione sono riportati dettagli estratti dai rilievi topografici di alcuni impianti a cui faremo riferimento per illustrare la sequenza e le modalità di scavo generali.

## 2.1 CONFIGURAZIONI

Non tutte le strutture sono documentabili integralmente a causa di parti non percorribili,

allagate e/o occluse da pietrame o coperture terrose. Senza generalizzare, si propongono alcune osservazioni sui cunicoli-cisterna di cui sono disponibili le misure planimetriche complete. In particolare è interessante confrontare due sistemi il cui sviluppo è quasi equivalente.

**Trafo** (Fig. 6). Si tratta di una "cavità di attraversamento" in quanto preleva l'acqua da una valle e la restituisce nella valle adiacente, attraversando il crinale con un unico cunicolo lungo 60 m. È alimentato da un solo punto di assorbimento costituito da una briglia trasversale all'alveo della Kiliçlar Vadisi, corrispondente a una trincea-vespaio, lunga 5 m, larga circa 50 cm e profonda circa 1,70 m. La larghezza del cunicolo (Figg. 5, 6) è compresa tra 40 cm e 60 cm; l'altezza media è di circa 1,70 m, tranne nel tratto finale, presso il foro di prelievo, in cui il cunicolo si approfondisce sino a 3,40 m.

**Labirinto** (Fig. 7). Al contrario della precedente, questa è una "cavità concentrata". Ha

uno sviluppo complessivo di 67 m, di poco superiore a quello del Traforo, ma si estende sotto un'area molto limitata, interamente contenuta nella sezione trasversale dell'alveo di una valle secondaria, in cui il punto di assorbimento più lontano dista appena 15 metri da uno degli ingressi. La struttura è costituita da un reticolo di cunicoli, tra loro connessi, alimentati da cinque punti di assorbimento profondi da 2,60 m a 3,50 m. Le sezioni sono variabili, oscillano da 70 cm a 180 cm di larghezza, e da 113 cm a 240 cm di altezza.

## 2.2 MODALITÀ E SEQUENZA DI SCAVO

Dall'analisi di tutti i sistemi individuati si desume che la procedura di realizzazione sia stata quella raffigurata nella Fig. 8.

Individuati i punti [P] più adatti per la cattura delle acque di superficie in funzione di quello [W] stabilito per il prelievo e la distribuzione nell'area destinata alle coltivazioni, si procedeva a scavare nella roccia gli imbocchi

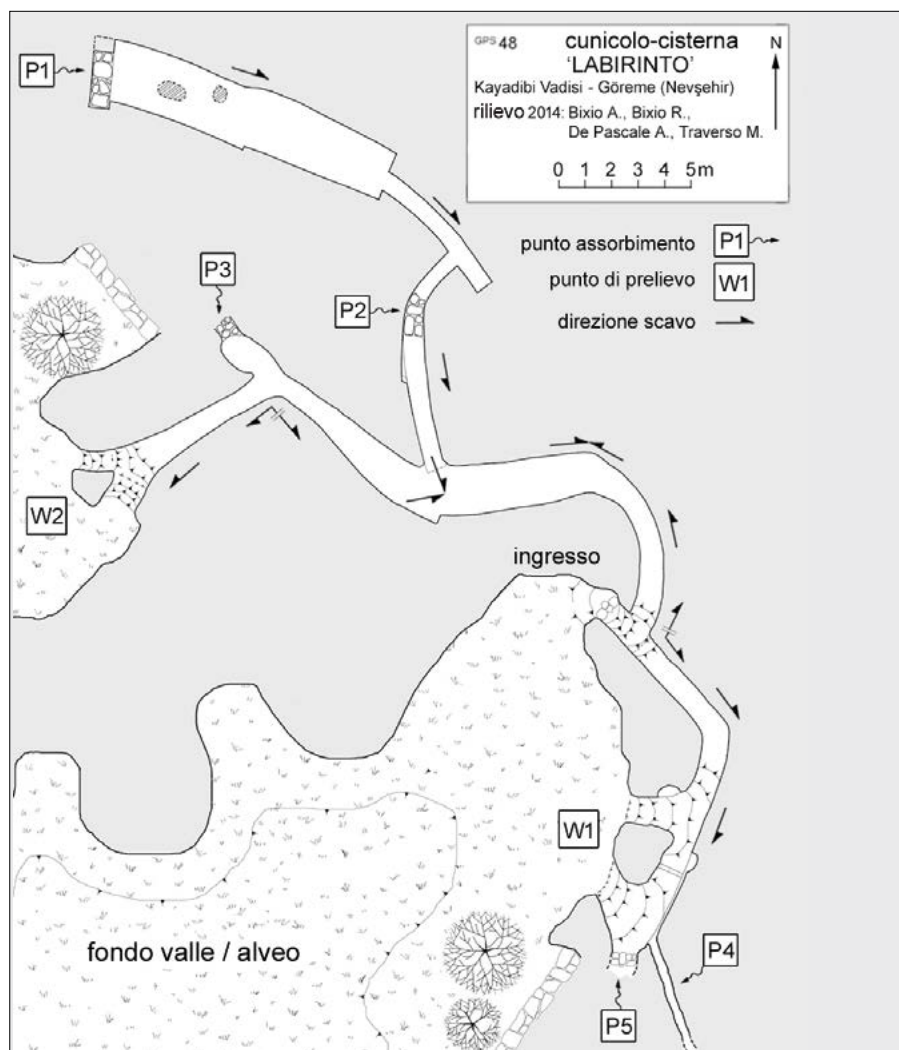


Figura 7 – Il cunicolo-cisterna "Labirinto" (grafica R. Bixio)

alle due estremità del sistema. Il primo poteva essere una trincea o un pozzo verticale, profondo da 2 a 4 m. Il secondo poteva anche essere orizzontale. In alcuni casi veniva scavato un terzo pozzo da utilizzare successivamente come accesso al sistema. Da ciascuno degli imbocchi venivano poi condotti, l'uno verso l'altro, probabilmente contestualmente, altrettanti cunicoli, intervallati da nicchie per le lampade scolpite nelle pareti.

Lo scavo avveniva con la tecnica dei fronti contrapposti (come si può constatare dalle tracce di scavo rilevate sulle pareti, indicate dai simboli riportati nei rilievi), sino al loro congiungimento che normalmente è individuato da una progressiva correzione della direzione degli assi, spesso associata a un dente verticale e/o orizzontale nel punto di incontro dei fronti (Figg. 6, 7, 8).

Terminato lo scavo dei cunicoli, la trincea a monte veniva chiusa con pietrame a varia pezzatura, eventualmente sostenuto da lastre di tufo, in modo da ottenere un "vespaio", cioè un insieme di materiale litico incoerente che avrebbe lasciato filtrare l'acqua e consentito l'alimentazione del cunicolo-cisterna (cfr. par. 2.4).

All'estremità opposta veniva predisposto l'impianto per il prelievo e la distribuzione delle risorse idriche accumulate nel sistema cunicolare. Tale impianto risulta costituito da un vano (camera di prelievo) separato dal cunicolo-cisterna da un divisorio di roccia, ottenuto per risparmio dello scavo, costituito

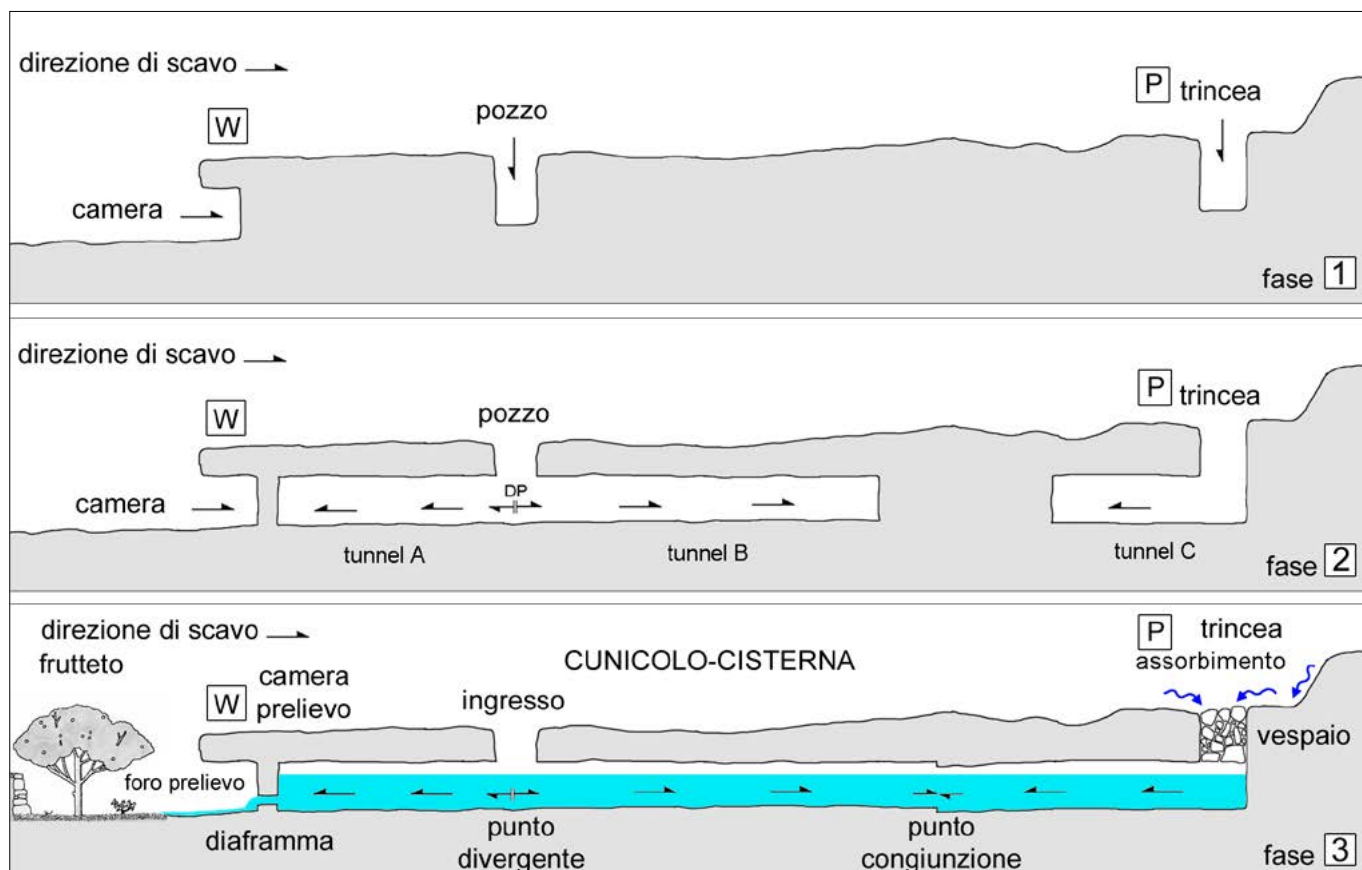


Figura 8 – Schema delle fasi di scavo per realizzare un cunicolo-cisterna (grafica R. Bixio)



Figura 9 – Cunicolo-cisterna "Belvedere". La camera di prelievo con il passo d'uomo che, scavalcando la diga, permette l'accesso al condotto (Foto A. Bixio)

da una barriera aperta (diga) oppure chiusa (diaframma). Nel primo caso, la camera di prelievo è stata scavata in continuità con il cunicolo-cisterna ed il transito (per operazioni di controllo e manutenzione) è assicurato



Figura 10 – Cunicolo-cisterna "Sant'Eustachio". La camera di prelievo a diaframma chiuso con due fori pilota (u - v), nella parte superiore e, sotto, il foro di prelievo (z) (Foto A. Bixio)

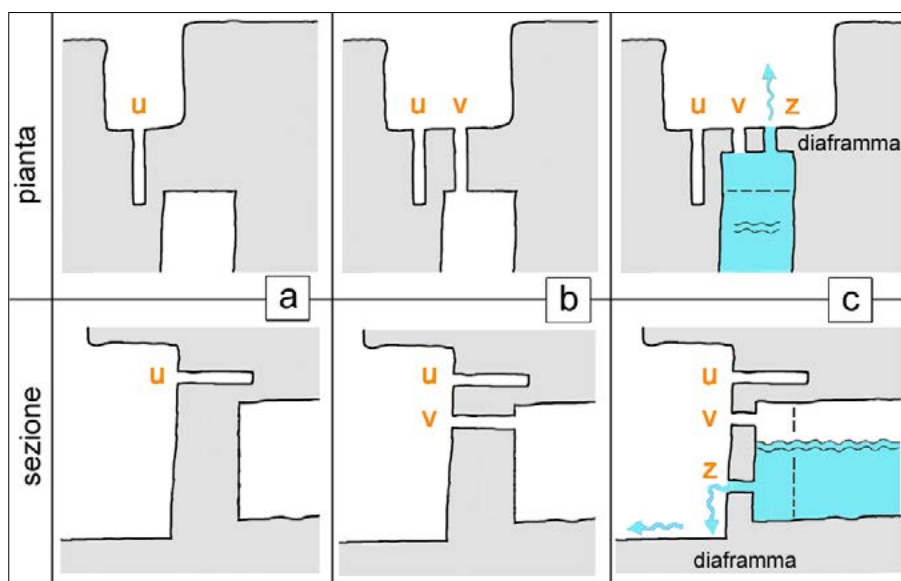


Figura 11 – Schema della sequenza di scavo con due fori pilota (u - v) e un foro di prelievo (z) (grafica R. Bixio)

da un passo d'uomo che scavalca la diga (Fig. 9). Nel secondo caso, ovviamente, l'entrata per accedere al sistema cunicolare risulta indipendente dalla camera di prelievo, e può trovarsi anche ad una certa distanza (Fig. 8).

In ogni caso il prelievo dell'acqua è tuttora assicurato da un foro passante, di circa 10 cm di diametro, praticato alla base del divisorio di roccia (Fig. 10).

L'erogazione era, ed è regolata, dove l'impianto è ancora in uso, da un semplice tappo di legno o da una valvola su un tubo in ferro inserito nel foro stesso, eventualmente con il supporto di tasselli di legno o di tamponature con materiali cementizi.

La distribuzione avveniva per mezzo di canalizzazioni scavate nella roccia del pavimento (Fig. 6) che raggiungevano gli appezzamenti coltivati. Ormai sono tutte interrate e in un paio di casi sono state sostituite da tubature in gomma.

## 2.3 I FORI PILOTA

Per quanto concerne i fori di prelievo, nei casi in cui siano stati ricavati in un divisorio di roccia chiuso (diaframma), è stato documentato un interessante sistema di scavo, preliminare all'individuazione del punto esatto dove collocare il condotto passante, in modo da avere la massima fruizione dell'acqua in regime di minima portata senza avere dispersioni dall'alto in regime di massima portata.

La sequenza è illustrata dallo schema ricostruito sulla base delle osservazioni effettuate nel cunicolo-cisterna di Sant'Eustachio (Figg. 10, 11):

- 1) I fronti contrapposti di scavo del cunicolo e della camera di prelievo venivano avvicinati contestualmente, senza congiungerli, cercando il progressivo allineamento, grazie al rumore e alle vibrazioni dei colpi degli attrezzi di lavoro trasmessi attraverso la roccia.
- 2) Raggiunta per approssimazione una distanza ritenuta consona, si praticava un primo foro [u] in Fig. 11.a, verosimilmente con un attrezzo tipo barramina, al fine di verificare lo spessore residuo del diaframma, nonché la quota e l'effettivo allineamento dei fronti opposti, in modo da procedere alle rettifiche necessarie per collocare correttamente il foro di prelievo. Si nota che il foro pilota [u] è posizionato in alto, verosimilmente per non compromettere con una apertura nel punto sbagliato il posizionamento definitivo del foro di prelievo, che doveva essere scavato in basso, nel punto più vicino al fondo dell'invaso.
- 3) Nel caso rappresentato nello schema, il foro pilota [u] risultava troppo alto e laterale e non intercettava il cunicolo. Veniva dunque effettuato un secondo tentativo, eventualmente ampliando la camera di prelievo, con un nuovo foro pilota [v], più basso e più centrato, raggiungendo questa volta il fronte opposto (Fig. 11.b).
- 4) Grazie al nuovo punto di riferimento era possibile ridurre ulteriormente lo spessore del diaframma senza sfondarlo, e scavare in basso il foro di prelievo [z], nel punto ritenuto più proficuo per convogliare all'esterno l'acqua accumulata nel cunicolo-cisterna (Fig. 11.c).

## 2.4 LE TRINCEE-VESPAIO

Come prima accennato, le trincee-vespaio (o i pozzi-vespaio) sono costituite da uno scavo verticale, lungo e stretto (o circolare), condotto dalla superficie (piano di campagna) sino al livello previsto per realizzare il cunicolo orizzontale. Le profondità sino ad ora accertate risultano contenute tra due e quattro metri.

Il vano così ottenuto veniva riempito da pietrame incoerente a pezzatura diversa (vespaio) adatto a consentire, per gravità,



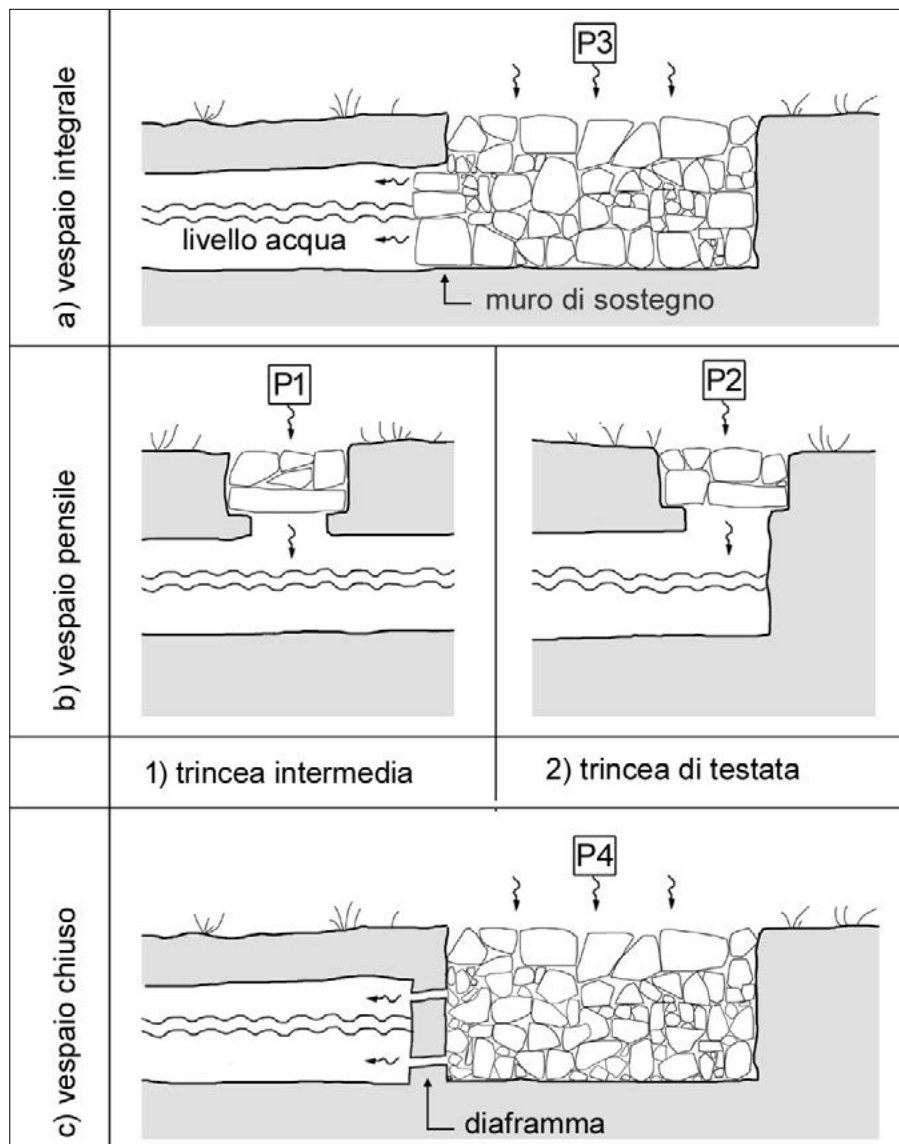


Figura 12 – Schema di differenti conformazioni delle trincee-vespaio (grafica R. Bixio)

la percolazione dell'acqua negli interstizi, assorbendola dalla superficie esterna e convogliandola nel cunicolo sottostante. In tal modo l'acqua, accumulandosi in ciascuna diramazione del reticolo sotterraneo, si distribuisce ancora oggi uniformemente sul piano

orizzontale dell'intero sistema di gallerie come fossero un unico invaso, per poi diminuire, sempre uniformemente, nei momenti in cui viene prelevata (cfr. traccia dei livelli d'acqua in Figg. 5, 13a). Pertanto, la circolazione idrica risulta prevalentemente verticale, abbinata



Figura 13 – Trincea integrale, a sinistra, e trincea pensile, a destra (Foto A. Bixio)

ad un flusso orizzontale secondario per lo spostamento verso il foro di prelievo. Ne consegue che la pendenza dei cunicoli è pressoché ininfluente, anzi, in un caso, è stata constatata una differenza di quota positiva tra la parte a monte e quella a valle dovuta evidentemente a un leggero errore nello scavo dei fronti opposti. Ovviamente, in regime di minima portata si perde una parte dell'acqua accumulata.

Le trincee-vespaio sino ad ora documentate sono di tre tipi (Fig. 12):

- a) a vespaio pieno (integrale), cioè con il riempimento di pietre che occupa tutta la trincea, dalla superficie sino alla base, corrispondente al fondo del cunicolo sottostante. Le pietre sciolte sono trattenute sul fronte del cunicolo da un muro di massi sbalzati (Figg. 12a, 13a);
- b) a vespaio pensile, dove il riempimento di pietre è limitato allo spazio compreso tra il piano di campagna e il livello del soffitto del cunicolo, la cui sezione sottostante rimane libera. In questo caso il sostegno alle pietre soprastanti è fornito da lastre o blocchi di tufo sbalzati che appoggiano su riseghe scolpite sui lati della trincea (Figg. 12b, 13b).
- c) a vespaio chiuso (Fig. 12c). Vi sono indizi, che, in qualche caso venisse scavata una struttura verticale, attigua all'estremità del cunicolo orizzontale, senza congiungerla, conservando perciò il diaframma di roccia divisorio e comunicante soltanto attraverso fori di piccolo diametro (fori di captazione). Con questa tecnica la cavità verticale poteva essere riempita di pietra-me alla rinfusa per costituire il vespaio senza che vi fosse la necessità di erigere tra le due strutture ulteriori muri di contenimento, come nel caso (a), o lastre di sostegno orizzontali e relative riseghe, come nel caso (b). Ovviamente, tale modalità è possibile solo nel caso che si fosse deciso di procedere allo scavo di un solo cunicolo, anziché di due, a fronti contrapposti.

Inoltre, i vespai, secondo la posizione delle trincee nel cunicolo, possono essere:

- 1) di testata, posizionate all'estremità del cunicolo;
- 2) intermedi, posizionati lungo il tracciato del cunicolo.

In entrambi i casi possono risultare longitudinali o trasversali al cunicolo sottostante. Alcuni sistemi idrici sono dotati di trincee-vespaio multiple (Fig. 7). Da notare che questi dispositivi all'esterno sono difficilmente individuabili a causa di interrimenti, mentre all'interno sono ancora visibili e, in alcuni casi, ancora funzionanti. Tuttavia, l'abbandono dei sistemi idrici e la conseguente mancanza di manutenzione stanno producendo il progressivo deterioramento delle masse litiche che appaiono in equilibrio precario e in procinto di crollare.



Figura 14 – Cisterna “a camera” con sbocco del cunicolo-cisterna (Foto A. De Pascale)

## 2.5 MODALITÀ E FONTI DI ALIMENTAZIONE

Per quanto riguarda la formazione della riserva idrica, le osservazioni condotte di persona in Cappadocia negli ultimi 25 anni inducono a pensare che l'acqua venisse accumulata nel corso dell'anno in periodi di tempo abbastanza brevi, in particolare in primavera, soprattutto

per effetto dello scioglimento della neve. Infatti, gli inverni risultano generalmente precoci, molto freddi e nevosi, mentre d'estate le piogge non sono certo frequenti. Di conseguenza, perlomeno nel comprensorio di Göreme, non si vedono corsi d'acqua attivi benché vi siano numerose antiche valli profondamente inci-

se, solcate da innumerevoli canali laterali, anche perché, almeno dall'epoca bizantina, eventuali flussi d'acqua sarebbero smaltiti dai cunicoli di drenaggio (Fig. 3). Riteniamo dunque plausibile che le trincee-vespaio fossero progettate principalmente per assorbire rapidamente l'acqua di fusione delle masse nevo-

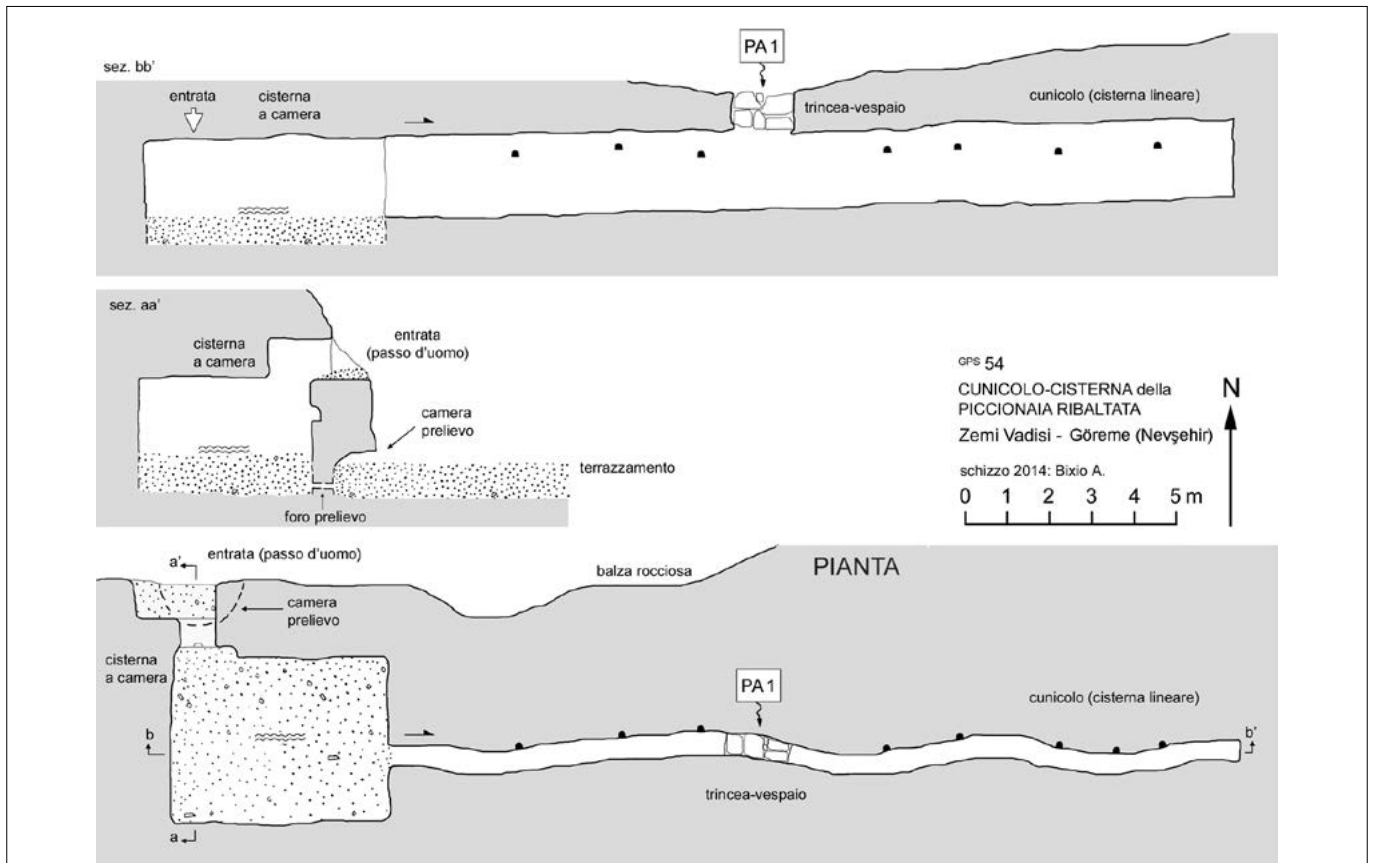


Figura 15 – Zemi Vadisi. Schizzo del cunicolo-cisterna integrato da una cisterna a camera (grafica R. Bixio)

se e, saltuariamente, quella piovana, raccolta direttamente o per ruscellamento localizzato. Di conseguenza è verosimile che i cunicoli-cisterna fossero dimensionati per accumulare un volume d'acqua sufficiente a soddisfare le necessità idriche locali per tutto il successivo periodo durante il quale si sarebbero verificate scarse precipitazioni, non potendo contare sull'apporto di sorgenti perenni.

Probabilmente a fine maggio gli invasi raggiungevano la massima capacità che veniva progressivamente consumata durante l'estate, con scarsi o nulli nuovi apporti idrici, raggiungendo il minimo a ottobre/novembre, quando cessava la necessità di irrigazione e incominciava a nevicare, salvo prelievi per usi domestici durante l'inverno. D'altra parte, in una cronaca del XIII secolo, riportata da Sathas (1894, p. 205), è scritto che "La popolazione che viveva là (n.d.r.: in Cappadocia) scavava nel suolo per costruire le abitazioni, e vi depositava tutte le cose necessarie. Essi trascorrevano il loro tempo in questo modo - cioè nel sottosuolo - sino a che l'inverno non era passato e la neve non si era sciolta".

Risulta dunque evidente che, contrariamente a quanto si poteva pensare in un primo tempo, l'impianto idrico così organizzato non veniva alimentato per mezzo di falde acquifere preesistenti nel sottosuolo, ma direttamente dalla superficie a seguito di fenomeni atmosferici concentrati in un breve periodo e/o intermittenti.

### 3. CUNICOLI-CISTERNA CON CAMERA

In alcuni casi sono stati individuati sistemi integrati, costituiti da cunicoli-cisterna (o cisterne lineari), abbinati a cisterne a camera (Figg. 14, 15). Le caratteristiche dei dispositivi di alimentazione (trincee-vespaio), di prelievo e distribuzione sono i medesimi, salvo che il sistema cunicolare termina in un'ampia camera con ulteriore aumento della capacità totale dell'invaso.

Riscontriamo una sola, significativa differenza nella circolazione idrica, nel caso in cui il pavimento del cunicolo si trovi ad un livello più alto del fondo della cisterna (cunicolo pensile). In questo caso il cunicolo si comporterà inizialmente come un acquedotto, trasportando l'acqua dal punto di assorbimento sino alla cisterna medesima (circolazione idrica orizzontale). Nel momento in cui il livello dell'acqua supererà la quota della soglia del cunicolo, anche quest'ultimo diventerà una cisterna e il sistema si comporterà come descritto in precedenza, con una circolazione idrica prevalentemente verticale.

### 4. CONCLUSIONI

In sintesi, i cunicoli-cisterna del comprensorio di Göreme consistono essenzialmente in bacini di accumulo dell'acqua (e solo in parte di trasporto), equivalenti a vere e proprie cisterne sotterranee. Le loro principali caratteristiche sono riassunte qui di seguito.

- Sono alimentati da acque meteoriche, di fusione nivale, di ruscellamento localizzato e non da sorgenti o falde acquifere.
- La circolazione idrica interna è prevalentemente verticale, con una componente orizzontale secondaria.
- Lo scavo dei cunicoli è effettuato con la tecnica dei fronti contrapposti abbinata, in alcuni casi, alla tecnica dei fori pilota (Figg. 8, 10, 11).
- I sistemi sino ad ora investigati sono di due tipi, costituiti da "cavità di attraversamento" (Fig. 6), che forniscono risorse idriche tra due valli contigue e "cavità concentrate" (Fig. 7) in cui cunicoli e punti di assorbimento (a volte multipli) sono contenuti in un'area ristretta, nella medesima zona di prelievo e distribuzione.
- Infine, l'elemento più peculiare riguarda l'ingegnoso sistema di alimentazione, costituito da una struttura drenante corrispondente ad un pozzo, o più sovente ad una trincea in cui è contenuto un vespaio (trincea-vespaio - Fig. 12), attraverso il quale filtra l'acqua che, per gravità, si accumula nel cunicolo-cisterna sottostante. Ci si chiede se, come nel caso degli impianti idrici sotterranei noti come *qanat* o *karez*, diffusi in tutti i paesi a clima arido e semiarido, dalla Persia (Ward, 1968; Kuros & Khaneiki, 2007), dove probabilmente sono nati, alla Cina ed ai paesi del Mediterraneo (Castellani, 2001; 2009), realizzati da specialisti chiamati *muqanni* (Wulff, 1968, p. 82), ci fossero anche in Cappadocia maestranze specializzate nella progettazione e nella esecuzione di questo specifico tipo di opere, a servizio della comunità. Oppure se, essendo in tutto il territorio cappadocico profondamente connotata la pratica dello scavo delle rocce, non limitata alle sole opere idriche, ma applicata ad un numero impressionante di abitazioni, opere agricole, luoghi di culto, e rifugi sotterranei di enorme estensione, tutta la popolazione locale fosse in grado di provvedere autonomamente alla realizzazione dei propri impianti.

### BIBLIOGRAFIA

- ANDALORO M., BENUCCI M., BIXIO R., DE PASCALE A., ROMAGNOLI G. (2015) *New surveys on underground structures in Cappadocia*, in PARISE M., GALEAZZI C., BIXIO R. & GERMANI C. (Eds.), *proceedings International Congress "Hypogea 2015"*. Rome, March 2015.
- BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., GILLI E. (2016) *Rock-cut cisterns and funnels in Cappadocia*, in *Opera Ipogea*, 1/2016, Società Speleologica Italiana, Bologna, pp. 41-52.
- BIXIO R. (1991) *Kapadokya Yeraltında 1991*, Speleologia, n°25, Società Speleologica Italiana, Bologna, pp. 8-12
- BIXIO R. (1994) *Le città sotterranee della Cappadocia*, Le Scienze, n°313, Milano, pp. 34-43
- BIXIO R. (Ed.). (2012) *Cappadocia. Records of the underground sites*, BAR 2413, Archaeopress, Oxford.

- BIXIO R. (2012b) *Kılıçlar Vadisi*, in BIXIO R. (Ed.), *Cappadocia. Records of the underground sites*, BAR 2413, Archaeopress, Oxford, pp. 147-150.
- BIXIO R., CALOI V., DE PASCALE A. (2012) *Introduction*, in BIXIO R. (Ed.), *Cappadocia. Records of the underground sites*, BAR 2413, Archaeopress, Oxford, pp. 7-28.
- BIXIO R., CASTELLANI V. (2002) *Tipologia degli ipogei*, in BIXIO R., CASTELLANI V., SUCCHIARELLI C. (Eds.), *Cappadocia, le città sotterranee*, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, pp. 169-190.
- BUKARENKO A., DOLOTOV Y., KOVALEV A. (2011) *Hydro-technical underground structures in Cappadocia*, in *Caving and Speleostologiya*, pp. 174-180.
- CASTELLANI V. (2000) *Civiltà dell'Acqua*. Editorial Service System, Roma, 16 fascicoli, 254 p.
- CASTELLANI V. (2001) *Acqua, acquedotti e qanat*, in *Opera Ipogea*, 2/2001, Società Speleologica Italiana, Bologna, pp. 25-31
- CASTELLANI V. (2002) *I condotti idrici della valle di Meskendir*, in BIXIO R., CASTELLANI V., SUCCHIARELLI C. (Eds.) - *Cappadocia. Le città sotterranee*, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, pp. 279-290.
- CASTELLANI V. (2012) *Meskendir Vadisi*, in BIXIO R. (Ed.), *Cappadocia. Records of the underground sites*, BAR 2413, Archaeopress, Oxford, pp. 161-166.
- COUSIN G. (1905) *Kyros Le Jeune*, Berger-Levarault, Paris.
- DE JERPHANION G. (1925) *Une nouvelle province de l'art byzantine*, Geuthner, Paris.
- DEL PELO PARDI T. (1969) *I cunicoli del Lazio*, Edizioni Sigma-Tau, Istituto Grafico Tiberino, Roma. (estratto da Giulio Del Pelo Pardi, 1943, *Bonifiche antichissime. La malaria e i cunicoli del Lazio*. Regia Accademia dei Georgofili, Firenze).
- ERODOTO, *Le Storie*, in BARBERIS F. (1989), Garzanti, Milano.
- GERMANI C., CENTRO RICERCHE SOTTERRANEE EGERIA (2002) *Cisterna di Cori. Opera Ipogea*, n°3/2002, pp. 58-59. Società Speleologica Italiana, Bologna.
- GILLI E. (1984) *Expédition Turquie 1984*, in *Spéléologie*, n°127, pp. 13-28. Bulletin Spéléo Club Martel (Club Alpin Français), Nice.
- GILLI E., YAMAÇ A., TOK E. (2014) *Halys deviation tunnel and cliff dwellings of Sarıhıdır (Cappadocia - Turkey)*, in *Opera Ipogea*, n° 2/2014, pp. 29-36. Società Speleologica Italiana, Bologna.
- GILLI E. & YAMAÇ A. (2015) *Water tunnels of Güvercinlik valley (Cappadocia-Turkey)*, in PARISE M., GALEAZZI C., BIXIO R. & GERMANI C. (Eds.) - *Proceedings of the International Congress in Artificial Cavities "Hypogea 2015"*. Rome, March 11-17, 2015, pp. 202-207.
- KUROS G.R., KHANEIKI M. L. (2007) *Water and Irrigation Techniques in Ancient Iran*, Iranian National committee on Irrigation and Drainage (IRNCID), Tehran.
- JOLIVET-LEVY C. (2015), *La Cappadoce. Un siècle après G. De Jerphanion*, Geuthner, Paris.
- RAMSAY W. M. (1897) *Impression of Turkey, During Twelve Years' Wandering*, Hodder and Stoughton, London.
- SATHAS K. (Ed.) (1894), *Synopsis Chronica*, Bibliotheca Graeca Medii Aevi, tome VII, Paris.
- WARD P. (1968) *The Origin and Spread of Qanats in the Old World*, in *Proceedings of the American Philosophical Society*, Vol. 112, No. 3, pp. 170-181.
- WULFF H.E. (1968) *I qanat dell'Iran*, in *Le Scienze*, n° 4, pp. 80-87. Le Scienze, Milano.

# Cunicoli drenanti nel territorio messinese. Dalle tecniche costruttive alla fruizione naturalistica

## Drainage tunnels in the Messina area. From constructive techniques to naturalistic fruition

Parole chiave (*key words*): Messina, cunicoli drenanti (*drainage tunnels*), acqua (*water*), sorgenti (*spring water*), pozzi (*water well*), Nebrodi, idrogeologia (*hydrogeology*), geoturismo (*geotourism*), natura (*nature*)

### RIASSUNTO

Il territorio messinese, in funzione della sua particolare conformazione geologica e idrogeologica, vanta da sempre la presenza di un elevato numero di opere di captazione e particolarmente di cunicoli drenanti con profondità che talvolta raggiungono alcune decine di metri.

I cunicoli drenanti in quest'area sono stati realizzati allo scopo di sfruttare le risorse idriche, tuttavia non sono mancate circostanze in cui tali opere, contestualmente, hanno avuto anche la fondamentale funzione di salva-

ritorio della provincia di Messina. Ognuno degli autori ha curato per una parte del territorio studiato, sulla base di una scheda univoca preliminarmente predisposta e condivisa, gli aspetti conoscitivi dei sistemi di captazione tenuto conto dell'inquadramento topografico, del contesto geologico e idrogeologico, delle tecniche costruttive, dei materiali utilizzati, del tipo di sfruttamento, delle profondità di captazione e delle dimensioni del cunicolo.

Lo studio effettuato si è proposto dunque di creare una correlazione fra aspetti geologici e idrogeologici del territorio messinese;

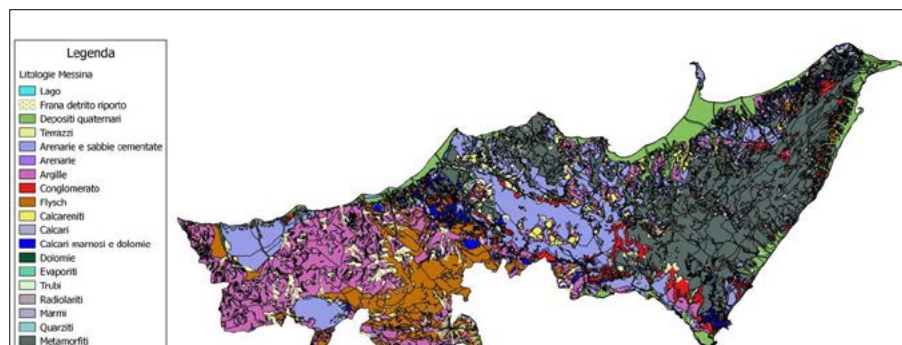


Figura 1 – Carta geo-litologica schematica del territorio provinciale di Messina

guardia geomorfologica di settori di versante in stato di precario equilibrio.

Nel tempo le tecniche di costruzione sono variate lasciando comunque memorie importanti per le nuove generazioni riguardo sia la storia di insediamenti abitativi sia l'attenzione posta in termini di salvaguardia del territorio e di sfruttamento delle risorse idriche. Non mancano infatti nella stesura del lavoro, documenti storici, testimonianze e riferimenti a fatti che confermano quanto la memoria storica, con particolare richiamo all'esistenza di antiche opere di captazione in aree che nel tempo sono state abbandonate, sia oggi un importante elemento nell'ottica di una corretta gestione del territorio e della equilibrata fruizione delle sue risorse.

Il lavoro propone un quadro delle diverse tipologie di cunicoli drenanti presenti nel ter-

ritorio della provincia di Messina. Ognuno degli autori ha curato per una parte del territorio studiato, sulla base di una scheda univoca preliminarmente predisposta e condivisa, gli aspetti conoscitivi dei sistemi di captazione tenuto conto dell'inquadramento topografico, del contesto geologico e idrogeologico, delle tecniche costruttive, dei materiali utilizzati, del tipo di sfruttamento, delle profondità di captazione e delle dimensioni del cunicolo.

### 1. PREMESSE

Noi "Siciliani" dobbiamo, in parte, l'uso dell'acqua agli Arabi che dominarono la Sicilia dall'827 fino al 902. Dal loro dominio la Sicilia trasse grandi vantaggi economici, per la sua posizione geografica. Non ebbe mai, nella sua storia, maggiore splendore culturale ed economico. Difatti i nomi che parlano dell'acqua sono spesso di origine araba. Dove mancavano le sorgenti, che gli arabi chiamavano "Fava-

CALOGERO CANNELLA

Geologo libero professionista, consigliere Ordine

Geologi Sicilia

E-mail: calogeroannella@icloud.com

CONCETTINA MANITTA

Geologo libero professionista

E-mail: cettinaman@libero.it

CARMELO NICITA

Geologo libero professionista, componente Consulta

Geologi di Messina (Ordine Geologi Sicilia)

E-mail: geol.nicita@alice.it

MICHELE ORIFICI

Geologo libero professionista, consigliere nazionale

SIGEA

E-mail: studio.orifici@gmail.com

MASSIMILIANA PINTO VRACA

Geologo libero professionista

E-mail: pintovracamassimiliana@yahoo.it

GIUSEPPA POLLINA

geologo libero professionista

E-mail: pia.pollina@gmail.com

SALVATRICE SAPIENZA

Geologo libero professionista

E-mail: silvisap@libero.it

VITO TRECARCHI

Geologo libero professionista, coordinatore Consulta

Geologi di Messina (Ordine Geologi Sicilia)

E-mail: geol.vitotrecarchi@gmail.com

re", hanno scavato dei pozzi profondi chiamati "Senia" mettendovi dentro un marchingegno composto da rulli e una lunga catena di secchi azionata da una trave di legno, che, girando portava l'acqua in superficie. La catena di secchi si chiamava "Noria". Oggi non c'è più bisogno di questi congegni in quanto l'acqua viene portata in superficie da motori elettrici. (Francesco Musca in "L'Acqua").

L'autore messinese Francesco Musca nella sua pubblicazione dal titolo "L'Acqua" ha senz'altro offerto importanti spunti nello svolgimento di tale lavoro che, seppur rivolto alla comprensione delle tecniche adottate nel tempo per la captazione delle sorgenti attraverso i cunicoli drenanti, ha rivolto l'attenzione anche ai metodi, in contesti morfologici e geologici non idonei per la realizzazione di gallerie drenanti, utilizzati per la captazione attraverso altre opere.

### 2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Lo studio ha riguardato i cunicoli drenanti presenti nel territorio messinese, oggi amministrativamente inteso come "Area metropolitana di Messina", allocato nel settore nord-orientale della Sicilia.

La provincia di Messina ha una superficie di 3.247 km<sup>2</sup> e confina a nord col Mar Tirreno, a est con il Mar Jonio, a sud con le province di Catania ed Enna, a Ovest con la provincia di Palermo.

### 3. INQUADRAMENTO GEO-LITOLOGICO TERRITORIO MESSINESE

Il settore nord-orientale della Sicilia rappresenta la prosecuzione dell'Arco Calabro-Peloritano e costituisce la porzione di congiunzione del sistema Appenninico-Maghrebide. La sovrapposizione con vergenza africana di numerose falde (unità tettoniche) di trasporto orogenico da parte di aree di sedimentazione a nord della Sicilia (Ogniben, 1960; Lentini, 1994) conferma la notevole evoluzione subita da questo territorio.

Dal punto di vista litologico, il territorio presenta caratteristiche sostanzialmente variabili fra il settore orientale dove predominano affioramenti metamorfici e quello occidentale dove prevalgono in affioramento litologie sedimentarie.

Il settore orientale messinese è prevalentemente costituito da rocce metamorfiche di basso e medio grado di età paleozoica associabili alle Unità Mandanici, Ali, Mela e Aspromonte. Il basamento metamorfico è ricoperto da modesti spessori di coperture terrigene del Miocene medio-superiore e da calcareniti e sabbie pleistoceniche.

La città di Messina è caratterizzata dal prevalente affioramento delle coperture quaternarie sabbioso-ghiaiose che raggiungono spessori di alcune centinaia di metri. I rilievi sono caratterizzati dall'affioramento delle metamorfiti dell'Unità Aspromonte ricoperte da depositi terrigeni ed evaporitici di spessore generalmente non superiore al centinaio di metri.

Il settore nord-orientale, nella fascia compresa fra Villafranca Tirrena e Patti, è costituito da vaste piane costiere costituiti da depositi fluvio-marini terrazzati. Fanno eccezione le falesie di Capo Millazzo e di Capo Tindari.

L'entroterra è costituito da rocce metamorfiche (Unità S. Marco d'Alunzio, Unità Mandanici e Aspromonte). In parecchi settori il basamento metamorfico è ricoperto da coperture terrigene. Alcune zone sono altresì caratterizzate dal vasto affioramento di argille scagliose varicolori sovrascorse sui depositi flyschoidi associabili alla Formazione Stilo-Capo d'Orlando (successione di conglomerati basali e arenarie con intercalazioni di livelli argillitici).

La costa centro-settentrionale messinese, da Patti e Capo d'Orlando, è caratterizzata prevalentemente da falesie metamorfiche. La zona costiera da Capo d'Orlando a Caronia, è costituita da vaste piane fluvio-marine. Dal mare fino ai rilievi interni dei Nebrodi, nella fascia compresa fra Patti e Torrenova, si rileva la presenza di vasti affioramenti metamorfici su cui si sviluppano con spessori di alcune centinaia di metri le coperture sedimentarie (Formazione Stilo-Capo d'Orlando, calcareniti, argille scagliose).

Il settore occidentale è costituito lungo la costa da prevalenti affioramenti flyschoidi con frequenti falesie. L'entroterra della fascia compresa fra Torrenova e Tusa è costituito da vasti affioramenti di rocce carbonatiche, argille scagliose varicolori e Flysch.

L'immagine riportata in Fig. 1 rappresenta lo schema della carta litologica realizzata nella prima fase del lavoro. Tale carta è stata costruita prevalentemente in riferimento alle tavole *CARG* del territorio in esame, alla *Carta Geologica della Provincia di Messina* (Lentini F. *et alii*) e a seguito di rilievi in campo degli autori.

### 4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO TERRITORIO MESSINESE

Le caratteristiche idrogeologiche dei terreni in successione nel territorio d'interesse sono strettamente correlate alla natura dei litotipi presenti.

Si riscontrano, infatti, i settori caratterizzati da complessi idrogeologici scarsamente permeabili nell'area orientale dove dominano in assoluto le metamorfiti e in quella occidentale dove i litotipi in affioramento sono in gran parte le argille. Nel settore jonico, per esempio, la presenza delle sorgenti è correlabile prevalentemente al contesto tettonico, infatti dall'analisi generale relativa alla loro ubicazione si riscontra un allineamento lungo delle direttrici strutturali. Le sorgenti del settore jonico, impostate quasi ovunque all'interno del complesso metamorfico, sono generalmente scarsamente produttive e talvolta non garantiscono portate sufficienti per tutto l'arco dell'anno. Il settore che dal punto di vista idrogeologico desta molto interesse ai fini dello studio svolto è quello centrale messinese dove predominano gli acquiferi carbonatici e quelli misti. Nel settore nebroideo, in particolare nelle zone dei Flysch (Formazione Stilo-Capo d'Orlando e Flysch di Frazzanò), caratterizzate talvolta da notevoli spessori associati alla buona permeabilità derivante dalla fratturazione spinta, si osservano un grande numero di sorgenti captate attraverso

cunicoli drenanti. Le sorgenti si riscontrano sia all'interno della successione flyschoidi, sia in corrispondenza del contatto stratigrafico con il sottostante basamento metamorfico scarsamente permeabile. A margine delle valutazioni geologiche e litologiche si è proceduto a classificare i complessi idrogeologici secondo le seguenti classi di permeabilità:

- Permeabilità elevata per porosità: alluvioni, sabbie e ghiaie;
- Permeabilità elevata per fessurazione: vulcaniti;
- Permeabilità medio-elevata per porosità e fessurazione: sabbie parzialmente cementate e arenarie;
- Permeabilità medio-elevata per fessurazione: calcari fratturati;
- Permeabilità media per porosità: detrito di frana;
- Permeabilità media per porosità e fessurazione: conglomerati, calcareniti e successioni flyschoidi a equilibrata componente litoide e argillosa;
- Permeabilità bassa per fessurazione: metamorfiti e marne;
- Permeabilità bassa per porosità: argille e successioni flyschoidi a componente prevalentemente argillosa.

Nell'ambito dello studio è stato consultato il *Piano di Tutela delle Acque della Regione Siciliana* con particolare riferimento al censimento delle sorgenti utilizzate per fini idropotabili. Secondo quanto riportato nel suddetto Piano, in Sicilia le sorgenti utilizzate per fini idropotabili sono 985 delle quali 530 sono localizzate nel territorio della provincia di Messina e risultano essere così dislocate (Fig. 2):

- n° 362 nel settore nebroideo (Area territoriale compresa fra Patti e Santo Stefano di Camastra);
- n° 81 nel settore nord-orientale messinese (Area compresa fra Patti e Villafranca Tirrena);
- n° 21 nel territorio della città di Messina;
- n° 66 nel settore jonico;
- nessuna nelle Isole Eolie.

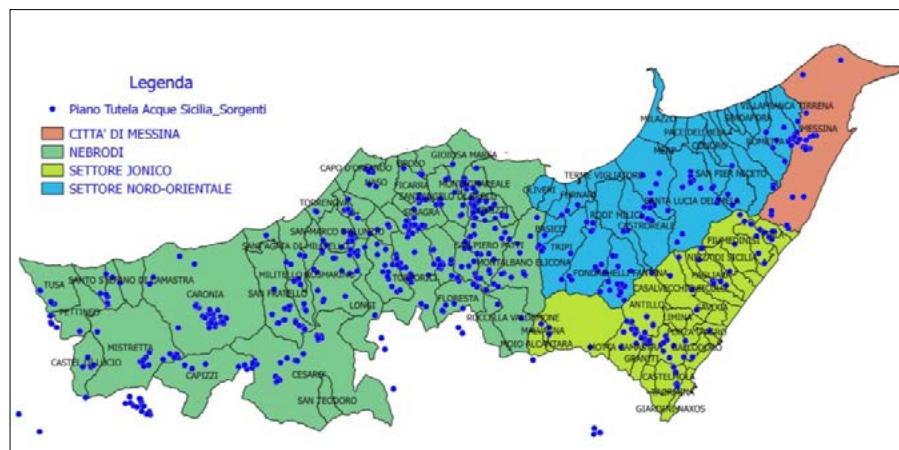


Figura 2 – Distribuzione delle sorgenti per uso idropotabile nei diversi settori della provincia

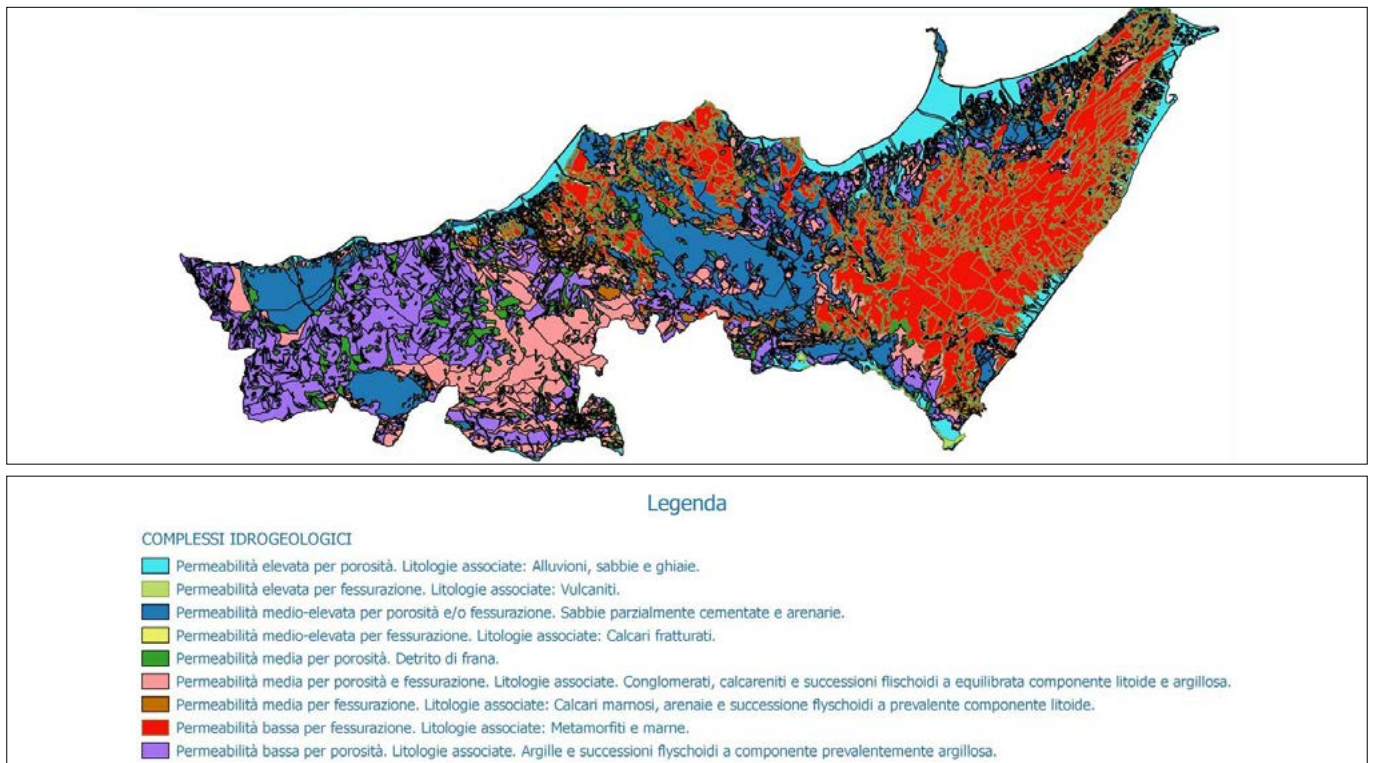


Figura 3 – Carta idrogeologica schematica del territorio provinciale di Messina

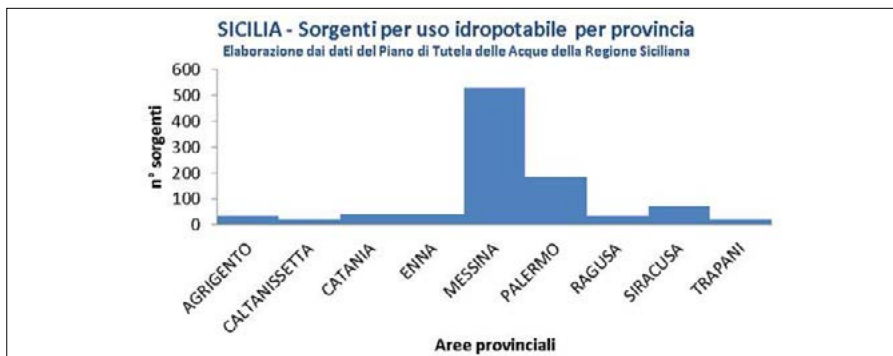


Figura 4 – Distribuzione delle sorgenti per uso idropotabile nei territori provinciali siciliani

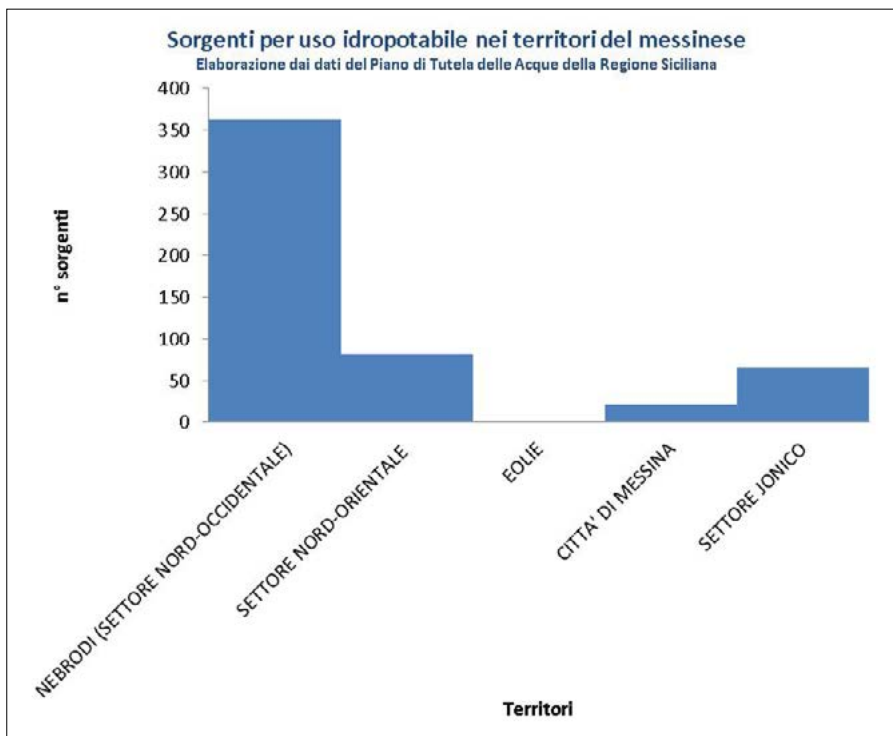


Figura 5 – Distribuzione delle sorgenti per uso idropotabile nei settori del territorio provinciale di Messina

L'analisi dei dati del *Piano di Tutela delle Acque della Regione Siciliana* relativa a 530 sorgenti rispetto alle circa 15.000 presenti nel territorio messinese, nell'ottica della dislocazione delle opere di captazione attraverso cunicoli drenanti, ha offerto un dato statistico basato su un campione senz'altro significativo.

In Fig. 3 è rappresentato lo schema idrogeologico relativo alla carta redatta nell'ambito di questo lavoro.

In Fig. 4 è rappresentato il grafico relativo alla distribuzione delle sorgenti per uso idropotabile nelle province siciliane (Elaborazione dei dati del "*Piano di Tutela delle Acque*").

In Fig. 5 si riporta il grafico relativo alla distribuzione delle sorgenti per uso idropotabile nei settori della provincia di Messina (Elaborazione dei dati del "*Piano di Tutela delle Acque*").

## 5. CAPTAZIONE NELLE PIANE COSTIERE

Lo studio ha indotto a meglio comprendere le captazioni nelle piane costiere presenti nel territorio di interesse. Per completezza di informazione e in virtù della importanza degli elementi raccolti che comunque trovano una diretta connessione con le captazioni idriche che contestualmente venivano applicate nell'entroterra, si è ritenuto opportuno riportare in questo documento quanto rilevato.

In Sicilia, opere idrauliche significative spesso si ritrovano nei terreni di grandi aziende agricole o nei "Feudi". In passato su tutta l'isola, anche nel territorio messinese, le città e i grossi centri urbani sulla costa erano pochissimi a causa delle continue incursioni di popoli colonizzatori. Come testimoniano le documentazioni storiche, i comuni più antichi



Foto 1 – Un momento dei lavori dello scavo di un pozzo a Rocca di Capri Leone agli inizi degli anni '50.

erano arroccati sulle colline o le alture del primo entroterra. Erano invece molto frequenti piccoli agglomerati abitativi rurali in cui si svolgeva la vita lavorativa e sociale delle famiglie che si occupavano delle coltivazioni (nelle zone tra Capo d'Orlando/Brolo e Torrenova in prevalenza coltivazione di: canna da zucchero, carciofi, banane) e dell'allevamento degli animali (ovini, bovini, avicoli e baco da seta) di grandi proprietari terrieri. Questi piccoli borghi rurali si sviluppavano vicino "all'acqua" sia essa rappresentata da un corso d'acqua, da una sorgente o da un pozzo. Lo sviluppo del borgo e la sua prosperità, probabilmente, era direttamente proporzionale alle migliorie apportate al territorio anche attraverso la progettazione e il miglioramento di opportune opere idrauliche.

A tal proposito risulta utile ricordare che la piana costiera nel settore tirrenico a ridosso dei Nebrodi, in alcune zone, periodicamente si allagava formando aree paludose e pantani. Nel 1930 (in seguito alla legge Mussolini del 1928 n. 3134 legge sulla bonifica integrale, lo Stato prendeva l'impegno di finanziare massicciamente non solo gli interventi idraulici ma anche opere di trasformazione agraria), allo scopo di impiantare nuove colture (agrumeti) la piana costiera fu bonificata attraverso un progetto che prevedeva la costruzione di un dedalo di trincee drenanti e canali dette "Saie", che drenando l'acqua dai campi, la facevano defluire, attraverso i ricettori idrografici minori, nel mare. In aggiunta a quelli già esistenti, furono realizzati, scavando a mano, anche dei pozzi di grande diametro circa 3,0-4,0 metri e profondi in media circa 15 metri (Foto 1). In alcuni di questi pozzi il livello piezometrico nel periodo invernale risaliva fino al piano campagna, per questo motivo nella camicia del pozzo

era previsto spesso un troppo pieno collegato con una vicina trincea drenante.

Questa tipologia di pozzo era diffusa in tutte le aree costiere e nelle piane fluviali del territorio studiato.

Anticamente l'acqua veniva emunta dai pozzi mediante le "norie". Il termine *noria* è spagnolo ma a sua volta deriva dall'arabo.

L'anello di congiunzione tra il vecchio sistema di emungimento e quello moderno era rappresentato da un sistema di pompaggio alimentato a carbone con dimensioni tali da occupare un'intera stanza ricavata in prossimità del pozzo.

Esempi di antichi pozzi realizzati nella piana costiera e captati mediante le "norie" si sono ritrovati sia in località Masseria nel territorio comunale di Capo d'Orlando sia nella Piana di Milazzo (Foto 2 e 3).

## 6. CUNICOLI O GALLERIE DRENANTI

Generalmente per galleria o cunicolo drenante si intende una struttura idrica artificiale costituita da un cunicolo pressoché orizzontale che si addentra nel sottosuolo di un declivio ad intercettare e captare le acque sotterranee della falda. Il meccanismo di captazione e raccolta dell'acqua risulta sempre di tipo «passivo», mosso ovvero dalla sola forza di gravità.

Queste opere possono differire molto tra loro in base alle tecniche utilizzate nella loro costruzione, determinate dalle caratteristiche geo-litologiche e climatiche del territorio.

Per tali motivi risulta molto difficile effettuare una classificazione di queste opere sotterranee di "ingegneria idraulica".

Tuttavia un primo fattore discriminante potrebbe essere rappresentato dal fine ultimo per cui queste opere sono state pensate e realizzate.

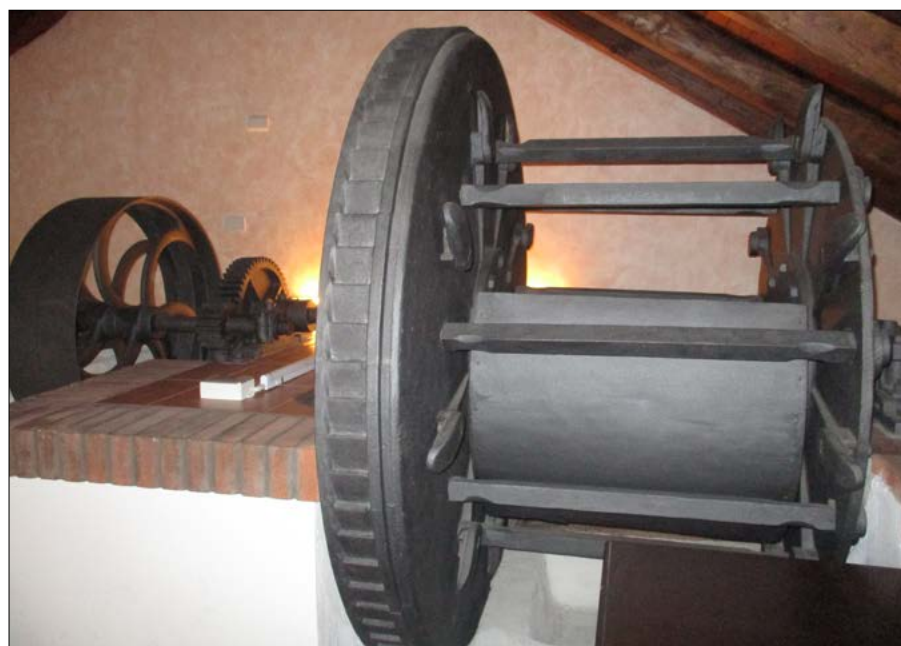


Foto 2 – Pozzo piana costiera di Capo d'Orlando captato mediante "noria"



Foto 3 – Pozzo piana costiera di Capo d'Orlando captato mediante "noria"

## Galleria drenante *Condotta scavo* nella piana alluvionale della Fiumara Zappulla



Figura 6 – Galleria drenante *Condotta scavo* nella piana alluvionale della Fiumara Zappulla

Infatti alcune tipologie presentano strutture aventi funzione di raccolta e trasporto dell'acqua, per uso irriguo o potabile, e sono strettamente connesse con la sua redistribuzione in luoghi più o meno lontani (senza la preoccupazione dell'evaporazione e permettendo l'agricoltura in aree più aride).

Come esempio di queste tipologie di galleria drenante possono essere citati, per rimanere in Sicilia, i Qanat di Palermo (cunicoli sotterranei risalenti alla dominazione araba che avevano il compito di intercettare e trasportare l'acqua delle sorgenti e condurla, tramite un abile gioco di pendenze, fino alle zone abitate e coltivate).

Anche nella provincia di Messina sono presenti opere simili, anche se a scala ridotta. In corrispondenza delle piane alluvionali delle fiumare venivano scavate, nei primi anni del 1900, delle gallerie drenanti che attraversando longitudinalmente e a tratti trasversalmente l'alveo, andavano ad intercettare la corrente idrica subalveo; attraverso gallerie con funzione di trasporto poi, l'acqua intercettata veniva condotta, sempre in modo passivo cioè attraverso un gioco di pendenze, nelle aree coltivate talvolta distanti qualche chilometro. (Fig. 6)

In altre tipologie, le gallerie spesso possono essere lunghe appena qualche metro, questo nei casi di captazione e raccolta delle acque

“sorgenti per affioramento della piezometrica”. Nel territorio Messinese questa tipologia di sorgenti, denominate “catusi” o “buttischi” è piuttosto diffusa anche se poco conosciuta.

I cunicoli drenanti sono realizzabili dove la roccia inglobante è composta da rocce poco consistenti e permeabili, facilmente lavorabili, permettendo di seguire a ritroso anche piccoli flussi. Tuttavia esistono rari esempi di gallerie in rocce lapidee: acquedotti di Castelmola e di Alcara li Fusi realizzati entrambi nei calcari.

La sezione della galleria si presenta di solito nelle dimensioni ritenute all'epoca della realizzazione “indispensabili all'uso” ovvero con un'altezza e una larghezza direttamente proporzionale alla corporatura degli uomini impegnati nello scavo. Queste opere di captazione sono quasi sempre incamiciate. La funzione primaria della copertura, che può essere in conci di tufo, di pietra, di mattoni di terracotta, è quella di garantire la stabilità di tutto il manufatto.

Sulla base dei documenti consultati e delle testimonianze raccolte, in particolare nel territorio nebroideo, dove si ha un elevato adensamento di cunicoli drenanti, è presumibile una progressiva evoluzione cronologica, dal 1850 al 1950, delle tipologie di copertura in funzione dell'affinamento della tecnica costruttiva avvenuta grazie agli espedienti trovati dagli operatori per ovviare alle difficoltà

e alle problematiche riscontrate nelle fasi di realizzazione dell'opera di presa, soprattutto connessi alla stabilità degli scavi.

Sono molto rare le gallerie drenanti realizzate dopo la metà del XX secolo. Oltre questo periodo è subentrata infatti l'opzione più favorevole della captazione idrica attraverso pozzi trivellati.

Le tipologie di copertura riscontrate sono state le seguenti:

- 1) Copertura orizzontale tramite una lastra di pietra poggiante sugli stipiti laterali su cui è scaricata la forza dei pesi superiori (materiale di scavo). Da quanto emerge dai racconti delle persone intervistate, spesso il manufatto risultava poco stabile mettendo a rischio l'incolumità fisica degli operatori (Fig. 7);
- 2) Copertura a cuspidi o timpano triangolare tramite due conci di pietra contrapposti (spesso le superfici di contatto dei conci sono modellati con la forma di incasso a gradino). La cuspidi del timpano, perfettamente equilibrata, scarica la forza dei pesi superiori (materiale di scavo) agli stipiti laterali. Tale tipologia di copertura garantisce maggiore stabilità. Altre coperture più recenti, messe in opera in occasione di interventi di ripristino, mostrano come questo criterio sia stato mantenuto (Fig. 8);



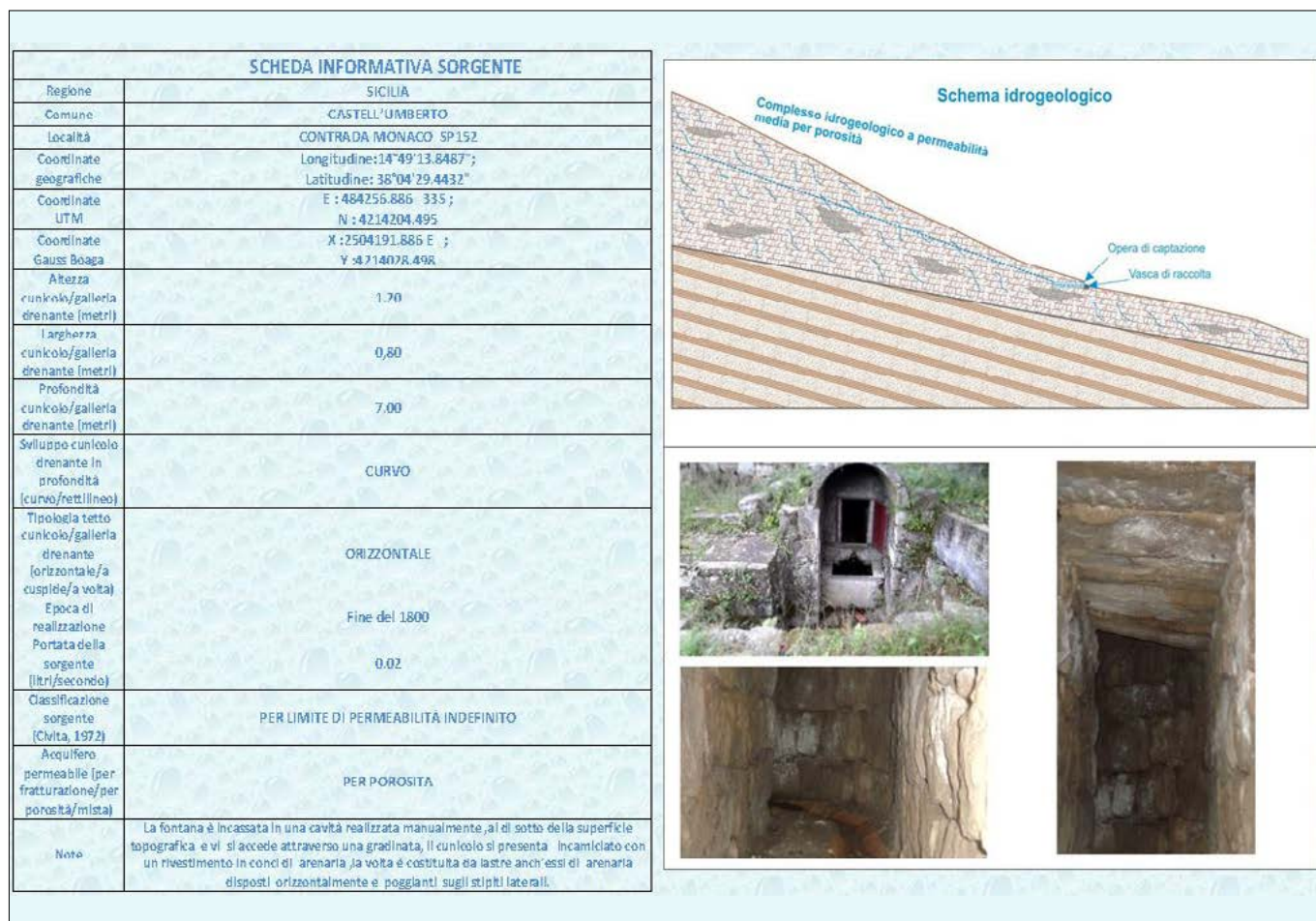


Figura 7 – Scheda informativa di una sorgente con copertura “orizzontale”

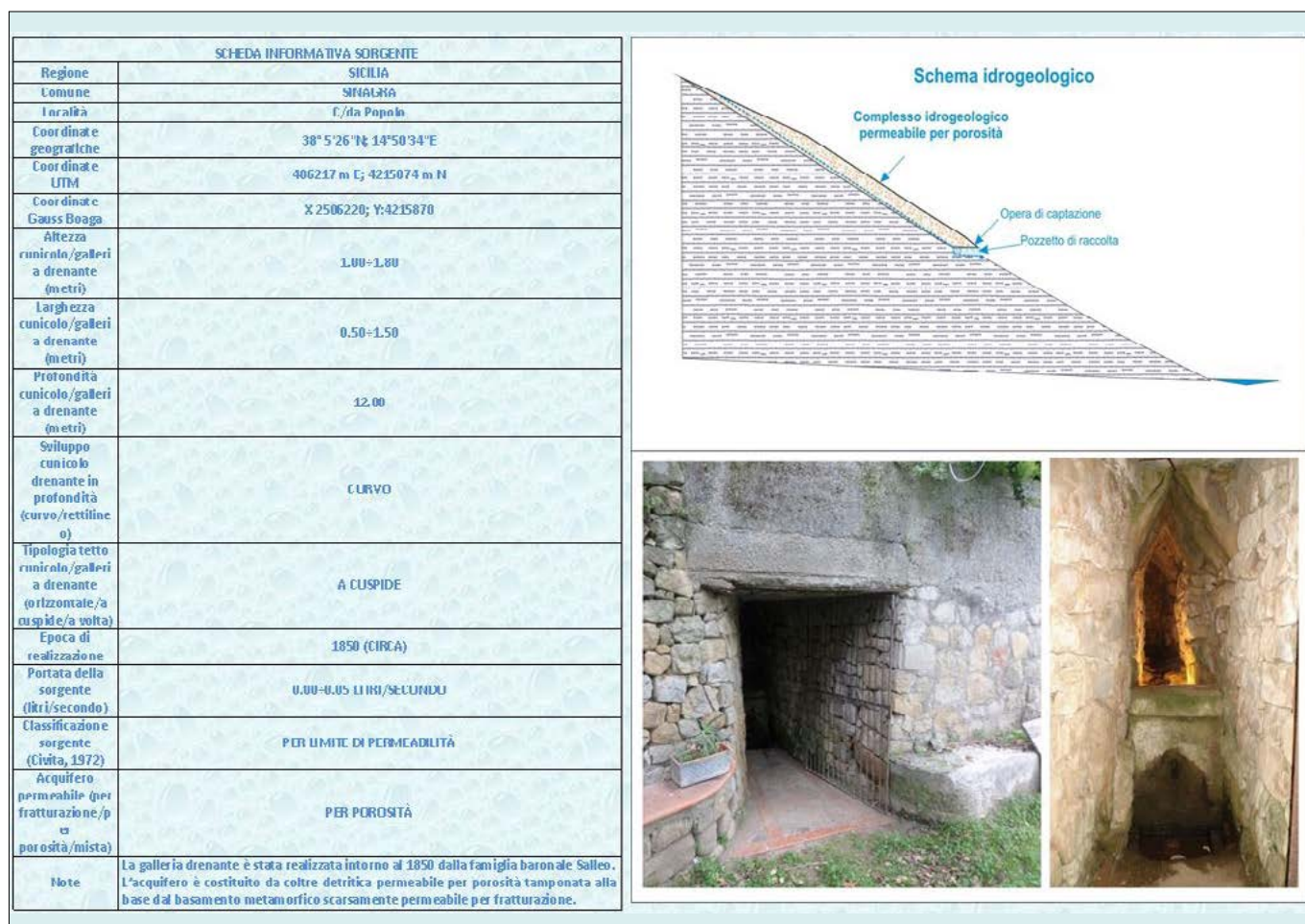


Figura 8 – Scheda informativa di una sorgente con copertura “a cuspidi”

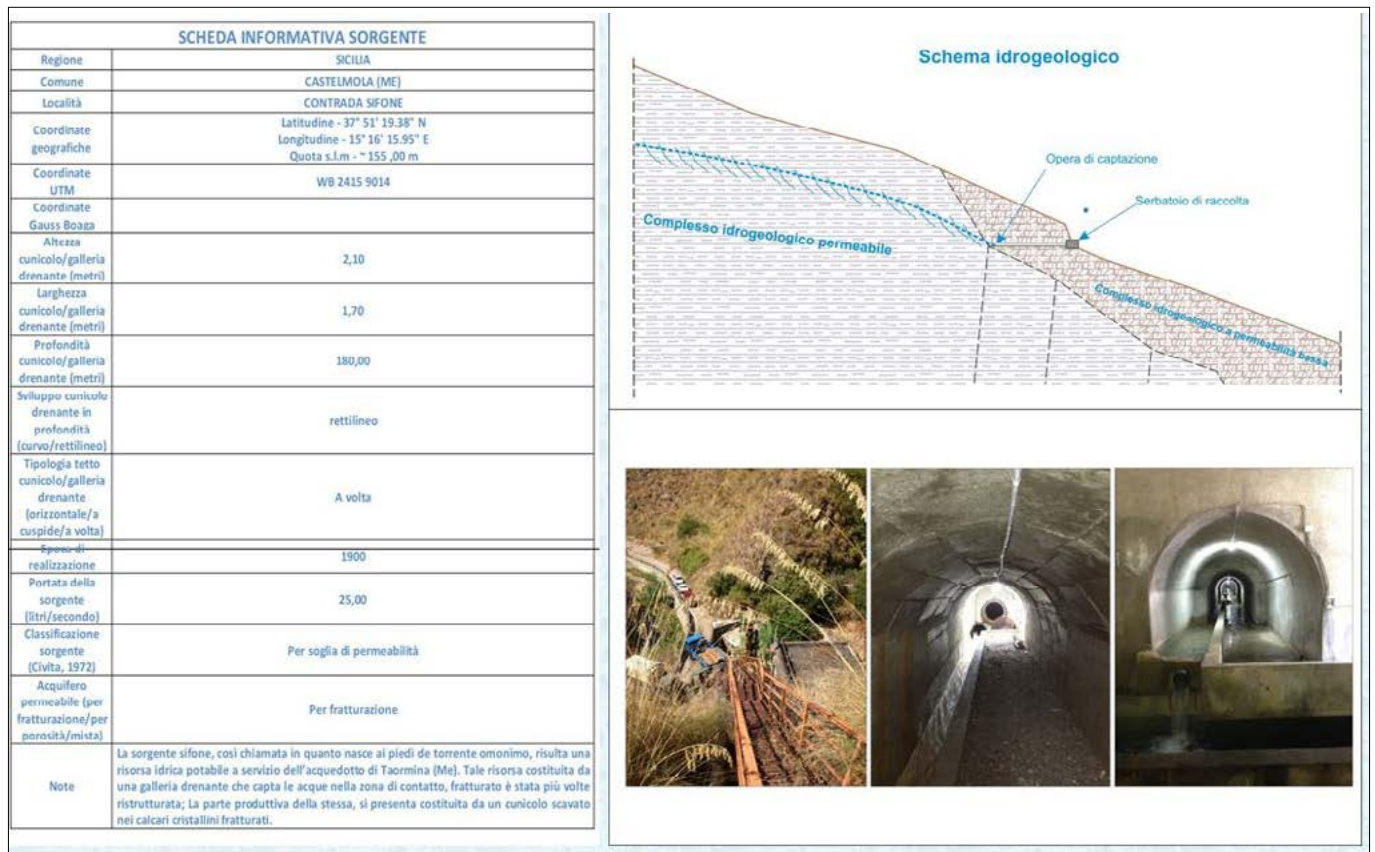


Figura 9 – Scheda informativa di una sorgente con copertura “a volta di botte”

3) Copertura con volta a botte. Questa tecnica costruttiva veniva solitamente utilizzata nei casi di copertura a mattoni al fine di garantire stabilità al manufatto (Fig. 9). Tale tecnica, più complessa e adottata da maestranze specializzate, consentiva di ottenere opere di particolare interesse architettonico oltre che idrogeologico e idraulico.

Di particolare interesse risulta essere la testimonianza di alcuni anziani che ha permesso di comprendere come avveniva sia la scelta del punto di realizzazione e le modalità esecutive delle gallerie sia la ripartizione delle quantità idriche captate. Generalmente

l'indizio relativo alla possibile presenza di acqua era dato dalle “tracce di umidità” ovvero dalla presenza di piante arbustive o arboree (principalmente canneto e sambuco) solitamente presenti in settori con terreni costantemente umidi. L'opera, data la complessità di realizzazione e la necessità di manodopera, veniva costruita dai proprietari del fondo in cui doveva sorgere, in collaborazione con i proprietari dei fondi adiacenti con i quali avveniva la ripartizione della risorsa idrica captata. In prossimità della galleria drenante veniva realizzato un pozzetto di raccolta (o vasca, o lavatoio, o abbeveratoio) collegato

ad un sistema di canalette, generalmente in pietra, che servivano a convogliare le acque nei fondi adiacenti.

## 7. OPERE IDRAULICHE CONNESSE AI CUNICOLI DRENANTI

In riferimento agli aspetti prettamente idraulici si è osservato che nei cunicoli drenanti, ad eccezione delle nicchie di captazione delle sorgenti “per affioramento della piezometrica” (Foto 4), sono spesso distinguibili due porzioni:

- porzione con funzione di captazione e raccolta;
- porzione con funzione di trasporto.

Nel tratto di galleria con “funzione di captazione e raccolta” della risorsa idrica è possibile osservare delle “vasche di raccolta” ottenute scavando la roccia. Sul lato sommitale delle vasche, in genere, è previsto un incavo di sovrappieno che favorisce il deflusso dell'acqua nella canaletta o nel sistema di intubazione presente nella porzione di galleria con “funzione di trasporto”. La vasca ipogea oltre a rappresentare una vera riserva, costituiva anche un sistema di decantazione per la purificazione dell'acqua.

Nel tratto di galleria con “funzione di trasporto” il passaggio dell'acqua può avvenire secondo due tipologie costruttive caratteristiche:

- passaggio dell'acqua a pelo libero con predisposizione di una canaletta incassata al centro (o lateralmente) sul pavimento (Foto 5). In superficie l'acqua può



Foto 4 – Sorgente per “Affioramento della piezometrica”



Foto 5 – Cunicolo drenante con canaletta incassata al centro

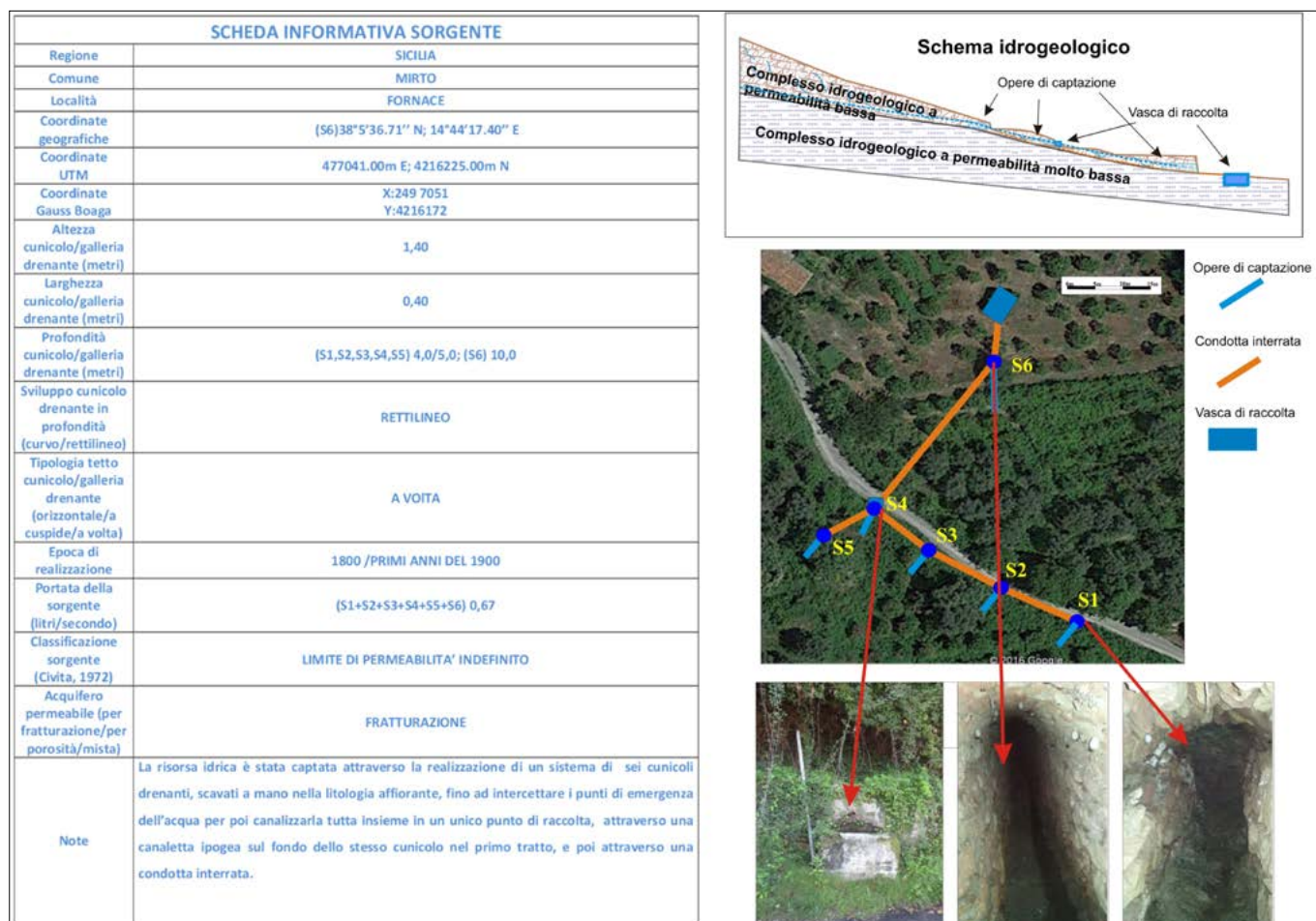


Figura 10 – Scheda informativa del sistema di sorgenti di località Fornace nel comune di Mirtò

sgorgare subito in un abbeveratoio o continuare per un tratto più o meno lungo in una condotta interrata (Fig. 10);

- passaggio dell'acqua attraverso un sistema di intubazione fino all'abbeveratoio (attraverso tubi modulari in terracotta "i catusi" o altre tipologie di dimensioni variabili a seconda della necessità di portata del flusso).

Quando l'opera si prefiggeva di portare l'acqua in punti abbastanza lontani dal punto di captazione, la porzione di galleria con funzione di trasporto assumeva dimensioni notevoli (anche qualche Km) e dunque pozzi seriali si aprivano nel piano di campagna, in corrispondenza del suo percorso, sia per attingere l'acqua, sia per consentire le periodiche operazioni di manutenzione per eliminare i detriti che spesso ostruivano il cunicolo.

Queste opere di captazione erano in genere connesse ad altre opere idrauliche (canali di irrigazione, vasche o serbatoi, lavatoi, pozzi).

## 8. SCHEDE DI CENSIMENTO

Le informazioni relative ai cunicoli drenanti sono state raccolte con l'ausilio di una scheda di censimento denominata "Scheda informativa sorgente" all'uopo predisposta. Le informazioni riportate nella scheda hanno riguardato:

- l'inquadramento topografico: Regione, Comune, Località, Coordinate geografiche, Coordinate UTM, Coordinate Gauss Boaga;

- le caratteristiche geometriche dell'opera: altezza, larghezza, profondità, sviluppo (retto o curvilineo) e tipologia tetto del cunicolo drenante;
- l'epoca di realizzazione;
- le caratteristiche idrogeologiche: portata della sorgente (litri/sec), classificazione della sorgente (Civita, 1972), tipo di permeabilità.

## 9. CUNICOLI DRENANTI: LE RISORSE DIMENTICATE. LA STORIA DEGLI ABITANTI DI CONTRADA SFARANDA NEL COMUNE DI CASTELL'UMBERTO

Fra i mesi di gennaio e marzo 2010 i Nebrodi a seguito di un semestre di intensa piovosità furono interessati da qualche migliaio di frane, alcune delle quali molto vaste con coinvolgimento di alcuni centri abitati. Tra i centri urbani coinvolti, ci fu anche quello della contrada Sfaranda nel comune di Castell'Umberto abitata da circa 400 persone. Il dissesto vasto circa 4 ettari si manifestò attraverso uno scivolamento lento del versante. Circa 100 persone, a causa delle lesioni sui fabbricati, dovettero lasciare le proprie abitazioni. Molti danni si manifestarono anche sulla viabilità e sui servizi determinando importanti disagi a tutta la popolazione della contrada.

Sfaranda (Fig. 8) è attestata su un declivio il cui substrato è costituito da una potente

successione flyschoida caratterizzata da alternanze di banchi arenacei e livelli argillitici con stratificazione a franapoggio. A monte e a valle del borgo sono presenti aree boscate costituite da nocioleti e castagneti che però da oltre un decennio, a causa del crollo dell'economia rurale sono state abbandonate e infestate dalla macchia mediterranea al punto da determinare l'inaccessibilità in molti settori.

Nel corso dell'emergenza idrogeologica nei Nebrodi dell'anno 2010, l'Ordine dei Geologi di Sicilia e il Dipartimento Regionale della Protezione Civile, hanno sottoscritto una convenzione per lo svolgimento delle attività di presidio territoriale idrogeologico consistente tra l'altro nella ricognizione dei dissesti geomorfologici, nel censimento degli effetti provocati e nella definizione delle possibili cause d'innescio.

Alcuni dei sottoscritti (Orifici, Manitta, Pinto Vraca, Sapienza), nel periodo dell'emergenza suddetta, hanno svolto attività di presidio territoriale nella c/da Sfaranda. I rilievi di superficie e il monitoraggio del lento movimento in atto, eseguito prevalentemente attraverso l'applicazione di un centinaio di fessurimetri in corrispondenza delle lesioni, hanno fatto registrare fino alla metà del mese di marzo spostamenti nell'ordine del mm/giorno. Considerato il perdurare del costante movimento anche dopo qualche settimana dalla cessazione delle piogge l'attenzione si è spo-

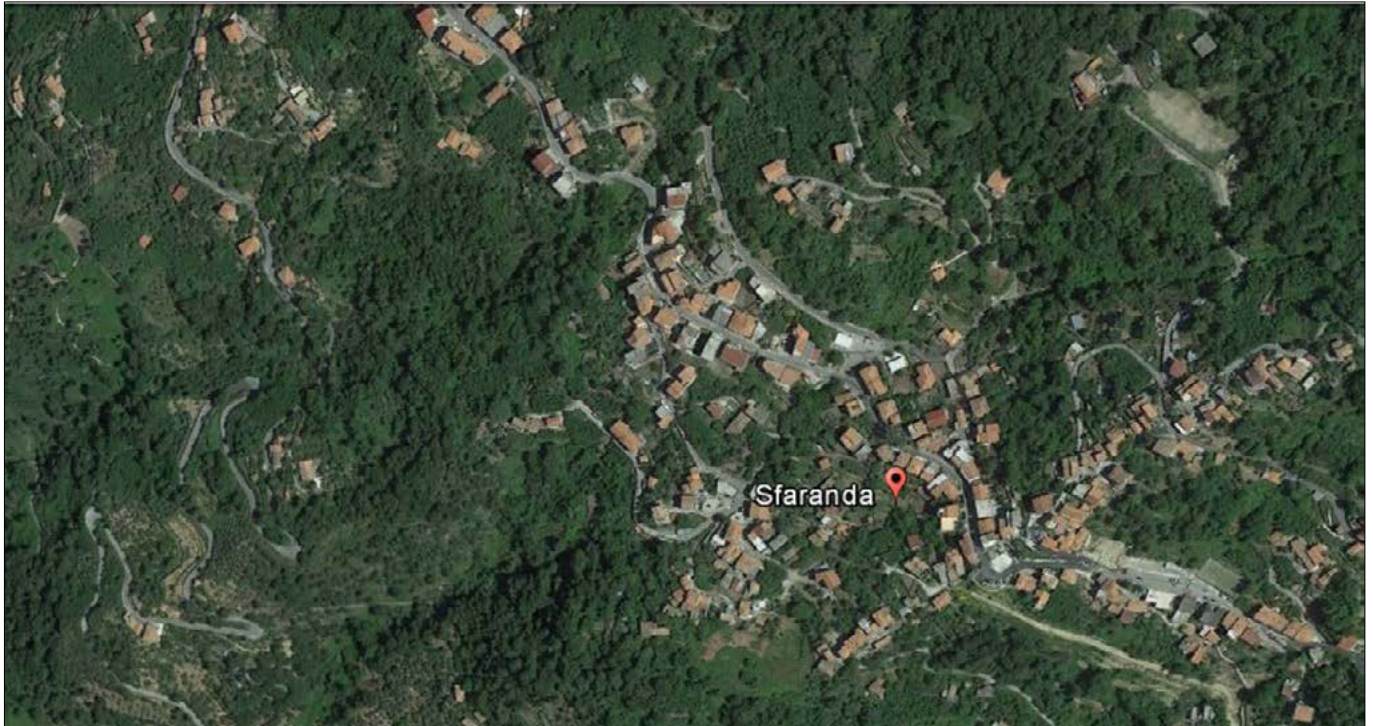


Foto 6 – inquadramento da Google Earth della C/da Sfaranda



Foto 7 – Ristagno d'acqua derivante dalla sorgente

stata sui settori della campagna non accessibili per via dell'intensa macchia. Il dialogo con alcuni degli abitanti più anziani della contrada è risultato determinante alla luce delle importanti notizie acquisite circa l'esistenza di antiche sorgenti presenti all'interno delle aree immerse nella macchia boschiva, alcune delle quali avevano esaurito le portate da parecchi decenni. Il decespugliamento di queste aree, eseguito grazie al supporto di numerosi volontari e dietro le indicazioni degli abitanti più anziani, ha permesso di scoprire che le acque sorgenti, ovunque, avevano determinato sostanziali ristagni d'acqua che di certo condizionavano la situazione di instabilità geomorfologica in atto (Foto 6 e 7). Trovata la prima zona di ristagno ne sono state scoperte

successivamente altre 20. La portata complessiva delle acque che si riversavano senza alcuna forma di regimazione sulla superficie del terreno è stata calcolata nell'ordine dei 300 litri/minuto. Il drenaggio delle acque, immediatamente eseguito, ha fatto registrare un rapido rallentamento del movimento.

Tali opere di captazione, secondo le notizie acquisite, erano state realizzate tutte intorno alla fine del 1800. Le tecniche adottate erano molto simili tra di loro le gallerie drenanti presentano una copertura a timpano triangolare (a cuspide) realizzata per lo più con conci di pietra.

L'esperienza maturata in occasione dell'evento franoso sopra riportato, ha messo in evidenza numerosi aspetti connessi al tema dei cunicoli o gallerie drenanti primo

fra tutti, però, l'amara constatazione che gli ambienti sorgentizi sono ormai dimenticati probabilmente a causa del loro legame con attività e abitudini di altre epoche confinate nei racconti delle tradizioni antiche e nelle memorie delle persone più anziane.

Di certo tali opere sono state e restano degli importanti elementi di salvaguardia geomorfologica specie in aree, come è quella della contrada Sfaranda, con un contesto geologico, idrogeologico e geomorfologico molto complesso e costantemente esposto a dinamiche evolutive.



Figura 11 – Sentiero delle Sorgenti ideato dall'Ente Parco dei Nebrodi



Figura 12 – Percorso “cento fontane” ideato dalla Pro Loco di Sinagra

## 10. VALORIZZAZIONE STORICO-AMBIENTALE E FRUIZIONE NATURALISTICA

Fin dai tempi più antichi “acque affioranti” e “acque sotterranee” hanno avuto notevole rilevanza sia sul piano sociale che su quello produttivo, determinando lo sviluppo di tecniche connesse alla loro utilizzazione e allo sfruttamento del relativo potenziale energetico (“mulini ad acqua”) e contribuendo alla salvaguardia del territorio.

La realizzazione di ingegnosi sistemi idraulici finalizzati alla captazione al trasporto e alla distribuzione delle acque ha consentito lo sviluppo dell’economia locale garantendo anche buone condizioni di vita e relazioni sociali.

Un esempio di questa ingegnosità è rappresentato dalle gallerie drenanti, cavità ipogee scavate dall’uomo, che al contrario delle cave, che qualche volta hanno stravolto il paesaggio esterno con enormi voragini e discariche di scarti di lavorazione, fanno capire come la ricerca di una strategia economica del risparmio energetico, considerando l’ac-

qua bene unico da utilizzare e non disperdere, ha aiutato la conservazione del paesaggio esterno, senza stravolgerne la sua naturale giacitura, ha consentito l’impianto di varie coltivazioni e in alcuni casi ha contribuito a stabilizzare i pendii.

Oggi le antiche sorgenti sono state dimenticate e talvolta sono scomparse.

È cambiato il rapporto uomo-ambiente. Il sapiente rapporto con l’acqua dei nostri nonni è stato ormai dimenticato come viene testimoniato dalla crisi idrica di alcune zone e dalle poco oculate scelte di pianificazione territoriale.

Restano però presenti le tracce di ciò che un tempo ha assicurato tanta ricchezza: pozzi, gallerie drenanti, sistemi di distribuzione idrica, fontanili, lavatoi ecc.

Tutto ciò documenta quanto sia stata sapiente la gestione della risorsa idrica.

Eredi, quasi inconsapevoli, di questo antico sapere abbiamo il dovere di salvaguardare queste testimonianze, per conservare e tramandare la memoria storica.

Ecco dunque che una realtà poco conosciuta nell’ambiente scolastico, quella delle “antiche opere idrauliche”, può essere individuata e trasformata in una tematica di ricerca interdisciplinare, di studio o attività ricreativa per il tempo libero.

Alcune realtà come “Il sentiero delle sorgenti” (Fig. 11) ideato dall’Ente Parco dei Nebrodi e “Il percorso delle cento fontane” (Fig. 12) ideato dalla Pro Loco di Sinagra (ME), rappresentano dei progetti volti alla valorizzazione naturalistica e salvaguardia ambientale che alla luce delle risultanze di questo studio vanno indubbiamente esaltati e promossi.

## BIBLIOGRAFIA

- VILLARI L. (1971), *Carta Geologica dell’Isola di Filicudi (Isole Eolie)*, C.N.R. – Istituto Internazionale di Vulcanologia, Catania.
- ROMANO R. (1972), *Carta Geologica delle Isole di Panarea e Basiluzzo (Isole Eolie)*, C.N.R. – Istituto Internazionale di Vulcanologia, Catania.
- VEZZANI L. et alii (1972), *Carta Geologica d’Italia Foglio 611 Mistretta*, Servizio Geologico d’Italia.
- PICHLER H. (1976), *Carta Geologica dell’Isola di Lipari (Isole Eolie)*, C.N.R. – Istituto Internazionale di Vulcanologia.
- VILLARI L., NAPPI G. (1977), *Carta Geologica dell’Isola di Alicudi (Isole Eolie)*, C.N.R. – Istituto Internazionale di Vulcanologia.
- CARBONE S., CATALANO S., LENTINI F., VINCI G. (1994), *Carta Geologica dei Monti di Taormina*, Università di Catania – Istituto di Geologia e Geofisica
- LA MANNA F., GRASSO M., ROMEO M., MANISCALCO R., DI STEFANO A. (1995), *Carta Geologica del bordo tirrenico dei Monti Nebrodi tra il torrente Caronia e il Torrente Tusa (Sicilia settentrionale)*, Studi Geologici Camerti, Vol. Speciale 1995/2, Tav. I.
- FERRARA V. (1996), *Carta della vulnerabilità all’inquinamento degli Acquiferi dell’area Peloritana (Sicilia N.E.)*, Consiglio Nazionale delle Ricerche – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE – GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE (2007), *Piano di Tutela delle Acque della Regione Siciliana, Palermo*.
- LENTINI F. et alii (2000), *Carta geologica della Provincia di Messina*, Provincia Regionale di Messina Assessorato Territorio – Servizio Geologico.
- LENTINI F. et alii (2011), *Carta Geologica d’Italia Foglio 601 Messina-Reggio Calabria*, ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Dipartimento Difesa del Suolo Servizio Geologico D’Italia (ex APAT), Regione Siciliana – Assessorato Territorio e Ambiente.
- LENTINI F. et alii (2011), *Carta Geologica d’Italia Fogli 587-600 Milazzo-Barcellona Pozzo di Gotto*, ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Dipartimento Difesa del Suolo Servizio Geologico D’Italia (ex APAT), Regione Siciliana – Assessorato Territorio e Ambiente.
- GIUNTA G., et alii (2011), *Carta Geologica d’Italia Foglio 599 Patti*, ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Dipartimento Difesa del Suolo Servizio Geologico D’Italia (ex APAT), Regione Siciliana – Assessorato Territorio e Ambiente.
- ISTITUTO STATALE D’ARTE DI PALERMO (2002), AA.VV., *Qanat arte e cultura – Antiche tecniche di approvvigionamento idrico*.

# Las Médulas - Galizia (Spagna)

GIORGIO CESARI  
Autorità di Bacino del Fiume Tevere

## Las Médulas - Galicia (Spain)

Parole chiave (*key words*): oro (*gold*), miniera (*mine*), acqua (*water*), estrazione (*mining*), impero (*empire*), Roma (*Rome*)

### 1. IL SITO DI LAS MÉDULAS PATRIMONIO UNESCO.

Trattasi di un vasto territorio della Spagna nord occidentale nel quale, nel 1° secolo d.C., le autorità imperiali romane iniziarono a sfruttare i giacimenti d'oro utilizzando una tecnica basata sulla forza idraulica. Dopo due secoli di lavoro nei depositi, i romani si ritirarono, lasciando un paesaggio devastato. Dal momento che non vi è stata alcuna successiva attività industriale, le tracce drammatiche di questa straordinaria tecnologia antica sono visibili ovunque, come le facciate a picco nelle montagne e le vaste aree una volta sterili, sono ora utilizzate per l'agricoltura.

Il sito è entrato a far parte del Patrimonio Unesco con la seguente iscrizione a giustificazione: "Il Comitato ha deciso di iscrivere questo sito sulla base dei criteri (i), (ii), (iii)

noto agli abitanti primitivi fin dall'epoca pre-romana quando il materiale era lavorato per isolare i sedimenti ed estrarre il ricco metallo. E lo sapevano bene i romani che sfruttarono questi terreni per ricavarne, come sottolinea Floro, storico del I secolo nato nel Tarraconense, non solo oro, ma anche argento, borace ed il minio usato a Roma per dipingere le porte delle case.

Il Bacino di El Bierzo è un'area a circa 20 km da Ponferrada, limitata in tutti i suoi bordi da rocce metamorfiche del Paleozoico ed in parte, ad est, da granito. Formano uno sperone roccioso vario e con caratteristiche diverse a seconda della litologia e della disposizione strutturale. Queste rocce metamorfiche si comportano come rigidi e resistenti blocchi anche non erodibili che hanno costituito una vasta pianura.

### 3. I ROMANI E L'APPROVVIGIONAMENTO DI ORO.

L'interesse dei romani per l'estrazione dell'oro iniziò nel primo secolo d.C., forse come conseguenza della volontà di Augusto di inserire l'oro come base del sistema monetario. Lo sviluppo e la crescita del territorio furono anche stimolati dalla costruzione, tra il 69 e il 96, della Via Nova, una rete di comunicazione che raggiungeva un notevole sviluppo e la cui unica giustificazione era legata alla presenza dell'oro nella zona. Ricordiamo che il sistema monetario di Augusto si basava sull'aureo pari a 7,8 g. di oro (42 aureos = 1 libra romana = 327,45 g di oro).

Las Médulas non è l'unica miniera d'oro dei Romani: altre sono note, ma di dimensioni minori cosicché l'area è considerata come un prototipo delle miniere d'oro di quel tem-

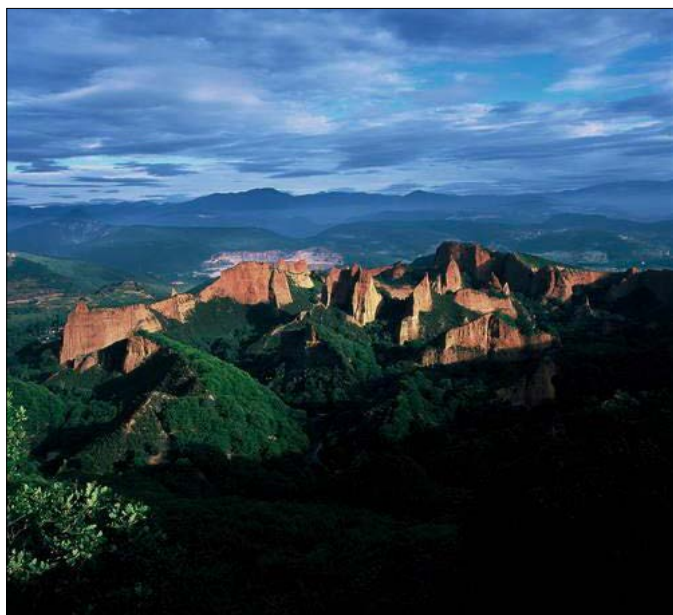


Figura 1

e (iv), considerando che l'area delle miniere d'oro a Las Médulas è un eccellente esempio di tecnologia romana innovativa, in cui tutti gli elementi del paesaggio antico, sia industriali sia nativi, sono sopravvissuti a un livello eccezionale".

### 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO.

I "sedimenti rossi" di Las Médulas racchiudono "cannucce d'oro", e questo era

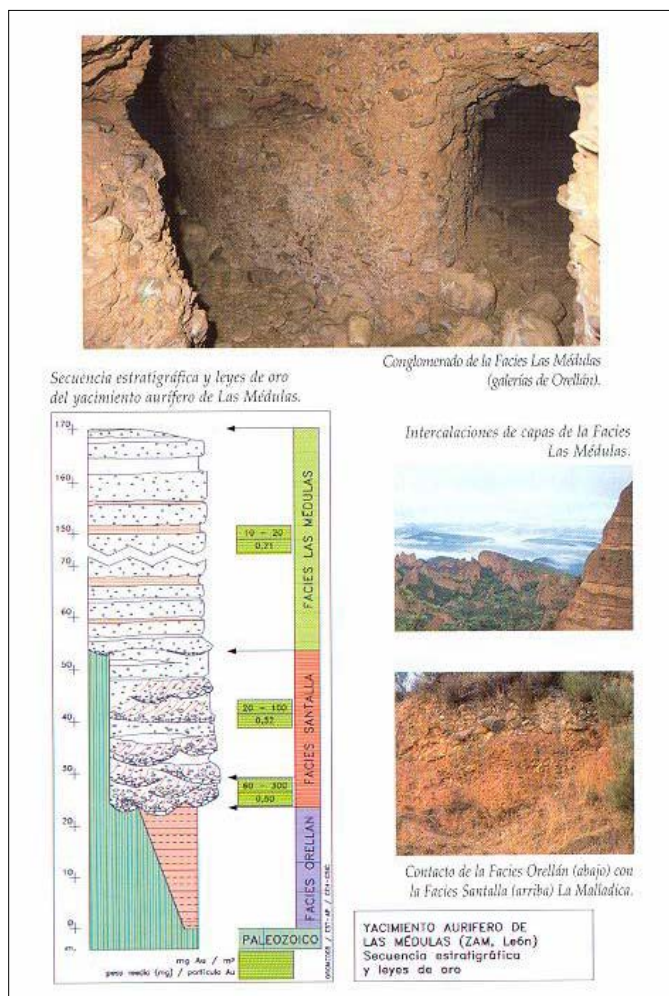


Figura 2



Figura 3



Figura 4

po. Anche prima dell'arrivo dei Romani l'oro era estratto dai fiumi, a mano, per mezzo di padelle che servivano a separare l'oro dalle sabbie.

#### 4. L'ESTRAZIONE DELL'ORO.

La rete idraulica a Las Médulas si compone di 600 km di lunghezza distribuite su 9 canali principali, anche se non tutti erano attivi contemporaneamente. In realtà essi sono stati costruiti e utilizzati in più fasi quando l'evoluzione delle attività di estrazione ha richiesto apporti d'acqua ad altitudini più elevate.

Inoltre, la conquista romana e in seguito la pacificazione di questa zona quasi coincidono con l'istituzione, nel primo secolo da parte dell'imperatore Augusto, dello aureus (7,8 g di oro) e il denarius (3,9 g di argento) come basi del sistema monetario Romano, e il conseguente aumento di interesse per i due metalli preziosi.

L'estrazione di oro a Las Médulas è durata dalla metà del primo secolo alla fine del secondo e l'inizio del III secolo, vale a dire

circa 160-190 anni durante i quali sono stati rimossi milioni di metri cubi di roccia. La tecnica utilizzata per la l'estrazione non differiva sostanzialmente da quella artigianale, ma i romani l'hanno implementata su larga scala, raggiungendo una grande capacità di produzione del metallo prezioso cui faceva seguito un sistema completo e dettagliato di gestione e trasporto del prodotto finito.



Figura 5

Secondo Plinio, l'estrazione era basata sulla procedura di "arrugia" costituita da:

- serbatoi d'acqua di grandi dimensioni costruiti nelle parti superiori della zona da scavare,
- da questi erano scavate scanalature discendenti il pendio,

- i serbatoi d'acqua erano svuotati giù per le scanalature a regime turbolento, tirando e trascinando rocce nel loro percorso,
- infine, l'acqua e il suo carico raggiungevano il punto più basso in cui era avviato il lavaggio per estrarre l'oro.



Figura 6



Figura 7

Poiché lo strato ricco era nel fondo del complesso, cosicché con la "arrugia" lo sfruttamento non riguardava i più ricchi livelli, si rese necessaria una scelta:

- o si perforavano gallerie nel fondo delle masse estraendo quanto necessario per separare l'oro in quantità redditizie,
- o si scavavano le coltri superiori in modo da lasciare scoperto lo strato più ricco inferiore,
- o si scavavano gli strati superiore e inferiore insieme per poi continuare il processo del lavaggio.

Gli ingegneri romani determinarono così il sistema basato su un nuovo metodo che Plinio ha descritto come "ruina montium". Si scavavano profondi pozzi e gallerie ove si faceva precipitare l'acqua immagazzinata in laghi in precedenza costruiti. Con la pressione dell'acqua nei condotti e il contenuto d'aria si otteneva un effetto pistone, in grado di far "scoppiare" la roccia che veniva trascinata violentemente con gran rumore e nuvole di polvere. Erano poi eliminate manualmente le pietre di maggior dimensioni, accumulate lateralmente: i Murias, oggi visibili. Poi il resto proseguiva la procedura già nota della "arrugia" e con il lavaggio si separava, per gravità, la frazione di carico più spessa, mentre per estrarre la più leggera si ricorreva alla tradizionale padella o si faceva passare il materiale in canali con ostacoli trasversali per mezzo dei quali si estraeva l'oro.

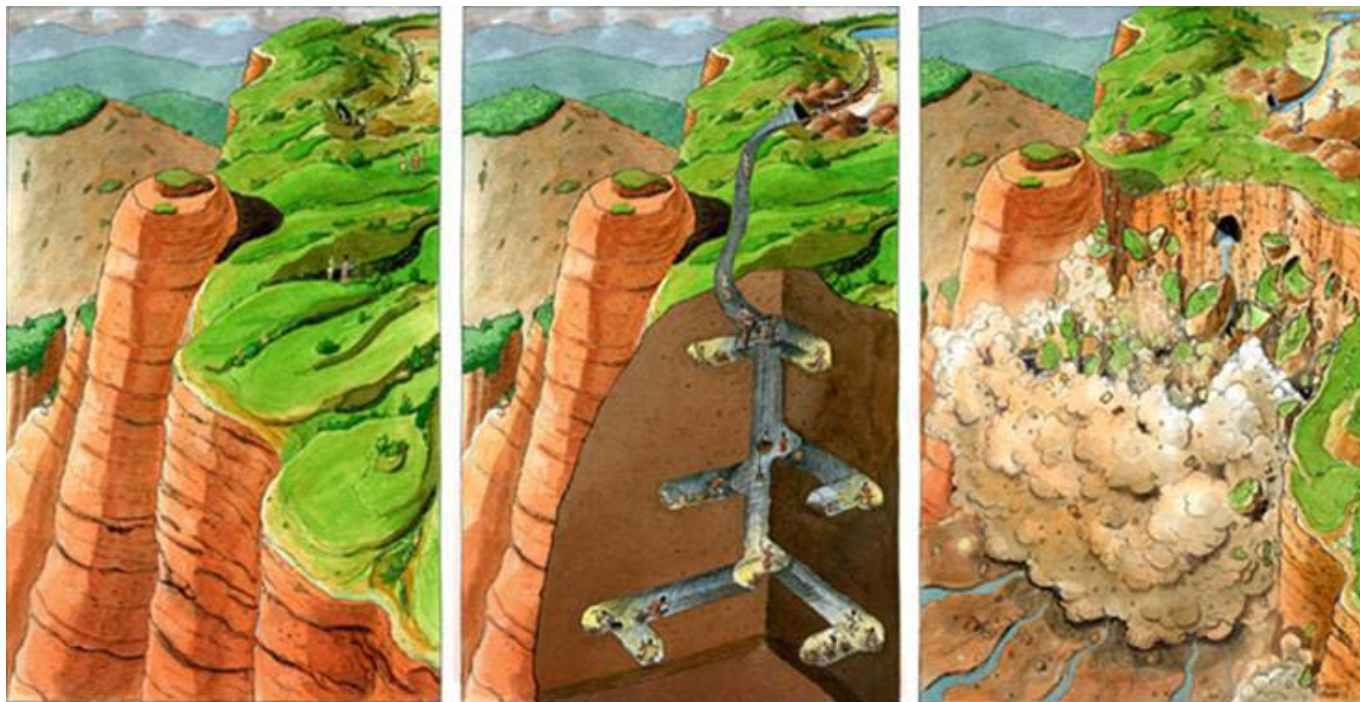


Figura 8

## 5. IL FABBISOGNO IDRICO PER L'ESTRAZIONE.

La procedura che i romani usavano per l'estrazione di oro in Las Médulas era basata sul corretto uso dell'energia fornita dall'acqua. Occorreva in primo luogo trattenere masse d'acqua ad altezza adeguata per gli scopi da perseguire. Ma la cresta di Las Médulas dove immagazzinare l'acqua era a quasi 1.000 m di altitudine.

L'acqua era un problema che però i romani avevano risolto con decisione: fu costruita una rete idraulica, una delle più grandi del suo genere, che partendo da quota 1700 m con un percorso totale di numerosi canali "corrugi", per una lunghezza totale stimata di 1170-1440 km, catturavano il flusso del fiume Eria, nel bacino del Duero, per deviarlo al fiume Cabo, nel bacino idrografico del Sil. In tal senso si è stimato un trasporto nell'ordine di 25 milioni di m<sup>3</sup> di acqua l'anno.

Le condizioni di lavoro a Las Médulas in epoca romana sono ben note. Floro sottolinea che si trattava di un lavoro non remunerato ma probabilmente basato su di un accordo attraverso cui ognuno compensava il proprio tributo verso l'Erario. In tal modo la redditività è stata alta per l'Impero ma anche utile per la gente del posto che poteva, così, pagare le tasse. Il lavoro di lavaggio poteva essere fatto da schiavi, come per altre regioni minerarie, ma anche, e forse soprattutto nella regione delle Asturie dove erano preponderanti attività agricole e zootecniche, da agricoltori e allevatori alternativamente al loro lavoro in base alla convenienza personale o alla stagione.

In altre parole, il quadro sociale poteva essere costituito da una rete di comunità dove, a seconda delle circostanze o delle stagioni, sus-

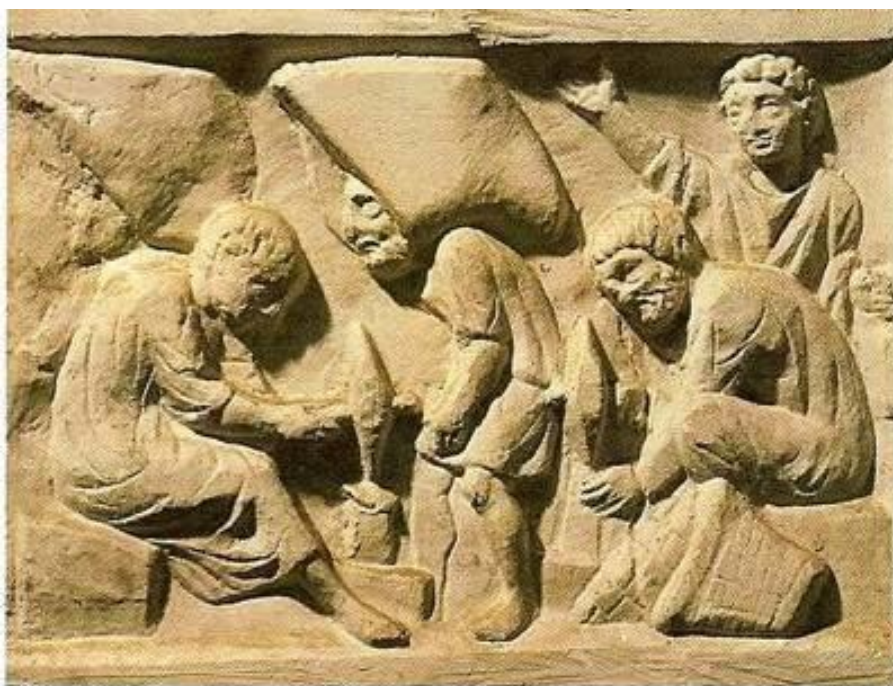


Figura 9

sisteva una varietà di lavori: agricoltura, allevamento e attività in miniera.

## 6. IL CASO DEL MONTE FORADO.

Nel terreno di Quiroga il fiume Sil corre a casaccio formando ampie vallate e grandi meandri, in uno dei quali c'è una curva che descrive un anello di circa 2.5 km grazie ad una parete di roccia dura che si separa dall'altro angolo del meandro stesso per soli 140 m. I romani sapevano dell'oro trascinato nel Sil, e decisero di prosciugare il meandro facilitando notevolmente il compito di trovare ed estrarre il prezioso metallo. L'opera fu eseguita nel II secolo, sotto l'imperatore Traiano.

La sua costruzione originale consisteva in un tunnel lungo 120 metri e 20 m di altezza. Purtroppo, nel 1934 una grande inondazione ha invaso gran parte del tunnel, lasciandone intatti solo 52 m, che è ciò che rimane oggi. Si dice che migliaia di uomini abbiano cercato il prezioso minerale sino a raccogliere una quantità stimata sulle 20.000 libbre d'oro ogni anno, inviata per lo più a Roma.

Inoltre con tale costruzione a opera dei romani si ritiene sia andata perduta una grande foresta di querce nelle vicinanze, in quanto con i suoi alberi si ardeva e ammorbidiva la roccia per essere in grado di lavorarla più facilmente.



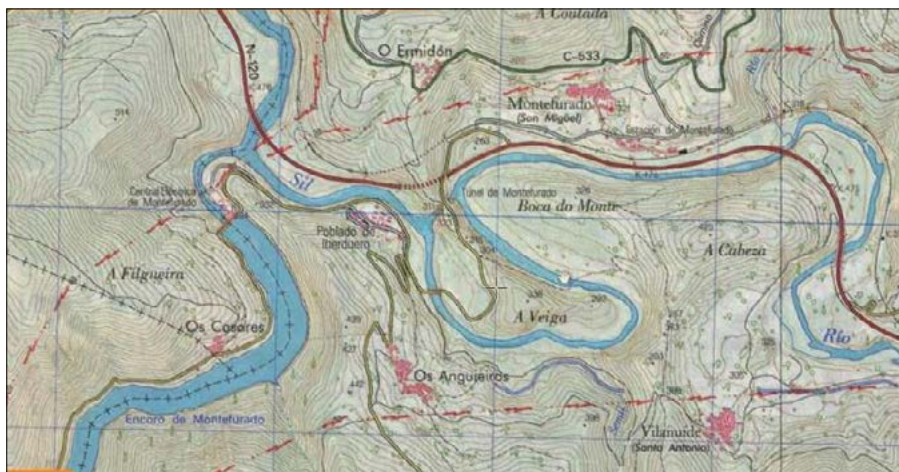


Figura 10



Figura 11

## 7. ESTRAZIONE DELL'ORO E TERMINE DELLO SFRUTTAMENTO.

Quanto oro fu estratto? Plinio, in Spagna con l'ufficio di procuratore provinciale, cita la cifra di 20.000 libbre d'oro ogni anno relativa alle miniere dell'intera area della penisola, vale a dire 6.540 Kg/anno in un'epoca in cui le miniere erano al loro apice o quasi. A Las Médulas, secondo i calcoli che possono essere fatti attraverso la determinazione del volume di roccia rimosso si ottengono stime tra i 5.000 ed i 10.000 kg. Da stime meno otti-

mistiche risultano cifre comprese tra i 3.500 e i 5.000 kg.

Durante il principato di Augusto fu sancita, con una legge, l'obbligatorietà di sposarsi in età fertile. La spesa massima quindi per i più sontuosi banchetti, in occasione di matrimoni, non superava i 1.000 sesterzi. Un po' più tardi, all'inizio del I secolo, tale limite si ritiene esteso a 2.000. In questo ultimo caso, con l'oro di Las Médulas si sarebbero potuti pagare 154 matrimoni l'anno al più alto livello del lusso.



Figura 12

Perché l'operazione fu sospesa? Molte le possibili ragioni. Un primo fattore è che nel II secolo non si utilizzò più l'oro come base del sistema monetario romano. Un altro fattore è che durante il processo di sfruttamento, come già detto, la più alta percentuale di ricchezza era negli strati basali di depositi e man mano che l'estrazione aumentava l'accesso a questi livelli era progressivamente più difficile, dovendo operare su pendii sempre più verticali con processo più lento e più costoso. È quindi molto probabile che si sia raggiunto un punto di redditività nulla con conseguente abbandono dell'estrazione.

Un'altra considerazione è legata ai vari alleggerimenti nel peso del metallo che si susseguirono nel tempo. Non toccarono però il potere nominale di scambio, che rimaneva invariato, ma che portò il valore reale delle monete a farsi minimo rispetto a quello nominale, avviandosi in pratica ad acquistare soprattutto un valore convenzionale o legale attribuito in forza di legge. Questo fu il primo clamoroso esempio di svalutazione monetaria che si sarebbe ripetuto poi molte altre volte nel corso della storia romana. Traiano, a sua volta, tornò al sistema monetario neroniano finché nel 215, con l'imperatore Caracalla, si ebbe un'altra riforma: fu svalutato l'aureo, per contrastare la forte svalutazione del "denario", che durante gli imperi precedenti si era ridotto di circa il 50% d'argento, e furono introdotte monete con valore doppio: il "binione" (un doppio aureo) e "l'antoniniano" (un doppio denario).

## BIBLIOGRAFIA:

- FRUNEAU Y., *Las Médulas*, UNESCO Photobank - <http://whc.unesco.org/en/list/803>
- DE DIOS A. A., SERANTES M. R., *Túnel romano de Montefurado*, GALICIA MÁXICA - <http://www.galiciamaxica.eu/galicia/lugo/montefurado-2/>
- ESCORZA C. M. (2006) *El oro en Las Médulas: su geología y arqueología*, Senderos GeoArqueológicos, 2, Sociedad de Amigos del Museo Nacional de Ciencias Naturales
- Ruina Montium*, Museo Virtual de la Ciencias Naturales - [museovirtual.csic.es/salas/paisajes/medulas/ruina\\_med.html](http://museovirtual.csic.es/salas/paisajes/medulas/ruina_med.html)
- El control del agua: canales y depósitos*, Fundación Las Medulas - [www.fundacionlasmedulas.info](http://www.fundacionlasmedulas.info)
- Canales Romanos a Las Médulas* - [canalesromanos.es/canales.html](http://canalesromanos.es/canales.html)
- Canal de Peña Aguda (Alto de Muga)*, Ruta del Oro, Ayuntamiento de Astorga, Junta de Castilla y León - [http://www.rutadeloro.com/ficha.php?tabla=fichas\\_sueltas&id=22](http://www.rutadeloro.com/ficha.php?tabla=fichas_sueltas&id=22)
- SÁNCHEZ-PALENCIA F.-J., PÉREZ L.C., OREJAS A. (1999) *El oro de las médulas, cuadernos de la fundación las médulas, n° 1*, Gráficas Alonso, Ponferrada
- El Oro de Hispania*, Viator Imperi - [www.viatorimperio.com/otras-rutas/el-oro-de-hispania](http://www.viatorimperio.com/otras-rutas/el-oro-de-hispania)
- Storia delle monete di roma* (2016), RomaSegreta. it - [www.romasegreta.it](http://www.romasegreta.it)

# Nei santuari nuragici dedicati al culto dell'acqua la metallurgia genera scambi commerciali ed evoluzione tecnologica

MARIA AUSILIA FADDA  
Già direttore archeologo coordinatore della  
Soprintendenza per i Beni Archeologici per le pro-  
vince di Sassari e Nuoro

## Metallurgy and trade exchanges into water temples into Sardinia of bronze age

Parole chiave (*key words*): culto dell'acqua (*water temples*), metallurgia (*metallurgy*)

**N**ei santuari nuragici dedicati al culto dell'acqua la metallurgia genera scambi commerciali ed evoluzione tecnologica.

Le fonti letterarie antiche hanno tramandato numerose notizie che raccontano come nella Sardegna nuragica le popolazioni protosarde curavano presso le sorgenti di acqua calda molte malattie delle ossa e praticavano riti ordalici per sottoporre al giudizio divino le persone accusate prevalentemente di reati contro la proprietà. Durante i riti i presunti colpevoli venivano costretti ad immergersi nell'acqua che, secondo le antiche credenze, aveva il potere di rendere ciechi solo i colpevoli e aumentare la vista agli innocenti. Nonostante gli storici greci e latini ed i geografi della tarda latinità abbiano attinto le informazioni da autorevoli fonti letterarie molto antiche non ci sono certezze per poter ricondurre al periodo nuragico l'origine e la pratica dei riti da loro descritti. Nel 1865 la scoperta fortuita di un'ingente quantità di bronzi figurati all'interno di un grande vaso fatta nelle campagne del comune di Teti, nel cuore della Barbagia di Ollolai, in località Abini (Fig. 1-2) che conserva un pozzo sacro circondato da un recinto, scuote il mondo scientifico del tempo che si mobilita per raggiungere il sito e salvare gli oggetti riportati in luce, in condizioni difficili e rocambolesche. La notizia del ritrovamento, infatti, aveva scatenato tra gli abitanti del piccolo borgo barbaricino una devastante caccia al tesoro che portò alla distruzione di pregevoli e singolari edifici di culto e allo sconvolgimento degli strati archeologici. Da allora le ricerche archeologiche si sono moltiplicate nel territorio di tutta la Sardegna e dai 31 pozzi sacri pubblicati da Giovanni Lilliu nel 1953 si conoscono attualmente 60 pozzi sacri e 50 fonti e numerosi pozzi costruiti all'interno dei cortili dei nuraghi, costruiti con diverse soluzioni architettoniche perfettamente studiate per la morfologia dei luoghi anche in

contesti posti tra gli 800-1000 metri di altitudine e con forti pendenze, o per gli edifici religiosi inglobati nei villaggi. In tutta la Sardegna è stato fondamentale il ruolo svolto dai santuari federali nell'unire diversi piccoli stati di tipo cantonale, governati dai propri capi aristocratici che nel santuario rafforzavano il potere politico e ideologico di un'intera etnia

e stringevano alleanze volte ad allontanare i conflitti. Gli studi più recenti, pur non trascurando lo studio più tradizionale dei contesti santuariali, hanno sottolineato l'aspetto economico della loro gestione attraverso l'analisi di tutti gli aspetti tecnologici e commerciali legati alla produzione e alla distribuzione di oggetti artigianali in bronzo legati al sacro,



Figura 1 – Abini Il canalone incassato tra le montagne dove sorge il santuario nuragico dedicato al culto dell'acqua di epoca nuragica. XII-VIII sec a.C.



Figura 2 – Teti -Bronzi votivi scoperti nel santuario di Abini dedicato al culto dell'acqua. X-VIII sec a.C.

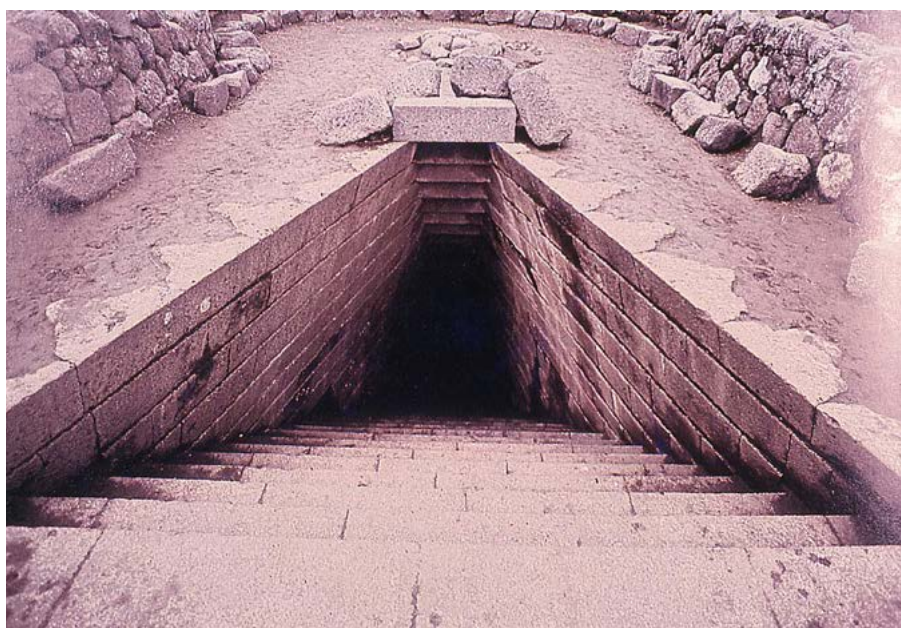


Figura 3 – Paulilatino. Il pozzo sacro di santa Cristina con la grande scala trapezoidale in blocchi di roccia vulcanica. XII-VIII sec a.C.



Figura 4 – Paulilatino Gli architravi che coprono la scala che conduce al pozzo

documentato soprattutto nei depositi votivi degli edifici cultuali e nelle forme di recupero e tesaurizzazione delle offerte che costituivano la vera ricchezza del tempio. La ricerca di risposte alle varie domande sull'articolazione sociale interna all'isola e sul ruolo delle popolazioni nuragiche negli equilibri commerciali del Mediterraneo e del Vicino Oriente ha stimolato e accentuato ogni possibile analisi utile a spiegare la presenza di alcuni prodotti d'importazione giunti in grande quantità in Sardegna attraverso contatti diretti o mediati e offerti nei santuari come beni di lusso, alla portata solo delle classi abbienti che li donavano anche per ostentare il proprio *status* sociale. Alla luce delle ultime scoperte è stato ridimensionato l'aspetto strettamente culturale per volgere l'attenzione ai sistemi di gestione dei luoghi di culto nuragici intorno ai quali ruotavano enormi interessi economici e politici che si sommarono al potere religioso. Nella fase iniziale del Bronzo finale (1200 a.C.) si registra in tutto il territorio della Sardegna la nascita di un'architettura dai tratti monumentali funzionale alla captazione e alla raccolta delle acque sorgive che era sconosciuta nelle fasi precedenti dell'età del Bronzo.

Molti studiosi ritengono che il fenomeno abbia avuto origine da cambiamenti climatici che portarono in Europa e nei paesi del Mediterraneo una grave siccità che rese fondamentale la ricerca e la conservazione delle acque sorgive anche in situazioni geomorfologiche estreme. La ricerca dell'acqua spinse i costruttori nuragici a trovare le soluzioni progettuali più ardite, soprattutto nelle zone interne dell'isola, oppure a modificare con singolari architetture le rudimentali strutture di sorgenti già sfruttate per uso civile in diversi contesti abitativi del Bronzo medio evoluto durante il quale le comunità nuragiche praticavano esclusivamente riti dedicati al culto degli antenati nelle tombe di giganti singole o riunite in necropoli.

La capillare diffusione in tutta la Sardegna dell'architettura dei pozzi e delle fonti sacre può essere giustificata dall'urgente necessità di risolvere un grave problema di carenza d'acqua che poteva modificare e compromettere anche l'economia dell'isola basata, in alcuni areali, prevalentemente sull'agricoltura. Non si può escludere che la nascita stessa del culto dell'acqua abbia avuto origine dalla volontà comune di scongiurare un'ulteriore riduzione delle riserve idriche, una risorsa ritenuta importante a tal punto che, per esorcizzare il problema, l'elemento stesso divenne oggetto di culto, dedicato alle divinità idrologiche sotterranee legate alla forza generatrice dell'acqua, vitale nei ritmi biologici della natura. Nello stesso periodo in diversi contesti santuariali si costruirono dei templi a *megaron*, all'interno dei quali si



Figura 5 – Orune. La fonte sacra di Su Tempiesu costruita in opera isodoma con blocchi di trachite e basalto. XII-VIII sec a.C.



Figura 6 – Orune. Su Tempiesu. La scala miniaturistica della fonte sacra con canale di scolo e fossetta di decantazione. XII-VIII sec a.C.

praticavano gli stessi riti e gli stessi metodi di offerta documentati nei pozzi sacri che si differenziavano da questi ultimi per la mancanza di una vena sorgiva. Il contemporaneo moltiplicarsi dei templi a megaron crea problemi interpretativi quando essi si trovano in prossimità di pozzi sacri e all'interno di vasti insediamenti abitativi.

#### TIPOLOGIA E VARIANTI ARCHITETTONICHE

I templi a pozzo sono edifici costruiti ove era possibile captare una vena sorgiva, ad una profondità più o meno accentuata, che veniva raccolta in un vano circolare. I pozzi hanno rampe di scale rettilinee o trapezoidali strombate all'imboccatura, con un numero variabile di gradini che consentivano di raggiungere e attingere l'acqua anche quando, nei periodi di lunga siccità, i livelli erano bas-

sissimi. I templi a pozzo si articolano in tre parti: un atrio, una scala ed un pozzo coperto a falsa volta ipogeica. L'atrio o vestibolo ha generalmente forma rettangolare o trapezoidale con panchine laterali usate come piano di appoggio per contenitori funzionali alla raccolta dell'acqua e per oggetti votivi o liturgici. I muri che delimitano l'atrio conservano nello spessore dell'alzato piccole nicchie rettangolari o trapezoidali usate come punto di scarico della muratura e per depositare offerte votive. Il vestibolo era in molti casi coperto da un tetto a doppio spiovente realizzato con materiali deperibili o con blocchi squadrati dalla faccia a vista obliqua e dal colmo piano con acroteri ornati da spade votive fissate in appositi fori con colate di piombo. Tale modello architettonico è stato documentato nel pozzo dei santuari di Abini-Teti, Santa Vittoria-Serri e nel tempio di Su Tempiesu-Orune (Figg. 5-6), eccezionalmente conservato nel pozzo sacro di Irru-Perfugas e Puntanarcu Sedilo. Nel pa-

vimento dell'atrio è sempre presente una canaletta di scolo, tracciata in senso obliquo o rettilineo, che permetteva il deflusso dell'acqua quando, in periodi di piena, tracimava oltre il livello del primo gradino della scala e scorreva nei pozzetti esterni dove era possibile per i pellegrini avere un contatto diretto con l'acqua per i riti di purificazione. Il vano scala era coperto da architravi a disposizione scalare corrispondenti al numero dei gradini e perfettamente ancorati ai muri che si innestavano al vano circolare di raccolta dell'acqua, mantenuta limpida da una fossetta di decantazione per le impurità. Il tamburo del pozzo era coperto da una *tholos* realizzata in molti casi con blocchi a sezione di cerchio ben lavorati a scalpello e dalla faccia a vista obliqua. Tale lavorazione, concepita per motivi estetici, rendeva più regolare la superficie scalettata data dal graduale aggetto dei filari della copertura che chiudeva con una lastra piattabandata che proteggeva l'acqua dalle impurità e poteva essere rimossa facilmente senza compromettere l'equilibrio statico della *tholos*, ben visibile nel pozzo di Santa Cristina di Paulilatino (Figg. 3-4). L'architettura idraulica privilegiava l'uso di conci squadrati o isodomi realizzati con rocce vulcaniche perché più resistenti al continuo ruscellamento delle acque e all'imbibizione costante che modificava e indeboliva l'originaria composizione dei muri. L'estrazione e il trasporto delle rocce vulcaniche comportava in alcuni casi uno sforzo economico notevole quando i blocchi di basalto e di trachite erano impiegati per la costruzione di pozzi o fonti situate in zone esclusivamente granitiche o calcaree distanti decine di chilometri dalle cave.

L'impiego delle rocce vulcaniche trasportate da lunghe distanze è documentato in vari santuari del territorio nuorese e ne sono un chiaro esempio i pozzi di Abini-Teti, Su



Figura 7 – Bitti il pozzo sacro di Romanzesu con i bacini di raccolta dell'acqua che tracima dal pozzo. XII-VIII sec a.C.

Tempiesu e Lorana-Orune, Gremanu-Fonni, Nurdole-Orani, gli edifici di Sa Sedda 'e sos Carros-Oliena, Su Notante-Irgoli, Sa Untana e Deu-Lula, Noddule-Nuoro. Nella Sardegna settentrionale prevalgono i pozzi e le fonti costruiti con blocchi di tufo e arenaria come a Serra Niedda-Sorso nella Nurra, a Predio Canopoli-Perfugas e a Irru-Nulvi nell'Anglona, ma anche con conci di granito a Su Trambuccone e a Sa Testa-Olbia in Gallura, a Sos Nurattolos-Alà dei Sardi e a Romanzesu-Bitti nel Monte Acuto e nell'Alta Baronia. Nella Sardegna meridionale prevale l'uso di scisti, tufi e arenarie come a Cuccuru Nuraxi-Settimo San Pietro, nei tre pozzi di Matzanni-Vallermosa, a Funtana Coperta-Ballao, a Is Piros-Villaputzu e nelle tre fonti di Monte Nuxi-Esterzili. In un unico esempio in Sardegna è documentato l'uso del travertino: si tratta del pozzo sacro Is Cramoris-Escalaplano costruito sul greto di un fiume. I costruttori nuragici non facevano largo uso di malte e la perfetta aderenza dei blocchi quadrati di roccia vulcanica si otteneva con l'impiego di resistenti perni di piombo colato in appositi incastri scalpellati nelle appendici interne dei conci che venivano nascoste, durante la messa in opera, con la tecnica degli incastri alternati. Con la stessa tecnica in diversi santuari nuragici furono costruite vasche rettangolari o circolari gradonate funzionali ai riti purificatori ad immersione come quelle circolari di Sa Sedda 'e sos Carros e del santuario di Romanzesu- Bitti dove la vasca diventa

parte terminale del complesso di captazione e di raccolta dell'acqua sorgiva (Figg. 7-8). Lo stesso sistema progettuale pur con le diverse varianti è stato documentato nel complesso di fonti del santuario di Gremanu-Fonni, nel santuario di Nurdole-Orani e nella fonte di Su Tempiesu-Orune; in quest'ultima, una serie di canalette trasportavano l'acqua proveniente dalla fonte principale e dal pozzetto di raccolta in un bacino scavato nella roccia e delimitato da muri realizzati con pietre locali che custodivano l'acqua e impedivano il libero accesso. Le analogie dei progetti documentati nei vari santuari inducono ad ipotizzare l'esistenza di sistemi idraulici consolidati e diffusi nel territorio, funzionali ad un rituale delle abluzioni che rendeva possibile anche l'immersione dei fedeli nei grandi bacini. La costruzione delle vasche può essere collocata nelle fasi iniziali del Bronzo finale con una continuità documentata fino all'età del Ferro (1200-800 a.C.). In altri luoghi di culto i bacini destinati alla raccolta di sostanze liquide replicano, in forma miniaturistica, la rappresentazione simbolica del nuraghe; ne offrono documentazione il nuraghe-tempio di Su Mulinu di Villanovafranca e il santuario di Su Monte-Sorradi. Questa variante potrebbe essere la conseguenza di un tardivo fenomeno di idealizzazione della stessa torre che portò alla sua consacrazione come simbolo di un'intera etnia tanto da essere rappresentato anche negli altari all'interno dei templi, negli arredi liturgici e come segnacoli

delle sepolture scoperti nella grande necropoli di Monti Prama di Cabras associati alle note statue giganti in arenaria che riproducono i personaggi dei guerrieri delle gerarchie militari ampiamente documentate nelle piccole sculture di bronzo che venivano offerte come ex voto nei templi a pozzo.

In diversi santuari è documentata la presenza di piccoli bacini rettangolari o circolari su un piede ad anello estroflesso o cilindrico, realizzati in trachite, che erano posizionati all'interno di ambienti circolari con pavimenti lastricati e circondati da sedili semplici o modanati. I numerosi bacini che ripropongono un modello ricorrente documentato in tutta l'isola sono presenti anche in civili contesti abitativi e possono essere interpretati come allestimenti legati alle funzioni religiose solo quando il loro uso è associato ad altri indicatori strettamente legati ai rituali religiosi come la presenza di mense d'altare, basamenti per le offerte, presenza di bronzi votivi.

I pozzi sacri costruiti nei villaggi o in luoghi isolati erano inseriti in un recinto (*témenos*) che delimitava l'area sacra al cui interno c'erano edifici di servizio usati come abitazioni dei sacerdoti, strutture per accogliere i pellegrini e altri ambienti utilizzati come spazi cerimoniali o come depositi e ripostigli destinati a raccogliere i materiali votivi portati dai fedeli nel corso di ricorrenze religiose. Questi ultimi costituivano veri e propri *thesauri* che contenevano non solo i bronzi figurati ma an-

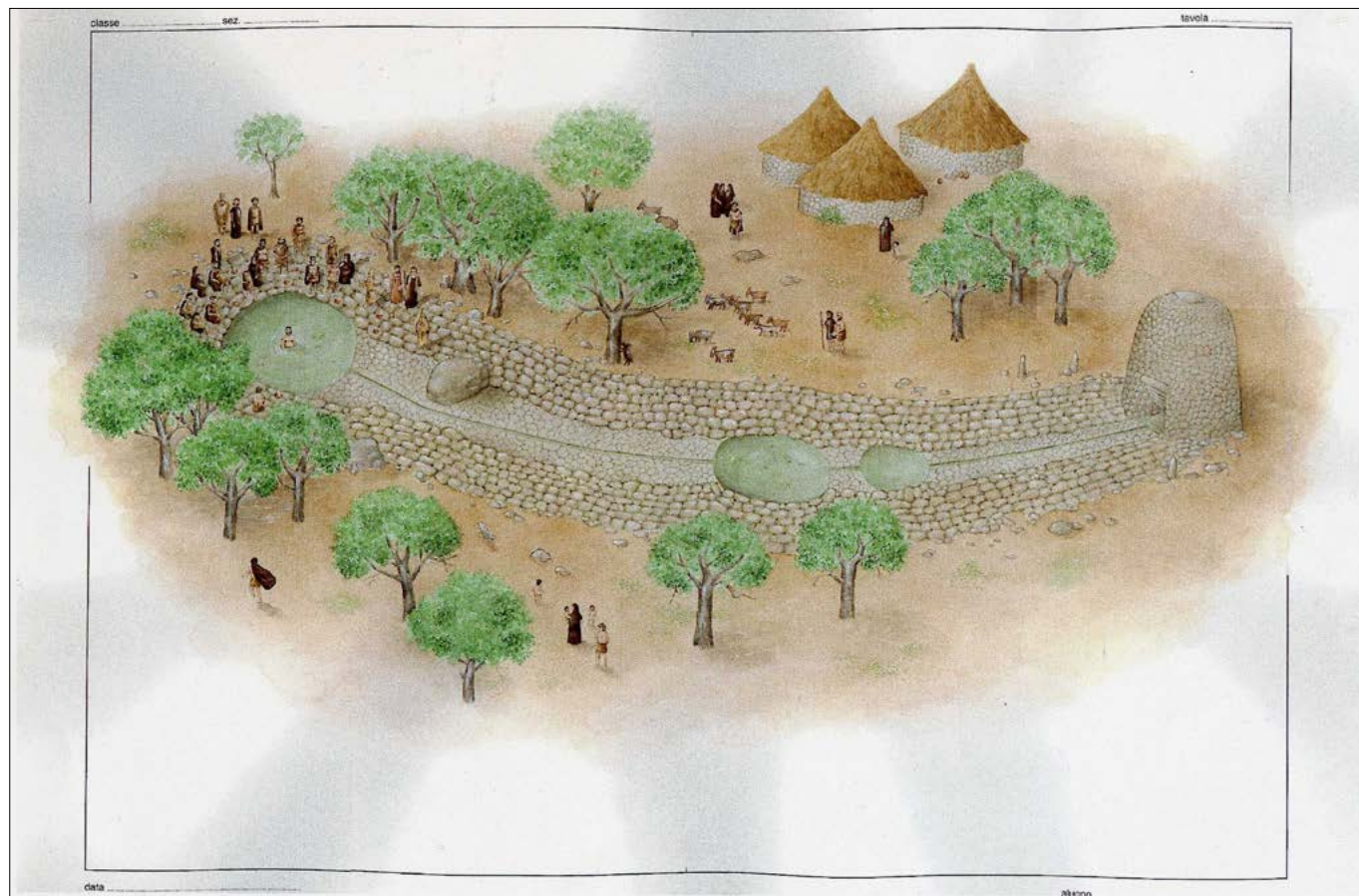


Figura 7 – Bitti. Ricostruzione grafica del pozzo sacro di Romanzesu con l'acqua che scorre nei bacini durante i riti religiosi



Figura 9 – Villagrande Strisaili. Due forni contigui per la riduzione dei minerali costruiti nel santuario nuragico di S'Arcu 'e is Forros in Ogliastra



Figura 10 – Villagrande Strisaili. La base del forno per la lavorazione dei metalli costruito nella zona artigianale del santuario nuragico di S'Arcu 'e is forros

che ordinari strumenti di lavoro come asce a margini rialzati, picconi, doppie asce, ascemartello, panelle e lingotti di rame che pur non essendo oggetti tradizionalmente legati all'offerta votiva avevano un grande valore intrinseco come metallo.

Numerosi pozzi e fonti sacre risultano inglobati nel tessuto abitativo dei villaggi nuragici: è il caso di Santa Vittoria-Serri, Predio Canopoli-Perfugas, Santa Cristina-Paulilatino, Sant'Anastasia-Sardara, Gremanu-Fonni, Romanzesu-Bitti, Nurdole-Orani, Noddole-Nuoro, Su Pradu e Santa Lulla-Orune, Su Lamarzu-Rebeccu/Bonorva, Funtana Coperta-Ballao, Is Cramoris-Escalaplano. Alcuni di questi villaggi conservano spazi ed allestimenti strettamente legati alla presenza

del tempio a pozzo, e destinate all'accoglienza dei pellegrini durante le ricorrenze religiose; nei santuari ancora in uso che gravitano intorno a chiese campestri si usano gli stessi modi per l'accoglienza dei novenanti.

Il rituale ricostruibile attraverso le testimonianze archeologiche consisteva nell'offerta di bronzi votivi raffiguranti guerrieri, offerenti, personaggi paludati con bastoni di comando, donne rappresentate nelle attività domestiche o come madri e sacerdotesse. Un posto importante era dedicato alla rappresentazione di animali selvatici come cervi, mufloni, cinghiali e uccelli seguiti da animali di allevamento come tori, maiali che nelle intenzioni del donatore potevano rappresentare dei sacrifici sostitutivi di animali offerti alla

divinità. Si registra una singolare assenza della rappresentazione di pecore ed agnelli in un'isola che ha il più alto numero di allevamento di pecore. Questa anomalia è dovuta alla morfologia della Sardegna e alle vaste superfici boscate esistenti nella Sardegna dell'età del Bronzo che non lasciavano ampi territori per i pascoli estensivi indispensabili per gli allevamenti di ovini. Gli allevamenti estensivi iniziarono nell'età del Bronzo finale quando iniziò il taglio sistematico dei boschi per usare il legnatico per le attività metallurgiche si affermarono in tutta l'isola e stimolarono scambi commerciali con i maggiori produttori di minerali di rame come l'isola di Cipro e con i paesi medio orientali che fungevano da intermediari per il commercio dello stagno indispensabile per ottenere la lega del bronzo. La Sardegna pur avendo ricchi giacimenti di sideriti, galene, malachiti e azzurriti di altri minerali aveva scarsi giacimenti di cassiteriti ed era costretta ad importare il minerale dal lontano Oriente e successivamente dal Wessex, dalla Spagna e dal nord Europa. I maestri fusori operavano in prossimità delle aree di culto e la gestione dei santuari era strettamente legata ad una ricca produzione di oggetti di bronzo in una fitta rete di botteghe artigiane di vario livello. I laboratori erano così in grado di soddisfare un mercato di ex-voto alla portata di persone abbienti, che si rivolgevano a prestigiose officine fusorie, e alla massa dei pellegrini che potevano acquistare oggetti seriali più economici realizzati con matrici come spade, pugnali, stilette, faretrine, spilloni, strumenti d'uso oppure bronzi figurati poco curati nella tecnica di fusione. Gli ex-voto venivano fissati con piccole colate di piombo nei basamenti in pietra con diversi fori nella parte superiore. Il piombo, facilmente reperibile nei grandi giacimenti di galena piombifera della Sardegna, poteva essere fuso a basse temperature (126 gradi Celsius) e usato per produrre colate e perni e verghe di fissaggio usati nell'architettura e ancora visibili nella sacra di Sa Sedd'è sos Carros di Oliena e Su Tempiesu di Orune e nei focolari rituali presenti nei santuari di Gremanu-Fonni, Sa Carcaredda e S'Arcu 'e is Forros-Villagrande Strisaili, Nurdole-Orani. Nell'età del Ferro, dopo il VII secolo a.C. i luoghi di culto furono abbandonati dalle popolazioni nuragiche, per cause ancora oscure e senza una percettibile gradualità nel tempo che facesse prevedere tale fenomeno. L'arrivo di nuovi prodotti di lusso molto richiesti dalle aristocrazie locali provenienti dall'Etruria e dal Medio Oriente, può aver creato negli artigiani nuragici la necessità di assecondare le idee innovative del mercato producendo manufatti di imitazione con il conseguente abbandono della produzione bronzea tradizionale che, in passato, aveva interpretato



Figura 11 – Villagrande Strisaili. Fibule di varie tipologie provenienti dai ripostigli dei maestri fusori del villaggio nuragico di S'Arcu e is forros. IX-VIII sec a.C.

e idealizzato esigenze funzionali alle pratiche rituali di un'antica e radicata ideologia religiosa. La graduale trasformazione delle attività artigianali dei maestri fusori che in passato avevano operavano principalmente per soddisfare le richieste dei santuari isolani potrebbe aver contribuito a mettere in crisi anche le antiche ideologie religiose e a decretare il definitivo abbandono da parte delle popolazioni nuragiche. Offrono una ragionevole spiegazione del fenomeno le ultime scoperte fatte a S'arcu e is forros (Villagrande Strisaili), un villaggio nuragico posto su un colle a 1000 m.s.l.m circondato da due fiumi, noto per le sue officine fusorie che si sono conservate in ottimo stato.

Nel complesso nuragico ci sono due singoli forni di arrostitimento contigui (Figg. 9-10) usati per la riduzione dei minerali di ferro estratti nei giacimenti locali e con di-

verse fornaci a basso fuoco e a pozzetto per la lavorazione del bronzo e del piombo. Questo santuario in questo periodo di transizione riuscì a mantenere una costante vitalità perché era inserito in un contesto abitativo che si era imposto sul mercato interno con una fiorente attività metallurgica che produceva con tecnologie tradizionali, quantità imponenti di strumenti da lavoro in bronzo usati da una classe di artigiani abili nella fusione e nella composizione delle leghe, nell'incisione e nel cesello di contenitori che non erano strettamente legati alla pratica dei culti religiosi. L'avanzata tecnologia coincide con l'arrivo in Ogliastra di maestranze filistee e fenicie alla ricerca di giacimenti estrattivi che è attestata dal ritrovamento di una rarissima anfora cananea databile al IX-VIII sec a.C., con un'iscrizione su due registri con caratteri filistei e fenici che è considerato da Giovanni Garbini



Figura 11 – Villagrande Strisaili. Tripode di ferro, diam cm 20,7 alt cm 18 scoperto nel villaggio nuragico di S'arcu e is forros nel ripostiglio del quartiere artigianale dei metallurghi. VIII sec. a.C.

il più antico documento epigrafico siro palestinese trovato in Sardegna. Successivamente i calcheuti nuragici avviarono scambi commerciali con le maestranze etrusche che durante l'età del Ferro gestivano il commercio dei prodotti di lusso e detenevano il primato nella tecnologia di lavorazione del ferro, contribuirono attraverso gli scambi commerciali anche alla formazione di abili artigiani locali in grado di soddisfare una richiesta di oggetti di lusso del mercato interno e destinati alle classi aristocratiche più abbienti che li acquistavano come segni di appartenenza ad una classe sociale dominante che introdusse l'uso dei tripodi, dei bacini e le brocche di bronzo (Fig. 13) arrivati nell'isola nella fase iniziale come "oggetti introduttivi" portati dagli etruschi alle aristocrazie locali per facilitare i futuri rapporti commerciali e successivamente usati nei simposi e nei banchetti rituali e come oggetti di pregio di uso liturgico. Nelle stesse officine si producevano raffinate fibule (Fig. 11) e gioielli di vario tipo e una grande quantità di armi in bronzo come lance, spade, pugnali, stilette, bacini e calderoni con raffinate maniglie e tripodi di varie dimensioni. Nello stesso periodo nel mercato etrusco entrarono numerosi bronzi di produzione nuragica come le navicelle, bronzi figurati, faretrine votive e ciondoli a pendolo che spesso arricchivano i corredi funerari di diverse tombe.

La consolidata tradizione delle officine fusorie di S'arcu e is Forros facilitò l'adeguamento alle nuove tecnologie nella complessa lavorazione del ferro che favorì la produzione su vasta scala degli stessi oggetti che precedentemente venivano prodotti con il bronzo e considerati ormai obsoleti in tutti i paesi del Mediterraneo (Fig. 12). L'esistenza di un porto commerciale in quel tratto di costa viene confermato anche dai recenti recuperi di anfore fenicie, etrusche e greco italiche e di due coppe ioniche (Sanciu-2010) che rafforzano l'ipotesi dell'esistenza di un importante scalo commerciale che introduceva nel territorio costiero, ben collegato con l'entroterra montagnoso, merci di vario tipo e secondo Giovanni Camporeale anche semi lavorati di ferro provenienti dal bacino minerario dell'Elba che produceva prodotti di magnetite con una bassa percentuale di solfuri e fosforo che facilitavano la lavorazione dei manufatti tenendo conto delle tecniche del tempo. Un approdo lungo le coste dell'Ogliastra, a partire dalle fasi iniziali del bronzo finale, XII-X sec a.C., può giustificare il ritrovamento di abbondanti prodotti provenienti dall'isola di Cipro come i lingotti oxide, i tripodi, i calderoni di grandi dimensioni con attacchi a tripla spirale e strumenti da fonditore che gli artigiani nuragici cercarono di riprodurre nelle officine fusorie locali. Questi manufatti arrivarono nella costa orientale dell'Ogliastra, probabilmente



Figura 11 – Villagrande Strisaili. Brocche di bronzo scoperte nel ripostiglio del villaggio di S'Arcu e is forros arrivate in Sardegna attraverso i commerci con gli Etruschi. V-III-VII sec. a.C.

, durante le prime occupazioni da parte dei Popoli del Mare che sbarcarono lungo le coste centro orientali dell'isola e successivamente raggiunsero anche i centri delle zone più interne dell'Ogliastra, dove si praticava l'arte della metallurgia già dal Bronzo Recente. Allo stesso periodo si possono far risalire gli apporti e le collaborazioni più antiche tra metallurghi sardi e levantini che spesso sono stati identificati come ciprioti solo sulla base del luogo di produzione del rame che veniva importato dai nuragici per integrare la produzione più modesta dei giacimenti locali. I dati raccolti a S'Arcu e is forros attestano la presenza diversi mediatori che provvedevano alla commercializzazione dei metalli e dei manufatti attraverso una complessa rete di contatti che stimolarono la ricerca di nuovi mercati da parte di varie società mercantili che operavano nei vari empori individuati nelle coste della Sardegna, come mediatori che agivano anche con metodi concorrenziali. In questo scenario internazionale la Sardegna era inserita tra le mete più importanti lungo le rotte commerciali tra Oriente e Occidente per la sua posizione strategica nel Mediterraneo, per la ricchezza dei suoi giacimenti minerari e probabilmente per le conoscenze e le capacità tecnologiche nella lavorazione dei metalli. La crisi dell'economia di una longeva età nuragica può infine essere inserita in quel fenomeno più generale che viene chiamato "Il collasso dell'età del bronzo" che in molti contesti culturali del Mediterraneo diede inizio ad una più evoluta età del Ferro mentre, nello stesso periodo, la Sardegna aveva perduto la capacità di imporre il suo originale modello di sviluppo che aveva caratterizzato le precedenti fasi dell'età del bronzo e si avviava ad un lento adattamento alle nuove regole economiche imposte dall'esterno che si concluderanno con una ribelle

sottomissione alla conquista cartaginese e successivamente a quella romana.

#### BIBLIOGRAFIA.

- FADDA M.A. (1982), *Il tempio a pozzo di Su Tempiesu di Orune*, «Rivista di Scienze preistoriche», Vol. XXXVII, 1-2.
- FADDA M.A. (1989), *L'arte decorativa nell'architettura templare dal periodo nuragico*, in Atti del congresso: L'arte in Italia dal paleolitico all'età del Bronzo, «Rivista di Scienze preistoriche».
- FADDA M.A. (1991), *Nurdole. Un tempio nuragico in Barbagia, punto d'incontro di grandi civiltà*, «Rivista di Studi Fenici», Vol. XIX, a. 1991, pp. 107-119.
- FADDA M.A. (1992), *Le tecniche edilizie del periodo nuragico nell'architettura delle acque presenti nel territorio della Barbagia*, Harvard University Department of Anthropology.
- FADDA M.A. (1992), *Su Tempiesu- fonte sacra nuragica*, «Quaderni della Soprintendenza Archeologica delle province di Sassari e Nuoro», 18, pp. FADDA M.A. (1992), *Il complesso di fonti di Gremanu (Fonni)*, «Bollettino di Archeologia», 13-14-15.
- FADDA M.A. (1992), *Il tempio a megaron di S'Arcu e is Forros (Villagrande Strisaili)*, «Bollettino di archeologia», 13-14-15
- FADDA M.A. (1993), *Raccolta e tesaurizzazione delle offerte negli edifici cultuali della Sardegna Nuragica*, Atti Fifty Conference of Italian Archeology, Oxford.
- FADDA M.A. (1993), *Sa Sedda e Sos Carros (Oliena) Il villaggio nuragico*, «Bollettino di Archeologia», 19- 21, pp. 170-172.
- FADDA M.A. (1993), *IL COMPLESSO NURAGICO DI GREMANU (FONNI)*, «Bollettino di Archeologia», 19- 21, pp. 176-180.
- FADDA M.A. (1996), *Gli architetti nuragici di Gremanu*, «Archeologia Viva», 63.
- FADDA M.A. (1997), *Complesso di templi nuragici di Gremanu (Fonni)*, «Bollettino di Archeologia», 43-45, pp. 66-72.
- FADDA M.A. (1997), *Un villaggio santuario nell'altopiano bittese Su romanzesu -Poddì- Arvu*, «Bollettino di Archeologia», 43-45, pp. 189-192.
- FADDA M.A. (1998), *Nuovi templi a Megaron della Sardegna Nuragica*, in Atti XII International

congres of preistoric and protostoric sciences, vol IV , Forli, pp. 259-266.

- FADDA M.A. (2000), *Teti - Nella terra santa dei nuragici*, «Archeologia Viva», 80.
- FADDA M.A. (2001), *Nuove acquisizioni del megalitismo nel territorio della provincia di Nuoro*, in Aspetti del megalitismo preistorico, Dolianova, Tipografia grafica Parteolla.
- FADDA M.A. (2002), *Nuove Acquisizioni dell'architettura cultuale della Sardegna Nuragica*, in Etruria e Sardegna Centro-Settentrionale tra l'età Del Bronzo Finale e l'arcaismo, Atti del XXI convegno di Studi Etruschi ed Italici, Sassari 1998, Pisa-Roma, Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, pp. 311-332.
- FADDA M.A. (2003), *Villagrande Strisaili Nuoro. The discovery of tin near the megaron temple of S'Arcu e is Forros*, in Le probleme de l'etain a l'origine de la metallurgie-The problem of Early Tin, Atti del XIV congresso UISPP, Università Di Liegi. Belgio 2001, BAR International Series 1199- 2003.
- FADDA M.A. (2005), *Oliena Sa Sedd'e sos Carros. Gli architetti dell'acqua sacra*. «Archeologia Viva», a. XXIV, 111, pp. 76-81.
- FADDA M.A. (2006), *Oliena (Nuoro). Il complesso nuragico di Sa Sedd'e sos Carros. Le nuove scoperte. Riflessioni sull'architettura religiosa del periodo nuragico. Sardinia, Corsica et Baleares Antiquae*. International journal of archeology, IV 2006.
- FADDA M.A., POSI F. (2008), *Il complesso nuragico di Gremanu*. Guide e itinerari della Sardegna. Delfino editore.
- FADDA M.A., SALIS G. (2010), *Sa Sedda'esos carros e la valle di Lanaithe (Oliena)*, Sardegna Archeologica – Guide e itinerari n.46. Delfino editore.
- FADDA M.A. (2012), *S'Arcu'e is Forros. Il più importante centro metallurgico della Sardegna antica* (con appendice di Giovanni Garbini), Rendiconti dell'Accademia dei Lincei, Roma.
- FADDA M.A. (2012), *Il villaggio santuario di S'Arcu'e is Forros in Ogliastra. Il più importante centro di metallurgia della Sardegna nuragica e i suoi rapporti con l'Etruria mineraria*. Atti XI incontro di studi" Preistoria e Protostoria in Etruria".
- FADDA M.A. (2012), *Il villaggio santuario di S'Arcu'e is forros*. Sardegna Archeologica – Guide e itinerari n. 48. Delfino editore.
- FADDA M.A. (2013), *Nel segno dell'acqua. Santuari e bronzi votivi della Sardegna nuragica*. Carlo Delfino editore.
- FADDA M.A. (2015), *Teti nella preistoria-tra mito e archeologia*. Sardegna Archeologica – Guide e itinerari n. 56.
- LILLIU G. (1965), *Nuovi templi a pozzo della Sardegna nuragica*, Studi sardi 1965.
- LO SCHIAVO F. (1991) *Per uno studio sulle offerte nei santuari della Sardegna nuragica*, «AnatHEMA», 3-4, a. 1989-1990, pp. 535-549.
- LO SCHIAVO F. (2000), *I sardi sul mare: le navicelle nuragiche*, in La battaglia del mare Sardonio, Cagliari-Oriстано, La memoria storica. Mithos, pp. 117-141.
- MANUNTA M. R. (2008), *Funtana Coperta a Ballao nel Gerrei*. Scuola Sarda Editrice.
- MORAVETTI A. (2003), *Il santuario nuragico di Santa Cristina*. Guide ed itinerari della Sardegna n. 32. Carlo Delfino editore.
- SALIS G. (2006), *Nuovi scavi nel villaggio nuragico di Sa Sedd'e sos carros*, in *Sardinia, Corsica et Baleares Antiqua*. Pisa-Roma.



# Regimentazione idraulica a Hipponion/Valentia

## Water drainage systems in Hipponion/Valentia

GIUSEPPE FERRARO  
Geologo, libero professionista - Geofisica Misure

MARIA TERESA IANNELLI  
Già funzionario archeologo Soprintendenza  
Archeologia della Calabria

ANNA MARIA ROTELLA  
Archeologo, libero professionista, collaboratore  
Soprintendenza Archeologia della Calabria

Parole chiave (*key words*): antichi sistemi di drenaggio (*ancient drainage systems*), urbanizzazione (*urbanization*), erosione del suolo (*soil erosion*)

### PREMESSA

Il lavoro che qui si presenta, seppure in via preliminare, intende affrontare la problematica relativa alla gestione e al controllo delle acque di ruscellamento superficiale interne all'abitato della città di *Hipponion/Vibo Valentia*, da tempo ormai identificata con l'attuale centro di Vibo Valentia sulla costa tirrenica calabrese. (Fig. 1)

La ricerca portata avanti con metodo interdisciplinare da archeologi e geologi che hanno lavorato sul campo, analizza oltre ai dati editi in letteratura, anche e soprattutto quelli acquisiti da oltre un ventennio di indagini archeologiche effettuate per conto della Soprintendenza Archeologia della Calabria, a mezzo di scavi, prospezioni geofisiche e carotaggi, finalizzate alla tutela del centro antico e più precisamente alla valutazione del rischio archeologico connesso con l'intensa attività edilizia che ha interessato nel tempo l'abitato moderno (Fig. 2). Si tratta comunque della prima disamina di uno studio da appro-

fondire successivamente, considerato che la ricerca è in corso e che finora, è stato possibile valutare solo parzialmente i dati censiti.

### INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA

L'odierno abitato di Vibo Valentia, ricadente sul versante tirrenico della Calabria, si sviluppa su una superficie che, nell'assetto generale dell'area, costituisce un alto-morfologico interposto tra la costa tirrenica e la valle del Fiume Mesima (Fig. 1).

L'area su cui è impostata la città attuale, per grandi linee, corrisponde a quella dell'impianto urbano realizzato dai coloni provenienti dalla *polis* di *Locri Epizefiri*, intorno alla fine del VII sec. a. C.. A questo proposito gli archeologi hanno definito un tracciato possibile della cinta muraria di età greca (Fig. 2), i cui resti monumentali sono stati indagati già dall'Orsi durante le campagne di scavo del 1921 in località Trappeto Vecchio (Aümüller T., 1994; da ultimo Rotella A.M., c.s.). Il sito è caratterizzato

da un'ampia superficie sub-pianeggiante che nella fascia meridionale, divenendo più acclive (pendenza tra il 15 e il 20%), è desinente su due alture poste a quote di 560-570 m.s.l.m., su cui erano ubicate alcune delle aree sacre hipponiate: in località Cofino (Cannatà M. 2013, pp. 35-42, figg. 6-8, tavv. XXV-XXVI), alla Cava Cordopatri/Via G. B. Romei (Iannelli *et alii* c.s.). Il terrazzo è delimitato a Sud-Est dal bordo di una acclive scarpata che conduce rapidamente all'abitato di Stefanaceni. L'assetto morfologico descritto, è il risultato di alcuni importanti processi geodinamici in atto, che hanno portato alla definizione per l'area del promontorio del Poro, in cui è compreso il terrazzo di Vibo Valentia, come un alto-strutturale che costituisce l'*horst* occidentale dell'area tettonicamente ribassata (Graben) coincidente con la valle del Fiume Mesima. L'alto morfologico/strutturale, quindi, è delimitato sia a Nord-Ovest, verso la costa tirrenica, che verso Sud-Est, da un sistema di faglie attive che causano il sollevamento della struttura del Monte Poro. Conseguenza dell'attività tettonica vista è anche l'elevata sismicità che caratterizza l'area di interesse, con eventi anche molto intensi e ricorrenti, che ne fanno una delle zone sismicamente più più attive della penisola. Il basamento che costituisce l'ossatura del promontorio di Capo Vaticano, appartenente al sistema dell'Arco Calabro, è rappresentato da graniti, gneiss e quarzofilliti, coperti da affioramenti discontinui di carbonati miocenici-pleiocenici e da depositi terrigeni. In tutta l'area del promontorio del Poro e a diverse quote affiorano diffusamente depositi terrazzati marini pleistocenici a luoghi ricoperti da un sottile strato di sedimenti continentali recenti ed attuali. La storia geologica più recente (Quaternario) è caratterizzata, a partire dal Pliocene superiore, dall'instaurarsi di un regime estensionale, con la presenza di numerose faglie normali sia parallele (NE-SO) che perpendicolari (ONO-ESE) alla direzione generale dell'Arco Calabro. A partire dal Pleistocene medio, i processi estensionali sono stati accompagnati da un forte sollevamento regionale, di cui i numerosi terrazzi marini (almeno 12 ordini) sono il principale e peculiare effetto sul paesaggio costiero (Cucci L., Tertuliani T. 2006).

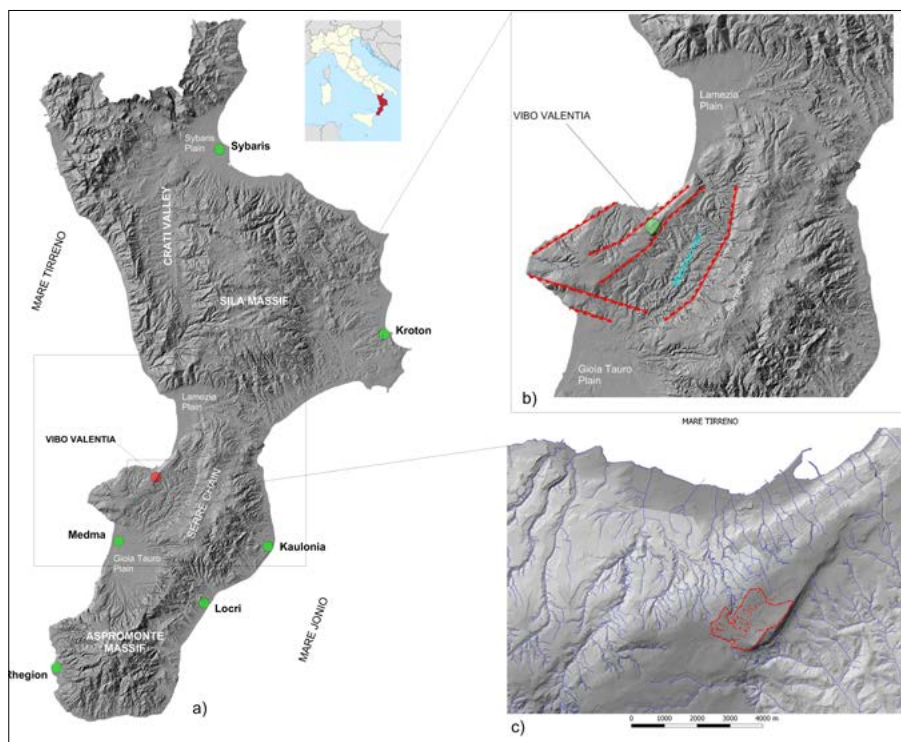


Figura 1 – Corografie. a) inquadratura geografica; b) il sito di interesse con i principali lineamenti tettonici (le linee in rosso sono le faglie (i trattini indicano la parte ribassata) che definiscono l'alto strutturale del terrazzo di Vibo Valentia, compreso tra il Graben del Fiume Mesima e la costa tirrenica; c) l'area racchiusa dalle mura di età greca (tratteggio in rosso) e il reticolo idrografico, centrifugo rispetto all'area terrazzata, con evidenti condizionamenti tettonici

MODELLO DIGITALE DEL TERRENO CON SOVAPPOSIZIONE ABITATO ATTUALE

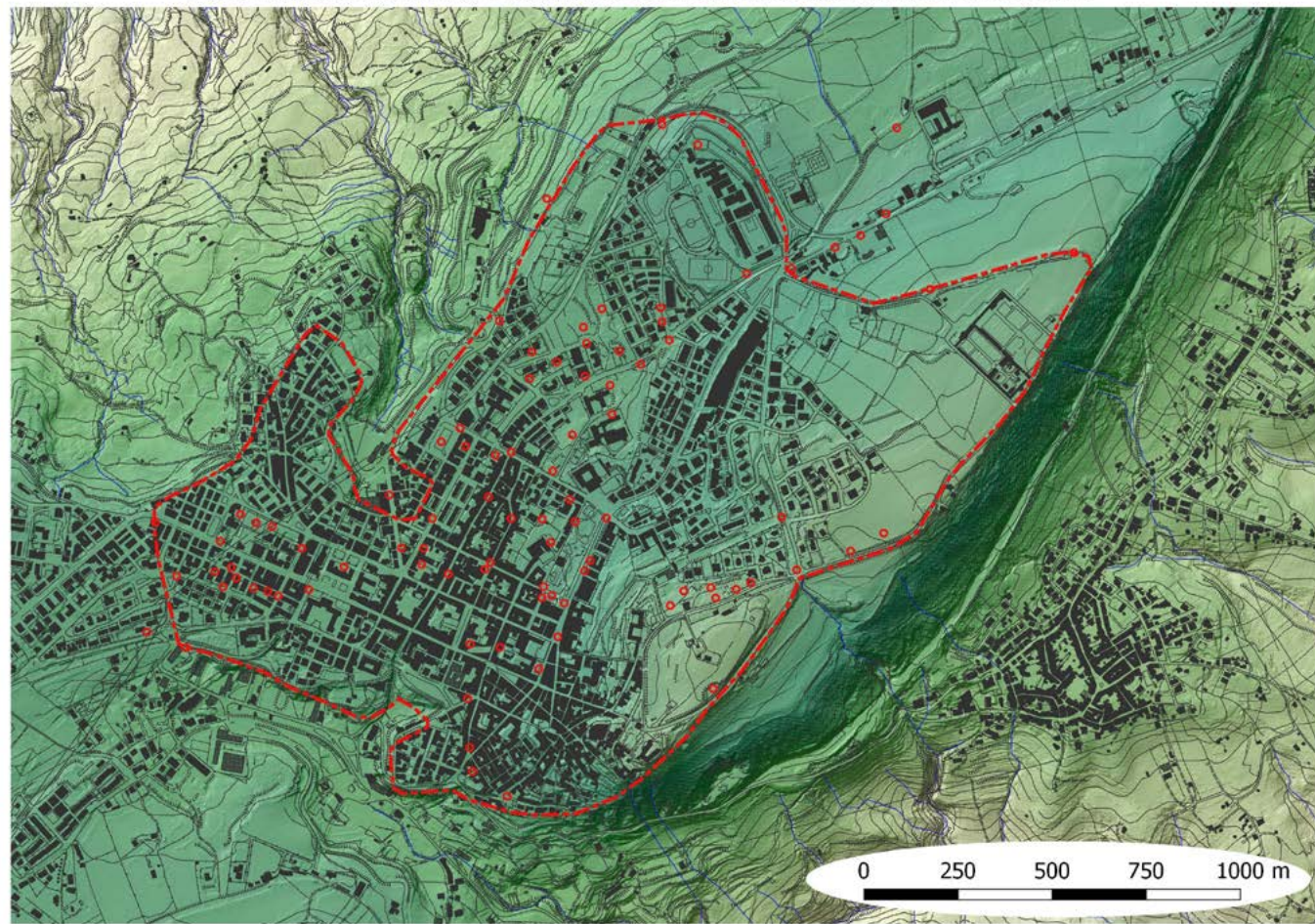


Figura 2 – I limiti della città greca di Hipponion, segnati dalle sue mura (linea in rosso), e l'abitato attuale. I cerchi in rosso sono i punti di rinvenimento di interesse archeologico individuati negli anni

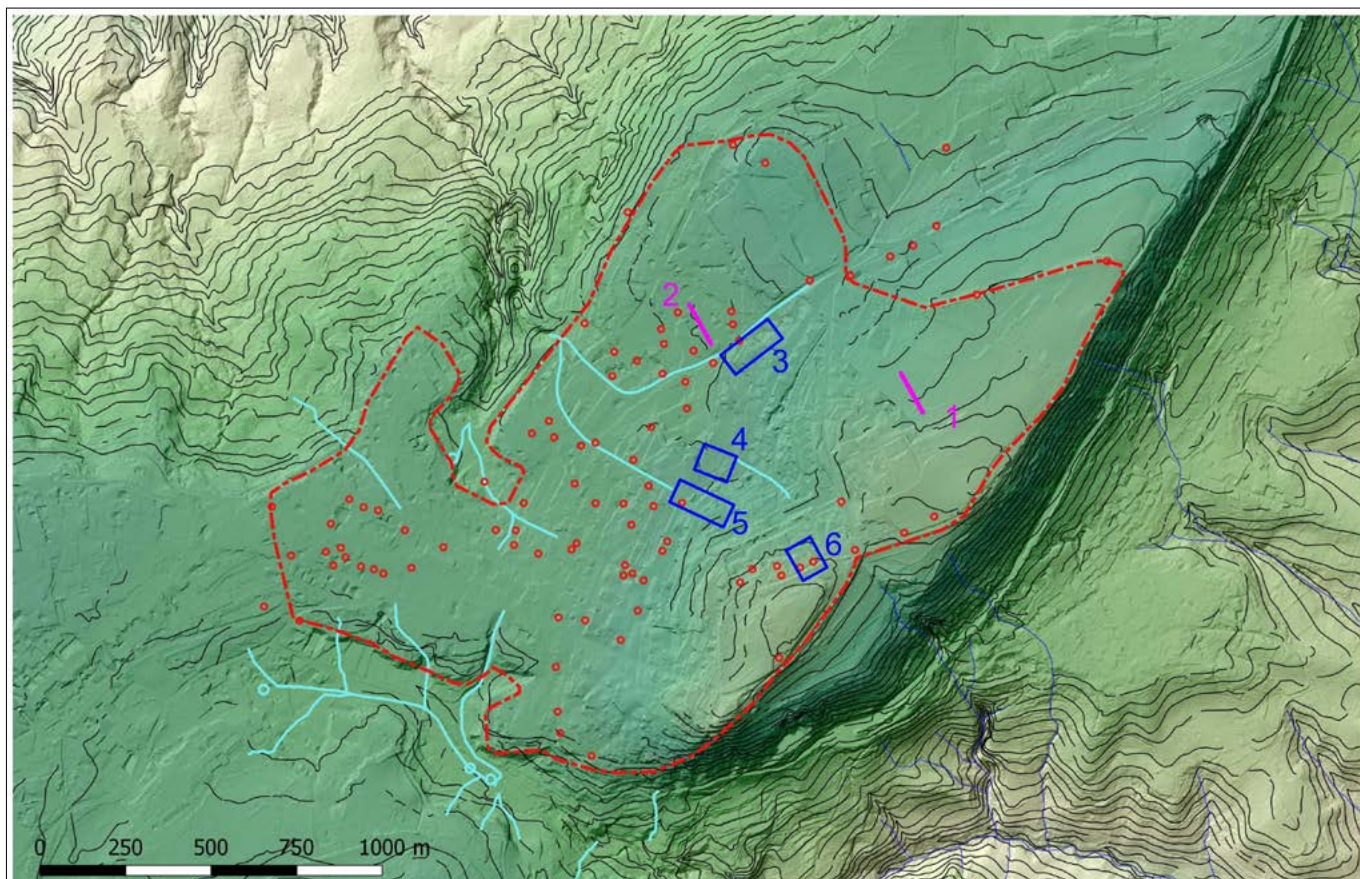


Figura 3 – Tratti di imprevio attivi fino alla metà dell'800 e ubicazione delle aree di studio. 1) profilo pedologico area del Cofino; 2) profilo pedologico area di Sant'Aloe; 3) scavi dell'area delle Terme romane di Sant'Aloe; 4) scavi area sacra Scrimbia; 5) scavo di via G. Murat; 6) scavo di via Romei-Cava Cordopatri



Figura 4 – Pianta Topografica della Città di Monte Leone, attuale Vibo Valentia realizzata nel 1819 e da cui sono stati individuati i canali attivi dell'epoca

### CONSIDERAZIONI SULL'USO DEL SITO

È ormai noto che la città greca di Hipponion, la cui fondazione è databile intorno alla fine del VII sec. a.C., è un impianto urbano realizzato da popolazioni non direttamente provenienti dalla penisola ellenica, ma costituisce una sub colonia di Locri Epizephiri, città di "primo impianto", situata sulla costa jonica meridionale della Calabria.

Gli studi finora effettuati hanno giustamente posto l'accento sulla valenza strategica della zona scelta dell'area per la fondazione della polis hipponiate da parte dei locresi: "Il sito della città greco-romana già occupata almeno fin dall'età del Bronzo antico, è ubicato su un pianoro collinare a circa 500 m s.l.m., in un'ottima posizione strategica che consente il controllo su tutto il territorio circostante ed un facile accesso alla viabilità principale. Grazie alla sua posizione geografica, la città domina a Nord, l'ampio tratto di costa del Golfo Iamertino, a Sud, tutta la piana di Gioia Tauro (antica Matauros), via obbligata verso lo Stretto di Messina. La presenza del porto, a cui la città è collegata mediante un'articolata rete viaria interna, è fondamentale sia per l'età greca che per quella romana; esso costituisce l'unica possibilità di approdo lungo la costa tirrenica a sud di Napoli, quasi tappa obbligata per le comunicazioni con la Sicilia ....." (Iannelli et alii 2013, p. 119). Alcune considerazioni di carattere geomorfologico portano ad ipotizzare che i coloni locresi, nella scelta del sito su cui fondare Hipponion abbiano

tenuto conto, tra l'altro, anche la "stabilità geomorfologica" dell'area. Più in generale, si può sostenere che la localizzazione di alcune delle maggiori "colonie di primo impianto" (*Metapontum, Sybaris, Kaulonia, Locri Epizephiri, Rhegion, Elea*) nelle piane alluvionali, in prossimità delle foci dei fiumi, se da un lato era funzionale alle operazioni commerciali, dall'altro determinava la nascita di situazioni di rischio molto elevato, a causa delle interferenze con dinamiche alluvionali e litoranee a cui le città erano soggette. È evidente che molti dei primi insediamenti greci, sono posti in aree alluvionali attive, spesso in prossimità delle antiche linee di riva, quindi in aree caratterizzate da elevata pericolosità idraulica e/o da erosione costiera. Al contrario, sembrerebbe che la scelta dell'ubicazione delle colonie cosiddette di "secondo impianto" come appunto *Hipponion*, ma anche *Medma, Laos, Heraklea, Terina, Paestum* e altre, fosse stata più attenta rispetto alle problematiche legate ai rischi geomorfologici. È come se i coloni provenienti dalla Grecia, una volta insediatisi stabilmente in alcune aree, abbiano sviluppato una maggiore consapevolezza in relazione alle pericolosità naturali e, quindi, nelle successive scelte insediative, me abbiano tenuto conto. Quella del sito di *Hipponion* in qualche modo lo dimostrerebbe, considerato che essa è ubicata su un terrazzo particolarmente stabile, delimitato da scarpate morfologiche naturali almeno su due lati, a difesa della città. Certamente è stata anche

questa stabilità naturale a garantire l'ampia continuità d'uso nel tempo di questo luogo. Mentre per gli scambi commerciali, *Hipponion* si affidava all'importante area portuale, attualmente interrata dagli apporti alluvionali, posta sulla piana litoranea tra i torrenti *Trainiti* e *Sant'Anna* (Lena 1989).

### GEOMORFOLOGIA E ASPETTI EVOLUTIVI

Gli effetti combinati tra i processi tettonici, che per l'area d'interesse sono causa di un forte sollevamento, e quelli erosivi dovuti all'attività marina lungo le coste, esplicitatisi in varie fasi nel pleistocene, hanno portato alla formazione di spianamenti collocati a varie quote, con quello di interesse posto tra 450 e 570 m.s.l.m.

Queste aree, per le basse pendenze, sono caratterizzate da una buona stabilità complessiva, che viene meno solo lungo i bordi, costituiti o da scarpate di faglia, come avviene sul bordo Sud-Orientale del terrazzo di Vibo o in corrispondenza delle antiche linee di faglia. In queste zone la superficie terrazzata tende ad essere "aggredita" dall'erosione rimontante che dai versanti più acclivi arretra verso i terrazzi, producendo condizioni di instabilità sia gravitativa (frane composite) che legata all'azione erosiva delle acque (incisione lineare e areale). Più in dettaglio, il sito in cui si stratificano le molte fasi d'uso antropico dei luoghi, è caratterizzato da una zona pianeggiante, interessata da una svasata vallecola che costituisce l'anomalia idrografica del

## STRATIGRAFIA DA PARETE DI SCAVO

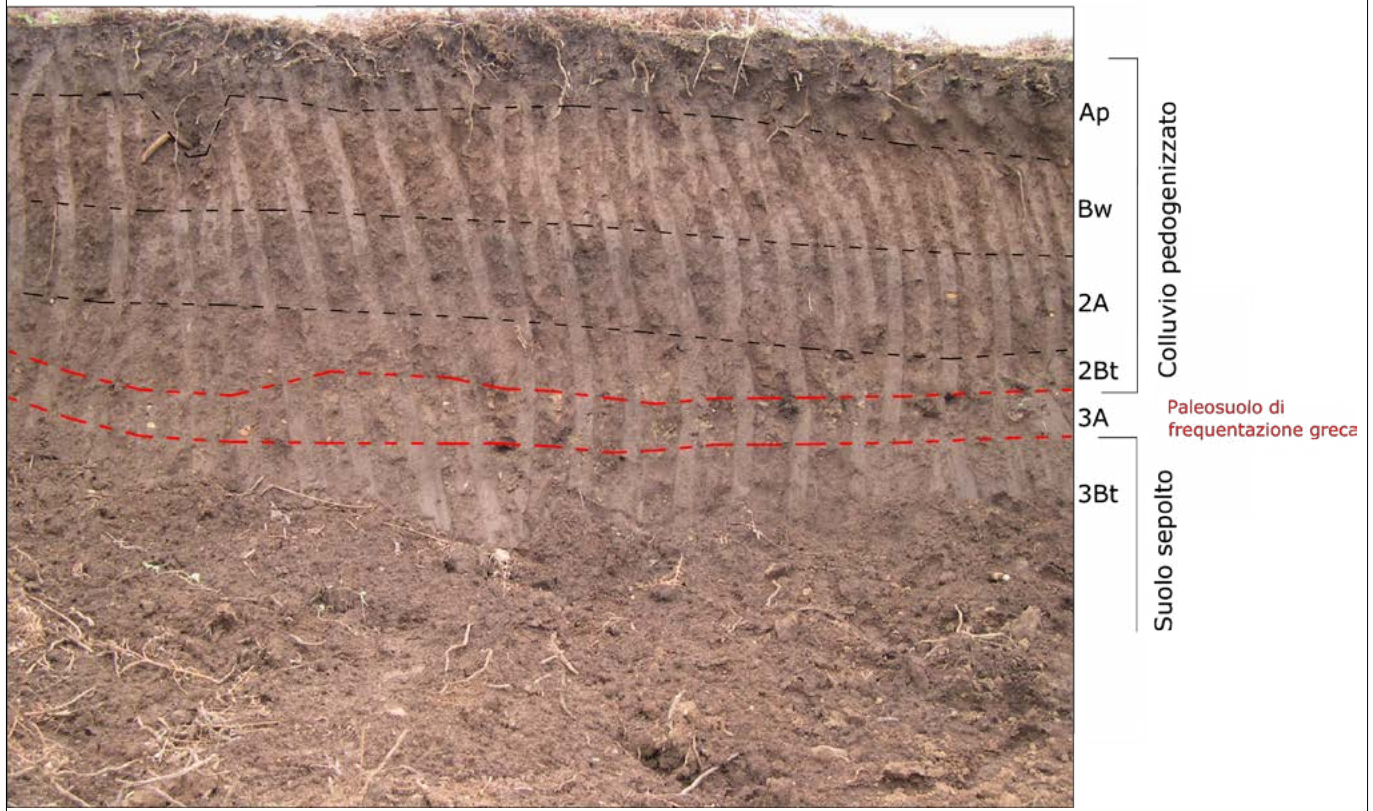


Figura 5 – Parete di scavo a valle dell'area sacra del Cofino. Si notano le coperture colluviali pedogenizzate in più cicli e il paleosuolo di età greca, contenente abbondanti frammenti ceramici e laterizi.

Fosso Sant'Aloe, chiaramente impostato su una lineazione tettonica con direzione NE-SW, attualmente canalizzato e coperto. Il canale Sant'Aloe subisce poi una brusca variazione di direzione verso Nord-Ovest (gomito), appena a Sud dell'attuale palazzo della Questura, dove assume la direzione monte-mare che segue il "normale" deflusso delle acque, raggiungendo il versante settentrionale in prossimità della località "Madonnella".

La fascia di terrazzo più a Sud, come già descritto, è caratterizzata da una maggiore pendenza (15-20%), fino alle piccole alture del "Cofino" e del Castello, sede attuale del Museo Archeologico. Questa fascia è interessata da terrazzamenti antropici più o meno estesi, con fenomeni erosivi limitati, localizzati in prossimità delle scarpate di raccordo dei terrazzamenti. Attualmente le acque meteoriche di scorrimento nelle aree non urbanizzate, sono organizzate in piccoli fossi di deflusso, mentre all'interno dell'abitato sono canalizzate nel sistema fognario cittadino. I suoli e l'articolazione morfologica del terrazzo hanno consentito in qualche modo di "registrare", o almeno di avere indicazioni, sulle variazioni climatiche e di uso antropico dei luoghi nel tempo, perlomeno a partire dall'età neolitica. In realtà, alla base della stratigrafia pedologica, è presente, molto diffuso sia all'interno, che all'esterno dell'abitato, un paleosuolo di probabile età pleistocenica, precedente cioè, all'antropizzazione del sito. Questo suolo risul-

ta "troncato" negli strati più elevati da una importante fase erosiva successiva, dovuta ad un clima più arido oppure ad un uso agricolo intensivo praticato dalle prime comunità antropiche, forse in età neolitica e/o protostorica. A questo proposito si ricorda che in alcune aree della città (Cofino, Via Romei, Scrimbia, Necropoli Orientale) sono stati rinvenuti reperti risalenti almeno all'età del Bronzo Finale (Iannelli 2004). Nella Fig. 3 sono ubicate le località principali, in cui sono stati effettuati carotaggi e scavi, utilizzati per la ricostruzione pedostratigrafica. Nella stessa figura sono riportati i canali attivi almeno fino agli inizi dell'800, per come ricostruito da una pianta della città del 1819 (*Pianta Topografica della Città di Monteleone*), riportata nella Fig. 4.

Nell'area più elevata in quota, ricadono i siti di via Romei (saggi di scavo archeologico) e delle indagini preventive eseguite appena a valle dell'area sacra del "Cofino", da cui è stato ricostruito il Profilo N. 1 (Fig. 6). In entrambi i casi si riconosce una superficie di erosione che a volte interessa direttamente il substrato metamorfico, in genere molto alterato, in forma di sabbione di disfacimento. Molto spesso la superficie di erosione "taglia" il rubefatto paleosuolo pleistocenico. Appena al di sopra della superficie erosiva si trovano degli apporti colluviali pedogenizzati nella fase di frequentazione greca, il paleosuolo in fase è visibile nel profilo derivante dalla correlazione dei carotaggi realizzati nell'area del Cofino e nel profilo di scavo

di via Romei, dov'è stato rinvenuto un profondo solco di erosione (*gully erosion?*), colmato con materiali databili alla fine del IV sec. a.C.. Successivamente, nelle antiche depressioni, al di sopra del suolo di età greca, si sedimentano ingenti spessori di colluvi soggetti a pedogenesi policiclica (Fig. 5). Di estremo interesse è il sito di via G. Murat, dove sulla prosecuzione verso monte di un impluvio attivo fino agli inizi dell'800 e ora colmato, coincidente con l'attuale via XXV Aprile, sono state rinvenute quattro strutture murarie parallele, con andamento nord-sud in grossi blocchi di calcarenite impostati trasversalmente all'andamento dell'impluvio sepolto (Fig. 7).

Queste strutture di regimazione delle acque di scorrimento incanalate, databili, almeno per ora, ad un non meglio precisabile momento della fase greca della città, risultano modulate con una interdistanza di circa 10 metri, per un tratto evidenziato pari a 40 metri circa. È comunque molto probabile che il sistema di regimazione idraulico proseguisse verso monte lungo il paleo-impluvio fino all'incisione rinvenuta su Via Romei; e verso valle, lungo la via XXV Aprile per come sembra indicare l'andamento del fosso riportato sulla pianta del 1819. Il profilo pedologico ricostruito da carotaggi archeologici realizzati appena a Nord del Fosso Sant'Aloe, attualmente incanalato e coperto, ha messo in evidenza una situazione stratigrafica caratterizzata da una spessa coltre di riporto (colmata) costituita

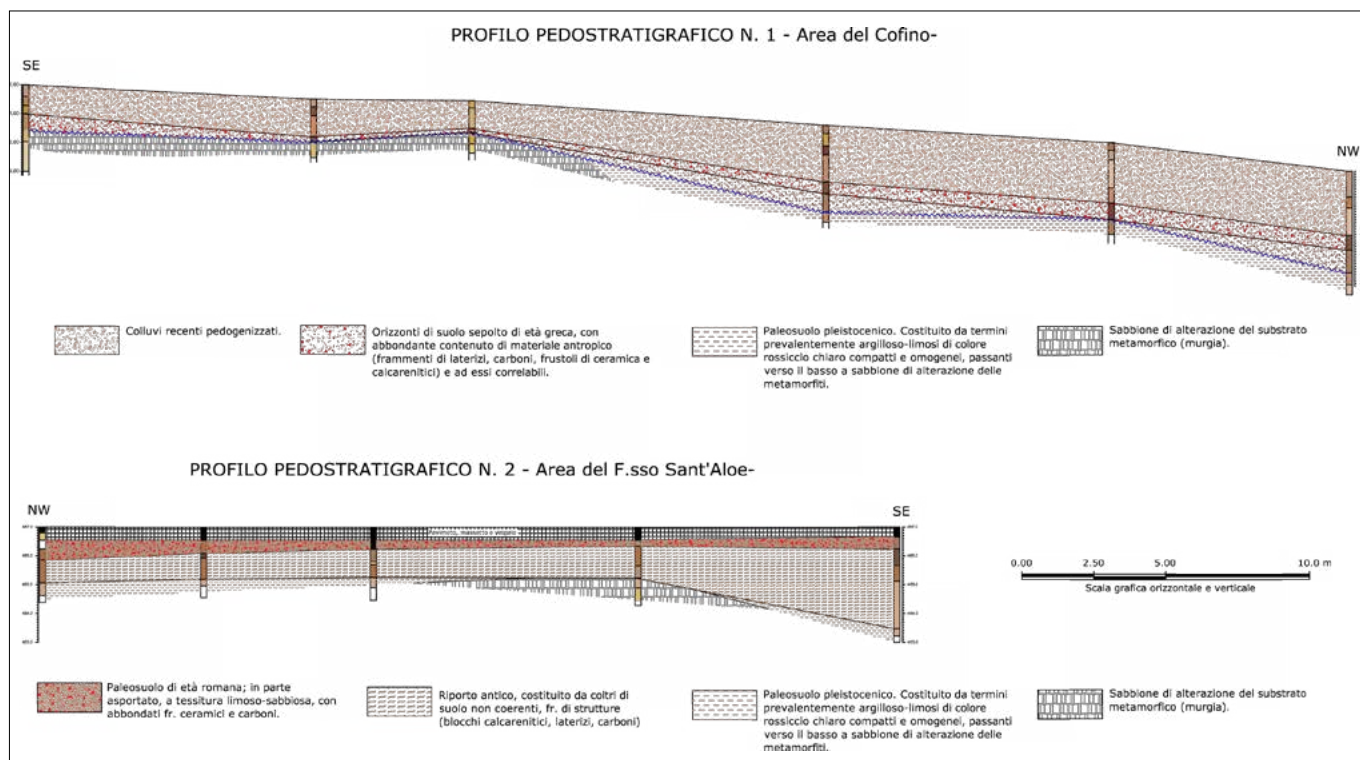


Figura 6 – Profili di correlazione pedostratigrafica. Il profilo N. 1 ricade appena a valle dell'area sacra del Cofino; la linea in blu ondulata indica una superficie di erosione che "taglia" il paleosuolo pleistocenico fino ad interessare, nella parte più elevata il substrato metamorfico. Il profilo N. 2 ricade a Sud del Fosso Sant'Aloe, vi si riconosce, al di sopra del substrato o del paleosuolo pleistocenico, uno strato di terreno di riporto che diviene più spesso verso SE, in direzione dell'impluvio attualmente canalizzato; al di sopra si rinvenivano elementi di strutture in posto databili alla fase romana (Valentia)

da terreno *facies* di suolo caotiche, contenenti piccole porzioni di strutture (blocchi calcarenitici), laterizi, frammenti ceramici databili al momento, genericamente al periodo greco. Lo spessore di questa coltre, a luoghi giacente di-

rettamente sul substrato metamorfico, a volte sul paleosuolo pleistocenico, tende ad aumentare di spessore verso Nord, in direzione del Fosso Sant'Aloe dove raggiunge i tre metri circa (Fig. 6). Segue verso l'alto un suolo molto scuro,

ben sviluppato e strutturato, contenente residui di strutture e ceramica di età romana, evidentemente coeve a quelle rinvenute nel vicino scavo delle terme di Sant'Aloe. La stratigrafia rilevata, quindi, farebbe supporre un intervento



Figura 7 – Scavo di via G. Murat. Una delle strutture murarie in blocchi di calcarenite di età greca, trasversali al paleo-impluvio, realizzate per la regimazione delle acque

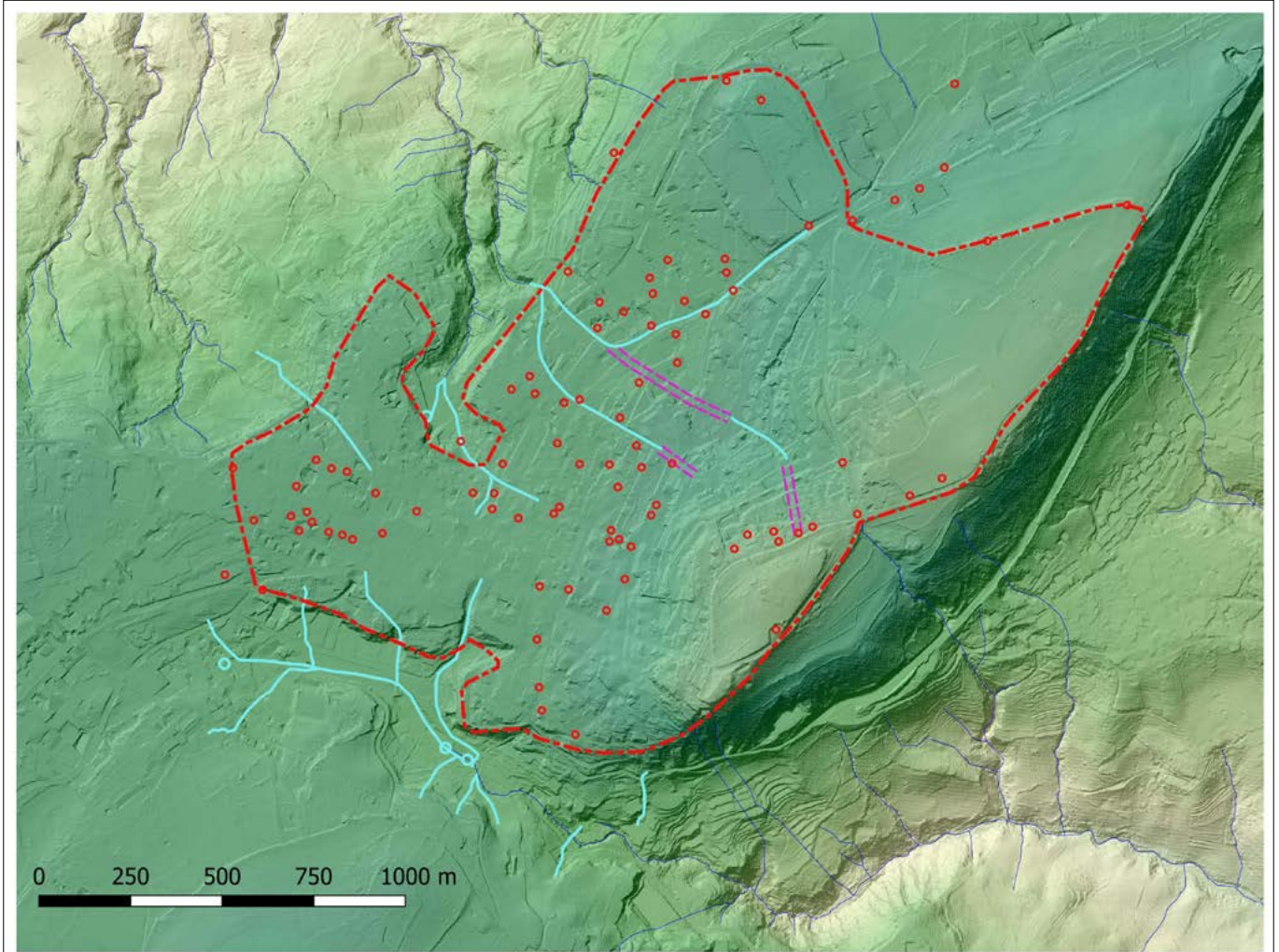


Figura 8 – Terrazzo di Vibo-Hipponion. In celeste i tratti di impluvio attivi fino all'inizio dell'800. Le linee parallele tratteggiate in fucsia indicano i tratti di impluvio totalmente colmati nel periodo romano

di riorganizzazione dello spazio in età romana che, almeno in questa zona, tende ad acquisire spazio all'urbanizzazione a scapito del sistema di deflusso naturale delle acque.

## CONCLUSIONI

Le informazioni acquisite, soprattutto dall'analisi dell'assetto pedostratigrafico, per quanto non esaustive, consentono di formulare alcune ipotesi di lavoro riguardanti il rapporto tra le dinamiche geomorfiche e idrauliche e gli interventi di urbanizzazione che hanno interessato il terrazzo di Vibo Valentia nelle diverse fasi d'uso. Si è visto che un primo indizio di condizionamento sulle dinamiche geomorfologiche potrebbe essersi verificato in età neolitica e/o protostorica, quando ha luogo un'intensa fase erosiva, presumibilmente connessa ad un uso agricolo intensivo, che porta al parziale o completo "smantellamento" di un ben sviluppato suolo pleistocenico. Seguono le attività d'uso legate agli impianti urbani di età greca (*Hipponion*) e romana (*Vibo Valentia*), la cui organizzazione vede nel primo caso un assecondare il sistema di deflusso naturale delle acque, comunque con interventi di sistemazione idraulica tesi alla protezione dall'erosione del suolo.

Successivamente, nel periodo romano, si assiste ad una riorganizzazione degli spazi, con interventi più "invasivi", che tendono ad occupare spazi prima naturali, quali fossi e impluvi (Fig. 8), la cui funzione, evidentemente, viene sostituita da canalizzazioni incluse nel sistema urbano, tali da garantire il deflusso delle acque a valle, verso il versante settentrionale. Nelle epoche successive a quella romana si raggiungono, soprattutto nei tratti medio bassi del terrazzo, condizioni di stabilità, con scarse interferenze antropiche, come testimonia la presenza di spessi suoli policiclici che derivano dalla pedogenesi sui diffusi depositi colluviali terrazzati.

## BIBLIOGRAFIA

- AÜMULLER 1994, AÜMULLER T., *Die Stadtmaueru von Hipponium, Mitteilungen Des DeutschenArchaeologiscenInstitututsRoemischeAbteilung*, Band 101, 1994, pp. 241-278, Abb. 9-11. pp. 241-278  
 CANNATÀ 2013 = CANNATÀ M., *La colonia latina di Vibo Valentia*, Roma, 2013.  
 CUCCI L., TERTULLIANI T. 2006 = CUCCI L., TERTULLIANI T., *I terrazzi marini nell'area di Capo Vaticano (Arco Calabro): solo un record di sollevamento regionale o anche di deformazione cosismica?* Il Quaternario 19(1), 2006, pp. 89-101.  
 IANNELLI et alii 2013 = M. T. IANNELLI et alii, *L'area tirrenica calabrese: ceramica a vernice nera e*

*anfore d'importazione a Vibo Valentia tra III e II sec. a.C.*, in IMMENSA AEQUORA Workshop, *Ricerche archeologiche, archeometriche e informatiche per la ricostruzione dell'economia e dei commerci nel bacino occidentale del Mediterraneo (metà IV sec. a.C. - I sec. d.C.)*, Atti del convegno Roma 24-26 gennaio 2011, a cura di Gloria Olcese. Roma 2013, pp. 117-137.

IANNELLI 2004 = IANNELLI M. T. *Nuove acquisizioni a proposito della frequentazione di età protostorica sul sito di Hipponion-Valentia*, in «Atti della XXXVII Riunione scientifica, Preistoria e Protostoria della Calabria», Scalea - Papisidero - Praia a Mare - Tortora 2002, Firenze 2004, II, pp. 835-837.

Lena 1989 = Lena g., *Vibo Valentia. Geografia e morfologia della fascia costiera e l'impianto del porto antica*, in AA.VV., *Giornate di studio su Hipponion-Vibo Valentia*, ASNP, S. III, XIX, 1989, pp. 413-876, pp. 583-608.

ROTELLA A.M. c s = ROTELLA A. M., *La cinta muraria*, in IANNELLI M. T., GUZZO P.G., GAGLIANESE G., MINNITI B., ROTELLA A.M., VIVACQUA P., *Hipponion tra la seconda metà del IV e la fine del III sec. a.C.: ricostruzione topografica alla luce di nuove scoperte* c.s.

ROTELLA 2014a = ROTELLA A.M., *Dal collezionismo alla storia. Vito Capialdi e i Brettii a Vibo Valentia*, Pisa 2014.

ROTELLA 2014 = ROTELLA A.M., *L'abitato romano di S. Aloe a Vibo Valentia*, in *Hipponion Vibo Valentia Monsleonis. I volti della città*, Reggio Calabria 2014, pp. 159-169.

# La Carta degli Antichi Acquedotti. Un progetto della Commissione Nazionale Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana

CARLA GALEAZZI<sup>(1, 2)</sup>CARLO GERMANI<sup>(1, 2)</sup>MARIO PARISE<sup>(2, 3)</sup>

(1) Egeria Centro Ricerche Sotterranee

(2) Commissione Nazionale Cavità Artificiali, SSI

(3) Dipartimento Scienze della Terra e  
Geoambientali, Università "Aldo Moro", Bari

## The Map of Ancient Aqueducts. A project by the National Commission on Artificial Cavities of the Italian Speleological Society

Referente del progetto:

Prof. Mario Parise

E-mail: [acquedotti2016@gmail.com](mailto:acquedotti2016@gmail.com)

Parole chiave (*key words*): carta (*map*), acquedotti (*aqueducts*), censimento (*inventory*), opere idrauliche sotterranee (*underground hydraulic works*)

**D**a molti anni gli speleologi italiani, parallelamente allo studio delle cavità naturali di origine carsica o vulcanica conducono studi approfonditi in strutture sotterranee di origine antropica: le cavità artificiali. Si tratta di opere ipogee di interesse storico, archeologico, geologico e antropologico, realizzate dall'uomo o riadattate alle proprie necessità, diffuse in ogni parte del mondo e diversificate per epoca, tecnica di realizzazione e destinazione d'uso.

La "Carta degli Antichi Acquedotti" è un progetto che vide l'avvio nel 2003, per volontà della Commissione Nazionale Cavità Artificiali, in occasione dell'Anno Mondiale dell'Acqua, sulla scia di un altro importante progetto di tutela della Società Speleologica Italiana: "L'acqua che berremo" (individuazione e tutela degli ambienti carsici sotterranei e superficiali).

La Società Speleologica Italiana è una associazione di protezione ambientale riconosciuta dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ed è la struttura nazionale di riferimento per gli speleologi italiani, membro dell'*International Union of Speleology* e della Federazione Speleologica Europea; essa gestisce inoltre il Centro Italiano di Documentazione Speleologica "Franco Anelli" di Bologna che ha una consistenza di 36.000 volumi, oltre ad una sezione di stampe e libri antichi dedicati al mondo sotterraneo ed una fornita emeroteca.

La Commissione Nazionale Cavità Artificiali, costituita nel 1981, è un organismo permanente della Società Speleologica Italiana, interlocutrice degli Enti preposti alla tutela del patrimonio storico-archeologico, promuove la conoscenza del patrimonio ipogeo artificiale, la sua protezione e tutela. Cura e aggiorna il Catasto Nazionale delle Cavità Artificiali, istituito nel 1989, articolato su base regionale, che comprende i dati di sintesi acquisiti dagli speleologi nel corso dei propri studi (<http://catastoartificiali.speleo.it>).

The image shows a digital survey form for the 'Carta degli antichi acquedotti italiani'. At the top, there are logos for the project, the SSI (Società Speleologica Italiana), and the 'Commissione Nazionale Cavità Artificiali'. The form title is 'Scheda Informativa Carta Acquedotti 2017'. It is divided into two main sections: 'Caratteristiche dei pozzi' and 'Caratteristiche delle tracce di scavo e cornici'. The 'Caratteristiche dei pozzi' section includes three sub-sections: 'Pozzi Tipologia' with options for 'Circolari', 'Quadrati', and 'Rettangol.', each with 'NO' and 'SI' checkboxes and input fields for 'Diametro', 'Dimensioni', 'Rivestimento', and 'Funzione del pozzo'. The 'Caratteristiche delle tracce di scavo e cornici' section includes 'Tracce di scavo' with 'NO'/'SI' checkboxes and a field for 'Come si presentano le tracce di scavo?', 'Cornici' with 'NO'/'SI' checkboxes and fields for 'Numero (quante serie)', 'Larghezza media singola cornice', and 'Profondità media singola cornice', 'Collocazione cornici' with checkboxes for 'interno curva', 'esterno curva', 'entrambe', and 'rettilinee', 'Paratie' with 'NO'/'SI' checkboxes, 'Laterizi bollati' with 'NO'/'SI' checkboxes, and 'Altre caratteristiche' with a text input field.

Figura 1 – Sezione (n. 3) della scheda di censimento del progetto "Carta degli antichi acquedotti"

La Carta degli Antichi Acquedotti è un censimento tematico, sintesi tipologica del Catasto Nazionale Cavità Artificiali, che ha per scopo la raccolta organica delle informazioni

derivanti da specifici studi speleologici sulle conoscenze relative alla presenza e alla distribuzione sul territorio italiano di opere ipogee destinate alla captazione delle risorse idriche

sotterranee, al loro trasporto e alla relativa distribuzione. Tali opere rientrano nella categoria A (Opere idrauliche) dell'albero tipologico di classificazione delle cavità artificiali, redatto dalla Commissione Nazionale Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana, e recentemente approvato anche a livello internazionale (Galeazzi, 2013; Parise *et al.*, 2013a).

Nell'ambito del progetto per "acquedotto" si intende un insieme costituito da:

- opere di presa (captazioni);
- una (o più) distinte strutture di trasporto sotterranee;
- un complesso di distribuzione a più utenti finali.

Data l'enorme quantità di opere idrauliche presenti sul territorio italiano, si è reso necessario introdurre alcuni limiti spaziali/temporali nell'ambito del progetto (AA.VV., 2007; Parise *et al.*, 2013b, c).

- Macro-periodi per l'epoca di realizzazione:
  - fino al VI secolo d.C.
  - dal VII al XIV secolo
  - dal XV al XVIII secolo (limite massimo)
- Lunghezza: uguale o superiore a 400 metri (sia misurati che dedotti dalla localizzazione delle sorgenti e dell'area di destinazione).

La scheda di censimento, disponibile sul sito internet della Società Speleologica Italiana ([www.speleo.it](http://www.speleo.it)), è costituita da quattro sezioni:

- sezione 1: dati generali necessari all'identificazione della struttura (denominazione, ubicazione, lunghezza, esistenza/disponibilità del rilievo topografico, collocazione delle sorgenti e dei recapiti, bibliografia);
- sezione 2: dati tecnici relativi all'assetto geologico ed idrogeologico dell'opera, alla presenza di speleotemi, ecc.;
- sezione 3: dati tecnici relativi alla presenza di pozzi ed altri elementi caratterizzanti: paratie, tracce di scavo e "cornici", oltre a cisterne, *castellum aquae*, ecc.;
- sezione 4: dati del compilatore.

La terza sezione della scheda è stata recentemente introdotta (2016) per sanare alcune carenze iniziali (2006; Fig. 1) poste in evidenza dall'analisi dei dati sin qui acquisiti. In particolare, per quanto riguarda i pozzi non risulta essere stato sino ad oggi intrapreso uno studio sistematico nelle strutture idrauliche, mentre riteniamo che una specifica analisi morfologica dei pozzi potrebbe consentire, in presenza di un buon numero di strutture censite, interessanti sintesi statistiche e una possibile correlazione sia tra forme diverse (circolari, quadrate, rettangolari), dimensioni ed epoche di realizzazione, sia tra forme diverse e funzioni diverse (pozzi di luce, di aereazione o funzionali allo scavo) (Fig. 2).

Gli speleologi sono stati i primi a ritenere importante acquisire dati relativi alle tracce di scavo, spesso ancora ben evidenti nelle strutture sotterranee. L'analisi della direzione delle



Figura 2 – Sx pozzo - cisterna a Cisterna di Latina (Latina) Foto C. Germani, dx un pozzo dell'acquedotto della Sala (Anagni, Frosinone) Foto C. Galeazzi.



Figura 3 – "Cornici" presenti in diverse strutture idrauliche: sx acquedotto di Palestrina (Roma) Foto L. Casciotti; centro e dx emissario del lago Albano Foto M. Vitelli e V. Puglisi.

tracce di scavo ha contribuito in molti casi a comprendere la cronologia delle diverse fasi di realizzazione della struttura sotterranea, soprattutto quando rinvenute alla base di pozzi che in tal caso, certamente, possono considerati ritenuti funzionali allo scavo dell'opera. Si è pertanto ritenuto necessario censire anche queste evidenze attraverso la scheda.

Altro dato di interesse, che negli intenti potrà essere approfondito grazie al presente censimento, è relativo alla eventuale presenza di "cornici" (Fig. 3) lungo l'asse principale del condotto sotterraneo, che sono state ritenute per lungo tempo indicatori del punto in cui le squadre terminavano lo scavo giornaliero (Castellani, 1999), ma che al presente sono oggetto di nuove ipotesi (Galeazzi *et al.*, 2015) che l'analisi dei dati raccolti potrebbe contribuire a confermare o smentire.

Altri dati caratterizzanti e di interesse sono rappresentati dalla presenza di bollati laterizi, iscrizioni, paratie, speleotemi, ecc. (Figg. 4-5-6).

#### ANALISI DEI DATI RACCOLTI

Ad oggi (dicembre 2016) sono state acquisite schede relative a 140 acquedotti. Il data base fornisce un quadro molto interessante, che ben evidenzia l'enorme rilevanza che lo studio degli antichi acquedotti sotterranei può rappresentare per il territorio italiano (si vedano, tra gli altri, Casciotti & Castellani, 2002; Delle Rose *et al.*, 2006; Gruppo Speleologico Bolognese e Unione Speleologica Bolognese, 2010).

La ripartizione per regioni evidenzia una prevedibile prevalenza del Lazio: 54 acquedotti, 28 dei quali nella provincia di Roma. L'analisi delle lunghezze evidenzia una concentrazione di strutture tra i 1000 ed i 5000 metri, con picchi di

oltre 30 Km che si riferiscono, prevedibilmente e prevalentemente, agli acquedotti di Roma.

In ordine alla litologia dei materiali affioranti nella zone di captazione i dati rispecchiano sostanzialmente l'attuale situazione italiana, che vede le sorgenti di tipo carsico fornire il 40% circa delle acque potabili (con punte diverse per la città di Roma dove si arriva intorno all'87%). Per quanto riguarda il resto, rocce vulcaniche caratterizzano il 30% delle zone di captazione, mentre le rocce sedimentarie il 35%, le rocce carbonatiche il 31%, e infine i detriti il 4%.

Anche la bibliografia di riferimento si è rivelata di notevole interesse. Sono stati acquisiti oltre 1000 riferimenti bibliografici, dei quali 866 suddivisi per regione ed i restanti relativi a testi generali.

I primi risultati sono stati pubblicati nel 2007 su un numero monografico della rivista *Opera Ipogea* (AA.VV., 2007), e nel 2012 è stata presentata al Congresso IWA di Istanbul (Parise, 2012a) la prima bibliografia internazionale di riferimento. Nel corso degli anni sono stati attivati anche proficui contatti e collaborazioni per scambio di dati con ricercatori esteri che si dedicano al censimento di analoghe strutture, in alcuni casi prendendo però esclusivamente in considerazione acquedotti romani, in altri anche strutture di superficie.

L'esperienza sin qui acquisita, sia attraverso gli innumerevoli studi condotti dagli autori in antiche opere idrauliche (si veda Germani, 2011, e relativa bibliografia), sia attraverso la Carta degli Antichi Acquedotti, ci spinge a considerare che gli antichi acquedotti:

- rappresentano una preziosa documentazione delle capacità tecniche e ingegneristiche delle antiche comunità;





Figura 4 – Bollati laterizi nell'acquedotto Facciate di Nemi (Nemi, Roma) Foto archivio Egeria Centro Ricerche Sotterranee

- grazie allo sviluppo prevalentemente sotterraneo si sono conservati intatti per millenni;
- si configurano tra le più interessanti testimonianze degli sforzi compiuti dall'uomo nella gestione del territorio e nello sviluppo delle civiltà urbane;
- anche in assenza di manutenzione spesso sono ancora in funzione;
- in alcuni casi potrebbero essere ripristinati con interventi a basso costo, costituendo un approvvigionamento suppletivo di acqua in caso di siccità o crisi idrologica.

Emerge anche chiaramente il forte contrasto tra passato (caratterizzato da uno stile di vita sostenibile) e presente (contraddistinto da degradazione dei territori carsici e perdita di risorse naturali; Parise, 2012b). È dunque fondamentale conservare la memoria di strutture idrauliche antiche, sia perché rappresentano interessanti testimonianze dell'uso sostenibile di territori fragili come quello carsico, sia perché sarebbe possibile valorizzarle attraverso progetti che ne rispettino la storia.

#### PROSPETTIVE FUTURE

Le tecnologie digitali rendono possibile la condivisione di informazioni e contenuti ela-



Figura 5 – Iscrizioni presenti nell'acquedotto di Palestrina (Roma) Foto L. Casciotti

borati in ambienti professionali diversi. L'evoluzione del progetto sarà quindi la realizzazione di un sistema informativo multimediale, sul quale caricare un data base che permetta:

- un sostanziale incremento dei dati grazie a collaborazioni con altri istituti e specialisti del settore;
- la condivisione del progetto in ambito internazionale;
- una fruizione semplice e completa dei dati;
- l'identificazione della fonte informativa a tutela della proprietà intellettuale di chi fornisce i dati;
- la conservazione delle risorse secondo standard consolidati (back up periodico dei dati, protezione da attacchi informatici, ecc.).

Il *download* del materiale documentale sarà libero, ma soggetto alla sottoscrizione di un apposito documento che identifichi il richiedente, informi sulle condizioni di utilizzo dei dati ed inviti al rispetto degli obblighi di legge.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2007), *La Carta degli Antichi Acquedotti Italiani*. In: Opera Ipogea n. 1-2007, Società Speleologica Italiana, Bologna.
- CASCIOTTI L., CASTELLANI V. (2002), *L'antico acquedotto delle Cannucceta. Indagine storico-strutturale*. Erga Edizioni, Genova. p. 96; pp. 105-126.
- CASTELLANI V. (1999), *La Civiltà dell'Acqua*, Editorial Service System, Roma, pp. 61-73.
- DELLE ROSE M., GIURI F., GUASTALLA P., PARISE M., SAM-

MARCO M. (2006), *Aspetti archeologici e condizioni geologico-morfologiche degli antichi acquedotti pugliesi. L'esempio dell'Acquedotto del Triglio nell'area tarantina*. Opera Ipogea, anno 8, n. 1-2, pp. 33-50.

GALEAZZI C. (2013), *The typological tree of artificial cavities: a contribution by the Commission of the Italian Speleological Society*. Opera Ipogea, n. 1, pp. 9-18.

GALEAZZI C., GERMANI C., CASCIOTTI L. (2015), *The drainage tunnel of Lake Albano (Rome, Italy) and the 3-years study program Project Albanus: a progress report*. Proceedings 1st International Congress of Speleology in Artificial Cavities "Hypogea 2015", Roma, Marzo 11/17, pp. 186-188.

GERMANI C. (2011), *Idraulica ipogea: acquedotti, emisari, opere di drenaggio*. Manuale Corso Nazionale "Le cavità artificiali dalla riscoperta alla valorizzazione", Urbino, 4-8 Dicembre, pp. 79-92.

GRUPPO SPELEOLOGICO BOLOGNESE, UNIONE SPELEOLOGICA BOLOGNESE (2010), *Gli antichi acquedotti di Bologna*. Grafiche A&B Bologna, pp. 223-269.

PARISE M. (2012a), *Underground aqueducts: a first preliminary bibliography around the world*. Proceedings 3rd IWA Specialized Conference on "Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations", Istanbul, 22-24 March 2012, p. 65-72.

PARISE M. (2012b), *Management of water resources in karst environments, and negative effects of land use changes in the Murge area (Apulia)*. Karst Development, vol. 2 (1), p. 16-20.

PARISE M., MARANGELLA A., MARANÒ P., SAMMARCO M., SANNICOLA G. (2012), *Ancient hydraulic systems for collection, transport and storage of water in karst settings of southern Italy*. Proceedings 3rd IWA Specialized Conference on "Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations", Istanbul, 22-24 March 2012, p. 73-80.

PARISE M., GALEAZZI C., BIXIO R., DIXON M. (2013a), *Classification of Artificial Cavities: a first contribution by the UIS Commission*. Proceedings of the 16th International Congress of Speleology, Brno (Czech Republic), vol. 2, p. 230-235.

PARISE M., GALEAZZI C., GERMANI C., SAMMARCO M. (2013b), *Hydraulic works: the Map of the Ancient Underground Aqueducts*. Opera Ipogea, n. 1, p. 21-28.

PARISE M., DEL PRETE S., GALEAZZI C., GERMANI C., SAMMARCO M. (2013c), *The map of ancient underground aqueducts*. Speleologia, vol. 68, p. 48-49.



Figura 6 – Scanalature per alloggiamento paratie. Sx acquedotto Fontana (Velletri, Roma) Foto C. Galeazzi; dx acquedotto Marcio (Vicovaro, Roma) Foto M. Parise

# L'acquedotto romano di Pesaro – Novilara: conoscere, tutelare e valorizzare

ENRICO GENNARI  
SIGEA Marche  
E-mail: e.gennari@consulenzaeprogetto.it

PATRIZIO PACITTI  
SIGEA Marche  
E-mail: p.pacitti@consulenzaeprogetto.it

## The “Roman aqueduct” of Pesaro – Novilara: to know, protect and value

Parole chiave (*key words*): ingegneria idraulica (*hydraulic engineering*), idraulica antica (*ancient hydraulics*), acqua (*water*), acquedotto (*aqueduct*), acquedotto romano (*roman aqueduct*), idrogeologia (*hydrogeology*), sorgente, (*spring*)

### 1. PREMESSA

L'antico acquedotto di Pesaro – Novilara è un'opera di ingegneria idraulica di grande pregio e struttura di rilevante importanza per le origini storico culturali del territorio pesarese, rivestendo una posizione di assoluta eccezionalità non solo per la sua antichità (I - II sec. A.C.), ma soprattutto per la sua struttura e l'intatta funzionalità: da quasi duemila anni infatti l'opera, di quasi 10 km, continua a fornire acqua alla città in maniera pressoché ininterrotta, primato che solo poche opere al mondo, e quasi totalmente di tipo idrico, possono vantare (Fig. 1).

Negli ultimi trenta anni un rinnovato interesse si è sviluppato attorno all'acquedotto (grazie soprattutto all'azione di Maria Teresa Di Luca, archeologa del Comune Pesaro), con la realizzazione di numerosi studi e ricerche; nel 2010 gli scriventi hanno condotto, per conto di Autostrade per l'Italia SPA, uno studio sulle interferenze tra un ramo dell'acquedotto e il nuovo tracciato della A14, da cui è emersa chiaramente come la mancanza di lavori di manutenzione e l'incuria stiano pro-

gressivamente danneggiando l'opera, con il rischio di perderla irrimediabilmente se non si avviano nuove ed urgenti strategie di tutela, recupero e valorizzazione del bene attraverso un progetto integrato con i numerosi altri beni archeologici del Comune di Pesaro.

### 2. I LINEAMENTI GEOGRAFICI, GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

La città di Pesaro si trova nella parte settentrionale della costa marchigiana, a pochi chilometri dal confine con l'Emilia – Romagna. Per circa il 70% il territorio pesarese è rappresentato da rilievi collinari articolati in un complesso di quattro dorsali principali: due parallele alla costa, Monte San Bartolo e Monte Ardizio, e due pressoché ad essa perpendicolari. La zona urbana di Pesaro, compresa tra i due rilievi costieri, si estende prevalentemente nella pianura alluvionale del fiume Foglia ed in quella del piccolo bacino del Genica (Fig. 2) Risalendo il fiume la piana è contornata da una morfologia collinare sempre più dolce fino ad arrivare all'estremità Ovest/Sud-Ovest del confine comunale dove i rilievi sono costituiti

dalle argille azzurre del Pliocene. Da un punto di vista geologico-strutturale generale, l'area in oggetto è compresa nel Bacino Marchigiano esterno, a sua volta parte della grande unità geologica dell'Avanfossa marchigiana; tettonicamente, queste aree sono caratterizzate da ampie sinclinali a direzione appenninica, interessate da marcati movimenti di subsidenza, separate da anticlinali per lo più molto strette, orientate anch'esse NW-SE ed interessate da complessa e diffusa fagliazione longitudinale. L'avanfossa è costituita da una successione terrigena che inizia con i sedimenti marnosi e calcareo - siliceo - marnosi appartenenti alla Formazione del Bisciario (Miocene inf.) e termina con le arenarie e le argille marnose con intercalazioni calcaree di origine chimica, appartenenti alla Formazione a Colombacci (Miocene sup. – Pliocene); su di questa si impostano in trasgressione i terreni marini sabbiosi, sabbioso limosi e quindi argillosi dell'avanfossa adriatica, che nel Pleistocene inf. segnano il passaggio alle successioni quaternarie continentali (alluvioni, depositi eluvio-colluviali e di versante).



Figura 1 – Panoramica delle pendici nord-orientali del Monte Fuga da cui parte il tratto iniziale dell'acquedotto: circondati da vegetazione più alta e con cartello di segnalazione si notano i pozzetti di aereazione

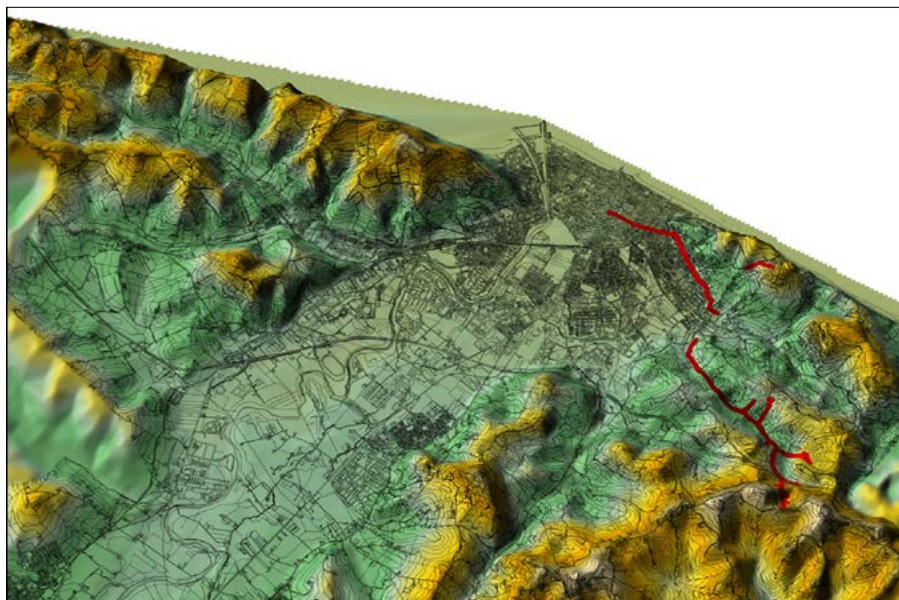


Figura 1 – Rappresentazione 3D del territorio comunale di Pesaro; in rosso il tracciato dell'acquedotto (come presente nel PRG comunale)

La parte di territorio comunale su cui si sviluppa buona parte del tracciato acquedottistico risulta costituita essenzialmente dai terreni arenaceomarnosoargillosi di età

alto miocenica e pliocenica (Formazione a Colombacci e Formazione di S. Donato), su cui si sono deposte, variamente distribuite, le alluvioni ghiaiose e sabbiose di età pleisto-

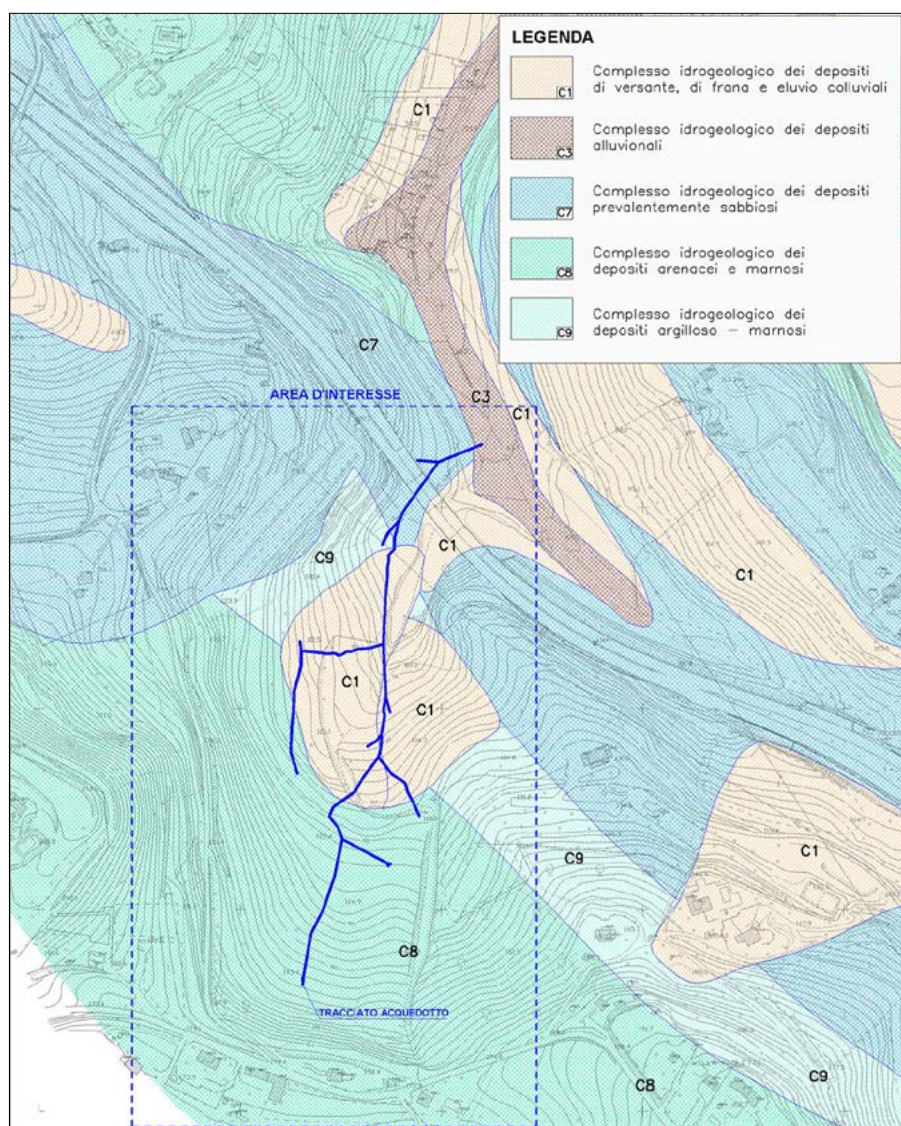


Figura 3 – Schema dei complessi idrogeologici della zona di sorgente di Novilara

cenica e quindi le coperture più recenti eluvio-colluviali. L'area della sorgente principale (Novilara) è caratterizzata da una complessa situazione strutturale che rende alquanto complicato anche il suo assetto idrogeologico, rendendone difficile l'interpretazione locale con modelli semplici: la tettonica mette a contatto i terreni appartenenti alla facies maggiormente arenacea della Formazione a Colombacci (dotati di una discreta porosità primaria con  $k = 10^{-4} \div 10^{-5}$  m/s) con i depositi della facies maggiormente argillosa ( $k = 10^{-6} \div 10^{-8}$  m/s), i quali quindi vanno a costituire l'*acquiclude* del complesso idrogeologico, creando un buon serbatoio idrico (Fig. 3). Per il resto del percorso, la galleria principale e le varie diramazioni, drenano essenzialmente acqua dai depositi di subalveo contenuti nei terreni alluvionali ghiaioso-sabbiosi.

### 3. L'ACQUEDOTTO ANTICO DI PESARO

L'acquedotto antico di Pesaro è una delle testimonianze archeologiche più importanti del territorio pesarese; il manufatto, come molti degli acquedotti di epoca romana, può essere definito una galleria drenante o filtrante: un sistema sotterraneo che ha come caratteristica principale quella di «produrre» acqua, captandola attraverso pareti semi-filtranti, oltre che condurla ad uno sbocco. Opere di questo tipo riforniscono d'acqua zone sprovviste, estraendo la risorsa dal terreno e trasportandola utilizzando solo la gravità, similmente a tante opere di tipo mediterraneo e orientali. Le prime indicazioni riguardo la possibile esistenza di un acquedotto a Pesaro si hanno negli scritti di Cicerone e in un epigrafe del II sec. d.C., in cui si accenna alla presenza di terme pubbliche nella città romana di Pisaurum, sottintendendo quindi la presenza di un acquedotto che le rifornisse d'acqua; indicazioni bibliografiche contrastanti invece danno indicazioni su una realizzazione molto più tarda (addirittura XVI secolo): per risolvere ogni dubbio sulla reale età della struttura originaria, si è provveduto a determinare un'età assoluta attraverso la tecnica della *termoluminescenza* (Dall'Aglio & Di Luca, 1989), che ha confermato per la parte più antica un'età attribuibile alla fine del II sec. A.C., anche se molte parti nel tempo sono state oggetto di sostanziali interventi di restauro e ristrutturazione.

Originariamente il tracciato iniziava sulle pendici del Monte Fuga (quota ca. 140 m s.l.m.), nelle vicinanze del centro abitato di Novilara, dove captava le acque delle sorgenti qui presenti (*caput aquae* - Fig. 4), da qui il ramo principale scendeva lungo la Valle dei Condotti (in questo tratto l'accentuata pendenza ha richiesto la realizzazione di numerosi salti di quota, con scivoli e vaschette di decantazione in corrispondenza dei pozzetti,

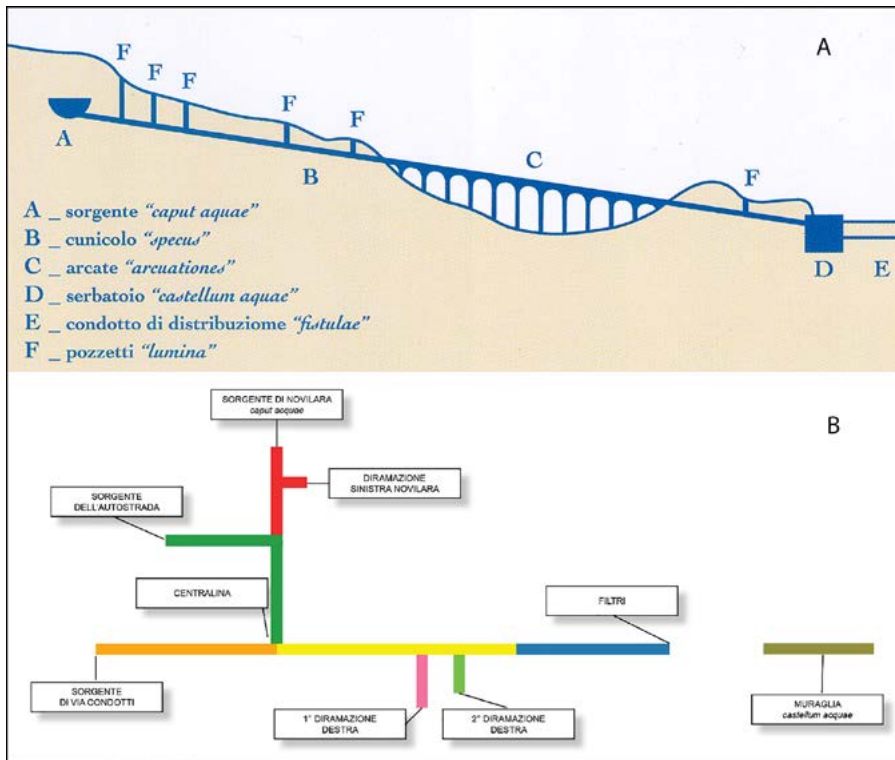


Fig. 4: Schema dell'acquedotto romano (a - Di Luca, 1989; b - Gennari & Pacitti modificato da Antonini 2006)

così da rallentare la velocità dell'acqua) fino ad arrivare in una zona chiamata un tempo "degli Archi" e adesso "Muraglia" (così denominata proprio per i resti delle antiche arcate su cui viaggiava l'acquedotto in questa zona, demolite nel 1803 per migliorare la circolazione sulla Via Flaminia, a circa 2 km da Pesaro).

A Muraglia vi era (e vi è ancora) una cisterna di decantazione realizzata all'interno degli strati arenacei tipici di questa zona, da cui il tracciato proseguiva poi sugli archi e ritornava in cunicolo alle pendici di Monte

Granaro, dove, dopo essersi unito con il ramo che scendeva dal Colle Ardizio, continuava a percorrere il versante fino al serbatoio terminale (*castellum aquae*) posto ai bordi della città, per arrivare quindi intubato a fontane pubbliche e impianti vari al centro di Pesaro. Attualmente, dopo numerose modifiche al percorso, dalla cisterna di Muraglia l'acqua viene filtrata e direttamente intubata fino in città per diversi usi non potabili e non è più utilizzato il cunicolo alle pendici del Monte Ardizio, ormai impercorribile. L'acquedotto ha una lunghezza complessiva di 9,6 km

(6,6 km l'arteria principale) e sono stati ad oggi rinvenuti quattordici rami secondari che confluiscono nell'arteria principale; la quota del cunicolo varia dai 133,9 m s.l.m. della sorgente ai 9,3 m s.l.m. finali. Sono presenti 145 pozzetti di aerazione/ispezione (*lumina*) a sezione circolare o quadrata, aventi profondità comprese tra 17 - 3,5 m dal piano campagna. Come detto la captazione delle acque avviene attraverso feritoie e bocchette sulle pareti del cunicolo - galleria drenante (nel 1889 Zannoni ne contò 1621) e la portata media è risultata essere nel tempo molto variabile: 9-10 l/sec (1977-1982), 4,8 l/s (1889 Zannoni), 0,4-0,5 l/s (2010 Gennari & Pacitti, misurata solo sul ramo iniziale).

Come era solito per le opere simili di origine romana, l'acqua originariamente scorreva dalla zona di captazione al recapito a pelo libero, cioè scorreva in un canale cui veniva data la necessaria pendenza, ricorrendo dove necessario lungo il percorso, alla costruzione di arcate o cunicoli sotterranei. Oltre la galleria orizzontale principale e quelle secondarie, inclinate in modo da far scendere l'acqua, sono presenti condotti verticali a distanze più o meno regolari lungo il percorso, di solito ben visibili in superficie (quando non ricoperti dal terreno) dove emergono con dei pozzetti (*lumina*) deputati a varie funzioni: ricerca della falda, accesso per la costruzione, aerazione, assorbimento umidità, controllo temperatura e pressione interna.

Per quanto riguarda la struttura del manufatto, si tratta come visto di un cunicolo in gran parte sotterraneo, in cui la volta, i piedritti ed il fondo, sono solitamente realizzati con elementi in laterizio (mattoni, tavole) ma che in alcuni tratti sono costituiti da pietre



Fig. 5: Alcuni tratti dei cunicoli, si notino le sezioni di "specus" con rivestimento del cavo parziale/totale realizzato con tecnica mista: pietra, laterizio e roccia (Foto G. Antonini)

o addirittura scavati direttamente all'interno delle bancate arenacee attraversate (Fig. 5).

Gli interventi di restauro nel corso dei secoli hanno modificato (soprattutto nella parte più vicina al centro abitato) la struttura originale, per cui attualmente in alcune parti l'acqua scorre dentro condotte in piombo o ghisa (spesso poste all'interno degli originali cunicoli romani); il tratto iniziale è invece rimasto praticamente inalterato, con i cunicoli originali ancora funzionanti (in gran parte) anche se oggetto di ricostruzioni e restauri parziali.

L'acquedotto è a tutti gli effetti un "manuale di tecnica di idraulica antica" con moltissime tipologie di "specus" (canale), caratterizzate da sezioni con forma della volta tra le più varie: alla cappuccina, a gradoni, piana, a botte, trapezio, etc.

Anche le sezioni di "specus" hanno il rivestimento del cavo realizzato con tecniche diverse: pietra in conci, laterizio, roccia, mista, a secco, cementata, etc.

La lezione dei Romani è valida ancora oggi: acqua come fonte di vita, d'importanza fondamentale, imprescindibile per lo sviluppo di società evolute, tanto che sui manufatti dell'opera idraulica si rinvennero iscrizioni, effigi e datazioni di ispezioni e/o lavori, testimonianze storiche che denotano il profondo rispetto per la "risorsa acqua" e per l'opera stessa, da tutelare e preservare con cautela, affidandole alle divinità (Cristo e Maria).

#### 4. LA DOCUMENTAZIONE STORICA

La base di partenza per tutti gli studi e le ricerche su l'acquedotto sono stati una serie di importanti e affascinanti documenti storici che hanno permesso ricostruire, per quanto possibile, la conformazione e lo stato dell'opera nei secoli passati e le variazioni succedutesi nel corso del tempo (abbandono rami laterali, chiusura pozzetti, etc.). La più antica pervenuta è di Luigi Baldelli, che nel XVIII sec. redasse la "Pianta di tutto l'andamento dell'acquedotto con descrizione particolareggiata".

Di fondamentale importanza sono poi la "Relazione" scritta da tale Vincenzo Polinori (1741) in qualità di "Perito e custode degli acquedotti e delle fontane di Pesaro" e soprattutto "Acquedotto di Pesaro - Progetto di Ristaurò" (1890), redatto dall'Ing. Antonio Zannoni, incaricato di relazionare circa le condizioni dell'opera, di adeguare la struttura alle nuove esigenze della popolazione e di fornire modi per migliorare portata e qualità dell'acqua; il progetto conteneva, oltre una relazione puntuale e rigorosa, numerosi allegati riportanti non solo le planimetrie dell'opera ("Altimetria della condotta delle fonti di Pesaro") ma anche profili stirati del tracciato e addirittura alcune sezioni "pseudo-geologiche" e delle sezioni idrogeologiche che illustrano i risultati di terebrazioni eseguite lungo il percorso per definire gli acquiferi captati (Fig. 6). Per la cronaca, il progetto rimase in gran parte inattuato a causa delle dimissioni della giunta e del consiglio comunale dell'epoca, promotori dell'incarico

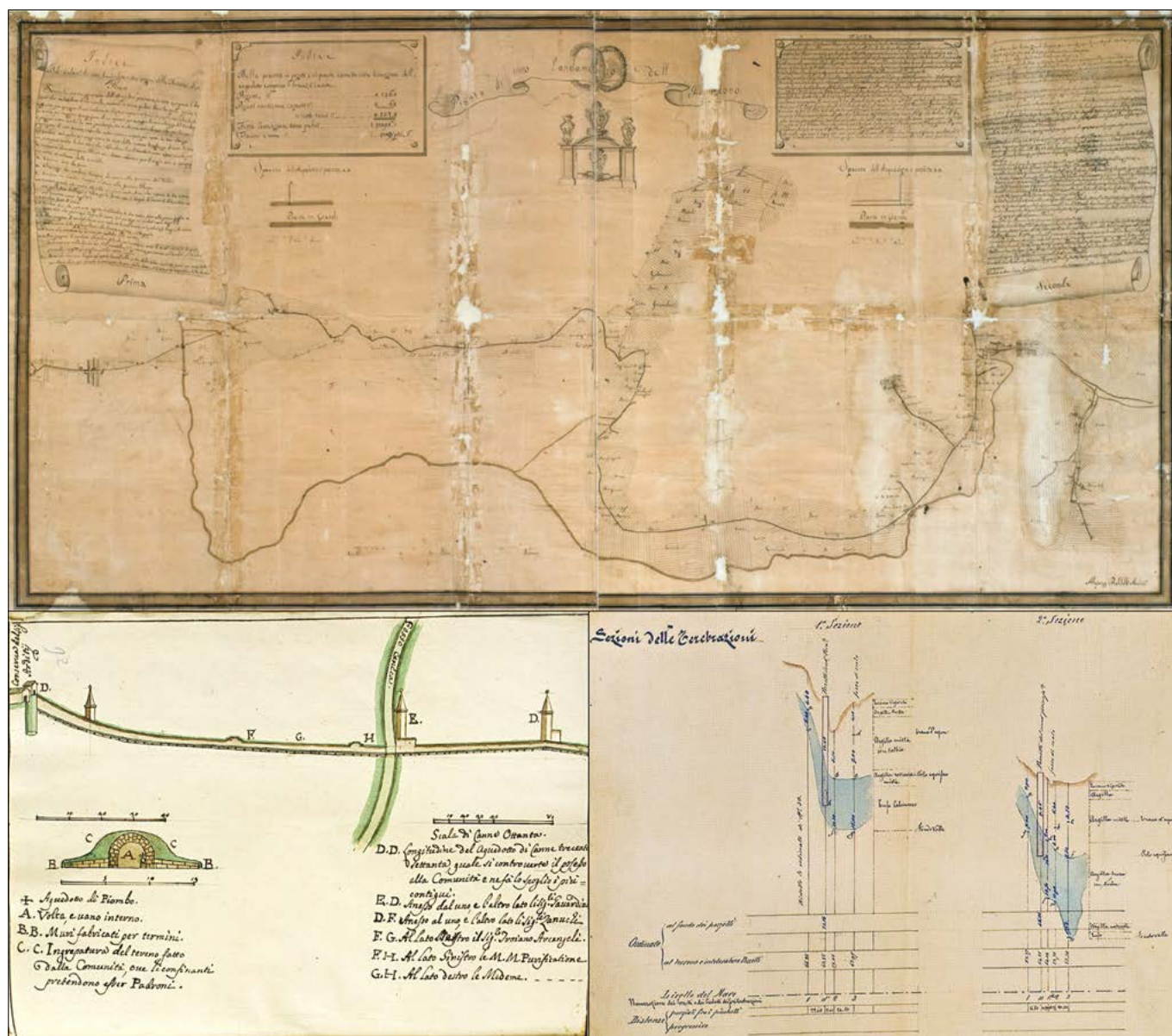


Figura 6 – Nella parte superiore la "Pianta di tutto l'andamento dell'acquedotto" – L. Baldelli (XVIII sec.); in quella inferiore particolari della "Relazione" – V. Polinori (1741) e del "Progetto di ristaurò" – V. Zannoni (1889) – Musei Oliveriani, Pesaro



## 5. LA CONOSCENZA ATTUALE

A partire dagli anni '60 l'amministrazione comunale ha promosso una serie di iniziative volte alla conoscenza, tutela e valorizzazione del manufatto. L'acquedotto è stato nello specifico oggetto nel corso degli ultimi 25 anni di almeno 3 importanti esplorazioni "speleologiche": una effettuata nel 1989 dal Gruppo Speleologico Marchigiano di Ancona all'interno di un progetto di ricerca condotto dal Comune di Pesaro in collaborazione con il Dipartimento di archeologia dell'Università degli Studi di Bologna (Nereo Alfieri e Pier Luigi Dall'Aglio), la Soprintendenza per i Beni archeologici delle Marche e l'Azienda Municipalizzata Gas Acqua – Pesaro (prima AMGA, poi ASPES ora Hera Multiservizi); una seconda condotta sempre dal Gruppo Speleologico Marchigiano di Ancona per conto di ASPES nel 2006 al fine di avere un report circa lo stato dei vari tratti/pozzetti e gli interventi di manutenzione necessari. Una terza condotta dagli scriventi sul ramo iniziale di Novilara nel 2010 (con la collaborazione del Gruppo Speleologico Anconetano "Anima Mundi – Antonini e Santinelli e del "Gruppo Speleologico di Urbino") all'interno degli studi eseguiti per definire l'interferenza tra l'acquedotto e l'ampliamento della A14. Le ricerche (la prime due in maniera più generale, la seconda in maniera più dettagliata seppur limitata ad un solo tratto) hanno permesso di raccogliere, tratto per tratto, una serie di informazioni su geometria, profondità, dimensioni, portata e stato di conservazione dell'opera, attraverso la compilazione di schede tecniche riguardanti i tratti di cunicolo/pozzetti accompagnate da esaustiva documentazione fotografica. Le ispezioni hanno fatto emergere uno stato di degrado abbastanza generalizzato, in alcuni tratti molto grave dovuto allo stato di abbandono conseguente la mancanza di una manutenzione ordinaria/straordinaria del cunicolo e dei pozzi, cessata nel 1972. Anche un confronto tra quanto osservato e descritto tra il 1998 e il 2010, mette in luce un preoccupante e progressivo peggioramento della situazione, con un sensibile aumento delle parti danneggiate o divenute impercorribili: molti sono i tratti allagati per crollo e quelli in cui la presenza di notevoli concrezioni calcaree ostruisce in parte la condotta, frequente la presenza degli apparati radicali di alberi posti troppo vicino il manufatto, mentre alcuni pozzetti sono stati crollati o disassati. Come è facile concludere, i problemi dell'acquedotto (danni per le pratiche agricole, infiltrazioni d'acqua, immissione di rifiuti, crolli, intrusione di radici arboree, etc.), che hanno reso necessari bandi e divieti nel tempo, in età moderna sono aumentati ad un ritmo sempre maggiore, ma nonostante ciò molte parti conservano intatta la loro bellezza ed il loro fascino.

## 6. LE INTERFERENZE MODERNE

Nel 2010 la realizzazione dell'ampliamento della A14 si poneva come una pericolosa interferenza con il ramo iniziale di Novilara dell'acquedotto, vista la vicinanza (e in alcuni casi la sovrapposizione) degli elementi progettuali con il cunicolo idrico sotterraneo. Gli scriventi furono incaricati da Autostrade per l'Italia SPA, di definire e verificare nel dettaglio tali interferenze, in modo da poter prendere le adeguate misure di sicurezza. Già in una fase preliminare ci si rese conto che la trasposizione del tracciato dell'acquedotto e dei pozzetti di aereazione sulle planimetrie comunali (prima tra tutte la carta vincolistica in allegato al PRG), non era corretta, con errori evidenti anche di decine di metri (tutt'ora non corretti né sanati), il che metteva a serio rischio l'acquedotto a seguito dei futuri interventi. La porzione di acquedotto oggetto di studio è quella che include i tratti compresi tra la sorgente di Novilara ("caput acque") e l'intersezione del ramo principale con l'altra diramazione proveniente dal Fosso dei Condotti, per un totale di ca. 1 Km (Fig. 4). Partendo da un accurato e laborioso recupero delle fonti storiche, integrate e confrontate con i lavori più recenti e con le informazioni derivanti dalle ispezioni effettuate all'interno dei cunicoli negli ultimi anni dal Comune di Pesaro e dall'ASPES (gestore dell'acquedotto), si è costruito il "tracciato di riferimento" (Fig. 7), successivamente verificato con una campagna geofisica di superficie e di rilievi sotterranei dei cunicoli stessi nelle aree risultate interferenti (zone critiche). A questo si è aggiunto uno studio di dettaglio dell'idrogeologia della zona, in modo da meglio individuare e conoscere la risorsa idrica captata e, stimando le portate, verificare nel tempo eventuali variazioni. La campagna di indagini, fulcro di tutto il lavoro è consistita di: 1) Rilievo pozzetti aerazione/ispezione acquedotto sotterraneo con GPS; 2) Esplorazione diretta e rilievo tratti a maggiore criticità, con misure di portata all'interno dell'acquedotto; 3) Indagini geofisiche di superficie per l'individuazione in profondità dei cunicoli (n.17 stendimenti di tomografia elettrica, n.2 Radar GPR); 4) Indagini geofisiche di superficie per studio idrogeologico area atta a definire eventuali interferenze dei lavori con l'acquifero (n. 3 stendimenti di *tomografia elettrica*). Il risultato finale è stato la delimitazione di due aree principali di interferenza diretta tra il tracciato acquedottistico e le opere di progetto di ampliamento della A14 nella zona specifica (Zone critiche 1 e 2), con la definizione con precisione della posizione nello spazio e della geometria della struttura idrica, fornendo quindi al committente le indicazioni utili per evitare danneggiamenti al manufatto. All'orizzonte però ci sono già nuove problematiche

relative a possibili interferenze tra il tracciato dell'acquedotto e nuove opere stradali (progetto della variante alla strada interquartieri a seguito della realizzazione del nuovo casello autostradale Pesaro sud.).

## 7. TUTELA E VALORIZZAZIONE

Già il Polinori indicava nelle cause di degrado la mancata osservanza delle "proibizioni" emanate dalle amministrazioni dell'epoca e la storia non è cambiata ai giorni nostri; i progetti di ricerca attuati fino ad oggi hanno fornito importanti strumenti per tutelare l'opera, non sempre però le informazioni raccolte si sono rivelate esatte o adeguate per le diverse necessità: ad esempio anche se le Norme tecniche di attuazione (NTA) del PRG del Comune di Pesaro indicano un ambito di rispetto di 5 e 20 m ai lati dell'asse dell'acquedotto (Art. 3.1.1.2), poi in realtà la sua trasposizione planimetrica non è corretta per cui la norma risulta poco o nulla efficace. L'esperienza maturata da noi nel 2010 ha messo in evidenza i numerosi fattori di criticità ed i notevoli punti forza dell'opera, facendo emergere come le conoscenze siano ancora approssimative e come il degrado e l'incuria stiano compromettendo gravemente tutta la struttura; tale esperienza andrebbe replicata sull'intero tracciato, prevedendo una serie di attività ed interventi volti alla più approfondita conoscenza dell'opera, di fondamentale importanza per poi procedere ad una precisa tutela e valorizzazione del bene, attraverso attività che possono essere riassunte nelle seguenti fasi: 1) Rilievi (di superficie e in profondità, con strumentazione adeguata) 2) Analisi, elaborazione e informatizzazione dei dati, con esatta ricostruzione e posizionamento in superficie ed in profondità del tracciato; 3) Trasposizione, ridefinizione e recepimento degli ambiti di tutela nel PRG e NTA; 4) Verifica delle interferenze con nuove opere in previsione ed esistenti; 5) Definizione norme di salvaguardia ad hoc sull'uso dei terreni in superficie (metodi e profondità lavorazioni, limiti alla vegetazione arborea in rapporto alle caratteristiche dell'opera (profondità cunicoli e pozzetti ispezione, etc.); 6) Programmazione degli interventi di ordinaria/straordinaria manutenzione ed eventualmente ripristino; 7) Messa in sicurezza di alcuni tratti in maniera indifferibile/urgente; 8) Valorizzazione - Musealizzazione del bene/tracciato (cartellonistica, visite guidate, percorsi didattici dedicati, uso di nuove tecnologie; i tratti più affascinanti e d'impatto scenico, oltre che per il valore architettonico, idraulico ed archeologico, con le dovute misure di sicurezza, potrebbero essere resi fruibili ad un pubblico "esperto" tramite visite, come già fatto in altri acquedotti/gallerie filtranti in cavità ipogee).

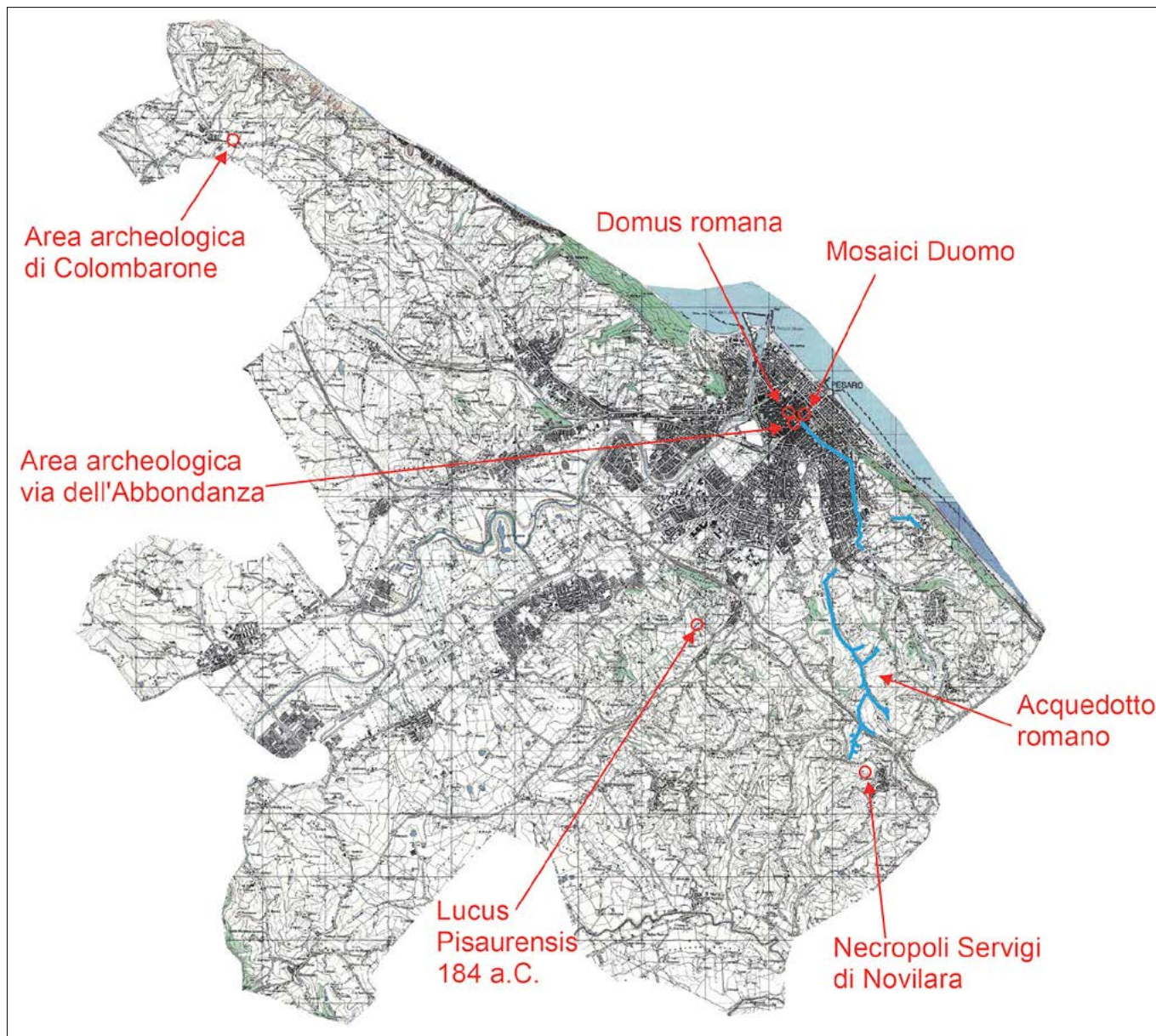


Figura 8 – I più importanti siti archeologici del territorio pesarese

## 8. CONCLUSIONI

La conoscenza è il punto di partenza per tutelare e valorizzare opere come l'Acquedotto Romano di Novilara che, per l'incuria e l'abbandono, rischiamo di perdere irrimediabilmente, quando invece andrebbero inserite in un progetto coordinato e strategico più ampio, andando a costituire un vero e proprio "museo diffuso" del territorio e della Città. Prendendo a prestito G. Floberth *"Ce ne sont pas les perles qui font le collier, c'est le fil"*, l'Acquedotto Romano, costituisce una delle perle di un territorio ricco di storia, cultura, architettura e archeologia di eccezionale valore anche paesaggistico: i Mosaici del Domo, la Domus Romana, la Necropoli di Servigi di Novilara, il Lucus Pisaurensis del 184 a.C., l'area archeologica di Via Dell'Abbondanza e quella di Colombarone, legati con un unico filo assieme all'Acquedotto Romano, sono le "perle" che rappresentano la memoria storica del territorio e della comunità pesarese, i gioielli che non possono essere perduti, ma valo-

rizzati (Fig. 8). I Romani ci hanno infatti dato non solo una "sapiente e magistrale" lezione di Idraulica, ma anche di vita, attraverso l'utilizzo rispettoso e sostenibile delle risorse, con modelli virtuosi di gestione della società e dell'ecosistema, che vanno ripresi per sviluppare, oggi, nuove strategie. Partendo magari dai principi del *"Codice di Hammurabi"* – XIX sec. a.C. sulla manutenzione idraulica ed acquedottistica in Mesopotamia da parte dei singoli proprietari dei fondi interessati, o piuttosto rispolverando le *"virtù civili"* ed il *"bene comune"* già tanto cari al Genovesi (economista del '700) che sosteneva come indispensabile l'equilibrio tra l'interesse per sé e la solidarietà sociale; valori ancor più attuali oggi, nel pieno di una crisi neoliberalista che sta mostrando i propri limiti.

## 9. BIBLIOGRAFIA

BALDELLI L. (1700), *Pianta di tutto l'andamento dell'acquedotto con descrizione particolareggiata*, Musei Oliveriani Pesaro, 1171.

BETTI M., BURATTINI A., GENNARI E., MAGNONI M., MERCANTINI F., PACITTI P., ZANARELLI L. (2010), *L'acquedotto romano di Pesaro: rilevamenti di rami laterali lungo F. Condotti*, Atti del VI Convegno Nazionale Speleologia Cavità Artificiali Urbino.

COLANTONI P., MENCUCCI D. (2004), *Note sull'evoluzione della fascia litorale interessata dalla città di Pesaro*. In: P.L. DALL'AGLIO, I. DI COCCO, *Pesaro romana: archeologia e urbanistica*, Edizioni Ante Quem.

DALL'AGLIO P.L., DI LUCA M.T., MARTINI M., SIBILIA E., TATALI B., VIGGIANI G., ZELASCHI C. (1990), *Contributi per la datazione del c.d. "acquedotto romano di Pesaro"*, Picus. In: Picus - Studi e ricerche sulle Marche nell'antichità, IX, pp. 121-139.

DALL'AGLIO P. L., DI LUCA M. T., *L'acquedotto romano*. In: A. BRANCATI, *L'approvvigionamento idrico a Pesaro dalla sua più antica realizzazione al 2000*, ASPES, pp. 13-37.

DI LUCA M. T. (2009), *L'acquedotto romano di Pesaro Tra passato e futuro*, Archeo Edizioni.

POLINORI V. (1741), *Relazione*, Musei Oliveriani Pesaro, 1551, 2, c.

ZANNONI V. (1889), *Acquedotto di Pesaro - Progetto di Ristaurato*, Archivio Storico Comunale di Pesaro.



# Il Cisternone romano di Formia nell'ingegneria idraulica dell'antica Roma

GIANCARLO GUADO  
Studio Tecnico Guado

E-mail: info@studioguado.com

## The Roman Cisternone of Formia in hydraulic engineering of ancient Rome

Parole chiave (*key words*): Cisternone romano (*Roman Cisternone*), De aquaeductu urbis Romae (*De aquaeductu urbis Romae*)

### ACQUA TRA SCIENZA E TECNICA NEL MONDO ANTICO

Nel IV secolo a.C., Aristotele riconobbe in Talete di Mileto l'iniziatore della ricerca scientifico-filosofica da cui trae origine la nostra cultura occidentale; Mileto, nella Ionia, godeva dell'influsso delle grandi civiltà fluviali dell'Egitto e della Mezzaluna fertile. *«La maggior parte di coloro che primi filosofarono, pensarono che principi di tutte le cose fossero solo quelli materiali. ...Talete, iniziatore di questo tipo di filosofia, dice che quel principio è l'acqua (per questo afferma anche che la Terra galleggia sull'acqua), desumendo indubbiamente questa sua convinzione dalla constatazione che il nutrimento di tutte le cose è umido, e che perfino il caldo si genera dall'umido e vive nell'umido. Ora, ciò da cui tutte le cose si generano è, appunto, il principio di tutto. Egli desunse dunque questa convinzione da questo fatto e dal fatto che i semi di tutte le cose hanno una natura umida e l'acqua è il principio della natura delle cose*

*umide»* (Aristotele, *Metafisica*, Rusconi Milano, 1994, pag. 15).

Nel panorama scientifico del mondo greco non mancarono figure che diedero alcuni contributi legati alla conoscenza dell'acqua. Si può, ad esempio, ricordare Archimede (III secolo a.C.) che unì lo studio della matematica alla fisica ed alla meccanica e scoprì, tra l'altro, importanti leggi nei campi della statica (la legge della leva), nell'idrostatica (legge di Archimede), nella meccanica pratica (macchine per alzare l'acqua o macchine belliche) e Erone di Alessandria (I o III sec. d.C.) inventore della pompa idraulica e dei primi orologi ad acqua. Furono, però, i Romani, gli inventori di una vera e propria ingegneria idraulica a causa dello sviluppo dell'urbanizzazione. Lo annotava, nel I secolo a.C. già Strabone: *«i Romani, a differenza dei greci, posero ogni cura su tre cose sopra tutte, l'aprire strade, costruire acquedotti, disporre nel sottosuolo le cloache... le acque fluiscono così abbondanti nella città grazie agli acquedotti che*

*veri e propri fiumi scorrono attraverso la città e nelle condotte sotterranee; e praticamente ogni casa ha cisterne, tubature e abbondanti fontane»* (Strabone, *Geografia*, v, 3, 8).

### A ROMA

L'ingegneria idraulica romana nasce al tempo dei Tarquini, tra il VII /VI secolo a. C. Tra il 312 a.C. e il 52 d.C. nascono nove acquedotti romani, altri due nei secoli immediatamente successivi (Fig. 1).

Nel *«De architectura»* (ca 15 a.C.) di Marco Vitruvio Pollione e nei libri della *«Naturalis Historia»* di Plinio il Vecchio (I sec. d. C.) si trovano importanti e preziose nozioni tecnico-scientifiche della scienza architettonica riferite al tema idrico ma le informazioni più importanti vengono da Frontino. *Curator aquarum* dell'impero, da Nerva a Traiano, fu autore del *De aquaeductu urbis Romae* in cui esaminò tutto ciò che è relativo all'accumulo e alla distribuzione dell'acqua, a Roma. Nella Roma antica, infatti, l'approvvigionamento idrico veniva costantemente garantito dalla presenza, nelle zone abitate, di serbatoi in cui l'acqua veniva convogliata, mediante vasche di raccolta e canali di immissione. Si tratta di grandi cisterne, una delle quali è possibile visitare, ancora oggi, a Formia.

### FORMIA: ASPETTI STORICI, GEO-IDROLOGICI

La città si trova nel Lazio meridionale al confine con la Campania; è stretta tra il mar Tirreno (golfo di Gaeta) e i monti Aurunci (Parco Naturale) che terminano poco più a Sud, lasciando comunque libero un agevole percorso che dal Cassinate (bassa valle del Liri, fiume che lì assume il nome di Garigliano) congiunge l'interno del basso Lazio al mare. (Figg. 2 e 3).

La collocazione geografica fu circostanza determinante per la sua fondazione da parte degli Aurunci. La leggenda, invece, la attribuisce ai Lestrigoni, i giganti cannibali dell'Odissea che causarono gravi danni ad Ulisse. L'attuale Formia sorge sul luogo della antica città; di quest'ultima restano diversi tratti



Figura 1 – Acquedotto alimentazione città di Minturno



Figura 2 – Formia: territorio



Figura 3 – Formia: panorama

di una poderosa cerchia di mura poligonali, probabilmente ascrivibili agli Aurunci, visibili nello storico quartiere Castellone e presso la costa, all'interno di proprietà private spesso malmesse (Fig. 4).

Formia fu conquistata dai Romani tra il V ed il IV sec. A. C. ed ebbe piena cittadinanza nel 188 a.C. La città divenne (e rimase per parecchi secoli) una città ricca, con una



Figura 4 – Formia: mura megalitiche

popolazione molto attiva (qui nacque l'architetto Vitruvio). Molto diffuso fu l'allevamento ittico, in piscine delle quali rimangono nume-



Figura 5 – Formia: tomba di Cicerone

rose tracce. Nell'area del Castellone si trova il grandioso Cisternone sotterraneo. Vi è poi il *Formianum* di Cicerone del quale non è stato ancora identificato il luogo: alcuni dicono essere la villa i cui resti sono sulla penisola di Gianola, ma i più lo identificano con i ruderi sul litorale di Vindicio, in corrispondenza con il mausoleo detto appunto Tomba di Cicerone (Marziale ne fa cenno compiacendosi con Silio Italico per il possesso di una villa a Formia includente il sepolcro dell'oratore) (Fig. 5).

Lungo la Via Litoranea, sotto l'area dell'attuale Villa Rubino (ex Villa Reale borbonica di Caposele, famosa per la firma della resa di Gaeta del 1861) si trovano i grandiosi resti di una caratteristica «villa formiana», con ambienti decorati, ampi terrazzamenti, ninfei, porticiolo e peschiera (Fig. 6).



Figura 6 – Gianola: villa romana

La piccola penisola di Gianola (Parco regionale di Gianola e Monte di Scauri) ospita la villa, come prima detto, forse di Cicerone ma più probabilmente appartenuta a Mamurra (I sec. a. C.) ricco cavaliere formiano, compagno di Cesare. (cultore dei vini Cecubo e Falerno. La struttura idrogeologica di dettaglio vede Formia appoggiata tra la dorsale carbonatica dei monti Aurunci (N-E) e i depositi costieri delle formazioni sedimentarie plio- pleistoceniche (sabbie con livelli argillosi, conglomerati e calcareniti). L'«Atlante delle sorgenti della provincia di Latina» (settore ecologia e ambiente P. Latina) suddivide il territorio provinciale in S.I. (Strutture Idrogeologiche) e S.A. (Sistemi Acquiferi) – in particolare Formia è caratterizzata dalla S.I. dei Monti Aurunci a Ovest del F. Ausente, con circolazione di acqua sotterranea per fratture, (sorgenti anche di discreta portata). E dal S.A. Eterogeneo Sud Pontino (circolazione di acqua sotterranea non ben definita in sedimenti continentali e marini terrigeni nella zona costiera) (Fig. 7).

#### IL CISTERNONE ROMANO (I SEC. A.C.)

È una imponente struttura ipogea estesa in senso longitudinale da file di pilastri che suddividono l'ambiente in quattro navate coperte da volte a pseudo-crociera. Presenta forti affinità tipologiche con due delle importanti cisterne del mondo antico, quali la «Piscina Mirabilis» di Miseno e la celebre

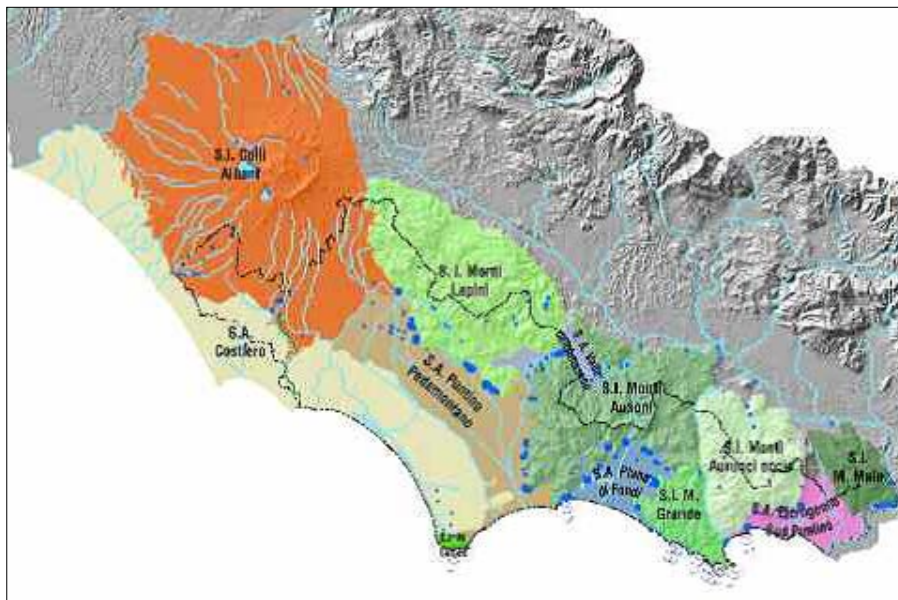


Figura 7 – Assetto idrogeologico del territorio di Formia



Figura 8 – Formia: porta occidentale del Castellone



Figura 9 – Formia: Castellone

Yerbatan Saray di Istanbul. Il suo recupero ha permesso di conservare una delle principali testimonianze dell'ingegneria idraulica romana. Costruito quando l'espansione della città necessitò di un acquedotto, era collocato sulla sommità dell'Arce (quartiere Castellone attuale), lungo il lato interno della primitiva cinta di fortificazione e fungeva da centro di raccolta dell'acqua proveniente dalle sorgenti dei calcari sovrastanti S. Maria della Noce (Figg. 8 e 9).



Figura 10 – Formia: interno del cisternone

Con un percorso in pendenza, data la morfologia del territorio, da quota m.217 s.l.m., la condotta si portava, dopo un primo tratto interrato di 1450 m. a ridosso della cinta ur-

bana in prossimità dell'attuale piazza S. Erasmo, a quota m 54 s.l.m. Da qui, con un tratto probabilmente su arcate, raggiungeva piazza del Castello, dove avveniva l'immissione nella cisterna attraverso fistulae situate nel soffitto. Due valvole bronzee ne regolavano il flusso. Per le sue dimensioni, il Cisternone è uno dei più grandi serbatoi a pianta irregolare pervenutici intatti dall'epoca romana. La sua pianta misura mt 65 x 25 con struttura a 4 navate, coperte da volte ciclopiche a crociera aperta, di 6 metri di spessore, sostenute da 60 grandi pilastri di 6,5 metri di altezza. La superficie è di mq. 1200 (per quanto può vedersi oggi), la capacità è di 7000 mc. Sulle volte del Cisternone furono costruite quattro strade e undici strutture abitative. Dal bacino di raccolta, tramite una articolata rete di distribuzione, l'acqua veniva fornita agli

edifici pubblici (terme, fontane, ninfei) e privati (residenze, botteghe artigianali, impianti commerciali) della/e città di pianura (Figg. 10, 11, 12, 13).

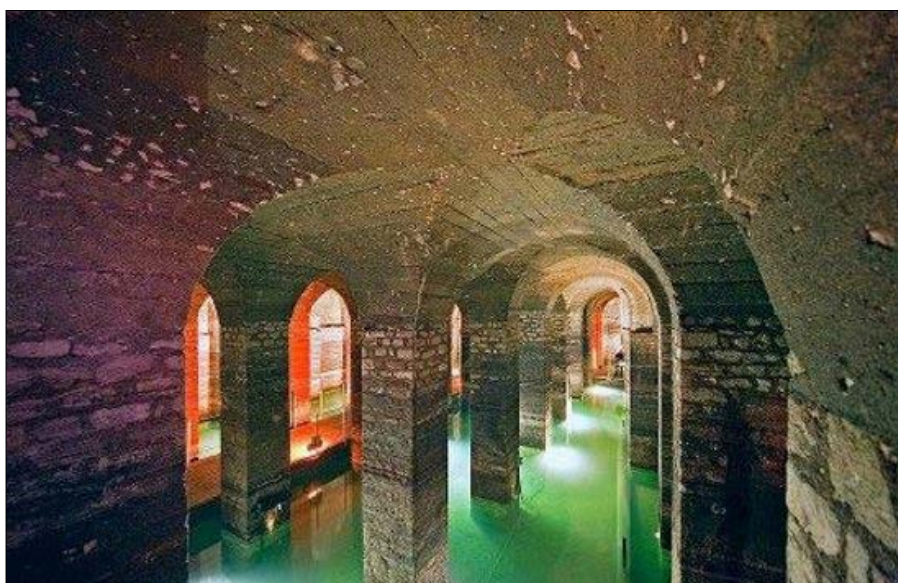


Figura 11 – Formia: interno del cisternone



Figura 12 – Formia: interno del cisternone



Figura 13 – Formia: interno del cisternone



Figura 14 – Formia: spettacoli al Cisternone



Figura 15 – Formia: spettacoli al Cisternone

Le fonti di approvvigionamento furono in seguito utilizzate dai Borboni, a metà Ottocento, con un acquedotto che dalla valle di S. Maria della Noce riforniva una fontana sotto la torre di Castellone e la villa Reale di Caposele. Per riportare questo grandissimo serbatoio al suo antico splendore ci sono voluti cinque anni, impiegati quasi tutti nella opera di svuotamento dei seimila metri cubi di terra e liquami che nel corso dei secoli avevano preso il posto dell'acqua. Il suo restauro è consistito in una lavoro lungo, complesso e delicato, per

l'estrazione del fango; questo consisteva in un sedimento sottile e permeabile, difficile da scavare e rimuovere da parte di macchinari che dovevano operare in condizioni particolari (spazi angusti e accessi difficoltosi). La morfologia urbana della zona del Castellone in cui è situato, conservando caratteristiche medioevali, non ha, inoltre, facilitato l'utilizzo e la circolazione dei tradizionali mezzi di trasporto per lo smaltimento dei rifiuti. Il sedimento, però, ha permesso di conservare la struttura praticamente intatta e il lavoro

maggiore, successivo allo scavo di svuotamento, è stato incentrato sull'accurata pulizia e sistemazione per l'accesso alle visite di un pubblico che risulta essere sempre in aumento. Non mancano occasioni in cui compagnie teatrali anche di importanza nazionale organizzano spettacoli coinvolgendo l'interno del Cisternone Romano (Figg. 14 e 15).

# Aquam haurire: putealia e sistemi di attingimento dell'acqua in epoca antica

## Aquam haurire: puteal and water drawing systems in ancient times

Parole chiave (*key words*): puteal, vera da pozzo (*wellhead*), antichi sistemi di attingimento (*ancient water supply systems*), girgillus, tolleno

### 1. I PUTEALIA: INTRODUZIONE E STORIA DEGLI STUDI

L'approvvigionamento idrico ha da sempre rappresentato una delle maggiori sfide delle società antiche, comportando un continuo perfezionamento nelle metodologie e nelle tecniche di captazione e conduzione delle acque<sup>1</sup>. Prima della realizzazione degli acquedotti, per il fabbisogno quotidiano si procedeva prevalentemente all'attingimento da pozzi o cisterne: oggetto del presente contributo saranno quindi i *putealia* che ne proteggevano i fori di presa, e i relativi sistemi di raccolta, con particolare riferimento al mondo italico e romano.

Dopo una panoramica generale sulle caratteristiche e sulla storia degli studi delle vere da pozzo, verranno proposte alcune considerazioni sulle tracce presenti su di esse, grazie alle quali è generalmente possibile, come si vedrà, risalire ai metodi di attingimento; ciò anche con l'ausilio delle numerose raffigurazioni poste su vasi, mosaici, pitture, rilievi e monete provenienti dall'area del Mediterraneo, ascrivibili a un arco cronologico che giunge fino alla tarda età imperiale.

Il termine *puteal* è utilizzato per indicare un manufatto di dimensioni ridotte impiegato per segnalare in superficie strutture ipogee artificiali (pozzi, cisterne), o per delimitare aree dalla forte valenza sacra, come nel caso dei *bidentalìa* – ne è un esempio il *puteal*

*Scribonianum* del Foro Romano – o dei *mundi* (MARCATTILI F. 2005).

Il vocabolo ricorre in diverse fonti letterarie (ad es. in Columella, *R.R.* I 4.10-5.2; IX 5.5-6; XI 3.8-9); in una di esse in particolare, una lettera che Cicerone scrisse nel 67 a.C. al suo amico Attico (Cic., *Ad Att.* I 10, 3), non si fa riferimento all'utilizzo dei *putealia*, ma soltanto al loro valore ornamentale, chiedendo egli all'amico di procurargli, per l'*atrium* della sua villa a *Tusculum*, due *putealia sigillata*, ossia due vere da pozzo decorate (CADARIO M. 2005).

Fino al XIX secolo l'attenzione verso questa classe di manufatti fu riservata proprio agli esemplari con rilievi, appartenenti per lo più alla corrente neoattica (FUCHS W. 1959, pp. 164 ss.), mentre si tralasciò l'analisi degli aspetti sia funzionali che tipologici. Soltanto nel 1932 il Pernice – nell'ambito dello studio dei più importanti elementi di arredo delle *domus* di Pompei – propose una distinzione dei *puteali* in base al materiale e ai semplici motivi decorativi (PERNICE E. 1932), ma è con la voce presente nell'Enciclopedia dell'Arte Antica che

si giunse per la prima volta a una più esaustiva definizione generale (HERMANN W. 1965).

Il lavoro di ricerca più importante sui *putealia* resta comunque quello pubblicato dal Golda: nella sua trattazione vengono infatti presentati una scansione cronologica, un'analisi tecnico-funzionale, un elenco di quelli con iscrizioni e una suddivisione tipologica anche dei manufatti in pietra e fittili (senza ornamenti, con metope e triglifi, con scanalature, a ghirlande, con motivi figurati; GOLDA T. M. 1997).

### 2. MATERIALI, FORME E ISCRIZIONI DEI PUTEALIA

Passando a trattare in generale dei materiali con cui erano realizzate le vere da pozzo, si può affermare che gli esemplari più antichi, risalenti al V-IV sec. a.C. e attestati in Grecia e Magna Grecia, erano prevalentemente in terracotta (MAZZEO SARACINO L. 2005, p. 208); a questi si sono succeduti i *puteali* in tufo, in travertino e in marmo, la cui cronologia è in linea di massima legata ai singoli contesti. L'uso dei *putealia* risulta comunque ampiamente



Figura 1 – Pompei, Casa del Marinaio (VII, 15, 2.15): puteal con tracce di usura (da [www.pompeiiinpictures.com](http://www.pompeiiinpictures.com))

1 L'argomento trattato costituisce una revisione e aggiornamento di parte di una tesi di Laurea magistrale in Conservazione dei Beni Culturali dal titolo *I putealia romani: usi, tipologie e iscrizioni degli esemplari di Pompei e Ostia*, discussa nel 2005 presso la Facoltà di Conservazione dei Beni Culturali dell'Università degli Studi della Tuscia (relatore prof. C. Pavolini). Desidero ringraziare gli organizzatori del Convegno "Tecnica di Idraulica Antica" per la grande disponibilità e la possibilità concessami; i proff. C. Pavolini e V. Di Stefano per gli insegnamenti e i proficui confronti durante gli anni universitari; il mio compagno di vita e collega Rocco Bochicchio e il piccolo Ettore, per tutto.

attestato, soprattutto a partire dalla tarda età repubblicana, in tutti i territori del bacino mediterraneo posti sotto l'influenza romana.

Contestualmente sono altresì documentate spallette di pozzo in muratura, come ad esempio l'esemplare di Ostia Antica collocato nel portico del Campo della *Magna Mater* (SCRINARI V. S. M., RICCIARDI M. A. 1996, I, p. 44), o margini realizzati con grandi orli di *dolia* a protezione dei cosiddetti "pozzi a terra", individuati soprattutto negli edifici produttivi o in ambienti di servizio (si veda quello del Caseggiato del Pantomimo Apolausto a Ostia Antica; SCRINARI V. S. M., RICCIARDI M. A. 1996, pp. 28-29).

Va inoltre considerato il rivestimento in legno, sicuramente uno tra i più diffusi materiali impiegati per la realizzazione delle sponde dei pozzi ma anche il meno conservato, attestato prevalentemente nelle zone transalpine del nord Europa (VIGONI A. 2011, p. 27).

Il maggior numero degli esemplari è di forma cilindrica, anche se non mancano casi in cui la parte esterna presenta una forma parallelepipeda o svasata (v. Casa del Fauno a Pompei; PERNICE E. 1932, p. 13, tav. n. 7,2).

La superficie è a volte decorata con motivi architettonici (cimase, ovuli, dentelli, scanalature come per i fusti di colonna), desunti anche da are e basi rotonde (ghirlande, tralci di vite, bucrani e patere), e poteva fungere – così come il labbro – da supporto per eventuali epigrafi. Negli esemplari privi di decorazioni venivano realizzate a campo aperto o all'interno di specchi con cornici modanate, mentre nei *putealia sigillata* si trovavano, di solito, tra gli spazi liberi del rilievo (GOLDA T. M. 1997, pp. 29-34).

Tali iscrizioni hanno molto spesso una funzione dedicatoria e consentono, nella maggior parte dei casi, di risalire all'identità del donatore del *puteal*: alcuni esemplari furono infatti devoluti per la propaganda politica dei committenti – che di solito appartenevano alle magistrature cittadine (*puteal* di *M. Barbatius Pollio* trovato a Roma presso la fonte di Giuturna nel Foro Romano; CIL VI, 36807; CONSOLI F. 2015) – o fatti erigere da membri di associazioni collegiali, come nel caso della vera da pozzo ritrovata nel Caseggiato del Larario di Ostia Antica, su cui vengono citati i tre membri del collegio dei *mensores* che fecero costruire il *puteal* a proprie spese, intitolandolo a Cerere e alle Ninfe (CIL XIV, 2; SCRINARI V. S. M., RICCIARDI M. A. 1996, I, pp. 33-34). Diversi sono poi gli esemplari donati da personaggi, spesso femminili, appartenenti a famiglie illustri (ad esempio, *Terentia* che fece erigere il puteale nel cortile del Tempio della Bona Dea a Ostia; SCRINARI V. S. M., RICCIARDI M. A. 1996, I, p. 63), o da liberti, sia per rendere noto il proprio operato sia per esprimere la *pietas* nei confronti di una divinità.



Figura 2 – Roma, Musei Capitolini: kylix attica a figure rosse con atleta che attinge acqua da un pozzo (particolare, rielaborazione da [www.museicapitolini.org](http://www.museicapitolini.org))

### 3. SISTEMI DI ATTINGIMENTO DAI PUTEALIA

Entrando più nello specifico degli aspetti tecnici e prendendo le mosse da quanto affermato da Columella (Colum. R.R. IX, 5.5-6: *Tum perennis aqua, si est facultas, inducatur vel extracta manu detur, sine qua neque favi neque mella nec pulli denique figurari queunt. Sive igitur, ut dixi, praeterfluens unda vel putealis canalibus inmissa fuerit*), si può affermare che i *putealia* erano parte integrante del processo di canalizzazione e captazione dell'acqua: il loro impiego è attestato in ambito domestico, negli edifici pubblici e in quelli produttivi, nei santuari e nelle necropoli, ovvero ovunque fosse necessario l'approvvigionamento idrico.

Una volta terminata la realizzazione del pozzo, là dove non era presente una spalletta in legno o in muratura, veniva collocato il *puteal*, il quale poggiava direttamente sull'apertura – come nella maggior parte dei casi – oppure su una base costituita da blocchi di tufo o di travertino. Nelle *domus* ad atrio, invece, essi erano posti prevalentemente a protezione dei fori di presa delle cisterne collocate al di sotto degli *impluvia* per la raccolta meteorica, ma non mancano esemplari utilizzati sia nei peristili che nei giardini delle dimore.

Quanto ai metodi di attingimento (TÖLLE-KASTENBEIN R. 1993, pp. 38-41), quello di più



Figura 3 – Roma, Lacus Iuturnae: puteal di M. Barbatius Pollio con gli incassi per la carrucola visibili sul bordo (da [www.adw.uni-heidelberg.de](http://www.adw.uni-heidelberg.de))

facile applicazione consisteva nell'utilizzo di una semplice corda a cui era fissato saldamente un secchio, che veniva calato direttamente nel pozzo, per poi essere sollevato con la sola forza delle braccia. Come si può notare in molti esemplari di Pompei ed Ercolano, questo è il sistema maggiormente documentato in ambito domestico e che ha lasciato tracce evidenti sul bordo interno, per lo sfregamento continuo delle corde, e nella parte inferiore del puteale, per il contatto con i piedi di chi attingeva (cfr. esemplare della Casa del Marinaio a Pompei, Fig. 1).

Alcune attestazioni iconografiche del semplice uso delle corde si hanno ad esempio su due *kylikes* greche a figure rosse, la prima appartenente alla collezione Castellani dei Musei Capitolini di Roma (stile del pittore di Onesimo, 500-470 a.C.; BEAZLEY J. D. 1963, p. 329, n. 129; Fig. 2), la seconda conservata nel Museo del Louvre di Parigi (IV sec. a.C.; GINOUVÉS R. 1962, tav. XIII, n. 40): su di esse sono raffigurati due giovani nell'atto di estrarre



Figura 4 – Madrid, Museo Arqueológico Nacional: cratere a colonnette a figure rosse con giovane che attinge l'acqua presso un pozzo con carrucola (da [www.man.es](http://www.man.es))

una *situla* (fissata a una corda) da pozzi, uno dei quali dotato di un parapetto molto basso, che potrebbe rappresentare, in modo molto schematico, i cosiddetti "pozzi a terra" precedentemente menzionati. Sul bordo di questi *putealia* è chiaramente riconoscibile un foro, utilizzato presumibilmente per fissare con un nodo la corda.

Sulla parete della *situla* "Czartoryski", databile al IV sec. a.C. e proveniente dalla necropoli di Talamonaccio (Gr), è poi raffigurata una scena mitologica con *Amymon* (o *Turial Tyro*) nell'atto di estrarre l'acqua da un pozzo mediante un vaso fissato a una corda, che – in questo caso – viene progressivamente avvolta a un bastone di legno permettendone il recupero (CIAMPOLTRINI G. 2002, p. 70).

In diversi casi, per facilitare l'estrazione, venivano utilizzati alcuni congegni in ausilio

alle corde: ad esempio, al di sopra dei pozzi della Casa dell'Erma di Bronzo e della Casa del Bel Cortile di Ercolano, sono visibili due fori rotondi nelle pareti laterali che suggeriscono la presenza di una trave, intorno alla quale veniva fatta scorrere la corda a cui era fissato il secchio usato per attingere l'acqua (JANSEN G. C. M. 2002, p. 98).

Nei contesti dove la disponibilità di spazio lo consentiva, venivano poi utilizzati meccanismi più articolati, quali la carrucola (*girgillus*) o il verricello, i quali erano sostenuti da strutture sopraelevate, nella maggior parte dei casi in legno ed esterne al puteal, ma anche in pietra o in metallo, spesso fissati con grappe e aste direttamente sul bordo, come si può notare ad esempio sul bordo del puteale della Fonte di Giuturna a Roma (Fig. 3).

Anche in questo caso si hanno numerosi modelli iconografici, trattandosi naturalmente di un sistema estremamente diffuso e non circoscrivibile a un unico ambito territoriale, cronologico e di impiego. Si può dunque pren-

mani per avvolgere la corda, precedentemente fissata a un palo (AMEDICK R. 1991, pp. 126-127, n. 35).

In età paleocristiana la raffigurazione dell'episodio della Samaritana ha tramandato poi numerosi esempi di carrucole e *putealia* di protezione riconducibili alle tipologie note: nell'affresco della lunetta delle catacombe di via Latina a Roma è facilmente riconoscibile un dolio in terracotta, riutilizzato come puteale, con sistema di attingimento realizzato in metallo e fissato sul bordo (FERRUA A. 1990, pp. 90-91, fig. n. 93; Fig. 5), mentre in un mosaico di Sant'Apollinare Nuovo a Ravenna la vera da pozzo è in marmo con scanalature e presenta il verricello esterno in legno (BOVINI G. 1958, pp. 31-32, tav. VI).

Un altro congegno, di cui le fonti hanno riferito l'esistenza (Plin. *Nat.* XIX, 22: *Hortos villae iungendos non est dubium riguosque maxime habendos, si contingat, prae fluo amne, si minus, e puteo rota organisve pneumaticis vel tollenonum haustu rigatos*), è definito

Le raffigurazioni che lo ritraggono sono molteplici: esso si riconosce, ad esempio, in una scena satirica rappresentata sulla parete di una *pelike* a figure nere (Berlino, PFHUL E. 1923, III, fig. 276), in cui il pozzo è distintamente protetto da un puteale in terracotta o da un dolio, e su uno *skyphos* greco a figure rosse conservato a Zurigo (450-440 a.C.; BLOESCH H. 1982, p. 80, n. 39) dove è ritratto un uomo nell'atto di attingere l'acqua col sistema sopra descritto.

In ambito romano è invece riprodotto sul verso di una moneta di età repubblicana di *L. Roscius Fabatus* – sul recto vi è un *puteal* molto stilizzato – e su una lastra di marmo di età augustea conservata nel Museo Archeologico Nazionale di Parma (FAVA A.S. 1969, p. 38, tav. n. XXV; Fig. 6), mentre in Tunisia il suo utilizzo in ambito rurale è ben illustrato in un mosaico posto nell'*atrium* di una villa rinvenuta a Oudna, di proprietà della famiglia dei *Laberii* (III sec. d.C.; ZAVONELLO P. 1998, pp. 382-383).



Figura 5 – Roma, Catacomba di via Latina, cubicolo F: Gesù e la Samaritana al pozzo (da FERRUA A. 1990)

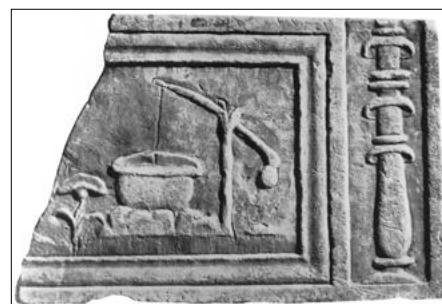


Figura 6 – Parma, Museo Archeologico Nazionale: rilievo marmoreo con tolleno e puteal (da FAVA A. S. 1969)

dere in considerazione la scena dipinta su un cratere a colonnette a figure rosse del Pittore di Napoli conservato nel Museo Archeologico Nazionale di Madrid (450-430 a.C.; MÉLIDA J. R. 1930-1935, p. 8, Tav XVI n. 3 a,b), in cui un giovane in prossimità di un pozzo sormontato da una struttura con carrucola, ha appena attinto l'acqua con una *situla* (Fig. 4).

Della piena età imperiale (II sec. d.C.) è invece un sarcofago proveniente da Cava de' Tirreni con scene di vita rurale, in cui è ben riconoscibile un parapetto di un pozzo con il margine in muratura, su cui è fissata una struttura con copertura che ha come fulcro una ruota di legno, che veniva azionata con le

pozzo a bilanciere (*tolleno* o *shaduf*): si tratta di una delle più antiche macchine estrattive, che ha origine in Egitto e in area mesopotamica (TREVOR HODGE A. 2002, pp. 53).

Le testimonianze iconografiche mostrano l'esistenza di diversi tipi di *tolleno*, tutti comunque privi di contatto diretto con il margine del pozzo, impiegati soprattutto per sopperire al fabbisogno idrico delle campagne e delle ville rustiche. Quello più semplice è composto da un palo di legno infisso nel terreno, a cui si applica un bilanciere mobile con corda e secchio da un lato e un contrappeso dall'altro, che agevola considerevolmente l'estrazione dell'acqua.

Esemplari più complessi presentano poi sostegni laterali o centrali in muratura: in essi però l'estrazione dell'acqua avveniva direttamente dal fiume, come si nota in una raffigurazione rinvenuta su una pittura parietale del tempio di Iside di Pompei e conservata nel Museo Archeologico Nazionale di Napoli (I sec. d.C.; VERSLUYS M. J. 2002, pp. 143-146), oppure da grandi cisterne come testimoniato a Stabia (Villa San Marco, 70 d.C.; VERSLUYS M. J. 2002, pp. 164-165).

#### 4. ELEMENTI ACCESSORI

Alcune informazioni sui componenti complementari pertinenti ai sistemi di attingimento, possono essere ricavate anche dai ritrovamenti provenienti dagli scavi del terreno di riempimento dei pozzi stessi o delle loro immediate vicinanze.

Lo straordinario stato di conservazione delle strutture in legno a Ercolano ha permesso, ad esempio, di recuperare due verricelli carbonizzati con le rispettive corde ancora conservate, uno nel cortile della Casa a Graticcio (III, 13-15) con una corda lunga 9 metri, l'altro in corrispondenza del pozzo di un *thermopolium* (cd. Grande *Taberna*, IV,

12-13; CAMARDO D., MARTELLI CASTALDI M., THOMPSON J. 2006, p. 198; Fig. 7).

Nella Casa del Poeta Tragico a Pompei, invece, oltre a frammenti di corda è stata ritrovata accanto al puteal dell'atrio una *situla* in bronzo (WOOD N. 1996, p. 38), mentre ancora più raro è il rinvenimento di secchi in legno, di cui è possibile recuperare talvolta soltanto gli elementi metallici quali manici, appiccagnoli e borchie (VIGONI A. 2002, p. 109).



Figura 7 – Ercolano, Grande Taberna (IV, 12-13): verricello in legno collocato su una parete in corrispondenza di un pozzo (da CAMARDO D., MARTELLI CASTALDI M., THOMPSON J. 2006)

Per finire, tra gli elementi accessori relativi ai *putealia* rientrano i coperchi; quelli più semplici erano realizzati in pietra o in tufo, venivano appoggiati direttamente sul bordo del manufatto o collocati al suo interno in un'apposita sporgenza, accuratamente sagomata a tale scopo, e possedevano un perno centrale per consentirne il sollevamento. La loro forma è paragonabile a quelle coperture – in molti casi ancora conservate – poste sulle aperture per la manutenzione delle cisterne, situate sotto gli *impluvia* di alcune *domus* di Pompei (come ad esempio nella Casa dei *Vettii* o nella Casa dell'Efebo. Cfr. JANSEN G. C. M. 2002, p. 24).

L'esistenza di coperchi di legno o di metallo, è invece attestata anche dalla presenza di piccoli fori o di incassi presenti sui bordi delle vere, in cui sono tuttora visibili tracce



Figura 8 – Pompei, Casa di Pansa (VI, 6, 1), peristilio: particolare del bordo del puteal con gli incassi per il coperchio (Foto dell'autore)

di piombo, come nell'esemplare collocato nel peristilio della Casa di Pansa a Pompei (JANSEN G. C. M. 2002, p. 26; Fig. 8): in queste cavità venivano inserite presumibilmente delle cerniere che bloccavano il coperchio e che – a seconda della tipologia – permettevano di farlo ruotare o ribaltare senza doverlo rimuovere del tutto.

## 5. CONCLUSIONI

Al termine di questa analisi e sulla base degli esempi riportati si può constatare che, nonostante la loro relativa semplicità di realizzazione, i *putealia* hanno rivestito una notevole importanza per l'approvvigionamento idrico. Pertanto in questa sede si è voluto delineare innanzitutto un quadro generale ma quanto più esaustivo possibile delle loro caratteristiche principali, evidenziandone soprattutto la versatilità, tanto nell'uso quotidiano quanto nei contesti sacri.

Si è potuto poi, ricorrendo a esempi iconografici mirati, ricostruire il funzionamento dei sistemi di attingimento dai *putealia* nel mondo antico. In tutti i casi analizzati è stato possibile in particolare appurare che il loro impiego, così come quello degli elementi accessori quali secchi e coperchi, non appare limitato nel tempo, ma è proseguito quasi senza soluzione di continuità fino a oggi: significativo è a tal proposito l'esempio dell'evoluzione del *tolleno* in un'installazione agricola che prende il nome, presumibilmente dal VI sec. d.C., di "pozzo a cicogna".

Tutto questo, unitamente a un'analisi più particolareggiata delle informazioni ricavabili dalle iscrizioni e dai contesti di provenienza dei *putealia*, rappresenta senz'altro un notevole spunto per approfondire in futuro lo studio di questa importante classe di materiali.

## BIBLIOGRAFIA

- AMEDICK R. (1991), *Die Sarkophagen mit Darstellungen aus dem Menschenleben. Vita Privata* (ASR, I, 4), Mann, Berlin.
- BEAZLEY J. D. (1963), *Attic red-figure vase-painters*, Clarendon Press, Oxford.
- BLOESCH H. (a cura di, 1982), *Griechische Vasen der Sammlung Hirschmann*, Rohr, Zürich.
- BOVINI G. (1958), *Mosaici di S. Apollinare Nuovo di Ravenna: il ciclo cristologico*, Arnaud, Firenze.
- CADARIO M. (2005), *L'arredo di lusso nel lessico latino. Oggetti sacri, vasche e fontane*, in SALVAZZI F. (a cura di), *Arredi di lusso di età romana. Da Roma alla Cisalpina*, All'insegna del Giglio, Firenze, pp. 13-54.
- CAMARDO D., MARTELLI CASTALDI M., THOMPSON J. (2006), *Water supply and drainage at Herculaneum*, in GILBERT W. (a cura di), *Cura aquarum in Ephesos*. Proceedings of the Twelfth International Congress on the history of water management and hydraulic engineering in the Mediterranean region. Ephesus-Selçuk, Turkey, October 2-10, 2004, Leuven, pp. 183-191.
- CIAMPOLTRINI G. (2002), *La necropoli ellenistica di Orbetello. Cronache archeologiche del XIX*

secolo, in *Rassegna di archeologia classica e postclassica*, 19, pp. 45-80.

- CONSOLI F. (2015), *Puteale della fonte di Giuturna*, in FORTINI P. (a cura di), *La rampa imperiale. Scavi e restauri tra Foro Romano e Palatino. L'aula nord-orientale del complesso domiziano (cd. Oratorio dei XL martiri) e il Lacus Iuturnae dalla demolizione della chiesa di Santa Maria Liberatrice*, Electa, Milano, pp. 182-183.
- FAVA A.S. (a cura di, 1969), *I simboli nelle monete argentee repubblicane e la vita dei romani* (cat. mostra), Torino.
- FERRUA A. (1990), *Catacombe sconosciute. Una pinacoteca del IV secolo sotto la via Latina*, Nardini, Firenze.
- FUCHS W. (1959), *Die Vorbilder der neuattischen Reliefs*, W. de Gruyter, Berlin.
- GINOUVÉS R. (1962), *Balanéutikè. Recherches sur le bain dans l'antiquité grecque*, de Boccard, Paris.
- GOLDA T. M. (1997) *Puteale und Verwandte Monumente. Eine Studie zum römische Ausstattungsluxus*, P. von Zabern, Mainz.
- HERMANN W. (1965), ad vocem *Puteale*, in *Enciclopedia dell'Arte Antica, Classica e Orientale* (EAA), vol. VI, Roma, pp. 564-566.
- JANSEN G. C. M. (2002), *Water in de Romeinse stad Pompeji-Herculaneum-Ostia*, Peeters, Leuven.
- MARCATTILI F. (2005), ad vocem *Puteal, Puteus*, in *Thesaurus cultus et rituum antiquorum* (Thes-CRA), IV, Los Angeles, pp. 307-308.
- MAZZEO SARACINO L. (2010), *La casa del Primo stile. Considerazioni sulla cultura materiale e sul puteale fittile figurato del Vano AW*, in GIORDI E., LEPORE G. (a cura di), *Archeologia nella Valle del Cesano. Da Suasa a Santa Maria in Portuno*. Atti del convegno per i venti anni di ricerche dell'Università di Bologna (Castellone di Suasa, Corinaldo, San Lorenzo in Campo, 18-19 dicembre 2008), pp. 185-231.
- MÉLIDA J. R. (1930-1935), *Corpus vasorum antiquorum. Espagne. Madrid: Musée Archéologique National*, I, III, Ruiz Hermanos, Madrid.
- PERNICE E. (1932), *Hellenistische Tische, Zisternenmündungen, Beckenuntersätze, Altäre und Truhen*, W. de Gruyter, Berlin.
- PFHUL E. (1923), *Malerei und Zeichnung der Griechen*, F. Bruckmann, München.
- SCRINARI V. S. M., RICCIARDI M. A. (1996), *La civiltà dell'acqua in Ostia antica*, I-II, Palombi Editori, Roma.
- TÖLLE-KASTENBEIN R. (1993), *Archeologia dell'acqua. La cultura idraulica nel mondo classico*, Longanesi, Milano.
- TREVOR HODGE A. (2002), *Roman aqueducts & water supply*, Duckworth, London.
- VERSLUYS M. J. (2002), *Aegyptiaca Romana. Nilotic Scenes and Roman Views of Egypt*, Brill, Leiden.
- VIGONI A. (2002), *Il quadriportico della basilica paleocristiana di Concordia Sagittaria*, in *Quaderni di Archeologia del Veneto*, 8, pp. 100-115.
- VIGONI A. (2011), *Pozzi antichi nel Veneto: tipologia e diffusione*, in CIPRIANO S., PETTENÒ E. (a cura di), *Archeologia e tecnica dei pozzi per acqua dalla preprotostoria all'età moderna*, Trieste, pp. 19-52.
- WOOD N. (1996), *The House of the tragic poet. La casa del poeta tragico* (trad. it. Marcarini E.), Nicholas Wood, London.
- ZAVONELLO P. (1998), *Acqua per l'agricoltura. Fonti iconografiche dell'Africa romana*, in KHANOUSSI M., RUGGERI P., VISMARA C. (a cura di), *L'Africa romana*. Atti del XII convegno di studio. Olbia, 12-15 dicembre 2006, pp. 377-386.



# Vasche di dissabbiaggio e laminazione borboniche delle pendici vesuviane

## Sand trap and flood routing reservoirs at the foot of the Vesuvius vulcan

CATELLO MASULLO

Docente presso la Cattedra di "Gestioni dei Servizi Idrici", Facoltà di Ingegneria, Università di Roma 3  
E-mail: c.masullo@hydroarchsrl.com

MARCO DI MICOLI

Hydroarch S.r.l. www.hydroarchsrl.com  
E-mail: secretary@hydroarchsrl.com

Parole chiave (*key words*): vasche (*sand trap*), dissabbiaggio (*flood routing*), laminazione (*reservoirs*)

Il nostro paese è caratterizzato, come è noto, da un elevato rischio idrogeologico. Lo dimostrano le 5.400 alluvioni e le 11.000 frane registrate negli ultimi 80 anni, nonché i 30.000 miliardi di lire spesi negli ultimi venti anni per ripararne i danni, e le cento vittime che si contano nei soli ultimi anni. Tra le cause del generale dissesto idrogeologico è da annoverare altresì l'abbandono delle campagne e di un certo tipo di coltivazione. In passato si privilegiavano le coltivazioni cosiddette "a girapoggio" lungo le curve di livello.

Così come raccomandava il Barone Cosimo Ridolfi, idrogeologo "ante litteram", al suo fattore Agostino Testaferrata con un mirabile trattato sulla bonifica dei versanti e delle colline argillose toscane.

Con l'avvento della meccanizzazione agricola si è sempre di più diffusa la coltivazione cosiddetta "a rittochino", cioè lungo le linee di massima pendenza, in quanto i trattori, lavorando lungo le curve di livello, tendono a ribaltarsi, mentre, se operano sulla massima pendenza, arano bene. Così facendo, si realizzano però dei solchi che facilitano evidentemente le colate di fango.

Le aree maggiormente soggette a fenomeni di "flash floods", con le caratteristiche proprie dei cicloni tropicali, sono quelle delle regioni Liguria e Campania, per le quali massimo risulta il fetch computato a partire dalle aree nei dintorni dello stretto di Gibilterra. I luttuosi eventi di Sarno del 1998 e di Cervinara del '99 testimoniano gli accadimenti più gravi.

Il paesaggio agrario attuale, già in epoca romana, per l'abbondanza delle acque, era costituito da aree boschive e terreni coltivati, resi fertili dalle continue tracimazioni: in seguito alla caduta dell'impero romano, la Campania divenne terra di conquista da parte dei Barbari e dei Bizantini; infine, i Longobardi ne completarono la rovina.

Alle pendici dell'area vulcanica Somma-Vesuvio, si celano le più maestose opere idrauliche d'epoca Borbonica: vasche di lami-



Figura 1

nazione, infiltrazione, dissabbiaggio, briglie, tutte utilizzate all'epoca come protezione e difesa per i contadini dalle piene dei torrenti, dalle alluvioni e per evitare problemi d'impaludamento, che affliggevano la città di Napoli e le falde del Vesuvio; erano i più grandi progetti di prevenzione del rischio idrogeologico per quei territori.

In ambito tecnico, le varie fasi di realizzazione delle opere borboniche sono identificabili dall'analisi tipologica delle murature. Quelle di sponda degli alvei e delle briglie sono eseguite con scapoli irregolari in pietra lavica, disposti ad opera incerta a conci sbalzati e legati con malta di calce.

Lo spessore di esse varia dai 60 cm. degli argini fino ai 180 cm. delle spalle delle briglie, realizzate a sacco. Secondo l'epoca di realizzazione, si va dalla muratura a secco senza lavorazione alla muratura sagomata e spesso bocciardata, di accuratissima qualità di esecuzione. Le soglie dei salti hanno gli



Figura 2



Figura 3

spigoli arrotondati. Generalmente i manufatti venivano classificati in:

1. *grandi briglie di ritenuta montana*, che dovevano compiere il duplice ufficio di trattenere il materiale e consolidare le sponde, mentre provvedevasi al rimboscamento delle pendici;
2. *vasche di colmata* per chiarificare le acque nel rapido e brusco passaggio dalle tratte montane, a ripidissimo pendio, a quelle vallive;
3. *vasche di assorbimento* per quei torrenti che, senza giungere a mare o in altri alvei, si spagliavano nelle campagne;

4. *argini contenitori* in terra o in muratura o misti, a difesa delle campagne solcate da tronchi vallivi, che per la grande discesa dei materiali si presentavano pensili o poco incassati rispetto alle campagne latitanti;
5. *catene e briglie* di fondo per evitare le corrosioni del letto degli alvei;
6. *briglie di salto* per diminuire la soverchia pendenza; correzione dell'andamento dei tratti ad angoli bruschi o fortemente curvilinei.

Tradizionalmente tali aree alle pendici dell'area vulcanica Somma-Vesuvio erano caratterizzate dai cosiddetti "alvei-strada".

Utilizzati per la gran parte dell'anno come strade. Salvo trasformarsi in impetuosi torrenti in occasione delle precipitazioni di maggiore intensità. Che facevano sovente vittime tra gli utilizzatori di tali sentieri. E inondavano le zone più a valle di ingenti quantità di trasporto solido, rendendole impraticabili. Tra il VII e l'VIII secolo, queste terre, senza più cura, si erano trasformate in pantani e laghetti, alimentati dalle acque che scendevano dai monti del nolano, ora ricoperti da diversi boschi tra Acerra, Marigliano.

Alla metà dell'800, sotto il regno dei Borbone, vennero realizzate grandi vasche nelle



Figura 4

quali le acque di piena venivano laminate, si infiltravano e soprattutto depositavano l'ingente trasporto solido. Queste vasche venivano utilizzate come cave di sabbia. Il materiale depositato, essendo già lavato, era particolarmente appetibile per gli utilizzi nelle costruzioni. Tale uso ne comportava pertanto la manutenzione e lo svuotamento costante. Oggi queste preziose opere di ingegneria idraulica, spesso ancora funzionanti, sono in parte negate e spesso sepolte sotto ogni genere di rifiuto, sembrano non appartenere a nessuno, neanche alle opere pubbliche borboniche. Con il tempo, alcune di queste vasche sono state abbandonate, e in alcuni casi, sono state requisite in maniera del tutto impropria.

È il caso, ad esempio, della grande vasca di Pacciano (Fig. 4), nel territorio di Pomigliano d'Arco. La quale, esclusa dalla sua funzione idraulica, è stata per decenni utilizzata come ippodromo per le corse clandestine di cavalli, gestite dalla delinquenza organizzata. Fino a quando non è intervenuto un progetto di ripristino della primigenia destinazione d'uso.

L'idraulica antica borbonica è stata di recente virtuosamente recuperata con sistematicità in alcune aree della regione. Attualmente un esempio di pianificazione idraulica in un'area ad alto rischio idrogeologico è quella del Comune di Forino (AV), che si trova nel bacino del fiume Sarno ed ha caratteristiche orografiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del tutto simili a quelle degli abitati di Sarno e Cervinara colpiti da eventi catastrofici nel 1998/1999.



Figura 5

Il territorio del Comune di Forino (Fig. 5) ha una grande singolarità idrogeologica: è costituito da una conca endoreica con unico recapito delle acque ad un inghiottitoio geologico.

Le pendici del bacino sono molto scoscese e i terreni molto erodibili. Pertanto ad ogni precipitazione meteorica di intensità appena apprezzabile tutti gli impluvi, gran parte dei quali utilizzati come "alvei-strada" per le attività antropiche, si trasformano in veri e propri fiumi di fango, sabbia, residui vegetali, rifiuti, ecc. Le formazioni che hanno dato luogo alle colate detritiche in tutta l'area del Sarnese, ivi compresa la conca endoreica di FORINO, sono costituite essenzialmente dal cosiddetto "Tufo Campano" che ricopre i calcari cretacei nell'area di Sarno. Il Tufo Cam-

pano è presente nell'area con una coltre poco potente (spessore intorno a 1-3 m) ed è costituito da materiale vulcano-clastico, ceneri e lapilli a diverso grado di pedogenizzazione. Sulla genesi dei processi di instabilità delle coltri di copertura innescati dalle precipitazioni intense il dibattito scientifico è tuttora molto aperto.

Per l'evento franoso di SARNO del 10/5/98, le piogge cadute non sono state di entità straordinaria ma hanno avuto azione prolungata, il volume relativo al materiale di accumulo appare inaspettatamente molto maggiore rispetto alla massa mancante sui versanti; la velocità di discesa della massa fangosa risultò molto elevata, e i volumi d'acqua defluiti durante l'evento sembravano superiori rispetto ai dati di pioggia registrati dal servi-



Figura 6



Figura 7



Figura 8

zio idrografico. Furono analizzati i campioni, ne risultò che contenevano significative percentuali di materiale organico e di materiale cripto-cristallino amorfo e basse percentuali di minerali argillosi (principalmente illite e secondariamente smectite).

Alcuni campioni manifestarono una capacità di assorbimento d'acqua superiore al 18%. Si è dedotto che la devetrificazione delle ceneri vulcaniche in silicato cripto-cristallino ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) accoppiata ad una granulometria fine e medio-fine aumentò a dismisura la superficie di assorbimento d'acqua. Le cause dei movimenti di massa del Sarno sembrano quindi essere correlabili ad una condizione prolungata di imbibimento pluviometrico nelle zone dove si trovano suoli con il più alto indice di devetrificazione, ad elevata capacità di assorbimento d'acqua e valori di carico tensile (tensile strength) critici.

Tali materiali, in condizioni di imbibizione prolungata producono un effetto di sollevamento per rigonfiamento e di lubrificazione degli strati superficiali piroclastici e di conseguenza il loro scivolamento. L'ipotesi scientifica apparrebbe meritevole di ulteriore approfondimento.

Al fine di ovviare a tali gravi inconvenienti e pericoli incombenti l'Amministrazione Comunale di Forino si è dotata di un Progetto di Pianificazione Generale di sistemazione idrogeologica ed idraulico-scolante del territorio comunale (C. Masullo, 1999) ripristinando l'antico uso delle bonifiche Borboniche, con vasche di dissabbiaggio e di laminazione delle piene.

La filosofia fondamentale del Progetto Generale in questione consiste essenzialmente nel ridurre drasticamente il trasporto solido

veicolato dai corsi d'acqua e nel regimentare gli afflussi di acqua meteorica all'inghiottitoio.

In occasione degli eventi meteorici disastrosi e luttuosi per i comuni contermini non si sono invece registrati lutti a Forino, grazie alla efficacia delle misure e degli interventi preventivi adottati. Le opere comprese nel progetto generale furono essenzialmente ricondotte alle tipologie di briglie, sistemazioni antierosione degli "alvei-strada", vasche di laminazione, infiltrazione, dissabbiaggio, canali di drenaggio realizzati con gabbionate, collettori fognari, interventi di ingegneria naturalistica.

Le successive figure mostrano le vasche di contenimento delle colate di fango sul fosso San Pietro (Forino AV), dopo gli avvenimenti del maggio 1998, che hanno provocato eventi luttuosi nei vicini Comuni di Bracigliano, Sarno, Quindici, Siano; durante gli eventi che si sono verificati dopo la sua realizzazione la colata è stata integralmente trattenuta dalla vasca, senza alcun danno a persone e cose nell'abitato.

Le opere di prevenzione così realizzate hanno assicurato una notevole laminazione delle piene, una grossa infiltrazione, quindi evitando lo scorrimento sul territorio e sulle strade ma infiltrazione verso falda profonda e soprattutto gran parte del materiale è stato trattenuto. Sono state previste delle rampe di discesa nelle vasche appositamente realizzate che consentono la eliminazione di questi sedimenti. Sono state stabilite convenzioni con i cavatori della zona che si sono resi disponibili alla asportazione gratuita delle preziose sabbie vesuviane lavate, utilizzate convenientemente per il confezionamento di malte e calcestruzzi.

Ripristinando così le sagge usanze della idraulica antica borbonica. I famosi eventi del maggio, nonché quelli successivi del '99, hanno trovato tutte queste vasche vuote e le colate detritiche formatesi le hanno completamente riempite. Ne è risultato che i danni alla popolazione sono stati piuttosto contenuti e, soprattutto, è stato possibile evitare eventi luttuosi.

In definitiva si può affermare che è di fondamentale importanza che gli Enti Territoriali interessati si dotino tempestivamente di strumenti di pianificazione generale degli interventi necessari a prevenire il dissesto idrogeologico, prendendo come esempio le efficienti opere Borboniche, di sapiente idraulica antica.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BOGLIOTTI, C., Hydrodata-IC, Diestsesteenweg 19, 3010 Leuven, BE (agosto, 1998), *Evento frangoso del 10/5/1998 nell'area di Sarno: analisi mineralogica semi-quantitativa*.
- MASULLO, C. (2 marzo 1999), *La pianificazione degli interventi di sistemazioni idrogeologica ed idraulica nelle aree a rischio naturale: il caso del comune di Forino (AV), compreso nel bacino del fiume Sarno*, Convegno: "La pianificazione urbanistica nelle aree a rischio. Oltre la legge 267/1998: istituzioni a confronto", Aula delle Lauree, Università di Salerno.
- MASULLO C., *La pianificazione idraulica nelle aree a rischio: il caso del Comune di Forino (AV), nel bacino del Sarno*.
- IDRA 2000 – XXVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, MASULLO C. e altri, *Criteri di dimensionamento idraulico di opere di ingegneria naturalistica per interventi di sistemazione idrogeologica*.
- RIDOLFI, C. (1934), "Memorie sulla bonifica collinare", pubblicazione promossa dalla Reale Accademia dei Georgofili. Roma ramo editoriale degli agricoltori.

# Drenaggi e problematiche idrauliche nel suburbio ostiense

## Drainage and hydraulic problems in the suburbio Ostiense

CARLO ROSA  
Istituto Italiano di Paleontologia Umana  
E-mail: carlorosa62@gmail.com

SIMONA PANNUZI  
MIBACT – Istituto Superiore per la Conservazione  
ed il Restauro  
E-mail: simona.pannuzi@beniculturali.it

Parole chiave (*key words*): Geoarcheologia (Geoarchaeology), Ostia (*Ostia*), bonifica (*drainage*), anfore (*amphorae*), faglie (*faults*), polle (*pools*)

Grazie alle recenti ricerche geoarcheologiche nel suburbio di Ostia sono emersi nuovi interessanti elementi riguardo alla conoscenza dell'idrogeologia del territorio ed ai sistemi di bonifica e drenaggio di terreni particolarmente umidi. L'area presa in considerazione è quella presso la sponda sud-occidentale dell'antico Stagno ostiense, estesa laguna retrodunare, collegata da un canale (artificiale?) al mare e a NO costituita dalle antiche Saline (Pannuzi, 2013); zona attualmente identificabile con lo svincolo stradale della via del Mare-via di Castelfusano e con il primo tratto di via di Castelfusano (località Longarina) (Fig. 1).

In quest'area, nel 2005 nel corso di indagini di scavo preventive effettuate dall'allora Soprintendenza ostiense nell'area del vivaio

Rosagarden, tra via di Castelfusano ad Ovest ed il Canale Colatore delle Acque Medie ad Est, è stata scoperta una sistemazione di bonifica ad anfore, allineate sullo stesso asse ed orientate in senso ca. Est-Ovest, verso il moderno Canale (cd. Longarina 2) (Fig. 1, 1).

Questo contesto fa riferimento ad un precedente rinvenimento di anfore, messe in luce poco più a Sud nel 1975, disposte in modo del tutto simile ed intercalate a estese colmate di terra mista a materiali fittili vari (cd. Longarina 1) (Fig. 1, 2).

Le indagini archeologiche hanno perciò verificato la realizzazione, con tutta probabilità nei primissimi anni dell'impero, di un'ampia zona di bonifica, finalizzata alla sistemazione della riva paludosa dello Stagno ostiense mediante il risanamento dei terreni

umidi, di natura argillosa e torbosa, caratterizzati da una notevole risalita dell'acqua di falda. La bonifica venne messa in atto con una modalità d'intervento utilizzata anche in altre parti del mondo romano, in particolare nell'Italia Settentrionale e, in qualche caso, Centrale e nella Gallia meridionale (per es. si veda su questo argomento: Antico Gallina 1996, pp. 67-112; Antico Gallina 1998, pp.73-79; Balista 1998, pp.23-35; Lunardi 1998; Antico Gallina 2011a e 2011b) (2).

Questi lavori comportarono in una vasta area prossima alla sponda occidentale della laguna il rialzamento ed il livellamento del piano di calpestio con potenti strati di terra, mista a resti di materiale vario da costruzione (frammenti lapidei, laterizi, frammenti pavimentali, intonaci, etc.), vetri, ossa animali

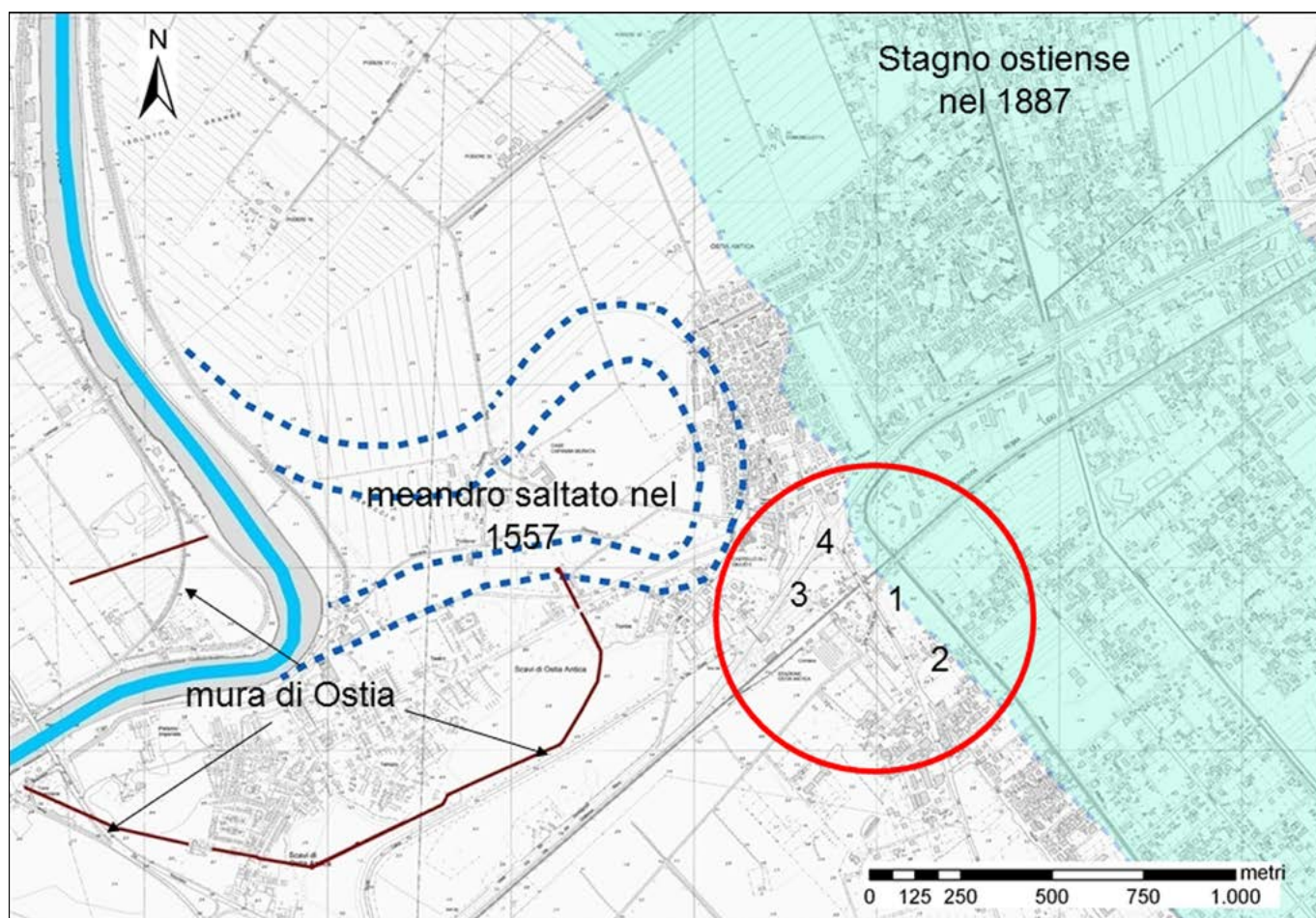


Figura 1 – Il territorio orientale di Ostia: 1) Longarina 2; 2) Longarina 1; 3) anfore rinvenute presso il vivaio "Rosellini"; 4) area funeraria rinvenuta in una delle aiuole al centro dello svincolo stradale di Ostia Antica sulla via Ostiense-via del Mare (da Pannuzi (ed.) 2007, tav.I, dis.G.Luglio con rielaborazione di C. Rosa e S.Pannuzi)

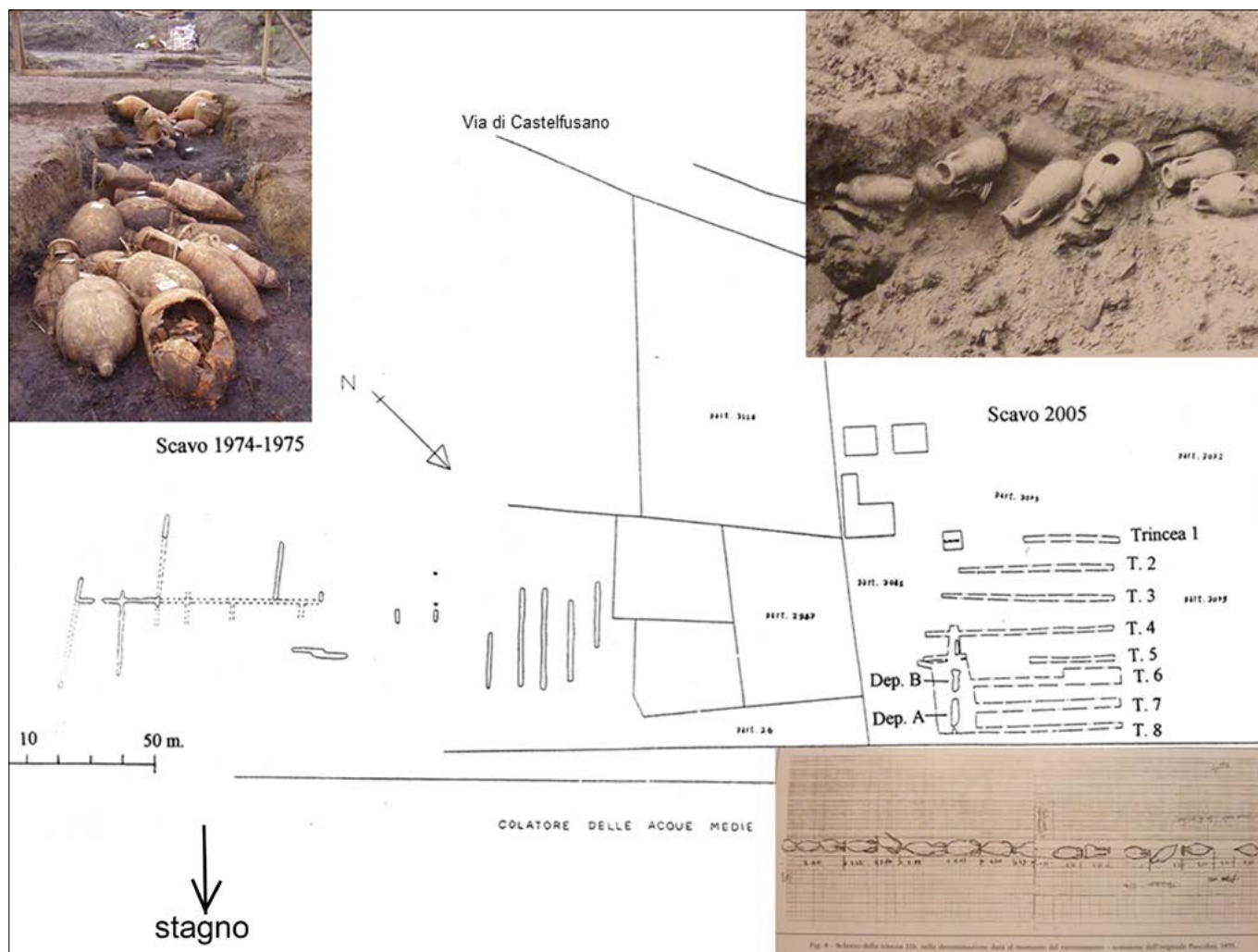


Figura 2 – Planimetria generale ed immagini fotografiche dei rinvenimenti di anfore nei siti di Longarina 1 e Longarina 2 (da Pannuzi et al., 2006, fig. 28, dis. F. Cenciotti, con foto anche da Rivello 2002)

e ad una certa quantità di frammenti fittili (in particolare laterizi, anforacei, ceramica acroma, sigillata italica), inquadrabili solo orientativamente tra la fine del I a.C. ed il secolo successivo.

Nel 2005 nel tratto più a Nord sono state messe in luce due grandi fosse (Depositi "A" e "B"), in cui erano sistemate 47 anfore (Fig. 2). I due depositi erano allineati sullo stesso asse ed orientati in senso ca. Nord-Est/Sud-Ovest verso il moderno Canale, che risulta così corrispondere alla sponda occidentale di età romana del grande Stagno, a revisione di precedenti ipotesi archeologico-topografiche, secondo le quali la sponda dello Stagno risultava molto più vicina all'attuale percorso della moderna via di Castelfusano (per es. Heinzlmann 1998, fig. 1; Rivello 2002, fig. 1; Alessandri 2009, 16-18, fig. 2.2) (3). Durante lo scavo, lungo lo stesso allineamento dei depositi d'anfore, è stata accertata la presenza anche di altre due fosse, purtroppo sconvolte da interventi moderni, ma con tutta probabilità relative al medesimo intervento antico di bonifica.

Le anfore rinvenute nelle due lunghe fosse, poi colmate con sabbia, furono deposte quasi tutte integre: solo alcune erano man-

canti del puntale o tagliate nel senso della lunghezza.

I contenitori fittili, rinvenuti per la maggior parte vuoti, erano disposti sul fondo della fossa tagliata nella torba e allineati per lo più su due fasce contrapposte, collo contro collo, mentre all'estremità orientale del Deposito "A" sono stati rinvenuti raggruppati e parzialmente sovrapposti l'uno all'altro.

Questi depositi di anfore sono da mettere in relazione con i ritrovamenti del tutto analoghi realizzati nel 1975 circa un centinaio di metri più a Sud (*Longarina 1*) (Fig. 2), anch'essi intercalati a estese colmate di terra mista a materiali fittili vari (4), il cui studio è stato ripreso più di recente, proponendo l'esistenza in quell'area anche di una più tarda fase di bonifica (III oppure IV-V secolo), successiva agli interventi originari, collocati tra la seconda metà del I a.C. e la metà del I secolo d.C. (Rivello 2002).

A seguito della prima analisi tipologica delle anfore di *Longarina 2*, fornita a conclusione dell'intervento archeologico (Pannuzi et al. 2006, 211-212), il recentissimo approfondito studio tipologico del materiale anforico, effettuato anche in rapporto col contiguo sito di *Longarina 1*, ha posto nuove

e interessanti riflessioni sulla circolazione delle anfore utilizzate e sulle loro modalità di riuso, venendo in particolare a puntualizzare cronologicamente l'intero intervento antico di bonifica delle sponde dello Stagno ostiense (5). La recente revisione di questi materiali è venuta così a fornire un contributo storico-archeologico importante per la comprensione dell'utilizzo e delle trasformazioni del territorio ostiense all'inizio dell'età imperiale, evidenziando con maggiore precisione quello che deve riconoscersi come un grande intervento pubblico di risanamento del suolo messo in atto dall'imperatore Augusto, a scopo di bonifica di aree paludose e malsane e, con tutta probabilità, anche ai fini dell'estensione dell'area agricola nell'immediato suburbio della città (6).

In relazione a questi ritrovamenti può porsi la scoperta, durante un'indagine di scavo preventiva effettuata nel 2011 dall'allora Soprintendenza archeologica, di un altro contesto archeologico con anfore adagiate in una fossa, localizzato a circa 200m più ad Ovest di quelli precedentemente analizzati, lungo la moderna via del Mare, tra il vivaio "Rosellini" ed il parcheggio della Stazione di Ostia Antica della Ferrovia Roma-Lido (7) (Fig. 1, 3). In

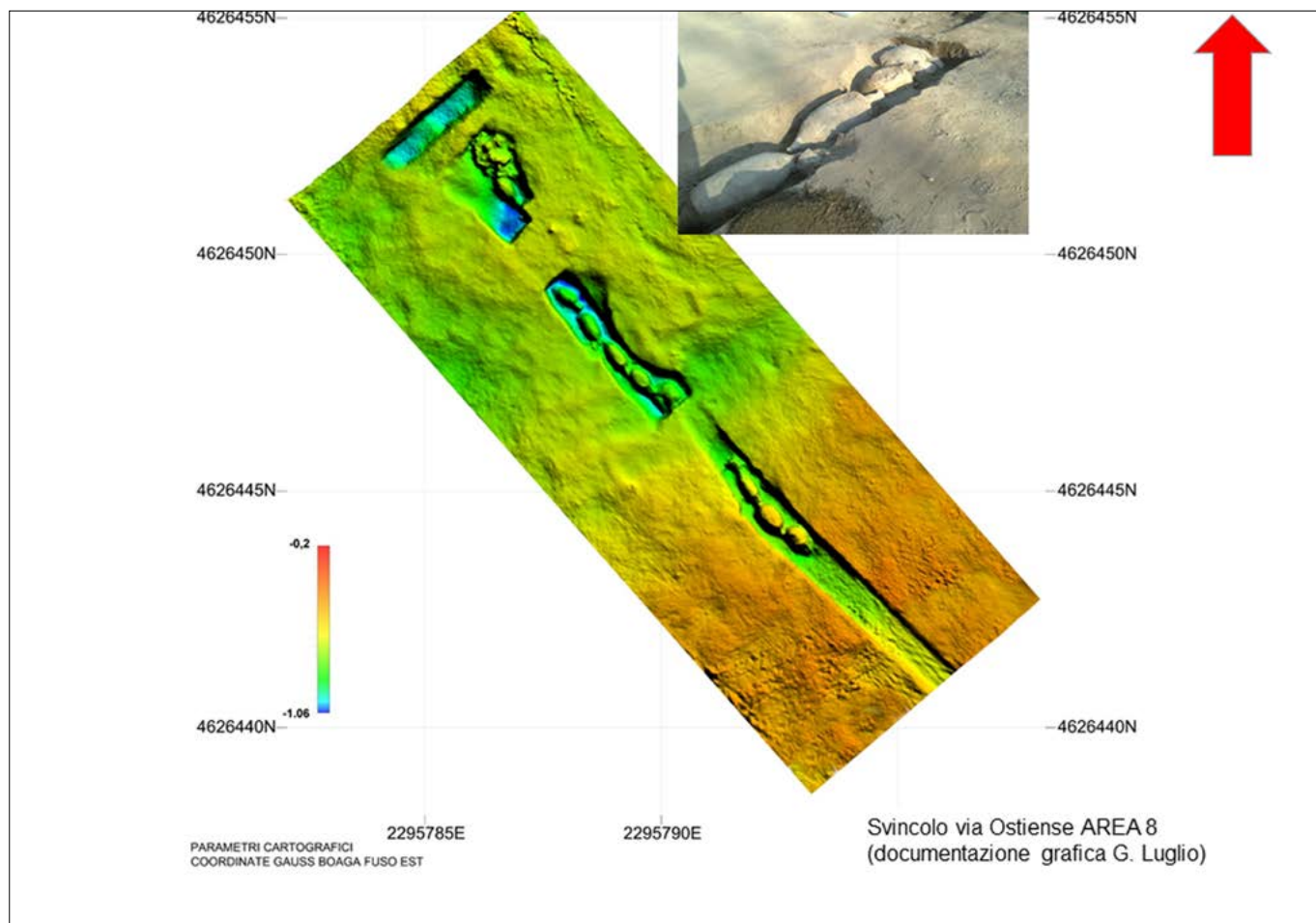


Figura 3 – Le anfore rinvenute nel vivaio “Rosellini” (Area 8), con indicazione dell’altimetria del terreno in metri s.l.m. (elaborazione grafica G. Luglio)

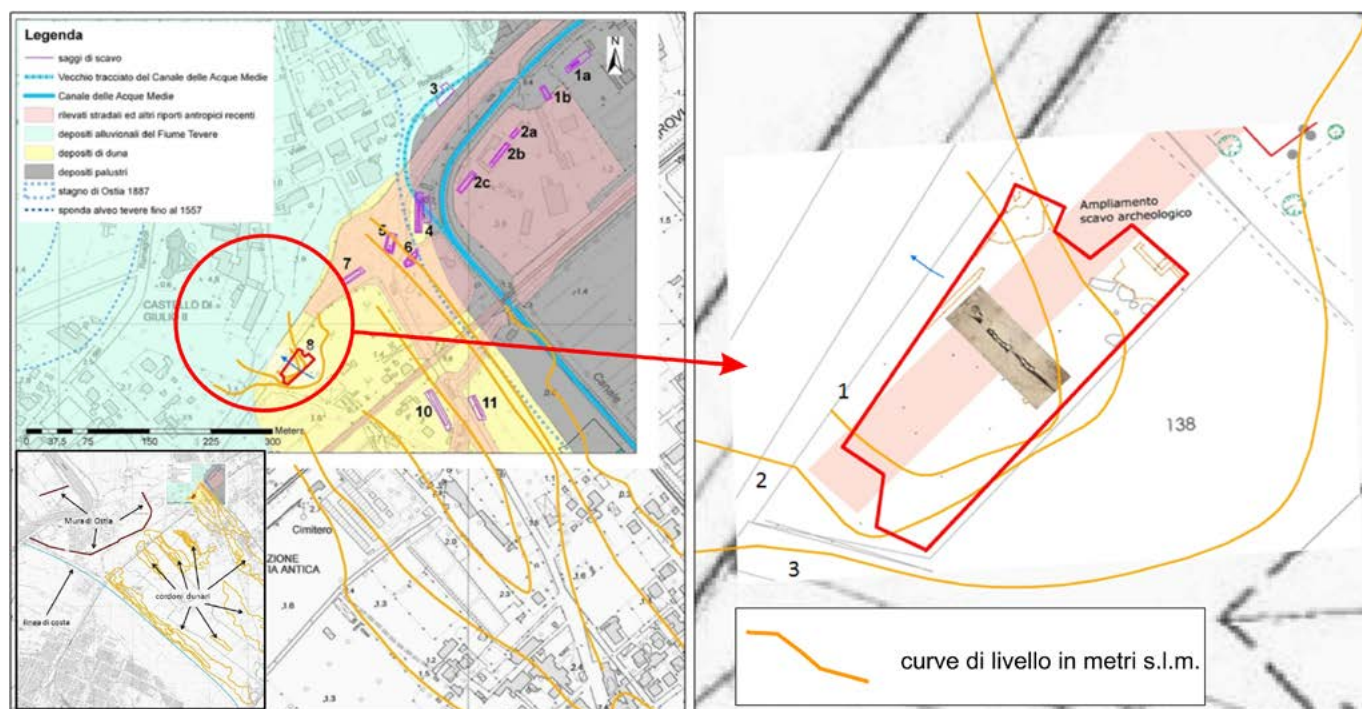


Figura 4 – L’area dell’allineamento di anfore presso il vivaio “Rosellini” (dis. di scavo di G.Luglio)

questo caso l’intervento antico sembrerebbe essere stato più limitato, probabilmente connesso alla presenza nel suburbio di strutture abitative antiche, forse rivolte ad uso agricolo, ma localizzate evidentemente in una zona umida, nell’area di transizione tra le dune e l’area di esondazione del Tevere a quote al di

sotto di 1 metro s.l.m. (8) (Figg. 3-4). È probabile che la falda acquifera locale si trovasse allora molto vicino al piano campagna, tanto da rendere necessaria una opera di bonifica soprattutto in caso di forti precipitazioni. La tipologia delle anfore rinvenute trova confronto con quelle presenti nei siti di Longarina 1

e 2, mentre per l’ambito cronologico il contesto può ben attribuirsi alla medesima epoca augustea, collegando probabilmente anche questa sistemazione allo stesso ambito di interventi di bonifica del territorio.

Evidentemente in quest’epoca fu data particolare attenzione alla sistemazione del territo-

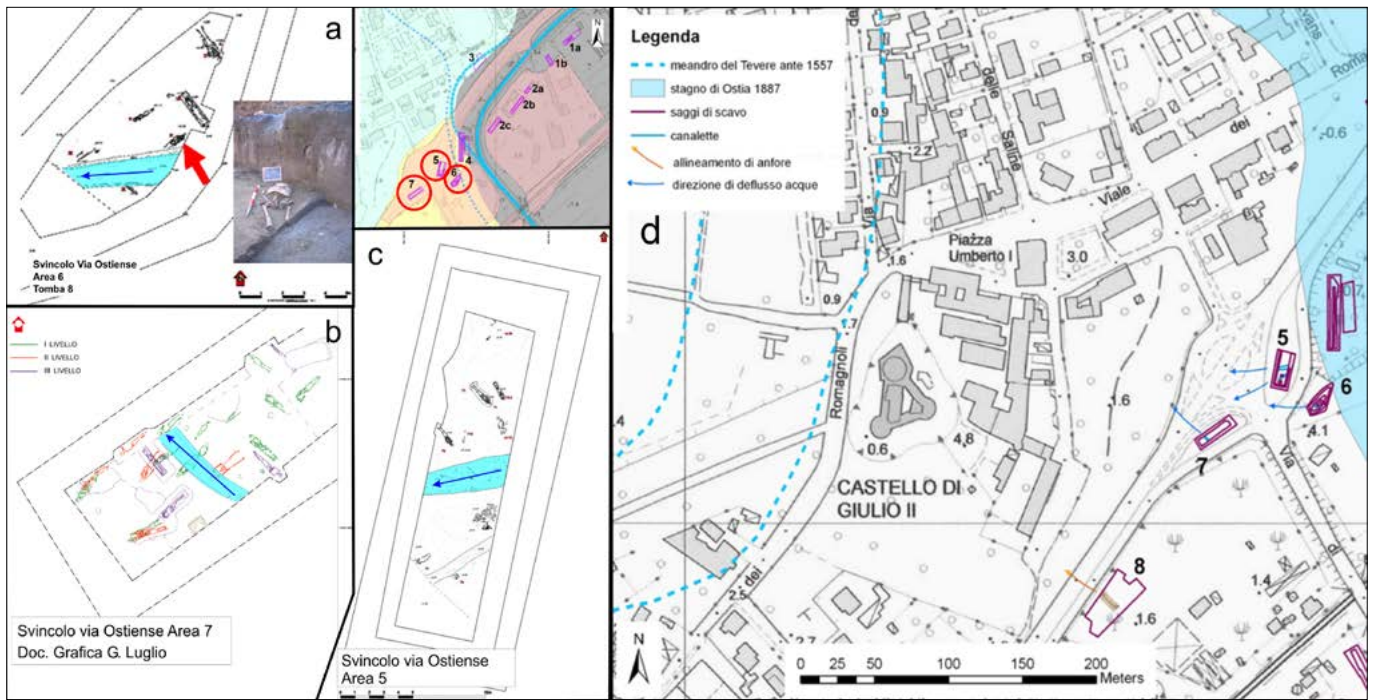


Figura 5 – Le aree di scavo archeologico nn.5, 6 e 7, con la direzione dei piccoli canali di bonifica (dis. di scavo in a, b e c di G.Luglio).

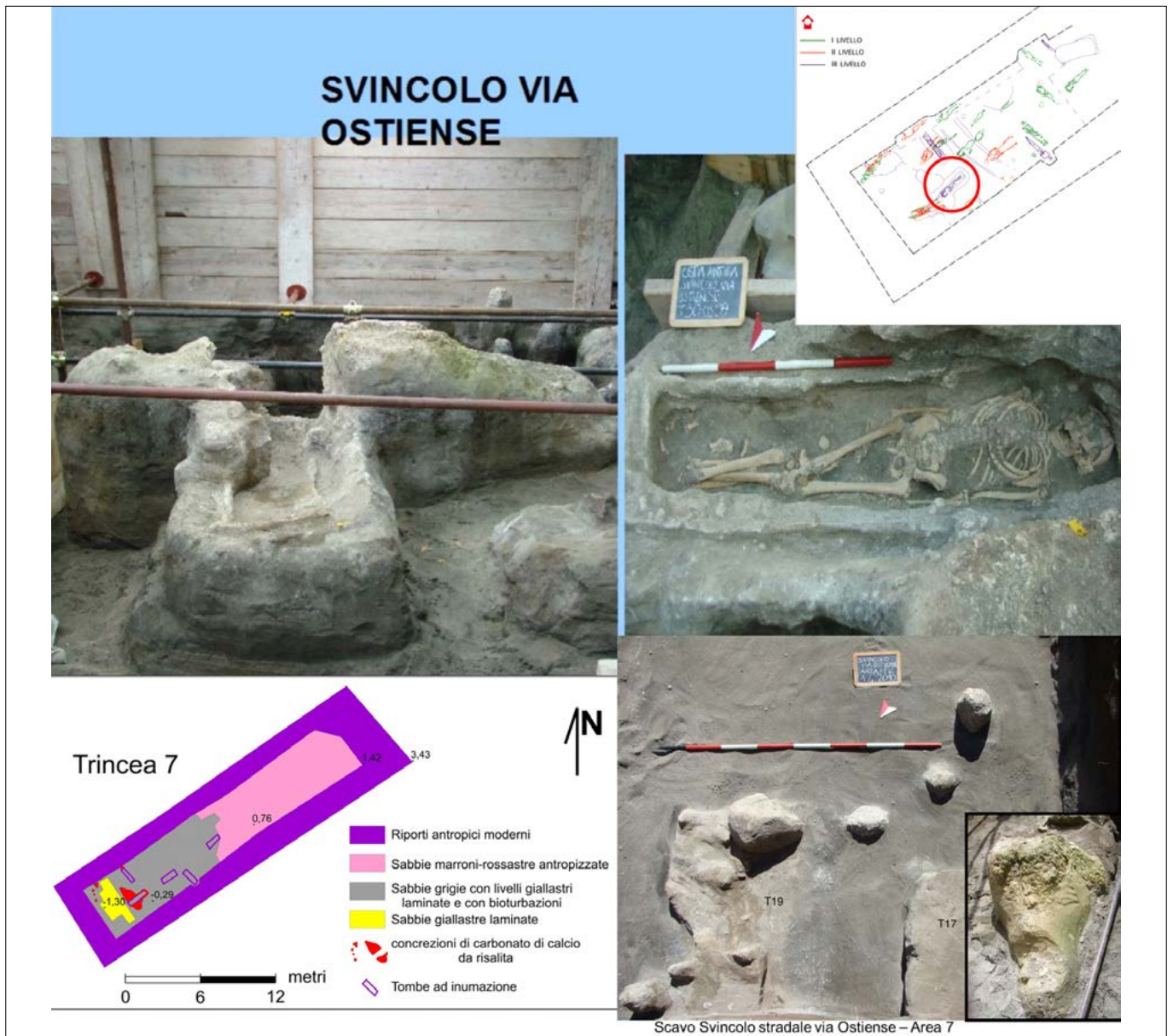


Figura 6 – L’area funeraria rinvenuta nell’aiuola dello svincolo stradale di Ostia Antica (Area 7), con il sarcofago ligneo calcarizzato (dis. in alto a destra G. Luglio e dis. in basso a sinistra C. Rosa)



rio agricolo nell'immediato suburbio della città con il riuso di questi contenitori da trasporto, che in numero enorme arrivavano al porto di Ostia contenenti merci diverse. Le anfore sistemate a mo' di di vespaio venivano a costituire un ottimo sistema per risolvere il problema dell'eccessiva umidità dei terreni.

Questo tipo di sistemazione è stata interpretata dall'Antico Gallina con maggior precisione come un'opera di aerazione in connessione con interventi di bonifica idraulica, da non confondere perciò con un'opera di drenaggio, che avrebbe altresì previsto la creazione di un "condotto idraulico" in pendenza, costituito da anfore con il fittone tagliato e inserito nella bocca dell'anfora successiva della fila (Antico Gallina 2011a, pp.180-183, fig. 1h; 2011b, p. 20, fig. 6h). In conclusione un livello d'anfore sistemate in orizzontale, a gruppi o in file più o meno ordinate, può pertanto identificarsi come uno strato di vespaio per il risanamento di terreni umidi (cfr. Balista 1998, pp. 24 e 34), rientrando nella casistica delle opere di bonifica (Antico Gallina 2011a, p.183) (9).

**S**empre nel corso di indagini di scavo preventive, effettuate nel 2010-2011 nell'area dello svincolo stradale di Ostia Antica sulla via Ostiense-via del Mare dall'allora Soprintendenza archeologica (10), sono stati rinvenuti piccoli canali di drenaggio larghi tra uno e due metri, scavati nelle sabbie dunari che ospitavano una necropoli (vedi dopo) (Fig. 5, a,b,c). Questi canali, successivi alla inumazione di alcune salme, perché ne sezionano almeno una (Fig. 5, a), hanno tutte direzione e verso di drenaggio in direzione del Tevere (Fig. 5, d), e servivano probabilmente per drenare le acque dello Stagno in caso di eccessiva risalita del livello di falda. Da notare lo stesso verso e direzione dell'allineamento di anfore della bonifica descritta prima nell'area presso il vivaio "Rosellini" (Fig. 5, d).

Poco più a Nord-Est di quest'ultimo ritrovamento, nell'area dello Svincolo stradale di Ostia Antica lungo la via Ostiense-via del Mare, è stata rinvenuta parte di un'estesa area funeraria, già individuata in anni precedenti nella zona del Parco dei Ravennati (Pannuzi et al. 2006, pp. 208-209; Pannuzi et al. 2013,

pp.384-393; Pannuzi c.s.; Pannuzi, Rosa c.s.), con la presenza di tombe ad inumazione ed incinerazione databili alla prima e media età imperiale, scavate nelle sabbie che costituivano gli antichi cordoni dunari presso l'antica linea di costa, sensibilmente arretrata rispetto all'attuale (Figg. 1, 4, e Fig. 4).

In quest'area (n. 7) è stata individuata la presenza di diverse strutture concrezionarie che hanno cementato localmente le sabbie presenti (Fig. 6). Poiché il cemento delle sabbie silicee presenti è risultato essere costituito solo da carbonato di calcio, anche per la morfologia e le modalità di evoluzione della cementazione (dal basso verso l'alto) questa anomalia è stata attribuita alla risalita temporanea lungo una linea di faglia di fluidi profondi caldi e ricchi di carbonato di calcio. In particolare, una di queste polle di risalita, ha inglobato e calcarizzato un sarcofago ligneo (11), appartenente ad una delle sepolture della necropoli antica, che si trovava posizionato al di sopra della polle. Ciò permette di datare l'evento di risalita dei fluidi profondi ad un momento successivo all'età delle sepolture della necropoli (prima età imperiale) (Fig. 6).

(SP)

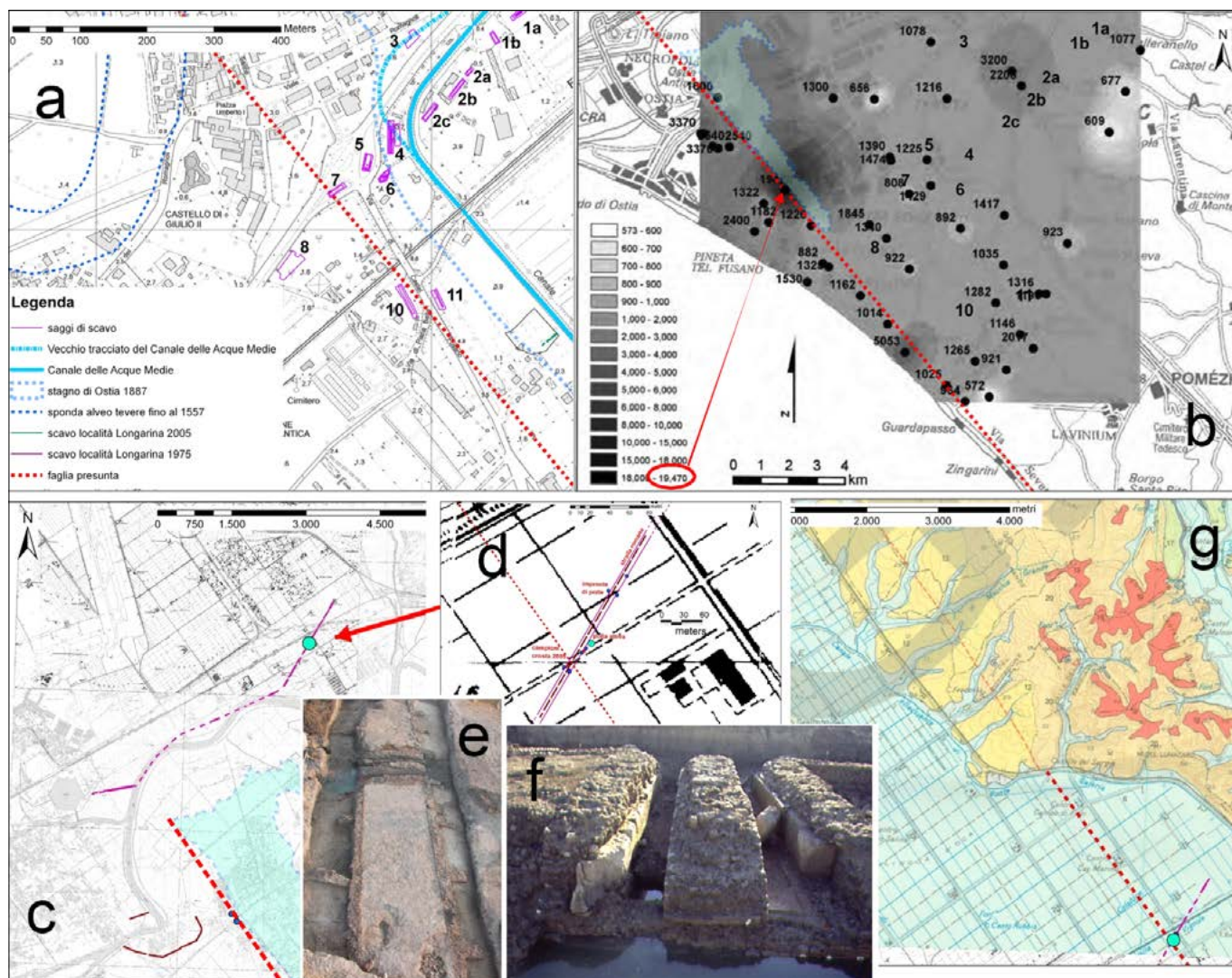


Figura 7 – a - La direzione della linea di faglia passante per i due scavi 7 e 10; b - I valori della conducibilità elettrica in pozzi espressi in  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; c - ubicazione della via portuense antica; d - dettaglio dell'area di scavo della Portuense antica; e, f - fotografie della Portuense antica tratte da Di Giuseppe, Serlorenzi (2008); g - prolungamento nei depositi alluvionali della faglia presente nel foglio geologico al 50.000 - 373 Cerveteri

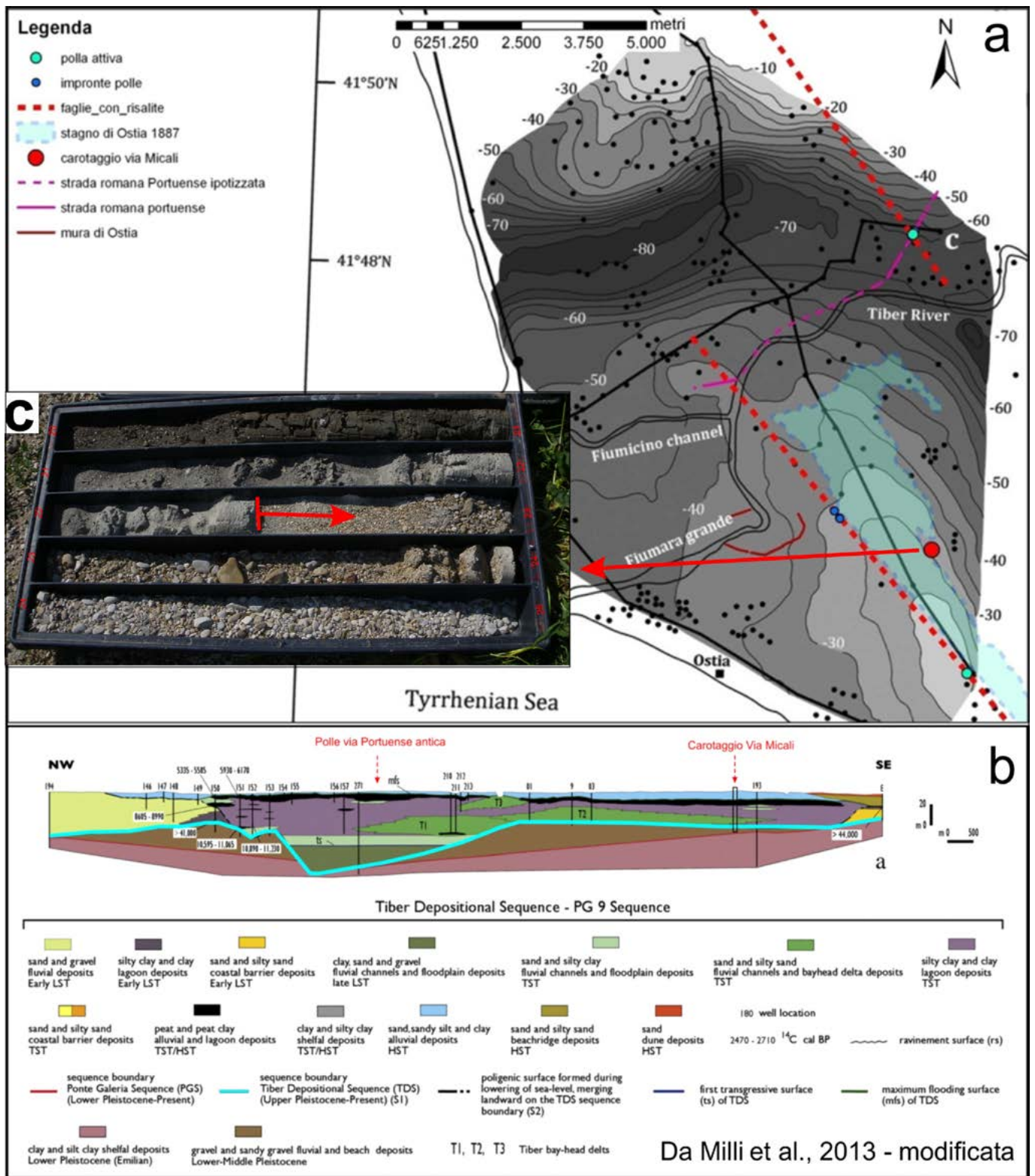


Figura 8 – Isobate della superficie di base del corpo alluvionale olocenico tiberino (modificata da Milli et al. 2013); b – Sezione a, circa NW--SE (modificata da Milli et al. 2013)

Altre forme di concrezioni calcaree, dovute al medesimo fenomeno, sono state rinvenute in un'altra area (n. 10) scavata più a sud (12), rendendo possibile identificare la direzione della faglia sepolta, alimentatrice di queste risalite di fluidi ricchi in carbonato di calcio, NW-SE (Fig. 7, a).

In uno studio eseguito alcuni anni fa da Capelli *et al.* (2007) sulla intrusione salina nel delta del Tevere, analizzando la resistività di un alto numero di pozzi nella porzione meridionale del delta, è emerso per uno di questi,

tra l'altro abbastanza profondo, un valore di 19.470  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , non spiegabile con una semplice intrusione salina da parte di acque marine, ma interpretabile anche esso come conseguenza di risalite di fluidi profondi ricchi in  $\text{CaCO}_3$ , visto che il pozzo si trova esattamente lungo la linea NW-SE già tracciata passante per le due aree di scavo archeologico (nn. 7 e 10) realizzate dalla Soprintendenza archeologia (Fig. 7, b). Va detto altresì che tale linea di faglia si trova ad essere esattamente parallela alla costa meridionale dello Stagno

ostiense e quindi potrebbe averne contribuito alla formazione.

A nord di questa linea di faglia, oltre il Tevere, in uno scavo archeologico preventivo per la progettazione della Nuova Fiera di Roma, è stato rinvenuto il tracciato stradale della via Portuense, di età imperiale, costruito in viadotto rialzato sulla pianura alluvionale circostante (Fig. 7, c, d, e, f). In un settore di circa 120 metri della strada romana sono stati rinvenuti piccoli ponti in un numero notevole, a distanza ravvicinata, la cui spiegazione

è stata trovata dagli autori dello scavo, con la presenza di un elevato numero di tracce di risalita di fluidi profondi, che danneggiavano nel tempo, sensibilmente, il tracciato stradale (Tuccimei *et al.* 2007; Di Giuseppe, Serlorenzi, 2008). È per evitare la presenza di queste polle di risalita che i costruttori romani avevano dotato la strada di una serie notevole di piccoli ponti.

Le polle, di cui una trovata ancora in attività, si trovano lungo la continuazione di una faglia segnalata nel Foglio Geologico al 50.000 - 373 Cerveteri (Fig. 7, g), prolungando la faglia suddetta al di sotto della coltre alluvionale olocenica tiberina si arriva proprio nel settore di risalita delle polle summenzionate. Quindi anche queste ultime polle sono legate ad una faglia con lo stesso andamento NW-SE di quella dello Stagno ostiense, che permette anche essa la risalita di fluidi di origine profonda. La differente natura nelle manifestazioni in superficie di questi fluidi profondi, probabilmente aggressivi e ricchi in CO<sub>2</sub>, nei due settori è legata alla differente natura e profondità del substrato alluvionale (Fig. 8, a e b).

Nel caso di Ostia Antica la risalita dei fluidi aggressivi incontra uno spesso strato di ghiaie grossolane della sequenza di Ponte Galeria, che probabilmente vengono in parte disciolti e la cui frazione carbonatica si deposita quando pressione e temperatura diminuiscono sensibilmente (vedi fig. 8, a e b, tratta da Milli *et al.* 2013 e modificata in parte. Un carotaggio eseguito in via Micali, zona di nuova urbanizzazione di Ostia Antica, un tempo, prima della bonifica, all'interno dello Stagno ostiense, del quale ho potuto visionare la stratigrafia (13), ha attraversato, dopo uno spessore di più di 22 metri di sedimenti alluvionali limoso-sabbiosi, uno strato di 6 metri di ghiaie grossolane prive di materiali vulcanici (Fig. 8, c) e quindi da attribuire alle unità prevulcaniche della sequenza galeriana indicate nella sezione a di Milli *et al.* (2013).

Nel caso della via Portuense di età romana i fluidi attraversano invece oltre 60 metri della coltre alluvionale olocenica tiberina prima di giungere in superficie, incontrando sostanzialmente sabbie e limi argillosi.

(CR)

## NOTE

1) Lo scavo fu effettuato in località Longarina, all'interno dell'azienda florovivaistica "Rosagarden", da Leonardo Schifi e Federico Cenciotti sotto la direzione di chi scrive per la Soprintendenza archeologica. Un'analisi preliminare del contesto archeologico e del suo inquadramento topografico, fu redatta immediatamente dopo la fine dello scavo (Pannuzi *et al.*, 2006), mentre più di recente è stato realizzato da Lucilla D'Alessandro uno studio approfondito dei materiali anforici che, ha portato

ad un più corretto inquadramento cronologico dei materiali (D'Alessandro, Pannuzi 2016, pp.530-537).

2) Materiali anforici sistemati in maniere del tutto similari, per file o gruppi adagiati in orizzontale sul piano antico, al fine di un suo risanamento per areazione, sono stati rinvenuti anche in altre parti d'Italia, in particolare al Nord, in area veneta e friulana, in zone di terreni pianeggianti, caratterizzati da una forte risalita dell'acqua di falda ed anche a volte semipaludosi, simili all'area ostiense oggetto dell'intervento. In particolare a Vicenza in siti diversi della prima età imperiale (Mazzocchin 2013), a Padova specie in contesti di età augustea (Cipriano, Mazzocchin 2011, pp. 333), ad Altino nell'area della necropoli "Le Brustolade", con una datazione tra la fine del I secolo a.C. e la prima metà del I secolo d.C. (Tirelli, Toniolo 1998, pp. 96-97, fig. 8), ad Aquileia, dove sono attestati interventi di tipo e cronologie diverse in vari siti della città e dell'agro, e tra questi quelli meglio confrontabili con i contesti ostiensi risultano quelli di età imperiale in loc. Bacchina e loc. Colombara, (Maselli Scotti 1998, pp. 109-110, figg. 3-4), a Concordia Sagittaria nello scavo in via Fornasatta con un ambito cronologico probabilmente di I secolo d.C. (Croce da Villa, Sandrini 1998, pp. 121-127, figg. 7, 9, 10). Anche in alcuni siti della Francia meridionale sono stati rinvenuti contesti confrontabili, per es. a Lione a rue Childebert (epoca augustea) e in place Bellecour (seconda metà I secolo d.C.) ed in particolare a Narbona, dove è stato rinvenuto un contesto di epoca augustea molto simile a quello ostiense, mentre a Fréjus, Port d'Orée, è attestato un sistema di epoca flavia in qualche modo affine a quello di Longarina,, ma non del tutto confrontabile, probabilmente perché le anfore rinvenute in posizione obliqua parrebbero collassate da una posizione in origine forse orizzontale (Laubenheimer 1998, pp. 56-58, figg. 16 e 18, pp. 63-67, figg. 25-26, p. 67, fig. 29). Anche alcuni casi attestati in Spagna, per es. a Cadice, potrebbero essere in qualche modo confrontabili con quello ostiense (si veda Antico Gallina 2011a, pp.194-195).

3) Tali ricostruzioni topografiche hanno ricalcato sostanzialmente quanto indicato nella pianta realizzata nell'ambito della bonifica di fine Ottocento delle aree paludose di Ostia e Porto (Amenduni 1884, tav. 1) Il ritrovamento nell'ambito dell'area di scavo all'interno del vivaio di una stratificazione naturale con una successione di sabbie, strati di torba e strati argillo-limosi con grandissima quantità di resti di molluschi di ambiente lagunare-palustre, su cui venne a realizzarsi la bonifica di età romana, mostra come in origine l'ampiezza dello Stagno dovesse essere con tutta probabilità maggiore dell'estensione che verrà poi ad assumere dopo gli interventi realizzati nella primissima età imperiale.

4) Righi 1979. Le anfore rinvenute nel 1975 in lunghe file entro fosse, con sistemazioni analoghe a quelle dello scavo di Longarina 2, furono oggetto pochi anni dopo di uno studio approfondito: Hesnard 1980.

5) Infatti, nella pubblicazione preliminare il contesto di Longarina 2 era stato collocato entro la metà del I sec. d. C. (Pannuzi *et al.*, 2006, p.195), confermando quanto era stato ipotizzato di recente per Longarina 1 (Rivello 2002, p.445), mentre invece, dopo una più accurata analisi delle anfore, il complesso intervento di bonifica sembrerebbe attribuibile con maggiore precisione all'età augustea, avvalorando perciò quanto proposto alcuni decenni fa riguardo al contesto archeologico di Longarina 1 (Righi 1979, p.637; Hesnard 1980). Per il contesto di Longarina 2 nell'ultimo recente studio è stata verificata la presenza soprattutto di anfore italiche (n.34 Lamboglia 2 e n. 3 Dressel 1), oltre a n. 3 anfore ispaniche, n.2 contenitori vinari di tradizione punica e n.5 anfore di provenienza non identificata (D'Alessandro, Pannuzi 2016, pp.532-533).

6) Altri importanti interventi di questo genere realizzati dall'imperatore Augusto sono per es. quelli messi in atto nella città e nel suburbio di Patavium, in questo caso finalizzati per lo più all'espansione dell'area necropolare della città (Cipriano, Mazzocchin 2011, pp. 333-338, 354). Per gli importanti interventi di epoca augustea nella città di Ostia: Meiggs 1973, pp. 41-48 e 131-132; Pavolini 2006, p.31. Anche per opere realizzate a Mediolanum in area urbana e periurbana si può con tutta probabilità ipotizzare un intervento dall'alto del primo imperatore romano, magari attraverso le aristocrazie o l'emergente classe media locale (a questo proposito si veda Antico Gallina 2000, p.114).

7) Lo scavo archeologico in quest'area (n.8) è stato diretto da chi scrive per la Soprintendenza archeologica, con la presenza sul cantiere di Paolo Grazia, che ha effettuato anche lo studio preliminare del materiale anforico con il riconoscimento dei tipi presenti (Oberaden 83, Dressel 2- 4 e Dressel 7/11 oppure 9). Nell'area di scavo sono stati individuati vari tratti murari in laterizio e in reticolato e parti di pavimentazione in cocchiopesto, che fanno ipotizzare la presenza di una qualche struttura edilizia.

8) Probabilmente una larga zona posta ad Ovest della grande Laguna ed in sensibile avvallamento verso occidente, individuabile nell'attuale area di parcheggio della Stazione della Ferrovia Roma-Lido, potrebbe avere risentito della risalita dell'acqua di falda, visto il ritrovamento, effettuato negli ultimi anni del Novecento nel parcheggio Ovest, di un contesto di anfore poste in verticale e connesse con un edificio di ambito necropolare che doveva probabilmente risentire fortemente dell'umidità del suolo (Pannuzi, Carbonara 2007, p.7; Carbonara *et al.* c.s.). Inoltre, sempre nel territorio di Ostia, si ricorda all'Isola Sacra sulla riva destra del Tevere, il rinvenimento alcuni decenni fa di un contesto probabilmente della metà del III secolo d.C. considerabile in qualche modo affine a quello di Longarina, costituito da anfore poste in orizzontale sotto il pavimento di uno degli horrea scoperti in quella zona. Anche qui questo sistema era utilizzato per migliorare la situazione d'umidità dell'edificio, che doveva immagazzinare merci altrimenti deperibili (Zevi 1972, pp.412 e 415-416,

figg. 6 e 13). Strutture simili sono attestate abbastanza numerosamente nel mondo romano (si veda per es. Antico Gallina 2004, pp.245-271). Infine, trattando della scoperta di un edificio termale di Aosta è segnalato da D'Andrade alla fine dell'Ottocento anche un rinvenimento non meglio precisato nella città di Ostia di anfore "capovolte colla bocca sul suolo e tutte vicine le une alle altre" (D'Andrade 1899, p.117).

9) A questo proposito possono definirsi con maggior precisione le diverse modalità di riutilizzazioni delle anfore antiche proposte a suo tempo dal Lunardi (Lunardi 1998, pp. 45-46, fig. 10), il quale schematizzava il tipo di sistemazione in orizzontale dei contenitori vinari, prendendo in considerazione solo la funzione di "drenaggio per captazione", messa in atto da anfore incastrate bocca-fittone una nell'altra.

10) Lo scavo archeologico in questi settori è stato diretto da Simona Pannuzi per l'allora Soprintendenza archeologica, con la presenza sul cantiere di Andrea Carbonara, Francesca Ulisse e Carmen Lalli, nell'ambito di un'estesa indagine preventiva effettuata con il Comune di Roma per la risistemazione dell'area stradale negli anni 2010-2011 (Pannuzi c.s.).

11) Anche un altro sarcofago ligneo presente nello stesso saggio di scavo n. 7 è stato rinvenuto completamente sostituito da carbonato di calcio e sabbia.

12) Il saggio di scavo (area n. 10), realizzato sotto la direzione di Simona Pannuzi per la Soprintendenza archeologica e con la presenza sul cantiere di Francesca Ulisse, si trova localizzato lungo il tratto iniziale di via di Castelfusano, sul suo lato occidentale. Le zone con incrostazioni di carbonato di calcio sono state rinvenute sul lato nord-orientale di questo saggio.

13) Ringrazio il dott. Renato Sebastiani, allora funzionario di zona della Soprintendenza Archeologica e la dott.ssa Antonella Cutuli per la disponibilità manifestata sul cantiere di archeologia preventiva di via Micali.

## BIBLIOGRAFIA

- ALESSANDRI L. (2009), *Il Lazio centromeridionale nelle età del Bronzo e del Ferro*, Groningen.
- AMENDUNI G. (1884), *Sulle opere di bonificazione della plaga litoranea dell'agro romano che comprende le paludi e gli stagni di Ostia, Porto, Maccarese*, Roma.
- ANTICO GALLINA M. (1996), *Valutazioni tecniche sulla cosiddetta funzione drenante dei depositi anforari*, in ANTICO GALLINA M. (ed.) *Acque interne: uso e gestione di una risorsa* (Itinera. I percorsi dell'uomo dall'antichità ad oggi, I), Milano, pp. 67-112.
- ANTICO GALLINA M. (1998), *Le anfore come elemento funzionale a interventi di bonifica geotecnica e idrologica: alcune riflessioni*, in PESAVENTO MATTIOLI S. (ed.), *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana: aspetti tecnici e topografici* (Atti del seminario di studi, Padova, 1995), Franco Cosimo Panini Editore, Modena, pp. 73-79.
- ANTICO GALLINA M. (2000), *Dall'urbs al territorium. Aspetti topografici del suburbio mediolanense*, in ANTICO GALLINA M. (ed.), *Dal Suburbium al Faubourg: evoluzione di una realtà urbana* (I percorsi dell'uomo dall'antichità ad oggi. 2-3), Edizioni Et, Milano, pp.95-148.
- ANTICO GALLINA M. (2004), *Fra utilitas e salubritas: esempi maltesi di bonifica con strutture ad anfore*, in ANTICO GALLINA M. (ed.), *Acque per l'utilitas, per la salubritas, per l'amoenitas* (I percorsi dell'uomo dall'antichità ad oggi. 4-5), Edizioni Et, Milano, pp. 245-271.
- ANTICO GALLINA M. (2011a), *Strutture ad anfore: un sistema di bonifica dei suoli. Qualche parallelo dalle Provinciae Hispanicae*, *Archivo Español de Arqueología*, pp. 179-205.
- ANTICO GALLINA M. (2011b), *Bonifiche geotecniche e idrauliche con anfore: teoria e pratica di un fenomeno*, Fastionline, www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2011-226.pdf.
- BALISTA C. (1998), *Risanamenti preventivi dei terreni ottenuti con sistemazione di anfore: modelli e processi dall'area periurbana di Padova*, in PESAVENTO MATTIOLI S. (ed.) *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana: aspetti tecnici e topografici* (Atti del seminario di studi, Padova, 1995), Franco Cosimo Panini Editore, Modena, pp.23-35.
- CAPELLI G., MAZZA R., PAPICCIO C. (2007), *Intrusione salina nel Delta del Fiume Tevere. Geologia, idrologia e idrogeologia del settore romano della piana costiera*, *Giornale di Geologia Applicata*, 5, pp. 13-28.
- CARBONARA A. et al. (c.s.), *Sistemazioni di anfore per usi diversi nel Suburbio di Ostia*, in *Il territorio ostiense: nuovi dati e studi inediti* (Atti del Quarto Seminario Ostiense, Roma 2016).
- CIPRIANO S., MAZZOCCHIN S. (2011), *Bonifiche con anfore a Padova: note di aggiornamento alla cronologia e alla distribuzione topografica, in Tra Protostoria e Storia. Studi in onore di Loredana Capuis* (Antenor Quaderni 20), Edizioni Quasar, Roma, pp. 311-367.
- CROCE DA VILLA P., SANDRINI G.M. (1998), *Concordia Sagittaria (VE)*, in PESAVENTO MATTIOLI S. (ed.) *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana: aspetti tecnici e topografici* (Atti del seminario di studi, Padova, 1995), Franco Cosimo Panini Editore, Modena, pp.113-128.
- D'ALESSANDRO L., PANNUZI S. (2016), *Le anfore dello scavo di Longarina 2 ad Ostia Antica (RM)*, in JÁRREGA R., BERNI P. (ed.), *Amphorae ex Hispania: paisajes de producción y consumo* (Atti del III Congreso Internaciojal de la Sociedad de Estudios de la Cerámica Antigua (SECAH)- ex Oficina Hispana, Tarragona, 2014), Tarragona, pp. 530-537.
- D'ANDRADE A. (1899), *Aosta. Scoperta di antichità romane avvenute durante la costruzione dell'edificio per le Scuole Normali*, *Notizie Scavi*, pp. 107-124.
- DI GIUSEPPE H., SERLORENZI M. (2008), *La via Campana e le acque violate*, in Fastionline, www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2008-107.pdf.
- HEINZELMANN M. (1998), *Beobachtungen zur suburbanen Topographie Ostias. Ein orthogonales Strassensystem im Bereich der Pianabella*, in *Römische Mitteilungen*, 105, pp. 175-225.
- HESNARD A. (1980), *Un dépôt-augustéen d'amphores à la Longarina, Ostie*, in *The Seaborne Commerce of ancient Rome: Studies in Archaeology an History* (MAAR, 36), pp.141-156.
- LAUBENHEIMER F. (1998), *L'eau et les amphores. Les systèmes d'assainissement en Gaule romaine*, in PESAVENTO MATTIOLI S. (ed.) *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana: aspetti tecnici e topografici* (Atti del seminario di studi, Padova, 1995), Franco Cosimo Panini Editore, Modena, pp.47-70.
- MASELLI SCOTTI F. (1998), *Bonifiche e drenaggi con anfore ad Aquileia*, in PESAVENTO MATTIOLI S. (ed.) *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana: aspetti tecnici e topografici* (Atti del seminario di studi, Padova, 1995), Franco Cosimo Panini Editore, Modena, pp.107-111.
- MAZZOCCHIN S. (2013), *Vicenza. Traffici commerciali in epoca romana. I dati delle anfore*, Padova.
- MEIGGS R. (1973), *Roman Ostia*, Oxford.
- MILLI S., D'AMBROGI C., BELLOTTI P., CALDERONI G., CARBONI M.G., CELANT A., DI BELLA L., DI RITA F., FREZZA V., MAGRI D., PICHEZZI R.M., RICCI V. (2013), *The transition from wave-dominated estuary to wave-dominated delta: The Late Quaternary stratigraphic architecture of Tiber River deltaic succession (Italy)*, *Sedimentary Geology*, 284-285, pp.159-180.
- PANNUZI S., CARBONARA A. (2007), *Il suburbio Sud-orientale di Ostia Antica: la trasformazione del territorio in età imperiale e tardo-antica secondo le più recenti ricerche archeologiche*, in PANNUZI S. (ed.), *Necropoli ostiensi*, *Publignovane SCarl*, Roma, pp.4-21.
- PANNUZI S. (2013), *La laguna di Ostia: produzione del sale e trasformazione del paesaggio dall'età antica all'età moderna*, *MEFRM (Mélanges de l'École française de Rome- Moyen Âge)*, [Online], 125, 2013, 2. URL: <http://mefrm.revies.org/1507>
- PANNUZI S., ROSA C. (c.s.), *Ricerche geoarcheologiche nel suburbio orientale di Ostia*, in *Roma, Tevere, Litorale. 3000 anni di storia. Le sfide del futuro* (Atti del seminario permanente, Roma 2015).
- PANNUZI S. et al. (2006), *Ostia Antica. Indagini archeologiche lungo la via Ostiense (Municipio XIII)*, *BullCom*, CVII, pp. 192-216.
- PANNUZI S. et al. (2013), *Indagini di scavo preventive per cantiere Acea-Illuminazione pubblica nel Parco dei Ravennati-via Gesualdo (Mun.X ex XIII)*, *BullCom*, CXIV, pp.384-393.
- PANNUZI C. (c.s.), *Viabilità e utilizzo del territorio. Il suburbio Sud-orientale di Ostia alla luce dei recenti rinvenimenti archeologici*, in *Atti del Terzo Seminario Ostiense* (Roma 2015).
- PAVOLINI C. (2006), *Ostia*, Laterza, Bari.
- RIGHI R. (1979), *Notizia*, *Fasti Archeologici*, n. 100022, pp. 28-29.
- RIVELLO E. (2002), *Nuove acquisizioni sul deposito della Longarina (Ostia Antica)*, *MEFRA*, 114-1, pp. 421-449.
- TIRELLI M., TONIOLO A. (1998), *Altino. Strutture ad anfore in aree a diversa funzionalità*, in PESAVENTO MATTIOLI S. (ed.) *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana: aspetti tecnici e topografici* (Atti del seminario di studi, Padova, 1995), Franco Cosimo Panini Editore, Modena, pp.87-106.
- TUCCIMEI P., SOLIGO M., ARNOLDUS-HUYZENDVELD A., MORELLI C., CARBONARA A., TEDESCHI M., GIORDANO G. (2007), *Datazione U/Th di depositi carbonatici intercalati ai resti della Via Portuense antica (Ponte Galeria, Roma): attribuzione storico-archeologica della strada e documentazione cronologica dell'attività idrotermale del fondovalle tiberino*, *Fastionline*, 97, pp. 1-9, www.fastionline.org/docs/FOLDER-it-2007-97.pdf.
- ZEVİ F. (1972), *Ostia (Roma). Scoperte archeologiche effettuate casualmente nei mesi di Settembre e Ottobre 1968, nell'Isola Sacra, presso la sponda della Fiumara grande tra il ponte della Scafa e l'ansa*, *Notizie Scavi*, pp. 404-431.

# Il “Progetto Foggara”: ricerche per la riabilitazione dei sistemi idraulici tradizionali del Sahara algerino, regione del Touat-Gourara

## The “Foggaras Project”: underground traditional systems rehabilitation of the algerian Sahara, Touat-Gourara region

Parole chiave (*key words*): Progetto Foggara (Foggaras project), *foggara*, *qanat*, *ingruttati*, *oasi*

### ABSTRACT

In the Touat-Gourara area (algerian Sahara), there is a general trend for filtration galleries (*foggaras*) to have a decreasing flow, or even to dry up. A possible drop of the water table of the Albian aquiferous could play a role. There is no doubt that close-set modern water drills have an influence. But the lack of maintenance of the galleries, due to social evolution, is probably the most important reason for it. Various scientific investigation methods will therefore be tested, enabling a balance of these galleries: natural context and working. Results shall be systematically compared to informations given by users. Pilot-operation will then be prepared in order to test maintenance methods based on: either maximum use of traditional technology and local resources, or, at the contrary, mechanisation and motorisation of the cleaning out. Such a process, in order to achieve whole efficiency, will have to be integrated in a global policy for a sustainable management of the resources of the area.

### 1. INTRODUZIONE

Le *foggara* sono gallerie cunicolari di drenaggio e trasporto di acque di falda freatica, funzionanti a gravità con recupero finale dell'acqua alla superficie del suolo, dove si formano delle sorgenti artificiali. La continuità stagionale del flusso idrico e dell'erogazione dell'acqua attraverso una capillare rete di canali di superficie e bacini di stoccaggio per gli usi irrigui, oltre che potabili, ha consentito la creazione delle oasi e di un'economia agricola nelle aree desertiche del Sahara (Fig.1).

Le *foggara* sono maggiormente diffuse nelle aree aride e iperaride del Sahara sud algerino, ai bordi del tavolato del Tademaït e comprendono le regioni (*wilaya*) del Touat-Gourara e del Tidikelt, dove la piovosità non supera i 50 mm/anno.

Lo scavo di cunicoli drenanti sotto la sabbia del deserto ha consentito fin dal medioe-

vo, con la prima colonizzazione Pre-islamica (Wilson A., 2006. – De Angeli S. & Finocchi S., 2008), lo sviluppo di un'economia agricola in condizioni di vita estreme, ancora oggi atti-

va per la produzione di datteri e, soprattutto, di ortaggi (pomodori, melanzane, peperoni, zucche etc.) e cereali che arrivano anche nei mercati europei.

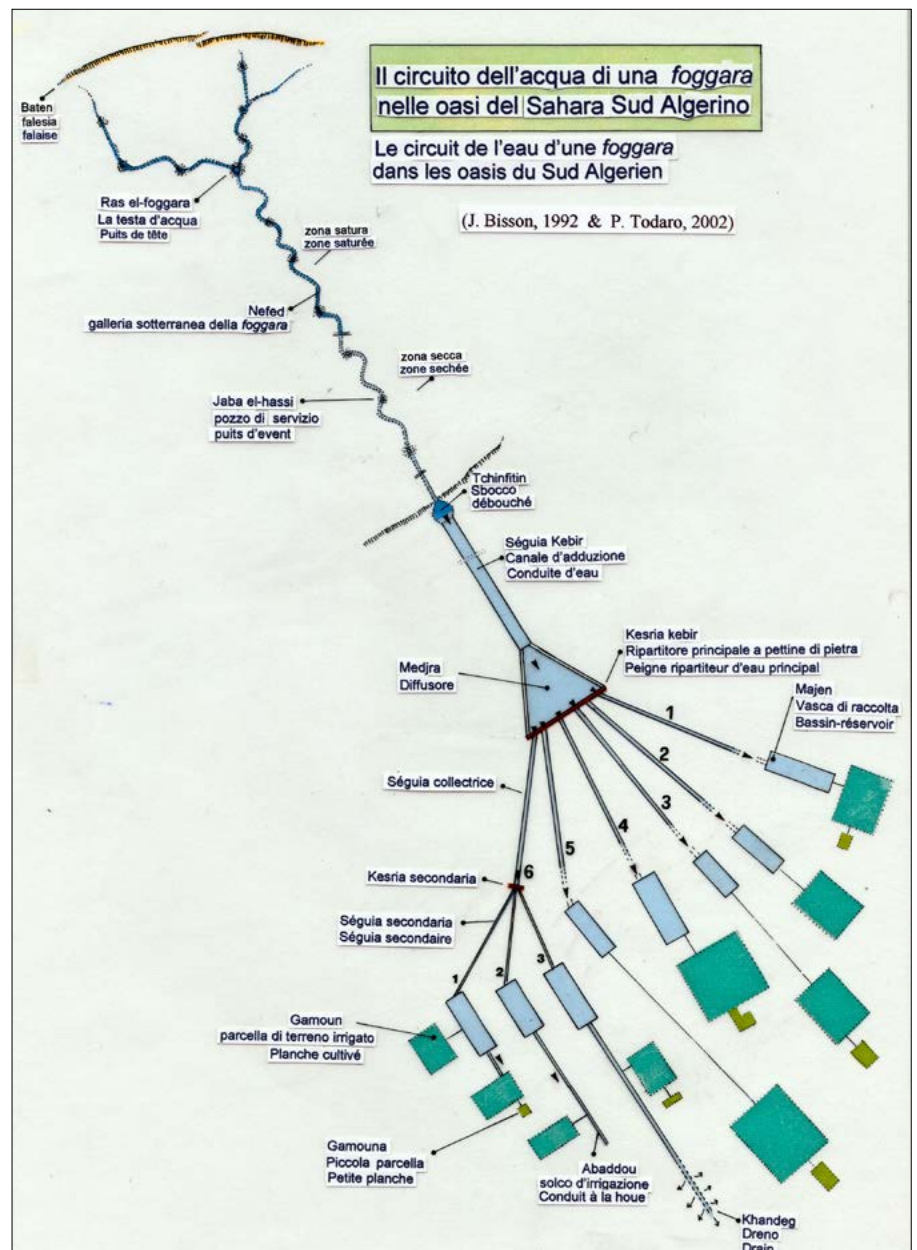


Figura 1 – Il circuito e uso dell'acqua di una foggara nelle oasi del Sahara algerino

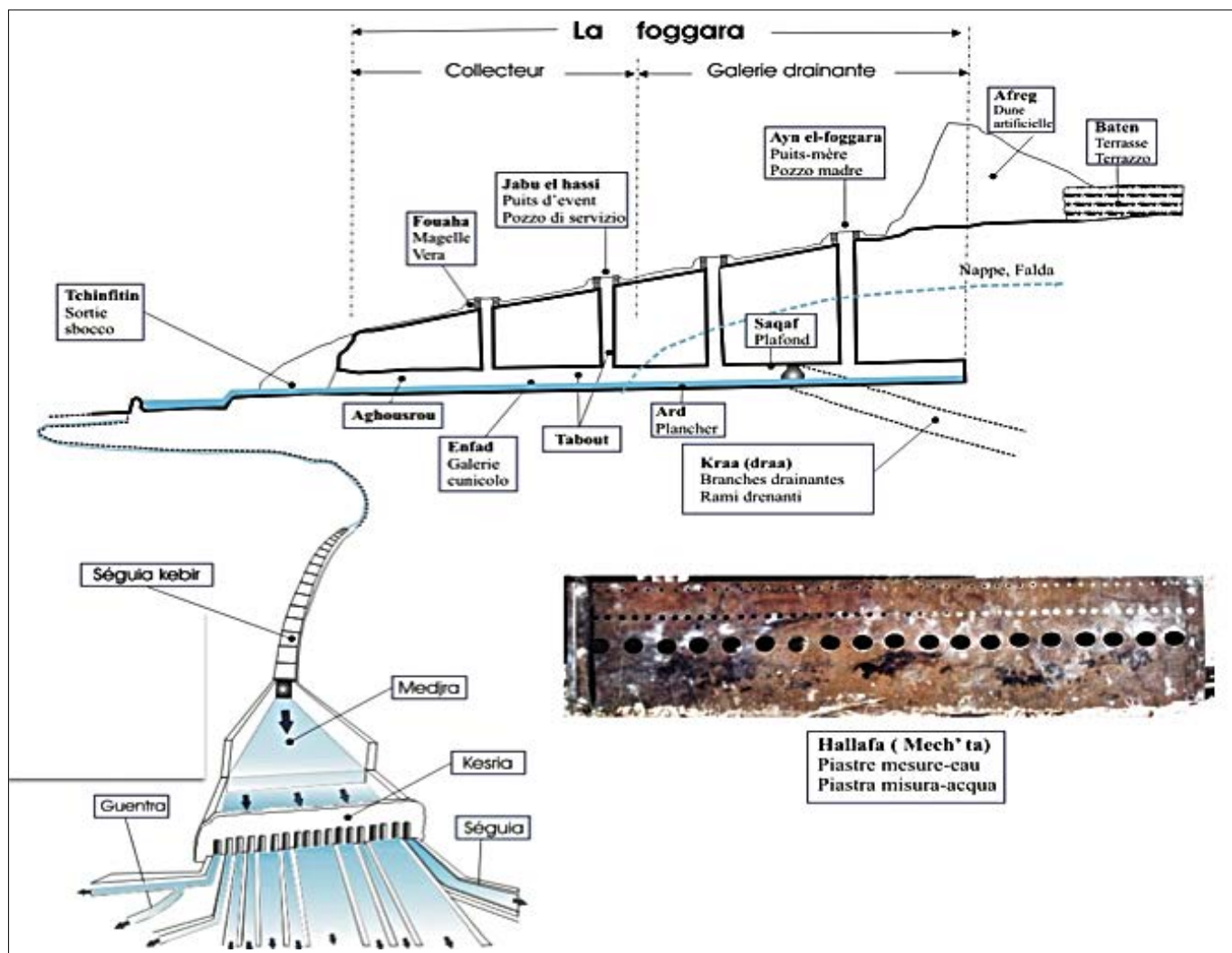


Figura 2 – Schema geometrico di una foggara e nomenclatura delle sue strutture principali in italiano, francese e berbero

Si tratta di una tecnica rudimentale, naturalistica e sostenibile, di scavi al grezzo di cunicoli privi di opere d'arte, realizzati in terreni recenti di facies continentale, spesso granulari e friabili, talora fini e poco consolidati, che hanno bisogno di continue cure e manutenzioni per l'evoluzione erosiva e i dissesti cui sono sottoposti.

Questa pratica di scavo consente ancora oggi di sfruttare esigue falde idriche attraverso una moltitudine di captazioni sotterranee cunicolari, autonome e frammentate, che superano 4000 Km di lunghezza, scavate a mano dagli *harratin*, lontani discendenti degli schiavi neri mauritani, specialisti delle *foggara*. Spesso sono acquiferi prevalentemente fossili alimentati dalle precipitazioni prodottisi sull'Atlas nord algerino in periodo preistorico e durante l'ultima glaciazione Würmiana (12ka fa) e debolmente ricaricati da piogge stagionali caratterizzate da volumi d'acqua notevolmente inferiori ai prelievi.

A differenza degli altopiani iraniani, dove i *qanat* raggiungono profondità incredibilmente elevate fino a 100-200m e oltre per attingere le falde freatiche (Papoli-Yazdi M.H., 1992; Goblot H., (1979), in Algeria come in tutto il Maghreb nordafricano, le *foggara*

non superano normalmente 20m di profondità (5÷20m) e la lunghezza di 10 Km (3÷10km). In Sicilia, nella piana di Palermo gli *ingruttati*, identici sistemi d'acqua sotterranei adattati alle condizioni idrogeologiche e topografiche del terrazzo calcarenitico affiorante, non superano la profondità di 20m e la lunghezza di 2km (Todaro P., 2000). La loro origine e datazione sembrano legate al periodo tardo islamico in Sicilia (XI secolo) grazie a rari frammenti di ceramica interrati in una galleria della Piana dei Colli (Tusa S. e Biancone V., 1997).

## 2. PREMESSE

L'articolo illustra i primi risultati della ricerca denominata "Progetto Foggara", uno studio condotto in Algeria a seguito di un protocollo di cooperazione bilaterale firmato nel 2004 tra il Ministero dell'Ambiente italiano e quello omonimo dell'Algeria nel quadro più ampio del "Progetto Sahara, lotta integrata alla desertificazione".

In precedenza nel 2002 su invito del governo algerino (Ministere de l'Amenagement du Territoire et de l'Environnement-MATE), lo scrivente responsabile della associazione SUBTERRANEA ONLUS, si era recato in mis-

sione nel Sahara algerino (Wilaya d'Adrar) per prendere conoscenza dei problemi locali, incontrando i responsabili locali della gestione dell'acqua dell'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques) e delle "Associazioni delle foggara" con i mastri d'acqua (*kel-el-mà*) che rappresentano ancora oggi i depositari delle tecniche di scavo e di gestione tradizionali dell'acqua.

Gli interventi previsti dal progetto si collocano tutti nell'area geografica del Sahara centrale, regioni del Gourara-Touat, dove si trova la maggior parte dei sistemi d'acqua sotterranei tradizionali "*foggara*" che riguardavano le seguenti tematiche applicative:

1. Bilancio idrico integrato e monitoraggio delle risorse idriche;
2. Trattamento e riutilizzo delle acque reflue;
3. "Progetto Foggaras" di recupero e modernizzazione dei sistemi idrici tradizionali;
4. Studio di fattibilità e attivazione di un geoparco a Tinerkouk (Gourara). Ciò che è illustrato nell'articolo sono solamente i primi risultati emersi da tre missioni di lavoro condotte a più riprese nelle regioni Gourara-Touat (Wilaya di Adrar) dove sono stati eseguiti i rilievi in campo fin dal giugno del 2004.

In particolare il “Progetto Foggaras” (Todaro P., 2004), coordinato da chi scrive, aveva come obiettivo due finalità:

1. Redazione di un progetto di ricerca, in grado di fornire soluzioni esecutive per il miglioramento del rendimento delle *foggara*, di anno in anno sempre minore nelle rese idrauliche finali, fino all’inaridimento totale (“*foggaras mortes*” et “*foggaras en declin*”);
2. Recupero e ristrutturazione di alcune *foggara* in cui si riconosce un valore di patrimonio culturale, per caratteristiche peculiari (architettura, morfologia, geologia e storia) da valorizzare turisticamente nell’ambito di un progetto regionale di promozione turistica sugli ecosistemi oasiani (Ksour, palmeto, sistemi e pratiche d’irrigazione, *foggara*).

Allo stesso modo al progetto si richiedeva la modernizzazione della rete delle *foggara* attraverso soluzioni tecnologiche che rispettassero le tradizioni locali e il delicato ambiente oasiano, compatibilmente con la realtà di un’economia povera, in termini di costi e benefici (Todaro P., 2005). La necessità di potere modernizzare e meccanizzare i sistemi di scavo e i lavori di manutenzione e pulizia dei cunicoli e dei canali, scaturiva dalla mancanza di manodopera locale causata dalla continua fuga verso l’Europa dei giovani algerini, sempre meno adusi ai lavori pesanti e “sporchi”.

La fase iniziale dello studio ha riguardato l’individuazione delle principali cause di degrado, dissesto e occlusione che si producono costantemente lungo i percorsi cunicolari delle *foggara* e che conducono alla riduzione delle portate idriche fino alla loro estinzione. Si trattava, pertanto, di individuare e verificare le concause di deperimento idrico attraverso l’individuazione delle condizioni critiche di dissesto, quali: frane sotterranee, erosioni, insabbiamenti, scalzamenti, contropendenze, zone di forti perdite per infiltrazione etc. A tal fine all’interno di alcune *foggara*, in precedenza prescelte assieme ai tecnici algerini del MATE, tra quelle debilitate nella loro efficienza idraulica allo sbocco, si sono condotti rilievi speleotopografici, idrogeologici, idraulici, monitoraggi di portata e piezometrici i cui risultati vengono in parte descritti e illustrati nel seguito.

### 3. ORIGINE DELLA PAROLA “FOGGARA”

L’etimologia di *foggara* è molto incerta, si avvicina molto alla forma verbale del termine arabo *f’qr* (scavare). Secondo lo storico berbero al-Tamentiti il nome *foggara* sarebbe un’alterazione di nome *fedjara*, che in berbero significa dare uno sbocco all’acqua. Altri studiosi propongono che il vocabolo derivi da *m’faguer* che significa (sventrato). Nella sua etimologia legata alla tradizione popolare, si è assimilata una *foggara*, per la sua conformazione planimetrica cunicolare a spina di pesce, alla colonna verte-

brale umana. Sembra infine che il Corano citi la parola *fojara*, una sorgente della Luna.

Sull’origine geografica delle *foggara* due sono le ipotesi più realistiche, una riguarda la provenienza dalla Libia, l’altra dalla parte opposta, dal Marocco. Secondo al-Edrisi (1099-1164) geografo arabo che visse a lungo a Palermo alla corte di Ruggero II, la costruzione della prima *foggara* (o *Khettara*) rimonta all’epoca del califfo Ali Ibn Yusuf (1106-1143) e l’acqua della città di Marrakech per irrigare i giardini è dovuta all’opera ingegnosa di Ibn Yunus al-Muhandis ingegnere originario di al-Andalus (Andalusia) che costruì un pozzo a pianta quadrata di grandi dimensioni dal cui fondo partiva una galleria fino alla superficie topografica del suolo trasportando l’acqua in flusso continuo, senza interruzioni. Questo avveniva un secolo dopo la pubblicazione del libro del matematico persiano al-Faraji del IX secolo (Ferriello G., 2006), un manuale idraulico che per la prima volta descriveva e spiegava il funzionamento dei

*qanat*. Un’altra ipotesi è quella riportata in uno studio di T. Gonon 2003 sui *qanat* di *Ayn Manawir* (oasi di Kharga, Egitto) che sarebbe stato scavato durante la prima dominazione Persiana del II secolo d.C. il quale mostra appunto la migrazione del sistema dalla Persia al deserto sahariano. In un altro recente lavoro di A. Wilson (2006) nel Sahara libico, regione dei Garamanti (Wadi al-Ajal, Fezzan), l’autore ha mostrato l’esistenza di centinaia di gallerie idrauliche della stessa tipologia delle *foggara*, datati dal VII al XI secolo. Esse sono fortemente simili per costruzione e nomenclatura con le *foggara* del Gourara-Touat e pertanto Wilson avanza l’ipotesi di una diretta introduzione di questi sistemi dal Fezzan, con una comune origine in Persia (Wilson A., 2006).

La Fig. 2 mostra lo schema di una *foggara* algerina in tutte le sue parti strutturali e di funzionamento idraulico, dalla captazione alla distribuzione, indicati e descritti con i termini berberi e la corrispondente traduzione in italiano e francese.

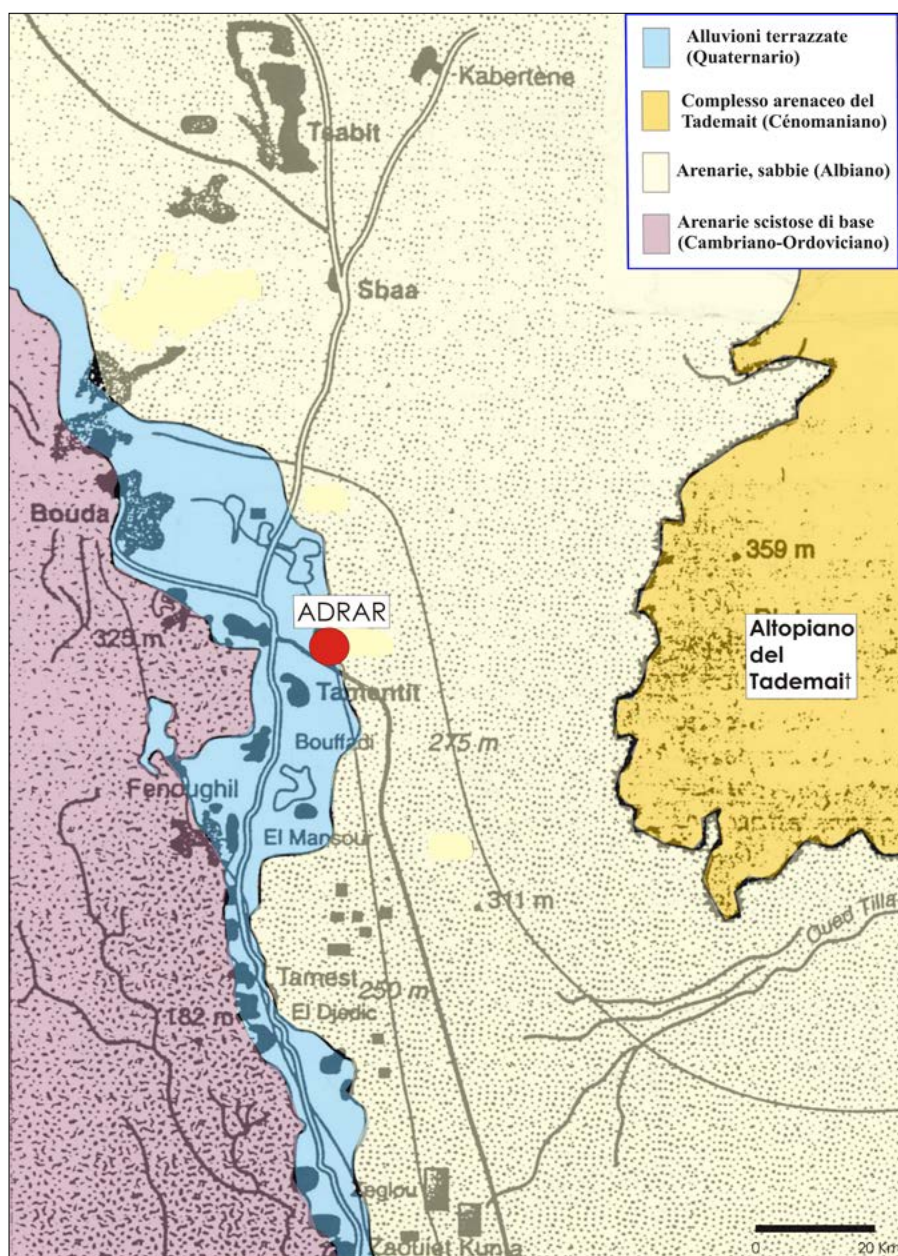


Figura 3 – Carta geologica dell’area delle *foggara* della regione di Adrar (da Bisson, 1957)

#### 4. LINEAMENTI GEOLOGICI DEL SAHARA SUD ALGERINO

L'area studiata si colloca nell'ampia fascia di territorio compresa tra l'altopiano del Tademaït, un tavolato calcareo-arenaceo del Cretaceo a clima iperarido (Fig. 3) di quota max 300m, e la valle alluvionale del Saoura, ad Ovest. Le oasi della zona sono un centinaio, disperse in una fascia grosso modo orientata N-S parallelamente al sistema delle falesie che limita l'altopiano su un fronte arcuato di circa 300 km (Bisson J., 1992).

Durante il Cretaceo superiore (Cenomaniano-Turoniano), una vasta trasgressione marina proveniente da Nord si estese sul basamento Paleozoico fino a raggiungere il Sahara centrale che durante il Cretaceo inferiore (Albiano) era stato ricoperto da una potente formazione continentale di arenarie, nota come "Intercalare Continentale", che rappresenta l'affioramento più esteso e importante ai fini idrogeologici di questo periodo. Chiudono la trasgressione del Cretaceo superiore, i depositi calcareo-arenitici del *plateau* del Tademaït. Le locali condizioni climatiche iperaride hanno condizionato l'evoluzione stratigrafica della piattaforma sahariana nel Pliocene e nel Quaternario, dove si è instaurata una sedimentazione di deflazione per l'azione di erosione e trasporto esercitata dal vento con dei cicli d'erosione continentale caratterizzati da facies lacustri, colluvio-alluvionali ed eolico-dunali. Le zone a morfologia depressa sono spesso occupate da antichi depositi alluvionali detti *serir* o *reg*, molto rimaneggiati dal vento. Il tavolato del Tademaït calcareo-arenaceo è sottoposto a cicli erosivi torrentizi con incisioni di *uadi* mentre il materiale eroso viene trasportato e sedimentato al contorno a mascherare il basamento delle arenarie "Albiane". Uno degli effetti morfologici più intensi della deflazione è stato l'approfondimento di ampi bacini di tipo endoreico poi occupati da bacini salini, le *sebkhas*. In seguito nei laghi salati plio-pleistocenici si sedimentano evaporiti, ghiaie (*reg* e *serir*), vari piccoli terrazzamenti di *uadi*, formazioni lacustri e dunali. A Ovest nella vallata della Saoura, la serie Paleozoica affiora sormontata dalla formazione di arenarie "Intercalare Continentale" (CI) che riposa direttamente sullo stesso substrato. A Est, verso i rilievi del Tademaït l'Intercalare Continentale è mascherato in superficie da terreni della trasgressione cenomaniana di facies argillo-gessosa, a tratti ricoperta da un piastrone frammentato ("Dalle") di calcare turoniano, molto resistente. In generale la regione del centro Sahara, Touat-Gourara e Tidikelt, è caratterizzata da un complesso stratigrafico di terreni prevalentemente di trasporto dunale e alluvionali. Il Pliocene è caratterizzato dalla serie del "Continentale Terminale" (o

Tab. 1 - Glossario dei principali termini arabo-berberi in uso per le foggara e il loro significato (Vallet J., 1973)

N°	Arabo-berberi	Italiano	Francese
1	<i>Ayn el-foggara</i>	Pozzo-madre	Puits mère
2	<i>Ras el-foggara</i>	Pozzo di testa	Puits tête
3	<i>Hassi</i>	Pozzo di servizio, sfiato	Puits de service, puits d'évent
4	<i>Bir</i>	Pozzo d'acqua	Puits d'eau
5	<i>Enfad</i>	Galleria sotterranea, cunicolo	Galerie souterraine
6	<i>Khandeg</i>	Dreno	Drain
7	<i>Abadou</i>	Canale d'irrigazione con la zappa, nella sabbia	Canal d'arrosage dans la sable à la houe
8	<i>Kra, dra</i>	Trincea drenante laterale della galleria	Branches drainantes lateraux des galeries
9	<i>Jaba al-hassi</i>	Allineamento di pozzi	Ligne de puits d'évent
10	<i>Qatus</i>	Tubo di terracotta	Tuyau de terre cruite
11	<i>sanyia</i>	Senia, noria	Noria
12	<i>noura</i>	Noria	Noria
13	<i>gabyia</i>	Gebbia, vasca per l'irrigazione	Bassin d'eau, reservoir d'eau pour l'irrigation
14	<i>tchinfitin</i>	Sbocco della foggara	Sortie de la foggara, ruisseau avant la peigne
15	<i>Mecht'a</i>	Piastra di cuoio forata per misurare la quota d	Piastre de cuivre forée pour mesurer la
16	<i>tabout</i>	Canna del pozzo	Tuyau du puits
17	<i>Fouaha</i>	Vera, puteale, parapetto	Magelle
18	<i>Saqaf</i>	Tetto della galleria	Plafond
19	<i>Ard</i>	Pavimento della galleria	Plancher
20	<i>Kesria</i>	Pettine ripartitore d'acqua	Peigne ripartiteur d'eau
21	<i>Seguia kebir</i>	Saja, canale principale della foggara in superficie	Canalisation de surface
22	<i>Seguia</i>	Saja	Canalisation de surface
23	<i>Hallafa</i>	Piastra metallica forata misura-acqua	Piastre métallique mesure-eau
24	<i>medjra</i>	Triangolo di laminazione in uscita	Triangle de ripartition
25	<i>guentra</i>	Saja secondaria	
26	<i>Afreg</i>	Duna artificiale	Dune artificielle
27	<i>Tasskimt</i>	Pozzo a bilanciere	Puits à bilancier
28	<i>Djenna</i>	Appezamento di palmeto	Branche de palmier
29	<i>Guemoun, gamoun</i>	Quadrato di coltivazione	Carré de culture
30	<i>Gamouna</i>	Piccolo quadrato di coltivazione	Petit gamoun
31	<i>Kiel-el-ma</i>	Maestro d'acqua, misuratore	Maitre d'eau, mesurer d'eau
32	<i>Halchia</i>	Cresta di terra, vattali	Crête de terre
33	<i>djemaa</i>	Assemblea dei proprietari di una quota dell'acqua.	Assemblée des propriétaires de parte de l'eau des foggaras
34	<i>baten</i>	Falesia	Falaise, rebord du plateau
35	<i>sarif</i>	Nobile da cui deriva <i>chorfa</i> che designa l'imprenditore di foggara	Noble dont derive <i>chorfa</i> pour désigner l'entrepreneur de foggara
36	<i>Himat al-Sarif</i>	Manutenzione, pulizia delle foggara condotta dallo sceriffo	Entretien, curage de foggara réalisé par le sarif
37	<i>Sif</i>	Duna artificiale	Dune artificielle
38	<i>Chorfa</i>	Nobile imprenditore per le foggara	Noble pour désigner l'entrepreneur de foggaras
39	<i>habba</i>	Unità di misura dell'acqua = 0,066 l/s	Unité de mesure de l'eau = 0,66l/s
40	<i>Hartani (pl. harratin)</i>	Uomo di colore discendente dagli antichi schiavi neri	Homme de couleur descendant de noir esclave.



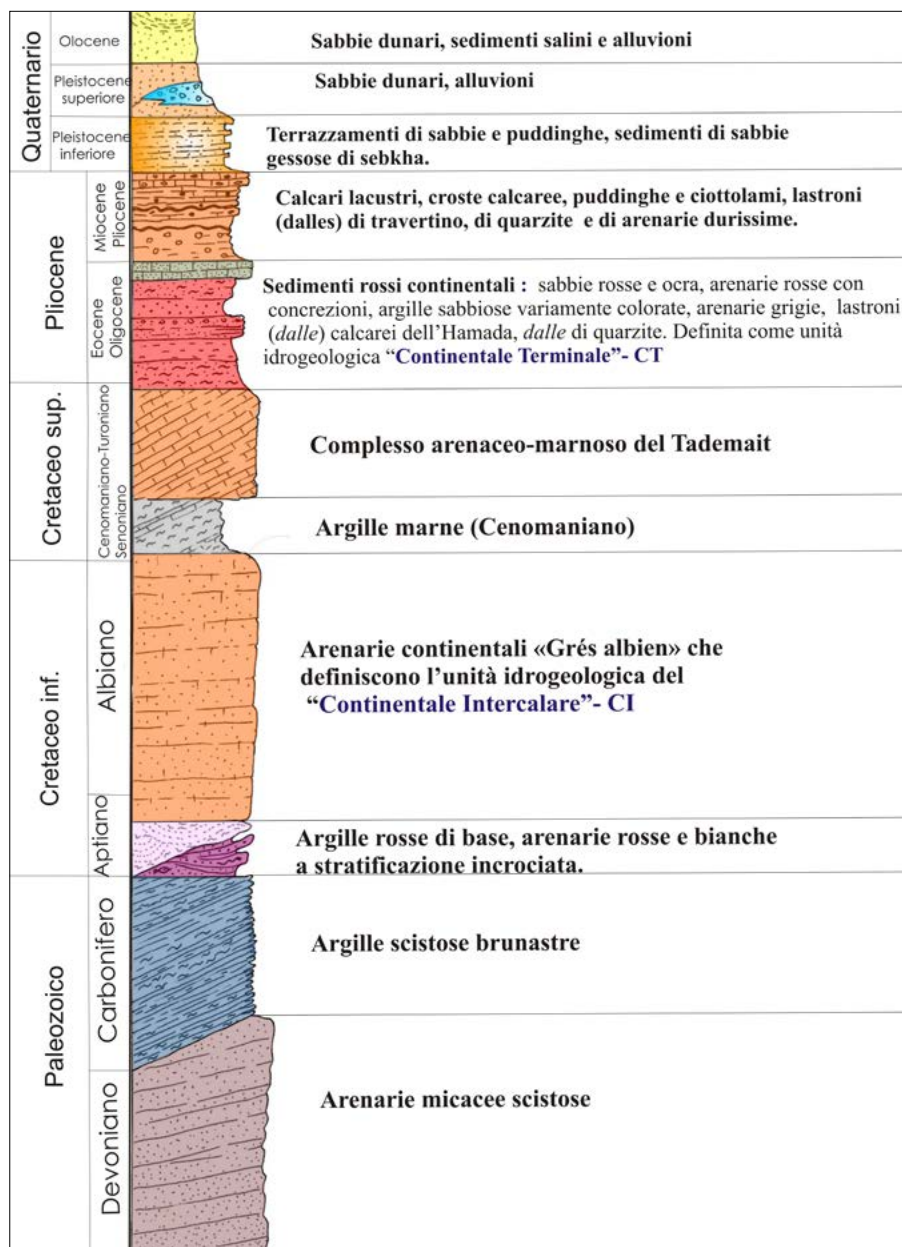


Figura 4 – Sezione colonnare delle principali litofacies stratigrafiche affioranti nel Sahara algerino (A. Cornet, 1952)

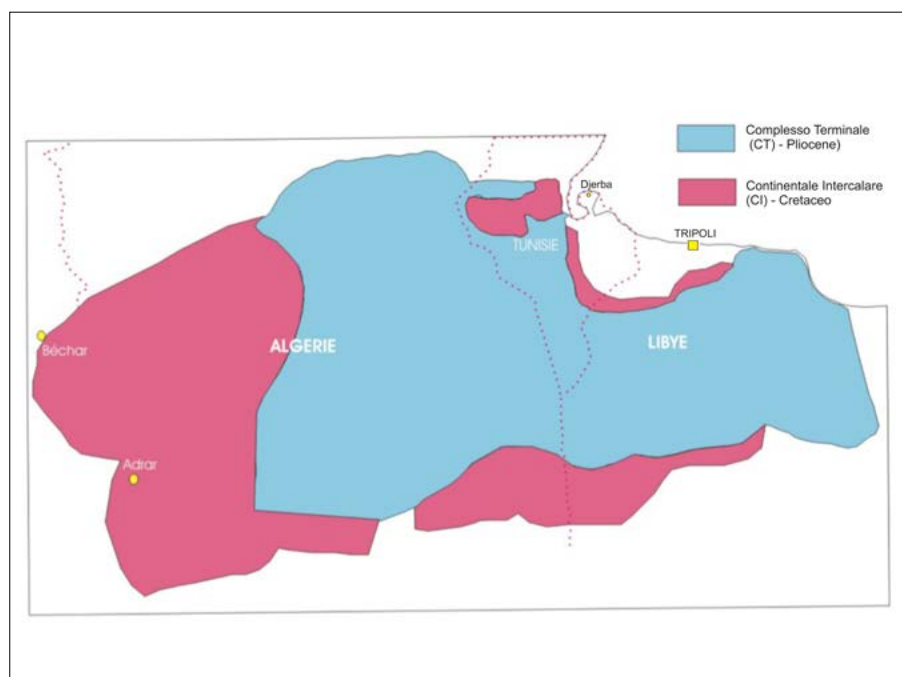


Figura 5 – Le due principali riserve idrogeologiche del Sahara

“Continente Terziario”) (CT) rappresentato prevalentemente da calcari lacustri, travertini, calcari puddingoidi (hammada), “Strati rossi” e “Dalle” quarzite e di arenarie dure. Importante è il suo potenziale idrogeologico. Il Quaternario è caratterizzato da formazioni dunali, terrazzi sabbiosi e puddinghe, sedimenti di sabbie gessose di sebkha. La Fig.4 mostra, nella sezione colonnare, la serie stratigrafica schematica delle principali litofacies affioranti nel Sahara algerino.

## 5. ELEMENTI DI IDROGEOLOGIA DEL BASSO SAHARA

La principale riserva idrica sotterranea del Sahara algerino è rappresentata da un complesso di falde a pressione contenute nella formazione “Intercalare Continentale” del Cretaceo superiore di facies argillo-arenacea che ricopre direttamente il basamento Paleozoico, per uno spessore di circa 600m, su una estensione superficiale stimata di circa 600 km<sup>2</sup>. La parte sommitale lungo i bordi della formazione è di età albiana, mentre verso il centro del bacino è rappresentata da una serie evaporitica più antica (Trias-Dogger), sormontata in alto da formazioni di calcari e calcari marnosi del Neocomiano. Il tetto dell’acquifero si ritrova in profondità mascherato da una serie di argille e gessi del Cenomaniano, idraulicamente impermeabili, che mantenga pertanto la falda in pressione. Si tratta di un complesso di falde artesiane prevalentemente fossili che attualmente sono alimentate solo in corrispondenza della zona dell’acquifero che si ritrova verso Nord, costituita dalle formazioni cretacee dell’Atlas sahariano e dell’Aures. Una caratteristica generale delle acque di falda è quella dell’elevata mineralizzazione (salinità, durezza) che può raggiungere anche i 10g/litro dovuta alla natura dei terreni attraversati negli strati salini ed evaporitici, oltre alla loro bassa permeabilità. Secondo A. Cornet, uno dei massimi studiosi della geologia del Sahara (Cornet A., 1952), le principali falde idriche sono le seguenti:

1. Falda freatica superficiale nelle formazioni del Quaternario: terrazzamenti degli *uadi*, formazioni lacustri, e sabbie dunali talvolta, poco sfruttati per la forte salinità.
2. La falda del Miocene-Pliocene, nota come Continente Terminale (CT) a una profondità variabile 30-70m.
3. La falda del Cretaceo superiore (Senoniano), più profonda e poco stalinizzata.
4. La falda fossile detta del Continente Intercalare (CI) che costituisce la principale riserva idrica del Sahara, debolmente alimentata dal bacino dei rilievi dell’Atlas sahariano che ha una estensione enorme di circa 800.000 km<sup>2</sup> dall’Algeria (Basso Sahara) alla Tunisia e Libia, con uno spes-

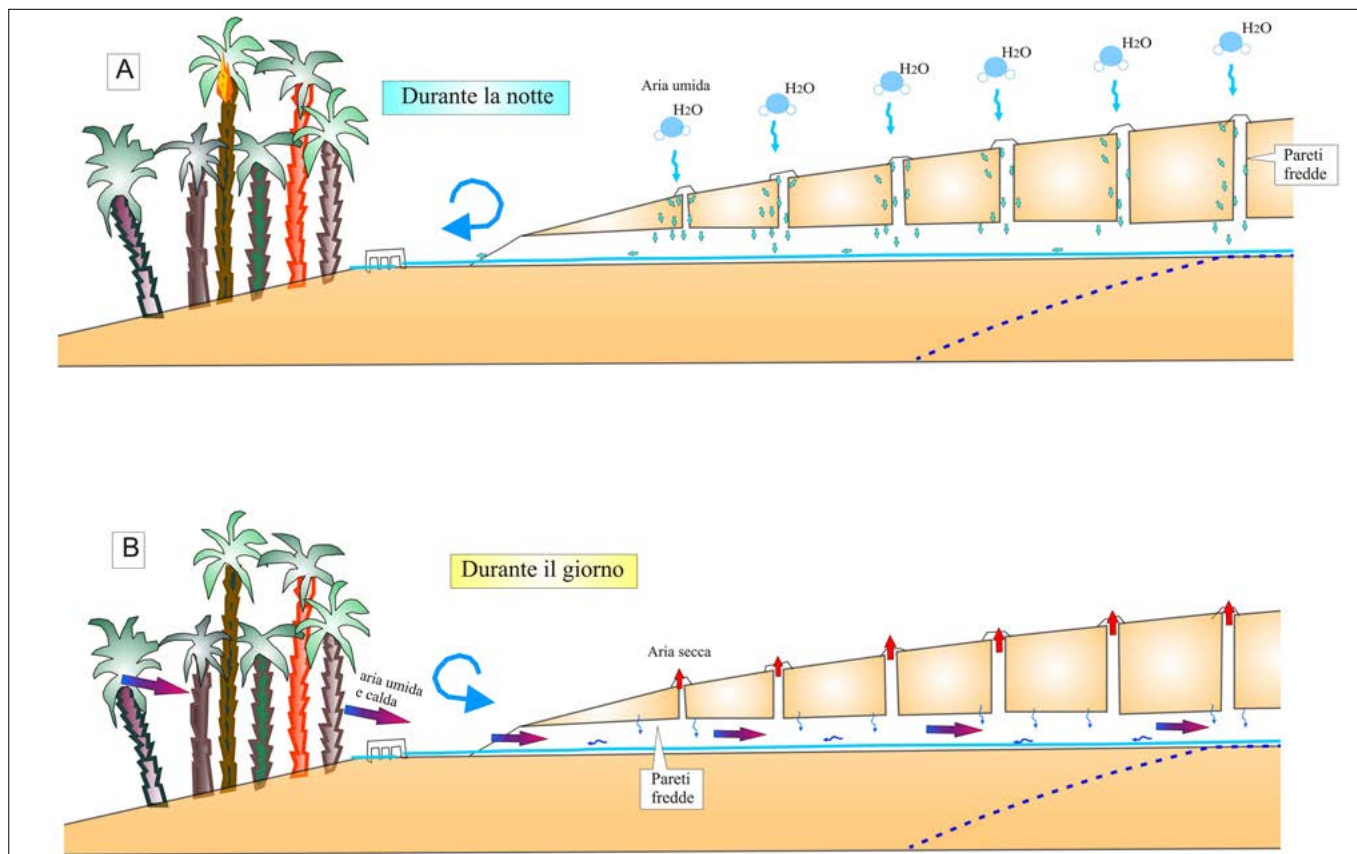


Figura 6 – Gli effetti di condensazione nelle foggara

sore variabile 150-400m che si riduce progressivamente fino a scomparire sopra il basamento Paleozoico. Nel plateau del Tademaït la profondità della tavola d'acqua è massima e supera 100m, mentre nella parte restante dell'estensione sahariana la piezometrica varia mediamente da 15-50m (Oul Baba Sy M., 2005).

La maggior parte delle foggara delle regioni del Gourara, Touat e Tidikelt sono impiantate e trovano la loro alimentazione nella falda freatica della formazione del Continentale Intercalare che fluisce nel sottosuolo normalmente nella direzione N-S e NE-SO. In Fig. 5 sono riportate le estensioni delle due principali formazioni idrogeologiche sahariane: "Continentale Intercalare" e "Continentale (Complesso) Terminale".

## 6. L'ALIMENTAZIONE DELLE FALDE IDRICHE

La falda idrica del *Continentale Intercalare* è la principale riserva idrica del Sahara algerino, prevalentemente fossile, la cui profondità è di circa 2000m (artesiane) a Nord, lungo la valle del Oued Rhir, mentre a Sud nella regione del Touat-Gourara si ritrova a pochi metri dal suolo (freatica).

La falda è in parte alimentata dalle precipitazioni che cadono e s'infiltrano sui rilievi dell'Atlante sahariano. In realtà si tratta di un sistema di falde libere e/o artesiane, riferibili a sottobacini multistrato, di notevoli dimensioni che si estendono dalla Libia al basso Sahara (Fig. 5). Tutto il complesso delle foggara delle



Figura 7 – Allineamento di pozzi di sfiato con parapetti a feritoie di una foggara ad Adrar

regioni del Touat-Gourara da rilievi molto attenuati, è alimentato proprio dalla falda Continentale Intercalare che si manifesta attraverso falde libere che nelle zone più depresse e lungo la fascia ai piedi della falesia del Tademaït, sono poco profonde e drenate dalle varie sebkhas. Oltre ad essere alimentata dalla falda idrica la foggara riceve un contributo, seppur minimo (variabile 0-1 %) dagli effetti di condensazione che si producono al suo interno grazie all'escursione termica tra il giorno e la notte (Fig. 6). Di notte l'aria umida, più calda al contatto col suolo e della superficie dei pozzi di servizio ("sfiati") più freddi, passa allo stato liquido, bagna la sabbia e cola lentamente sulle pareti dei pozzi e delle gallerie. Durante il giorno si ha

l'inversione del processo: il suolo diventa più caldo e l'aria delle foggara esce dagli "sfiati", esposti a forti temperature, lasciando il suo carico di umidità.

In sintesi, l'aria umida e fresca delle oasi è aspirata dalla foggara nel senso inverso dello scorrere dell'acqua, si condensa dentro la galleria ed esce dagli "sfiati" come aria secca (Fig. 6). La condizione necessaria perché tale processo si produca in misura apprezzabile è che tutti i pozzi di sfiato abbiano i parapetti aperti o finestrati, per consentire la circolazione dell'aria al loro interno (Fig. 7). Il diagramma di flusso di Fig. 8 mostra le caratteristiche di alimentazione delle falde idriche e l'uso principale delle loro acque nel Sahara centrale.

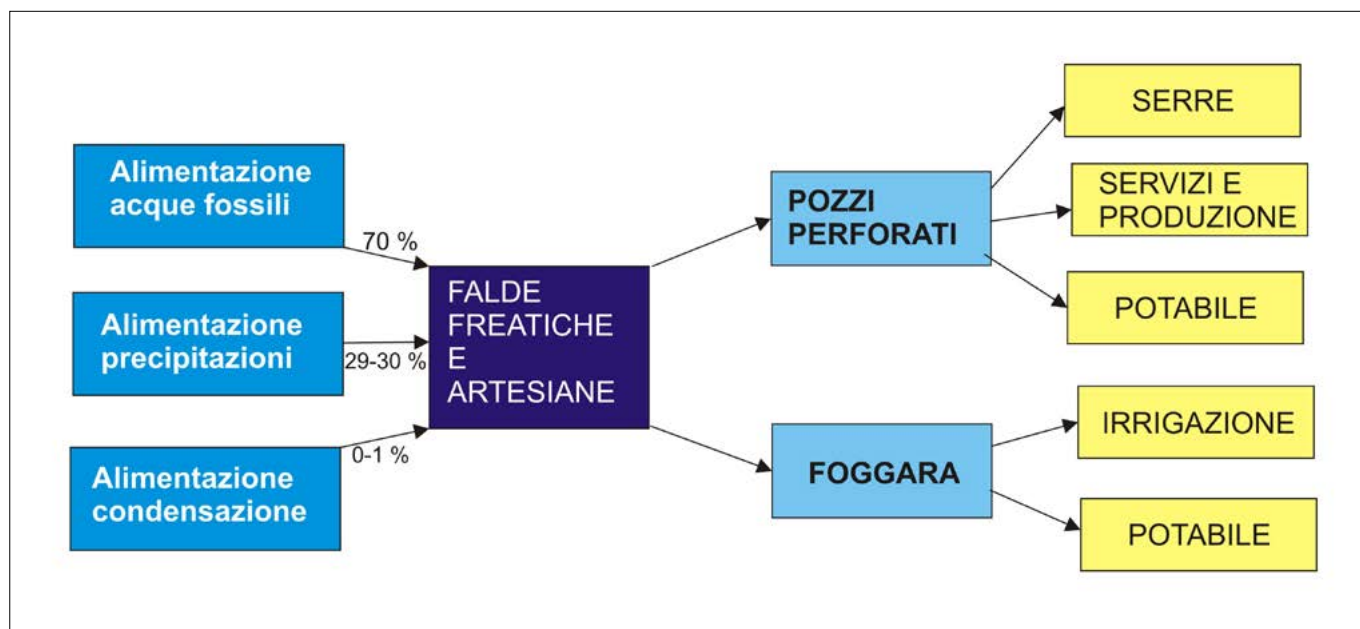


Figura 8 – Alimentazione e uso delle acque di falda

## 7. CAUSE DI RIDUZIONE DELLE PORTATE E DI ESTINZIONE DELLE FOGGARA

Il deperimento idraulico delle *foggara*, che registrano una riduzione costante delle loro portate, in certi casi, fino all'estinzione, è un fenomeno vasto e grave per l'economia agricola locale e per il futuro delle popolazioni oasiane, in costante aumento e diffuso in tutta le regioni sahariane. Le cause sono varie, a parte quelle più generali climatiche dovute al lento inaridimento del clima, cui non si può porre facilmente rimedio, due sono i fattori contingenti e locali che si possono considerare principali responsabili:

- 1) lo scavo di pozzi trivellati nelle zone d'influenza e d'interferenza idrogeologica;
- 2) la mancanza di manutenzione e pulizia delle gallerie.

1) Negli ultimi decenni la falda **Continentale Intercalare** è stata sempre più sfruttata attraverso pozzi trivellati realizzati in numero sempre crescente e per profondità sempre maggiori, per far fronte alla forte domanda di acqua necessaria per le nuove coltivazioni industriali di ortaggi e cereali in enormi estensioni di serre ("plasticulture"), irrigati con impianti a dispersione ("rampes-pivot"), ubicati in pieno deserto e non lontano dalle oasi. La diffusione delle perforazioni è dipesa anche dall'intensa urbanizzazione e crescita demografica concentrata in pochi centri urbani del Touat-Gourara, che ha comportato un incremento dei fabbisogni di acqua potabile e di uso igienico-sanitario. Il conseguente sovrasfruttamento degli acquiferi ha contribuito all'abbassamento non sostenibile e irreversibile dei livelli piezometrici delle falde più superficiali che sono proprio quelle da cui attingono le *foggara*, che soffrono adesso forti riduzioni di portata e rischiano l'estinzione.

2) L'incalzante riduzione della manodopera giovanile (urbanizzazione e fuga verso l'Europa dei giovani oasiani) ha reso sempre più difficile la manutenzione ordinaria, straordinaria e dei lavori di ripristino dei cunicoli. Il conseguente stato di abbandono delle *foggara* ha favorito ancor più le condizioni di dissesto e di degrado, riferibili a svariate cause e tipologie di effetti critici che sono stati individuati e studiati nell'ambito del "Progetto Foggara", il cui fine è stato quello di potere intervenire, in relazione alle risultanze degli accertamenti e dei rilievi condotti in loco, con proposte di trasformazione e modernizzazione delle tecniche e dei metodi di manutenzione e nell'organizzazione dei cantieri.

### 7.1. EFFETTI D'INSABBIAMENTO SOTTERRANEO

L'insabbiamento delle *foggara* è una delle più frequenti cause di riduzione della portata di una *foggara* al suo sbocco. Gli effetti d'insabbiamento si producono attraverso le canne dei pozzi di servizio, a causa della lenta infiltrazione (o talora rapida, rovina) di sabbie dall'esterno ("sables cheminées"). La sabbia dunale viene giù dalla bocca del pozzo a causa dei venti dominanti sahariani e si accumula alla base (Figg. 9-10A). I venti delle regioni del Touat-Gourara e Tidikelt, piuttosto frequenti a febbraio e a luglio, soffiano prevalentemente da Nord-Nord-Est a Sud-Sud-Ovest, mentre la direzione prevalente dei tracciati delle *foggara* è Est-Ovest,

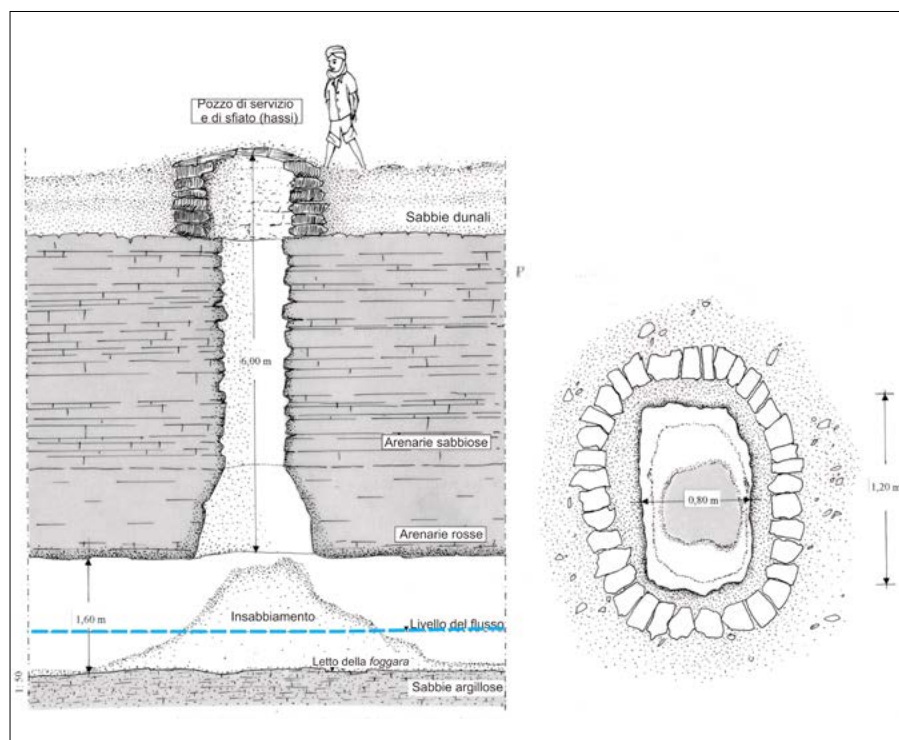


Figura 9 – Sezione e pianta (della bocca di sfiato) della foggara dell'oasi di Ouzdiene (Gourara)

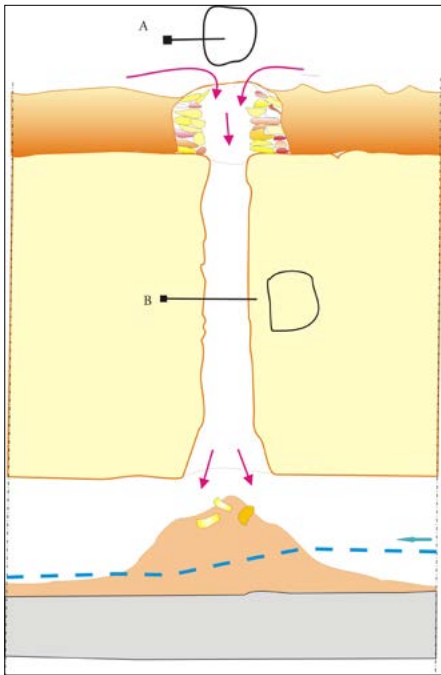


Figura 10 A – Insabbiamento dall'esterno dai pozzi di servizio scoperti

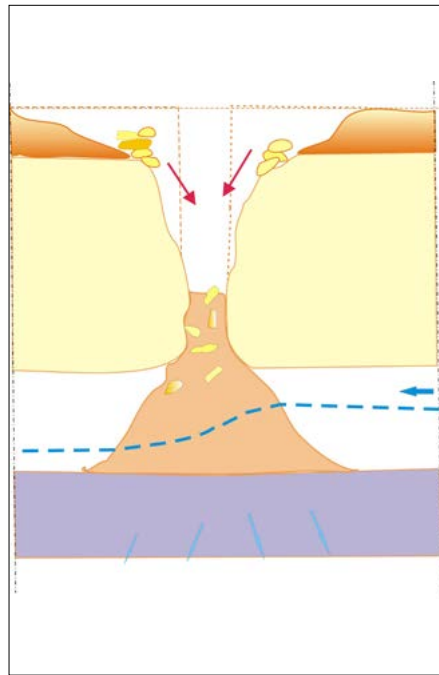


Figura 10 B – Ostruzione per franamento della bocca

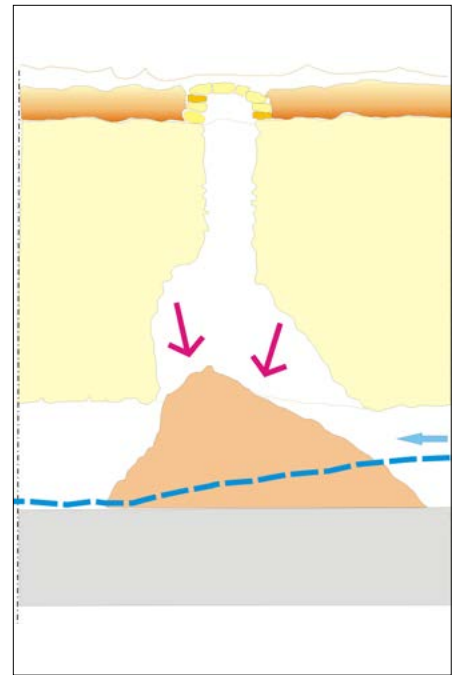


Figura 10 C – Ostruzione per franamento del tetto di base del pozzo di servizio

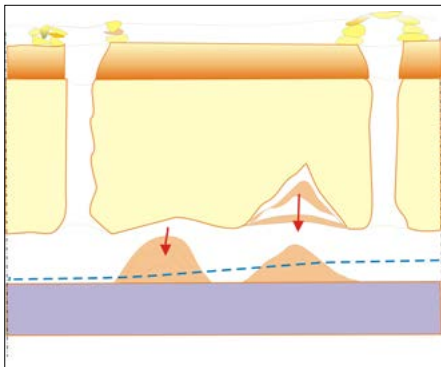


Figura 10 D – Ostruzioni per erosioni e crolli dalle pareti e tetto della galleria

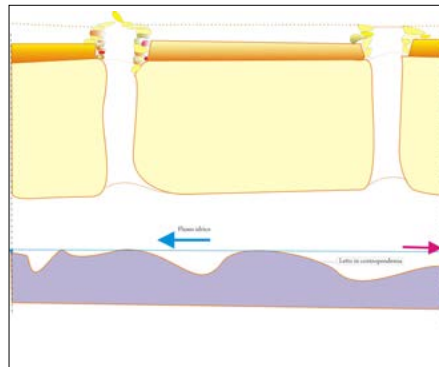


Figura 10 E – Rallentamenti e ostruzioni per erosioni di fondo

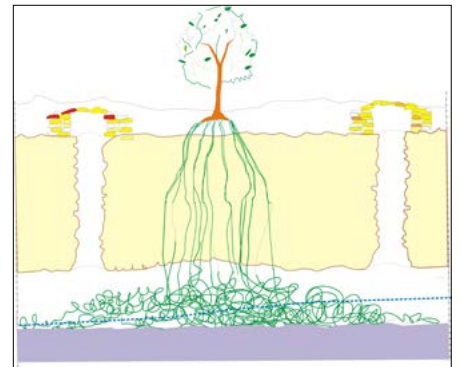


Figura 10 F – Gli effetti di ostruzione delle radici del tamarindo

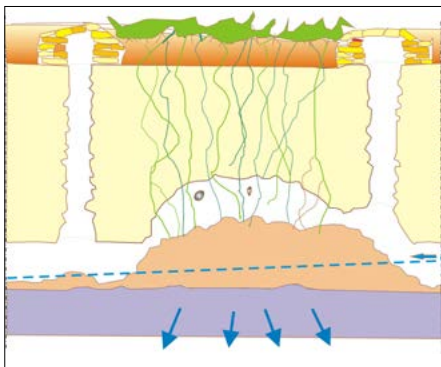


Figura 10 G – Gli effetti di ostruzione provocati dalle radici dell'erba salsola

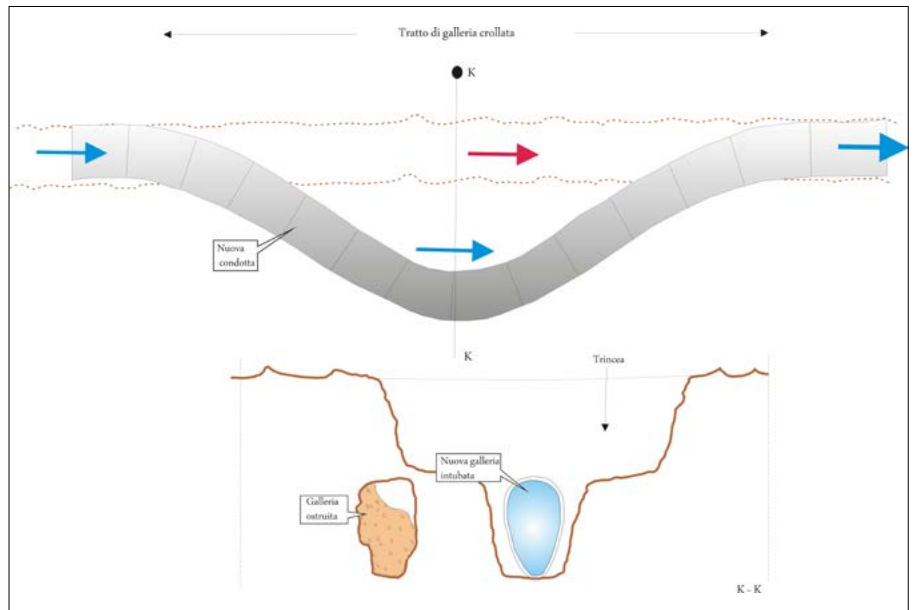


Figura 10 H – Ricostruzione con by-pass di un tratto ostruito

i palmeti delle oasi sono pertanto orientati spesso Nord-Sud costituendo un ostacolo ai venti dominanti che innescano la formazione delle dune mobili. Le dune avanzano in media 1÷1,50m/anno, aumentando la loro altezza. Non è raro che il tracciato di una *foggara* nel raggiungere l'oasi deve attraversare delle zone interessate da dune mobili molto estese e spesse che con il loro sovraccarico possono produrre lo schiacciamento delle gallerie e la loro estinzione idraulica. I venti pertanto oltre

ad produrre movimenti e accumuli di sabbia dunale producono fenomeni d'erosione sulle bocche dei pozzi e di insabbiamento per trascinamento all'interno di masse sabbiose

**7.2 OSTRUZIONE PER FRANAMENTO DELLA BOCCA**

Un altro fattore geomorfologico critico che si è constatato durante i rilievi geologici in sotterraneo è il franamento della bocca dei

pozzi, spesso non protetta dai parapetti e/o tombature (Fig. 10B).

### 7.3 OSTRUZIONE PER FRANAMENTO DEL TETTO ALLA BASE DEI POZZI DI SERVIZIO

Frequenti sono ancora gli effetti di franamento per progressiva erosione o distacchi improvvisi (crolli) di masse sabbiose di porzioni di masse dal tetto nei tratti alla base dei pozzi (Fig. 10C).

### 7.4 OSTRUZIONI PER EROSIONI E CROLLI DALLE PARETI E TETTO

Si producono, non di rado, distacchi e scollamenti di masse sabbiose a carico delle pareti e del tetto delle gallerie delle *foggara* ospitate in terreni sia coesivi che granulari. Al contrario sono rari quando gli attraversamenti interessano facies lapidee. Essi si manifestano con crolli di porzioni stratificate dalla volta, distacchi, scivolamenti e smottamenti dalle pareti in relazione alla natura e struttura geologica del cavo della galleria che si accumulano alla base di scorrimento ostacolando o ostruendo il regolare flusso d'acqua. Malgrado l'energia cinetica ed erosiva di scalzamento dell'acqua che fluisce siano piuttosto modeste in relazione alle portate e le basse velocità di deflusso (pendenze medie 0,08-0,5%) e velocità di scorrimento  $< 0,1-0,5$  m/s) gli effetti erosivi non sono trascurabili perché persistenti nel tempo. (Fig. 10D).

### 7.5 RALLENTAMENTI E OSTRUZIONI PER EROSIONI DI FONDO

L'erosione selettiva delle acque nella loro azione erosiva persistente che si produce in rapporto alle variabili condizioni geologiche del pavimento delle gallerie, sempre allo stato grezzo, sul lungo periodo può essere particolarmente intensa tale da produrre dissesti importanti del fondo di scorrimento, con fossi, solchi e, talora, livellette in contropendenza che possono rallentare il flusso o addirittura ne invertono a tratti la direzione di scorrimento (Fig. 10E).

### 7.6 GLI EFFETTI DI OSTRUZIONE DELLE RADICI DEL TAMARINDO

La presenza di vegetazione sul *reg*, sopra le *foggara* (rara nei periodi estivi) pericolosa per la stabilità delle gallerie a causa delle radici infiltranti. Tra queste piante il tamarindo è una pianta che resiste bene alla salinità e le cui radici possono ostruire il condotto quando si sviluppano in misura abnorme per la presenza dell'acqua (Fig. 10F).

### 7.7 GLI EFFETTI DI OSTRUZIONE PROVOCATI DALLE RADICI DELL'ERBA SALSOLA

Un altro fattore destabilizzante proviene dalle radici di una pianta endemica sahariana chiamata *salsola*, utilizzata dai locali per fissare le dune, che possiede un'azione



Figura 11 – Allineamento di pozzi di sfiato di una foggara di Adrar



Figura 12 – Ripartitore (kesria) dell'acqua di una foggara di Adrar

divaricatrice notevole, capace di portare lentamente al collasso e crollo della volta delle gallerie e di conseguenza alla dispersione e interruzione del flusso idrico (Fig. 10G).

### 7.8 RICOSTRUZIONE CON BY-PASS DI UN TRATTO OSTRUITO

Uno degli interventi più frequenti di ripristino delle funzioni di una *foggara* si pratica quando un tratto è completamente e ampiamente ostruito o crollato fino all'interruzione

dei flussi idrici, allora i lavori di disostruzione si presentano impraticabili per la sicurezza e per i costi, si ricorre pertanto in maniera razionale alla costruzione di un tratto in by-pass con tecniche moderne di intubazione (Fig. 10H).

## 8. CONCLUSIONI

Da un esame dei primi risultati delle indagini condotte in questa fase di studio, sono emersi alcuni elementi di attenzione e di raccomandazione da tenere in conto nella



Figura 13 – Caratteristica vasca d'irrigazione (majen)

prospettiva di un approfondimento e completamento del programma previsto dal "Progetto Foggara" per la gestione e il recupero delle foggara che si riassume in sintesi:

- 1) Necessità di condurre una manutenzione e una pulizia sistematica e permanente delle gallerie e dei pozzi.
- 2) Necessità di modernizzare le tecniche tradizionali e le macchine per la manutenzione e lo scavo di nuove gallerie al fine di ridurre la manodopera, i tempi di lavoro e, di conseguenza, il costo unitario dell'acqua. Studiare, pertanto, opere di sostegno e rivestimento dei pozzi, delle gallerie e sistemi d'impermeabilizzazione del letto del collettore delle foggara, per evitare perdite d'acqua per infiltrazione e dispersione nel terreno. Rifare e/o riparare i parapetti e le coperture dei pozzi, per evitare il loro insabbiamento. Ridurre gli effetti dell'evaporazione nelle canalizzazioni di superficie con la copertura delle *seguias* a cielo aperto.
- 3) Necessità di rendere obbligatorio il monitoraggio dei volumi d'acqua edotti dai pozzi perforati esistenti nel raggio critico d'influenza idrogeologica delle foggara, al fine di ridurre ed eliminare i fenomeni d'interferenza;
- 4) Interdire, inoltre, il rilascio di concessioni per nuovi pozzi nella zona d'influenza idrogeologica delle foggara. La realizzazione di nuovi pozzi poco profondi potranno essere consentiti solamente per il recupero delle acque di infiltrazione e dispersione nel tratto finale del collettore e a valle della bocca delle foggara;
- 5) Sperimentare l'uso di pompe geotermiche a bassa entalpia (o a energia solare/ eolica) per il recupero e la rimessa in circolo delle acque di falda ribassate e/o disperse.

Bisogna infine tenere in conto che ogni nuovo progetto, intervento e/o tecniche migliorative, che si propongono, devono essere compatibili, quanto possibile, con i limiti di un'economia agricola estremamente povera qual è quella oasiana, in termini di costi/benefici e nel rispetto delle tradizioni locali, dei costumi e delle pratiche religiose localmente molto radicate.

#### BIBLIOGRAFIA

- BALLAND D., (1992), *Les eaux cachées*, Université de Paris Sorbonne, Département de géographie, pp.87-96.
- BISSON JEAN (1957), *Le Gourara*. Etude de géographie humaine, mémoire n° 3, Institut de recherches sahariennes.
- BISSON JEAN (1992), *Les foggara du Sahara algérien: declino u renouveau?*, in *Les eaux cachées* par D. Balland, Université de Paris-Sorbonne.
- COLL. (1995), *Les ressources en eau dans les pays de l'OSS. Evaluation, utilisation et gestion*, PH-UNESCO, 162 p. (version Acrobat)
- CORNET ANDRÉ (1952), *Essai sur l'hydrogéologie du Grand erg occidental et des régions limitrophes. Les foggaras*, Travaux de l'Institut de recherches sahariennes, n° 8, pp.71-122.
- DE ANGELI S. & FINOCCHI S., (2008), *Origine e diffusione dei canali idrici drenanti (qanat/foggara) in Africa sett. In età antica*. Bollettino di Archeologia On Line. Roma, 48-50.
- DUBOST DANIEL & MOGUEDET GÉRARD (1998), *"Un patrimoine menacé: les foggaras du Touat"*, in *numéro spécial oasis*, coord.: Vincent Dollé, Sécheresse, 9(2). Aupelf-Uref, éd. John Libbey Eurotext, pp. 117-122.
- FERRIELLO GIUSEPPINA (2007), *L'estrazione delle acque nascoste*. Trattato tecnico scientifico di Karaji, KWB (Kim Williams Book).
- GOBLOT H., (1979), *Les qanat, une technique d'acquisition de l'eau*, Paris-La Haye.
- Khadraoui A. (2007), *La foggara dans les oasis du Touat-Gourara e de Tidikelt – Proposition de réhabilitation et de sauvegarde*, Agence de Bassin Hydrogéographique Sahara, Alger.
- KOBORI IWAO (1980), *Cases Studies of Foggara*

- Oases in the Algerian Sahara and Syria*", in The Tokyo University Scientific Mission for the Comparative Study of the Foggara Oasis in the Arid Zone of the Old Continent, Report 2, 101 p.
- MARGAT JEAN & VALLÉE DOMITILE (1999), *Vision méditerranéenne sur l'eau, la population et l'environnement au XXIe siècle*, MEDIAC/Plan bleu pour l'environnement et le développement en Méditerranée, 74 p.
- OULD BABA SY M. (2005), *Recharge et Paleorecharge du système aquifère du Sahara septentrional*, Thèse de la Faculté des Sciences de Tunis, Département de Géologie, Tunis.
- PAPOLI-YAZDI M.H. (1992), *Les qanat à moulins du désert iranien*, in *Les eaux cachées* par D.
- ROUVILLIOIS-BRIGOL M., NESSON C. & VALLET J. (1973), *Oasis du Sahara algérien*, Etudes de photo-interprétation n° 6, IGN, 110 p.
- SAIDI A. (1983), *Foggara du Touat et du Gourara*. Étude du fonctionnement et des possibilités d'amélioration, INRH, Alger.
- TODARO PIETRO (1986), *L'acqua dei qanat*, Archeologia viva, a. V, n.6, Florence
- TODARO PIETRO (2000), *The « ingruttati » (qanat) in the plain of Palermo*, First International Symposium on qanat, Yazd (Iran) May 8-11 2000.
- TODARO PIETRO (2001), *Utilisation historique des eaux souterraines de la plaine sud-ouest de Palerme: le qanat de l'Uscibene*, Coloquio Internacional, Casa Velasquez- Universidad de Madrid.
- TODARO PIETRO (2002), *I qanat del Palermitano*. In *binos Actus Lumina I*, Agora Ed., La Spezia.
- TODARO PIETRO (2002) *Les systèmes hydrauliques à puits et galeries de la Villa Raffo (Palermo)*, Colloque International, Université de Paris-Sorbonne.
- TODARO PIETRO & SALESSE EMMANUEL (2003), *Le tarissement des foggaras dans les oasis du Touat et du Gourara (Algérie) un projet pour la renovation*, Congrès Gestion du Risques eau en pays semi-arides, ENIT-Ecole Nationale d'Ingenieurs de Tunis, SHF – de France, Tunis, 20-22-mai 2003.
- TODARO P., TODARO G.P., CUSIMANO G. & HAUSER S. (2004), *Aquifer contamination risk in Palermo historical center: the role of ancient wells and underground cavities*, 32° International Congress Soc. Geologica Italiana.
- TODARO PIETRO (2005), *Gli ipogei di Palermo*, Archivio Storico Siciliano, SerieIV, Vol. XXIX, Palermo.
- TODARO PIETRO (2005), *Projet Foggaras: Projet pilot pour la réhabilitation des systèmes hydrauliques souterrains foggaras dans le Sahara Sud-Algerien*, wilaya d'Adrar- Etudes et projet préliminaire- Projet pilote, Sujets exécutants: Ministère de l'Environnement Italien et Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement Algerien – MATE.
- TODARO P., TODARO A., SAMMATARO A. (2006), *Progetto per la valorizzazione e fruizione turistica del qanat dell'Uscibene e della camera di scirocco di Villa Savagnone a Palermo*, in *Geologi di Sicilia, Bollettino Ordine Regionale Geologi di Sicilia, Anno XIV, n.4*, Palermo.
- TUSA S. & BIANCONI V. (1997), *I qanat dell'area centro settentrionale della Piana di Palermo*, in AA.VV. *Archeologia e territorio*, Palermo.
- VALLET J. (1973), *"Une oasis à foggaras: Tamentit"*, in *Oasis du Sahara algérien*, Etudes de photo-interprétation, n° 6, pp. 63-110.
- WILSON A. (2006), *The spread of foggara-based irrigation in Ancient Sahara. The Libyan desert*. Natural Resource and Cultural Heritage. London, 205-216.

# Le antiche fonti dei corpi arenacei plio-pleistocenici dell'anconetano: valenza di un tempo e stato attuale

## The ancient sources of the plio-pleistocene arenaceous bodies of the area of Ancona : valence of a time and current state

Parole chiave (*key words*): fonte (*source*), acqua (*water*), laterizi (*bricks*), argilla (*clay*), arenacei (*arenaceous*)

PAOLA MARIA VIVALDA  
Dipartimento di Scienze e Ingegneria della Materia,  
dell'Ambiente e Urbanistica. Università Politecnica  
delle Marche

DAVIDE FRONZI  
Dottore in Ingegneria

LIVIA NANNI  
Archeologa, libera professionista

FLAVIO SORIANO  
Archeologo, libero professionista

### PREMESSA

La maggior parte dei centri abitati dell'area pedemontana e collinare marchigiana possiede antiche fonti, utilizzate fino al recente passato a scopo idropotabile, alimentate da sorgenti emergenti dagli acquiferi dei corpi arenacei e arenaceo-pelitici del Plio-Pleistocene. Ai nostri giorni le acque di tali sorgenti sono sottoposte a inquinamento dovuto essenzialmente agli scarichi degli insediamenti urbani e all'attività produttiva industriale, artigianale e agricola. Con l'inquinamento, che ha reso inutilizzabili le acque delle fonti, si è giunti nel tempo al loro abbandono e, accanto ad esempi di fonti antiche verso le quali i comuni fin dal passato hanno mostrato sensibilità, intervenendo con opere di restauro e sistemazione, ne esistono altri di fonti lasciate in uno stato di evidente trascuratezza.

La nostra analisi si è focalizzata sulle fonti dei comuni collinari di Osimo, Castelfidardo e Camerano in provincia di Ancona che in molti casi, per la presenza di articolate opere di presa con più vasche e pregevoli strutture in muratura risalenti fino al periodo romano, testimoniano quanto siano state di vitale importanza per quei paesi. Tale indagine quindi vuole essere un contributo alla salvaguardia di tali opere e uno stimolo alla creazione di veri e propri siti locali di interesse storico-artistico e nello stesso tempo tecnico-scientifico che contribuiscano a maggiore conoscenza e valorizzazione delle antiche fonti marchigiane e del territorio in cui si trovano.

Da un punto di vista più pertinente alle tematiche dell'idraulica antica, dall'analisi della documentazione storica è emersa la tesi di possibili collegamenti idraulici tra fonti e cunicoli realizzati per la distribuzione delle acque e scavati nei complessi ipogei artificiali presenti nelle arenarie su cui sorgono i centri storici dei paesi dell'anconetano. Lo studio ha voluto pertanto indagare particolarmente in questa direzione. Tuttavia, sebbene siano state reperite testimonianze varie riferibili

all'alimentazione delle antiche fonti, non si dispone ancora di elementi concreti che ne possano comprovare l'effettiva validità. Sulla base quindi della nostra analisi, si ritiene che ulteriori studi, coadiuvati da approfonditi rilievi di campagna e della rete ipogea, siano tuttora necessari per contribuire ad una migliore e più completa comprensione dei reali rapporti idraulici tra cunicoli artificiali del sistema ipogeo, sorgenti naturali e antiche fonti.

### INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Sotto l'aspetto geologico nella zona delle antiche fonti affiorano i termini della successione plio-pleistocenica dell'area collinare adriatica, tipica dell'avanfossa marchigiana esterna. La successione è rappresentata dalle argille e argille marnose grigio-azzurre e plumbee del Pliocene inferiore e medio p.p. (Fig. 1) su cui giace, in trasgressione la sequenza del Plio- Pleistocene, costituita da argille marnose plumbee, argille siltose e siltoso-sabbiose azzurrine e ocracee con intercalati corpi arenacei, arenaceo-pelitici e pelitico-arenacei. Il Pleistocene si chiude con i depositi arenacei e arenaceo-conglomeratici su cui sorgono molti centri abitati della fascia costiera marchigiana (Fig.1). Nell'area in studio non affiora mai la successione stratigrafica completa e la sua ricostruzione è resa difficile per la scarsità di affioramenti, per la natura eteropica dei corpi sedimentari ed infine a causa della complessità tettonica (Nanni & Vivalda, 2009).

In particolare, nella sequenza sedimentaria del bacino pleistocenico marchigiano dell'anconetano, trasgressiva sul Pliocene medio p.p., si sono riconosciuti, su basi lito-stratigrafiche, almeno cinque cicli deposizionali trasgressivo-regressivi (Colalongo et al., 1979): cicli batimetrici in continuità di sedimentazione, dati da depositi di mare più profondo (argilla e argille siltose della fase trasgressiva) alternati a depositi di mare più basso (corpi arenaceo-pelitici, arenacei e arenaceo-conglomeratici di depositi costieri, fase regressiva), riconducibili sia alla

tettonica sia a fenomeni glacio-eustatici. È di interesse notare nella carta e nella sezione geologica di Fig. 1, che non tutti i cicli sono presenti nell'area indagata e che i maggiori centri abitati, ubicati sulla sommità dei rilievi collinari, sorgono sui corpi arenacei caratterizzati da sabbie ocracee con livelli conglomeratico-arenacei e argilloso-siltoso-sabbiosi del Quaternario medio-superiore. Nello specifico, l'unità arenaceo-sabbiosa debolmente cementata su cui sorgono ad esempio i centri storici di Osimo o di Offagna, è costituita da una percentuale di sabbia maggiore del 90%, fattore che ha portato gli abitanti della zona a sfruttare tale litotipo per un'ampia serie di usi, come verrà di seguito descritto.

Per quanto riguarda la geometria dei corpi arenacei intercalati alle argille, essi possono avere una notevole continuità laterale e spessori variabili da pochi metri fino a 60 metri circa (Fig. 2). Tendono a ridurre il loro spessore e a chiudersi a lente all'interno delle argille plio-pleistoceniche in senso N-S e NE-SO o a sfrangiarsi in più corpi in direzione NO-SE. Affiorano in superficie per aree molto estese, sebbene spessissimo oblitterati dall'urbanizzazione.

Nell'area indagata la giacitura sub-orizzontale della successione del Plio-Pleistocene non si discosta dal generale andamento a monoclinale immergente verso il Mare Adriatico, stessa direzione in cui i corpi arenacei si chiudono a lente all'interno delle argille. Sebbene per la scarsità di affioramenti sia rara l'osservazione della giacitura degli strati e l'andamento della fratturazione, è stato ipotizzato che la tettonica plio-pleistocenica abbia agito nell'intera zona con faglie a direzione appenninica NO-SE, probabilmente a loro volta sbloccate da faglie a direzione anti-appenninica (Pialli et al., 1998; Finetti et al., 2001). La sottostante sequenza del Pliocene post-orogonico è invece strutturata a pieghe, faglie e sovrascorrimenti e, da Mattioli (2015), risulta che la tettonica compressiva possa aver interessato anche il Pleistocene basale.

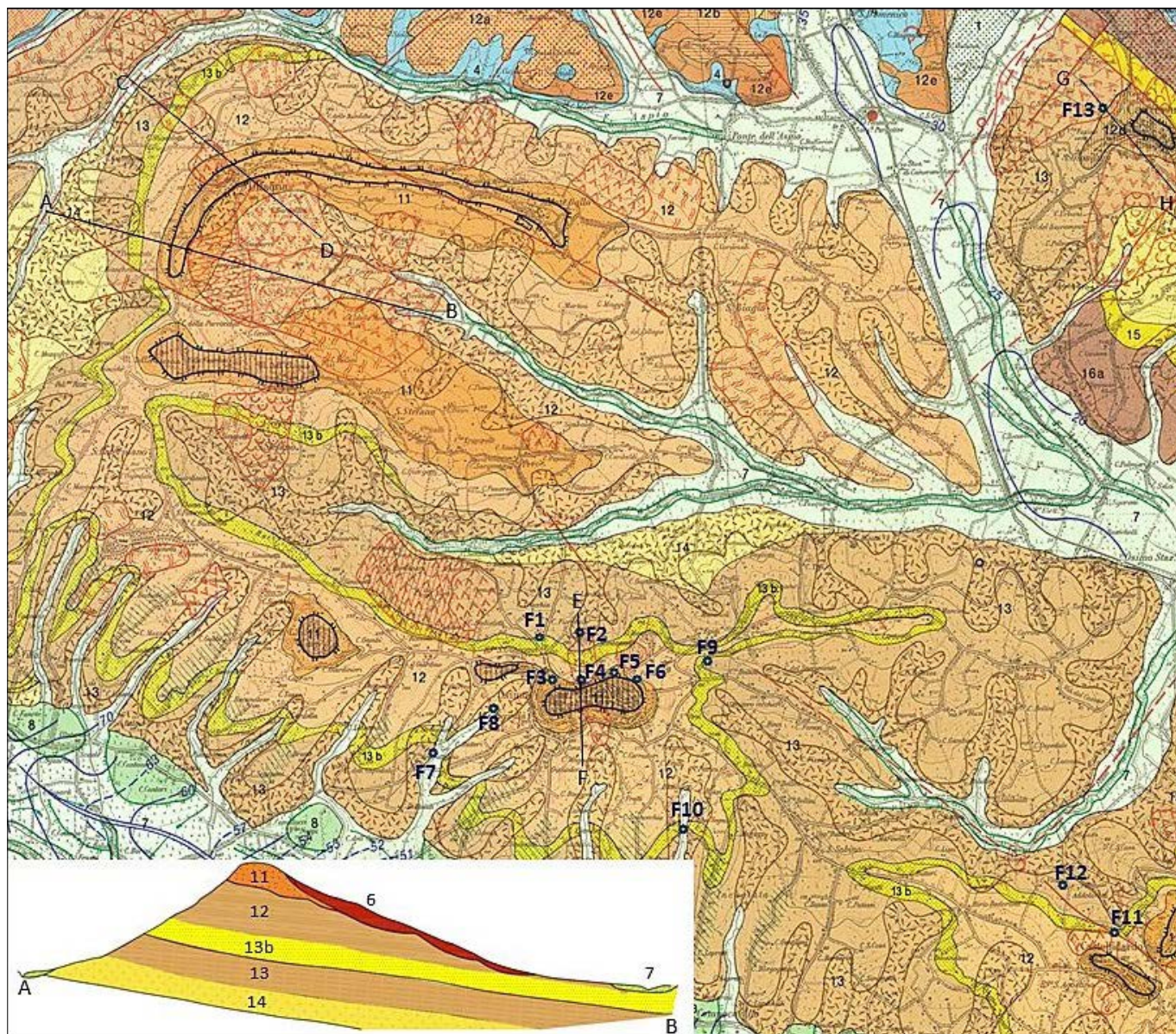


Figura 1 – Carta geologica dell'area in studio: particolare della Carta del Bacino Idrografico del Fiume Musone, 1:50.000 di Nanni et al., (1996) e sezione geologica. **Legenda:** 6: Depositi di frana; 7: Depositi alluvionali; 11: Arenarie e sabbie ocracee con livelli argilloso-siltoso-sabbiosi (Pleist.m.sup.); 12: Argille con arenarie in strati lenticolari (12). Corpi arenacei di panchina organogena con pecten, ostree, gasteropodi e ghiaia (12d) intercalati alle argille (Pleistocene m.); 13: Argille marnoso-siltose ocracee (13) con corpi arenaceo-pelitici (13 b) intercalati (Pleistocene m.); 14: Argille siltose e siltoso-sabbiose azzurre e ocracee (14) con unità arenaceo-pelitiche (14a) (Pliocene sup. somm.); 16a-15: Argille e argille marnose (Pliocene inf. m.). AB, CD e EF tracce sezioni geologiche. **Fonti:** F1: Fonte Acquaviva, F2: Fonte del Tesoro, F3: Fonte Montecesa, F4: Fonte Magna, F5: Fonte del Pelo, F6: Fonte del Guazzatore, F7: Fonte del Gattuccio, F8: Fonte Follonica, F9: Fonte San Gennaro, F10: Fonte Vescovara, F11: Fonte della Concia, F12: Fonte di Gualdo, F13: Fontanina

## GLI ACQUIFERI DEI CORPI ARENACEI DEL PLIO-PLEISTOCENE

Dall'analisi dell'assetto idrogeologico dell'area, risulta che i corpi arenacei e arenaceo-pelitici del Plio-Pleistocene costituiscono degli acquiferi sostenuti dai corpi argilloso-marnosi e argilloso-siltosi che fungono da acquiclude. L'assetto strutturale generale della zona con andamento a monoclinale debolmente inclinata, condiziona sia la circolazione idrica nei corpi arenacei sia l'estensione delle aree di alimentazione, così come l'emergenza delle sorgenti, che generalmente sono ubicate nei versanti a franapoggio immergenti in direzione adriatica e in quelli vallivi a traversopoggio.

Nella maggior parte dei casi le sorgenti, captate fin dall'antichità, emergono al passaggio tra le estese unità arenacee di copertura che occupano le sommità delle colline, sulle quali sorgono i centri storici

dei paesi dell'area in studio, e le sottostanti argille (Fig. 1 e 2). In altri casi, sorgenti emergono dai corpi arenacei intercalati alle argille appartenenti ai cicli più antichi. Non mancano anche casi di sorgenti emergenti da corpi di frana che interessano sovente i versanti, spesso costituiti da elementi più o meno grossolani derivanti a loro volta dalle unità arenaceo-pelitiche, o di sorgenti emergenti dai depositi eluvio-colluviali in diretto contatto idraulico con gli acquiferi arenacei (Fig. 1). Ricaricate esclusivamente dalle precipitazioni meteoriche, le sorgenti hanno un regime perenne, con portate variabili tra loro, passando da un minimo in autunno di circa 2 l/min, a massimi di circa 30 l/min alla fine della stagione primaverile.

Dal passato più antico fino poco più di un secolo fa, le acque emergenti dalle sorgenti alimentate degli acquiferi arenacei e

arenaceo-pelitici della zona, hanno costituito la maggiore risorsa idrica utilizzabile per scopi sia idropotabili sia produttivi (abbbevamento bestiame e produzione agricola) prima che si sviluppasse il sistema di sfruttamento delle acque degli acquiferi di subalveo. Per inciso, nell'area, oltre alle sorgenti alimentate dagli acquiferi plio-pleistocenici, sono infatti presenti acquiferi nei depositi eluvio-colluviali e alluvionali di fondo valle e nelle pianure alluvionali, tra cui le maggiori sono quelle dei fiumi Aspio e Musone.

In definitiva, gli acquiferi della sequenza plio-pleistocenica, per l'abbondanza di acqua e per la possibilità di poterne usufruire, hanno rappresentato senza dubbio uno stimolo alla scelta di questi luoghi da parte delle prime popolazioni, hanno guidato la nascita dei primi insediamenti ed esercitato per secoli un ruolo fondamentale per la vita degli



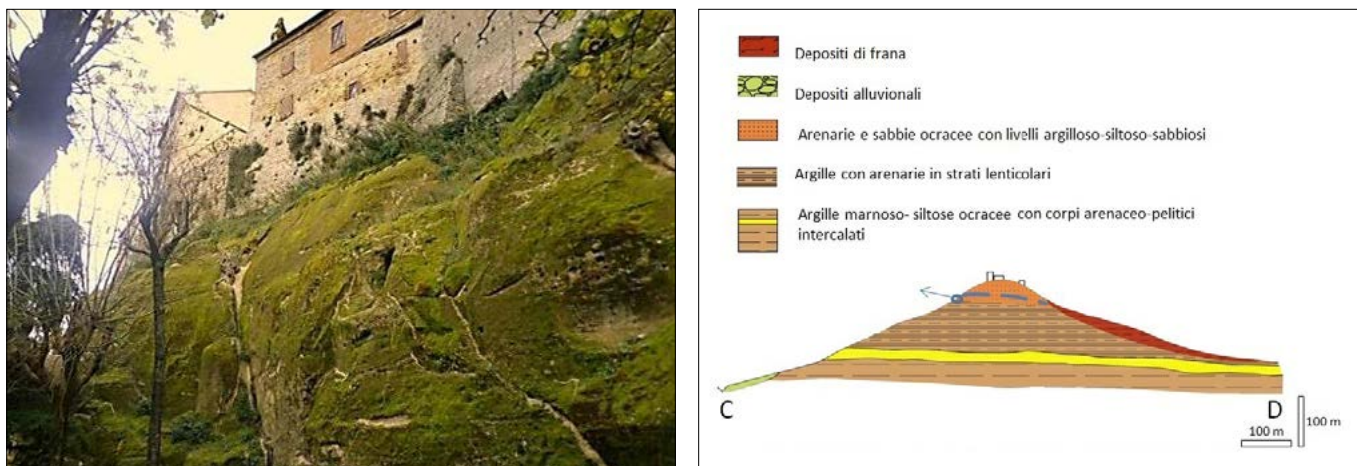


Figura 2 – Uno dei maggiori affioramenti dei depositi di chiusura della sequenza quaternaria, su cui sorge il paese di Offagna (foto) e relativa sezione geologica schematica ad andamento NO-SE (vedi Fig. 1). La freccia indica la presenza dell'emergenza sorgentizia posta alla base della rocca medievale captata da un'antica fonte oggi ristrutturata

abitanti della zona. Per il peculiare assetto idrogeologico dell'area, unitamente allo sviluppo e alla crescita dei centri abitati sorti sui corpi arenacei ad elevata conducibilità idraulica, le acque emergenti dagli acquiferi plio-pleistocenici sono però altamente vulnerabili e facilmente soggette ad inquinamento generalmente dovuto, ai nostri giorni come in molti casi anche nel passato, a perdite della rete fognaria, all'attività produttiva industriale, artigianale e agricola. Si riportano infine dati, derivati da analisi condotte durante la presente indagine, sulla temperatura media annua delle acque che è di circa 12°C, con uno scarto da circa 5 a 3°C con i valori massimi e minimi stagionali, sulla conducibilità elettrica che ha valori medi di circa 1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e sulla facies chimica che risulta bicarbonato-calcica con arricchimenti in solfati e magnesio. La qualità delle acque delle antiche fonti, con valori dei parametri chimico-fisici più alti degli standard consentiti, le rende, come ripetutamente detto, non più utilizzabili a scopi idropotabili.

### L'AMBIENTE IPOGEO

Le colline su cui sorgono i centri storici di paesi quali Camerano, Osimo e Castelfidardo, notoriamente chiamate "gradine", hanno la comune caratteristica morfologica di avere l'apice spianato artificialmente, caratteristica oggi difficilmente riconoscibile per l'urbanizzazione. La sommità dei rilievi collinari inoltre, come si può osservare in Fig. 1, dal punto di vista litostratigrafico è data dai corpi arenacei e arenaceo-conglomeratici di chiusura delle sequenze quaternarie anconetana per i paesi di Osimo e Castelfidardo, e dal corpo arenaceo, arenaceo-organogeno e arenaceo-pelittico con intercalati livelli argillosi grigiastri più antico, per il paese di Camerano. Tali litotipi sono stati fin dal più lontano passato ampiamente utilizzati come materiali da costruzione e ne sono un esempio oltre ad importanti edifici storici, le imponenti mura di Osimo risalenti all'inizio del II

sec.a.C. che, costruite in *opus quadratum*, si estendevano per circa 2 km attorno all'antico centro di *Auximum*; oggi ne rimane un tratto di almeno 250 m in eccellente stato di conservazione (Baldoni, 2001).

Come documentato dagli studi archeologici, i primi insediamenti in tali zone risalgono ai Piceni e, come riferiscono gli storici, fin dai primi abitatori venne sviluppato all'interno delle gradine un grande sistema di ambienti ipogei, scavando e lavorando quella roccia arenacea che per la scarsa cementazione veniva e in alcuni casi viene tuttora chiamata

erroneamente "tufo". Tali ambienti sotterranei sono dati da corridoi lungo i quali si aprono nicchie laterali o ampie sale, spesso collegati all'esterno, per ricevere luce e aria, mediante numerosi pozzi verticali accessibili e percorribili. Gli utilizzi che i vasti ambienti ipogei hanno avuto attraverso i secoli sono stati diversi: come cave sotterranee, cantine per la conservazione del vino o degli alimenti e probabile rete di drenaggio delle acque sotterranee, ma anche luogo di culto o catacombe, rifugio e difesa contro aggressioni da parte di nemici. Proprio a quest'ultimo

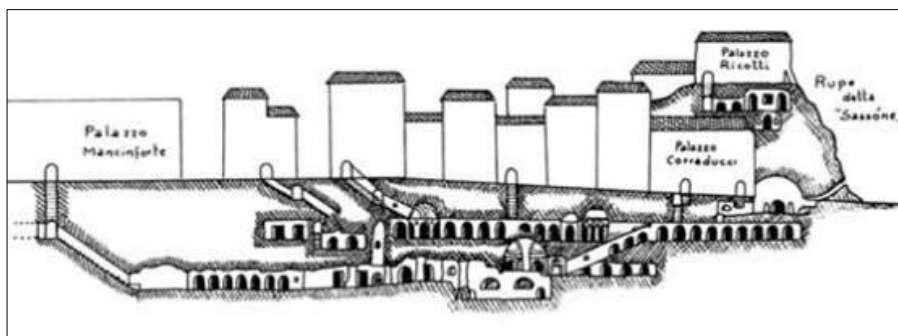


Figura 3 – Camerano: ampia sala della grotta Mancinforte (WEB RIF.1) a 20 m di profondità e "Sezione longitudinale rappresentante lo sviluppo ipogeo compreso tra Piazza Roma e Via Maratti" da Recanatini (1997)

aspetto potrebbe essere riferibile la scarsità di documentazioni antiche loro riguardanti; per una sorta di "segreto militare", come ne parla Recanatini (1997), per non diffondere informazioni su un mezzo di difesa strategico. Tra i più noti ambienti ipogei si ricordano quelli di Camerano e Osimo.

Le **grotte di Camerano** percorrono il sottosuolo del centro storico per circa 2,5 km, scavate fino ad una profondità di 20-30 m in alcuni punti e sviluppate in buona parte per tre livelli. Gli ambienti sono ricchi di particolari decorativi, fregi, motivi ornamentali e simboli religiosi che, più che a cave o semplici cantine, si addicono a luoghi di culto, sebbene vada detto che il loro uso ha sicuramente subito diverse finalità nel tempo (Fig. 3). L'andamento delle cavità ipogee è quasi speculare con l'edificato del centro storico, aspetto che in talune circostanze, ad esempio eventi sismici degli anni '70, può aver determinato interazioni negative. Ma notevole è il livello di controllo e manutenzione cui sono sottoposte le grotte di Camerano che, come è noto, sono ampiamente utilizzate da anni a fini turistico-culturali (Diamantini, 2011-12)

Le **grotte di Osimo** si snodano nel sottosuolo del centro storico per circa 9000 m ad una profondità media tra i 3 e i 6 m e massima di 15 m. Distribuite su 5 piani, hanno la peculiare caratteristica di essere quasi tutte larghe 140 cm ed alte in media 2,5 m, anche le nicchie hanno le stesse dimensioni (Fig. 4). Questa singolarità, non riscontrabile negli ipogei di altri luoghi vicini, quali ad esempio Camerano, potrebbe dimostrare che la realizzazione di tali cavità facesse parte di un unico iniziale progetto, probabilmente finalizzato alla costruzione delle antiche mura, secondo gli studi di Mosca del 1999, sebbene Baldoni, nel 2000, riferisca piuttosto di cave sul Monte Cerno e Castel Baldo o Santo Stefano. Anche in questo caso, le cavità ipogee furono sfruttate nei secoli per usi diversi sia pratici sia di carattere religioso od esoterico, come testimoniato dalle antiche incisioni e dai bassorilievi ancora conservati in alcune pareti.

Dall'analisi della documentazione storica reperita riguardante il sottosuolo osimano, emerge che legata agli ambienti ipogei, in

epoca romana, doveva sicuramente esistere anche una complessa rete acquedottistica. Tramite gli antichi cunicoli i romani avrebbero addotto con tubi in cotto o in piombo acqua alla cisterna monumentale ubicata al di sotto della piazza del Comune da cui sarebbe stata distribuita alle fonti, alle terme e agli edifici pubblici e privati di maggiore importanza.

All'interno delle cavità ipogee sono infatti visibili alcune opere caratterizzate da cunicoli riempiti di argilla con al centro tubazioni in terracotta che nell'antichità, per le loro caratteristiche costruttive potevano fungere da condotte idriche.

Per concludere questa breve trattazione sugli ambienti ipogei, si ritiene di riportare

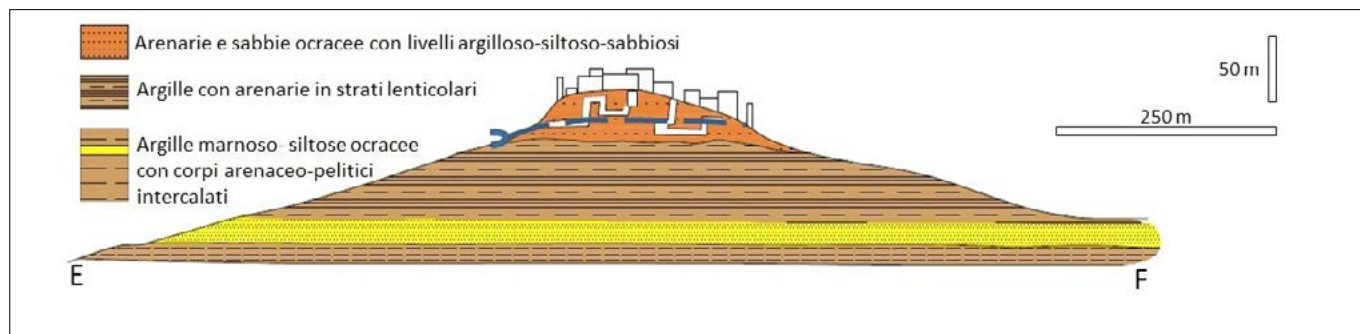
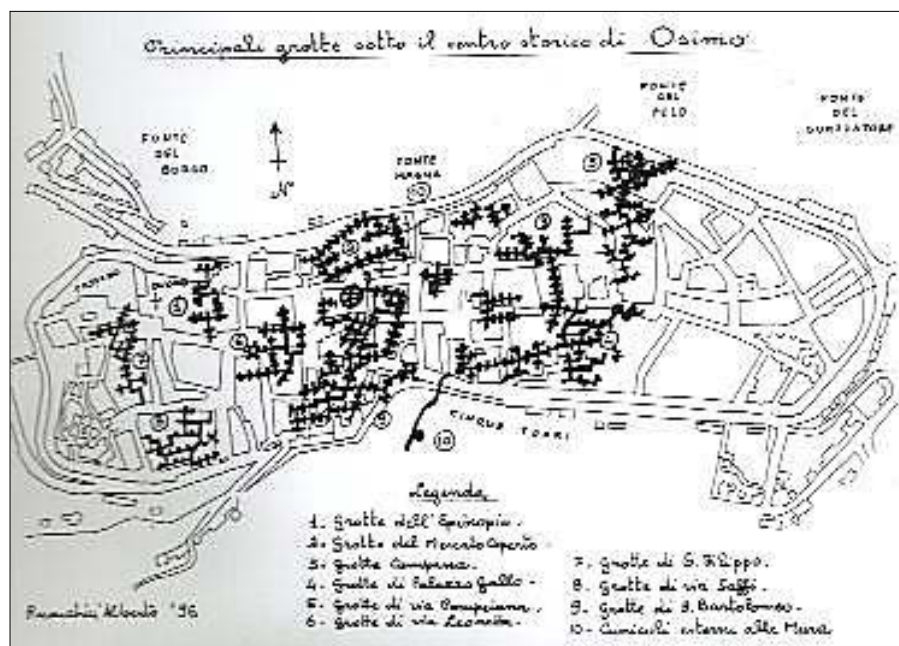


Figura 4 – Osimo: foto di un corridoio con nicchie laterali del sistema ipogeo (WEB RIF.2), schizzo riguardante le "Principali grotte sotto il centro storico di Osimo" di Recanatini (1996) e sezione geologica (vedi Fig.1) con schema idrogeologico di alimentazione della storica Fonte Magna

la tesi di Mosca (1999, 2000), che sulla base di una vasta serie di attestazioni storiche, statuti trecenteschi, dati toponomastici e reperti archeologici, ipotizzò la presenza di un acquedotto ipogeo di diversi chilometri, che dal Monte della Crescia e Monte dell'Acqua avrebbe raggiunto Osimo, con diverse diramazioni lungo il percorso verso le antiche fonti. Per quanto si tratti di una ipotesi si è ritenuto interessante menzionarla in questo capitolo, sebbene, da parte nostra, non si sia a conoscenza di argomentazioni esaustive che ne possano dare una riprova dal punto di vista idraulico.

### LE FONTI ANTICHE DELL'AREA OSIMANA

Nell'area del centro abitato di Osimo esiste un certo numero di fonti ubicate a ridosso delle antiche mura ed alimentate dalle acque dell'acquifero arenaceo di chiusura della sequenza quaternaria (Fig. 1) su cui sorge il nucleo storico del paese. Tra queste ricordiamo la più antica e più nota Fonte Magna (F4 in

Fig. 1) di cui si parlerà più in dettaglio, le fonti del Guazzatore (F6 in Fig.1), Montecesa (F3 in Fig. 1) e del Pelo (F5 in Fig. 1). In Fig. 5 si hanno le immagini relative alle fonti Montecesa e del Guazzatore delle quali le notizie storiche più antiche risalgono agli statuti del 1300 (*Fons Sancti Iacobi* era il nome della fonte Montecesa). Riportate nella carta del Blaeu del 1663 (fonte Montecesa citata come fonte *San Iacomo*), nel Catasto Gregoriano (1818) e descritte dettagliatamente da Mattioli Benvenuti nel 1866, tali fonti erogano oggi acqua non potabile e, mentre per Montecesa si può parlare di un buono stato di manutenzione, così non si può dire per la fonte del Guazzatore che versa in uno stato di evidente trascuratezza.

Tra le fonti osimane alimentate dall'acquifero del corpo arenaceo-pelitico del ciclo sedimentario più antico (Fig. 1) intercalato alla argille e argille siltose, che sembra a grandi linee circondare il colle su cui sorge il centro storico, si incontrano le fonti Acqua-

viva (F1 in Fig. 1) e del Tesoro (F2 in Fig. 1) nel versante settentrionale osimano e le fonti Follonica (F8 in Fig. 1), del Gattuccio (F7 in Fig.1), Vescovara (F10 in Fig. 1) e San Gennaro (F9 in Fig. 1) in quello meridionale. In Fig. 6 si ha un'immagine della fonte del Tesoro, di una piccola fonte senza nome poco distante dalla prima, completamente nascosta dalla vegetazione infestante, e di una delle due fonti dell'Acquaviva delle quali si riporta anche il disegno di Mattioli Benvenuti del 1866. Tali fonti hanno un'antichissima storia, basti pensare che nei pressi dell'Acquaviva nel 1059 sorgeva un Monastero di Avellaniti con la chiesa; sono entrambe citate negli statuti trecenteschi con i nomi di *Acquaviola* per la fonte Acquaviva e *Auximanelli* per quella del Tesoro, e nel Catasto Gregoriano (*Seminelli* è il nome attribuito alla fonte del Tesoro). Alla fonte dell'Acquaviva infine accorrevano anche malati di vari luoghi perché si riteneva che le sue acque fossero utili per curare malattie al fegato e ai reni (Grillantini 1965).

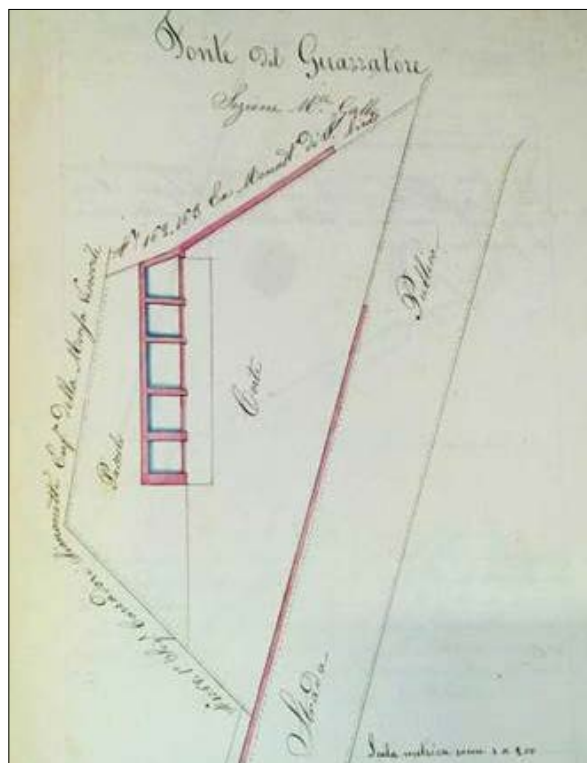
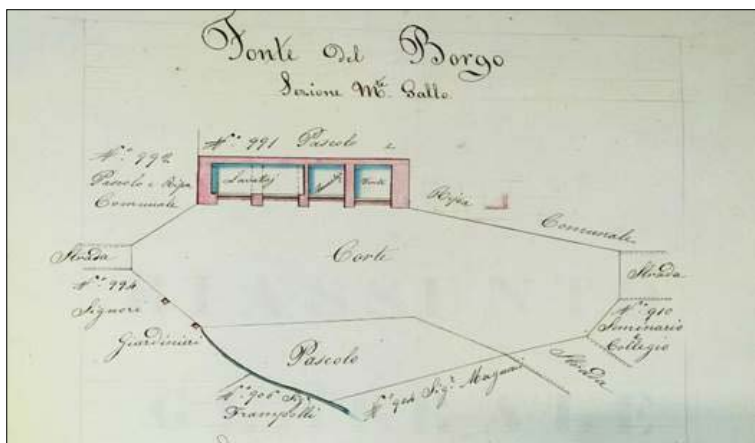


Figura 5 – Osimo: Fonte Montecesa chiamata anche fonte del Borgo, a sinistra, e Fonte del Guazzatore, a destra. La fonte Montecesa è data da una struttura in laterizi a quattro arcate a tutto sesto con tre vasche voltate a botte. Il prospetto con timpano triangolare è delimitato da elementi lapidei modanati; per evidenziare lo stacco tra il piedritto e gli elementi estradosso sono stati utilizzati dei mattoni aggettanti sfalsati a ricalcare l'idea di un capitello. Una lapide ricorda un restauro del 1791 ad opera della Chiesa e del Comune. La fonte del Guazzatore è a cinque arcate in laterizi, con altrettante vasche a pianta quadrangolare di differente dimensione. La parte antistante la fonte, presumibilmente interamente pavimentata con laterizi, è attualmente obliterata dalla vegetazione. Sotto, i due disegni di Mattioli Benvenuti (1866), corredati di una dettagliata descrizione dello stato di manutenzione delle fonti, a dimostrazione dell'impegno del Comune a mantenerle in buona efficienza

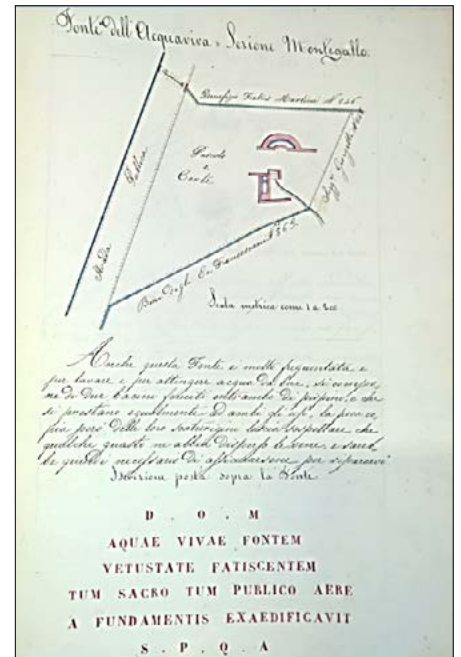


Figura 6 – Osimo: Fonte del Tesoro, a sinistra, piccola fonte senza nome, al centro, e fonte dell'Acquaviva, a destra. La fonte del Tesoro è costituita da 5 vasche e due sorgive. Realizzata con laterizi allettati di piatto e maltati, è stata evidentemente rimaneggiata nel corso dei secoli. L'acqua filtra dalle murature, mentre i condotti alloggiati nella struttura risultano intasati. Le acque stagnanti contenute nelle vasche risultano fortemente invase da vegetazione. A pochi metri di distanza tra i rovi esiste un'altra fonte, realizzata sempre in laterizi, con un accesso ad arco a tutto sesto e volta a botte, con fondo absidato e due ali ricavate lateralmente, una ad arco ribassato e l'altra con arco a tutto sesto. La fonte dell'Acquaviva infine, su cui è stata apposta una lapide commemorativa del restauro, è stata realizzata in laterizi ed è caratterizzata da linee curve che ne determinano il profilo delle vasche e di tutta la struttura. Nel disegno di Mattioli Benvenuti si osserva la presenza di una seconda fonte dell'Acquaviva completamente rimaneggiata nel tempo

## FORTE MAGNA

Presso il pendio settentrionale della collina di Osimo, a pochi metri dalle mura romane, è sita Fonte Magna (F4 in Fig. 1). Il suo nome, secondo alcune ipotesi che rimandano a narrazioni della tradizione osimana, potrebbe derivare da un episodio legato a Pompeo Magno, il quale, trovandosi ad Osimo per precettare nuove milizie, vi fece abbeverare i suoi cavalli; altri ritengono invece che il suo nome derivi dal fatto che nel corso dei secoli tale fonte abbia svolto un ruolo di primaria importanza nelle vicende osimane (Gobbi, 1999). Della fonte ne parla anche Procopio di Cesarea, citando l'evento nel quale il generale bizantino Belisario tentò di espugnare Osimo, occupata dai Goti dal 520, e durante l'assedio tentò di manomettere Fonte Magna per mettere la cittadinanza alle strette, senza però riuscire a distruggere il manufatto. Per quanto concerne la sua datazione si può ipotizzare un periodo compreso tra la fine del I sec. a.C. e l'inizio del I sec. d.C. (Neuerberg, 1965). Oggetto di numerose attenzioni nel corso dei secoli, la fonte è stata più volte riadattata e modificata, dimenticata e ripristinata. L'intero impianto (Fig. 7), la cui descrizione seguente deriva da Gobbi (1999) e da sopralluoghi in sito, è da considerarsi un insieme di più elementi

tra loro associati da funzioni diverse. Non si conserva nella sua interezza, in quanto la parte a nord dell'emiciclo risulta fortemente compromessa da opere di distruzione dolosa perpetrata nel corso dei secoli (Gentili, 1990). Nonostante le avverse vicende e l'opera distruttiva del tempo, i resti permettono di poter asserire che Fonte Magna è da ascrivere al tipo di strutture denominate ninfei ad esedra e anticamente doveva sicuramente essere munita di una copertura. Nella carta del Blaeu del 1600 ha una forma circolare. La fonte vera è propria (Fig. 7) è costituita da un emiciclo in calcestruzzo (*opus caementicium*), realizzato con calce, ghiaia centimetrica e schegge di selce, con inclusi altri materiali aggregati. Tale manufatto si conserva in altezza per circa 5,75 m e per circa un quarto di circonferenza (diametro di circa 6 m). Sulla sua sommità sono riscontrabili sei incavi posti a differenti distanze tra loro forse funzionali per l'armorzamento di travature atte a sostenere la copertura. Si può apprezzare, nella parte alta di tutto l'emiciclo, una porzione residuale di intonaco, spesso circa 7 cm; è altresì riscontrabile la traccia rettilinea, lungo la parete in calcestruzzo, dell'impronta lasciata da una fistola (verosimilmente in piombo), che doveva condurre l'acqua verso la sezione centrale

dell'esedra. Altre tracce di elementi, che potevano fungere sia da decoro, che da elementi funzionali, si osservano sull'intera struttura in calcestruzzo.

Nella porzione che rimane più a nord si notano 22 incavi, disposti su due file orizzontali parallele, ad altezze diverse, realizzati in un momento nel quale il calcestruzzo doveva risultare ancora fresco, in quanto le loro pareti hanno una superficie piana, ben levigata. Come gli incavi testé descritti, ve ne sono altri tre pressoché quadrati nella parte superiore centrale dell'esedra e un altro rettangolare. Un ultimo foro, passante, è al margine settentrionale basso, con pareti irregolari, scabre, eseguito forse in una fase successiva rispetto agli altri. A est del margine meridionale dell'esedra in calcestruzzo si riscontra una parete in blocchi squadrati (*opus quadratum*) aventi dimensione 0,80x0,40x0,55 m, che si lega all'esedra e si conserva per un tratto di circa due metri e per un'altezza pari a quella della struttura in calcestruzzo. Due vasche realizzate con differenti tecniche, sicuramente più tardi rispetto all'emiciclo stesso, attualmente svolgono la funzione di contenzione delle acque. La prima, quella della porzione più meridionale, è realizzata tramite un alzata in laterizi, costituito con tecnica a cro-



Figura 7 – Osimo: Fonte Magna. Nelle foto sono contraddistinti i diversi componenti del complesso della fonte

ce, intonacato, che si ammorza sull'edera e sull'ala in *opus quadratum*. Su questo setto che descrive la prima vasca si possono osservare due fori, posti a differente altezza, realizzati in materiale lapideo modanato. L'altra vasca è realizzata con un basso muretto non intonacato, con il cordolo superiore realizzato in laterizi posti di taglio maltati, a giunti rasati, con la superficie superiore inclinata verso l'interno della vasca e, al di sotto di tale cordolo, con laterizi posti di piatto, maltati, a giunti stilati, con brevi ali di rinforzo (Fig. 7). L'approvvigionamento dell'acqua è garantito da due cannule in ferro, una nella parte alta di congiunzione tra l'ala in *opus quadratum* e la struttura in calcestruzzo e l'altra più in basso, in prossimità del muretto di contenimento della prima vasca (al momento della ricognizione non funzionante). Ad est di questo muro vi è una struttura, facente funzione di pozzo, avente pianta quadrangolare e con i lati est e ovest consunti dallo sfregamento dei recipienti coi quali la popolazione ha attinto acqua per secoli. Il pozzo ha pareti costituite da blocchi di arenaria, non per quanto concerne la parte nord, che è stata realizzata con laterizi e malta, seguendo uno schema poco regolare. Tra il pozzo e la parete di chiusura dell'edera è presente una scala per accedere all'imboccatura del pozzo e ai livelli sovrastanti la fonte, realizzata in blocchi di arenaria in tutto e per tutto simili a quelli utilizzati nella costruzione dell'ala di chiusura dell'edera. Tale scalinata ha sia la pedata che l'alzata di circa 0,30 m e per ogni gradino sono stati utilizzati uno o due blocchi, il tutto poggia su una struttura in conci di pietra sbazzati di dimensioni irregolari (Fig. 7). Al di sopra del pozzo, circa a 5 m, si nota un'importante struttura di contenimento a esedra, lunga circa 10 m, costituita da calce e pezzame laterizio; il Gentili (1990) rinvenne un frammento di rubricatura: *(f)ECIT VESP* e porzioni di *opus signinum* di pavimentazione, ormai tutto invisibile. Altra interessante testimonianza è quella portata da Leonello Spada, bibliotecario di Osimo, il quale, alla fine dell'ottocento relata di una pavimentazione in travertino antistante il complesso, oggi non riconoscibile.

Per quanto riguarda l'alimentazione e la distribuzione delle acque da parte della fonte, sono da menzionare sempre le parole dello Spada che riferisce di tre "cunicoli o lunette" che conferivano acqua "formando cascata" in un primo bacino e da questo "per mezzo di molte cannelle di bronzo con maschere" l'acqua ricadeva nella vasca che fungeva da abbeveratoio. Nei pressi dell'area della fonte inoltre, si dipartiva un cunicolo, indagato dal Gentili negli anni trenta, in cui si rinvenne materiale di età romana compreso tra il I sec.a.C. e il primo quarto del I sec.d.C.. Dal cunicolo si

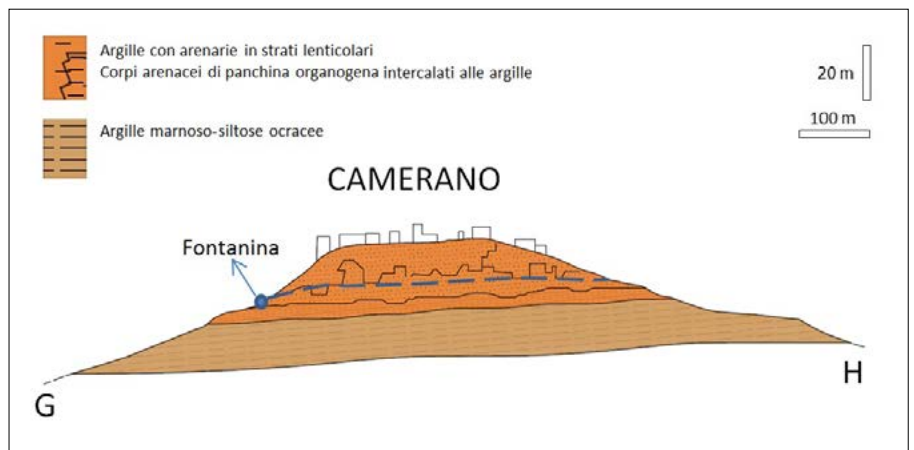


Figura 8 – Camerano: la Fontanina. Nella parete facente funzione di contenimento del pendio, realizzata con pietre opportunamente sbazzate e laterizi maltati e allettati orizzontalmente, trova alloggiamento una prima vasca di raccolta delle acque. La vasca risulta incassata nella muratura ed è coperta da una volta a botte intonacata. Ai margini di questa vasca si possono riscontrare due lesene in laterizi maltati e nella porzione di muratura che la sovrasta sono stati apposti elementi decorativi in materiale lapideo modanato e un timpano ad arco policentrico. Dal margine sinistro della muratura di contenimento si diparte un'ala, sempre realizzata in materiale lapideo opportunamente sbazzato e maltato, nella quale è verosimilmente alloggiata una conduttura che adduce l'acqua ad una seconda vasca. Questa, di forma quadrangolare, è completamente intonacata non consentendo di poter asserire con assoluta certezza quali siano i suoi elementi costitutivi; è comunque ben visibile un cordolo modanato in materiale lapideo, verosimilmente realizzato con tale profilo per facilitare le lavandaie nelle loro mansioni. Sul lato corto, diametralmente opposto a quello di adduzione delle acque, è riscontrabile un incavo ricavato sul cordolo, facente funzione di sfogo del troppo pieno. Questo consente di mantenere il pelo delle acque contenute sempre pulito. L'intera area della fonte è pavimentata con laterizi ed è ben tenuta. Sotto, sezione geologica (vedi Fig. 1) in cui è riportato lo schema idrogeologico di alimentazione della fonte

accedeva ad un ambiente circolare del diametro di circa 5 m, avente copertura a cupola, dal quale si dipartivano altri tre cunicoli. Numerose fonti orali, come documenta il Recanatini nel 1998, confermano la presenza di cunicoli nella parte retrostante i resti della fonte, che un tempo erano visibili e praticabili, e che si spingevano fino al centro della città. Tali cunicoli, come accennato nei capitoli precedenti, collegati a cisterne di raccolta delle acque meteoriche, erano presumibilmente adibiti alla distribuzione delle acque poi erogate dalle diverse fonti del paese. La Fonte Magna sarà stata quindi alimentata sia naturalmente dalle acque circolanti nell'acquifero arenaceo ed emergenti da sorgente, sia artificialmente da quelle immagazzinate in cisterne e distribuite dalla rete dei cunicoli ipogei. Attualmente la fonte ha una portata variabile tra 0,17-0,25 l/s con una conducibilità elettrica attorno ai 1450  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ed una temperatura di circa 14-15°C.

Per concludere, dell'antico sito, evidentemente degradato nell'800, così parla ancora lo Spada: "... se questo monumento non presenta bellezze artistiche, ha però il pregio di avere la grandiosa impronta di tutte le costruzioni romane... da noi apaticamente disprezzato e dagli altri rispettato...". Nel 1962 il sito fu sottoposto ad una prima sistemazione che, come riferisce Grillantini (1975), ne rese "gratualmente la visita".

#### ALCUNE FONTI ANTICHE DEL TERRITORIO DI CASTELFIDARDO E CAMERANO

Nell'area in studio la presenza di antiche fonti che captano le acque dei corpi arenacei plio-pleistocenici è, come già detto, piuttosto diffusa ed ogni paese, seppur di pochi abitanti, ha la sua fonte, più o meno antica, più o meno elegante e pregevole nelle forme. Pur essendo ben nota l'esistenza di fontane di grande valore storico-artistico in importanti



paesi come ad esempio Loreto, questo studio si è limitato al censimento e alla descrizione in particolar modo delle fonti di Osimo, quindi a quelle di Camerano e di Castelfidardo. Per gli ultimi due centri è stata privilegiata la scelta di quelle strutture che a nostro parere sono dotate di maggior valenza storica e architettonica e che nello stesso tempo destano anche interesse per quanto riguarda l'alimentazione, come avviene nel caso della fonte di seguito descritta.

#### LA FONTE DI CAMERANO

Nel versante nord occidentale del colle di Camerano è presente una antica fonte, chiamata La Fontanina o Fontevecchia (F13 in Fig. 1) che riceve le acque da un potente corpo arenaceo medio-pleistocenico (Fig. 1), costituito da arenarie, arenarie organogene e, nella parte basale da arenarie con intercalati livelli argillosi grigiastri. All'interno del potente corpo, come si è brevemente parlato nelle pagine precedenti, è scavato l'imponente complesso ipogeo, oggetto di leggende popolari e fulcro della vita paesana nei decenni e nei secoli andati. La fonte è composta da varie strutture, come è descritto e osservabile in Fig. 8.

Notizie, non documentate in questa sede da bibliografia, riferiscono di un serbatoio o bottino di raccolta delle acque all'interno della struttura e non visibile. La Fontanina quindi dovrebbe essere alimentata da un cunicolo di raccolta delle acque del complesso arenaceo presumibilmente collegato a quello ipogeo, così come viene schematizzato nella sezione di Fig. 8. Anche in questo caso quindi, come per l'antica fonte romana di Osimo, la portata dell'emergenza naturale sarebbe stata incrementata artificialmente da opere idrauliche riconducibili ai condotti appartenenti alla fitta rete di cunicoli sotterranei.

#### LE FONTI DI CASTELFIDARDO

Dell'area di Castelfidardo sono sicuramente da ricordare due fonti: la Fonte della Concia (F11 in Fig. 1) e quella del Gualdo (F12 in Fig. 1). La prima venne sicuramente costruita in corrispondenza di un'emergenza naturale di acqua dal corpo arenaceo-pelitico del Pleistocene medio (Fig. 1) mentre la seconda, una decina di metri più a valle della prima, è ubicata su depositi eluvio-colluviali posti alla base dello stesso corpo; le due fonti quindi sono alimentate dallo stesso acquifero (Fig. 1).

La Fonte della Concia fu realizzata nel XVII secolo e utilizzata fino al XX secolo; è costituita da due strutture, sicuramente con diverse funzioni così come si può osservare in Fig. 9; è stata oggetto di risistemazione negli anni 2005-2006. La fonte del Gualdo (Fig. 9), antichissima, fu realizzata nel 1492 e dopo anni e anni di abbandono fu restaurata nel 2003.



Figura 9 – Castelfidardo: Fonte della Concia, sopra, e Fonte del Gualdo, sotto. La prima ha una struttura realizzata in alzata con laterizi maltati e allettati di piatto in cui sono state ricavate due nicchie con cannella. Le cannelle adducono acqua in un'unica vasca, avente il cordolo in materiale lapideo. A poca distanza si può osservare una vasca quadrangolare incassata nel terreno che, con ogni probabilità, era usata per le operazioni della concia del pellame, come lasciano dedurre i cordoli, sempre in materiale lapideo, opportunamente conformati per tale attività. L'intera area è pavimentata in laterizi. La Fonte del Gualdo è stata realizzata con laterizi maltati ed allettati di piatto in cui la sommità delle murature è in laterizi maltati allettati di taglio in modo da formare un cordolo uniforme. La muratura di fondo ha un profilo singolare, con la porzione centrale, in corrispondenza con la vasca di mezzo, sovrelevata, con un timpano semicircolare, dai quali margini discendono due lesene, che vanno a prolungarsi orizzontalmente a formare le pareti della vasca. Le altre due vasche, adiacenti, sono alimentate da dozzoni che attingono da quella centrale, facenti funzione di sfioratori di quest'ultima. Osservando la fonte frontalmente si può notare come la vasca di destra abbia i cordoli posti ad una minor altezza rispetto a quella posta a sinistra, verosimilmente per compensare la pendenza del piano campagna. L'area antistante le vasche è parzialmente pavimentata con laterizi allettati di piatto

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le antiche fonti dell'area collinare dell'anconetano, dal più antico passato, hanno nei secoli costituito le uniche risorse idriche disponibili ad uso idropotabile e produttivo per molti paesi della zona. Proprio l'abbondante presenza di acque sorgive in prossimità delle sommità dei rilievi collinari, può aver costituito uno dei fattori principali nel favorire i primi insediamenti abitativi nell'area, dai quali nel tempo si sono sviluppati centri sempre di maggiore importanza. Attualmente le acque delle fonti sono interessate da fenomeni di inquinamento che le hanno rese, a partire dalla seconda metà del secolo scorso, non più potabili.

Le antiche fonti studiate ricevono acqua, oggi come nel passato, dagli acquiferi presenti nei corpi arenacei intercalati alle argille della sequenza del Plio-Pleistocene che, ricaricati dalle precipitazioni meteoriche, alimentano numerose sorgenti naturali.

Sulla base dei rilievi condotti e alla luce dei dati desunti dall'indagine bibliografica, è dunque emerso che, dall'epoca romana in poi, le acque degli acquiferi plio-pleistocenici sono state captate per mezzo di opere idrauliche che da semplici opere di presa in molti casi si sono via via trasformate in opere più complesse, incluse in strutture architettonicamente di pregio, fino a complessi imponenti, tuttora esistenti, che raccoglievano a volte le acque di più sorgenti naturali minori.

Tra le fonti censite, la Fonte Magna di Osimo, di epoca romana, rappresenta l'opera monumentale più rilevante non solo per la sua storia, ma anche dal punto di vista dell'idraulica antica in quanto conserva ancora tracce dell'impianto di epoca romana, sebbene modificato da interventi successivi. Soffermandosi in particolare su tale monumento, il nostro studio ha posto in evidenza sia il notevole e peculiare valore storico-artistico della fonte, nota e descritta fin dal più lontano passato, basti pensare a Procopio di Cesarea che ci ha lasciato la sua più antica e preziosa descrizione, sia la sua modalità di alimentazione. A tale proposito si è riportata la tesi, comprovata da testimonianze dirette di anni passati, del suo collegamento idraulico con il sistema ipogeo antico presente nel sottosuolo del centro storico di Osimo. Sulla base della documentazione storica, si può infatti affermare che l'alimentazione naturale della fonte, ad opera dell'acquifero arenaceo di chiusura della sequenza del Quaternario, sia stata incrementata, fin dall'epoca romana, artificialmente con acque meteoriche immagazzinate in cisterne e quindi distribuite dalla rete di cunicoli ipogei; cunicoli ispezionabili nel passato ma oggi non più percorribili. Dal rilevamento di campagna condotto durante il presente studio, è infine emerso

che, sebbene Fonte Magna sia stata oggetto di approfondite ricerche archeologiche fin dal passato, l'antico sito nel suo insieme possa ancora rappresentare oggetto di indagine e che elementi del periodo romano possano tuttora tornare alla luce. Elementi non solo appartenenti all'emiciclo ma anche inerenti alle opere di presa e a probabili antiche strutture a protezione del versante, attualmente appena riconoscibili per la presenza di copertura terrigena e vegetazione.

Per quanto concerne le altre fonti osimane, soprattutto quelle poste a ridosso delle mura, su base bibliografica, si può affermare che anche le loro portate siano state incrementate da parte di acque meteoriche raccolte in cisterne e distribuite da condotte, ma, in questo caso, a differenza della fonte romana, non si possiedono elementi concreti per stabilire se tale tesi sia o no veritiera.

Dal punto di vista dello stato di conservazione delle antiche fonti dell'anconetano, tale studio ha contribuito a far luce su alcune situazioni di particolare degrado. Infatti, accanto a molte fonti restaurate o ripulite e sistemate negli anni passati con illuminazione del sito, recinzione e piantumazione, basti pensare alle fonti osimane a ridosso del centro storico, o alla Fontanina di Camerano e alle due antiche fonti di Castelfidardo, al contrario altri complessi, architettonicamente pregevoli e sistemati negli anni passati, oggi sono sottoposti a manutenzione scarsa se non del tutto assente. Sarebbe quindi auspicabile che questo bene storico e artistico venisse recuperato, valorizzato e mantenuto in efficienza così come avveniva nei secoli passati e non trascurato, se non del tutto dimenticato, ed abbandonato al degrado.

Si può concludere questo articolo sulle antiche fonti, con un invito, quello di arrivare cioè a creare un itinerario storico-artistico e geologico fuori le mura di cittadine dell'area anconetana come ad esempio Osimo, Camerano e Castelfidardo, notoriamente ricche di antichi edifici e testimonianze del passato. In particolare dal punto di vista scientifico, tale iniziativa permetterebbe di stimolare l'interesse verso una maggiore conoscenza del sistema naturale in cui viviamo; quel sistema naturale, oggi a volte del tutto sconosciuto, con cui fin dal più lontano passato gli abitanti del luogo hanno interagito utilizzandone razionalmente le vitali risorse idriche disponibili, favorendo in tal modo la crescita e lo sviluppo dei nostri paesi collinari.

Si può aggiungere infine che una simile proposta, oltre che un incoraggiamento alla divulgazione delle conoscenze sul sistema ambientale, storico e artistico, se messa in pratica, rappresenterebbe anche un buon contributo all'incremento dell'attività turistica nell'area costiera marchigiana.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1992), *Il Bacino del Fiume Musone. Geologia, Geomorfologia e Idrogeologia*. A cura di T. Nanni. 76° Congr. Soc. Geol. It. 20-26 sett. Firenze. 187 pp. Carta f.t. 1:50.000.
- BALDONI V. (2000), *Fortificazioni antiche in Italia. Età Repubblicana. Atlante tematico di topografia antica*. L'Erma di Bretschneider. Atta 9.2000.
- BLAEU J. (1663 circa), *Auximum*, Pianta, Archivio comunale, Osimo.
- COLALONGO M.L., NANNI T., RICCI LUCCHI F. (1979), *Sedimentazione ciclica nel Pleistocene anconetano*. Geol. Romana, 18, 71-92, 13 fig., 1 carta geol. f.t., Roma.
- DIAMANTINI E. (2011-12), *Analisi e gestione dei dati sul rischio naturale da frana del versante meridionale del paese di Camerano (AN) mediante GIS, con particolare attenzione all'ambiente ipogeo nel centro storico*. Tesi di Laurea. Università Politecnica delle Marche
- FINETTI I.R., BOCCALETTI M., BONINI M., DEL BEN A., GELLETTI R., PIPAN M., SANI F. (2001), *Crustal section based on CROP seismic data across the North Tyrrhenian-Northern Apennines-Adriatic Sea*. Tectonophysics 343 (2001) 135-163.
- GENTILI G.V. (1990), *Osimo nell'Antichità*, Grafis Ed., Bologna.
- GOBBI C. (1999), *La fonte Magna di Auximum*. In: *Campagna e Paesaggio nell'Italia Antica*, Atl. Tematico di Top. Antica, L'Erma di Bretschneider, 185-196.
- GRILLANTINI C. (1965), *Storia di Osimo*, Scuola Tip. Cottolengo, Pinerolo.
- MATTIOLI A. (2015), *Il Bacino del fiume Aspio: assetto geostrutturale, geomorfologia e idrogeologia nell'analisi delle pericolosità idrogeologiche*. Tesi di Dottorato.
- MATTIOLI BENVENUTI P. (1866), *Rivendicazione delle strade comunali occupate dai privati*. Biblioteca comunale, Osimo.
- MOSCA R. (1999), *L'antico acquedotto delle Grotte Osimane*. Stamp. in proprio Osimo.
- MOSCA R. (2000), *I segni di una antica alimentazione idrica nelle grotte Osimane*. In: Atti Conv. di studi "La Memoria del Sottosuolo", Comune di Camerano, 17-18 luglio 1999.
- NANNI T., VIVALDA P. (2009), *Idrogeologia degli acquiferi carbonatici, terrigeni ed alluvionali tra i fiumi Cesano e Potenza (Marche centrali)*. La nuova Lito, Firenze.
- NEUERBURG N. (1965), *L'architettura delle fontane e dei ninfei nell'Italia Antica*, Macchiaroli Editore, Napoli.
- PIALLI, G., BARCHI, M., MINELLI, G. (Eds.) (1998), *Results of the CROP 03deep seismic reflection profile*. Mem. Soc. Geol. It., 52, 657.
- RECANATINI A. (1998), *La città segreta. Ricerche di speleologia urbana nel sottosuolo di Osimo*. Casa Ed. Nuove Ricerche.
- RECANATINI A. (1997), *Le grotte di Camerano*. Ass. Tur. Pro Loco "C. Maratti". Camerano
- RECANATINI A. (2000), *La città segreta, correlazioni tra sviluppo urbano di superficie e rete ipogea nei centri storici alle falde del Conero. I casi di Camerano e Osimo*. In: Atti Conv. di studi "La Memoria del sottosuolo", Comune di Camerano, 17-18 luglio.
- SPADA L. (probabile data: fine 1800), *I monumenti ed oggetti d'arte esistenti in Osimo e gli artisti osimani*, (manoscritto), Archivio storico comunale, Osimo.

## RIFERIMENTI WEB

- WEB RIF.1 – <https://www.turismocamerano.it>  
 WEB RIF.2 – <http://www.rivieradelconero.tv>



The background features a large, light gray illustration of a hand holding a leaf, positioned in the upper right quadrant. Below this, there are several horizontal, wavy lines that resemble stylized waves or a textured surface, extending across the width of the page.

**POSTER**

**SIGMA**



# Idraulica rupestre in Turchia

## Rupestrian hydraulic works in Turkey

Parole chiave (*key words*): opere idrauliche sotterranee (*underground hydraulic works*), pozzi (*well*), cisterne (*cistern*), acquedotti (*aqueduct*), Cappadocia (*Cappadocia*), Turchia (*Turkey*)

ROBERTO BIXIO  
Ispettore Onorario Cavità Artificiali - MiBACT  
(Ministero Beni e Attività Culturali), Roma  
Centro Studi Sotterranei, Genova

MARIO PARISE  
Dipartimento Scienze della Terra e Geoambientali,  
Università "Aldo Moro", Bari  
E-mail: mario.parise@uniba.it

ALI YAMAÇ  
OBRUK Cave Research Group, Istanbul

### 1. INTRODUZIONE

La Turchia, ed in particolare la Cappadocia, rappresentano indubbiamente uno dei siti al mondo maggiormente famosi per lo sviluppo di cavità scavate dall'uomo, con veri e propri insediamenti che caratterizzano vaste aree del territorio. In questo contesto, nonostante l'abbondante bibliografia esistente sui siti della Cappadocia, non molti lavori sono stati dedicati agli aspetti di idraulica rupestre. Con il presente contributo ci proponiamo l'obiettivo di colmare, almeno parzialmente, questa lacuna, fornendo una prima, seppur sintetica, descrizione delle tipologie di opere idrauliche individuate.

Dove non specificato diversamente, le località citate si riferiscono alla Cappadocia (Fig. 1), la regione della Turchia centrale costituita da estesi depositi vulcanici, caratterizzata dalla presenza di un numero impressionante di insediamenti rupestri e sotterranei di epoca bizantina, tra cui interi villaggi e rifugi, ed oltre 600 chiese scavate nella roccia.

### 2. LE RICERCHE DI IDRAULICA ANTICA IN CAPPADOCIA

L'approvvigionamento idrico è da sempre di fondamentale importanza per l'insediamento di nuclei e centri abitati (Juuti *et al.*, 2007; Fahlbusch, 2008). Esiste una ampia documentazione in merito, che copre vaste aree del Medio Oriente e dell'Asia Centrale, con particolare riferimento ai numerosi studi dedicati ai sistemi di raccolta dell'acqua tramite opere scavate nel sottosuolo, quali i *karez* e i *qanat* (Castellani, 2001; Kuros, Khaneiki, 2007; Lightfoot, 2009; Mays, 2010; Hu *et al.*, 2012). La rilevanza di queste tematiche è ulteriormente avvalorata dai lavori dell'*International Center on Qanats and Historic Hydraulic Structures* (ICQHS), in Iran, un centro di studi sotto gli auspici dell'Unesco (Semsar Yazdi & Labaf Khaneiki, 2010, 2012).

In Cappadocia, una delle aree di maggiore interesse al mondo per le cavità artificiali, le opere di idraulica risultano oggetto di studi specifici e sistematici soltanto da pochissimi anni, sebbene ricoprano un ruolo fondamentale nello sviluppo degli insediamenti e delle attività agricole della regione.

La prima, breve testimonianza a noi nota risale a Erodoto che, nel V secolo a.C. scrive di una deviazione del fiume Kızılırmak (si veda § 3.16), forse corrispondente al tunnel documentato soltanto nel 1984 da Gilli.

Assai dopo lo storico greco, e prima del geografo e speleologo francese, ci risultano po-

chissime altre testimonianze, molto succinte, tutte risalenti tra fine Ottocento e inizio Novecento. L'archeologo scozzese Ramsay riferisce che: "At one village (Ndr.: senza peraltro farne il nome, ma probabilmente corrispondente al villaggio di Çekme, presso Derinkuyu, ancora oggi in funzione - Fig. 2) the water was got



Figura 1 – Carta della Turchia. Posizione dei siti citati nel testo in cui sono descritte opere idriche rupestri (grafica R. Bixio)



Figura 2 – Çekme, Derinkuyu (Cappadocia). Ruota per sollevare l'acqua di un pozzo collocato in un vano in muratura costruito in superficie (Foto M. Traverso)

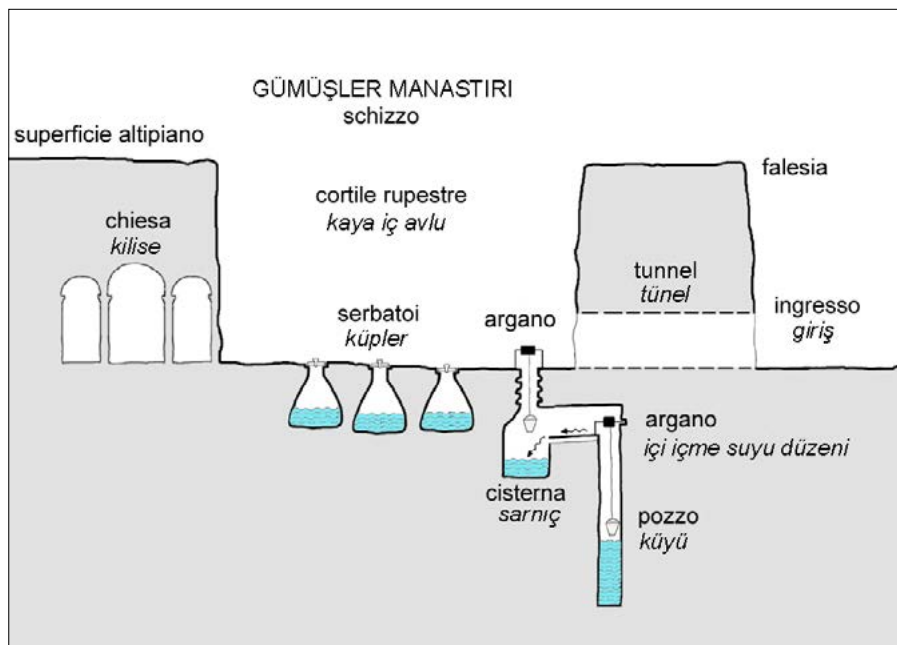


Figura 3 – Gümüşler Manastırı, Niğde (Cappadocia). Schema del sistema di sollevamento dell'acqua dal pozzo e dalla cisterna sotterranei (elaborazione grafica R. Bixio, da Bildirici 2009, p. 384)

from wells which are ascertained to be about 300 feet deep. A cumbrous, rude, quaint contrivance was used, whereby the united strength of four women drew up a tiny bucket. I timed them, and found that about forty-five seconds were required for the ascent of a bucket” (Ramsay, 1897, pp. 244-246).

Cousin, che transitò in Cappadocia sulle tracce di Ciro, descrive un lungo canale sotterraneo, aerato da finestri rettangolari scavati nel tufo: “L'eau voyage ainsi souterrainement pendant trois heures avant d'arriver à Urgub. Suivant les habitants, ce joli chemin a été fait par Ibrahim-Pacha, le grand vainqueur égyptien” (Cousin, 1905, p. 388-389). Cousin cita anche una cisterna da cui parte un canale d'acqua sotterraneo, costellato di fori d'aerazione, che alimenta Uçhisar (si potrebbe trattare del condotto in Fig. 9, documentato da Gilli & Yamaç, 2015).

De Jerphanion, che soggiornò in Cappadocia tra il 1907 e il 1927, nel descrivere il vallone che si prolunga oltre l'anfiteatro delle chiese di Göreme, aggiunge: “Il faut citer un long boyau qui était, sans doute, une conduite d'eau pour l'alimentation de Gueurémé” (De Jerphanion, 1925, p. 25), riferendosi, senza dubbio, ai cunicoli di drenaggio scavati nell'alveo della valle (Bixio R. & Castellani, 2002).

Soltanto dal 1984, iniziano le indagini sistematiche da parte di speleologi, cioè di esploratori specializzati nella ricerca di strutture ipogee, in condizioni molto disagiate, anche in ambiente subacqueo. Per questo motivo la ricerca si estende a tipologie in precedenza poco, o per nulla considerate, tra cui sorprendenti e funzionali impianti idrici sotterranei, scavati con le tecniche del “costruire in negativo” ampiamente collaudate nei secoli passati in questo territorio (Gilli,

1984; Bixio R., 1991, 1994; Castellani, 2000, 2002, 2012; Bukarenko et al., 2011; Gilli et al., 2014; Gilli & Yamaç, 2015; Bixio A. et al., 2016; a cui si aggiungono le recentissime indagini, presentate in questi stessi atti da Bixio A. et al., 2017a, 2017b).

### 3. OPERE IDRICHE SOTTERRANEE

Possiamo distinguere le opere idriche scavate nella roccia in base alle strategie ed alle tecniche messe in atto dagli abitanti del luogo, al fine di utilizzare al meglio l'acqua. Esse dipendono, inoltre, dalle caratteristiche litologiche e climatiche locali, peculiari di aree tipicamente deficitarie di risorse idriche di superficie.

#### OPERE IDRICHE PER PRODURRE ACQUA

**3.1. Condensatori.** Sebbene non si tratti di una struttura sotterranea in senso stretto, segnaliamo un dispositivo individuato presso il villaggio di Yeşilöz, a nord di Gülşehir. Si tratta di una collina artificiale, alta 50 m e di 200 m di diametro, costituita da un cumulo di pietre, molto probabilmente realizzato per catturare l'umidità dall'aria che lo attraversa, alimentando alcune sorgenti alla sua base. Non a caso, nelle adiacenze vi sono i resti di un antico insediamento. In altri casi la condensa può avvenire anche attraverso depositi detritici naturali o rocce fessurate in prossimità dei crinali, alimentando le ben note “sorgenti di vetta” (Maifredi, 1995). È possibile che, in alcuni casi, anche i cunicoli scavati dall'uomo producano acqua grazie alla condensa dell'umidità atmosferica (Bukarenko et al., 2011).

#### OPERE IDRICHE PER PRELEVARE ACQUA SUL POSTO

**3.2. Pozzi idrici.** Ottenuti con scavo verticale in roccia, con canna di pescaggio quadrangolare, raramente cilindrica, profondi da 10 a 40 m, come a Sivasa (Triolet & Triolet, 1993), o, in qualche caso, ancora più profondi (si veda cap. 2 - Ramsay, 1897). Sono realizzati allo scopo di raggiungere la falda acquifera, attingendola per sollevamento dal piano di campagna (Fig. 2) o all'interno di un insediamento sotterraneo (Fig. 3).

**3.3. Neviera.** Nel caso del pozzo documentato nel sito di Karakum (Ahlat, Turchia sud-orientale), riteniamo probabile che si tratti di una neviera, dove si accumulava la neve nei mesi invernali per il fabbisogno estivo di un monastero rupestre medievale, ad una quota di 1.800 m s.l.m. Il pozzo, collocato sulla sommità piatta di una balza rocciosa, ha canna a sezione quadrangolare di circa 1,20 m, profonda 7 m, chiusa sul fondo, raggiungibile con una serie di pedarole contrapposte. Sul bordo si notano i segni di usura dovuti allo scorrimento di corde per la movimentazione dei contenitori (Fig. 4) (Bixio A. et al., 2015).



Figura 4 – Karakum, Ahlat (Lago Van). Il pozzo-neviera, a fondo cieco, è dotato di pedarole (Foto A. Maifredi)



Figura 5 – Midas Şehri. Vasche combinate a cisterne coperte, con scalinate ricavate nella roccia (Foto R. Bixio & A. Yamaç)

Pozzi idrici in senso lato, o meglio “pozzi complementari per opere idriche” si possono considerare anche quelli realizzati in fase di scavo dei condotti orizzontali (allineamento, ventilazione, evacuazione, manutenzione), nonché i pozzi dissipatori e i pozzi-vespaio (si veda oltre, § da 3.8 a 3.14).

#### OPERE IDRICHE PER ACCUMULARE ACQUA

**3.4. Vasche.** Contenitori idrici a pelo libero, in genere ad ampia superficie quadrangolare (ma anche di piccole dimensioni e circolari), scavati nella roccia a cielo aperto o in un vano ipogeo, come nel caso del rifugio sotterraneo di Aydıntepe, presso Bayburt (Turchia nord-orientale), dove la vasca (circa 4 m x 2 m) è scavata sotto il piano di calpestio di una camera interna e la superficie dell’acqua rimane a livello del pavimento (Bixio R. & De Pascale, 2015). Gli invasi sono alimentati da sorgenti, da fusione nivale e da acque meteoriche dirette o canalizzate, allo scopo di costituire riserve idriche da distribuire quando necessario.

**3.5. Cisterne (a camera).** Vasche coperte, interamente scavate all’interno dell’ammasso roccioso, assimilabili a camere, più o meno quadrangolari, e allagabili interamente. Per le cisterne lineari si veda § 3.11.

**3.6. Vasche-cisterna (combinata).** Il sito archeologico di Midas Şehri (“Città di Mida”, villaggio di Yazılıkaya, 80 km a sud di Eskişehir, Turchia nord-occidentale) è caratterizzato da diverse strutture rupestri (tombe, vani abitativi, iscrizioni frigie) risalenti all’VIII-VI secolo a.C. Tra queste, all’interno dell’area fortificata, vi sono grandi vasche quadrangolari (Fig. 5) scavate nella roccia, a cielo aperto, a partire dal piano di un terrazzamento intermedio, per una profondità di circa 8 m. Il fondo è accessibile per mezzo di scalinate intagliate

nelle pareti, a rampa unica o a zigzag (rampe contrapposte). Su un lato di ciascuna vasca si inoltra un’ampia camera sotterranea, in cui prosegue la rampa discendente. L’insieme fa pensare ad un sistema per la raccolta di acque piovane o di fusione nivale, in aggiunta a diverse piccole sorgenti alla base del terrazzamento soprastante (Chaput, 1941; Haspels, 1971), collegate alle vasche con brevi canali e fori passanti (Haspels, 1971); i bacini scoperti sono poi combinati ai vani coperti (cisterne sotterranee), verosimilmente atti alla conservazione di una riserva idrica estiva, protetta dalla evaporazione, a cui attingere per mezzo delle scalinate in regime di minima portata.

**3.7. Cisterne pensili.** Vasche e cisterne possono trovarsi anche nei livelli più alti delle falesie, come nel caso dell’insediamento di Sarıhıdır, nei pressi di Avanos (Gilli et al., 2014). Nel caso di Bitlis (Lago di Van, Turchia sud-orientale), la cisterna (Fig. 6) è collocata a metà di un cunicolo discendente scavato nella collina su cui sorge il castello, collegato in tal modo alla parte bassa della città (Bixio R. et al., 2011).

**3.8. Qastel.** Struttura peculiare di Gaziantep (Turchia centro-meridionale) costituita da un ambiente pubblico sotterraneo, alimentato da gallerie localmente note come *livas/qanaq* (si veda § 3.11), con piccoli bagni, latrine e la-

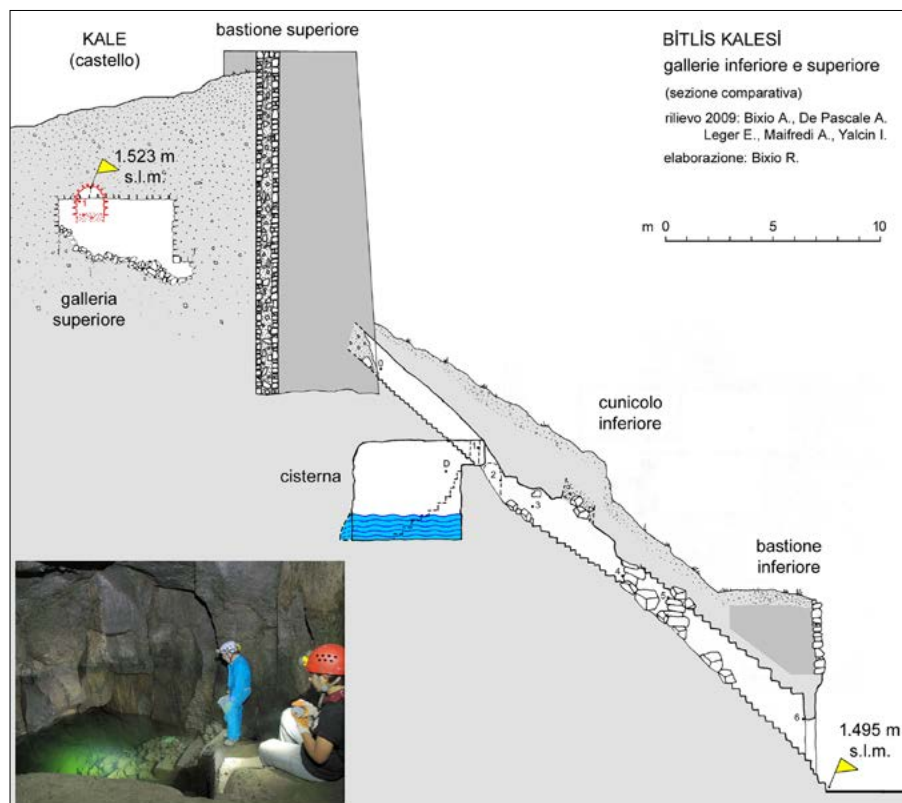


Figura 6 – Castello di Bitlis (Lago Van). Cisterna pensile lungo il percorso di un cunicolo scavato nella roccia (grafica R. Bixio)



Figura 7 – Ahlat (lago Van). Acquedotto rupestre, in trincea e in galleria (Foto A. Maifredi)

vatoi, collegati alla superficie da scalinate (Çam, 1982; Yamaç, 2013). Sino a 50 anni fa ne esistevano 15, oggi ridotti a 5, la maggior parte dei quali collocata vicino alle moschee. Il termine deriva senza dubbio da *castellum*, il serbatoio idrico in epoca romana.

#### OPERE IDRICHE PER TRASPORTARE ACQUA (APPROVVIGIONAMENTO)

**3.9. Colatoi.** Si tratta di un sistema di trasporto idrico localizzato, per alimentare singole cisterne, costituito da un canalicolo verticale (pluviale), di modeste dimensioni ed estensione, che collega una vasca di raccolta, sulla sommità di una balza rocciosa, ad un serbatoio sotterraneo (Bixio A. *et al.*, 2016, 2017a).

**3.10. Acquedotti,** scavati per convogliare le risorse idriche, allo scopo di fornire acqua potabile o per l'irrigazione, o come forza motrice. Nel caso di Ahlat, sul lago di Van, secondo la tradizione orale uno degli antichi cunicoli conteneva una tubatura in terracotta usata come "lattedotto" (Bixio A. *et al.*, 2014, p. 181).

In base alla tecnica di scavo si considerano due categorie: condotti realizzati a cielo aperto (in trincea - Fig. 7), oppure completamente sotterranei (in galleria). Questi ultimi sono costituiti da cunicoli integrati da dispositivi per captare (a monte) e distribuire (a valle) l'acqua. I cunicoli possono essere di due tipi:

- a) con scorrimento a pelo libero (Fig. 8), in cui il cunicolo stesso serve da condotto per il trasporto dell'acqua (si veda anche § 3.15);
- b) scorrimento in condotta: il cunicolo serve da contenitore per una tubatura. In Uçhisar è stato documentato un sistema di cunicoli, lungo più di 3.600 m, contenente due tubature in terracotta di diversa epoca (Fig. 9) (Gilli & Yamaç, 2015).



Figura 8 – Göreme (Cappadocia). Cunicolo-cisterna con funzione mista di trasporto e accumulo idrico, a pelo libero (Foto A. Bixio)

In ogni caso, la procedura generalmente adottata per la realizzazione della gallerie è quella dello scavo di pozzi discendenti dalla superficie, sia per ottenere l'allineamento del tracciato sotterraneo, la sua ventilazione, ed eventualmente la successiva manutenzione, sia per l'intervento di squadre che possono lavorare simultaneamente con la tecnica dei fronti contrapposti (Bixio R. & Galeazzi, 2009b). Questi accorgimenti sono già riscontrabili nell'acquedotto di Samo (VI secolo a.C.), noti come tecnica di Eupalino, "ingegnere idraulico" di Megara (Castellani, 2000, p. 179-192).

**3.11. Qanat.** La funzione di un *qanat* (termine di origine araba) è quella di captare le acque di una falda sulla maggiore estensione possibile del condotto sotterraneo (anziché da un unico punto di origine), convogliandole nel luogo voluto (vasca di distribuzione, coltivazioni, inse-

diamenti). Il percorso è caratterizzato da una serie di pozzi, non di rado ondine, scavati per la realizzazione del cunicolo in profondità (Wulff, 1968). In tal modo sono sufficienti flussi minimi raccolti per filtraggio su una vasta area, protetti dalla dispersione per evaporazione. I *qanat* non sono acquedotti in senso stretto (cioè adibiti al solo trasporto di acqua tra due punti), ma piuttosto opere di emungimento diffuso (Castellani, 2001; Bixio R. *et al.*, 2009).

In realtà non abbiamo la certezza che in Turchia vi siano opere di questo tipo, ma sembra fondata l'ipotesi che nel sito archeologico di Ani (Fig. 1), la capitale medievale del regno di Armenia (oggi sull'estremo confine nord-orientale della Turchia, nella provincia di Kars), la presenza di leggeri avvallamenti circondati da frammenti rocciosi, posizionati non in linea, ma consecutivi, possano corrispondere alle bocche di un sistema molto antico di emungimento, equiparabile ad un *qanat*.

All'epoca delle nostre esplorazioni, nel

2004, non era ancora stata individuata l'origine delle fonti di approvvigionamento idrico della grande città che, pur collocata su un tavolato roccioso privo di sorgenti, circondato da profondi canyon, era persino dotata di bagni pubblici (Bixio R. *et al.*, 2009). *Livas* è la denominazione dei condotti sotterranei di Gaziantep (Turchia centro-meridionale) che alimentavano i *qastel* (vedi § 3.8) che forse potrebbero essere equiparati ai *qanat*.

**3.12. Cunicoli-cisterna.** Si tratta di particolari sistemi di raccolta, conservazione e distribuzione dell'acqua per mezzo di "cisterne lineari", cioè strutture costituite da lunghi cunicoli con funzione di serbatoio. La circolazione idrica interna è prevalentemente verticale, con forti oscillazioni stagionali, ed una componente secondaria di trasporto orizzontale (acquedotto) (Fig. 8).

È una tipologia nota nel mondo antico per altre aree, sia con opere costruite nel sottosuolo, sia scavate nella roccia (Bryer & Winfield, 1985; Marzano, 2007; Fahlbusch, 2008). Questa tipologia è stata recentemente identificata anche in Cappadocia, dove i condotti sono scavati a fronti contrapposti, partendo da imbocchi alle estremità, e sono alimentati per mezzo di semplici ed efficaci dispositivi composti da “trincee-vespaio o pozzi-vespaio”, singoli o multipli, in cui convergono le acque meteoriche e di fusione nivale (e, forse, anche per condensa - Bukarenko *et al.*, 2011), anziché delle falde freatiche, come si pensava in un primo tempo. Sono associati a “camere di prelievo” per la distribuzione dell’acqua all’esterno, realizzate, in casi specifici, con la tecnica dei “fori-pilota”. A volte sono abbinati a cisterne “a camera”. Per maggiori dettagli su questo sistema, si veda Bixio A. *et al.* (2017a, 2017b).



Figura 10 – Troia. Cavità naturale connessa a un cunicolo artificiale scavato a fronti contrapposti (elaborazione grafica R. Bixio, da Treister 2002, Korfmann 2003)

**3.13. Opere idriche ibride.** Nel caso dell’impianto idrico sotterraneo presente nell’area archeologica di Troia (Hisarlık-Tevfikiye, nella Turchia egea), documentato negli anni Novanta del Novecento e successivi da Mikhail Treister nell’ambito degli scavi archeologici diretti da Manfred Korfmann dell’Università di Tübingen, ci si trova in presenza di un’opera che, per le sue modalità di realizzazione, rientra nella categoria delle “cavità artificiali miste”, cioè scavate per raggiungere, estendere o modificare grotte naturali (Bixio R. & Galeazzi, 2009a). La parte iniziale è costituita da una risorgenza in roccia calcarea, mentre, dal pozzo 2, un evidente intervento antropico ha prodotto un cunicolo quasi rettilineo nella parte più interna (Fig. 10). Già dalla planimetria è evidente che lo scavo del cunicolo artificiale è stato condotto da due squadre operanti in direzioni contrapposte, partendo dai pozzi alle due estremità. Lo testimonia il punto di incontro, tipicamente individuato dal cambio di direzione e dalla relativa appendice cieca dovuti a un errore di allineamento. La morfologia del condotto e le vasche di pescaggio alla base dei pozzi 3 e 4, che risultano all’interno della cinta muraria della Città Bassa, fanno pensare che questa parte dell’invaso sia da equiparare ad un cunicolo-cisterna (si veda § 3.14), alimentato da precipitazioni meteoriche e, probabilmente, dalle stesse acque provenienti dal sistema carsico, realizzato per rifornire direttamente l’insediamento soprastante in caso di assedio.

Gli archeologi ritengono che le opere di captazione della risorgenza (perlomeno nella prima parte della grotta naturale) risalgano al III millennio a.C. (datazione delle croste calcitiche), e siano da identificare con il termine KASKAL.KUR, citato in un trattato del 1280 a.C. tra il re ittita Muwatalli II e Alaksan-

du, governatore della città-stato vassalla di Wilusa ([W]ilios, cioè Troia) (Treister, 1999, 2001, 2002). Il termine KASKAL.KUR ricorre in diversi contesti ittiti e sembra indicare una sacra/divina apertura nella terra. La traduzione più comune è “corso d’acqua sotterraneo” (Mora *et al.*, 2017).

È probabile che il cunicolo integralmente artificiale sia invece di epoca successiva. Comunque, vi sono evidenze che la risorgenza carsica abbia continuato a rifornire d’acqua la Città Bassa nel secondo millennio a.C. e che sia rimasto in uso anche in epoca greca (a cui probabilmente risale lo scavo del cunicolo-cisterna), romana e bizantina (Korfmann, 2003, comun. pers.). D’altra parte, ricordiamo che l’esatore ipogeo del lago di Copaide (40 km a nord di Tebe, in Beozia), caratterizzato da una serie di pozzi contigui (non terminati) si ritiene databile al XII secolo a.C., mentre l’acquedotto sotterraneo di Samo, scavato a

fronti contrapposti, risalirebbe al VI secolo a.C. (Castellani, 2000).

#### OPERE IDRICHE PER TRASPORTARE ACQUA (SMALTIMENTO)

**3.14. Cunicoli di drenaggio,** progettati per smaltire le acque in eccesso. Hanno lo scopo di regimare le acque torrentizie e ottenere appezzamenti ad uso agricolo sul fondo delle profonde e strette incisioni vallive che caratterizzano tutto il comprensorio di Göreme (Castellani, 2002; Bixio R. *et al.*, 2012).

Si tratta di condotti, lunghi sino ad oltre 300 m, scavati nei fianchi rocciosi sotto il livello dell’alveo, paralleli all’asta idraulica e intervallati da pozzetti o brevi cunicoli trasversali in cui possono confluire le acque meteoriche (dissipatori). Queste vengono smaltite a valle, preservando ampi tratti della superficie del torrente dalla erosione o dall’accumulo di sedimenti, consentendo la

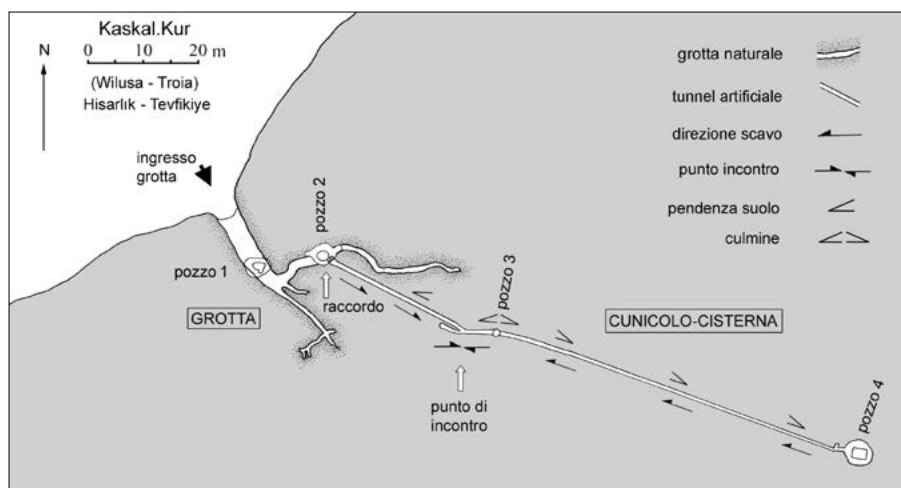


Figura 9 – Uçhisar (Cappadocia). Acquedotto con tubature fittili collocate in un cunicolo scavato nella roccia (Foto E. Gilli)



Figura 11 – Valle di Kılıçlar, Göreme (Cappadocia). Condotto di drenaggio evoluto a “buco di serratura”, conservando la sezione rettangolare originale nella parte alta (Foto L. Pagano)

realizzazione di terrazzamenti per la coltivazione di ortaggi e frutteti (si veda Fig. 3 in Bixio A. et al., 2017b, in questi stessi atti).

La sezione originale dei condotti è rettangolare e può variare da una altezza di 1 m sino a 2 m, per una larghezza di circa 80 cm. Oggi, questi manufatti presentano quasi sempre una sezione scampanata e approfondita (Fig. 11) a causa dell'azione erosiva dell'acqua, o ellittica, probabilmente a seguito di fenomeni crioclastici. In alcuni casi l'altezza delle gallerie può raggiungere i 5 m e la larghezza superare i 10 m (Bukarenko et al., 2011). Sul fondo è quasi sempre incisa una canaletta di minima portata.

**3.15. Cunicoli bivalenti.** Cunicolo di drenaggio combinato con un condotto laterale pensile (acquedotto) per il rifornimento d'acqua. Ne abbiamo un esempio nella valle di Göreme (Bixio R. & Castellani, 2002).

**3.16. By-pass.** Tipo particolare di cunicolo di drenaggio (o trincea) per deviare un flusso d'acqua, o diminuirne il livello con lo scopo di superare/aggirare ostacoli. Nel caso specifico, per creare un guado attraverso il fiume Kızılırmak, nell'ansa a monte del villaggio di Sarıhıdır, a est di Avanos. La galleria è lunga 200 m, larga 10 m e alta in origine 4 m, oggi da 1,30 a 2,0 a causa dei sedimenti (Fig. 12).

Secondo la tradizione orale (senza peraltro riscontro archeologico o storico) questa opera potrebbe corrispondere a quella descritta da Erodoto (I, 75) nel V sec. a.C., attribuita a Talete di Mileto, realizzata in un punto imprecisato del fiume Alis (appunto il Kızılırmak) per conto di Creso nel corso della guerra contro Ciro, nel 550 a.C. (Gilli, 1984; Gilli et al., 2014). Lo scavo di trincee semicircolari per deviare o abbassare il livello di un fiume e ottenere un guado sicuro per un'armata, era previsto anche in un trattato di strategia bellica scritto da un anonimo ingegnere militare bizantino a metà del VI secolo d.C. (Dennis, 1985).



Figura 12 – Sarıhıdır (Cappadocia). Antico by-pass sotterraneo scavato dall'uomo per deviare un tratto del fiume Kızılırmak (Foto A. Bixio)



Un altro tipo particolare di condotto di drenaggio (by-pass), è quello di Cevlik (nei pressi di Antakya, Turchia mediterranea orientale), realizzato per deviare il corso del fiume allo scopo di evitare l'interramento dell'antico porto di Seleukeia Pieria, in epoca romana (Aygen, 1985; Ozis, 1987; Alkan & Ozis, 1991). Si tratta di un complesso sistema, costituito da una diga e da due tratti di gallerie, di lunghezza, rispettivamente, pari a 90 e 31 m. A questi si aggiunge il lungo canale finale, scavato nella roccia calcarea, che porta la lunghezza complessiva del sistema a 875 m.

#### 4. CONCLUSIONI

Nel presente contributo si è sinteticamente descritta una casistica delle varie tipologie di opere idrauliche dell'Anatolia sino ad ora individuate e documentate, con particolare riferimento alla Cappadocia. Gli aspetti inerenti la progettazione, lo scavo, la realizzazione e la manutenzione di queste opere (alcune delle quali notevolmente complesse) meritano certamente maggiori approfondimenti, che ci proponiamo di presentare nel prossimo futuro, al fine di contribuire ad una maggiore conoscenza delle straordinarie opere idrauliche presenti in Asia Minore.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- ALKAN A., OZIS O. (1991), *Digest 91*. Teknik Dergi, December 1991, p. 92-95.
- AYGEN T. (1985), *2000 Yillik Bir Muhendislik Saheseri: Vespasianus-Titus Baraji*. Igi, vol. 19 (43), (Kasim 1985), p. 7-10.
- BILDIRICI M. (2009), *Tarihi su yapıları Konya, Karaman, Niğde, Aksaray, Yalvaç, Side, Mut, Silifke*. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., MAIFREDI A. (2014), *Ahlat 2009. Third campaign of surveys on the underground structures*. British Archaeological Report (BAR), International Series 2688, Archaeopress publisher, Oxford (198 pagine).
- BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., MAIFREDI A., REPETTO F., TRAVERSO M. (2015), *Ahlat 2010. Fourth campaign of surveys on the underground structures*. British Archaeological Report (BAR), International Series 2721, Archaeopress publisher, Oxford, 288 p.
- BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., GILLI E. (2016), *Rock-cut cisterns and funnels in Cappadocia*. Opera Ipogea, n. 1/2016, p. 41-52.
- BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., MAIFREDI A., TRAVERSO M. (2017a), *Rock-cut hydraulics in Cappadocia: the tunnel-cisterns of Göreme*. Proceedings Int. Congr. Speleology in Artificial Caves "Hypogea 2017", March 6/8, 2017, Cappadocia.
- BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., MAIFREDI A., TRAVERSO M. (2017b), *Iunicoli-cisterna di Göreme in Cappadocia (Turchia centrale)*. Atti Convegno "Tecniche di Idraulica Antica", Roma, SIGEA, presente volume.
- BIXIO R. (1991), *Kapadokya Yeraltında 1991*. Speleologia, n°25, Società Speleologica Italiana, Bologna, pp. 8-12.
- BIXIO R. (1994), *Le città sotterranee della Cappadocia*. Le Scienze, n°313, Milano, pp. 34-43.
- BIXIO R., CALOI V., CASTELLANI V., TRAVERSO M. (2009), *Ani 2004. Surveys on the underground settlements*. British Archaeological Report (BAR), International Series 1944, Archaeopress publisher, Oxford, 82 p.
- BIXIO R., CALOI V., CASTELLANI V., DE PASCALE A., TRAVERSO M., TRIOLET J., TRIOLET L. (2012), *Cappadocia. Records of the underground sites*. British Archaeological Report (BAR), International Series 2413, Archaeopress, Oxford, 278 p.
- BIXIO R., CASTELLANI V. (2002), *Tipologia degli ipogei*. In: BIXIO R., CASTELLANI V., SUCCHIARELLI C. (Eds.), *Cappadocia, le città sotterranee*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, p. 169-190.
- BIXIO R., DE PASCALE A., PEKTAŞ K. (2011), *Indagini preliminari sulle strutture ipogee del Kale di Bitlis (Turchia sud-orientale)*. Archeologia Medievale, XXXVIII, ed. All'Insegna del Giglio, Firenze, p. 321-332.
- BIXIO R., DE PASCALE A. (2015), *Defensive devices in ancient underground shelters. Comparison among the sites of Aydıntepe, Ani, Ahlat and Cappadocia, in Turkey*. Proc. Symp. East Anatolia-South Caucasus Cultures, Erzurum, October 2012, Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Erzurum, vol. II, Cambridge Scholars Publishing, Cambridge, p. 461-480.
- BIXIO R., GALEAZZI C. (Eds.) (2009a), *Le cavità artificiali 1: categorie e tipologie*. Progetto Power Point, Risorse Didattiche per la Speleologia e il Carsismo, n. 41, Società Speleologica Italiana, Bologna, <http://document.speleo.it/>.
- BIXIO R., GALEAZZI C. (Eds.) (2009b), *Le cavità artificiali 3: ambiti della ricerca*. Progetto Power Point, Risorse Didattiche per la Speleologia e il Carsismo, n. 43, Società Speleologica Italiana, Bologna, <http://document.speleo.it/>.
- BRYER A., WINFIELD D. (1985), *The Byzantine monuments and topography of the Pontos*. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, vol. 1.
- BUKARENKO A., DOLOTOV Y., KOVALEV A. (2011), *Hydro-technical underground structures in Cappadocia*. Caving and Speleologia, p. 174-180.
- ÇAM N. (1982), *Gaziantep'te "Kastel" Adı Verilen Su Tesisleri (Waterworks called "Kastel" in Gaziantep)*. International Turkology Congress, İstanbul.
- CASTELLANI V. (2000), *Civiltà dell'Acqua*. Editorial Service System, Roma, 254 p.
- CASTELLANI V. (2001), *Acqua, acquedotti e qanat*. Opera Ipogea, 2/2001, p. 25-31.
- CASTELLANI V. (2002), *I condotti idrici della valle di Meskendir*. In: BIXIO R., CASTELLANI V., SUCCHIARELLI C. (Eds.) *Cappadocia. Le città sotterranee*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, p. 279-290.
- CASTELLANI V. (2012), *Meskendir Vadisi, in BIXIO R. (Ed.), Cappadocia. Records of the underground sites*, BAR 2413, Archaeopress, Oxford, pp. 161-166.
- CHAPUT E. (1941), *Phrygie Exploration Archeologique*. De Boccard, Paris, tome 1.
- COUSIN G. (1905), *Kyros Le Jeune*. Berger-Levarault Éd., Paris, 438 p.
- DE JERPHANION G. (1925), *Une nouvelle province de l'art byzantine. Les églises rupestres de Cappadoce*. Bibliothèque Archéologique et Historique, tome V. Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris, première partie, 360 p.
- DENNIS G. (1985), *Three Byzantine military treatises*. Dunbarton Oaks, Washington, D.C., 380 p.
- ERODOTO, *Le Storie*. In: BARBERIS F. (Ed.) 1989, Garzanti, Milano, 460 p.
- FAHLBUSCH H. (2008), *Water Management - Basis For The Development Of Settlements Since Prehistor-*
- ic Times?* Proc. Int. History Seminar on Irrigation and Drainage, Tehran-Iran, May 2-5, 2007, p. 1-9.
- GILLI E. (1984), *Expédition Turquie 1984*. Spéléologie, Bulletin Spéléo Club Martel (Club Alpin Français), Nice, n. 127, p. 13-28.
- GILLI E., YAMAÇ A., TOK E. (2014), *Halys deviation tunnel and cliff dwellings of Sarıhıdır (Cappadocia - Turkey)*. Opera Ipogea, n. 2/2014, p. 29-36.
- GILLI E. & YAMAÇ A. (2015), *Water tunnels of Güvercinlik valley (Cappadocia-Turkey)*. In: PARISE M., GALEAZZI C., BIXIO R., GERMANI C. (Eds.), Proc. Int. Congr. in Artificial Cavities *Hypogea 2015*, Rome, March 11-17, 2015, ISBN 978-88-89731-79-6, p. 202-207.
- HASPELS E. (1971), *The Highlands of Phrygia: Sites and Monuments*. 2 vols. Princeton University Press.
- HU W.J., ZHANG J.B., LIU Y.Q. (2012), *The qanats of Xinjiang: historical development, characteristics and modern implications for environmental protection*. Journal of Arid Land, vol. 4 (2), p. 211-220.
- JUUTI P., KATKO T., VUORINEN H. (Eds.) (2007), *Environmental History of Water: Global View of Community Water Supply and Sanitation*. IWA Publishing.
- KORFMANN M. (2003), *Troia in Light of New Research*. Reden an der Universität, Universität Trier, 70 p.
- KUROS G.R., KHANEKI M.L. (2007), *Water And Irrigation Techniques In Ancient Iran*. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, Tehran.
- LIGHTFOOT D. (2009), *Survey of Infiltration Karez in Northern Iraq: History and Current Status of Underground Aqueducts*. UNESCO report.
- MAIFREDI P. (1995), *Annotazioni geologiche relative alla spedizione "Cappadocia Sotterranea", campagne 1991 e 1992*. Opera Ipogea, n. 1, p. 102-105.
- MARZANO A. (2007), *Roman Villas in Central Italy: A Social and Economic History*. Columbia studies in the classical tradition, Brill, Leiden, vol. 30, 832 p.
- MAYS L.W. (Ed.) (2010), *Ancient Water Technologies*. Springer, 280 p.
- MORA C., BALZA M. E., BIXIO R., DE PASCALE A. (2017), *A link between 'ancient words' and the 'underground world': Cappadocian landscape, rock-cut structures and textual evidence from Hittite documentation*. Proc. Int. Congr. Speleology in Artificial Caves "Hypogea 2017", March 6/8, 2017, Cappadocia.
- OZIS O. (1987), *Ancient water works in Anatolia*. Water Resources Development, vol. 3 (1), p. 55-62.
- RAMSAY W. M. (1897), *Impression of Turkey, During Twelve Years' Wandering*. Hodder and Stoughton, London.
- SEMSAR YAZDI A. A., LABBAF KHANEKI M. (2010), *Veins of desert. A review on the technique of qanat/falaj/karez*. IWRMO Publication, 312 p.
- SEMSAR YAZDI A.A., LABBAF KHANEKI M. (Eds.) (2012), *Qanat in its cradle*. Shahandeh Publication, UNESCO-ICQHS, vol. 1, 348 p.
- TREISTER M. (1999), *Lower City, spring cave and vicinity*. Studia Troica, 9, Universität Tübingen, p. 23-25.
- TREISTER M. (2001), *Lower City, spring cave and vicinity*. Studia Troica 11, Universität Tübingen, p. 36-40.
- TREISTER M. (2002), *Lower City, spring cave and vicinity*. Studia Troica 12, Universität Tübingen, p. 20-23.
- TRIOLET J., TRIOLET L. (1993), *Les villes souterraines de Cappadoce*. DMI, Torcy, 110 p.
- WULFF H.E. (1968), *I qanat dell'Iran*. Le Scienze, n. 4, p. 80-87.
- YAMAÇ A. (2013), *Artificial Cavities of Gaziantep*. Proc. 16th Int. Congr. Speleology, Brno (Czech Republic), vol. 2, p. 253-256.

# Roma Piazza Cavour: gli *Horti Domitiae*. Sistemazioni idrauliche in un *hortus* imperiale nell'*Ager Vaticanus* fra la fine del I sec. d.C. e l'età Severiana

Rome Piazza Cavour: the *Horti Domitiae*. Hydraulic arrangements in an imperial *hortus* in the *Ager Vaticanus* between the end of the 1<sup>st</sup> century AD and the Severian age

MASSIMO BRANDO  
Archeologo libero professionista  
E-mail: massimo.brand@gmail.com

FRANCESCO MARCO PAOLO CARRERA  
Università di Pisa  
E-mail: fmp.carrera@gmail.com

Parole chiave (*key words*): Roma, Piazza Cavour, Horti Domitiae, Ager Vaticanus

**F**ra il 2010 e il 2011, in occasione della costruzione di un parcheggio multipiano interrato nell'area dei giardini di piazza Cavour (Municipio I)<sup>1</sup> la SABAP Roma ha disposto l'esecuzione di indagini archeologiche preliminari in considerazione degli importanti rinvenimenti documentati nell'area, in particolare durante i lavori per l'edificazione del Palazzo di Giustizia, preceduti da alcuni limitati sondaggi prima dell'impianto del cantiere nel 2006-2007.

La campagna di scavo, condotta su tutta l'area prevista dal progetto, ha restituito evidenze archeologiche concentrate ad una quota media relativa di m -8 dal p.d.c. (circa m 9,40 s.l.m.) e ha consentito di migliorare in modo significativo la conoscenza di questo settore dell'*Ager Vaticanus*, contribuendo a precisare l'esatta collocazione topografica e l'attribuzione degli *Horti Domitiae*, posti concordemente dalle fonti antiche nella *Regio XIV*, lungo la riva destra del Tevere (Tomei 2004; Tomei, Liverani 2005, p. 107 Introduzione, con bibliografia). La zona in questione, oggi nel Rione Prati, fu interessata da insediamenti residenziali, inseriti nel contesto degli *horti* che caratterizzavano la fascia oltre Tevere, almeno fin dall'età repubblicana, come confermato dai numerosi ritrovamenti archeologici che nel tempo sono affiorati dalle zone dell'Ospedale di Santo Spirito, presso Castel Sant'Angelo e in prossimità di ponte Cavour (Tomei, Liverani 2005). In occasione dei lavori per la costruzione della platea di fondazione del Palazzo di Giustizia, iniziati il 9 aprile 1889 e conclusi il 30 ottobre dell'anno successivo (Calderini 1890, pp.47-48), è venuta alla luce una concentrazione di edifici nella zona prospiciente piazza Cavour e un complesso di strutture in *opus reticulatum*, in connessione con le quali sono segnalati

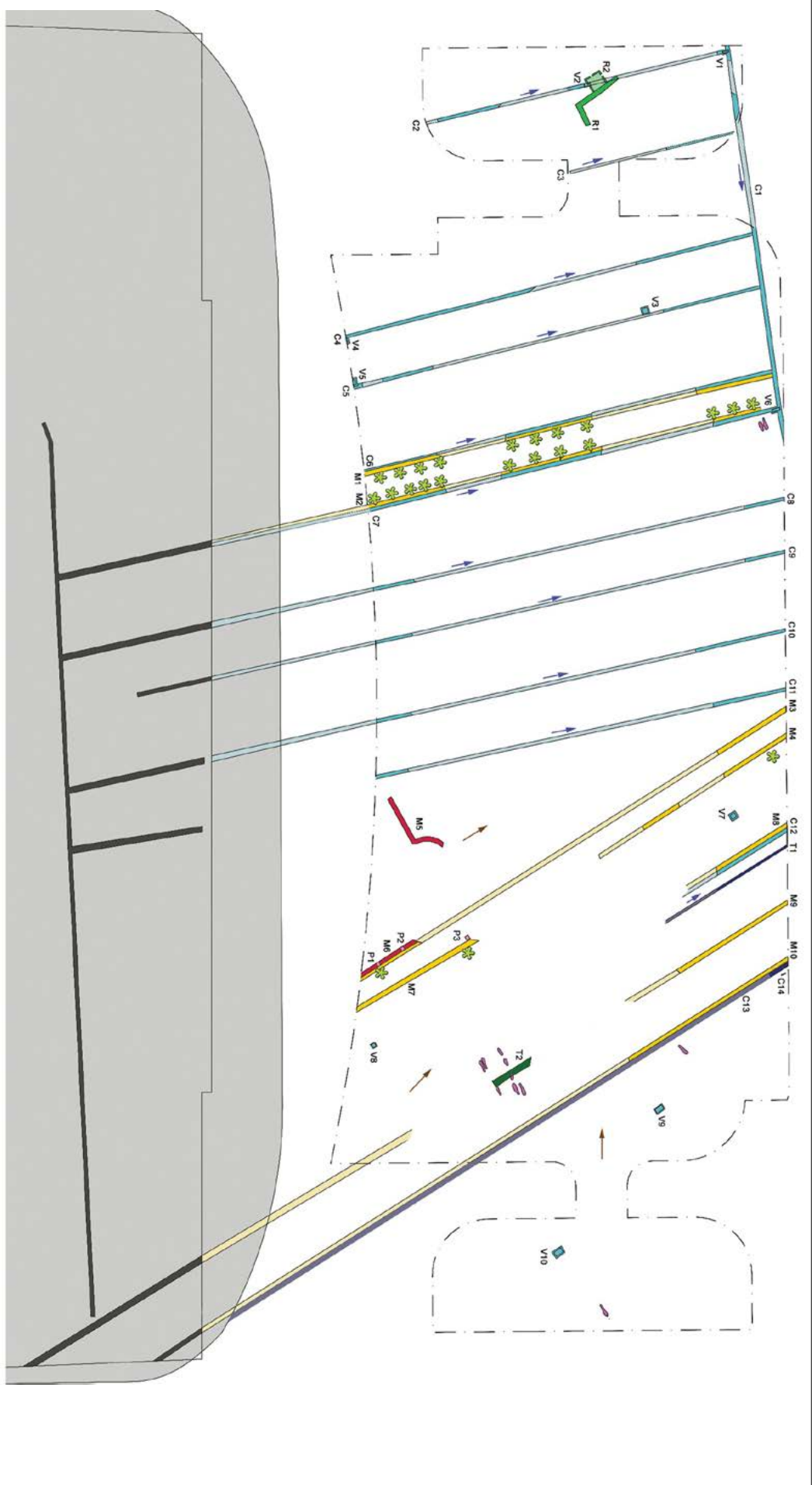
marmi policromi, intonaci dipinti e pavimenti musivi (Andreussi 1976-1978; Tomei, Liverani 2005, nn. 148, 168, 169, 177, 178, 182, 187). Ad una fase più tarda sono da connettere alcune sepolture, tra cui si ricordano i noti sarcofagi dei *Creperii* di età antonina (Tomei, Liverani 2005, nn. 177-178; Crepereia 1983). Altri ritrovamenti si sono avuti nel corso delle indagini geognostiche effettuate nel 1996 per la progettazione della Metro C nei giardini di Piazza Cavour e nell'area all'angolo con via Cicerone (Tomei, Liverani 2005, n. 109).

Tutta l'area indagata, pari ad oltre 10.000 m<sup>2</sup>, è risultata interessata da occidente ad oriente, da una fitta sequenza di strutture murarie dall'andamento tendenzialmente parallelo associate a canalette e a vasche in cocciopesto (Fig. 1). Lo studio del materiale recuperato nelle stratigrafie<sup>2</sup> ha permesso di articolare una sequenza di cinque periodi dalla fine del I sec. d.C. al XVI-XVII secolo. In questa sede faremo riferimento principalmente ai primi due periodi mentre per una trattazione completa delle fasi rimandiamo a Brando, Colantonio 2017 c.d.s.

## PRIMO PERIODO (SECONDA METÀ/FINE I-II SEC. D.C.)

Nella seconda metà/fine del I sec. d.C. o, al più tardi, nei primissimi anni del secolo successivo, l'area ha già l'aspetto strutturato di un ampio spazio aperto, caratterizzato da zone a verde e attraversato da strutture murarie e canalizzazioni di diversa funzione (Fig. 1). La maggior parte delle strutture ha un orientamento coerente NO-SE, mentre, superata la metà dell'area indagata, e procedendo verso NE, gli orientamenti ruotano di 20° a oriente. A partire da occidente sono state individuate quattro canalette in cocciopesto con orientamento SE-NO che scorrono

a cielo aperto, accoppiate a distanze diverse fra loro. Le canalette si vanno a collegare alla canalizzazione in cocciopesto C1, ad esse perpendicolare, presso il limite settentrionale dell'area indagata. La prima canaletta della sequenza (C2) presenta, presso il punto di raccordo con la canalizzazione ortogonale, una vasca fittile rettangolare (V1) con i bordi rivestiti in cocciopesto ed in fase con le canalette. Si tratta di un contenitore in *opus doliare* (87 x 40 x 33 cm, in Fig. 3c) posto perpendicolarmente alla canalizzazione C1 e realizzato appositamente. Un'analoga vasca (V2) è presente anche più ad E, a metà circa del tratto di struttura messa in luce. L'altra canaletta (C3), individuata a m 11 a E della prima, presenta caratteristiche analoghe, ma non è stato possibile verificare la presenza di vasche, poiché l'eventuale congiunzione ricadeva oltre il limite dello scavo. Procedendo ancora verso E è stata individuata un'altra coppia di canalette in tutto simili alle precedenti (C4, C5) ma prive delle vasche fittili al raccordo con C1. Lungo il tracciato sono presenti almeno tre vaschette quadrangolari tangenti ad esse, profonde almeno un metro (V3, V4 e V5). Ancora più a oriente sono stati individuati due muri paralleli in *opus reticulatum* (M1, M2, Fig. 6a) che distano fra di loro 3,60 m e sono fondati su una risega in opera cementizia. Hanno entrambi, lungo le loro facce esterne, una canaletta in cocciopesto dalla sezione quadrangolare analoga alle altre messe in luce: C6 e C7 che presentano nel punto di raccordo con la canalizzazione C1 la vasca fittile rettangolare V6 (Figg. 3a, 3b e 8a). Entrambe le canalette hanno nel loro estremo tratto meridionale una bocchetta di scolo che permetteva all'acqua di fluire in un'area aperta (Fig. 2c). Queste strutture vengono a delimitare un'*ambulatio* conformata



LEGENDA

PERIODO I	
	MURI IN OPUS RETICULATUM
	ALLINEAMENTI IPOTETICI DEI MURI
	CANALETTE E VASCHE
	ALLINEAMENTI IPOTETICI CANALETTE

PERIODO II	
	MURI IN LATERIZIO E MURI INTONACATI
	PILASTRINI INTONACATI
	CANALETTE E TUBULI
	ALLINEAMENTI IPOTETICI CANALETTE E TUBULI
	AIUOLA

PERIODO III	
	SEPOLTURE

PERIODO V	
	MURATURE RINASCIMENTALI

	MURATURE SCAVI FINE '800 (PERIODO I)
	TRIBUNALE
	DIREZIONE DI SCORRIMENTO DELL'ACQUA
	PENDENZA DEL TERRENO
	VASETTI PER PIANTUMAZIONE
	CANALETTE E TUBULI
	VASCHE
	MURATURE DI EPOCA CLASSICA
	MURATURE DI EPOCA RINASCIMENTALE
	TRINCEE PER CANALIZZAZIONI O AIUOLE



Figura 1 – Planimetria generale (Periodi I e II)

lievemente a schiena d'asino e costituita da una serie di battuti accuratamente pressati (Fig. 6b). Lungo la faccia interna di entrambe, entro una trincea scavata parallelamente, sono state rinvenute in situ diciannove *ollae perforatae* (Figg. 5a e 5b), poste a distanza regolare l'una dall'altra (ca. 8 piedi romani) affrontate nei diversi lati del vialetto. Per le caratteristiche di queste *ollae* e per la loro funzione si vedano l'imponente contesto di *hortus* urbano di epoca augustea scavato da chi scrive a Trastevere, alle falde del Gianicolo (Filippi 2008 e bibliografia ivi citata, per l'analisi ceramologica delle *ollae* Quercia 2008, pp. 206-207; per le considerazioni paleobotaniche Zach 2008) e quello recentemente edito dagli *Horti Luculliani* (Giardini, Sadori 2015). La posa in opera delle *ollae* ha comportato il taglio delle riseghe di fondazione dei muri: alcune volte i vasi risultano frammentati in antico, evidentemente per agevolare la fuoriuscita delle radici. In alcuni casi invece al taglio nella fondazione non corrisponde la presenza dell'*olla*: qui è lecito pensare ad un contenitore diverso dal vaso in ceramica, in materiale deperibile ed è in corso lo studio delle fonti agronomiche per illuminare questa evidenza. I muri, lungo la parte bassa del paramento, presentano delle aperture comunicanti con le canalette esterne per consen-

tire il deflusso delle acque del vialetto (Figg. 2a, 2b e 8a). Ancora procedendo verso E, si incontrano altre due coppie di canalette, C8 e C9, e C10 e C11. Dopo queste canalette le strutture superstiti si inclinano di 20° ad oriente modificando la geometria del giardino: i muri in *opus reticulatum* M3 e M4=M7 corrono paralleli a formare un'*ambulatio* analoga a quella individuata più ad occidente e numerosi indizi prospettano anche in questa zona l'uso delle *ollae perforatae* da piantumazione. Proseguendo ancora verso E è stato individuato il muro in *opus reticulatum* M8 a cui è associata la canaletta C12. A meno di due metri di distanza, un sottile solco riempito da pezzi di malta e *cubilia* pare indicare la presenza di una sistemazione drenante o il risultato della spolazione sistematica di una *fistula aquaria*. Fra i muri M4=M7 e M8, sono stati individuati i fondi di due pozzetti quadrati (V7, V8), allineati in modo da marcare l'asse mediano dello spazio aperto risultante fra essi. Infine, a E del solco, due muri in *opus reticulatum* (M9 e M10) corrono paralleli a formare verosimilmente un altro vialetto, questa volta privo di canalette. Queste strutture nel settore nordorientale dell'area sembrano essere le ultime; non ne sono infatti state individuate altre da qui alla zona corrispondente alla rampa di accesso NE del parcheggio,

tranne le due vaschette rettangolari V9 e V10. Quest'area, di oltre 1500 m<sup>2</sup>, è invece risultata caratterizzata da una sequenza di livelli di drenaggio ricchi di materiale archeologico che ha permesso una datazione coerente a quella del primo periodo dei giardini. I livelli drenanti, qui ed in altri settori dello scavo, hanno inoltre restituito, in più punti, numerosi gusci di molluschi marini *Donax trunculus*: l'uso dei molluschi marini come fertilizzanti e come materiali drenanti nei giardini è documentata, ad esempio, nell'*hortus* pensile della villa di Livia a Prima Porta (Klynne-Liljenstolpe 2001). Sembrerebbe dunque che, già nella sua prima sistemazione, la porzioni NE ed E del giardino fossero caratterizzate da un'ampia zona a verde; che l'aspetto dei giardini qui mutasse pare essere confermato dalla presenza di una trincea per airole (T2) che è la prosecuzione verso SE del muro M9.

## SECONDO PERIODO (METÀ II - PRIMI DECENNI III SEC. D.C.)

Fra l'età antonina e la prima età severiana un livello di limo argilloso in tutta l'area indagata testimonia un intenso episodio alluvionale. Fra gli episodi documentati associabili alla cronologia della stratigrafia si ricordano i due di età adrianea, nel 119 e nel 127, e soprattutto i due di età antonina nel



Figura 2 – Le aperture comunicanti nei muri in *opus reticulatum* (a, b) e la bocchetta di scolo nelle canalette in cocciopesto (c)



Figura 3 – Le vasche fittili di decantazione ancora riempite del limo alluvionale (a), svuotate (b) ed in corso di recupero (c)

147, sotto Antonino Pio e nel 162 sotto Marco Aurelio (per la cronologia delle piene del Tevere in età storica: Bersani, Bencivenga 2001). Nonostante quest'evento traumatico l'area conserva la sua destinazione d'uso. In diversi punti dello scavo sono evidenti le tracce della sistemazione che rese nuovamente fruibile l'area: livellamenti del materiale limoso deposto dal fiume, nuovi battuti stesi all'interno delle *ambulationes*, mentre all'esterno sono documentati in più punti ancora importanti riporti drenanti. Fra le canalette C11 e il muro M3, nella parte più orientale, laddove il cambio di inclinazione delle strutture crea uno spazio pressoché triangolare, viene costruito un muro in laterizio contro terra fornito di un'edera semicircolare rivolta ad est (M5). A oriente di questa struttura è documentata un'intensa attività di ristrutturazione: il muro in *opus reticulatum* viene sopraelevato e parzialmente sostituito con un altro in conglomerato a sacco (M6) rivestito da intonaco e stucco bianco e caratterizzato dalla presenza di pilastri quadrati, anch'essi rivestiti da lesene in stucco/intonaco bianco modanato, ad evidente imitazione di rivestimenti marmorei (Figg. 7a e 8b). Qui le *ollae perforatae* sono sostituite da vasi in ceramica comune

depurata o da cucina, forati per l'occasione (Fig. 5c). Al muro M10 vengono addossate una canaletta in laterizi (C13) e una tubazione composta da tubuli fittili sigillati da mastice bianco (C14 in Figg. 4a e 4b).

Un'altra alluvione pare porre fine alla vita del giardino nel corso del III sec. d.C.: le canalette, le vasche e i pozzetti sono riempiti di fango, parte degli intonaci dei muri viene distaccata e sepolta dal fango e dalle macerie dei muri stessi. La data a cui associare l'alluvione in questione potrebbe essere il 253 ed mancato recupero e l'abbandono dell'*hortus* essere posto in relazione con le turbolente vicende politiche di quegli anni. Infatti, durante gli episodi alluvionali documentati successivamente (371/374, 379 e 398 d.C.), l'area degli *Horti* risulta occupata da una modesta necropoli, della qual sono state documentate 12 tombe (Terzo Periodo). Le condizioni generali delle sepolture sono precarie, le stratigrafie connesse poco consistenti ed i corredi praticamente inesistenti, tuttavia un *enchytrismos* infantile in anfora Africana II C3 / Bonifay 25 indica il IV sec. d.C. (Fig. 7b) come *terminus post quem* per la frequentazione della necropoli, mentre alcuni frammenti di Sigillata Africana D, fra cui uno

di coppa a listello Hayes 91A/Bonifay sigillate type 48, sembrano prospettare una continuità d'uso almeno fino alla prima metà del V sec. d. C. (BONIFAY 2004, HAYES 1972).

### IL SISTEMA IDRICO

Gli scavi di piazza Cavour offrono una chiave interpretativa utile alla rilettura dei rinvenimenti effettuati nel 1889-90 in occasione della travagliata costruzione del Palazzo di Giustizia e pubblicati sommariamente da Guglielmo Calderini (Calderini 1890, tav. XIII; Andreussi 1976-1978) disegnando uno scorcio, seppur lacunoso, degli *Horti Domitiae*. Questi dovevano occupare almeno 20 ettari all'interno della vasta fascia che si snodava lungo la riva destra del Tevere, considerando attendibile la fonte letteraria che colloca la costruzione del Mausoleo di Adriano all'interno di esso (*Hist. Aug.*, Pius 5) e identificandone il limite orientale proprio dalle strutture rivenute sotto il Palazzo di Giustizia<sup>3</sup>.

Il mantenimento di questi giardini di eccezionali dimensioni oltre a richiedere una numerosa e specializzata forza lavoro, necessitava di un sistema di approvvigionamento dell'acqua per il sostentamento delle specie vegetali nonché per il funzionamento di fon-



Figura 4 – I tubuli fittili con il mastice bianco (a, b), una delle vaschette rettangolari in cocciopesto associate alle canalette (c)



Figura 5 – Alcune ollae perforatae del primo periodo (a, b) e i vasi reimpiegati del secondo periodo (c)

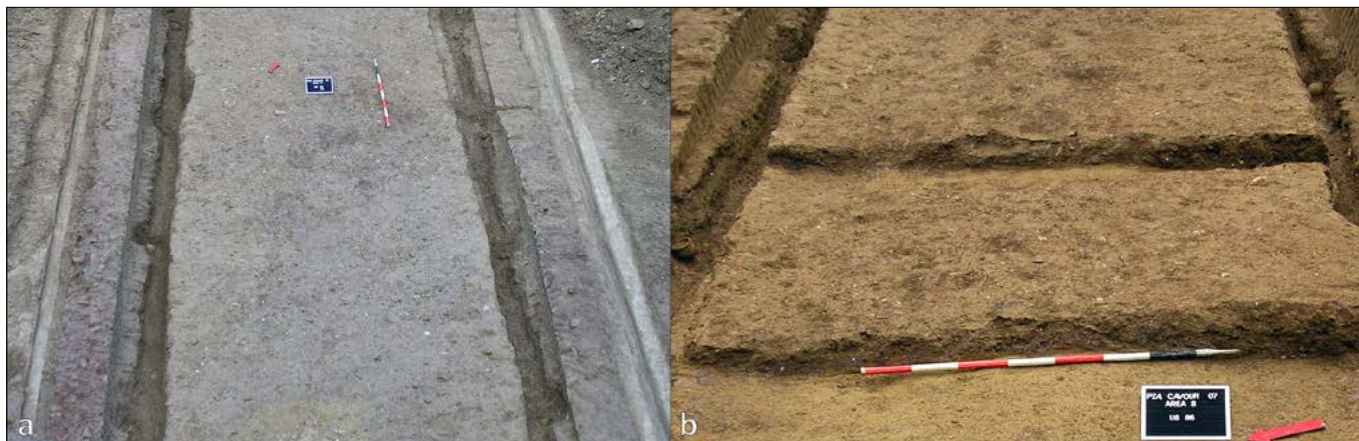


Figura 6 – Le abuliones in corso di scavo. Si notino (a) i tagli per la messa in opera delle ollae perforatae

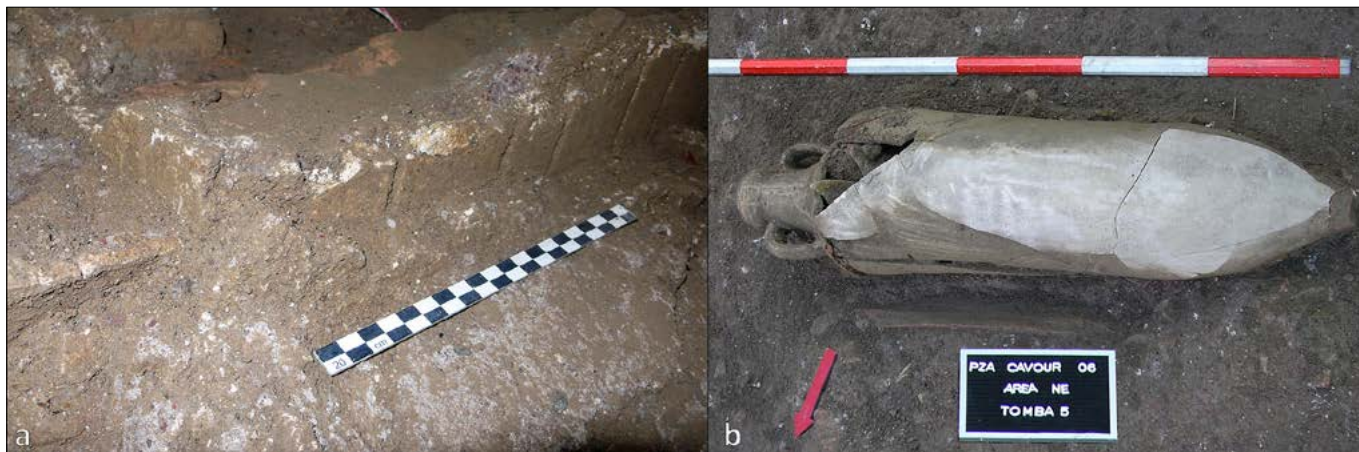


Figura 7 – Il muro rivestito ad intonaco del secondo periodo (a) e l'enchytrismos infantile della necropoli del terzo periodo (b)

tane e specchi d'acqua artificiali che molto probabilmente si inserivano nella geometria del parco. L'analisi degli apprestamenti idraulici della prima fase mostra un sistema di canalizzazione e convogliamento delle acque su grande scala; il reticolo idrico venuto alla luce, completamente a cielo aperto e realizzato per mezzo di canalette in cocciopesto, ha funzione sia di impianto irrigante sia di sistema di smaltimento delle acque reflue. In quest'ambito, inoltre, sarebbe di estremo interesse approfondire l'aspetto giuridico ed amministrativo della gestione dell'acqua in questa zona, soprattutto in relazione alle altre proprietà qui esistenti e al limite naturale e giuridico costituito dal Tevere: in questo senso possono costituire un punto di partenza i meccanismi delle distributiones aquariae che si intravedono, per l'età augustea, nel noto frammento di pianta marmorea CIL VI,1261 (Liberati Silverio 1986, Rodríguez-Almeida 2002, pp. 23-36; Biundo 2008, Rea 2016, pp.440-441).

Il complesso, integrato dai dati recuperati dai rinvenimenti nelle vicinanze, è caratterizzato da una serie di canalette parallele (C2 – C12, Fig. 1) con orientamento e scorrimento delle acque SE-NO che si innestano su una canaletta leggermente più grande (C1, Fig.1), con orientamento e scorrimento delle acque SO-NE, che aveva la funzione di raccogliere le acque in eccesso delle prime.

La presenza di grandi frammenti in cocciopesto al centro del limite settentrionale del parcheggio e il ritrovamento nel 1896 di una condotta idraulica durante la costruzione del Teatro Adriano (Tomei, Liverani 2005, p.78, n. 96), farebbero ipotizzare il convogliamento delle acque in eccesso in una o più vasche o cisterne probabilmente connesse ad una grande condotta interrata che portava l'acqua in direzione NO. Il punto di distribuzione dell'acqua, che doveva essere collocato a SE, forse oltre l'attuale Palazzo di Giustizia, permetteva un flusso d'acqua probabilmente gestito per mezzo di chiuse e vasche di raccolta: le canalette infatti presentano una pendenza dello 0,005%, troppo esigua per realizzare un sistema di scorrimento efficace. Nel settore scavato sono probabilmente identificate aree destinate a prati, ovvero le zone comprese tra le canalette C2 – C6 e C7 – C1, mentre le canalette lungo i muri M1 e M2 dovevano portare l'acqua necessaria alle piante, forse rampicanti, che decoravano l'*ambulatio* delimitata dai muri stessi. Lungo le canalette sono presenti delle bocchette, ricavate sulle spallette, utilizzate per l'irrigazione dei prati e che probabilmente venivano aperte e chiuse, per mezzo di setti in legno (Fig. 2c). I muri M1 e M2 erano dotati di fori passanti tra l'*ambulatio* e le due canalette adiacenti atti a drenare l'acqua in eccesso reintroducendola

nel sistema di regimentazione (Figg. 2a e 2b). La struttura idrica era fornita anche di vasche fittili (V1, V2 e V6) fabbricate appositamente e per le quali, a oggi, non sono stati individuati confronti editi. Queste erano funzionali alla raccolta di fanghi e altro materiale solido in modo tale da non avere elementi che potessero intasare e bloccare il deflusso delle acque (Figg. 3a, 3b, 3c e 8a). In diversi punti del giardino erano inoltre sistemate vasche in cocciopesto sia isolate (V7, V8, V9 e V10) sia in connessione con le canalette (V3, V4 e V5 in Fig. 4c) destinate probabilmente a riserva d'acqua per piante inserite in vasi o non raggiungibili dalle canalette: non è chiaro se l'acqua venisse distribuita per mezzo di aggettamento manuale o con l'utilizzo di sistemi meccanici quali pompe a stantuffo o pompe a bindolo, come recentemente ipotizzato altrove in ambito urbano (scavi per la Metro C, zona San Giovanni, Rea 2016. Ringraziamo la dott.ssa Rossella Rea per averci permesso di consultare la documentazione originale di scavo e le ipotesi ricostruttive).

La seconda fase, in seguito a un'alluvione, vede una riorganizzazione dei giardini con il conseguente mutamento del sistema di approvvigionamento e regimentazione delle acque: le canalette vengono ripristinate, così come i muri di delimitazione delle *ambulationes* (M3, M4=M7) che vengono intonacati

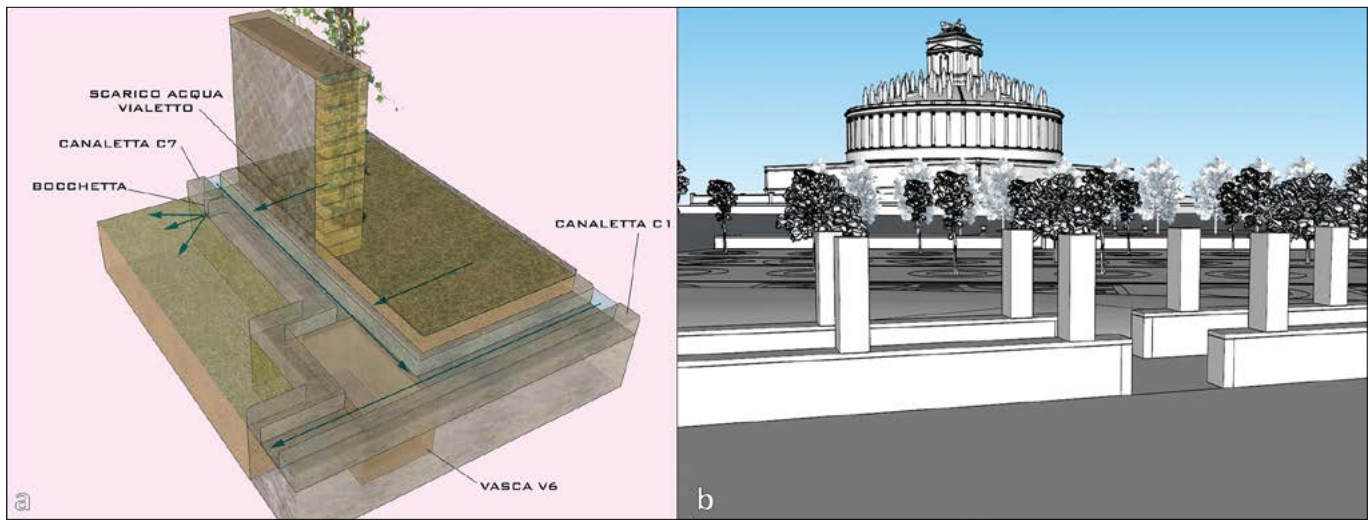


Figura 8 – Ricostruzione del meccanismo di deflusso delle acque nel sistema muri/canalette/vasche di decantazione (a). Ricostruzione dei muri ad intonaco del secondo periodo con vista verso il Mausoleo di Adriano (b)

e forniti di pilastri di sostegno (P1, P2 e P3 in Figg. 7a e 8b) riferibili ad una copertura dei viali. Di particolare interesse è l'unica condotta in tubuli fittili rinvenuta nel settore scavato (C14 in Figg. 4a e 4b) che è forse da ricondurre a una fontana di cui però non è rimasta traccia. In questo periodo viene realizzato il muro contro terra M5, forse pertinente a uno specchio d'acqua artificiale di cui però non è possibile ricostruire il perimetro.

Nonostante che in età post antica il quadro si faccia più incerto e lacunoso, lo scavo ha confermato il carattere ruralizzato che i Prata Neronis/Prati di Castello hanno sostanzialmente mantenuto fino al piano regolatore degli anni '70 del XIX secolo che ne ha radicalmente cambiato aspetto e vocazione. Durante lo scavo sono stati infatti documentati stratigraficamente insediamenti ed attività agricole già fra il finire del XV e la prima metà del XVI secolo (Quarto Periodo) confermati anche dall'analisi della cartografia storica, rappresentata egregiamente dalla pianta del Nolli del 1748 (Travaglini, Lelo 2013). È inoltre risultato decisivo l'apporto delle risorse *on line*, realizzate dall'Oregon University (<http://nolli.uoregon.edu/>) che ne confermano non solo la vocazione rurale e agricola, ma permettono di visualizzare come i poderi e le vigne con la loro viabilità siano ancora fundamentalmente orientati come le strutture e le canalizzazioni da noi individuate, probabilmente perché, nonostante le ripetute alluvioni, le altimetrie dell'area e le soluzioni di governo delle acque ad esse connesse rimangono sostanzialmente invariate per secoli.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDREUSSI M. (1976-1978), *Antiche strutture scoperte durante i lavori di costruzione del Palazzo di Giustizia di Roma*, in BCom, LXXXVI, pp. 47-53.
- BERSANI P., BENCIVENGA M. (2001), *Le piene del Tevere a Roma dal V sec. a.C. all'anno 2000*, Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, Servizio Idrografico Mareografico Nazionale, Autorità di bacino del fiume Tevere, Roma, ([http://www.abtevere.it/ente/bacino/piene\\_roma/Piene\\_Tevere\\_Roma.pdf](http://www.abtevere.it/ente/bacino/piene_roma/Piene_Tevere_Roma.pdf)).
- BIUNDO R. (2008), *Aqua publica: proprietà et gestion de l'eau dans l'économie des cités de l'Empire*, in BERENDONNER C., CÉBEILLAC-GERVASONI M., LAMOINE L., *Le Quotidien municipal dans l'Occident romain*, Paris.
- BONIFAY M. (2004), *Etudes sur la céramique romaine tardive d'Afrique*, BAR, International Series 1301, Oxford.
- BRANDO M., COLANTONIO S. (2017 c.d.s.), *Piazza Cavour. Un settore degli Horti Domitiae rinvenuto durante la costruzione del parcheggio interrato (Municipio I)*, in BCom.
- CALDERINI G. (1890), *Il Palazzo della Giustizia in Roma*, Roma.
- CREPEREIA (1983), *Creperiea Tryphaena. Le scoperte archeologiche nell'area del Palazzo di Giustizia, Catalogo della Mostra per "Roma Capitale 1870-1911"*, Venezia.
- FILIPPI F. (2008), *Il giardino delle ollae*. In: F. FILIPPI (a cura di), *Horti et Sordes. Uno scavo alle falde del Gianicolo*, Roma, pp.65-81.
- GIARDINI M., SADORI L. (2015), *Il recupero dei vasi da fiori di Via Sistina e i dati provenienti dagli studi archeobotanici*. In: P. FORTINI, S. TREVISAN (a cura di), *Il Pincio, giardino di Roma*. Atti del workshop, 10-11 Dicembre 2014. Villa Medici, Palazzo Massimo. In: *Bollettino di archeologia on line*, VI, 2-3-4, pp. 201-210. ([%20Sadori,%20Giardini%2028%20dic.pdf](http://www.bollettinodiarcheologiaonline.beniculturali.it/documenti/22/12)).
- HAYES J. W. (1972), *Late Roman Pottery*, London.
- KLYNNE A., LILJENSTOLPE P. (2001), *I giardini*. In: G. MESSINEO (a cura di) *Ad Gallinas Albas. Villa di Livia*, Roma, pp. 201-207.
- LIBERATI SILVERIO A. (1986), *Iconografia delle acque antiche*. In: PISANI SARTORIO G., LIBERATI SILVERIO A., *Il Trionfo dell'acqua. Acque e Acquedotti a Roma (IV sec.a.C.-XX sec.)*, Roma, pp. 173-175.
- QUERCIA A. (2008), *Le ceramiche comuni di età romana*. In: F. FILIPPI (a cura di), *Horti et Sordes. Uno scavo alle falde del Gianicolo*, Roma, pp.197-232.
- REA R. (2016), *Archeologia nel suburbio di Roma. La stazione S. Giovanni della Linea C della Metropolitana*. In: A. F. FERRANDES, G. PARDINI (a cura di), *Le regole del gioco. Tracce, archeologi raccontati. Studi in onore di Clementina Panella*, Roma, pp.425-442.
- RODRIGUEZ-ALMEIDA E. (2002), *Formae Urbis Anti-*
- quae. Le mappe marmoree di Roma tra la Repubblica e Settimio Severo*, CÉFR, 305, Rome.
- TOMEI M.A. (2001), in *LTUR*, I, Roma, pp. 37-39, s.v. *Agrippinae Horti*.
- TOMEI M.A. (2004), in *LTUR*, II, Roma, pp. 201-203, s.v. *Domitiae Horti*.
- TOMEI M. A., LIVERANI P. (a cura di) (2005), *Carta Archeologica di Roma. Primo quadrante (LTUR, Suppl. I. 1)*, Roma.
- TRAVAGLINI C.M., LELO K. (2013), *Roma nel Settecento. Immagini e realtà di una capitale attraverso la pianta di G.B. Nolli* (Atlante di Roma 5), Roma.
- ZACH B. (2008), *Resti vegetali dall'età di Augusto all'età antonina*. In: F. FILIPPI (a cura di), *Horti et Sordes. Uno scavo alle falde del Gianicolo*, Roma, pp.420-429.

## WEBGRAFIA

The Nolli Map Website, © 2005-2016 University of Oregon, <http://nolli.uoregon.edu/>

## NOTE

1 PUP 536/1989-91 (committenti Cavour Park srl - Co.Park - VF Parking srl, direttore dei lavori Arch. Maurizio Frangipane). I sondaggi sono stati condotti dal Massimo Brando, affiancato da Valentina Pica, Valerio Carozza, Donatella Granato e Lorena Scarpato, sotto la direzione scientifica SABAP Roma. Le sepolture del terzo periodo sono state scavate e documentate da Loredana Carboni (tombe 1-11) e Giordana Amicucci (tomba 12) collaboratrici del Servizio di Antropologia della Soprintendenza, diretto da Paola Catalano. È in corso l'allestimento, grazie alla disponibilità dei committenti, di un'area espositiva all'interno della reception del parcheggio.

2 Si tratta di oltre 19.000 frammenti ceramici studiati preliminarmente, in attesa di trovare un'edizione completa, da Massimo Brando e Valentina Pica.

3 Il Calderini, pur nella sommarietà della trattazione, si dimostra consapevole della natura del sedime dell'area e dell'"ambiente" archeologico che era andato ad intercettare: "Quivi non gallerie sotterranee fatte per i cavi di pozzolana, perché il terreno non è vulcanico, ma di riporto fluviale, quindi non fittissimi ruderi di antiche costruzioni, perché gli archeologi ci dicono che, ai tempi gloriosi della dominatrice del mondo, esistevano su questa superficie gli orti di Domizia" (Calderini 1890, p. 30).

# L'acquedotto romano e la piscina romana di *Aquae Statiellae* (Acqui Terme-AL) come testimonianze di tecniche idrauliche avanzate dell'antichità

## The Roman aqueduct and pool of *Aquae Statiellae* (Acqui Terme-AL), as proofs of advanced hydraulic techniques of the ancient times

Parole chiave (*key words*): acquedotto romano (*Roman aqueduct*), acque termali (*thermal waters*), piscina romana (*Roman pool*)

CATERINA CAVIGLIA  
Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino  
E-mail: caterina.caviglia@unito.it

ENRICO DESTEFANIS  
Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino  
E-mail: enrico.destefanis@unito.it

LUCIANO MASCIOTTO  
Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino  
E-mail: luciano.masciotto@unito.it

### 1. INTRODUZIONE

La città di Acqui Terme, nota sin dall'epoca Romana per le sue fonti calde, si trova nel settore sud-orientale del Piemonte, nella parte terminale della valle del fiume Bormida. Già in antichità rivestiva un'importanza fondamentale, trovandosi lungo la via *Aemilia Scauri*, via di passaggio tra il Piemonte e la Liguria, fatta realizzare nel 109 a.C. dal console Marco Emilio Scauro per collegare le città padane di *Derthona* (Tortona) e Libarna (Serravalle Scrivia) con il fondamentale scalo portuale di Vada Sabatia (Vado Ligure, in provincia di Savona). Le risorse idriche della zona, oltre alle sorgenti termali, erano rappresentate da corsi d'acqua, ancora oggi sfruttati per l'approvvigionamento idrico, come il torrente Erro, affluente del Bormida, che un tempo alimentava l'acquedotto romano, i cui archi si ergono ancora oggi appena fuori dall'abitato di Acqui Terme, lungo la sponda destra del fiume Bormida.

Le sorgenti calde hanno composizione prevalentemente cloruro-sodica-solfato-calcica e raggiungono la temperatura massima con la fonte "La Bollente" (70 °C); le altre emergenze termali sono rappresentate da sorgenti e pozzi esplorativi, che hanno temperature comprese tra 18 e 40°C. Esse sono state sfruttate sin dall'antichità, per gli stabilimenti termali, di cui una delle testimonianze ancora visibili al giorno d'oggi è la piscina romana rinvenuta all'inizio del '900.

### 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO

La città di Acqui Terme si trova in Piemonte, e relativamente all'assetto geologico nel Bacino Terziario Piemontese (BTP), nel dominio tettono-stratigrafico dell'Alto Monferrato.

Il basamento della zona, affiorante nel settore a sud di Acqui Terme, è costituito dalle rocce metamorfiche dell'Unità Tettonometamorfica Valosio, di età pre-Carbonifero sup., costituito da un complesso gneissico e da un complesso carbonatico-metapelitico e dall'Unità tettonometamorfica Voltri (metagabbri, metabasiti, calcescisti, serpentinoscisti), su cui poggiano in discordanza le rocce sedimentarie del BTP (marne, carbonati e arenarie oligomioceniche) e i depositi alluvionali quaternari (AA.VV., 2014).

Le principali discontinuità tettoniche sono rappresentate da faglie normali e trascorrenti con direzione NW-SE, appartenenti al

sistema di faglie transtensivo Bagni-Visone (Piana *et al.*, 2006). Queste discontinuità creano quindi settori ad elevata permeabilità che favoriscono la risalita dei fluidi termali in superficie (Fig. 1).

### 3. CARATTERISTICHE DELLE ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI DELL'AREA

Le elevate temperature delle sorgenti termali dell'Acquese sono dovute soltanto al gradiente geotermico normale (30°C/km), dato che in quest'area non sono presenti sistemi vulcanici. Come indicato da analisi isotopiche effettuate in studi pregressi (Marini *et al.*, 2000), queste acque hanno origine meteorica

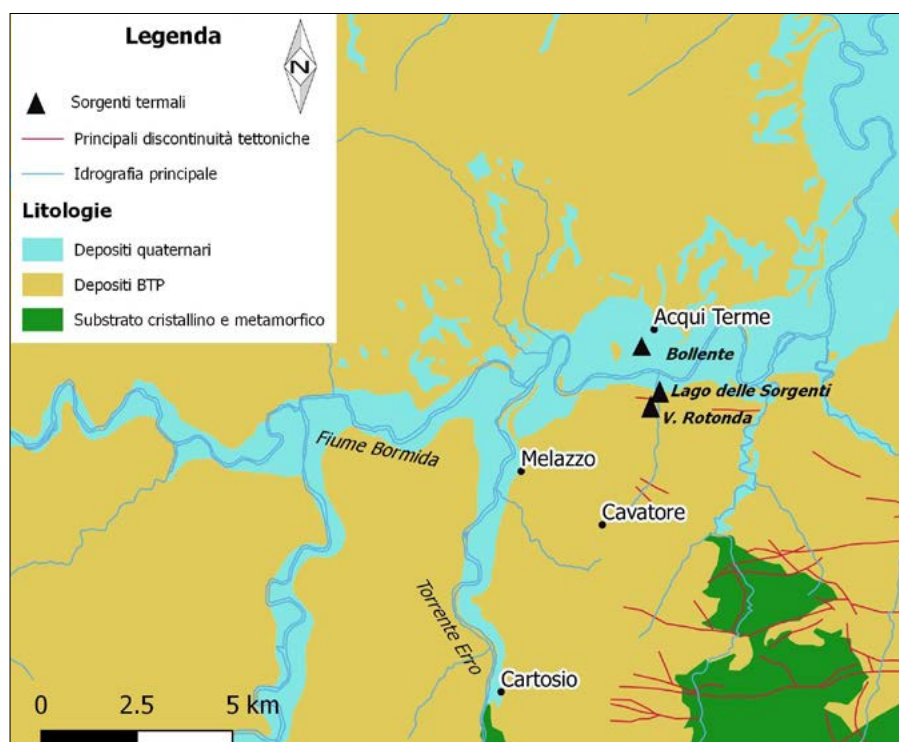


Figura 1 – Schema geologico dell'area di Acqui Terme e ubicazione delle principali sorgenti termali



e la loro area di ricarica è collocabile nelle Alpi Liguri, nelle ofioliti intensamente fratturate del Gruppo di Voltri, ad un'altitudine di circa 1200 m. Le acque di Acqui Terme si infiltrano nel sottosuolo, acquisiscono caratteristiche termali in profondità e poi risalgono in superficie attraverso le discontinuità tettoniche della zona, mantenendo un'elevata temperatura. La maggior parte delle sorgenti a chimismo cloruro-sodico è priva di trizio, il che esclude un possibile mescolamento con acque più superficiali. I tempi di residenza medi stimati variano da 42 a 1000 anni (Marini *et al.*, 2000). Le principali tipologie di acque termali che caratterizzano l'area di Acqui Terme sono rappresentate da acque cloruro-sodiche e solfato-calciche, come la "Bollente" (Fig. 2),

che nota già dal I sec. a.C., sgorga ad una temperatura di 70°C e con portata di circa 9 l/s. Le altre sorgenti termali (Vasca Rotonda e Lago delle Sorgenti) si trovano nella zona oltre Bormida e hanno temperature fino a 50°C. La temperatura stimata per il serbatoio geotermico è di 120-130°C, ottenuta dall'applicazione dei geotermometri chimici alla sorgente "Bollente", che si trova in condizione di equilibrio geochimico con il sistema profondo (Marini *et al.*, 2000; Caviglia *et al.*, 2007).

Per quanto riguarda le altre sorgenti fredde della zona di Acqui Terme, si tratta di acque con chimismo bicarbonatico-calcico, bassa conducibilità (400-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), e bassa temperatura, (14-15°C), e pH circa 7.

I corsi d'acqua principali sono rappresentati dal fiume Bormida, dal torrente Erro, e dal Rio Medrio che oggi scorre nella settore meridionale della città, mentre un tempo scorreva in due rami, di cui uno attraversava per mezzo la città, prima che il suo corso venisse deviato nel 1700. Secondo fonti storiche, prima che fosse attuata la deviazione del rio Medrio, esistevano infatti delle emergenze di acque calde e salate in corrispondenza di questo torrente (Amoretti e Soave, 1801) ma di cui però oggi non c'è più evidenza. L'Erro in particolare rappresentava la principale fonte di approvvigionamento per l'acquedotto romano: nasce in Liguria, in provincia di Savona ad un'altitudine di 565 m s.l.m. e sfocia nel Bormida poco lontano da Acqui Terme, nel comune di Terzo (AL), con un percorso complessivo di circa 47 km. È caratterizzato da una portata media di 4,6 m<sup>3</sup>/s, portate massime in primavera e autunno e minime estive. Le acque del torrente Erro, così come quelle del Rio Medrio, sono state analizzate presso i Laboratori di Idrochimica del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino, e sono state classificate come bicarbonatico-calciche-magnesiache (Fig. 3), con conducibilità di 300 e 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  rispettivamente. Le acque del Rio Medrio non presentano caratteristiche di acque termali, non essendo state riscontrata una componente ad elevata mineralizzazione, perlomeno nel tratto campionato, nel settore meridionale della città.

#### 4. LA PISCINA ROMANA

Una delle strutture meglio conservate a testimonianza degli antichi stabilimenti termali, ritrovata nel centro cittadino, è la piscina romana. Scoperta nel luglio 1913, riapparve durante gli scavi delle fondamenta per un portico comunale (Fig. 4), come una grande vasca a tre gradini, di grandi dimensioni, fatta per il bagno in comune, realizzata in marmo bianco, assieme alle vasche più piccole, per l'applicazione dei fanghi e gli incavi delle condutture.

Già descritta da Plinio il Vecchio nella sua *Naturalis Historia* (I sec. d.C), come una "città fondata dalle acque", Acqui Terme presentava un'organizzazione urbanistica che si sviluppava attorno alla sorgente termale "Bollente" (Fig. 5).

L'impianto urbano regolare, organizzato in modo da comprendere la sorgente quasi al centro della città, richiese impegnativi lavori di rettifica delle scarpate, di bonifica delle acque di deflusso e di progettazione degli impianti di sfruttamento delle acque termali. Precedentemente alla costruzione del complesso termale, in questo settore della città scorreva un corso d'acqua, probabile antenato del Rio Medrio, che scorre ancora oggi dal settore nord della città verso il Bormida,



Figura 2 – La fonte "Bollente" nell'omonima piazza di Acqui Terme

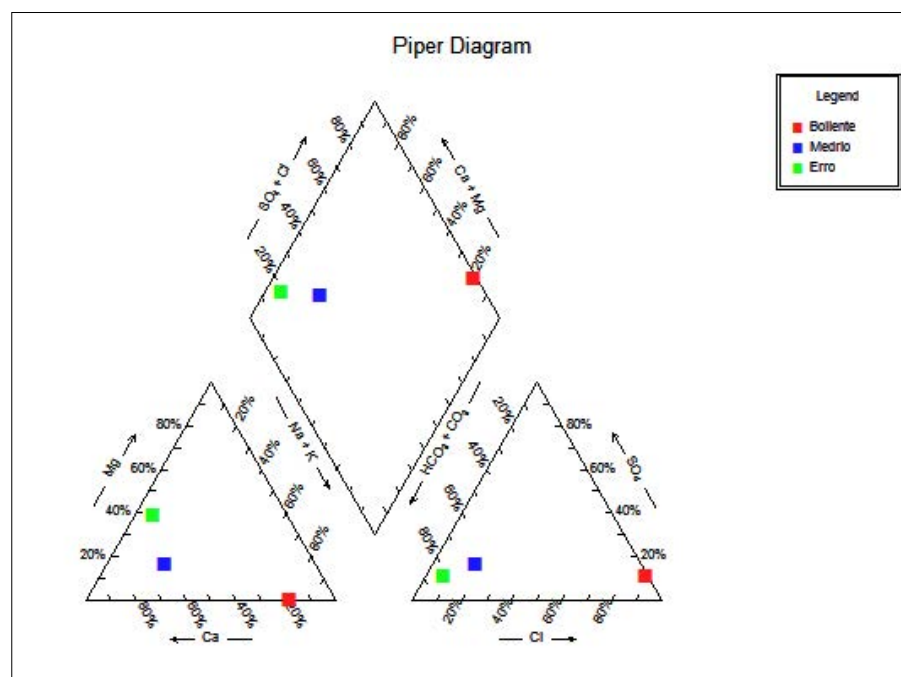


Figura 3 – Diagramma di Piper delle acque della fonte Bollente (in rosso), del Rio Medrio (in blu) e del Torrente Erro (in verde)



Figura 4 – il ritrovamento della piscina romana durante gli scavi del 1913 (da Zanda & Bacchetta, 2005)

in cui defluivano le acque della fonte Bollente. È possibile che prima della costruzione della piscina, questo canale formasse, in un punto basso della città, una depressione e una pozza naturale. La costruzione dell'impianto termale deve essere iniziata con la realizzata la rettifica del corso d'acqua, che scorreva in questo settore e in cui defluivano le acque della Bollente con la creazione di canali che approvvigionavano e scaricavano le vasche, le cui tracce sono documentate dallo scavo archeologico.

Le strutture delle fondazioni della piscina sono continue e il volume interno scavato nel terreno di natura alluvionale. Per quanto riguarda il rivestimento, originariamente, l'interno della vasca doveva essere interamente ricoperto (sia sul fondo che sui gradoni perimetrali) da un materiale marmoreo (Fig. 6), realizzato con lastre rettangolari, di dimensioni assai variabili, a seconda della loro specifica destinazione. La maggior parte di questo materiale non si trovava più *in situ* al momento della messa in luce dell'impianto,

a causa delle estese spoliazioni subite dall'edificio probabilmente già a partire dall'età tardoantica. La pavimentazione del fondo della piscina era realizzata in marmo bianco, a grana medio-fine, con sottili venature scure, per il quale è ipotizzabile una provenienza da Luni, città Toscana lungo il percorso della la via *Aemilia Scauri*, o più probabilmente da cave di marmo orientali, di area greca e asiatica. Lungo il perimetro della vasca, invece, sono stati rinvenuti anche altri tipi di marmo colorato, come il "bardiglio", il "cipollino" e il "pavonazetto", nonché elementi in calcare rosso di Verona.

## 5. L'ACQUEDOTTO ROMANO

La costruzione dell'acquedotto romano può essere fatta risalire alla prima età imperiale, forse addirittura all'epoca augustea (inizi I secolo d.C.). Si conservano attualmente due ampi tratti della struttura originaria (Fig. 7), composti rispettivamente di sette e otto piloni in muratura, a base quadrangolare, rastremantisi progressivamente verso l'alto con una serie di riseghe regolari, per un'altezza di circa 15 metri. I piloni reggono arcate a sesto ribassato (ne rimangono quattro) di m 3,35 di raggio, alla cui sommità è situato il condotto destinato allo scorrimento dell'acqua. È il meglio conservato fra tutti i monumenti di questo tipo ancora esistenti nel territorio dell'attuale Piemonte e uno degli esempi di acquedotto di epoca romana più significativi dell'intera Italia settentrionale. I ritrovamenti dei resti dell'antico condotto in vari punti (di cui purtroppo ora di alcuni di essi non si ha più conoscenza) durante i lavori eseguiti per la costruzione della strada di Melazzo, comune a sud di Acqui Terme, hanno portato all'assoluta certezza dell'approvvigionamento dell'acquedotto romano dalle acque dell'Erro, le cui acque sono ancora oggi utilizzate dall'acquedotto della città di Acqui Terme.

Il percorso dell'acquedotto si sviluppava per una lunghezza complessiva di circa 12 km (i numeri fra parentesi indicano le stazioni individuate dai ritrovamenti, riportate in Fig. 8), a partire dal bacino di raccolta delle acque situato in località Lagoscuro (8), comune di Cartosio, a sud ovest di Acqui Terme, attraverso la valle dell'Erro (lungo la destra orografica dell'omonimo torrente), la regione Marchioli (1,2) (dove probabilmente attingeva da altre sorgenti della zona di Roccasorda e dove si è esplorato, in località La Maddalena (3), un lungo tratto di condotta) fino alla sponda sinistra del Bormida, con un salto di quota complessivo di circa 50 metri.

È stata ipotizzata l'esistenza di una presa d'acqua dalla sorgente di Roccasorda (9), non già esclusiva, ma come ulteriore apporto d'acqua alla portata dell'acquedotto che proveniva dalla Valle Erro (Filippi, 1992). Tale sorgente

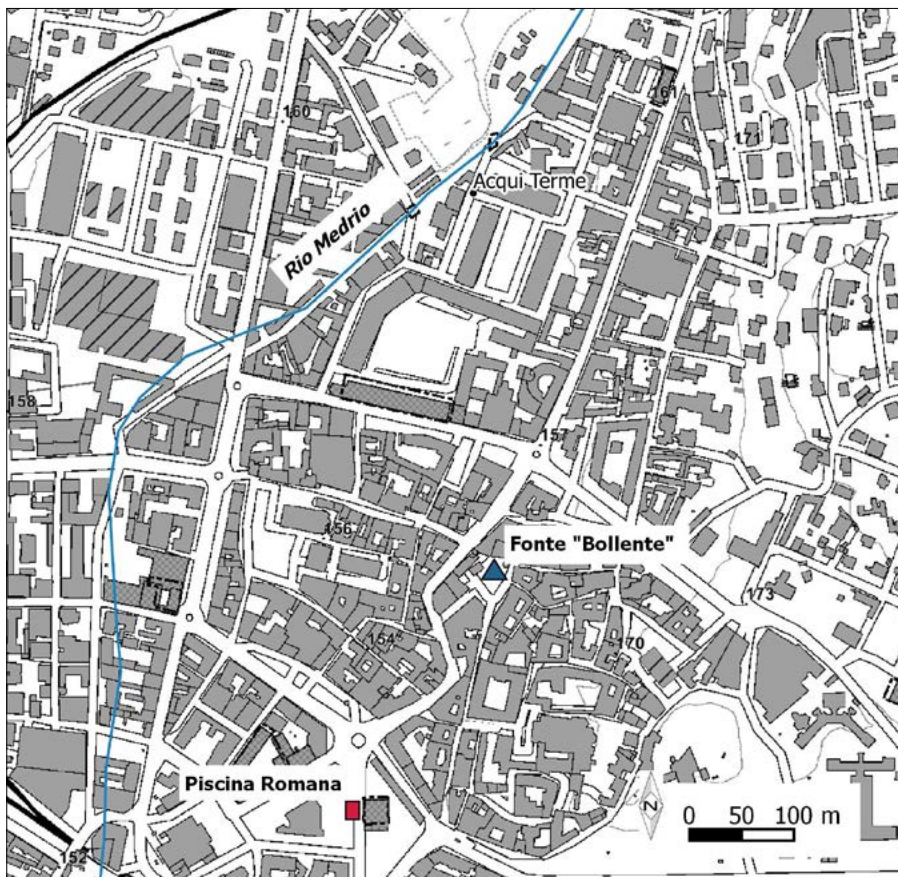


Figura 5 – Carta topografica del centro di Acqui Terme, con l'attuale ubicazione della fonte Bollente e della piscina romana e dell'attuale corso del Rio Medrio.

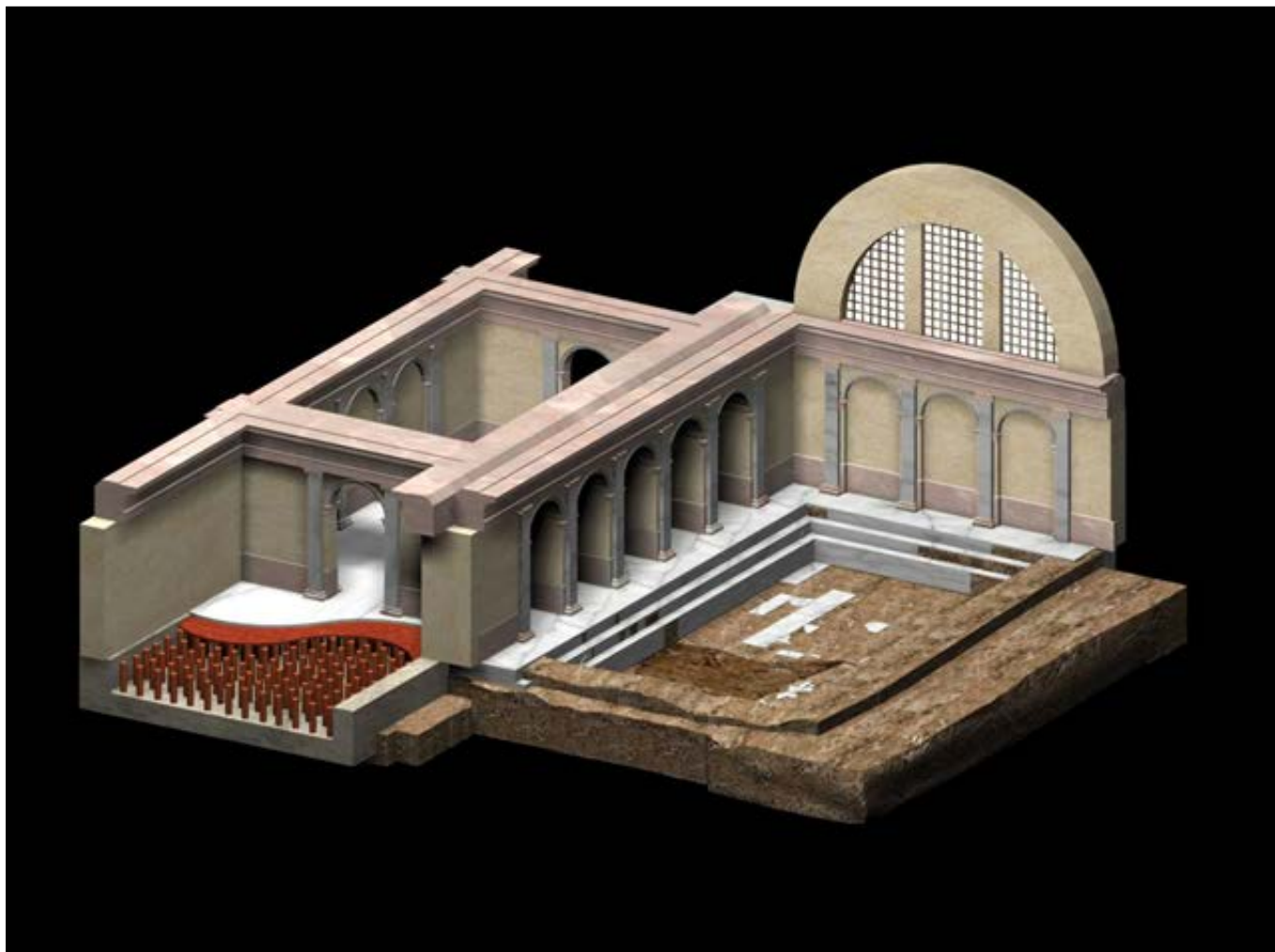


Figura 6 – Ricostruzione dell'impianto della piscina (da Zanda & Bacchetta, 2005)

te, poi, sembra essere scomparsa a seguito di un terremoto avvenuto nei pressi di Voghera (AL) nel 1828 (Ratti I., 1844), preceduto da un chiarore straordinario in atmosfera e dalla caduta di una "meteora ignea". Ulteriori studi condotti nel 2006 hanno permesso di delinea-

re un'ipotesi di tracciato dell'acquedotto dal punto di presa fino all'entrata in città: doveva captare le acque del torrente Erro in località Lagoscuro, per poi procedere lungo la sponda destra del torrente, fiancheggiare Regione Colombara (7), passare a valle di Rivere (11)

e puntare verso il piccolo abitato di Gaini (10) al limite del territorio comunale di Cartosio. In località Lagoscuro, si forma infatti, in una strettoia naturale, un piccolo lago di formazione naturale (Fig. 9) che raccoglie le acque provenienti dal versante della montagna, nel



Figura 7 – I resti attuali degli archi romani in regione Marchioli ad Acqui Terme

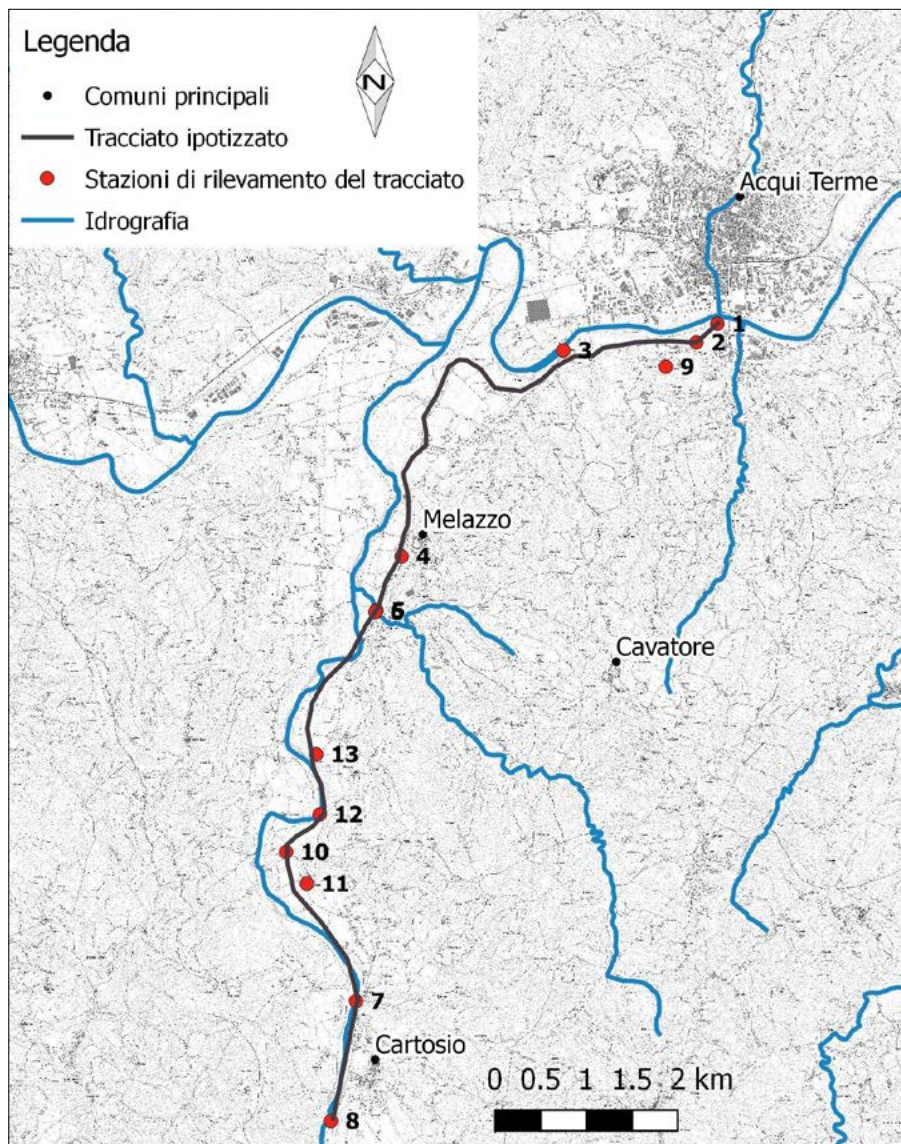


Figura 8 – Carta del percorso dell'acquedotto romano, ipotizzato sulla base dei reperti archeologici, lungo il torrente Erro. I numeri indicano le stazioni di rilevamento di cui si parla nel testo: 1, 2 Reg. Marchiolti; 3 Loc. La Maddalena; 4 Loc. Giardini; 5, 6 Loc. Calogna; 7 Reg. Colombara; 8 Cartosio-Lagoscuero; 9 C. Roccasorda; 10 Gaini; 11 Rivere; 12 C. Sulla Rocca 13: C. Armarolo



Figura 9 – Il torrente Erro a Cartosio in regione Lagoscuero, dove si ipotizza il punto di presa dell'acquedotto romano

quale si potrebbe riconoscere il bacino di raccolta primario dell'acquedotto, anche se non sono state individuate possibili strutture antropiche funzionali a questo scopo. In seguito, nel periodo 2011-2012, nuove segnalazioni di parti di condotta, fra Cascina sulla Rocca (12) e Cascina Armarolo (13), in territorio di Cartosio, hanno permesso di ipotizzare con buona affidabilità il percorso tra Gaini e Cascina sulla Rocca (Venturino Gambari M. *et al.*, 2015).

La prima parte del percorso dell'acquedotto era in sotterraneo, quindi a partire dalla Regione Marchiolti si sviluppava in elevato. I piloni presentano un compatto nucleo interno in pietrame misto (scaglie di arenaria e sfaldoni calcarei) unito a ciottoli di medie dimensioni (provenienti forse dal greto del fiume Bormida) legati da abbondante e solida malta. Il rivestimento esterno è costituito da blocchi di arenaria di colore grigio-giallastro (probabilmente la "Pietra di Cavatore", così chiamata dal nome della località di estrazione, a breve distanza da Acqui).

#### BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. (2014), *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000. Foglio 194, Acqui Terme*, ISPRA-Servizio Geologico d'Italia.
- AMORETTI C., SOAVE F. (1801), *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti*, Tomo XXI. Milano, Galeazzi stampatore e libraio.
- BACCHETTA A. (2005), *L'acquedotto romano, Aquae Statiellae. Percorsi di archeologia*, 2, Genova.
- CAVIGLIA C., CIGOLINI C., DE LUCA D. A. (2007), *The Acqui Terme -Visone Geothermal Resources*. In: *Geotalia 2007*, Epitome vol.2, ISSN 1972-1552. Rimini, 12-14/09/2007
- FILIPPI F. (1992), *Acqui Terme (Alessandria), località Valle Erro: nuovi dati sul tracciato dell'acquedotto romano di Aquae Statiellae*. Estratto da: *Bollettino di archeologia*, Ministero dei beni culturali e ambientali, n. 13-15
- MARINI L., BONARIA V., GUIDI M., HUNZIKER J.C., OTTONELLO G., VETUSCHI ZUCCOLINI M. (2000), *Fluid Geochemistry of the Acqui Terme-Visone Geothermal Area (Piemonte, Italy)*. *Applied Geochemistry* 15, 917-935.
- PIANA F., TALLONE S., CAVAGNA S., CONTI A. (2006), *Thrusting and faulting in metamorphic and sedimentary units of Ligurian Alps: an example of integrated field work and geochemical analyses*. *International Journal of Earth Sciences*, 95 (3), 413-430.
- Ratti I. (1844), *Le Regie Terme di Acqui illustrate dal P. I. Ratti. Nuova edizione adorna di incisione in rame ed un'appendice*. Milano, Tipografia Guglielmini
- VENTURINO GAMBARI M., MANGANELLI C., PROSPERI C. (2015), *Cartosio-Melazzo. Nuove indagini archeologiche sull'acquedotto romano di Aquae Statiellae*. Ministero dei Beni e della Attività Culturali e del Turismo Soprintendenza Archeologia. Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte, n. 30, pp 243-246
- ZANDA E., BACCHETTA A. (2005), *La piscina romana. Sistema museale di Acqui Terme Aquae Statiellae - Percorsi di archeologia*. De Ferrari, Genova.

# Alle origini delle *signina opera*: la grande vasca di Prato Felici dagli scavi del *Segni Project*

## The origins of *opus signina*: the large pool at Prato Felici from the Segni Project excavations

Parole chiave (*key words*): Segni, *signina opera*, caementa

FRANCESCO MARIA CIFARELLI  
Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali  
E-mail: francescomaria.cifarelli@comune.roma.it

FEDERICA COLAIACOMO  
Museo Archeologico Comunale di Segni;  
E-mail: f.colaiacomo@museosegni.it

STEPHEN KAY  
British School at Rome  
E-mail: s.kay@bsrome.it

CHRISTOPHER J. SMITH  
British School at Rome  
E-mail: director@bsrome.it

LETIZIA CECCARELLI  
McDonald Institute for Archaeological Research,  
University of Cambridge  
E-mail: letizia.ceccarelli@gmail.com

CAMILLA PANZIERI  
Independent archaeologist, Rome  
E-mail: camilla.panzieri@gmail.com

### 1. IL PROBLEMA DELLE SIGNINA OPERA

L'antica *Signia* (odierna Segni) lega il suo nome a uno dei termini forse più dibattuti tramandatici dalla fonti in tema di "Tecnica di idraulica antica", l'*opus signinum*. La critica si è a lungo divisa nella discussione su cosa questo termine stesse a indicare; se la maggior parte degli studiosi, fra i quali ovviamente chi scrive, sembra oggi aver accettato la proposta di una sua identificazione con il procedimento costruttivo di "strutture (cisterne) fatte alla maniera di Segni"<sup>1</sup>, è ancora assai diffusa la tendenza, a volte quasi inconsapevole della discussione stessa, di vedere in *opus signinum* la denominazione antica di pavimento in cocciopesto<sup>2</sup>.

In questa discussione la città di Segni può offrire importanti contributi, gettando in campo, a confronto e supporto degli studi finora basati quasi solo sulla lettura delle fonti, una consistente documentazione archeologica. La ricerca degli ultimi venti anni ha restituito alla conoscenza un ricco *corpus* di strutture chiaramente riconducibili a quanto descritto da Vitruvio per le sue *signina opera*, termine con il quale, diciamo subito, non crediamo si possa identificare altro che un particolare procedimento costruttivo di impianti destinati alla raccolta idrica. Si tratta di esempi di notevole interesse archeologico, che, offrendo con chiarezza testimonianza materiale degli esiti del

procedimento descritto dalle fonti, ci riportano al contempo ai contesti più antichi di impiego e alle fasi iniziali della sua messa a punto<sup>3</sup>.

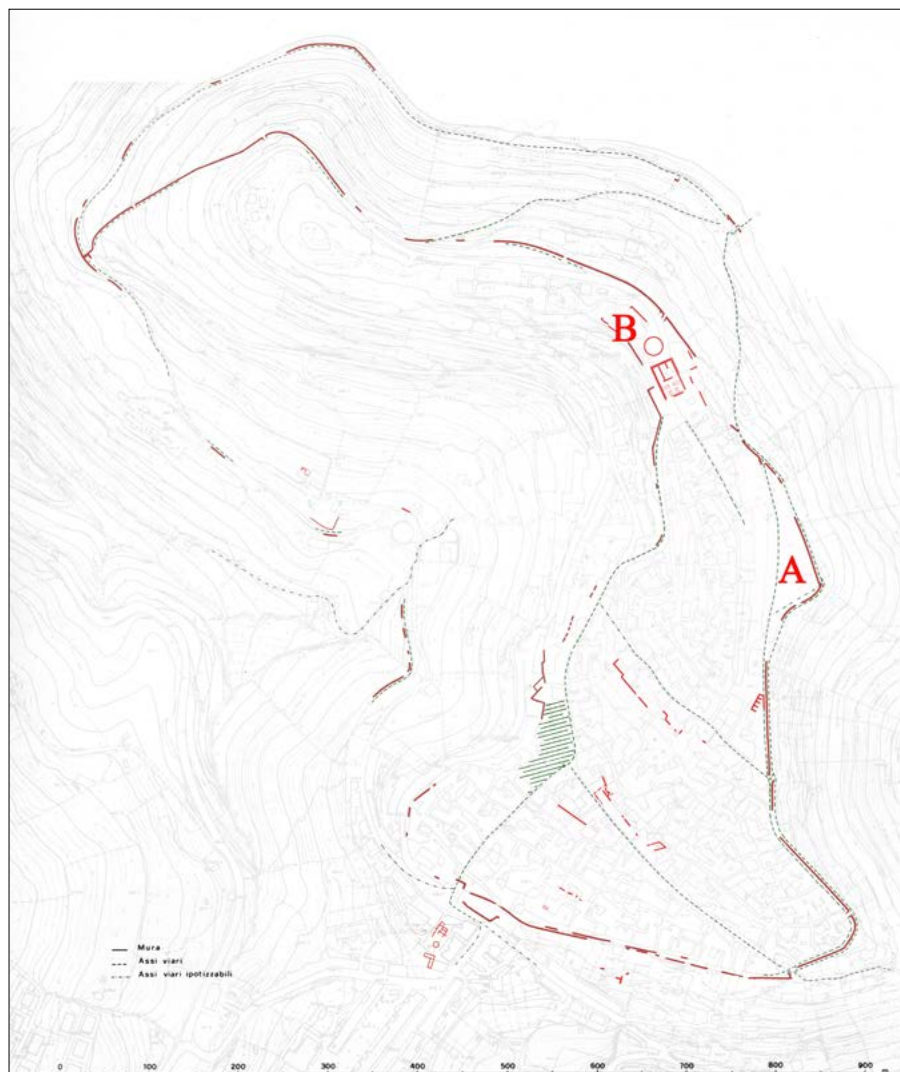


Figura 1 – Schema Urbanistico della città di Segni. A – Area Archeologica di Prato Felici o Orto de' Cunto; B – Area archeologica dell'acropoli

1 La formulazione completa del problema è in Giuliani C.F., Napoli 1992, *Opus signinum e cocciopesto*, in De Rossi G.M. (a cura di), *Segni I, Quaderni del Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Università di Salerno*, 11, 1, pp. 89-94. Sintesi più recente in Giuliani C.F., *L'edilizia nell'antichità*, Roma 2006, pp. 000. Per una messa a punto assai convincente della lettura delle fonti si veda Braconi P., Tivoli 2009, *Ostracus, astrico e lastrico: i pavimenti in cocciopesto degli antichi e l'opus signinum*, in *Atti del XIV Colloquio AISCOM (Spoleto 2008)*, pp. 371-383.

2 Tesi autorevolmente difesa di recente da GROS P., Genova 2003, *L'opus signinum selon Vitruve et dans la terminologie archéologique contemporaine*, in Ciotta C., (a cura di), *Vitruvio nella cultura architettonica antica, medievale e moderna*, Atti Genova 2001, pp. 142-152.

3 Una panoramica completa del problema e delle testimonianze archeologiche provenienti dalla città di Segni e dal suo territorio è ora in Cifarelli F.M., Colaiacomo F., Kay S., Smith C., Ceccarelli L., Panzieri C., *Elaborazioni tecniche dell'opera cementizia nel "Lazio del Calcare" nella tarda età repubblicana: l'opus signinum e Segni, in IVetable ronde Mortiers «hydrauliques» en Méditerranée antique, Atti Aix-en-Provence 2016, c.s.*

Fra questi, punteremo in questa sede la nostra attenzione su quello che, per caratteristiche tecniche e livello cronologico, può essere considerato come uno degli incunaboli di tale modo di costruire. La sua analisi potrà condurre, fornendo un termine di confronto utilissimo per una rafforzata comprensione dei testi letterari, a una messa a fuoco della reale qualità



Figura 2 – Foto dall'alto della grande vasca rettangolare di Prato Felici

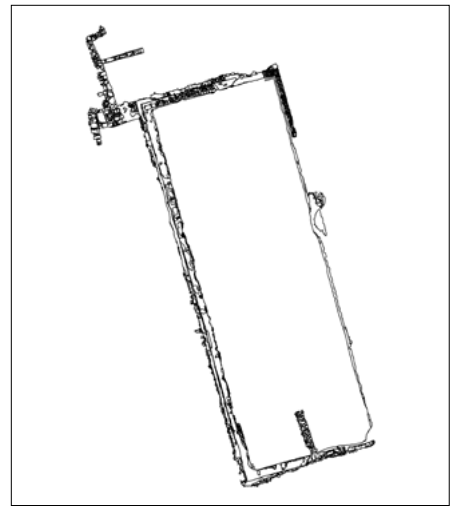


Figura 3 – Planimetria della vasca di Prato Felici

e della portata di questo contributo tecnologico dato dalla città di Segni all'ingegneria idraulica dell'intero mondo romano.

## 2. VERSO I PROTOTIPI. LA GRANDE VASCA DI PRATO FELICI

Dal 2012 il Comune di Segni – Museo Archeologico Comunale e la British School at Rome conducono, in convenzione, un progetto congiunto di ricerche sulla città di Segni. All'interno del progetto, sono state condotte tre campagne di scavo (2012-2014) su alcune aree del centro antico ritenute di particolare interesse topografico e storico. Fra queste, l'area detta Orto de' Cunto o Prato Felici, vasto settore posto nel settore alto della città, poco ad est del tempio di Giunone Moneta e delimitato lungo un fianco dal percorso delle mura urbane (Fig. 1, A).

Qui, oltre a importantissimi dati sulle prime fasi di vita della città<sup>4</sup>, le tre campagne di scavo del Segni Project hanno consentito di riportare alla luce per l'intero suo perimetro le strutture di una grande vasca rettangolare (Fig. 2 e 3), risalente alla metà, o subito dopo, del II secolo a.C., dalle ragguardevoli dimensioni di 36,7 m di lunghezza per 12,62 m di larghezza, per m 2,2 di profondità.

La struttura, orientata nord-sud, è stata realizzata secondo un procedimento costrut-



Figura 4 – Particolare della parete N della vasca in cui è ben visibile il conglomerato cementizio con cui è costruita

tivo piuttosto ben ricostruibile. Le pareti vennero gettate per gran parte del loro perimetro all'interno di trincee scavate nel pendio calcareo dell'area, digradante questo da ovest verso est.

Il conglomerato (Fig. 4), di estrema compattezza, è formato da *caementa* di calcare, di dimensioni piccole ma decisamente omogenee, legati con una malta di sabbia e calce alquanto tenace.

Se quasi per l'intero perimetro la gettata mostra chiaramente di essere avvenuta contro terra, lungo il lato meridionale e presso l'angolo fra questo e il lato occidentale si conservano invece nitide le tracce del tavolato di una cassaforma. Essa fu realizzata con palanche di larghezza compresa tra i 20 ed i 30 cm. Il tavolato non venne messo in opera seguendo un unico orientamento: infatti lungo il lato meridionale è presente un settore in cui esso fu collocato orizzontalmente, con palanche larghe tra i 15 ed i 25 cm, ed un altro in cui invece, analogamente a quanto riscontrato per il perimetrale occidentale, fu

disposto in senso verticale con tavole larghe mediamente 30 cm.

A pochi metri dall'angolo sud-occidentale della vasca è ben visibile il punto in cui la gettata in cavo e la gettata in cassaforma si raccordano, fondendosi l'una nell'altra (Fig. 5). È evidente dunque che in alcuni punti, probabilmente per la scarsità dell'interro a disposizione rispetto all'altezza voluta per le pareti, ci si sia trovati nella necessità di integrare la trincea, in tutto o in parte, con una cassaforma. Il getto fu altrettanto chiaramente unico, ed è interessante notare come il processo di compattamento del calcestruzzo non abbia avuto, almeno a livello macroscopico, esiti diversi nelle due modalità di gettata. Per quel che riguarda le pareti va infine segnalata la totale assenza di rivestimenti.

Una volta raggiunta la quota scelta come livello inferiore dei muri perimetrali si è proceduto alla realizzazione del piano di fondo della vasca, consistente in un massetto di cementizio, spesso 40 cm, dalle caratteristiche tecniche assolutamente analoghe a quelle

4 Notizie preliminari dei risultati in Cifarelli F.M., Colaiacono F., Kay S., Smith C., Alapont L., Ceccarelli L., Panzieri C., *Il Segni Project. Risultati della terza campagna di ricerche*, in *Lazio e Sabina 12*, Atti Roma 2015, c.s.; Cifarelli F.M., Colaiacono F., Kay S., Smith C., Ceccarelli L., Panzieri C., Alapont L., 2014, *Archaeological research activity at Segni 2014 (Comune di Segni, Provincia di Roma, Regione Lazio)*, in *PBSR*, 83, pp 314-318, entrambi con bibliografia precedente. Per una prima discussione sulle fasi più antiche di vita del centro CIFARELLI F.M., *Segni e il suoterritorio dalla nascita dell'abitato alla colonia di Tarquinio*, in *The Age of Tarquinus. A Paradigm Shift?*, Atti del Convegno (Roma 7-9 novembre 2013), c.s.



Figura 5 – Particolare dell'angolo SO della vasca in cui è ben visibile il raccordo tra la gettata in cavo e quella in cassaforma



Figura 7 – Particolare del ballatoio presente lungo il lato O della vasca



Figura 6 – Particolare del pavimento della vasca

delle pareti. Il massetto è rivestito da una pavimentazione molto tenace in cementizio a base calcarea, nella quale, si noti bene, l'uso di cocchio triturato nella miscela è totalmente assente<sup>5</sup>. Il pavimento presenta nel punto di raccordo fra fondo e pareti un cordolo dello spessore di 20 cm (Fig. 6).

La vasca doveva essere percorsa al sommo dei muri perimetrali da una sorta di gradino o ballatoio (Fig. 7), largo intorno ai 40 cm: questo è ben conservato lungo i lati meridionale, occidentale e settentrionale, ma

5 Si ricordi che, al livello cronologico di messa in opera del pavimento della vasca di Prato Felici, i pavimenti cementizi a base fittile erano già diffusissimi fra Roma, il Lazio e la Campania da più di un secolo. Le due cose dunque appartengono con chiarezza a filoni di elaborazione assai distanti fra loro. E anche in questo, la denominazione di "signini" per i secondi mostra la non lecita contaminazione fra cose assai diverse fra loro.

è probabilmente da immaginare anche sul quarto. Sullo stesso lato occidentale il ballatoio è delimitato verso monte da un muro, conservato per un massimo di una trentina di centimetri: notevole, presso l'angolo nord-ovest di questo, è una piccola porzione di intonaco azzurro ancora conservata.

A metà circa del muro meridionale della vasca, sul lato interno, è presente infine un pilastro quadrangolare di 50 x 45 cm che si lega con il muro (Fig. 8). La presenza di questo pilastro è piuttosto singolare, perché lungo nessuno degli altri muri conservati sono state individuate tracce di strutture analoghe, per quanto al momento visibile nemmeno lungo l'omologo e speculare lato settentrionale.

La datazione della struttura trova, su base stratigrafica, un *terminus post quem* agli anni 160-140 a.C.: siamo dunque nel pieno di quella fase di estrema vitalità politica, economica e culturale che la ricerca ha negli ultimi anni evidenziato per la città del tardo

ellenismo<sup>6</sup>, fase al cui interno andrà letta la precoce realizzazione di questa grande struttura<sup>7</sup>. Ciò sia nel dettaglio della vasca in sé e delle sue particolari e assai raffinate caratteristiche tecniche, quanto nel più ampio contesto di coeve, analoghe strutture che la città di Segni seppe in quegli anni realizzare, forse all'interno di un piano complessivo destinato ad adeguare il sistema pubblico di approvvigionamento idrico alla grande opera di rinnovamento urbanistico e architettonico che la città stessa andava realizzando in quegli stessi anni.

Per quel che riguarda la vasca in sé, la struttura appare oggi isolata sul pendio, con il muro orientale peraltro completamente crollato. L'esiguo spessore di questo, come anche degli altri muri perimetrali, sembra tuttavia

6 Sulla Segni del tardo ellenismo si vedano: Cifarelli F.M., 1995, *Un ninfeo repubblicano a Segni con la firma di Q. Mutius architetto*, in *Tra Lazio e Campania, Quaderni del Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Università di Salerno*, 16, pp. 159-188; Cifarelli F.M., 2003, *Il tempio di Giunone Moneta sull'acropoli di Segni. Storia, topografia e decorazione architettonica*, *Studi su Segni antica*, 1, Roma; Cifarelli F.M., 2006, *Un nuovo monumento della Segni ellenistica: il complesso di S. Lucia*, in *La Forma della città e del territorio - 3, ATTA 15*, Roma, pp. 63-77; Cifarelli F.M., 2008, *Un complesso termale con mosaici a Segni e l'opera vittata nel "Lazio del calcare"*, in *Orizzonti*, IX, pp. 27-46; Cifarelli F.M., 2013, *Tecniche costruttive del tardo ellenismo a Segni: verso una sintesi*, in Cifarelli F.M. (a cura di), *Tecniche costruttive del tardo ellenismo nel Lazio e in Campania, Atti del Convegno, Segni 3 dicembre 2011*, pp. 43-54.

7 Le considerazioni qui imposte sui diversi problemi sollevati da quest'importante ritrovamento verranno più ampiamente sviluppate nel volume di edizione complessiva degli scavi del Segni Project: Cifarelli F.M., Colaiacomo F., Kay S., Smith C. (a cura di), *Segni Project: Gli scavi 2012-2014*, in preparazione.



Figura 8 – Particolare della vasca in cui è ben visibile il pilastro quadrangolare addossato alla parete S



Figura 9 – La grande vasca circolare retrostante il tempio di Giunone Moneta nell'area dell'antica acropoli della città

rendere necessaria – ad eccezione del muro occidentale, addossato alla roccia – la presenza di un terrapieno di contenimento tutto attorno alla struttura. La vasca doveva quindi aprirsi in una vasta terrazza, creata presumibilmente da strutture di contenimento, oggi scomparse, poste fra questa e la linea delle mura. La presenza di tracce di altre strutture poste immediatamente a monte della vasca, quali la base di un grande pilone conservato presso il suo angolo nord-ovest, lasciano poi immaginare altre componenti architettoniche ad essa legate. Ne segue l'ipotesi che essa facesse parte di un più articolato complesso a terrazze, con probabilità di carattere pubblico, posto quasi a metà dei due altri grandi poli monumentali dell'area alta della città antica, il tempio di Giunone Moneta ad ovest e l'ignoto complesso ellenistico detto di Santa Lucia ad est. A questo suo contesto topografico e architettonico è inoltre legato il problema dato dal sistema di captazione e adduzione delle acque necessarie all'approvvigionamento del grande bacino, del quale non è ancora stata trovata traccia, ma che doveva essere in qualche modo organizzato sulla raccolta di acque piovane tramite compluvio dalle superfici e/o dagli edifici circostanti.

Un secondo, importante spunto di lavoro è dato dalla possibile pertinenza della struttura a un più ampio piano di distribuzione idrica della città. La sua posizione, la quota assai elevata rispetto al resto dell'area urbana e la sua notevole capacità<sup>8</sup> rendono infatti possibile<sup>9</sup> che essa possa aver avuto un ruolo in un complessivo disegno di organizzazione della distribuzione pubblica delle acque, basato su

grandi bacini di raccolta, decantazione e distribuzione. È stato già da tempo evidenziato il ruolo svolto dalla vasca circolare (Fig. 1, B; Fig. 9) retrostante il tempio di Giunone Moneta<sup>10</sup>, probabilmente solo di poco più recente della nostra e della quale diremo più sotto, nei riguardi di una complessa rete di canalizzazioni atte a rifornire tutto il fianco occidentale della città. Può così sembrare lecita l'ipotesi che la vasca di Prato Felici possa averne svolto uno analogo sul fianco opposto, virtualmente irraggiungibile dal bacino dell'acropoli.

In sintesi, il grande bacino di Prato Felici, non solo quale manufatto in sé ma anche nel suo possibile significato di singolo elemento di un più ampio programma urbanistico pensato per dare soluzione al problema dell'approvvigionamento idrico in una situazione assai difficile per orografia e idrografia<sup>11</sup>, potrebbe riportarci al vero senso dell'elaborazione di un preciso procedimento costruttivo, tecnologicamente aggiornato alle nuove possibilità date dall'opera cementizia, applicato a un

modello architettonico/funzionale estremamente specializzato<sup>12</sup>. Modello consistente in grandi bacini scoperti<sup>13</sup>, incassati nel suolo e riforniti mediante raccolta delle acque piovane da superfici di compluvio, nelle due forme rettangolari e circolari, estremamente diffusi nella *Signia* tardo repubblicana. Procedimento complessivo qui elaborato e/o messo a punto nelle sue principali caratteristiche tecniche in un cantiere che possiamo lecitamente pensare non troppo lontano, per impegno edilizio e posizione cronologica, da quello del bacino di Orto de' Cunto, o Prato Felici, stesso.

12 L'analisi di tale modello architettonico dovrà certamente tenere conto della presenza di antecedenti, testimoniati dal grande bacino in opera poligonale di Norba, sul quale QUILICI GIGLI S., 1997, *Un monumentale apprestamento idrico nella pianificazione medio-repubblicana di Norba*, in *Etrusca et Italica. Studi in ricordo di Massimo Pallottino*, Pisa – Roma, pp. 523-536. Fra quelli rettangolari non rientra poi in questa carrellata, per differenze nella tecnica costruttiva e nel sistema di approvvigionamento, la grade vasca di Colle Noce, databile non oltre la metà del II secolo a.C. e destinata a raccogliere le acque di una prossima sorgente. La struttura comunque mostra di nuovo, e anche qui forse per un'età più antica rispetto agli esempi citati in questo lavoro, la fortuna del tipo del grande bacino rettangolare in complessi architettonici pubblici di notevole impegno, e dovrà essere inserito nella lettura della codificazione e del divenire del modello stesso e dello specifico procedimento costruttivo ad esso applicato. Su questo Cifarelli F.M., 2014, *The bath-sanctuary complex of Colle Noce in the territory of Signia*, in *ATTA*, 24, pp. 215-224.

13 In tale situazione ci si potrebbe chiedere se Vitruvio, che nella sua lunga descrizione fornisce dettagliate istruzioni sulla costruzione di pareti e fondo senza mai nominare le coperture, non avesse in mente proprio questo tipo di vasca aperta, e se la prima codificazione del procedimento non sia dovuta proprio a siffatti tipi architettonici.

8 Calcolabile in più di 1.000 m<sup>3</sup> d'acqua.

9 Questo benché nessun elemento, quali canali di deflusso o altro, sia venuto ancora a soccorrere l'analisi.

10 CANCELLIERI M., 1992, *L'acropoli: nuovi elementi di topografia urbana*, in DE ROSSI G.M. (a cura di), *Segni I, Quaderni del Dipartimento di Scienze dell'Antichità, Università di Salerno*, 11, I, Napoli, pp. 67-88; Cifarelli F.M., 2003, *Il tempio di Giunone Moneta sull'acropoli di Segni. Storia, topografia e decorazione architettonica*, *Studi su Segni antica*, 1, Roma.

11 Non si può non ricordare qui la definizione vitruviana dei luoghi nei quali le *signina opera* si sarebbero rese necessarie: *Sin autem loca dura erunt aut nimium venae penitus fuerint, tunc signinis operibus... excipiendae sunt copiae*. Sulle più antiche e limitate cisterne dette a "tholos" sulle quali sembra basato l'approvvigionamento, probabilmente sia pubblico che privato, della città almeno da età medio repubblicana, si veda ora Cifarelli F.M., *Sulle tracce della Signia medio repubblicana: problemi storici e archeologici*, in *Architettura greca in Occidente nel terzo secolo a.C.*, Atti Napoli 2015, c.s.



# Gli acquedotti Romani in Piemonte e Valle d'Aosta

## The Roman aqueducts in the Piedmont and Aosta Valley territories

Parole chiave (*key words*): acquedotti romani, (*Roman aqueducts*) risorse idriche superficiali e sotterranee in Piemonte (*superficial water and groundwater resources in Piedmont*)

ENRICO DESTEFANIS

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino

E-mail: enrico.destefanis@unito.it;

CATERINA CAVIGLIA

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino

E-mail: caterina.caviglia@unito.it

LUCIANO MASCIOTTO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino

E-mail: luciano.masciotto@unito.it

### 1. INTRODUZIONE

L'espansione dello Stato Romano nelle regioni dell'Italia Settentrionale, chiamata all'epoca Gallia Cisalpina, avvenne tra il II e il I secolo a.C. e comportò la realizzazione o il consolidamento di molte delle città che ancora oggi ritroviamo. Con il trascorrere dei secoli, i rapporti strategici che i centri avevano assunto sono certamente cambiati, vedendo contrarsi alcuni un tempo fondamentali e svilupparsi altri che avevano ad esempio funzioni marginali, come tappe lungo una via di comunicazione. Le vie più importanti all'epoca, la via *Aemilia Scauri* e la via *Julia Augusta* sono quelle tra cui si sviluppano i principali centri urbani del nord Italia, e conseguentemente le strutture funzionali alla società urbana, come gli acquedotti. Gli acquedotti romani antichi sono documentati e studiati sia come opere monumentali, sia come strutture per la distribuzione di acqua pubblica, la cui importanza divenne prioritaria in età imperiale. Molti sono i reperti, più o meno conservati, in Piemonte e Valle d'Aosta; l'intento di questo lavoro è quello di mostrare come la ricchezza di risorse idriche del Piemonte e della Valle d'Aosta fosse già sfruttata ai tempi dei romani. Verranno dunque presentati i principali luoghi di ritrovamento, le caratteristiche degli acquedotti e la tipologia di risorsa idrica sfruttata: le captazioni erano alimentate generalmente dai corsi d'acqua, tranne in alcuni casi dove venivano utilizzate sorgenti o fontanili.

### 2. STRUTTURA DEGLI ACQUEDOTTI ROMANI

Gli acquedotti romani utilizzavano la gravità come energia per spostare l'acqua e per questa ragione i corpi idrici di approvvigionamento dovevano necessariamente trovarsi in posizione topografica rilevata rispetto ai punti di distribuzione. Le acque prelevate erano direttamente convogliate all'interno di condotti detti *specus*, di solito a sezione rettangolare, scavati nella roccia o realizzati in muratura.

Tali condotti di dimensioni variabili a seconda della portata richiesta, percorrevano il tragitto mantenendo un gradiente molto basso, intorno a 0,3‰ permettendo così un flusso costante durante l'anno che limitava le

turbolenze delle acque, il rimescolamento e i conseguenti fenomeni di erosione delle condutture. Lungo il percorso erano presenti piscine *limariae* per la decantazione delle scorie in sospensione, e prima dell'immissione nelle condutture cittadine venivano raccolte in serbatoi detti *castella aquarum* da cui si dipartivano le condutture, in piombo (*fistulae*), e in terracotta (*tubuli*). Una gran parte degli acquedotti aveva un percorso che partiva da porzioni esterne di zone collinari di un'area verso la pianura (Fig. 1).

In età repubblicana la *Cura Aquarum* o cura degli acquedotti e delle acque, era affidata ai censori, che ne curavano costruzione e collaudo. L'acqua era di uso pubblico; eventuali eccedenze venivano vendute ai privati. In età imperiale si diffondono le concessioni a privati ma una parte dell'acqua è riservata all'imperatore; l'acqua comincia ad arrivare nelle abitazioni di alcuni privati e nasce il *curator aquarum*, di rango consolare, che risponde direttamente all'Imperatore o al Prefetto.

### 3. IL CONTESTO GEOGRAFICO E LE RISORSE IDRICHE

Il Piemonte e la Valle d'Aosta (Figura 2) possiedono nel loro complesso un territorio caratterizzato da contesti morfologici molto differenti che vanno dai rilievi dell'arco alpino occidentale e del settore appenninico settentrionale fino ai settori collinari, a cui appartengono il Bacino Terziario Ligure Piemontese e i rilievi morenici come quelli di Ivrea (TO). La piana alluvionale contornata dai rilievi, costituisce la porzione occidentale della

Pianura Padana. Le risorse idriche risultano abbondanti e diversificate; quelle superficiali si manifestano attraverso un reticolo idrografico molto sviluppato che interessa l'intero territorio; il principale sistema di drenaggio è riferibile al F. Po, che divide il territorio in una porzione settentrionale e una meridionale. Nel settore settentrionale i principali affluenti sono il fiume Dora Riparia che drena la Valle di Susa e il fiume Dora Baltea, che costituisce il principale sistema di drenaggio della Valle d'Aosta. Nel settore meridionale i principali affluenti sono il F. Tanaro e il F. Bormida a cui affluiscono numerosi torrenti che convogliano le acque dei settori collinari; tra questi si citano il T. Erro e il T. Scrivia. Per quanto riguarda le acque sotterranee, tralasciando le falde che oggi rappresentano attraverso l'emungimento da pozzi uno dei principali approvvigionamenti idrici, sono altresì importanti le sorgenti molto numerose nelle zone montuose e presenti diffusamente anche nelle zone collinari; per esempio, nel solo territorio della Provincia di Torino ne sono state censite circa 1450. Tra quelle presenti sull'intero territorio, alcune hanno acque termali e dotate di particolari condizioni chimico-fisiche (es. Acqui Terme (AL), Valdieri (CN) e Pre Saint Didier (AO)). Sono inoltre di rilievo e rappresentano una peculiarità del territorio, i cosiddetti fontanili, che consistono in particolari manifestazioni sorgentizie tipiche della Pianura Padana. Essi si ritrovano lungo una fascia definita "linea delle risorgive" che si presenta pressoché continua lungo un settore che segna il passaggio tra Alta e Bas-

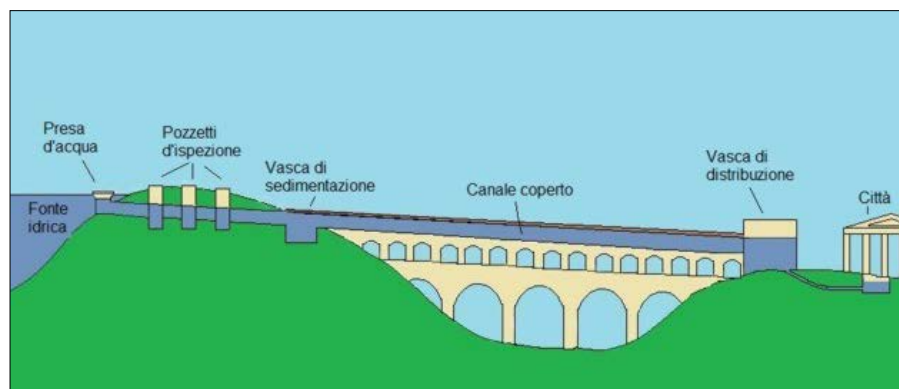


Figura 1 – Schema di acquedotto romano (Roma Imperiale, 2016)

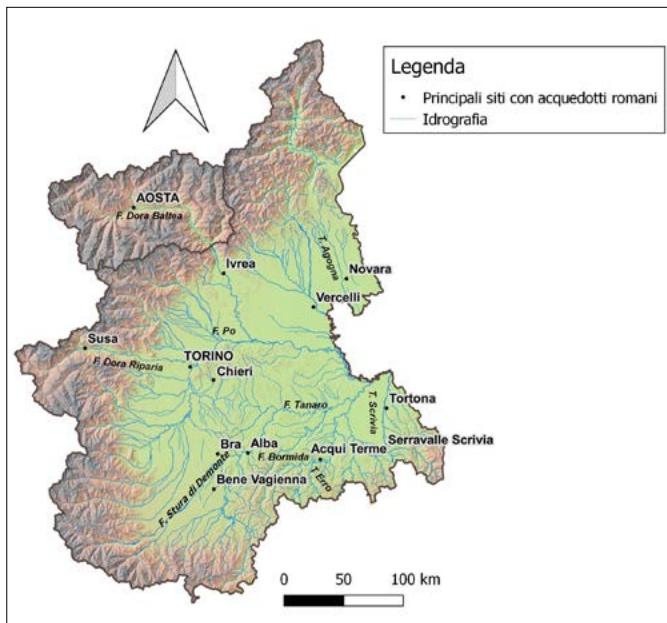


Figura 2 – Carta del territorio piemontese e valdostano. Sono riportati il reticolo idrografico con i principali corsi d'acqua e le località in cui sono stati rinvenuti i reperti degli acquedotti romani

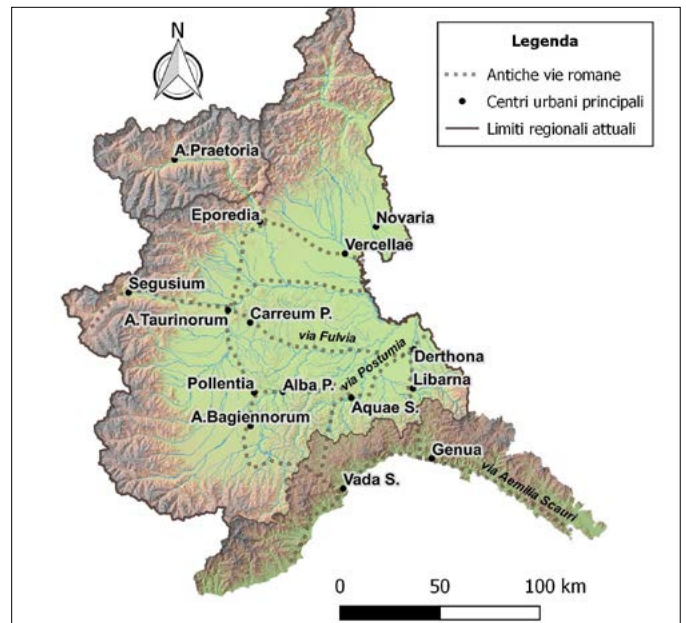


Figura 3 – Distribuzione dei principali acquedotti romani in Piemonte e Valle d'Aosta e della rete viaria tra Piemonte e Liguria. Dati sull'antica rete viaria da Preacco M.C., (2007)

sa pianura, caratterizzato dall'emergenza di acque sotterranee. In un contesto così vario dal punto di vista dell'idrologia già in epoca romana, è stato possibile realizzare numerose opere di captazione e di trasporto delle acque alcune delle quali di notevole importanza. Questo aspetto ha certamente contribuito e facilitato lo sviluppo di nuove realtà sociali, urbane, agricole e industriali.

#### 4. GLI ACQUEDOTTI ROMANI NELLA GALLIA CISALPINA

Tra il II e il I sec. a.C. venne istituita la provincia romana che comprendeva il territorio della cosiddetta Gallia Cisalpina; l'annessione allo Stato Romano, interessò dapprima il territorio a sud del Po, le cui popolazioni vennero sottomesse intorno al 120 a.C., mentre i settori a nord del Po, delimitati dai rilievi alpini, furono conquistati dall'Imperatore Augusto intorno al 30 a.C. Nel periodo dell'espansione romana, è stato certamente fondamentale il ruolo delle vie di comunicazione (Figura 3), che nel 109 a.C. vedevano realizzata dal console Marco Emilio Scauro la via *Aemilia Scauri*, via di passaggio tra il Piemonte e la Liguria, che collegava le città padane di *Derthona* (Tortona) e *Libarna* (Serravalle Scrivia) con il fondamentale scalo portuale di *Vada Sabatia* (Vado Ligure, in provincia di Savona). Ancora oggi, nelle città che si trovano lungo questa via esistono reperti di opere grandiose che testimoniano l'importanza di questi centri, come nel caso di Acqui Terme (AL).

Purtroppo le informazioni attuali su molti degli impianti conosciuti risultano molto ridotte (Tab. 1). È il caso degli acquedotti che un tempo servivano città oggi capoluoghi di regione, come ad esempio Aosta, oppure Tori-

Località	Periodo di costruzione	Sezione m <sup>2</sup>	Portata m <sup>3</sup> /h	Tipologia acque captate
Alba Pompela (Alba) CN	I sec. a.C.	n.d.	n.d.	n.d.
Aquae Statiellae (Acqui Terme) AL	I sec. a.C. – I sec. d.C.	0,16	500	Torrente Erro
Augusta Bagienorum (Bene Vagienna) CN	I - II sec. d.C. (?)	n.d.	n.d.	n.d.
Augusta Taurinorum (Torino) TO	I - II sec. d.C.	n.d.	n.d.	Fiume Dora Riparia
Augusta Praetoria (Aosta) AO	I sec. a.C.	n.d.	720	Fiume Dora Baltea
Carreum Potentia (Chieri) (TO)	I - II sec. d.C.	n.d.	n.d.	Sorgenti collinari (loc. Tetti Miglioretti, Pino Torinese)
Eporedia (Ivrea) TO	n.d.	0,21	600	Bacino naturale zona Maresco
Julia Derthona (Tortona) AL	I sec. d. C.	0,34	950	Torrente Scrivia
Libarna (Serravalle Scrivia) AL	I sec. d. C.	0,11	400	Rio Borlasca
Novaria (Novara) NO	n.d.	n.d.	480	Fiume Agogna
Pollentia (Pollenzo) CN	I - II sec. d.C.	0,38	1050	Fiume Stura e fontanili
Segusio (Susa) TO	IV sec. d.C.	n.d.	n.d.	n.d.
Vercellae (Vercelli) VC	IV sec. d.C. (?)	n.d.	n.d.	n.d.

Tabella 1 – Elenco dei principali acquedotti rinvenuti in Piemonte e in Valle d'Aosta (Scalva G., 1998)

no; questi centri, a seguito della suddivisione in età augustea del territorio in *regiones*, furono realizzati ex novo con la funzione da capisaldi per controllo politico ed economico del territorio, ma soprattutto per facilitare la realizzazione in breve tempo di vie di comunicazione verso la Gallia e l'Europa Centrale (da Sapienza P., 2012). Per quanto concerne la tipologia di reperto, i più significativi sono certamente quelli di Acqui Terme di cui rimane parte dell'attraversamento del F. Bormida e alcuni piloni di sostegno alla condotta. Altri ritrovamenti meno evidenti ma altrettanto importanti riguardano le tubazioni che hanno consentito di stimare la portata, l'inclinazione e la sorgente idrica da cui venivano attinte le acque che solitamente era un corso d'acqua nelle zone pianeggianti e sorgenti o rii nei casi di centri abitati posti in zone collinari.

##### 4.1 ACQUEDOTTO ROMANO DI ACQUI TERME (AQUAE STATIELLAE)

È uno degli acquedotti romani meglio conservati ancora esistenti nel territorio piemontese. La costruzione di questo impianto

può essere fatta risalire alla prima età imperiale, forse all'epoca augustea (inizi del I secolo d.C.). Il percorso dell'antico acquedotto si sviluppa per una lunghezza di circa 12 km (Figura 4), a partire dal bacino di raccolta naturale delle acque situato nel comune di Cartosio, a sud di Acqui Terme, in località Lagoscuro, attraverso la Valle Erro, fino alla sponda sinistra della Bormida, con un salto di quota complessivo di circa 50 metri. Nel primo tratto, il tracciato è quasi interamente sotterraneo; nel tratto terminale invece, all'altezza dell'attuale strada statale del Sassello, proprio per la necessità di attraversare la valle del Bormida e l'alveo del fiume, venne realizzata la grandiosa costruzione in elevato (Fig. 5), raccordata alla parte sotterranea del condotto (Bacchetta A., 2006).

##### 4.2 ACQUEDOTTO DI TORTONA (JULIA DERTHONA) E DI SERRAVALLE SCRIVIA (LIBARNA)

Tortona (AL) divenne colonia romana intorno al 120 a.C. a seguito dell'apertura della via *Postumia* che collegava Genova ad Aquileia, della Via Fulvia proveniente da

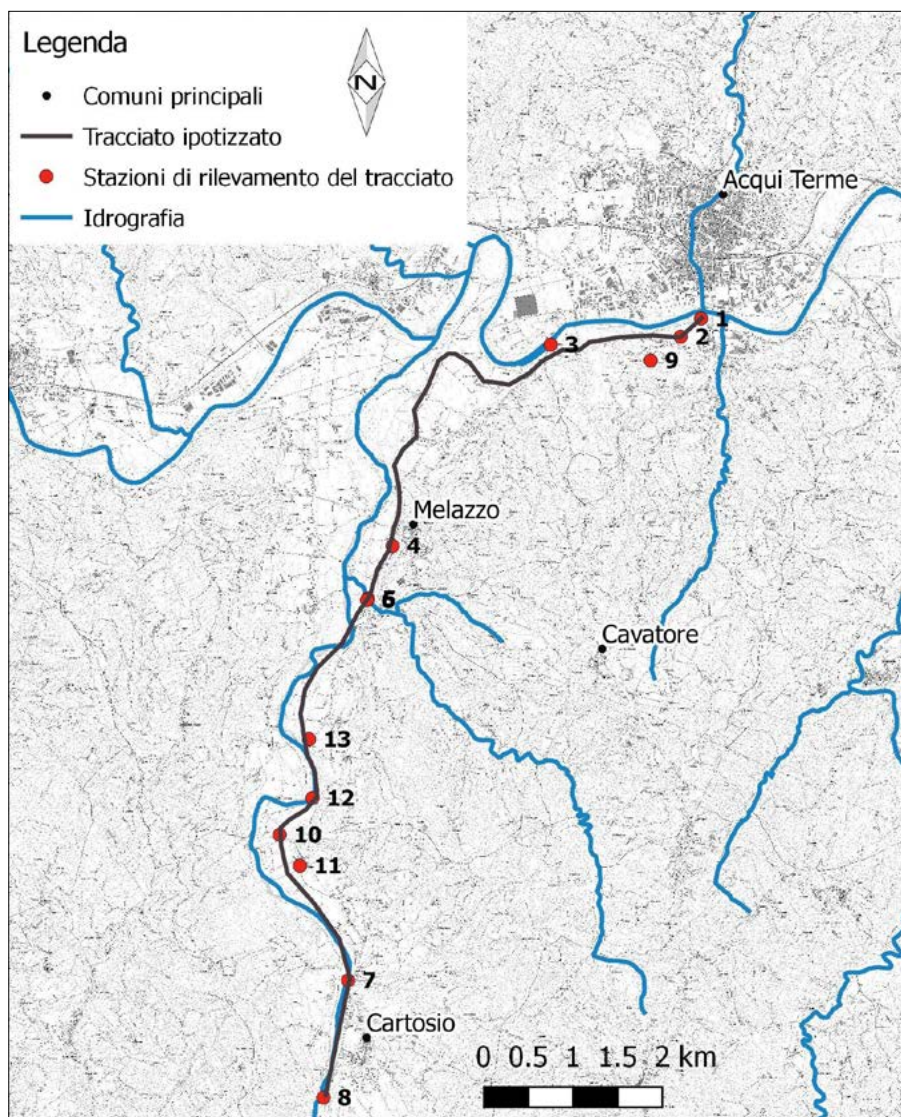


Figura 4 – Tracciato dell'acquedotto romano di Acqui Terme, ipotizzato sulla base dei reperti archeologici, lungo il torrente Erro. I numeri indicano le stazioni di rilevamento dei reperti: 1, 2 Reg. Marchioli; 3 Loc. La Maddalena; 4 Loc. Giardini; 5, 6 Loc. Caliozna; 7 Reg. Colombara; 8 Cartosio-Lagoscuoro; 9 Cascina Roccasorda; 10 Gaini; 11 Rivere; 12 Cascina Sulla Rocca 13: Cascina Armarolo. Dati da Filippi, (1992)

L'acquedotto di *Libarna* (Fig. 6) presenta uno dei più lunghi tracciati in Piemonte e sia per la morfologia del terreno sia per l'ubicazione delle sorgenti riveste notevole interesse come opera di ingegneria idraulica. I primi ritrovamenti risalgono nel corso del XIX sec, a seguito della costruzione della Strada Regia dei Giovi e della ferrovia Torino-Genova. Dalla presa, probabilmente ubicata nella vallata del rio Borlasca in località Pietra Bissara, un'area ricchissima di sorgenti, il condotto iniziava il suo percorso discendente costeggiando la parete montuosa sino allo Scrivia, da dove, seguendo sulla sponda sinistra del torrente la conformazione del terreno, giungeva a Libarna (Carrea et al., 2008). Il rinvenimento di elementi della struttura del condotto hanno consentito di ipotizzare con un certo margine di approssimazione il tracciato dell'acquedotto lungo circa 10 km, in parte sotterraneo e in parte elevato. Il sito archeologico relativo alla città è notevole per importanza e dimensioni; purtroppo della rete acquedottistica non si dispone di molti reperti.

#### 4.3 ACQUEDOTTO ROMANO DI POLLENZO (POLLENTIA) (CN)

Centro strategico nella valle del fiume Tanaro, navigabile in questo tratto sin dall'età preistorica, citata da tra le "*nobilis oppida*" dell'antica Liguria, tra la via Fulvia e la *Aemilia Scauri*, Pollenzo era famosa per la produzione di lane nere e per i vasi di ceramica fine. Tra il I sec. a.C. e il II d.C. la città di Pollenzo, oggi frazione di Bra (CN), ebbe il massimo sviluppo e i maggiori interventi di edilizia e urbanistica. L'approvvigionamento idrico era garantito da due acquedotti posti entrambi a ovest dell'a-

Pollenzo e la via *Aemilia Scauri* verso Vado Ligure attraverso Acqui Terme. I primi ritrovamenti si devono alle ricerche idriche per l'approvvigionamento di acqua potabile che avvennero all'inizio del XX secolo. Nel corso del tempo si sono susseguite varie ipotesi sulla possibile zona di captazione dell'acqua e molti storici hanno tentato di sostenere che esisteva un unico condotto che da Pietra Bissara (GE), al confine tra Piemonte e Liguria, riforniva entrambe le antiche città di *Libarna* e di *Derthona*. A seguito di recenti scoperte si suppone che tale condotto captasse l'acqua del Torrente Scriveria nei pressi della Località Stretta di Villalvernia (AL), a sud di Tortona, e, dopo un percorso sotterraneo, giungesse in città diramandosi sotto l'antico impianto urbano. Il canale era realizzato interamente in muratura di calce e pietre (calcestruzzo romano) prelevate dal Torrente Scriveria.

Nel tratto extraurbano le dimensioni interne del condotto erano verosimilmente 0,75/0,80 m di larghezza e 1,75 m di altezza in chiave (Canevaro P., 2008).



Figura 5 – Struttura in rilievo per l'attraversamento del F. Bormida (Foto C. Caviglia)

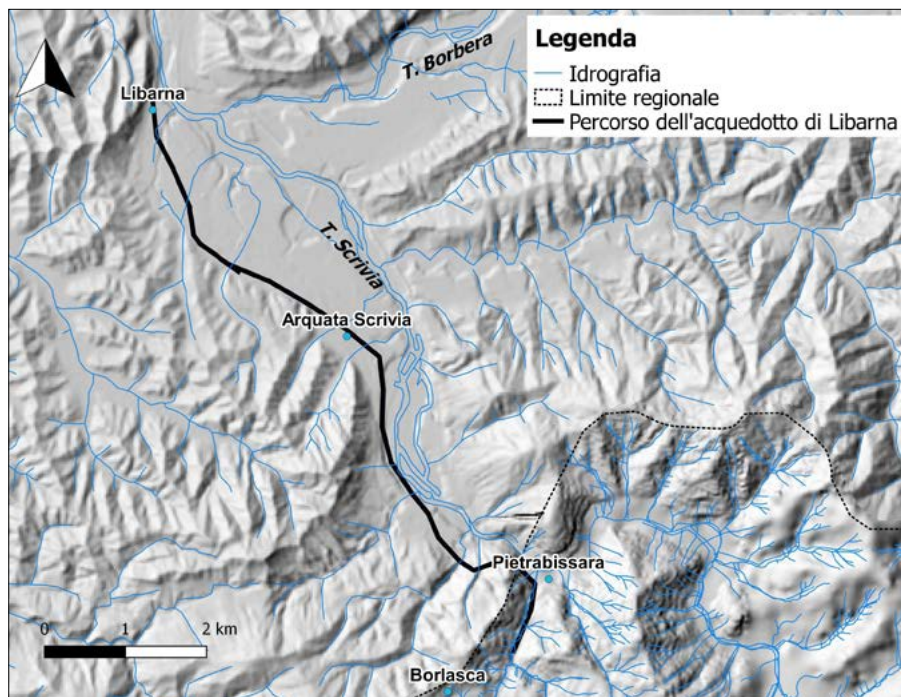


Figura 6 – Percorso dell'acquedotto romano di Libarna sulla base dei reperti archeologici (da Carrea et al, 2008, modif.)

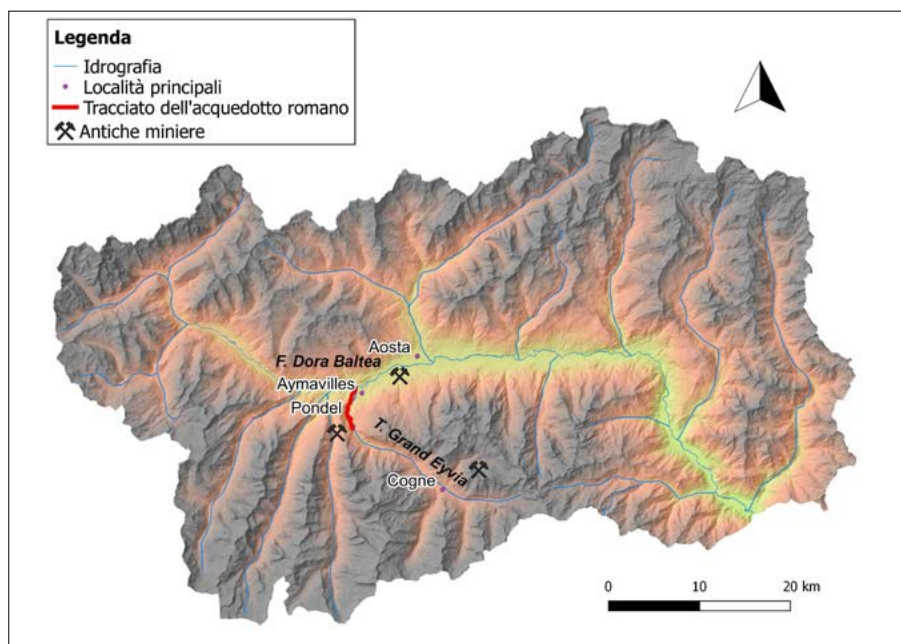


Figura 7 – Tracciato ipotizzato sulla base dei reperti archeologici dell'acquedotto di Pondel. Dati da Comune di Aymaville (2017)

bitato. L'acquedotto meridionale, denominato "Naviglio" e già conosciuto nel '600, era costituito da un condotto sotterraneo, di circa 8 km, realizzato in muratura e coperto con volta a botte, del quale sono stati rinvenuti più tratti, oltre a canali scolmatori e bocche d'ispezione di pozzi. L'opera di presa è stata localizzata ai margini della Stura, a sud-ovest di Pollenzo. Del tratto settentrionale, che doveva trovarsi invece sul livello del piano campagna, non si sono conservati reperti: presentava probabilmente un percorso di 4 km e l'opera di presa probabilmente si trovava a sud ovest di Bra, dove erano presenti numerosi fontanili. La rete di distribuzione urbana è testimoniata dalla presenza di *fistulae plumbee* (condutture in piombo), tubi fittili (tubazioni in terracotta

rossa), da una serie di componenti idraulici in bronzo e due elementi di fontana (una bocca di fontana a forma di leone è conservata presso il Museo di Antichità di Torino).

#### 4.4 ACQUEDOTTO ROMANO DI PONDEL (AOSTA)

Un caso particolare è costituito dal ponte di Pont d'Aël, posto sulla destra orografica della valle nei pressi di Aymaville. Esso costituisce solo parte di quello che era originariamente un lungo acquedotto, con un tracciato di 6 km (Fig. 7), edificato nel 3 a.C. per volere di un privato, *C. Avilius Caimus*, originario di *Patavium* (Padova), esponente di una facoltosa famiglia di imprenditori, gli *Avillii*, con l'intento di investire nell'attività estrattiva. Questo è quanto testimonia l'iscrizione che appare al di

sopra della chiave di volta dell'acquedotto, sul lato nord. Il ponte-acquedotto doveva servire per l'irrigazione e il rifornimento di acqua per il lavaggio di minerali per l'estrazione di ferro, della la colonia di *Augusta Prætoria*, l'odierna Aosta, allora appena fondata. Il ponte attraversava il torrente Grand Eyvia prendendo l'acqua nella vicina località di Chevril (Aymaville) a quota 975 m, scendeva lungo il versante sinistro della valle all'interno di un canale tagliato nella roccia, modellato sul profilo della montagna, attraversava l'orrido al Pont d'Aël (880 metri) e proseguiva sul versante destro fino al fondovalle. Il condotto idrico presentava una sezione di 1,20 m, una pendenza stimata del 6‰ ed una portata idrica media pari a 200 l/s. Il sistema di irrigazione era progettato in modo che l'acqua scorresse in superficie. Questa è la ragione per cui la pendenza doveva essere costante lungo l'intero percorso (Döring M., 2005). Il ponte, è suddiviso in due livelli: un condotto superiore pavimentato in grosse lastre litiche squadrate (lo *specus*) e originariamente impermeabilizzato da apposita malta idraulica, che consentiva il passaggio dell'acqua, e un camminamento inferiore, largo circa un metro e opportunamente aerato ed illuminato, che consentiva il transito di uomini e animali. Oggi, in quello che era una volta il canale delle acque, passa un sentiero per escursioni.

#### 4.5 ACQUEDOTTO ROMANO DI CHERI (*CARREUM POTENTIA*)

Le prime notizie riguardanti l'acquedotto romano di Chieri si ritrovano nella *Cronaca* cinquecentesca del chierese Gabriele Visca, che segnalava la presenza di *fistulae plumbee*, ormai otturate, che portavano l'acqua a Chieri dalla collina (Gabucci A., 2010). I primi ritrovamenti certi risalgono al XIX secolo quando venne alla luce un tratto di canale in pietra e calce nei pressi di cascina Mangolina, dove un tempo veniva lavorato il cotone. In seguito, intorno al 1880, fu ritrovata in Valle Miglioretti, a fianco del ponte della Comenda, dopo essere caduta nel rio a seguito di una frana, una vaschetta in calcestruzzo interpretata come bacino di captazione dell'acquedotto, oggi non più rintracciabile, probabilmente a seguito della canalizzazione del rio e degli ingenti lavori di sistemazione dell'area per la costruzione di un centro sportivo. Altri resti furono rinvenuti negli anni '30 del Novecento grazie alle ricerche dello studioso di storia locale Riccardo Ghivarello e da quel momento si sviluppò lo studio sul presunto tracciato dell'acquedotto. Il rio che probabilmente veniva utilizzato in età romana per l'alimentazione idrica di *Carreum Potentia* è il rio Gola, primo affluente del Tepice, che nasce all'imbocco della valle omonima verso il parco naturale regionale della collina

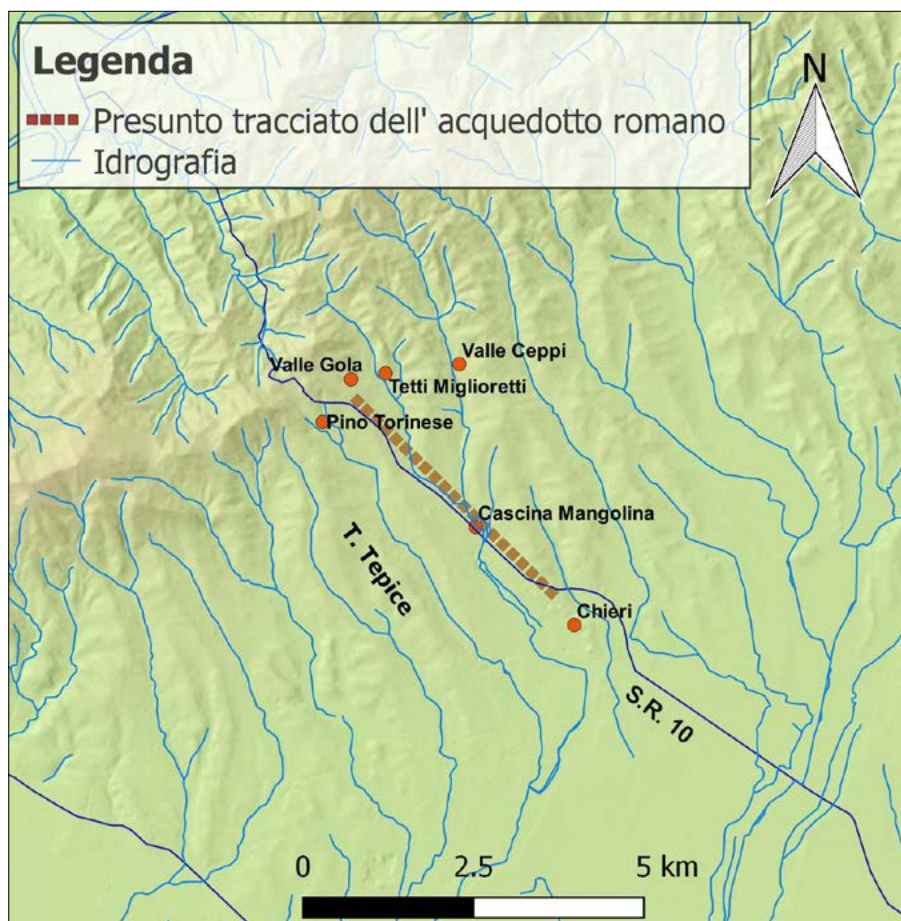


Figura 8 – Presunto tracciato dell'acquedotto romano di Chieri (dati da Gruppo Archeologico Torinese, 2016)

di Superga, grazie all'acqua che sgorga da alcune sorgenti, ancora oggi esistenti nella zona. È probabile che il bacino di captazione si trovasse a fianco del grande campo oggi compreso tra Valle Miglioretti e il rio Gola, sulla riva destra del piccolo corso d'acqua, a valle del raccordo tra le diverse sorgenti, e in una zona quasi pianeggiante.

L'acquedotto, molto probabilmente, consisteva in un semplice condotto poggiato al pendio che collegava la collina di Pino Torinese (*Pinarianum*) con Chieri (*Carreum Potentia*) per un tratto di 5 km e quote comprese tra i 363 ed i 312 m s.l.m. L'acqua veniva convogliata dalle sorgenti collinari della Commenda (località Tetti Miglioretti), scendeva correndo parallela all'attuale strada regionale SR 10 ed entrava a Chieri (Fig. 8). L'acquedotto era costituito da un semplice canale, realizzato in un conglomerato di pietrame e ciottoli spaccati legati da malta biancastra dura e compatta, la cui profondità, valutata da Ghivarello, doveva essere di circa 34 cm; non si hanno dati certi sulla pendenza, valutata tra i 2 ‰ teorici e i 10 ‰ ipotizzabili sulla base del dislivello tra il punto di partenza e quello di arrivo. Un risultato forse ragionevole, ma comunque ipotetico, è costituito dai poco più di 1500 mc/giorno che si ottengono calcolando, con la formula utilizzata per il computo della portata dei canali di scolo non in pressione, uno speco profondo 34 cm (come proposto da Ghivarello) e una pendenza ottimale di 2 ‰.

#### 4.6 ACQUEDOTTO ROMANO DI IVREA

Eporedia, l'attuale Ivrea, fa fondata nel 100 a. C per stabilire un caposaldo strategico all'imbocco della Valle d'Aosta, per aprire e conservare, sicura dai Salassi (popolazione di origine celtica del canavese e della valle della Dora Baltea), la via delle Gallie, e per poter mantenere le miniere salasse conquistate con la vittoria di Appio Claudio Pulcro. Dal punto di vista geologico, la morfologia dei Colli di Ivrea è caratterizzata da un elevato tasso di affioramento del substrato roccioso, che costituisce raggruppamenti di rilievi caratterizzati da un profilo arrotondato. I rilievi sono separati da depressioni in parte occupate tuttora da bacini lacustri e in parte corrispondenti a bacini lacustri colmati: i bacini ospitano localmente torbiere galleggianti note come "terre ballerine". Le depressioni lacustri si sviluppano in coincidenza delle litologie a tessitura scistosa o milonitica e lungo fasce tettonizzate, caratterizzate da un'elevata fatturazione. L'esempio più significativo è dato dall'allineamento delle depressioni della Torbiera di Tomalino e del Lago Pistono, dove si sviluppa il Maresco di Bienca, in coincidenza della Linea del Canavese Interna (Forno *et al.*, 2007). Si dice che il Maresco di Bienca fosse utilizzato come bacino di raccolta per l'acquedotto romano, incanalandone le acque per portarle fino all'attuale Porta Aosta, al fine di soddisfare le necessità di approvvigionamento

idrico di una città che già all'epoca era di circa ventimila abitanti.

Documenti storici attestano che questo canale nel 1471 doveva essere nella sua completa efficienza, ed era ancora in funzione al principio del 1700 ad uso di manifatture tessili (Comune di Chiaverano, 2016). Il condotto, coperto in muratura, attraversava parte dei territori di Chiaverano, Montalto Dora e Ivrea e arrivava in città sfruttando l'andamento del terreno, con una lunghezza di 7,5 km, una pendenza media di 1,47 ‰ e portata di 280 l/s. In alcuni tratti correva su ponti-canale, in altri in tagli nella roccia dioritica. Il tracciato dell'acquedotto era quasi totalmente in sotterraneo, dotato di volta in pietre e un condotto impermeabilizzato per mezzo del "cocciopesto". Le acque venivano prelevate probabilmente oltre che dal Maresco di Bienca, anche dal torrente Viona.

In base ai numerosi ritrovamenti, è stato ricostruito il percorso dell'acquedotto, che è illustrato in Fig. 9 (dati da Brecciaroli Taborelli L., 2006).

#### 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le opere acquedottistiche testimoniano la grande conoscenza ingegneristica che i Romani avevano anche nel campo dell'idraulica. In questa regione, così come in tanti altri luoghi interessati dal fenomeno dell'espansione dell'Impero, è proprio stata l'acqua, unitamente alle vie di comunicazione una dei migliori alleati di questo popolo. Nelle regioni prese in esame, l'abbondanza e la diversità delle risorse idriche, ha dato luogo a dimostrazioni di impiego molto importanti. Oltre alle opere acquedottistiche, i Romani hanno dimostrato di riconoscere e utilizzare le sorgenti termali, costruendo impianti che sono giunti fino ai giorni nostri.

Un altro utilizzo delle acque è stato quello di via di comunicazione, costruendo porti fluviali per il trasporto di merci, tra i quali si citano quello di Alba Pompeia sul fiume Tanaro e quello nei dintorni di Cavagnolo (TO), alla confluenza tra la Dora Riparia e il Fiume Po. Benché questi territori siano stati nei secoli pesantemente rimaneggiati, si auspica che emergano altre informazioni sia da fonti occasionali, quali gli scavi per realizzazione di nuove opere, sia mediante mirate indagini geofisiche e geoelettriche, oggi più diffuse e versatili.

#### BIBLIOGRAFIA

- BACCHETTA A. (2006). *L'acquedotto romano. Sistema museale di Acqui terme. Aquae Statiellae* - Percorsi di Archeologia, 39 pp. De Ferrari, Genova.
- BRECCIAROLI TABORELLI L. (2006). *Eporedia tra tarda Repubblica e primo Impero: un aggiornamento*. In: *Forme e tempi della dell'urbanizzazione nella Cisalpina (II sec a. C.-I sec. d. C.)*. Atti delle Giornate di Studio, Torino 4-6 maggio 2006. A cura

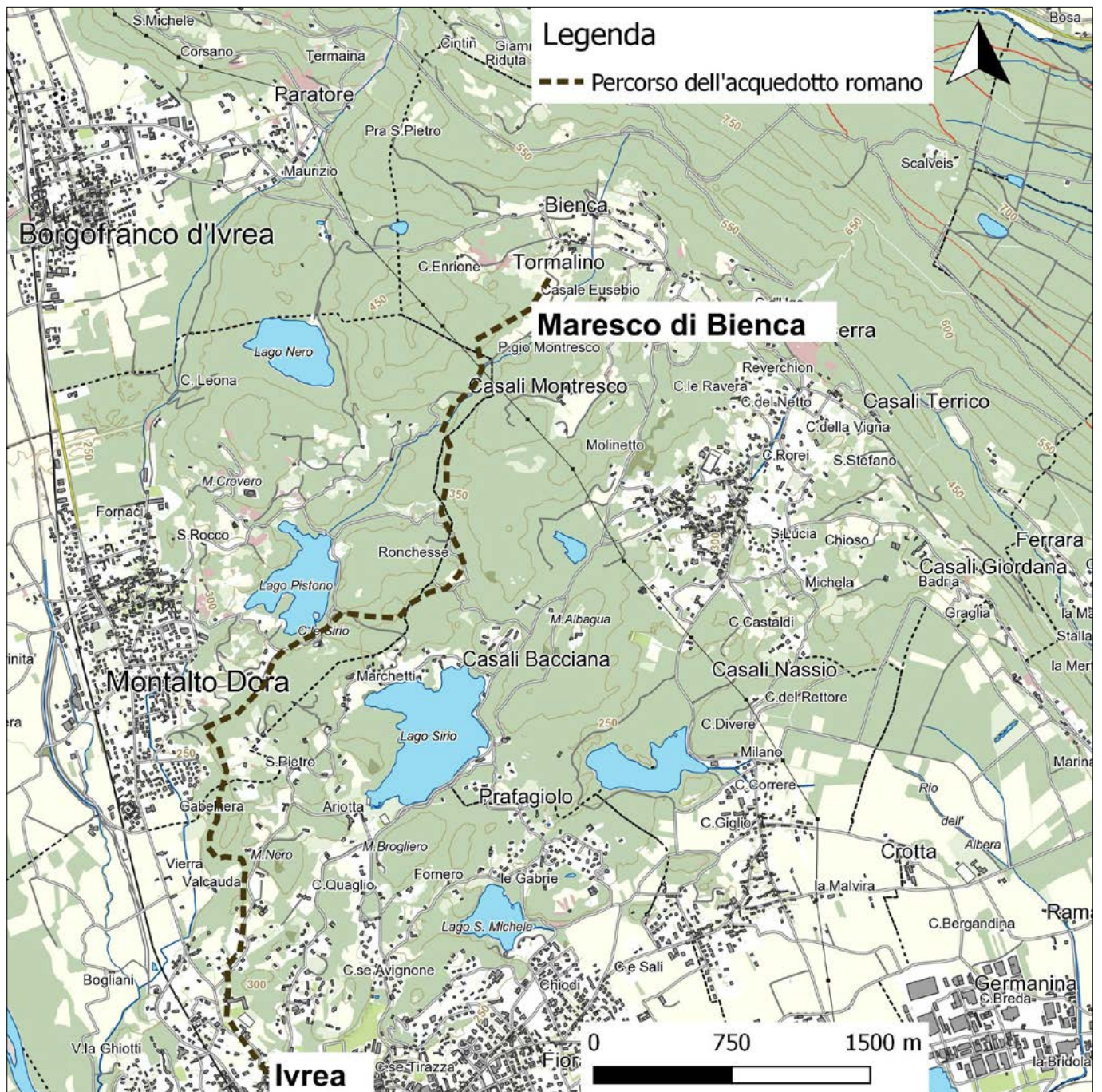


Figura 9 – Acquedotto di Eporedia. Tracciato dell'acquedotto, conservato e ipotetico (dati da Brecciaroli Taborelli, 2006)

- di Luisa Brecciaroli Taborelli. 351 pp. Edizioni all'Insegna del Giglio, Firenze
- CANEVARO P., (2008) in *Ato 6, Gestione Acqua potabile, acqua di qualità*. L'impegno e la professionalità di Gestione Acqua per erogare acqua potabile di qualità. 70 pp. Tip. Viscardi, Alessandria.
- COMUNE DI AYMAYVILLE (2017). *La ricostruzione dell'acquedotto romano*. A cura di BOCHET L. Disponibile da: <http://www.aymayvilles.vda.it/it/index.cfm/pondel-percorso-acqua.html>
- COMUNE DI CHIAVERANO (2016). *Chiaverano nell'Anfiteatro Morenico di Ivrea*. Disponibile da: [http://www.comune.chiaverano.to.it/website/documenti/brochure-documenti-promozionali/cat\\_view/44-documenti](http://www.comune.chiaverano.to.it/website/documenti/brochure-documenti-promozionali/cat_view/44-documenti)
- CARRERA S., VENTURINO GAMBARI M. (2008) *Area archeologica di Libarna*. Comune di Serravalle Scrivia, Ministero per i beni e le attività culturali, soprintendenza per i beni archeologici del Piemonte e del Museo Antichità Egizie. 16 pp., San Giorgio Editrice, Genova.
- DÖRING M. (2005) *Roman Irrigation Aqueduct in Aosta/Italy* ICID 21st European Regional Conference 2005 - 15-19 May 2005 - Frankfurt (Oder) and Slubice - Germany and Poland
- FILIPPI F. (1992). *Acqui Terme (Alessandria), località Valle Erro: nuovi dati sul tracciato dell'acquedotto romano di Aquae Statiellae*. Estratto da: Bollettino di archeologia, Ministero dei beni culturali e ambientali, n. 13-15
- FORNO M.G., GIANOTTI F., GROSSO F., PINI R. (2007). *Stratigrafia della sequenza cataglaciale nei colli di Ivrea e dati pollinici preliminari sui depositi lacustri di Chiaverano (Torino)*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, 20(2), 213-228
- GABUCCI A. (2010) *Carreum Potentia. Nascita e declino di una città romana*. Archeologia a Chieri. Da Carreum Potentia al comune bassomedievale. pp.24-49.
- GRUPPO ARCHEOLOGICO TORINESE (2016). *L'acquedotto romano di Chieri*. Disponibile da: [http://www.archeog.it/zindex/Mostra%20Collina/collina%20torinese/pag\\_html/acquedot.htm](http://www.archeog.it/zindex/Mostra%20Collina/collina%20torinese/pag_html/acquedot.htm)
- PREACCO M.C., (2007) *Le città romane nel Piemonte a sud del Po: spunti e riflessioni*. In: *Architettura pubblica e privata nell'Italia antica*. A cura di LORENZO QUILICI E STEFANIA QUILICI 321 pp, «L'Erma di Bretschneider», Roma
- ROMA IMPERIALE (2016). *Gli edifici pubblici di Roma*. A cura di L. JORI. Disponibile da: <http://www.luckyjor.org/sitorom/home/pagedifici%20pubblici.html>
- SAPIENZA P., (2012). *La frequentazione romana nella Regio IX. Problematiche insediative e territoriali nel Piemonte sudoccidentale*. Langhe, Roero, Monferrato. Cultura Materiale – Società – Territorio, anno III, numero 6. pp.34-50
- SCALVA G.,(1998) *Gli acquedotti. Archeologia in Piemonte*. Volume II. *L'età Romana*. A cura di LILIANA MERCANDO. Ministero per i beni culturali e ambientali, Soprintendenza Archeologica del Piemonte, pp 89-100, Allemandi editore, Torino.

# L'approvvigionamento idrico della Reggia di Versailles

## The water supply of the Palace of Versailles

MARIA LUISA FELICI  
Geologo  
E-mail: marialuisafelici@libero.it

173

Parole chiave (*key words*): Versailles, geologia di Versailles (*geology of Versailles*), castello di Versailles (*Palace of Versailles*), approvvigionamento idrico del castello di Versailles (*water supply of the Palace of Versailles*), Macchina di Marly (*the Machine of Marly*), Luigi XIV (*Louis XIV*), Rennequin Salem

### INTRODUZIONE

Le prime notizie certe sul luogo che ospita la reggia di Versailles, Patrimonio dell'Umanità dal 1979, risale al 1038 ed è presente in un documento dell'Abbazia Saint-Père di Chartres cui uno dei sottoscrittori fu Hugo de Versaillis. Acquistata nel 1561 da Martial de Lomenia, segretario delle finanze di Carlo IX, divenne proprietà di Albert de Gondi, maresciallo di Francia, nel 1575. Nel 1589 il castello ospita il re di Navarra, Enrico IV, padre del futuro Luigi XIII, il quale, in qualità di erede al trono, diventa il nuovo re di Francia alla sua morte avvenuta nel 1614.

Il castello di Versailles ha quindi conosciuto molti padroni e molta storia ma indubbiamente l'arrivo di Luigi XIV di Borbone (1638-1715), il re Sole, divenuto re nel 1654, cambiò la sua sorte.

Il re, infatti, vissuto negli anni del XVII-XVIII secolo, decise che era giunto il momento di abbandonare Parigi per vivere in luogo non troppo lontano dalla città ma in cui poter ri-

siedere con tutta la sua corte. Così Luigi XIV, intorno al 1661, cominciò ad investire denaro nella costruzione di una delle più lussuose residenze reali del mondo, il castello o reggia di Versailles, che si caratterizzò non solo per gli ampi spazi costruttivi e scenografici e per lo splendido parco ma anche per gli spettacolari effetti scenici dei giochi d'acqua delle numerose fontane e bacini che abbellivano il parco reale con lo scopo di stupire i visitatori.

Proprio la creazione di fontane e bacini d'acqua fu il motivo basilare che portò alla ricerca di risorse idriche nelle aree circostanti, visto che quanto disponibile nella zona si dimostrava del tutto insufficiente a coprire le necessità del castello.

### INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'inquadramento geologico del luogo che oltre al castello ospita anche la città di Versailles, mostra che l'area in cui si trova la reggia è un ampio bacino, posto a 100-150 metri di altitudine, caratterizzato da suoli

sabbiosi a base argillosa e marnoso-calcarei (*Fig. 1 e Fig. 2*, rispettivamente carta geologica dell'area e di dettaglio della zona su cui sorge il castello di Versailles). Ciò spiega la presenza di stagni nel luogo, alcuni dei quali anticamente situati proprio in quello che oggi possiamo considerare la parte laterale del castello. Il bacino è circondato da collinette boschive a circa 180 metri di altitudine e geograficamente confina a sud con la piana di Satory, ad est con la foresta di Meudon e la piana di Vélizy, a nord con la foresta di Fausses-Reposes. L'area si prolunga ad ovest con la piana di Versailles.

Il rilievo è stato appiattito nel corso delle opere di edificazione del castello e le depressioni coperte e riempite di sedimenti.

Per quanto riguarda l'inquadramento prettamente geologico del foglio Versailles, all'inizio dell'era terziaria, il Bacino parigino subì il contraccolpo del corrugamento alpino che provocò una leggera fagliazione e piegamenti in direzione NNW-SSE. I terreni

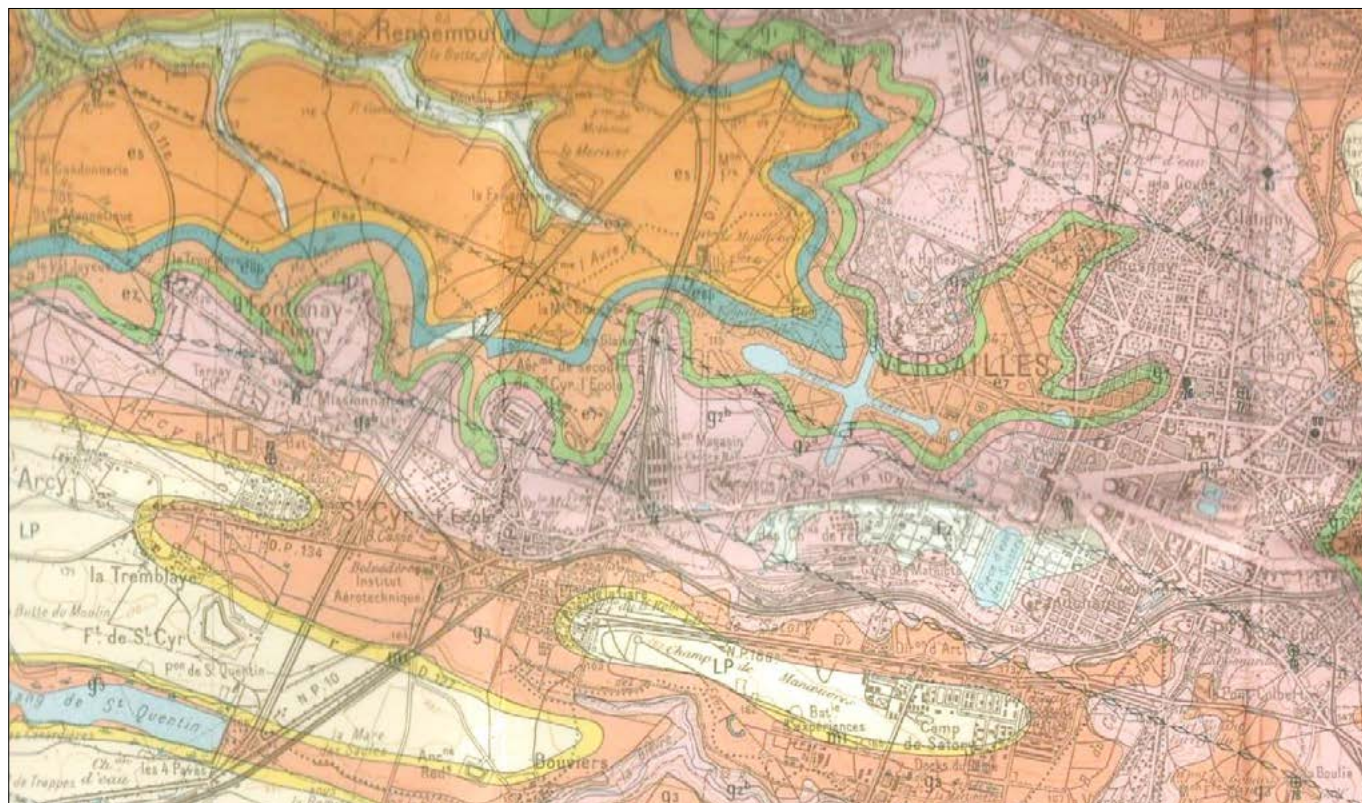


Figura 1 – Foglio geologico Versailles, XXII-14, scala 1:50.000, BRGM

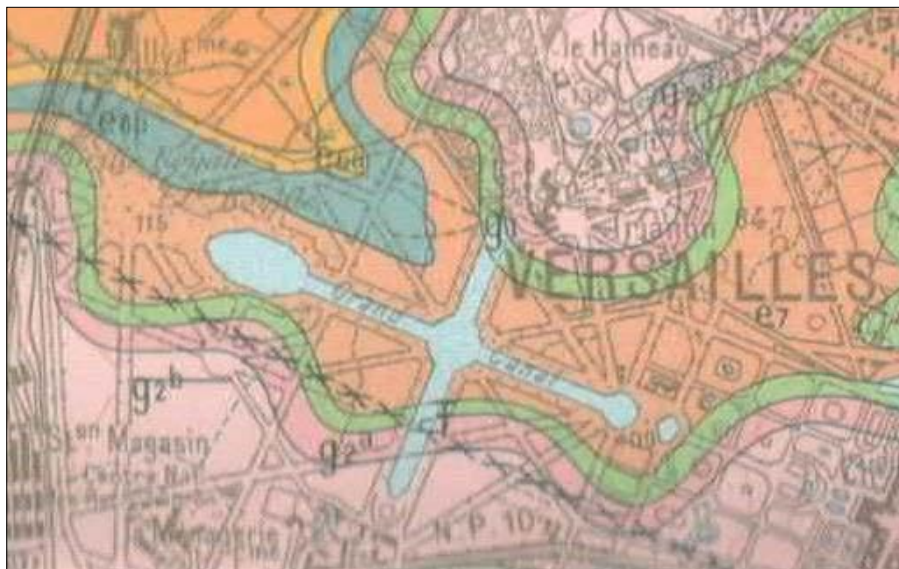


Figura 2 – Dettaglio del Foglio geologico Versailles, XXII-14, scala 1:50.000, BRGM.

rappresentati sul foglio Versailles sono molto variegati, sia sul piano della successione stratigrafica che delle variazioni di facies. Gli spessori anteriori alle Sabbie di Fontainebleau sono molto variabili, in relazione con le condizioni tettoniche. Nel foglio è possibile riconoscere una zona centrale, l'anticlinorium di Beynes a sud e quello della Senna a nord, separati dalla sinclinale del Ru du Gally.

quali si depositarono calcari con componenti silicei e argillosi e in ultimo limi e alluvioni che ricoprirono le parti più superficiali dell'area in questione.

L'area sottostante e circostante la città di Versailles è caratterizzata da: sabbie di Beauchamp (e6a), calcari di Saint-Ouen (e6b), sabbie di Monceau (e6c) del Bartoniano inferiore, marne gessose, calcari, marne

du Gally le cui acque confluiscono nel fiume Mauldry per poi finire nella Senna a Epône; da un terzo fiume, la Bièvre, che scorre nel quartiere di Satory per poi finire anch'esso nella Senna ma a Parigi, nel XIII<sup>o</sup> arrondissement.

## LA RICERCA E L'APPROVVIGIONAMENTO DI ACQUA

Causa la scarsità di portata dei fiumi Marivel e Gally, che quindi rendeva impossibile garantire un adeguato approvvigionamento idrico in grado di sostenere la quantità d'acqua richiesta dai bacini e dalle fontane, e di soddisfare le richieste di Luigi XIV, suo successore, per il quale le fontane dovevano essere sempre funzionanti, architetti ed ingegneri proposero di volta in volta distinte soluzioni per risolvere l'inconveniente.

All'inizio si cercò di razionalizzare l'uso delle fontane del parco e solo i bacini più vicini al castello furono usati quotidianamente, dalle otto del mattino alle otto di sera (Bagordo, 2009). Le fontane, invece erano a pieno regime solo in occasioni speciali, come feste, visite di personalità, ma per non più tre ore per volta.

La ricerca delle acque irrigue portò all'avvio, quasi in contemporanea di grandi opere: la prima consisteva nella realizzazione di una



Foto 1 – Settore del castello. Foto: Giulio Caratelli



Foto 2 – La Torre del lago dell'Hameau di Maria Antonietta. Foto: Giulio Caratelli

Alla fine del Campaniano, appartenente al Cretacico, il mare abbandonò l'area lasciando una coltre di sedimenti che l'erosione ha successivamente modellato. Nel Cenozoico, fasi alternate di ingressione e regressione marina cambiarono il paesaggio, lasciando strati di sedimenti di spessore variabile come sabbie, argille, calcari, marne, gesso. Al termine dello Stampiano il mare si ritirò definitivamente lasciando zone lacustri nelle

contenenti *Helix*, calcari con *Batillaria rustica* del Bartoniano superiore (Ludiano; e7) su cui affiorano terreni dello Stampiano inferiore, ovvero calcari e argille verdi (g1), quindi argille e marne contenenti *Ostrea cyathula* e molluschi (g2a), sabbie e grès di Fontainebleau (g2b) dello Stampiano.

Dal punto di vista idrogeologico, Versailles è alimentata dal fiume Marivel che a Sèvres si immette nella bassa Senna, dal Ru

rete idrica di collegamento tra gli stagni limitrofi all'area di Versailles finalizzata alla raccolta delle acque piovane; la seconda era incentrata sulla deviazione di un corso d'acqua che garantisse la portata necessaria; la terza mirava al sollevamento artificiale dell'acqua della Senna, fiume situato a pochi chilometri dalla reggia, per raggiungere il più vicino acquedotto collegato con Versailles. Pensate singolarmente, alla fine queste tre





Foto 3 – Bacino d'acqua.

opere portarono alla creazione di un sistema idrico integrato con elementi interdipendenti (Bagordo, 2009; Pincas, 2001).

Sotto Luigi XIII, una pompa situata a nord del padiglione di caccia prelevava l'acqua dallo stagno di Clagny, prossimo al castello e situato a nord-est, fornendo l'acqua necessaria alle fontane del parco reale (Pincas, 2001).

A partire dal 1663, Luigi XIV fece sistemare i giardini e con l'occasione, Louis Le Vau costruì un edificio che nascondeva una pompa idraulica messa a punto dall'ingegner Denis Jolly, azionata da un maneggio di due cavalli, molto più potente della precedente. Migliorata negli anni 1670, la nuova pompa fu abbandonata nel 1680.

Nel frattempo venne predisposta una nuova riserva d'acqua che andò ad alimentare le fontane del Grand Canal e che sarà riempita solo nel 1736.

Nel 1666 si aggiunse un secondo serbatoio al di sopra della grotta di Téthys e l'anno seguente anche altre 3 riserve d'acqua, messe in moto da 5 mulini a vento ideati da Le Vau, mentre un sesto mulino azionava un percorso di ritorno dell'acqua dalla fontana

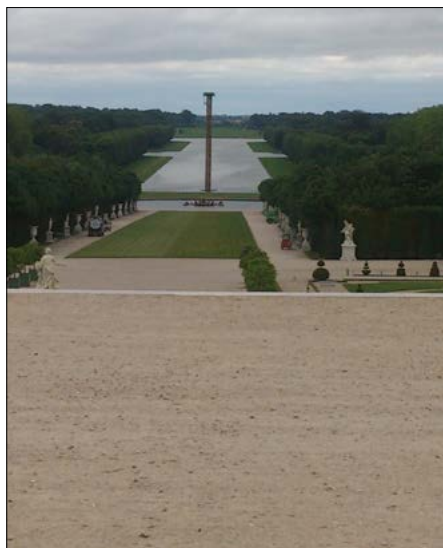


Foto 4 – Gran Canal e parco. Foto: Maria Luisa Felici

dei Cigni allo stagno. La grotta crollò nel 1684 e quindi si resero necessari ulteriori lavori di progettazione e sistemazione di altri serbatoi.

Poiché lo stagno di Clagny non era più sufficiente a fornire acqua nelle quantità richieste dalle fontane del castello di Versailles, si cercò acqua verso le colline di Satory che dominano l'area a sud. Nel 1668 cominciarono i lavori lungo il corso del fiume Bièvre che venne sbarrato per formare lo stagno di Val, il quale tramite 4 mulini a vento e un mulino ad acqua approvvigionò l'acqua a due serbatoi, Satory e Desert, situati sulle colline. Questi lavori però non furono in grado di fornire i quantitativi necessari come auspicato dalle re e quindi negli anni successivi si cercò di arrivare ad una soluzione più efficace, soluzione che vide in gioco anche i pareri e i progetti di rinomati astronomi e matematici francesi.

Nel 1683 l'ingegnere Thomas Gobert fece costruire a Buc un acquedotto a due piani lungo 580 metri al di sopra della valle del fiume Bièvre per collegare gli stagni di Saclay, Orsigny, Bois-Robert, Trou-Salé e Pré-Clos alle riserve d'acque del Parco dei Cervi, nella zona sud-est del castello (Pincas, 2001).

Di fronte alle incessanti richieste di maggiore portata d'acqua, venne proposto di canalizzare l'acqua del fiume Eure, affluente della Senna. Nel 1684 si collegò quindi l'ultimo stagno superiore, La Tour, a Pont Gouin, primo punto del fiume più in alto di Versailles, permettendo una adduzione per gravità. Sebastien Le Prestre marchese di Vauban, ingegnere, architetto militare e urbanista, fu incaricato di realizzare questo progetto che portò alla costruzione di un canale lungo 83 chilometri con due acquedotti a Larris e Maintenon. Ben 30.000 soldati appartenenti a 16 reggimenti posti sotto il comando del maresciallo d'Uxelles furono impiegati nelle opere di idrauliche. Il progetto prevedeva la costruzione a Maintenon di un acquedotto a 3 piani, alto 73 metri e lungo 5 chilometri. Purtroppo, 3 anni dopo i lavori furono inter-

rotti a causa di una guerra e ripresi un secolo dopo da Luigi XVI, per poi essere del tutto abbandonati a causa della rivoluzione. Di questo acquedotto rimane soltanto il primo piano per una lunghezza di un chilometro. Parallelamente a questi lavori, fu costruito sulla collina di Montbaouron un'altra riserva d'acqua, di cui soltanto due bacini dei quattro previsti furono realizzati.

Finalmente dopo tanti tentativi di parziale riuscita, venne progettata un'opera idraulica risolutiva del problema, un sistema di sollevamento dell'acqua mediante una macchina, nota come "Macchina di Marly".

## LA MACCHINA DI MARLY

La "Macchina di Marly" è considerata la più grande macchina idraulica per il sollevamento delle acque mai costruita fino al 1684, fu realizzata da Rennequin Sualem, un vallo- ne originario del principato di Liegi, sotto la supervisione dell'ingegnere capo del progetto e ideatore Arnold de Ville. Il cantiere iniziò nel 1681 e terminò nel 1684.

La macchina prende il nome da Marly, un piccolo centro situato a poca distanza da Versailles e noto per il suo castello, ma in realtà odiernamente situata nel comune di Bougival, dipartimento di Yvelines, a 7 km da Versailles.

Scopo della macchina era di sollevare l'acqua della Senna a Bougival fino alla sommità della collina di Louveciennes, posta a 162 metri d'altezza rispetto al livello del fiume, da cui un acquedotto sotterraneo di 6 km conduceva l'acqua da Marly alla reggia per gravità, sfruttando i 37 metri di dislivello con i bacini del castello.

Poiché la pressione di canalizzazione era molto elevata, l'operazione veniva effettuata in due tempi. 14 ruote di 12 metri di diametro ciascuna azionavano 64 pompe che spingevano l'acqua fino ad un primo serbatoio. Da lì, una serie di pompe innalzava il prezioso fluido fino ad un secondo serbatoio da cui un nuovo sistema di pompe idrauliche spingeva l'acqua fino all'acquedotto di Louve e alle Deux Portes di Marly, per poi effettuare il percorso in discesa fino a Versailles.

La costruzione e il meccanismo di funzionamento della macchina comportò spese ingenti, e la disponibilità di 1.800 persone tra operai, carpentieri, fabbri, idraulici e altre maestranze, oltre ad una ingente quantità di legname, piombo, acciaio, ferro per la costruzione e manutenzione della macchina. Tale sistemazione permise di produrre circa 5.000 m<sup>3</sup> di acqua al giorno, pari a 34 m<sup>3</sup> per ora. Il rumore prodotto dallo sfregamento delle parti metalliche era molto elevato; ciò nonostante la macchina funzionò ininterrottamente per 133 anni.

Nel 1807 la struttura venne rimpiazzata da un sistema a vapore ma nel 1817 Luigi XVIII ordinò la demolizione della macchina



Foto 5 – La Torre del lago dell'Hameau di Maria Antonietta. Foto: Maria Luisa Felici

a causa della sua incapacità di assicurare una adeguata portata, che nel frattempo era scesa a soli 200 m<sup>3</sup> al giorno. Altri professionisti si cimentarono a trovare una soluzione ottimale, l'ultima delle quali rimase in funzio-

ne fino al 1963. Attualmente sono installate turbine elettriche che sollevano l'acqua e la conducono in sotterraneo verso gli impianti di Louveciennes, da cui è distribuita a circa 300.000 abitanti (Pincas, 2001).

Per quanto riguarda la reggia di Versailles, alcuni serbatoi precedentemente costruiti sono ancora oggi utilizzati per alimentare le fontane e i bacini delle Grands Eaux, soprattutto nel corso dei "giochi d'acqua" estivi.



Foto 6 – Gran Canal. Foto: Giulio Caratelli

Si ringrazia il dott. Giulio Caratelli per la concessione delle fotografie e per alcune preziose informazioni.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARIZZOLI-CLÉMENTEL P. (2008), (a cura di), *L'album de Marie Antoinette. Vue et plans du Petit Trianon à Versailles*, Montreuil, Gourcuff Gradenigo.
- BAGORDO G.M. (2009), *Le architetture dell'acqua nel Parco di Caserta*, Roma, Aracne Editrice, pp. 72-82.
- BRGM, Carte géologique de la France, Versailles, XXII-14 Versailles, 1:50.000 e note esplicative.
- CARATELLI G. (2001), *Storia, arte, ambiente: il complesso reale di Versailles e i suoi ambienti*, Scienza e Cultura nel Mondo. Anno IV - N. 3 - Settembre-Dicembre 2001, pp. 15-17.
- MEYER D. (1993), *Versailles*, Editions d'Art Lys, 1993, pp. 70-87.
- PINCAS S. (2001), *Versailles, un jardin à la française*, Pantin, Éditions de la Martinière, pp. 20-28; 268-273.
- TOURING CLUB ITALIANO (1999), *Il palazzo e i giardini di Versailles*. In: *Il Patrimonio dell'Umanità. Tesori salvati e da salvare*, Milano, Touring Editore, pp. 102-103.

# Aqua Traiana e Aqua Paula: le sorgenti

## Aqua Traiana and Aqua Paula: the springs

ELENA FELLUCA  
Ricercatrice indipendente  
E-mail: elena.felluca@alice.it

CARLO GERMANI  
Egeria Centro Ricerche Sotterranee (Roma)  
E-mail: carlo.germani@gmail.com

Parole chiave (*key words*): cavità artificiali (*artificial cavities*), acquedotti sotterranei (*underground aqueducts*), acquedotti romani (*Roman aqueducts*), Traiano, Aqua Traiana, Aqua Paula

### GENERALITÀ – STORIA

L'acquedotto Traiano, realizzato per volere dell'imperatore Traiano nel 109 d.C., raccoglie le acque di numerose sorgenti intorno al lago di Bracciano (*Jacus Sabatinus*), sui monti Sabatini. Lungo complessivamente 57 km, raggiungeva la città di Roma con un percorso in gran parte sotterraneo lungo le vie Clodia e Trionfale, poi su arcate lungo la via Aurelia entrando infine in città sul colle Gianicolo, sulla riva destra del fiume Tevere.

Le notizie storiche relative a questo acquedotto sono scarsissime. Sesto Giulio Frontino,

sovrintendente agli acquedotti di Roma e autore del famoso *De aquaeductu urbis Romae*, era morto pochi anni prima della realizzazione dell'opera e i suoi successori non furono, evidentemente, così diligenti da descrivere i nuovi acquedotti.

Dopo la caduta dell'Impero romano, il condotto fu interrotto e riparato più volte, fino a essere del tutto abbandonato intorno al IX secolo.

Nel XVII secolo papa Paolo V fece completamente ricostruire l'acquedotto che prese il nome di Acqua Paola. Nel corso dei lavori, terminati nel 1612 ed eseguiti principalmente dagli

architetti Giovanni Fontana e Carlo Maderno, le sorgenti del Traiano furono ripristinate e connesse al nuovo collettore circumlacuale.

Come discusso nel seguito, non tutte le sorgenti furono riallacciate in quanto, nel corso dei secoli, molte erano state destinate ad altri usi e non furono concesse dai rispettivi proprietari. In particolare quelle provenienti dalla zona nota come Santa Fiora non furono collegate all'acquedotto Paolo perché gli Orsini, prima, e gli Odescalchi, poi, proprietari dell'area, ne negarono l'utilizzo in quanto necessarie per muovere i mulini di Vigna Grande (Fea, 1832) e, a partire dal 1698, per alimentare Bracciano attraverso l'acquedotto Orsini – Odescalchi che raggiungeva la cittadina con un percorso in parte sotterraneo e in parte su arcate.

Le acque risultarono quindi insufficienti costringendo qualche decennio dopo a catturare e mescolare a quelle sorgentizie le acque del lago di Bracciano. A tal fine, con *Chirografo* del 3 giugno 1673 e *Istromento* del 6 agosto 1675 venne formalizzato un accordo tra il duca Flavio Orsini, proprietario del lago e delle sue sponde, e Papa Clemente X con il quale vennero stabilite le regole di gestione ed adottati gli accorgimenti necessari per regolare il regime dell'acqua lacustre ed assicurarne la costanza. Furono anche costruiti un muro di argine presso l'emissario Arrone, un nuovo condotto e un edificio di presa, tutto a spese del Duca (Fig. 1). Infine, si stabilirono luoghi per gli abitanti di Bracciano, Trevignano e Anguillara ove lasciar macerare canape e lini al fine di evitare infiltrazioni nel condotto.

L'immissione dell'acqua lacustre nel condotto principale dell'*aqua Paula* aumentò notevolmente la portata ma a discapito della qualità, da cui il detto popolare "valere quanto l'acqua Paola".

Nel XIX secolo, per potenziare ulteriormente l'*aqua Paula* vennero utilizzati i due laghi limitrofi a quello di Bracciano: nel 1825 venne captata con un cunicolo l'acqua dal lago di Martignano e nel 1830 fu realizzato un prolungamento dello stesso cunicolo fino al lago di Stracciacappa, poi completamente prosciugato. Sempre nel 1830 fu realizzato anche un nuovo emissario del lago di Martignano, ad un livello inferiore, per compensare il progressivo

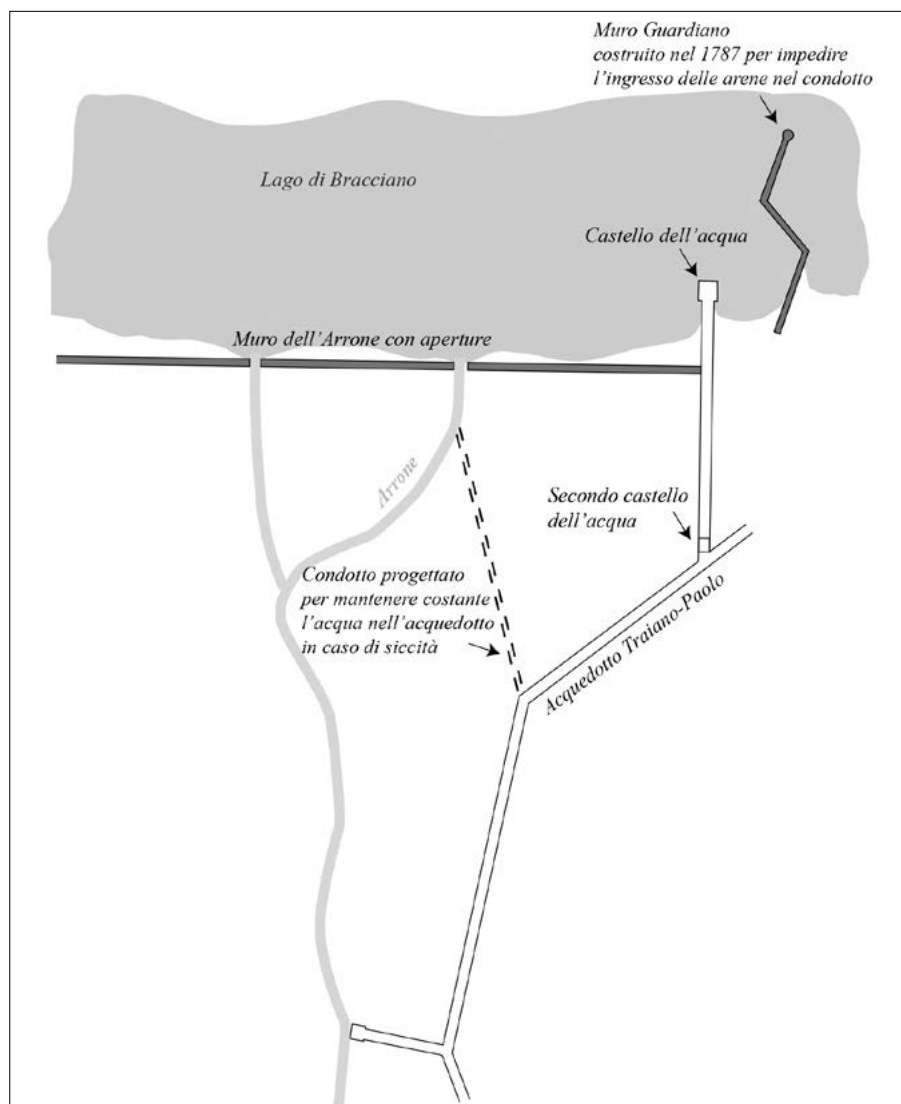


Figura 1 – Schema della captazione dal lago di Bracciano (elaborazione grafica E. Felluca; mappa originale ASR – Collezione Disegni e Piante, coll. 1, cart. 4, foglio 155)

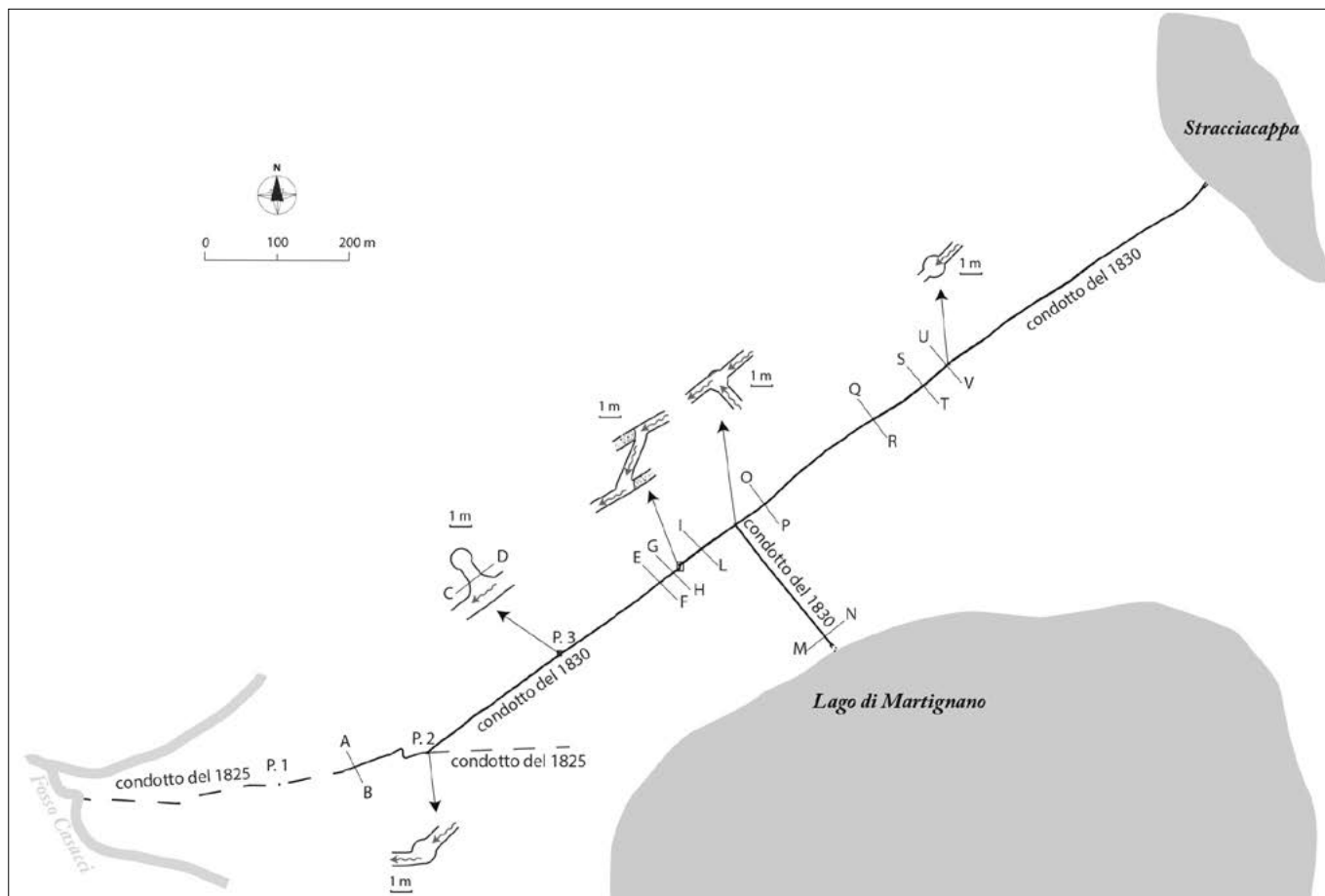


Figura 2 – Percorso del Nuovo Acquedotto Alsietino, che collegava i laghi di Martignano e Stracciacappa a quello di Bracciano (grafica E. Felluca; rilievi L. Fauci, E. Felluca, T. Dobosz)

abbassamento delle acque<sup>1</sup> che rendeva inutilizzabile l'emissario più antico (Fig. 2).

### LE ANTICHE AREE SORGENTIZIE

Le sorgenti più lontane da Roma si trovano lungo il Fosso di Grotte Renara, a E di Manziana. Da qui un ramo dell'acquedotto scende verso SE fino alla sponda del lago e lo aggira in senso orario, intercettando lungo il percorso le acque provenienti dalle altre sorgenti (Fig. 3).

Il ramo con maggior flusso d'acqua trae origine a SE di Oriolo Romano, dalla ricca area sorgentizia oggi denominata Santa Fiora e scendeva verso il lago inizialmente lungo la sinistra idrografica del fosso omonimo, fino a ricongiungersi con il ramo proveniente da Grotte Renara nella zona di Vigna Orsini. Un'altra serie di sorgenti si trovava nell'area attorno alla tenuta di Vicarello e lungo i fossi della Calandrina e del Ponte di Morichella.

Le evidenze sul terreno e le fonti scritte rivelano come l'acquedotto, in epoca romana, fosse molto più articolato e raccogliesse molte più sorgenti rispetto all'*aqua Paula*. Particolarmente interessante è l'*Istromento* del 23 agosto 1608 con il quale Virginio Orsini, secondo duca di Bracciano e possessore del

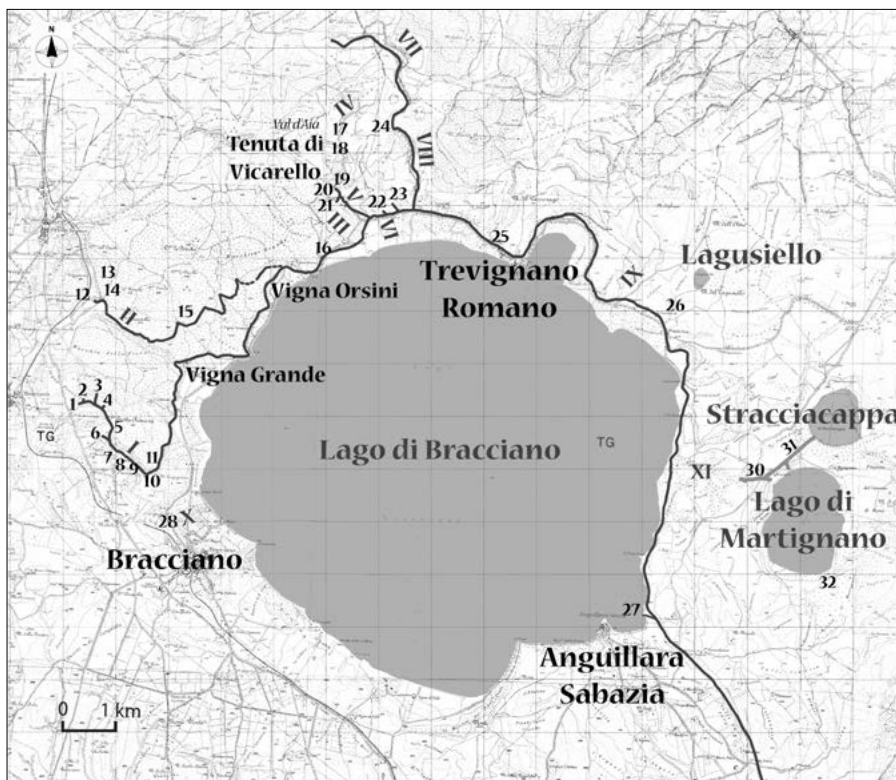


Figura 3 – Percorso schematico dell'*aqua Traiana* e dell'*aqua Paula* intorno al lago di Bracciano: I) Fosso di Grotte Renara; II) Fosso della Fiora; III) Fosso nell'Oliveto Grande di Vicarello; IV) Fosso di Monte Sassano; V) Fosso delle Ferriere; VI) Fosso del Bagnatore; VII) Fosso della Calandrina; VIII) Fosso del Ponte di Morichella; IX) Fosso del Pianoro; X) Rio delle Cisterne; XI) Fosso Casacci. 1) Botte del Belluccio; 2) "Botte superiore"; 3) Botte dell'Acqua Precilia; 4) Botte delle Cinque Vene; 5) Ponte del Pettinicchio o del Ciurlo; 6) Botte del Micciario; 7) Passo del Pisciarellino; 8) Botte della Piscina; 9) Sbarramento e Botte di Grotta Renara; 10) Secondo ponte di attraversamento del fosso; 11) Ponte del Paradiso delle Civette; 12) Sorgente Fiora; 13) Presunto ninfeo della sorgente Carestia; 14) Condotto Carestia; 15) Condotto della sorgente Fiora; 16) Vigna Venere; 17) muro di epoca romana; 18) sbarramento; 19) sbarramento e condotto; 20) Tre sorgenti fra scogli restaurate; 21) Botte Lunga; 22) Fontanile delle Donne; 23) le Sette Botti; 24) ponte del Passo del Guardiano; 25) S. Filippo; 26) condotto di epoca romana; 27) Castello dell'acqua; 28) Fontanile delle Donne; 30) Nuovo acquedotto Alsietino, condotto del 1825; 31) Nuovo acquedotto Alsietino, condotto del 1830; 32) acquedotto Alsietino

1 Oggi il lago di Martignano è ulteriormente sceso di livello e nessun emissario è più funzionante.

territorio lacuale, cedette a Paolo V per 25.000 scudi e metà delle acque alcune delle sorgenti e dei condotti antichi del suo Ducato, per fare in modo che a Roma arrivasse acqua potabile:

[...] 1. Che il signor Don Virginio dà, e concede a Nostro Signore, e successori, e ministri sopra ciò deputati l'acque delle mole vecchie di Bracciano, l'acqua della Vigna Orsina, quella di Venere, il primo Rio, ed il secondo Rio vicino à Trivignano, non vendute fin'ora dagli architetti, e non misurate.

2. Che l'acque del Rio delle Cisterne, l'acqua che serve alle mole di Bracciano, alla vigna grande che sono Fiore, Matrice, e Carestia, o se altro vi fosse, dell'acqua dell'Orsina oncie sei, quella del Rello vicino all'Orsina, quella che si trova vicino a Vicarello verso Bracciano, quella del rio delle Donne, e l'acqua di Valdagieri, devine tutte restare interamente libere al signor Don Virginio, e nel suo stato per potersene servire nel modo, e dove gli bisogni senza poterne mai per alcun tempo ricevere alcuna molestia, ò difficoltà.

3. Che il detto signore dà facoltà alli detti Ministri, che per spazio di trenta mesi possano cercare per la tenuta di Vicarello, territorio di Trivignano, dell'Anquillara, di Galera, per la Tenuta di Monte Maria grande, Monte Maria piccola, e della Storta, luoghi dello stato di sua eccellenza se trovino altre acque, come si crede che ve ne siano, e trovandole in conduttarle insieme con le altre sopradette; e da detto tempo in là non se ne possa più cercare [...].<sup>2</sup>

Analizzando i due elenchi di sorgenti e condotti antichi riportati nel documento si può tentare una loro identificazione.

Nel primo elenco, ovvero le acque concesse a Paolo V, troviamo l'acqua delle mole vecchie di Bracciano identificabile col Fosso di Grotte Renara, la cui foce conserva il nome di Rio delle Mole. L'acqua della Vigna Orsina va identificata nella sorgente attiva ancora oggi nell'omonima tenuta dove era un lago artificiale, o cisterna, che secondo V. von Hagen contribuiva ad alimentare il condotto principale (Von Hagen, s.d.). Quella di Venere si trova nel settore occidentale della tenuta di Vicarello (Fea, 1832). Il primo Rio, ed il secondo Rio vicino a Trivignano sono rispettivamente il Fosso di Monte Sassano - Fosso delle Ferriere e il Fosso della Calandrina - Fosso di Ponte Morichella, adiacente le Sette Botte.

Nel secondo elenco, ovvero delle acque non concesse, molte dovevano alimentare l'antica aqua Traiana. L'acque del Rio delle Cisterne è il Fosso delle Cisterne, nel centro abitato di Bracciano dove troviamo una sorgente ancora attiva che rifornisce il Lavatoio delle Donne e, quando venne costruito l'acquedotto Odescalchi, all'ini-

zio del XVIII secolo, anche l'ultima ferriera. L'acqua che serve alle mole di Bracciano, alla Vigna grande che sono Fiore, Matrice, e Carestia sono le sorgenti a monte del Fosso della Fiora. L'acqua dell'Orsina è da collocarsi presso la Macchia della Fiora o Vigna Grande; il Rello vicino all'Orsina dovrebbe essere il Fosso della Cacciarella, a Vigna Grande; quella che si trova vicino a Vicarello verso Bracciano è la sorgente a Vicarello nell'Oliveto Grande a ovest dei Bagni, dove R. Hodges segnala l'esistenza di una cisterna di epoca romana e una diga pertinente a un ramo dell'acqua Traiana (Hodges, 1995, fig. 1, nn. 14, 16); quella del Rio delle Donne è nell'Oliveto Valle delle Donne dove scorre l'attuale Fosso del Bagnatore e l'acqua di Valdagieri corrisponde a Val d'Aia, ovvero alle varie sorgenti nell'ampia valle a monte della tenuta di Vicarello.

### LE SORGENTI OGGI

Le ricerche degli Autori si sono concentrate sui tre rami che si sviluppano lungo i fossi di Grotte Renara, della Fiora e delle Ferriere e nell'area di Vicarello (Felluca, 2015, 2016; Germani, Colombo, 2015; Germani, 2016; Ranieri, Felluca, 2015).

### IL RAMO DI GROTTRE RENARA

Il ramo lungo il Fosso di Grotte Renara appare assai articolato (Fig. 4). Ha inizio a Bracciano, in località Boccalupo, in una zona ricca di acqua dove troviamo le tre captazioni principali: la Botte del Belluccio, la Botte Superiore e la Botte dell'Acqua Precilia.

La prima è stata identificata nei resti di una camera quadrangolare di piccole dimensioni con volta a botte costruita in blocchi irregolari di pietra lavica da cui parte uno speco rettilineo oggi asciutto. L'acqua doveva

essere captata dal ruscello stesso per mezzo di un muro di argine e non entra più nella botte, disperdendosi nel fosso.

Le tracce sul terreno suggeriscono la presenza di un condotto a sud-ovest della Botte del Belluccio e forse il suo punto di origine è da collocarsi in una zona a poche centinaia di metri a nord. Il condotto corre in superficie, presenta all'interno il paramento in opera laterizia e blocchi irregolari di pietra lavica di piccole e medie dimensioni. Lungo il percorso capta un'altra sorgente convogliata da un condotto trasversale che ha inizio nella botte superiore, ossia una piccola camera addossata al banco roccioso.

La Botte dell'Acqua Precilia è una struttura costruita al ridosso di un declivio roccioso, poco visibile all'esterno: è una camera stretta e lunga che appare come un corridoio "a ferro di cavallo" lungo circa 20 m e largo 1,1 m per un'altezza di 2,4 m, ha la volta in conglomerato cementizio che conserva le impronte della centina. Le pareti sono intonacate ma è visibile la muratura in laterizio e in blocchi irregolari di pietra lavica. Lungo tutto il lato occidentale vi sono ventiquattro bocchette di presa dell'acqua costruite in laterizio con copertura a cappuccina e che misurano circa 32 cm di larghezza e 45 cm di altezza. Dalla camera parte un cunicolo largo 40 cm e alto 1,2 m che si unisce al condotto proveniente dalla Botte del Belluccio. La muratura e la volta appaiono come quella della Botte e la pavimentazione è in mattoni con qualche gradino per affrontare i salti di quota. Qui troviamo due tipi di bolli laterizi semilunati impressi sui gradini laterali: le impressioni sono parziali, ma possiamo riconoscere facilmente le scritte LVPI o -IANA (CIL XV, 29 b) delle figline *Brutianae* e alcuni frammenti che, messi insieme, ci danno

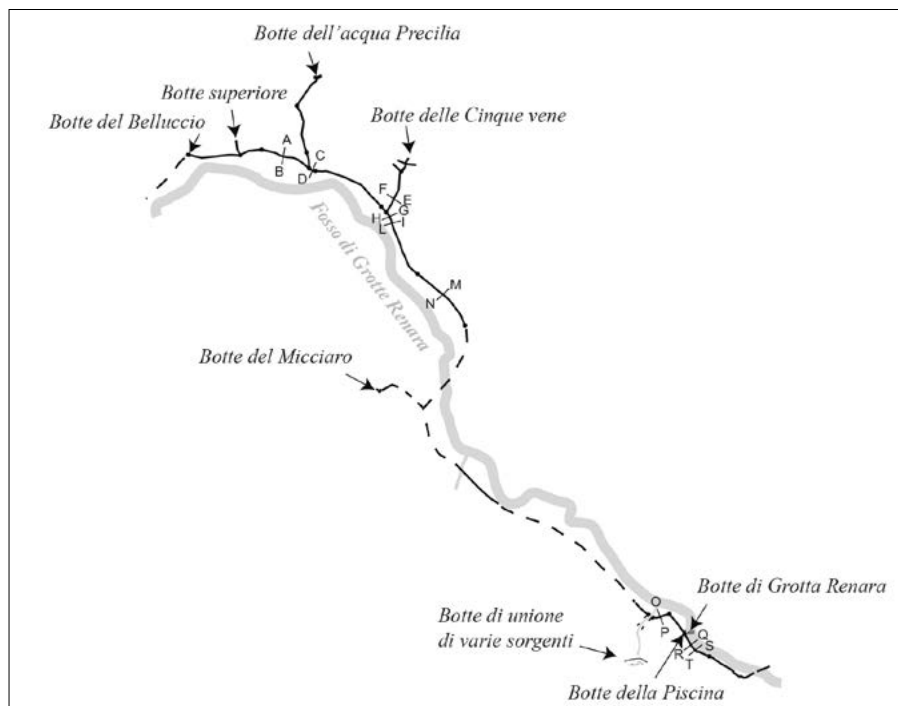


Figura 4 – Percorso del ramo del Fosso di Grotte Renara (grafica E. Felluca; rilievi L. Fauci, E. Felluca, T. Dobosz)

<sup>2</sup> Archivio di Stato di Roma, Fondo Odescalchi, IF4, pp. 7-8.

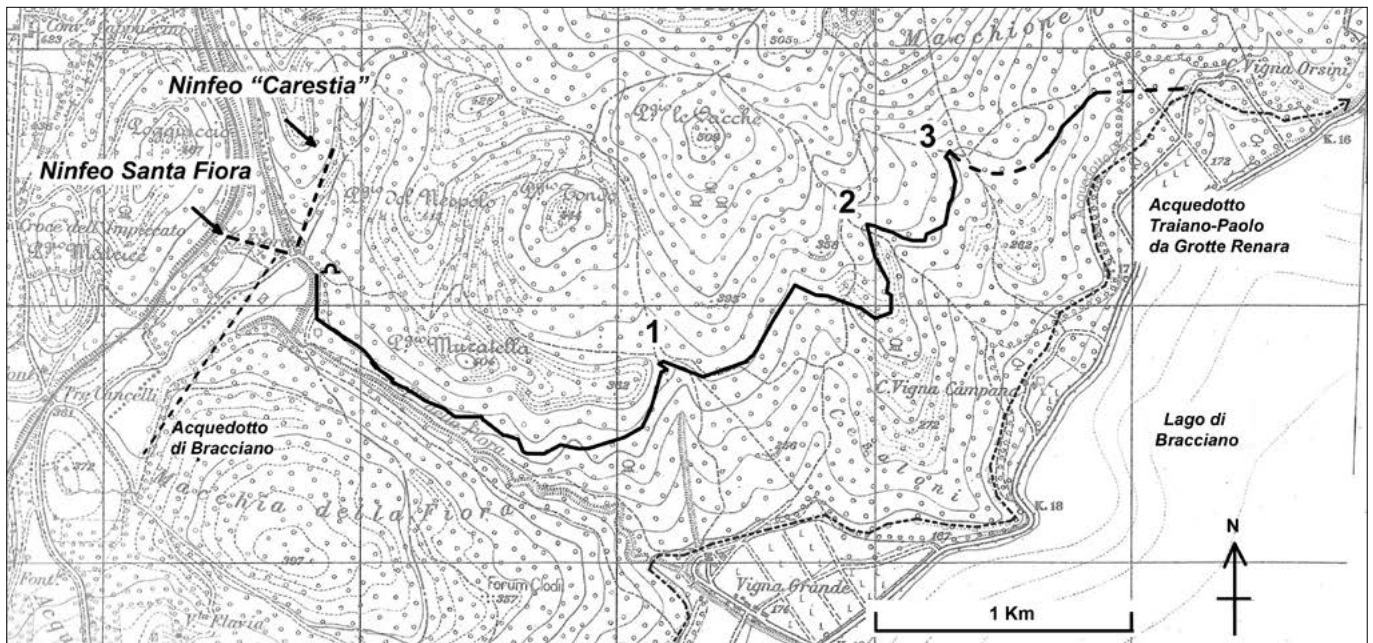


Figura 5 – Percorso del Ramo di Santa Fiora. I punti 1, 2 e 3 indicano le strutture di attraversamento dei fossi. La 1 è integra, la 2 e la 3 sono dirute (grafica C. Germani; rilievi V. Colombo, C. Germani)

il nome di *Ex Caivs Cvriativs Cosanvs* (CIL XV, 97 b), figline *Cepioniana*.

I due condotti convergono, quindi, nel condotto principale fino ad intersecare il ramo della Botte delle Cinque Vene. La pavimentazione di quest'ultimo è caratterizzata dalla presenza di bipedali ventiquattro dei quali recano l'impressione di bolli semilunati, alcuni illeggibili, altri invece ben conservati che recano il nome di *Anteros Severianus*, fornendo un inconfutabile elemento datante all'epoca traiana della messa in opera di questo tratto dell'*aqua Paula*, a riprova che Paolo V utilizzò condotti di epoca romana anche nel tratto di Fosso di Grotte Renara.

I bolli sono di due varianti: un tipo è unilineare con lettere a rilievo *DOL ANTEROT SEVER CAES* (CIL XV, 811 f), l'altro è trilineare *DOLIARE ANTEROTIS SEVERI* (CIL XV, 811d), entrambi presenti anche nel Foro di Traiano (Bianchi, 2004).

La presa di captazione lungo Botte delle Cinque Vene si diversifica dalle due già descritte per il fatto che nel tratto finale, su entrambi i lati, vi sono numerose bocchette fatte di coppi rovesciati e piccoli condotti in laterizio con copertura a cappuccina o con mattoni posti di piatto che drenano l'acqua direttamente dal banco roccioso.

Carico dell'acqua delle quattro sorgenti, il condotto principale prosegue lungo il fosso per poi attraversarlo con il Ponte del Pettinicchio o del Ciurlo (Vecchiarelli, 1989) presso il quale interseca un altro condotto proveniente dalla Botte del Micciaro: una grande camera rettangolare sotterranea addossata al banco roccioso con volta a botte che misura 13,8 m di lunghezza, 3,7 m di larghezza e 4,2 m di altezza. La muratura coincide con quella della Botte dell'Acqua Precilia. Lungo tre pareti si aprono trentotto bocchette di 23 cm di lar-

gezza e 50 cm di altezza costruite in laterizio con la volta a cappuccina. Proseguendo lungo il fosso, l'acquedotto si mostra in superficie presso il Passo del Pisciarello.

A poca distanza dalla frazione Pisciarelli, altri due piccoli condotti confluiscono nel condotto principale apportando acqua da una camera di unione di varie sorgenti addossata al banco roccioso a vista per un ampio tratto. A poca distanza troviamo la Botte della Piscina, una camera rettangolare con volta a botte in parte ricostruita in epoca moderna e misura 6,4 m di lunghezza, 4,15 m di larghezza e 2,5 m di altezza. Sempre nei pressi troviamo la Botte di Grotte Renara ad essa collegata e, nel fosso, un muro di argine in pietra addossato ai resti di una costruzione in opera cementizia e laterizi che secondo Antonio Nibby, storico, archeologo e studioso di topografia antica, costituiva un dispositivo per imbrigliare l'acqua e convogliarla nel condotto durante i periodi di siccità delle sorgenti (Nibby, 1837). Quindi, il condotto procede in sotterraneo sulla sponda opposta per emergere con un ponte a due arcate detto ponte del Paradiso delle Civette e di lì inizia il suo arco intorno al lago.

#### IL RAMO DI SANTA FIORA

Sul ramo proveniente dalle sorgenti dell'area di Santa Fiora le notizie sono scarse soprattutto a causa dell'abbandono totale avvenuto a partire dal IX secolo.

Nel 1695, Carlo Fontana (1638-1714), allievo del Bernini, effettua per conto della Santa Sede un sopralluogo lungo il ramo di Santa Fiora nel quadro della ricostruzione dell'acquedotto Traiano-Paolo. Dalla sua relazione si evince che metà del percorso è ormai diruto (O'Neill, 2014). Sessant'anni dopo, Alberto Cassio, archeologo e studioso

settecentesco, dice: "... i Capi di quelle, che venivano dal Fosso che si diceva di Fiora, sono smarriti" (Cassio, 1756, XXI, 6). Pochi anni dopo Nibby (Nibby, op. cit.), e Thomas Ashby (Ashby, 1935), noto archeologo e fotografo, ne cercano inutilmente il tracciato.

Il condotto è stato rintracciato e rilevato nel 2012 (Fig. 5) e si snoda attraverso i boschi attorno ai 300 m s.l.m. tra il Fosso di Santa Fiora e Vigna Orsini.

La sorgente principale era il Ninfeo di Santa Fiora, struttura piuttosto complessa ad oggi non accessibile e poco studiata sebbene di grande fascino e interesse storico-artistico (Quilici, 2009). Dell'area sorgentizia facevano parte anche il Ninfeo "Carestia", circa 500 metri a NE del precedente, completamente in rovina, e la sorgente "Matrice", non ancora individuata.

Partendo dall'area di Santa Fiora gran parte del percorso si sviluppa in sotterraneo ed è riconoscibile dai pozzi, molti dei quali collassati, da sprofondamenti di varia origine o dalla trincea residuo del condotto crollato. Tra un'apertura e l'altra del condotto, sia essa casuale o legata ad un pozzo di areazione, il cunicolo si presenta di solito intatto e realizzato con uno standard costruttivo elevato ed uniforme (Fig. 6). L'interno dello speco è alto 150-160 cm, largo in media 85 cm, rivestito di intonaco impermeabile (coccio pesto) sul fondo e per un'altezza di circa un metro. Le pareti laterali e la volta sono realizzate in opera cementizia con inerti in tufo per uno spessore complessivo di una sessantina di cm e sono rivestite di *opus reticulatum* da entrambi i lati.

Dalle osservazioni effettuate, l'intera struttura è stata realizzata mediante trincea poco profonda e pare poggiare su una base in calcestrutto poco più larga del condotto stesso.



Figura 6 – interno del condotto del ramo di Santa Fiora (Foto C. Germani)

In corrispondenza dei fossi e dei relativi corsi d'acqua il tracciato segue la curva di livello risalendo lungo il versante fino al punto in cui il fosso può essere passato con una struttura fuori terra per poi proseguire lungo l'altro fianco.

L'acquedotto quindi si affaccia ad una quota poco inferiore ai 300 m s.l.m. sulla spianata di Vigna Orsini, situata un centinaio di metri più in basso, ed aumenta gradualmente la sua pendenza sino ad arrivare ad una inclinazione di 18° dirigendosi verso il tratto proveniente da Grotte Renara. Della congiunzione non rimane traccia poiché nel corso della costruzione dell'acquedotto Paolo sulle rovine del Traiano, il ramo di Santa Fiora non era stato né restaurato né ricollegato.

La portata originaria può essere stimata intorno ai 0,75 mc/sec (Germani, Colombo, op.cit.) e quindi dalle sorgenti di questo ramo sembrano provenire la maggior parte delle acque traiane (circa 1.360 litri/sec, pari a 1,36 mc/sec) ed appare perciò del tutto giustificata la monumentalizzazione del Ninfeo di S. Fiora quale *caput aquae* principale sorgente del sistema. Sempre considerando la portata calcolata si comprende anche perché, nel Rinascimento, sia stato necessario utilizzare le acque del lago di Bracciano per aumentare la portata del ristrutturato acquedotto Paolo il quale, privato delle sorgenti della Fiora, risultava "dimezzato" rispetto alle capacità strutturali ereditate dal Traiano.

#### VICARELLO E IL FOSSO DELLE FERRIERE

Nella tenuta di Vicarello, lungo il Fosso di Monte Sassano-Fosso delle Ferriere, sono

state individuate numerose sorgenti incanalate in condotti antichi per alimentare l'*aqua Traiana* e l'*aqua Paula* (Fig. 7).

Questo ramo ha inizio a Macchia Alta, sul dirupo destro del fosso presso le *Tre sorgenti fra scogli restaurate*, ossia tre camere parallele sotterranee addossate al banco roccioso. Esse misurano approssimativamente 2,5 m di lunghezza e 60 cm di larghezza, l'altezza decresce da oltre 2 m verso il banco roccioso a 80 cm verso lo sbocco. Le pareti sono in opera laterizia su cui poggia una muratura costituita da blocchetti e scaglie di pietra lavica di varie grandezze allettate in abbondante malta, la volta è in conglomerato cementizio che conserva le impronte della centina. Le tre camere sboccano in un condotto sotterraneo in cui le acque sorgive si riunivano per iniziare la loro discesa verso valle. Le pareti del cunicolo sono in opera laterizia mentre la copertura, che in origine doveva essere in conglomerato cementizio gettato su centine in legno, è costituita da tegole. La pavimentazione è caratterizzata dalla presenza di bipedali. Prima di iniziare la discesa lungo la sponda destra del fosso, il condotto interseca un ulteriore ramo proveniente da una sorgente più a monte.

Il cunicolo dapprima presenta una lieve pendenza poi scende bruscamente affrontando un notevole salto di quota visibile anche in superficie. In questo tratto, all'esterno si incontra solo qualche pozzo e talvolta la copertura del condotto. Inglobato nella muratura, vi è un frammento di laterizio con la scritta *SVC*, forse abbreviazione di *SVCESSI*.

L'interno appare completamente rivestito di uno spesso strato di cocciopesto tranne la volta, la cui copertura è fatta di grandi lastre di pietra lavica. Sono visibili interventi di rifacimenti successivi la costruzione.

Dopo aver fiancheggiato il fosso, il condotto si unisce a un altro proveniente dalla Botte Lunga, ossia un insieme di sorgenti sul dirupo a bordo del fosso tra Macchia Alta e Oliveto Grande. La Botte Lunga è un ampio corridoio costruito addosso al banco roccioso con una sequenza di tredici arcate e una nicchia interamente costruite in opera laterizia (alte da 1,2 m a 1,55 m, la larghezza va da 1 m a 1,6 m). Dal banco roccioso ancora oggi fuoriesce acqua sorgiva da una serie di fessure. La parete opposta è intonacata ed è visibile solo la parte inferiore in filari di laterizi. Sull'intonaco troviamo scritte ottocentesche e disegni. La volta è a botte in conglomerato cementizio che reca i segni della centina. Alla Botte Lunga giunge un altro condotto collegato tra il XVII e il XVIII secolo che in una mappa settecentesca<sup>3</sup> (Virgili, 1986, tav. XI) è indicata come *Nuova Sorgente allacciata ed introdotta nella forma*. L'acqua della Botte Lunga scende in lieve pendenza, poi affronta un grande dislivello, ma prima interseca un altro condotto labirintico di cunicoli stretti scavati nel banco roccioso e talvolta rivestiti. Lì sono stati trovati grossi mattoni utilizzati come copertura

3 Archivio di Stato di Roma – coll. I, cart. 10, foglio 113 bis.

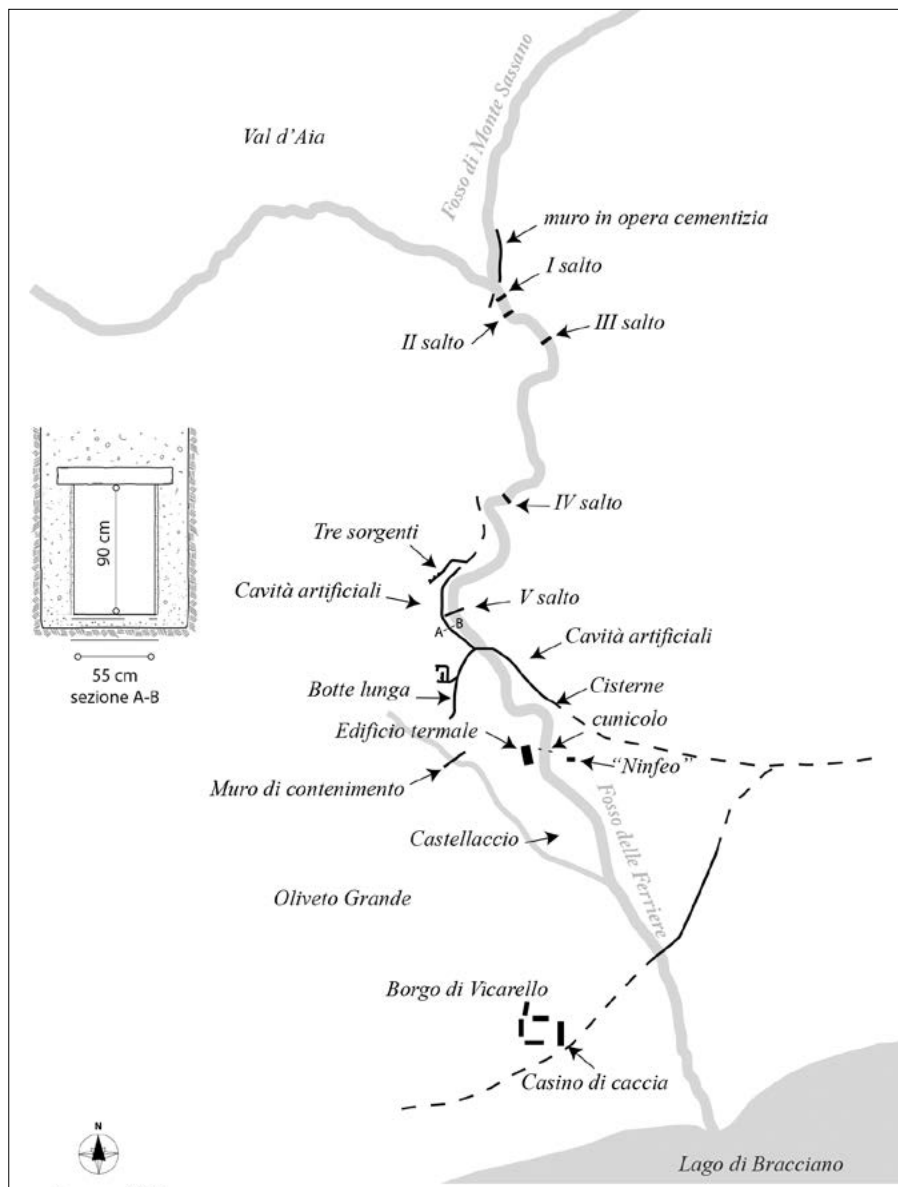


Figura 7 – percorso del ramo Tenuta di Vicarello, Fosso di Monte Sassano e Fosso delle Ferriere (grafica E. Felluca; rilievi L. Fauci, E. Felluca, T. Dobosz)

del paramento con impressioni di bolli integri che riportano il nome di *Ex Caivs Cvriativs Cosanvs* (CIL XV, 97 b), figline *Cepioniana*.

In superficie, in corrispondenza delle sorgenti, vi sono vari pozzi costruiti con pietre irregolari.

Lungo il fosso, poche decine di metri più a valle delle *Tre sorgenti fra scogli restaurate*, troviamo un'opera di captazione dell'acqua direttamente dal fosso costituita da un muro di sbarramento trasversale la corrente che doveva deviare il flusso all'interno di un condotto scavato nel banco roccioso e rivestito in opera laterizia con la volta in calcestruzzo. Purtroppo esso è interrato e non si conosce la sua prosecuzione, inoltre una frana ha provocato la perdita del tratto che lo univa alla diga. Si può facilmente ipotizzare che la struttura fosse pertinente all'*acqua di Valdageri* citata nell'*Istromento* 23 agosto 1608, dal momento che parte del fosso ha origine in val d'Aia il cui toponimo risulta essere corrotto ma coincidente.

## CONCLUSIONI

Le prime ricerche storico-topografiche dell'acquedotto e delle sue sorgenti risalgono nel XVI secolo e sono proseguite nei secoli successivi fino all'Ottocento ed erano mirate al controllo, alla manutenzione nonché al potenziamento della portata per fornire acqua a Roma. Uno degli aspetti più interessanti dello studio dell'intero acquedotto è l'identificazione dei condotti realizzati al tempo di Traiano e di quelli riutilizzati da Paolo V e dai suoi successori. Gli autori hanno ricostruito gran parte della storia della struttura idraulica, fino ad oggi poco nota, identificando molta parte delle strutture e delineando la cronologia dell'utilizzo delle captazioni e di tutte le sorgenti. Grazie ai ritrovamenti e alle esplorazioni effettuate è possibile attestare che le sorgenti del Fosso di Grotte Renara e quelle del Fosso di Monte Sassano-Fosso delle Ferriere dovevano far parte dell'*aqua Traiana*, come anche quelle della zona della Fiora e quelle vicino a Vicarello verso Bracciano.

## BIBLIOGRAFIA

- ASHBY T. (1991), *Gli acquedotti dell'antica Roma. Roma*, traduzione italiana di Ashby T., 1935, *The aqueducts of ancient Rome*, I.A. Richmond ed., Oxford.
- BIANCHI E. (2004) *Produzioni laterizie e cantieri edilizi traianei*, in E.C. De Sena e H. Dessales, *Metodi e approcci archeologici e il commercio nell'Italia Antica*, BAR international Series 1262, pp. 268-289.
- CASSIO A. (1756) *Corso dell'acque antiche portate sopra XIV aquidotti da lontane contrade nelle XIV regioni dentro Roma; delle moderne, e di altre in essa nascenti, con l'illustrazione di molte antichità da scrittori, ed antiquari non conosciute ne nominate...* In rete.
- FEA C. (1832), *Storia I. Delle acque antiche sorgenti in Roma, perdute, e modo di ristabilirle. II. Dei condotti antico-moderni delle acque, Vergine, Felice, e Paola, e loro autori*, Roma, Stamperia della R.C.A.
- FELLUCA E. (2015) *Acquedotto Traiano-Paolo, ricerche intorno al lago di Bracciano (Italia Centrale)*, in *Opera Ipogea* n.2-2015, SSI, Bologna, pp. 11-20.
- FELLUCA E. (2016) *Aqua Traiana e Aqua Paula: un acquedotto lungo 2000 anni. Primo resoconto*, in *Sabazia Regio – Studi, esplorazioni e ricerche nel territorio del lago di Bracciano*, vol. 1, Bracciano, 2016, pp. 1-25.
- FELLUCA E. (2016) *Aqua Traiana e Aqua Paula: un acquedotto lungo 2000 anni. Secondo resoconto*, in *Sabazia Regio – Studi, esplorazioni e ricerche nel territorio del lago di Bracciano*, vol. 2, Bracciano, 2016, pp. 1-26.
- GERMANI C., COLOMBO V. (2015) *Trajan Aqueduct. The Santa Fiora branch*, in *Proceedings of Int. Congr. of Speleology in Artificial Cavities*, Rome, March 11-17 2015, suppl. *Opera Ipogea* n. 1-2015, SSI, Bologna, pp. 192-201.
- GERMANI C. (2015) *Acquedotto Traiano: il ramo di Santa Fiora*, in *Opera Ipogea* n.1-2015, SSI, Bologna, pp. 3-10.
- HODGES R. (1995) *The archaeology of the Vicarello estate, Lake Bracciano*, in *Papers of the British School at Rome*, LXIII, pp. 245-248.
- NIBBY A. (1837), *Analisi storico-topografica-antiquaria della carta de' dintorni di Roma*, vol III, Tipografia Belle Arti, Roma.
- O'NEILL E. (2014) *L'Acquedotto di Traiano tra il ninfeo della Fiora e il Lago di Bracciano*, in *ATTA* 24, 2014, L'Erma di Bretschneider, Roma, 2014.
- QUILICI L. (2009) *La Madonna della Fiora presso Manziana. La scoperta del caput aquae dell'acquedotto di Traiano*, in *Orizzonti*, rassegna di archeologia, X-2009, Serra Ed., Pisa-Roma, 2009, pp. 155-158.
- RANIERI C., FELLUCA E. (2015) *The aqueduct Paul: new archaeological discoveries*. In: *Proceedings of Int. Congr. of Speleology in Artif. Cavities*, Rome, March 11-17 2015 suppl. *Opera Ipogea* n. 1-2015, Società Speleologica Italiana, Bologna, pp. 244-248.
- TAYLOR R., RINNE K., O'NEILL M., O'NEILL E. (2010) *A grotto-shrine at the headwaters of the aqua Traiana*, in *Journal of Roman Archaeology* 23, pp. 359-365.
- VECCHIARELLI L. (1989) *Manziana: la terra, la gente*, vol. II, Manziana, Vecchiarelli Editore.
- VIRGILI P. (1986) *Aqua Traiana*, in AA.VV., *Il Trionfo dell'acqua: acque e acquedotti a Roma*, IV sec. a.C.-XX sec.: mostra organizzata in occasione del 16° Congresso ed esposizione internazionale degli acquedotti, 31 ottobre 1986-15 gennaio 1987, Museo della civiltà romana, pp. 113-115, Roma, Paleani.
- VON HAGEN V. (s.d) *Il Mistero dell'Aqua Traiana*, in *Scienze* 85, pp. 53-61.



# Il controllo dell'acqua a *Mediolanum*

## Water management in *Mediolanum*

ILARIA FRONTORI  
Università degli Studi di Milano  
E-mail: [ilaria.frontori@gmail.com](mailto:ilaria.frontori@gmail.com)

183

Parole chiave (*key words*): *Mediolanum*, gestione dell'acqua (*water management*), idrografia (*hydrography*), soluzioni geotecniche (*geotechnics*)

“Chi visita la nostra città non manchi di recarsi sullo spalto di Porta Ticinese, e meglio quando, al tramonto del sole, il raggio obliquo illumina la sommità degli edifici, che di qui meglio che da ogni altra via si possono dominare. Al curioso parrà di vedere una città diversa, tutta di commercio; e gli verrà sott'occhio il complesso del nostro sistema idrografico, le cui arterie ivi convergono come al cuore”.<sup>1</sup>

Dalle parole di Litta Modignani traspare come a metà dell'Ottocento la città di Milano fosse ben diversa dallo stato attuale, e come il “paesaggio d'acqua”, ormai del tutto svanito, fosse un elemento caratterizzante della sua fisionomia. Fino ai primi decenni del secolo scorso, infatti, la città godeva di uno stretto legame con l'acqua, grazie a una fitta rete di canali e a un efficiente apparato idrico alimentato dalle risorgive. L'intero sistema, preziosa risorsa irrigua per le campagne e principale snodo delle vie fluviali tra Verbano, Lario e Po (Malara 2012, p. 132), iniziò a sparire dalla seconda metà del XIX secolo, durante il laborioso processo di rinnovamento che ha irreversibilmente trasformato la città.

Il primo passo verso la totale dismissione delle acque interne si ebbe nel 1857 con la copertura del Laghetto di S. Stefano in Brolo, ormai venuto meno alle funzioni di bacino portuale destinato ad accogliere i marmi diretti alla Veneranda Fabbrica del Duomo. Per gli stessi motivi nel 1884 il Piano Beruto programmò la tombinatura dei principali canali cittadini, tra cui il Naviglio di S. Girolamo (parte del fossato medievale, tra 1892 e 1895), il Ticinello (1895) e la Vettabbia (1898, Fig. 1). Nel 1929 il piano regolatore di Piero Portaluppi e Marco Semenza mise definitivamente in discussione l'intero sistema, nonostante l'opposizione di personalità autorevoli nel panorama urbanistico milanese, come Luca Beltrami. Per motivi d'igiene e viabilità, ma soprattutto per conferire alla città un'immagine modernistica, entro la fine degli

anni '30 fu tombinata anche la “fossa interna”, il fossato medievale di Milano che scorreva in corrispondenza delle attuali piazza S. Marco, via Senato, via Sforza e via Molino delle Armi (Portaluppi, Semenza 1927; Bascapè 1950, p. 7; Malara 1996; Malara 2012, p. 156; Scrima 2015; Pagano 2016).

La grande operazione di risanamento cancellò le tracce dei più antichi elementi idrici urbani, risparmiando solo i tre navigli milanesi, il Grande, il Pavese e la Martesana, che ancora oggi scorrono ai margini della città, diametralmente opposti tra loro. Per quanto antica, la loro origine non precede l'età medievale: il Naviglio Grande fu realizzato nel 1177 per irrigare le campagne, collegare il Ticino a Milano e alimentare il nuovo fossato difensivo della città, scavato una ventina d'anni prima in previsione dell'assedio del Barbarossa (Malara 1996); circa due secoli dopo fu progettato il Naviglio Pavese, inizialmente non navigabile; al XV secolo risale infine “la Martesana”, allacciamento commerciale con la valle dell'Adda, collegata nel 1497 alla fossa difensiva mediante il Tombone di S. Marco.

Il dato archeologico sembra tuttavia suggerire come il centro antico si incardinasse su un articolato sistema di corsi d'acqua, fontanili e rogge già agli albori dell'età romana. Di que-

sto primitivo reticolo nulla è più percepibile per la sovrapposizione edilizia e le opere idrauliche recenti, che hanno portato a un totale stravolgimento della fisionomia originaria della città. Ciò nonostante, le inequivocabili evidenze affiorate in occasione dei grandi cantieri urbani suggeriscono come la stretta connessione tra acqua e paesaggio, ancora presente al tempo di Bonvesin de La Riva, risalisse a epoche assai più remote.

Come registrato per molte altre realtà peninsulari e transalpine, infatti, anche a *Mediolanum* le prime consistenti opere di bonifica e irreggimentazione idrica presero forma di pari passo con la pianificazione urbana, in un momento non lontano dall'ottenimento dello statuto di *municipium* del 49 a.C. (Fedeli 2015, p. 25). Nella fase finale di romanizzazione – ma indubbiamente già con lo sviluppo del centro golasecchiano e insubre, come dimostrerebbe il sito di via Moneta (Ceresa Mori 2015, p. 37) – si predisposero sistematici interventi di correzione dell'assetto idrogeologico, che costituirono il primo passo verso la gestione pianificata delle acque raggiunta con la piena età augustea<sup>2</sup>: con opere di drenaggio e risanamento dei suoli nelle aree destinate alla costruzione di nuovi edifici, oltre a una programmata regimazione dei corsi d'acqua già esistenti per creare un'efficace rete al servizio della città.

L'abbondanza e la diversificazione delle soluzioni geotecniche adottate nel corso delle più antiche fasi di urbanizzazione denotano un'estesa presenza di aree imbibite o semi umide, che richiesero provvedimenti più o meno incisivi in funzione dell'ampliamento del tessuto urbano<sup>3</sup>. Tra gli espedienti impiegati, spiccano l'incisione di canali di drenaggio ai margini delle aree abitate, la realizzazione di trincee di fondazione a strati per isolare le costruzioni



Figura 1 – Via Calatafimi, la copertura della Vettabbia nel 1899 (da Prusicki 2012, p. 156)

1 Litta Modignani L., Bassi C., Re A. (1844), *Milano e il suo territorio*, Pirola, Milano.

2 Una breve sintesi della situazione idrografica milanese in età preromana compare nel recentissimo contributo di G. Fantoni edito nell'ultimo numero dell'Archivio Storico Lombardo (Fantoni 2016).

3 Per una trattazione analitica delle soluzioni geotecniche utilizzate a *Mediolanum* per bonificare i terreni si confrontino i numerosi contributi di M. Antico Gallina (Antico Gallina 2002, Antico Gallina 2008).

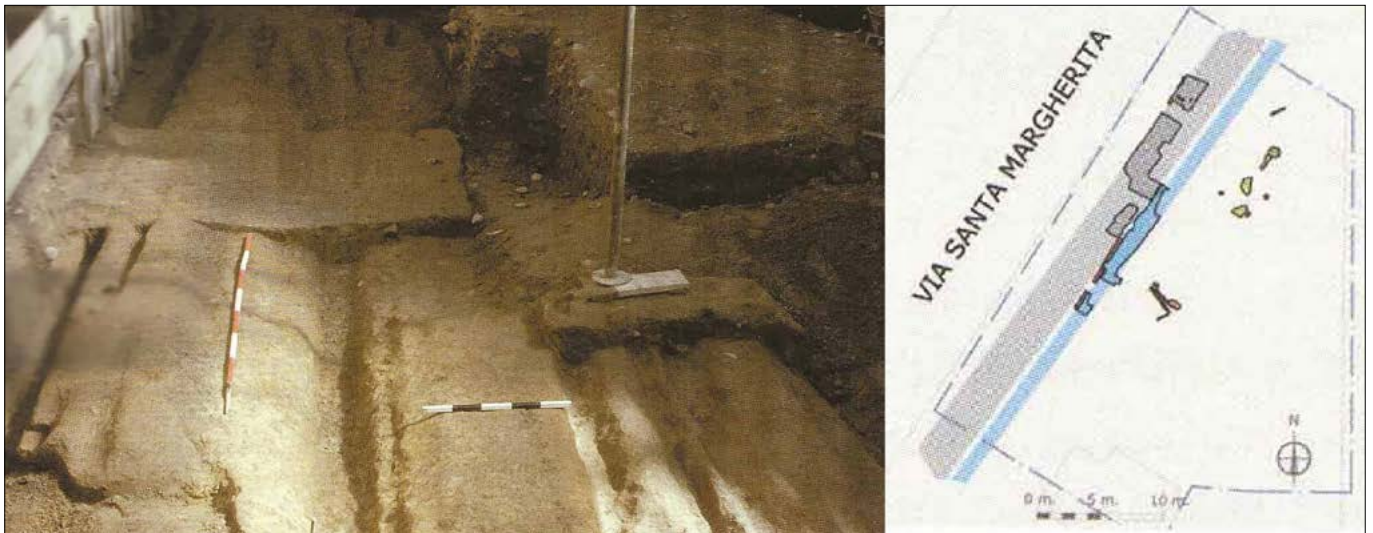


Figura 2 – Via Santa Margherita, canalizzazioni (da Caporusso 2014, p. 27; Fedeli, Pagani 2015, p. 178)

dall'umidità del sottosuolo e l'impiego di strutture ad anfore per costipare i terreni.

Due contesti rinvenuti a pochi metri da piazza del Duomo, in via Santa Radegonda e via Santa Margherita (Ceresa Mori, Howes, White 1992/93; Jorio 1985), hanno dimostrato come antichi isolati abitativi datati agli inizi del I secolo a.C. fossero già demarcati da canali del tutto rispettati dalla successiva maglia urbanistica di età tardorepubblicana-

augustea: le fosse rispondevano principalmente all'esigenza di drenare e mantenere il suolo in condizioni ottimali, ma rivestivano probabilmente anche una funzione di ripartizione delle proprietà confinanti. Nel caso di via Santa Margherita, una delle canalizzazioni affiancava l'asse stradale che divenne il *cardo maximus* della città (Fig. 2).

Particolarmente indicativo sotto questo aspetto è il sito di via Cesare Correnti, dove

una trincea a profilo quadrangolare circoscriveva un nucleo residenziale datato ai primi decenni del I secolo a.C. (Ceresa Mori, De Donno, Galli 1992/93). La trincea, con forte pendenza verso sud e favorevole all'inclinazione del piano padano, demarcava con precisione lo spazio abitativo, fungendo da canale drenante in una zona evidentemente soggetta a episodi di ristagno (Fig. 3). La natura semi umida dell'area di via Correnti sarebbe confer-

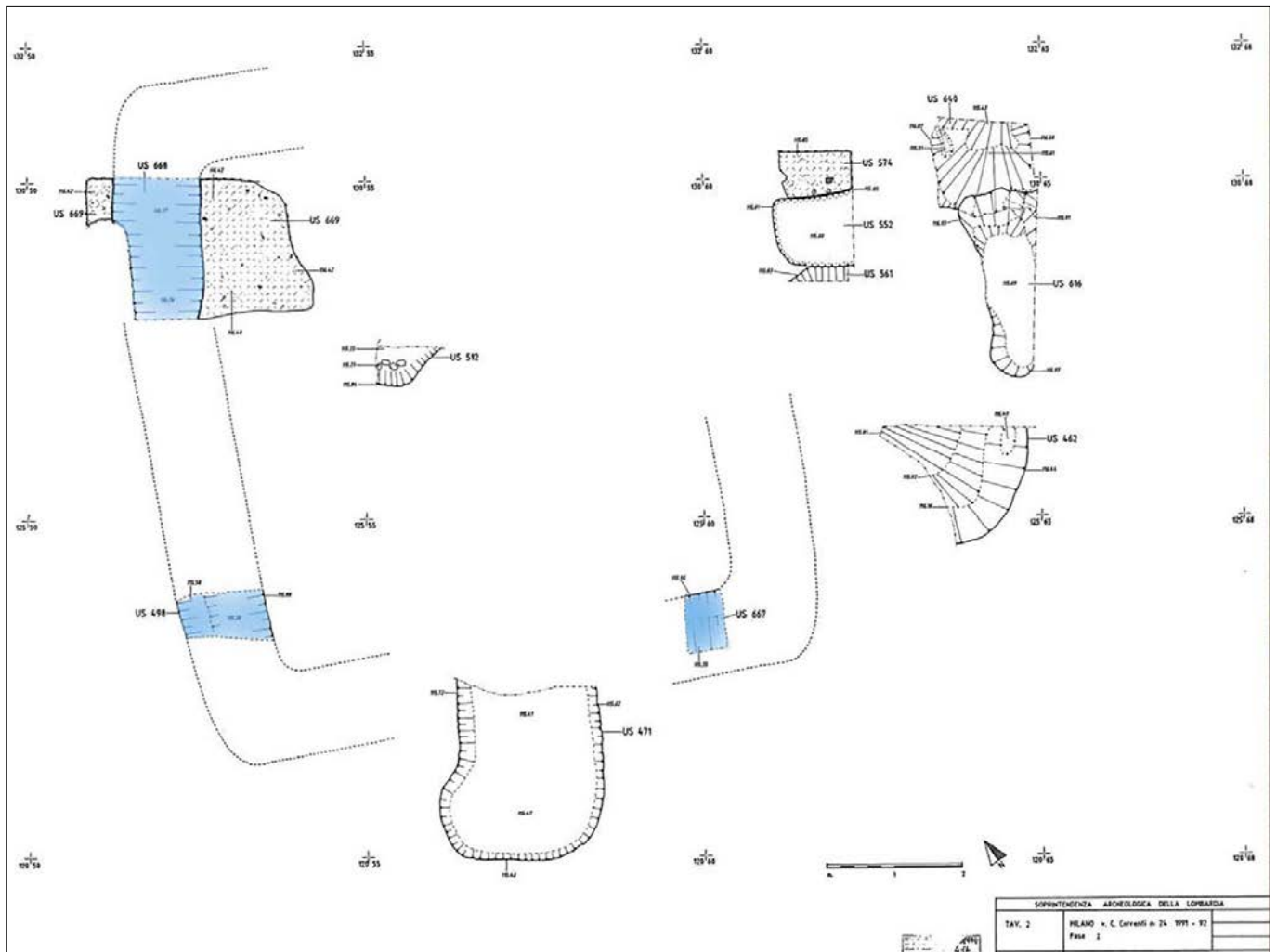


Figura 3 – Via C. Correnti, canale drenante (ADS 41b-1994, rielaborazione dell'autrice)

mata dalla persistenza nell'impiego di simili accorgimenti anche nelle fasi di vita successive: in corrispondenza della trincea più antica, infatti, in piena età imperiale furono installate una struttura ad anfore e una vasca lignea probabilmente collegata alla risalita dell'acqua di falda (Ceresa Mori, De Donno, Galli 1992/93, p. 218; Rossignani, Cortese 2005, p. 265). Seppur precedente alla pianificazione tardorepubblicana, l'edificio dei primi decenni del I secolo a.C. non solo si disponeva a favore del piano naturale, ma risultava già perfettamente orientato come la direttrice stradale *Mediolanum - Habiate*, uscente dalla *Porta Ticinensis* verso l'attuale Abbiategrasso.

Le opere di regimazione di torrenti e fontanili sono senza dubbio tra gli interventi più indicativi dell'accurata attività di controllo idrico perfezionata in età romana: in questa categoria rientrerebbero anche le antiche opere di inalveamento dei corsi d'acqua naturali all'interno del fossato della cinta muraria, da sempre ipotizzate ma al momento non ancora convalidate sul terreno da puntuali dati stratigrafici. Sfortunatamente, il pessimo stato di conservazione di alcuni contesti e le metodologie applicate nel corso degli scavi più datati hanno precluso la possibilità di avere una visione completa del panorama di soluzioni adottate, limitando la casistica a disposizione.

Per quanto riguarda la cinta di età tardorepubblicana<sup>4</sup>, è ancora problematico ricostruire con precisione le dinamiche di alimentazione del fossato intercettato nei siti di via del Lauro e di piazza Fontana (Mirabella Roberti 1963, pp. 185-186; Ceresa Mori, Consonni, Pagani 2005; Fedeli 2015, pp. 26-27; Frontori 2016, pp. 97-98). L'idrografia dell'area settentrionale della città, dove è più logico scorresse il principale adduttore, è tra le più alterate dagli interventi idraulici posteriori e le limitate ricerche condotte nell'area di Porta Comasina non hanno restituito elementi adeguati a isolare un potenziale punto di confluenza. Si ipotizza in ogni caso che l'eventuale incile si trovasse tra via Cusani, via Ponte Vetro e via dell'Orso, in un'area collocata in corrispondenza del punto più a nord del circuito costantemente caratterizzata dalla presenza di acqua.

Nel caso dei tratti di fossato connessi all'ampliamento murario di età massimiana, emersi in via Croce Rossa e in via Borgogna

(Caporusso 1991, pp. 51 ss.; Consonni, Pagani 2007, pp. 108-109), nuovi spunti di riflessione sono sorti da alcune recentissime indagini. In via F.lli Gabba si è ricostruita la presenza di un elemento idrico naturale diretto verso il centro della città, irreggimentato nei primi decenni del I secolo d.C. e soggetto a un forte calo di regime in età tardoimperiale, nel corso della riqualificazione massimiana. Tenuto conto della sua posizione e della direzione di scorrimento, non si può escludere che il corso d'acqua sia stato effettivamente coinvolto nel sistema di alimentazione del nuovo fossato attraverso un'opera idraulica che facilmente ne avrebbe potuto alterare il corso e modificare il regime. Ammessa questa condizione per ora del tutto ipotetica, l'antico elemento idrico potrebbe addirittura costituire il tratto terminale del Sevesetto, tradizionalmente riconosciuto come principale adduttore della fossa tardoimperiale ma mai attestato sul terreno da tracce archeologiche concrete (Calderini 1953, p. 522; David, Lombardi 2001-2002, p. 31).



Figura 4 – Via Verri, ipotetico muro del fossato massimiano (da Gerra 1951, tav. XI)

Diversioni fluviali a parte, gli interventi regimatori attestati a *Mediolanum* compresero tentativi di rettificazione degli alvei e opere di consolidamento spondale, realizzati allo scopo di normalizzare i percorsi e i flussi idrici, controllare le piene e limitare il potere erosivo della corrente. L'abbondanza e la ciclicità di tali interventi doveva essere legata alla natura torrentizia dei corsi d'acqua prossimi al centro abitato, caratterizzati da regimi variabili e dalla rapida alternanza di periodi di magra e di piena, tuttora mantenuti.

Sotto il profilo tecnico in età romana si adottarono soluzioni diversificate e variamente elaborate, che spaziavano dalle più ardite strutturazioni a semplici apprestamenti in materiale deperibile. Limitandosi alle *munitiones riparum*, per esempio, la presenza di strutture in pietra o in muratura è attestata in soli tre contesti, mentre nella maggior parte dei casi le realizzazioni prevedevano l'uso esclusivo del legno.

In via del Lauro un segmento della fossa difensiva di età tardorepubblicana era dotato

di un argine strutturato, costituito da un muro in ciottoli spesso circa 1,25 metri e interpretato come il piedritto del fossato dal lato della campagna (Mirabella Roberti 1963, pp. 185-186). Tra via Montenapoleone e via Verri lo stesso accorgimento fu riservato all'ampliamento del fossato massimiano, che risultò bordato da un muro in corsi di ciottoli alternati a laterizi spesso 1,5 metri (Fig. 4): da quanto riportato nei resoconti dell'epoca, il muro conservava sul paramento interno "tracce di incrostazioni verdastre, che parevano denotare costruzioni a lungo lambite da una corrente d'acqua" (Gerra 1951, pp. 20-21). In entrambi i casi, purtroppo, le ricerche sono piuttosto datate e prive dei dati stratigrafici necessari a formulare riflessioni più approfondite sulla natura delle strutture e sui loro reali rapporti con il fossato.

In piazza Resistenza Partigiana uno scavo più recente ha permesso di riscontrare come anche la Vepra, deviazione urbana dell'Olona, scorresse entro argini ben strutturati (Ceresa Mori, White 1994; Ceresa Mori 1998, pp. 26-27). La sponda meridionale era rinforzata da una massicciata di contenimento in blocchi quadrati di serizzo, granito e conglomerato, conservati per buona parte *in situ* e disposti a gradoni. Tra i blocchi spiccavano due elementi in pietra calcarea bianca evidentemente di recupero: il più pregevole era decorato con una cornice a ovoli e sagitte e una serie di dentelli separati da ponticelli (Fig. 5).

La pratica del reimpiego, che trovò largo uso a *Mediolanum* specialmente dall'età tetrarchica in poi (Sacchi 2012, pp. 27 ss.), portò ad attribuire anche l'argine di piazza Resistenza Partigiana almeno all'età tardoantica. In questo momento sembra che i corsi d'acqua della cintura urbana meridionale abbiano richiesto sistematici interventi di rinforzo delle sponde, messi in opera talvolta con elementi architettonici provenienti da edifici dismessi, talvolta con più semplici realizzazioni in muratura, a seconda del materiale edilizio disponibile. Il lungo muro su palificazioni emerso nell'area di via Larga e le solide strutture laterizie su pali in rovere di via Disciplini e via del Don, costruite per arginare l'instabile flusso del Seveso lungo il tratto meridionale della cortina, sembrano privi di elementi reimpiegati di particolare raffinatezza (Frova 1955, p. 16; Ceresa Mori 1994, pp. 21 ss.; Ceresa Mori 1998, pp. 26-27; Ceresa Mori 2005, p. 14). Nel caso dell'arginatura della Vepra, al contrario, il materiale riutilizzato potrebbe provenire da un monumento di un certo prestigio collocato nelle adiacenze, al momento non identificato, o in alternativa da un vicino deposito: è bene ricordare, a questo proposito, come nella zona dell'odierna piazza Vetra si sia immaginata la localizzazione di botteghe di *marmorarii* o di aree destinate all'accumulo di grandi quantità di materiale lapideo (Sacchi

4 La realizzazione della prima cinta muraria milanese continua a oscillare tra l'età cesariana e augustea: i risultati di un sondaggio effettuato presso la Torre del Carrobbio nel 1983 sembravano propendere per un'attribuzione alla tarda età repubblicana (Ceresa Mori 1983, p. 56; Ceresa Mori 2015b, p. 63, nt. 69) mentre uno studio più recente della tecnica edilizia propone una cronologia di età augustea (Sacchi 2012, pp. 59-60 con bibliografia precedente).

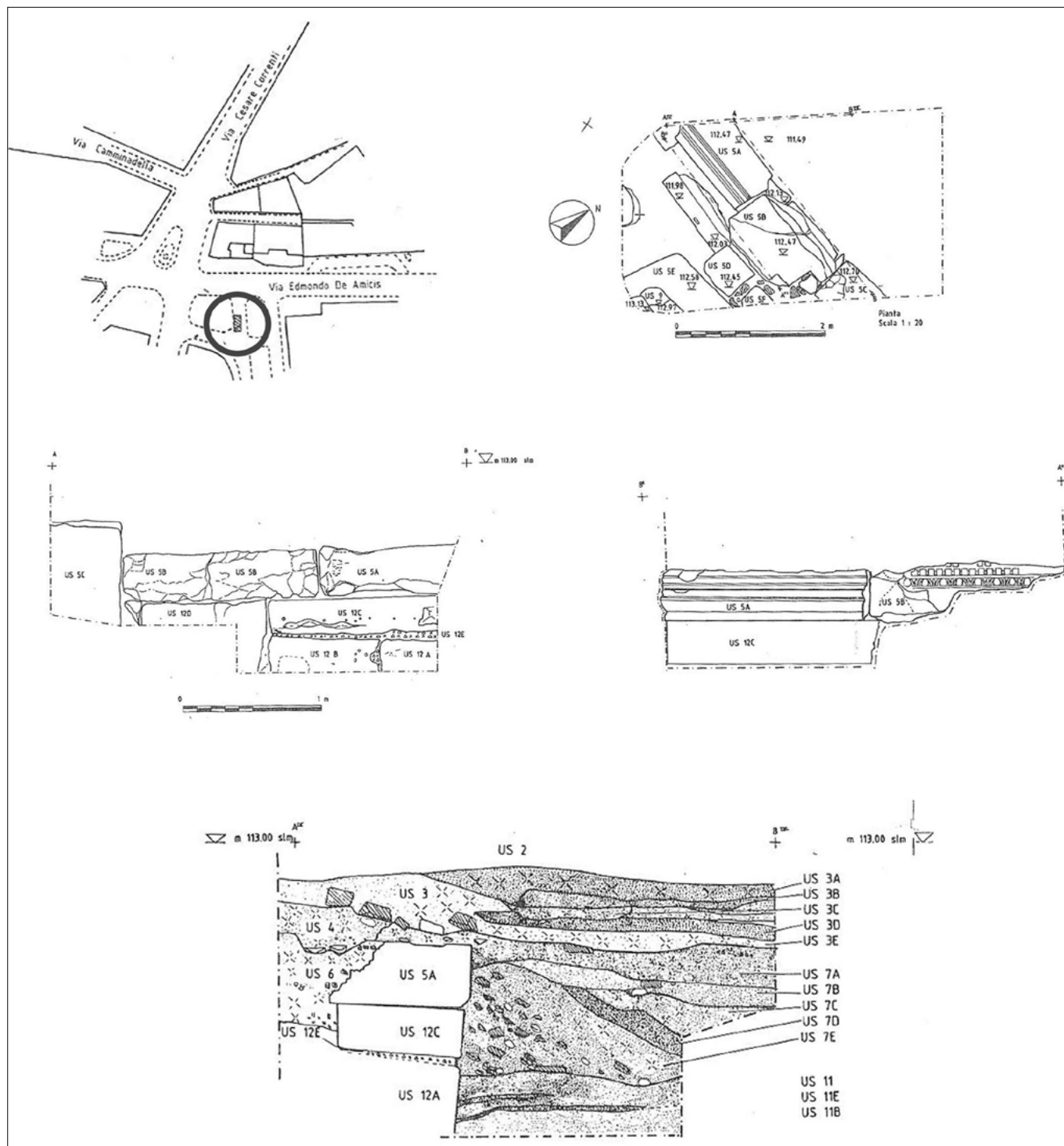


Figura 5 – Piazza Resistenza Partigiana, l'argine in blocchi di reimpiego (da Ceresa Mori, White 1994)

2012, pp. 28-29), anche per la possibile vicinanza del porto fluviale (Ceresa Mori 2003).

Più frequentemente le opere di arginatura e di sistemazione degli alvei prevedevano la costruzione di semplici palificazioni o caprate in materiale deperibile, come nel caso del fossato tardorepubblicano di piazza Fontana o dei corsi d'acqua individuati in via Gabba e via Santa Croce - via Calatafimi. La persistente fluttuazione della falda milanese ha provocato in alcuni contesti un rapido deterioramento dei materiali lignei, ma in altri casi ha consentito una lunga permanenza delle strutture in ambiente anaerobico, favorendone un'eccezionale conservazione.

In piazza Fontana sul finire del I secolo a.C. si tentò di disciplinare un preesistente corso d'acqua, probabilmente attivo dall'età preromana<sup>5</sup>, attraverso la messa in opera di tre fitti

filari di pali lignei distribuiti lungo il fondo e la sponda orientale (Ceresa Mori, Consonni, Pagani 2005). Sebbene non se ne abbia la to-

5 Le analisi botaniche e la datazione C14 effettuate sui campioni lignei di una struttura idraulica riferibile alle fasi più antiche di sfruttamento dell'area hanno restituito un intervallo di calibrazione piuttosto ampio ma inquadrabile tra il IV e il II secolo a.C. La struttura si configurava come un condotto con le pareti e il fondo completamente rivestiti di assi lignee, affiancato da coppie di pali disposti ordinatamente tra loro, diretto a scaricare in direzione del letto del corso d'acqua. Come sottolineato in

sede di analisi, la scelta di grossi tronchi per la realizzazione della struttura lignea potrebbe aver provocato un "ulteriore invecchiamento" del campione, già piuttosto datato al momento dell'utilizzo: anche in questo caso, tuttavia, non si potrebbe escludere l'attribuzione della struttura a una fase precedente alla regimazione tardorepubblicana dell'elemento idrico (si ringrazia la dott.ssa Anna Maria Fedeli, Funzionario responsabile per la Città metropolitana di Milano, per le informazioni relative ai risultati delle analisi).

tale certezza, il filare di pali lungo la sponda costituirebbe un tentativo di rettificazione delle pareti del nuovo fossato, mentre le palificazioni sul fondo potrebbero essere legate alla manutenzione programmata dell'alveo, nell'ottica della rimozione della vegetazione e del materiale residuo via via depositato (Fig. 6).

In via F.lli Gabba nei primi decenni del I secolo d.C. lo stesso elemento idrico subì un intervento di regimazione che ne ridusse sensibilmente l'invaso, attraverso l'impianto presso la sponda orientale di una struttura lignea su pali circolari e quadrangolari<sup>6</sup>. Le buche si disponevano su due file parallele a formare una sorta di palizzata, forse destinata a sorreggere un tavolato di assi, interpretabile come passaggio spondale o come argine. Presso la sponda occidentale fu installata una struttura ad anfore con funzione di bonifica e rinforzo, in cui i singoli recipienti erano posizionati in un taglio ellittico con i puntali verso l'alto, lungo due file parallele. La particolare



Figura 6 – Piazza Fontana, fossato tardorepubblicano (da Fedeli 2015).

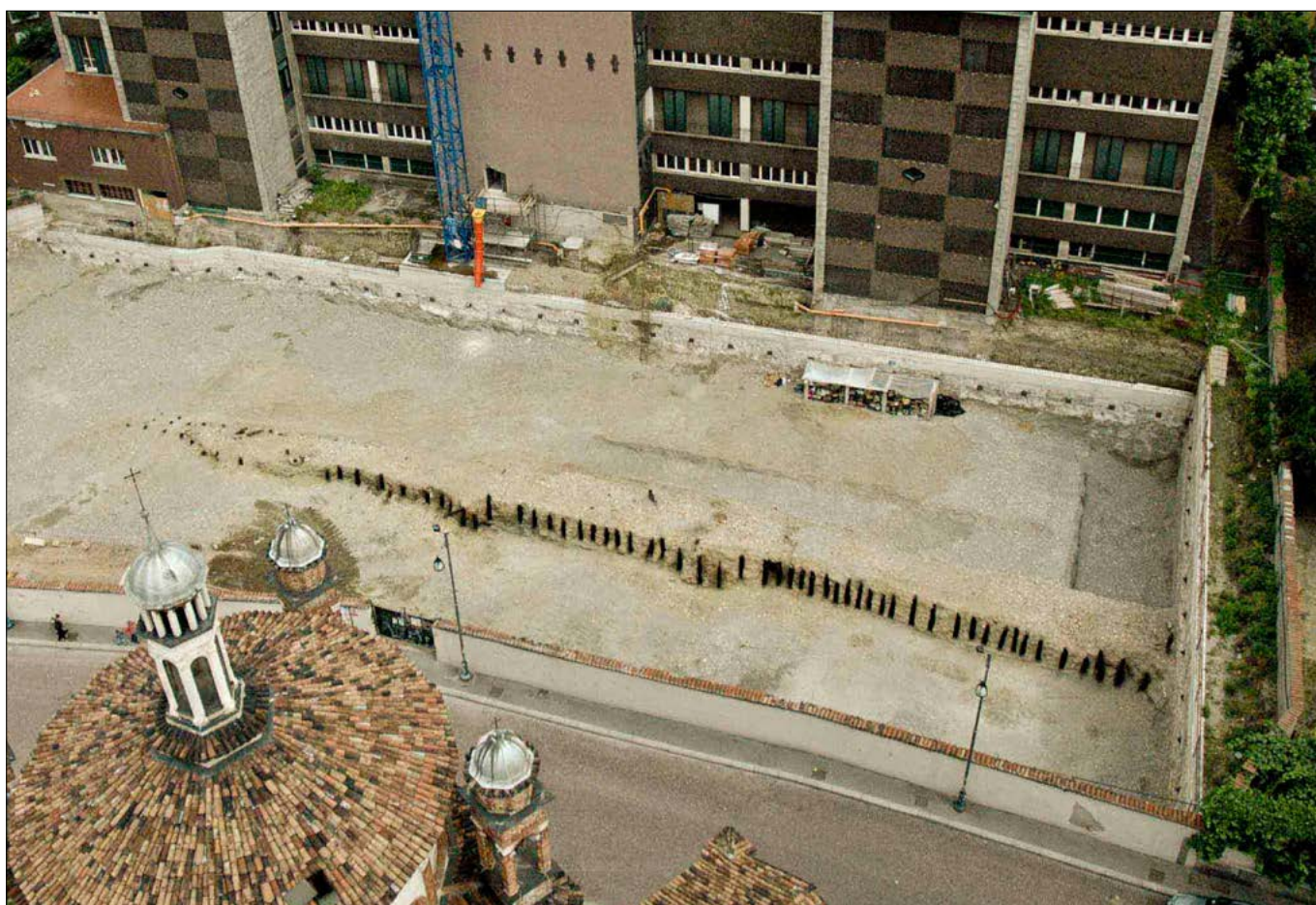


Figura 7 – Via S. Croce - via Calatafimi, panoramica del corso d'acqua e della palificazione (da Ceresa Mori, Mills, Ragazzi, Valle 2007, p. 117)

<sup>6</sup> Lo scavo di via F.lli Gabba è attualmente inedito: le informazioni riportate in questa sede sono tratte dalla Relazione Tecnica redatta dal dott. Rastelli e depositata presso gli uffici della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Milano - Sezione Archeologia. Anche in questo caso si ringrazia la dott.ssa Anna Maria Fedeli, Funzionario responsabile per la Città metropolitana di Milano, per la gentile concessione.

disposizione delle anfore aveva lo scopo di incrementare la resistenza meccanica del terreno (Frassine 2013, p. 95); la sistemazione nei pressi della sponda doveva invece garantire un accesso più agevole al corso d'acqua, favorendo il drenaggio delle superfici attraverso l'abbassamento del livello idrico.

In un eccezionale contesto situato tra le vie Santa Croce e Calatafimi un tratto di ol-

tre 90 metri di un alveo antico, probabilmente connesso alla Vettabbia, ha conservato l'intera sequenza sedimentaria di impaludamento e di interro (Ceresa Mori, Mills, Ragazzi, Valle 2007; Ceresa Mori, Bianchi 2015). Sebbene se ne sia portata in luce solo la sponda occidentale, il corso d'acqua era contraddistinto da un articolato apparato di travi e pali lignei, atto a restringere l'alveo entro una sezione

prestabilita (Fig. 7). Il sistema comprendeva una serie di pali distribuiti su due filari paralleli, piantati nel terreno fino a tre metri di profondità e collegati con chiodi a un tavolato di assi orizzontali, forse base di una banchina in pietra totalmente asportata. In tre punti la struttura era rafforzata da un altro filare di pali che si protendeva verso l'interno del canale, forse con la funzione di molo "frangiflutti", di pennello per smorzare la corrente in prossimità della sponda o di punto di appoggio per le imbarcazioni. La parziale giacitura in ambiente anaerobico ha permesso un ottimale mantenimento delle estremità inferiori dei pali, vicine alla falda anche dopo l'interro, a differenza delle travi e dell'assito orizzontale, pervenuti solo in tracce. L'analisi dei campioni prelevati ha confermato la pertinenza di tutte le componenti lignee al gruppo delle querce caducifoglie (*Quercus sp. sez. Robur*), frequentemente utilizzate in ambito idraulico (Antonini 2011, p. 187, nt. 56). Questa specie, che comprende la farnia, il rovere e la roverella, sembra essere tra le favorite a *Mediolanum* per le strutture e i dispositivi legati all'acqua o soggetti a umidità: tale propensione deriva dall'estrema lavorabilità e dalla particolare resistenza del materiale, dalla possibilità di ottenere prodotti di ampie dimensioni e naturalmente dalla larga disponibilità nel territorio circostante.

Seppur con connotazioni differenti, gli interventi di irreggimentazione rilevati in piazza Fontana, via Gabba e via Santa Croce sono inquadrabili in un arco cronologico ristretto, compreso tra la seconda metà del I secolo a.C. e i primi decenni del I secolo d.C.: questo dato non è da considerare casuale, ma è da porre in relazione con la massiccia pianificazione urbanistica e il conseguente adeguamento monumentale della *Mediolanum* augustea. La tendenza a controllare le risorse idriche sembra mantenersi costante anche nei secoli successivi, con un nuovo culmine in età tetrarchica, nel corso della riorganizzazione voluta dall'imperatore Massimiano per adattare la città al nuovo ruolo di capitale e sede imperiale.

In entrambi i casi, l'attività regimatoria rivelerebbe una precisa volontà di adattamento dell'assetto idrogeologico alle nuove realtà urbane, ma allo stesso tempo rappresenterebbe una gestione controllata del patrimonio idrico, in nome di una necessaria tutela ambientale che nei secoli successivi si è sostanzialmente perduta.

## BIBLIOGRAFIA

- ANTICO GALLINA M. (2002), *Peculiarità tecniche di miglioramento dei terreni di fondazione usate dai costruttori romani in presenza di acqua ipogea*, in Rendiconti dell'Istituto lombardo. Classe di Scienze Chimiche e Fisiche, Geologiche, Biologiche e Mediche 134, fasc. 1-2, pp. 252-274.
- ANTICO GALLINA M. (2008), *Per la schedatura delle strutture ad anfore: elaborazione di una proposta*, in Antico Gallina M. (a cura di), *Terre, terreni e territori*, Milano, pp. 21-42.
- ANTONINI A. (2011), *Mediolanum: un primo sguardo alle murature con elementi lignei*, in *Archeologia del legno: uso, tecnologia, continuità in una ricerca pluridisciplinare*, Milano, EDUCatt pp. 163-196.
- BASCAPÉ G.C. (1950), *Il Naviglio di Milano e gli antichi canali lombardi*, Milano.
- CALDERINI A. (1953), *Milano archeologica*, in *Storia di Milano I*, Fondazione Treccani degli Alfieri, Milano, pp. 465-719.
- CAPORUSSO D. (2014), *Immagini di Mediolanum. Archeologia e storia di Milano dal V secolo a.C. al V secolo d.C.*, Terza ristampa, Civico Museo Archeologico, Milano 2014.
- CERESA MORI A. (1994), *L'architettura. L'isolato in età romana*, in Buratti Mazzotta A. (a cura di), *Domus Ambrosii. Il complesso monumentale dell'Arcivescovado*, Milano, Silvana Editoriale, pp. 21-34.
- CERESA MORI A. (1998), *La zona di Sant'Eustorgio nel quadro dei dati archeologici*, in Biscottini P. (a cura di), *I chiostri di Sant'Eustorgio in Milano*, Milano, Silvana Editoriale, Milano, pp. 20-29.
- CERESA MORI A. (2003), *Il porto di Mediolanum*, in *Puertos fluviales antiguos: ciudad, desarrollo e infraestructuras*, Acta IV Jornadas de Arqueología Subacuática (Valencia, 28-30 marzo 2001), Valencia, pp. 313-321.
- CERESA MORI A. (2005), *Le mura romane: alcuni problemi*, in Colmuto Zanella G., Jacobone D. (a cura di), *Milano fortificata, vent'anni dopo*, Atti del Convegno (Milano, Castello Sforzesco, 1 ottobre 2003), pp. 11-27.
- CERESA MORI A. (2015), *Lo scavo*, in Ceresa Mori A. (a cura di), *Lo scavo di via Moneta a Milano (1986-1991). Protostoria e romanizzazione*, in *Notizie Archeologiche Bergomensi*, 23, pp. 37-68.
- CERESA MORI A., BIANCHI C. (2015), *Milano, lo scavo di via Calatafimi*, in Lambrugo C., Slavazzi F., Fedeli A.M. (a cura di), *Tra alea e agòn: giochi di abilità e di azzardo*, All'Insegna del Giglio, Firenze, pp. 111-112.
- CERESA MORI A., CONSONNI D., PAGANI C. (2005), *Milano. Piazza Fontana. Indagine archeologica*, in *Notiziario. Soprintendenza per i beni Archeologici della Lombardia 2005*, pp. 136-140.
- CERESA MORI A., DE DONNO M., GALLI E. (1992/93), *Milano. Via Cesare Correnti 24*, *Notiziario. Soprintendenza per i beni Archeologici della Lombardia 1992/93*, pp. 119-121.
- CERESA MORI A., HOWES B. (1992/93), *Milano. Via S. Radegonda*, in *Notiziario. Soprintendenza per i beni Archeologici della Lombardia 1992/93*, pp. 128-129.
- CERESA MORI A., MILLS J., RAGAZZI L., VALLE G. (2007), *Milano. Via Calatafimi - via S. Croce. Indagini archeologiche 2006-2007. Indagine 2007*, in *Notiziario. Soprintendenza per i beni Archeologici della Lombardia 2007*, pp. 115-119.
- CERESA MORI A., WHITE N. (1994), *Milano. Piazza Resistenza Partigiana. Rinvenimento di tratto di argine del canale Vepra*, in *Notiziario. Soprintendenza per i beni Archeologici della Lombardia 1994*, pp. 154-156.
- CONSONNI D., PAGANI C. (2007), *Milano. Via Borgogna. Indagine archeologica*, in *Notiziario. Soprintendenza per i beni Archeologici della Lombardia 2007*, pp. 108-109.
- DAVID M., LOMBARDI E. (2001/02), *Il paesaggio "corretto". Documenti inediti per lo studio delle captazioni idriche a Milano tra l'età neroniana e l'età costantiniana*, in *Geographia antiqua*, 10-11, pp. 25-31.
- FANTONI G. (2016), *Prima dei navigli: vie d'acqua a Milano in età antica e altomedievale*, in *Acque in Lombardia: navigazione e problemi idraulici dall'antichità al primo Novecento*, in *Archivio Storico Lombardo*, 142, pp. 23-48.
- FEDELI A.M. (2015), *L'acqua e Mediolanum*, in Galli S. (a cura di), *Milano città d'acqua*, Catalogo della mostra (Milano, Palazzo Morando, 12 novembre 2015 - 14 febbraio 2016), Spirale d'Iddee, Milano, pp. 25-31.
- FEDELI A.M., PAGANI C. (2015), *Milano nel II-I secolo a.C.*, in Malnati L., Manzelli V. (a cura di), *Roma e le genti del Po. Un incontro di culture, III-I secolo a.C.*, Catalogo della mostra (Brescia, 8 maggio 2015 - 16 gennaio 2016), Gruppo Editoriale Giunti, Firenze, pp. 178-179.
- FRASSINE M. (2013), *Palus in Agro: aree umide, bonifiche e assetti centuriali in epoca romana*, *Agri centuriati supplementa*, 1, Fabrizio Serra Editore, Pisa, Roma.
- FRONTORI I. (2016), *L'acqua nei sistemi difensivi delle città romane: alcuni casi in Lombardia*, in *Gilgames. Giornale Interdisciplinare di Lettere e Linguistica, Geografia, Arte e Archeologia, Musica e Spettacolo*, I, pp. 96-113.
- FROVA A. (1955), *Ritrovamenti e scavi dal 1950 al 1953*, in AA.VV., *Ritrovamenti e scavi per la Forma Urbis Mediolani*, IV, Milano, pp. 5-18.
- GERRA C. (1951), *Un tratto delle mura di Massimiano rintracciato in via Monte Napoleone*, in AA.VV., *Ritrovamenti e scavi per la Forma Urbis Mediolani*, II, Casa Editrice Ceschina, Milano, pp. 20-21.
- JORIO S. (1985), *Milano. Via S. Margherita - Via S. Pellico*, in *Notiziario. Soprintendenza per i beni Archeologici della Lombardia 1985*, pp. 121-122.
- MALARA E. (1996), *Milano città porto. Origine difensiva e trasformazione funzionale del Naviglio interno*, Mediaset, Milano.
- MALARA E. (2012), *Il naviglio di Milano*, Hoepli, Milano.
- MIRABELLA ROBERTI M. (1963), *Le scoperte archeologiche nell'area di via Broletto e via del Lauro*, in Guicciardi E. (a cura di), *La nuova casa della "Milano"*, Milano, pp. 179-192.
- PAGANO E. (2016), *Acque milanesi, acque lombarde nel tempo. Contributi per una riflessione su un tema inesauribile*, in *Acque in Lombardia: navigazione e problemi idraulici dall'antichità al primo Novecento*, in *Archivio Storico Lombardo*, 142, pp. 13-22.
- PORTALUPPI P., SEMENZA M. (1927), *Milano com'è ora, come sarà*, Casa editrice d'arte Bestetti e Tumminelli, Milano-Roma.
- PRUSICKI M. (2012), *La Valle della Vettabbia risorge*, in Canella M., Puccinelli E. (a cura di), *La Valle dei Monaci. Un territorio con origini antiche torna a vivere per Milano*, Milano, pp. 131-175.
- ROSSIGNANI M. P., CORTESE C. (2005), *Il sarcofago della "Signora": segno di una città in trasformazione?*, in Sannazaro M., Rossignani M. P., Legrottaglie G. (a cura di), *La Signora del Sarcofago. Una sepoltura di rango nella necropoli dell'Università Cattolica*, *Contributi di archeologia*, 4, Vita e Pensiero, Milano, pp. 259-274.
- SCRIMA V. (2015), *La fossa interna*, in Galli S. (a cura di), *Milano città d'acqua*, Catalogo della mostra (Milano, Palazzo Morando, 12 novembre 2015 - 14 febbraio 2016), Spirale d'Iddee, Milano, pp. 73-121.

## Water power

Parole chiave (*key words*): energia idraulica (*water power*), mulino (*mill*), turbina (*turbina*), mola (*millstone*), frantumazione (*sow machine*), sega (*trip hammer*)

L'energia idraulica è stata prodotta ed utilizzata in epoca romana sin dai primi anni dell'impero, dapprima solo per la macinazione del grano (Vitruvio *Arch.* X, 5), successivamente anche per altre applicazioni industriali, come confermano i numerosi ritrovamenti archeologici di impianti ritrovati in tutto l'Impero e nella Roma stessa. I resti di alcuni impianti idraulici ritrovati hanno permesso di conoscerne le modalità di funzionamento nonostante il deperimento del materiale organico, l'asportazione dei metalli e la dispersione dei componenti lapidei degli impianti. Una vasta bibliografia riguarda quarantaquattro impianti più o meno integri identificati, nuovi recenti ritrovamenti aumentano questo numero (Wikander 2000 pp. 374-400).

Il principio di funzionamento di una macchina idraulica consiste nel trasformare l'energia di una corrente d'acqua in energia meccanica tramite di un organo rotante; ciò avviene tramite un'apposita ruota che, secondo la portata ed il salto disponibile, può essere posta in un piano orizzontale o verticale. Nel primo caso, adatto a salti significativi (Fig. 1.1), la ruota operatrice, il cui asse è montato su due cerniere, è dotata di palette piane o concave orientate perpendicolarmente al getto d'acqua. È la più antica macchina per produrre energia meccanica; inventata in epoca ellenistica fu utilizzata essenzialmente nell'animazione degli automi, come noto dalle opere di Filone di Bisanzio (Drachmann 1963, Lewis 2002). È l'antenata della turbina Pelton, raffinato risultato di moderne elaborazioni ingegneristiche, utilizzata per trasformare l'energia dei grandi salti idraulici in energia elettrica. Altra soluzione, quando il salto è più modesto, o inesistente in quanto si dispone di un flusso di acqua corrente, è di installare la ruota motrice in posizione verticale.

Disponendo di acqua corrente, la ruota è installata a filo della corrente con le palette di semplice forma piana, totalmente immerse, in modo da catturare l'energia cinetica (Fig. 1.2). Se la corrente passa al di sopra della ruota, è opportuno che le palette abbiano forma concava in modo da contenere l'acqua nell'arco della rotazione utilizzandone così al

meglio l'energia potenziale (Fig. 1.3). L'utenza meccanica più comune è stata la macinazione del grano, operazione che richiede un organo operativo rotante sul piano orizzontale, la mola, per tale ragione è sovente adottata una ruota idraulica pur essa orizzontale e sono collegate tra loro tramite l'albero motore.

alcune ipotesi per valutare le prestazioni energetiche. È necessario considerare che gli organi di legno che lavorano nell'acqua, subiscono deformazioni e rapido deterioramento, non resistono a elevati sforzi e sono soggetti a rapida usura, ciò avviene nonostante la possibilità di una accurata scelta e stagionatura

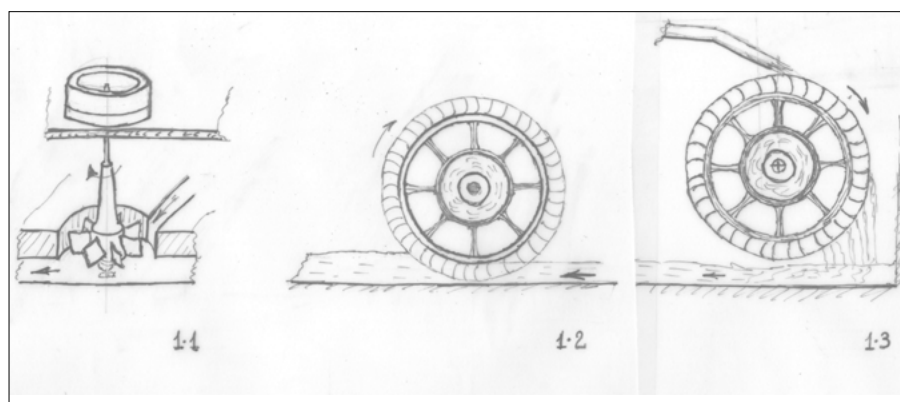


Figura 1 – Macchine idrauliche: 1.1 ruota orizzontale; 1.2 ruota verticale alimentata dalla corrente; 1.3 ruota verticale alimentata dall'alto

Quando invece si utilizza una ruota idraulica verticale la trasmissione del moto è più complessa in quanto è necessario convertire il piano di rotazione da orizzontale in verticale. Ciò si ottiene tramite una coppia di ruote dentate poste su piani perpendicolari, è il sistema ruota - pignone, la prima rigidamente collegata sull'asse della ruota motrice, mentre il secondo è in asse con la mola e ruota su supporti indipendenti. All'onere di un elemento in più, corrisponde però il vantaggio di poter svincolare la velocità di rotazione della mola da quella della ruota idraulica per ottimizzare le condizioni operative della macchina, variando semplicemente il diametro degli ingranaggi.

Tutte e tre le tipologie di macchine furono usate diffusamente nell'economia produttiva romana, non soltanto in impianti per macinare il grano. Il materiale con cui erano realizzati i diversi organi era sostanzialmente legno, ragione per la quale rimangono poche tracce per documentarne le caratteristiche costruttive, pur tuttavia la descrizione di Vitruvio (*Arch.* X, 5.2) e i resti murari di numerosi impianti permettono di ricostruire le diverse tipologie e calcolarne le dimensioni effettuando anche

delle essenze. Tali limiti non hanno impedito la vasta diffusione delle macchine idrauliche essendo affrontati con pronte manutenzioni e la sostituzione delle parti divenute fuori uso. Vi sono altri problemi costruttivi che non si sa se e come erano affrontati dagli antichi riguardo ai quali possiamo solamente fare delle ipotesi come la necessità di equilibratura statica e dinamica delle parti rotanti, la lubrificazione degli assi rotanti delle ruote e degli ingranaggi. La similitudine con le ruote dei carri ha probabilmente fornito la soluzione, erano forse i cuscinetti di appoggio e i denti degli ingranaggi realizzati di legno duro impregnato a caldo di olio?

Le installazioni ritrovate delle tre tipologie di ruota idraulica descritte, sono state realizzate applicando più o meno precisamente la scienza idraulica secondo le condizioni della corrente disponibile e dell'utenza richiesta. La ruota orizzontale, detta anche greca o norvegese, permette la costruzione di una macchina più semplice per il collegamento diretto della mola sull'asse della ruota motrice, ma ha una efficienza energetica limitata e vincoli dimensionali; la tecnologia romana con organi in legno non permetteva di utilizzare

diametri di elevate dimensioni e la velocità di rotazione era limitata, proprio a causa delle difficoltà di effettuare accurate equilibrature, come detto sopra. Esempi significativi di questa tipologia di impianto sono due piccole installazioni gemelle dell'*Africa Proconsularis*: a Chemtou, l'antica *Simitthus* e Testour, l'antica *Tchilla*, non lontane da *Bulla Regia* (Röder 1993, pp. 95-102). Si tratta di impianti realizzati su due ponti - traversa sul fiume Oued Medjerda; grazie all'epigrafe trovata presso il primo impianto (*Imp. Traianus ... pontem novum a fundamentis opera militum suorum et pecunia sua provinciae Africa fecit: CIL VIII 10117*) si conosce anche l'anno di realizzazione, il 112 d.C.. I tre canali realizzati nel corpo della traversa hanno profondità di 2 metri e disegno tale da imporre all'acqua in uscita un moto accelerato tangenziale (Fig. 2), portano ad altrettante ruote idrauliche. Esse avevano diametro di 0,9 m e forma conica, tanto che si possono considerare vere turbine; erano incernierate inferiormente su di una trave con

dici ore di funzionamento potevano fornire circa 1.600-1.700 Kg giorno di macinato; ciò rende l'idea di una installazione "industriale" di molitura completa. Il termine industriale è usato in questo caso con riferimento ad una non meglio identificata committenza pubblica, il distaccamento militare o l'annona di *Bulla Regia*. La produzione dello stabilimento di *Tchilla* era in grado di macinare in continuo la razione di grano di circa 2300 legionari.

I mulini con ruota verticale erano i più diffusi nel mondo romano e hanno offerto esempi di mulini "industriali", sia con alimentazione ad acqua corrente, come a Roma sul Gianicolo, sia con alimentazione dall'alto come a Barbegal in Provenza. Sul Gianicolo, era nota dalla letteratura la presenza di numerosi mulini funzionanti in epoca imperiale (Procopio *bell. Goth.* 5.19.9-10) e il recente ritrovamento archeologico causato da scavi di emergenza presso via Medici (Bell 1994) ripresi nel 1998-1999 (Wilson 2000) hanno permesso l'identificazione di un mulino,

confermando tale notizia. L'installazione era realizzata su di un ramo dell'acqua Traiana qui diviso in due, il ramo di sinistra (ramo Nord) alimentava quattro ruote motrici delle dimensioni di 2,3 m di diametro e 1,7 m di larghezza (Bell 1994, p.81), mentre il ramo di destra (Sud), meno conservato, alimentava una ruota di analoga larghezza, ma con diametro sensibilmente superiore (Fig. 3). Poiché la ruota S aveva l'asse di rotazione in posizione elevata di circa un metro rispetto a quelli N (Wilson 2000, p. 224), mentre la quota dei rispettivi canali coincideva, si può stimare che tale differenza corrispondesse ad una maggiore diametro della ruota S pari a circa 3,3 m. Nello scavo non sono state trovate paratoie per isolare il canale N o S, si deve però supporre la loro esistenza in tratti non scavati, sarebbe altrimenti incomprensibile la modalità di regolazione, in quanto non poteva essere conveniente la contemporanea alimentazione dei due rami. Supponendo l'utilizzazione dell'intera portata dell'*Aqua Traiana* (1,3 m<sup>3</sup>/s) e una velocità di ingresso dell'acqua di 2 - 3,5 m/s, la potenza estraibile dalla ruota S poteva essere, rispettivamente, dell'ordine di 0,4 - 1,2 Kw. In alternativa quando la portata era indirizzata al canale Nord, la prima ruota sviluppava la stessa potenza vista precedentemente, mentre ruote successive, mosse dalla corrente rallentata, ricevevano energia in quantità inferiore, circa dimezzando ad ogni passaggio la potenza fornita così che la potenza meccanica totale può essere stimata dell'ordine di 0,7 - 1,8 Kw.

La scelta di utilizzare la ruota S, di diametro sensibilmente maggiore di quelle N che quindi ruotava a velocità proporzionalmente inferiore, poteva essere dettata dalla necessità di disporre una coppia motrice più elevata in modo da vincere una maggiore inerzia o una mola di maggiore diametro oppure una macchina più pesante. Riguardo all'utilizzazione dell'energia prodotta dalla ruota S sarebbe azzardato effettuare ipotesi. La presenza di

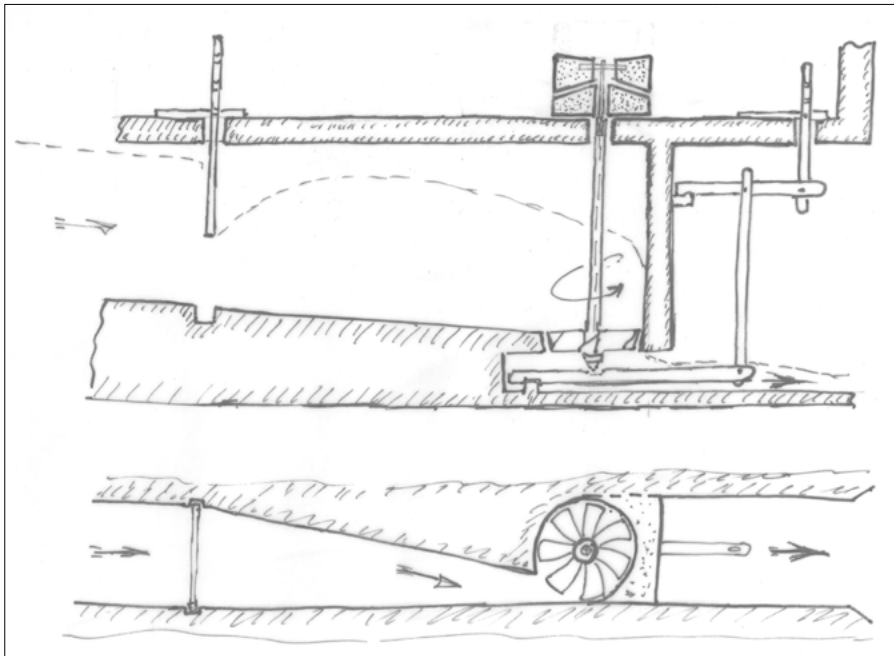


Figura 2 – Turbina ad asse verticale, sezione e pianta (Rakob 1993 ridisegnata)

alzata regolabile in modo da poter variare il gioco rispetto alla parete di fondo e cambiare passo e velocità. La mola così regolata poteva fornire, secondo necessità quantità e qualità diverse del macinato.

Come si è detto il funzionamento è più semplice di quanto non accada negli impianti a ruota verticale ed è stato utilizzato in numerose altre installazioni di questa tipologia, sono note quelle dell'Africa del Nord (Wilson 1995, pp. 507-508), della Palestina presso Cesarea (Frankel 2007). Stimando una portata di 0,2 m<sup>3</sup>/s per ogni turbina, la relativa potenza può essere valutata dell'ordine di 1 Kw (per i calcoli vedere la nota in coda al testo). I tre sistemi di turbina - macina, che erano installati entro un apposito edificio, nelle do-

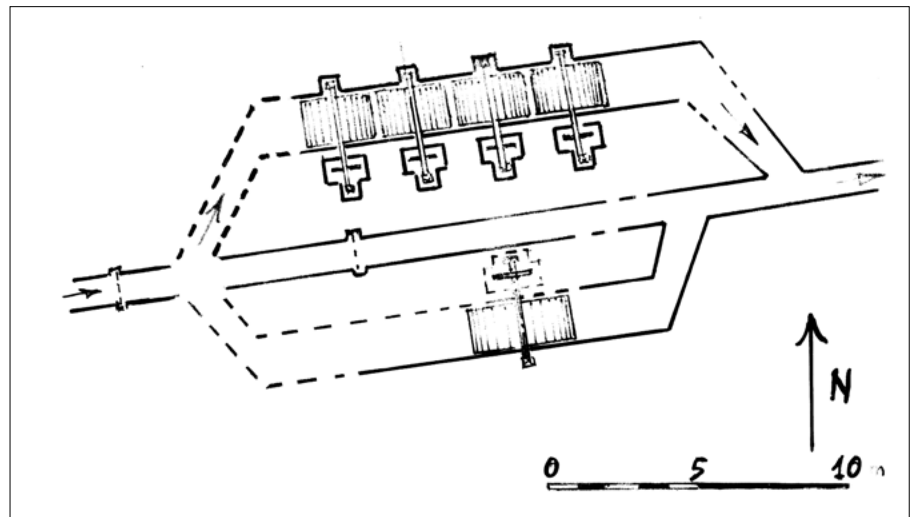


Figura 3 – Roma, Gianicolo, mulino di via Medici (da Wilson 2001 ridisegnato)



altri due impianti posti entrambe alla distanza di circa 80 m da questo descritto, uno a valle dello stesso ramo dell'*Aqua Traiana*, l'altro sull'*Aqua Alisietina* confermerebbe la vocazione "industriale" alla zona (Bell 1996).

Di altre dimensioni era il mulino di Barbegal sito presso Arles l'antica *Arleate*, importante centro della Gallia narbonense, dotato di ruote multiple poste a cascata entro un apposito edificio (61x20 m) costruito lungo un pendio per sfruttare al meglio l'energia potenziale dell'acqua. Anche in questo caso il canale di alimentazione si divideva in due alimentando otto sezioni in cascata, ciascuna formata da due mulini posti simmetricamente, in modo tale da lasciare al centro lo spazio per i macchinari (Fig. 4); vi erano quindi un totale di sedici mulini che potevano lavorare contemporaneamente (Leveau 2006). Le ruote motrici, alimentate dall'alto erano tutte eguali con diametro di 2,2 m lar-

alla luce negli anni '20 del '900 a Gerasa (Seigne-Morin 2008), ha recentemente permesso di comprendere che essi erano destinati ad alimentare una macchina idraulica per segare il marmo: due colonne parzialmente tagliate in senso assiale davano prova di questo tipo di funzionamento. Una ricostruzione attendibile (Seigne 2002) propone il sistema formato da una ruota idraulica di 4-4,5 m di diametro, larga 0,5 m che comanda un doppio sistema biella-manovella, simmetrico a destra e sinistra collegato con due telai di legno ciascuno dotato di seghe per marmo (Fig. 5). La macchina è stata datata al tempo di Giustiniano (527-565), epoca di grande fervore edilizio e di realizzazione di opere monumentali rivestite di marmo. Impianto simile con ruota idraulica avente diametro di 2,8 m, che anche in questo caso muoveva due apparati di seghe per marmo, datato VI-VII secolo, è stato trovato a Efeso (Mangartz 2007). Ben

anteriore è l'epigrafe sepolcrale di Aurelio Ammiano trovata a Ierapolis di Frigia, ora Pamukkale, sempre in Asia Minore, datata fine del III secolo (Ritti 2006), essa porta inciso lo schema di funzionamento della macchina con l'immagine di un parallelepipedo di marmo in fase di taglio (Fig. 6).

La rappresentazione di un sistema biella-manovella chiarisce il sistema usato di trasformazione del moto circolare in moto lineare alternativo. La letteratura conserva due citazioni del IV secolo, il poeta Ausonio descrivendo i paesaggi che incontra risalendo il fiume Mosella nella Gallia belgica, giunto presso Treviri ricorda lo stridio delle macchine idrauliche che tagliano il marmo (*Mosella* 362-365), analogamente il vescovo cappadocense san Gregorio di Nissa in una omelia ai suoi fedeli cita queste macchine che alleggeriscono il duro lavoro degli operai (*omeliae in Ekklesiasten* 3).

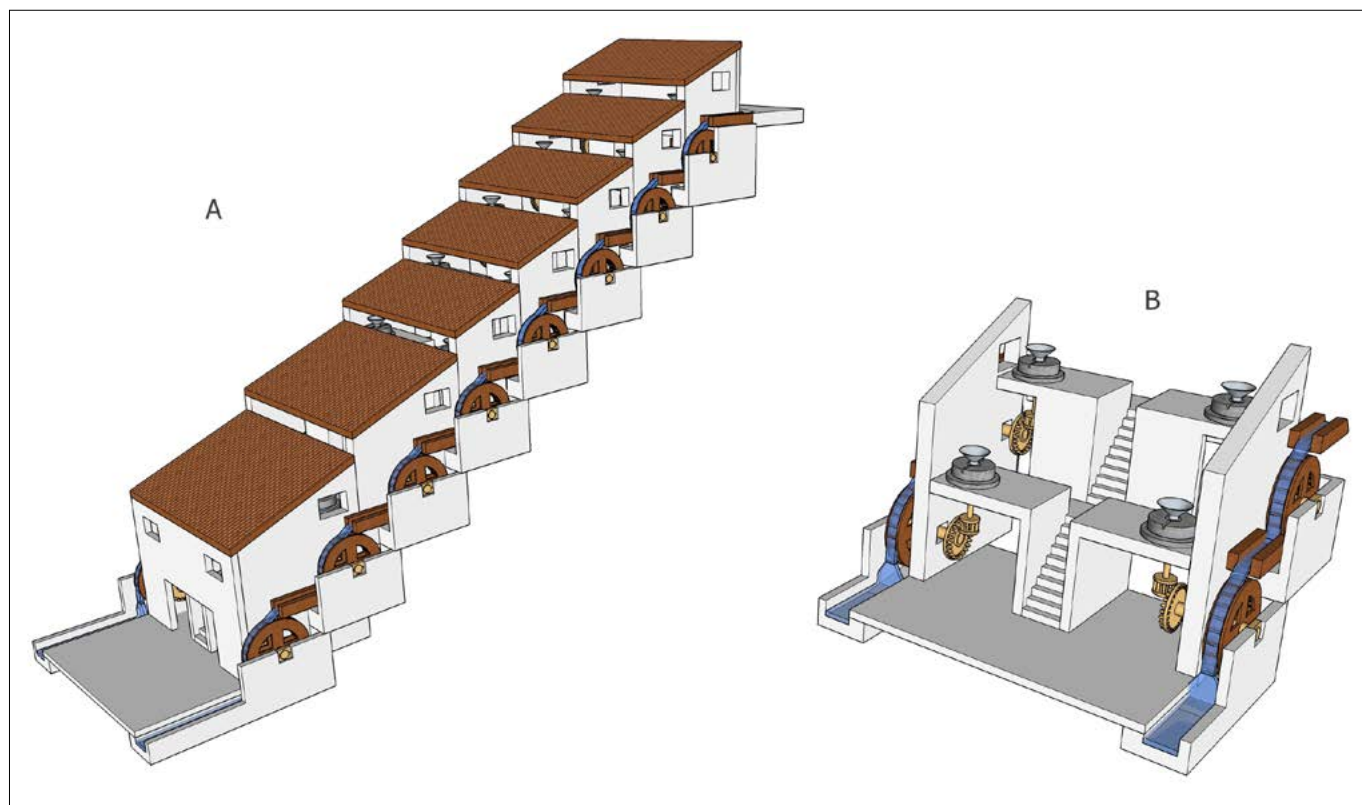


Figura 4 – Mulini di Barbegal: A vista d'insieme. B particolare del posizionamento dei ruotismi (A.Gaggero)

ghezza di 0,7 m; la portata del singolo canale adduttore è stata stimata dell'ordine di 0,15 m<sup>3</sup>/s (0,3 quella del canale alimentatore); la potenza utile teorica per ogni mulino può essere quindi stimata dell'ordine di 1,1 Kw, quindi quella totale, quando tutte le sedici ruote erano in funzione poteva essere dell'ordine di 17,6 Kw con la produzione di 1,25 tonnellate ora di farina, vero e proprio impianto industriale per alimentare la città di *Arleate* che dista circa sette chilometri

Ruote idrauliche sono state utilizzate in epoca imperiale non solo per muovere mulini, lo studio di alcuni condotti idraulici portati

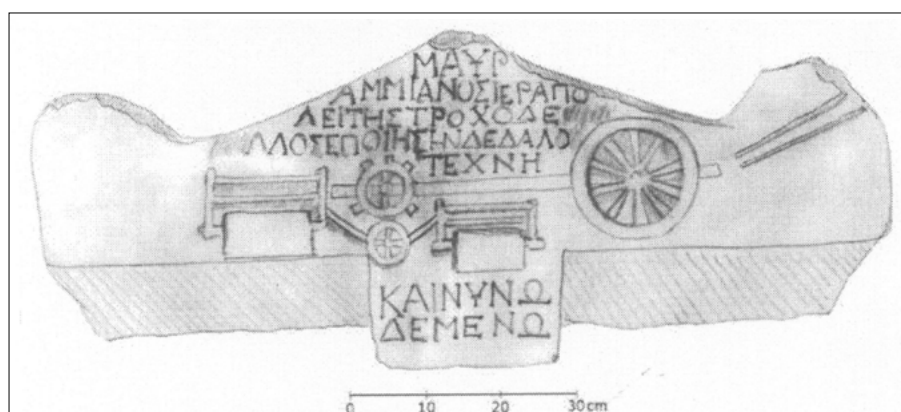


Figura 5 – Macchina idraulica per segare il marmo ricostruzione da impianto di Gerasa (Seigne Morin)

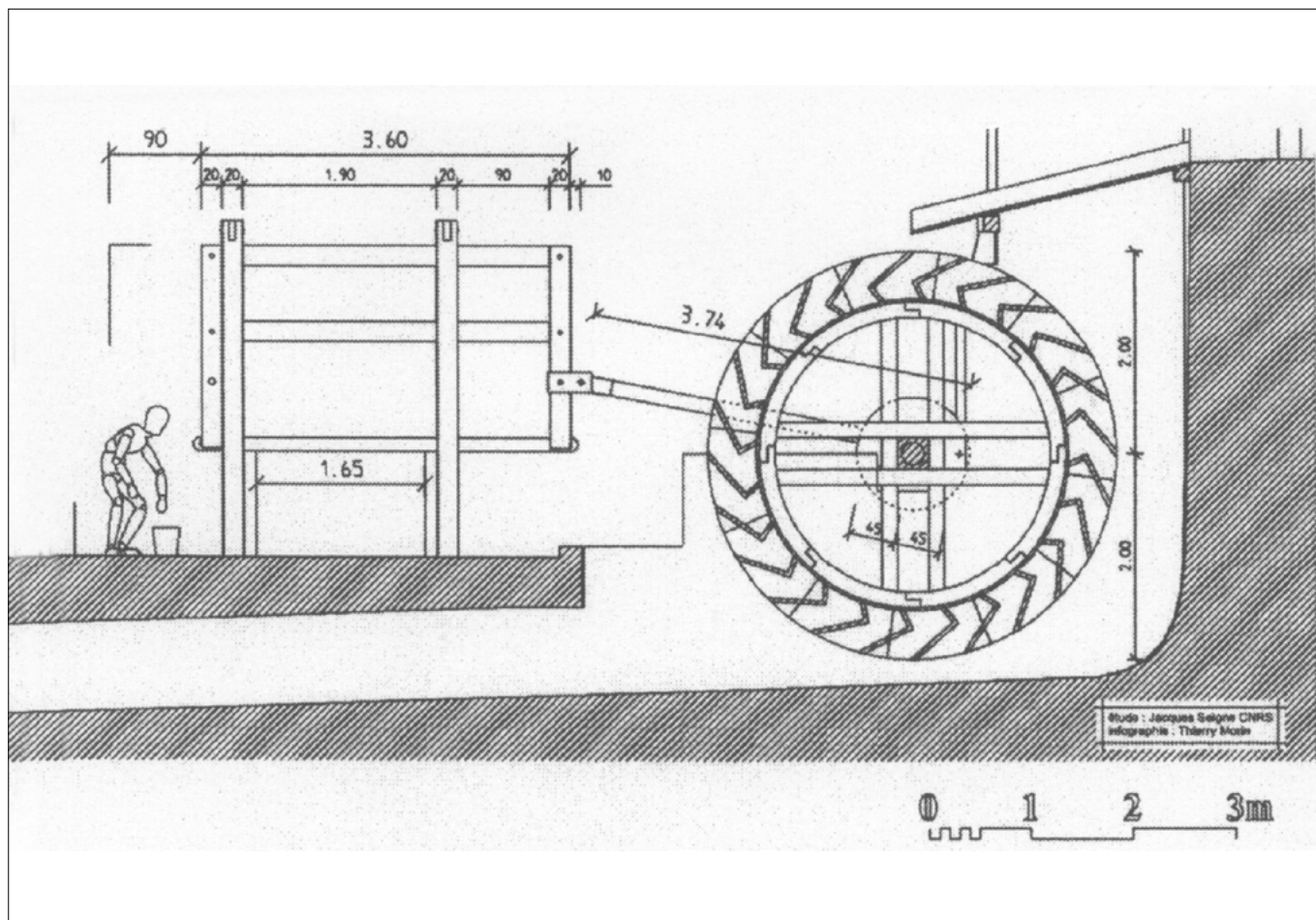


Figura 6 – Hierapolis di Frigia, coperchio del sarcofago di Aurelius Ammianus (T.Ritti)

L'immagine di Aurelio Ammiano e le più tarde testimonianze letterarie rendono evidente l'uso diffuso di macchine per segare il marmo e chiarisce le modalità della lavorazione delle grandi quantità di lastre di marmo necessarie per decorare i monumentali edifici che almeno dal III furono realizzati in Asia Minore, e in tutto l'impero.

Nelle miniere aurifere romane l'energia idraulica era utilizzata intensivamente, nel sito spagnolo di Las Médulas, la maggiore fonte di oro del I-II secolo d.C. come scrive Plinio (*n.h.* XXXIII,70), sono stati trovati delle lastre di bronzo di circa 40x90 cm alte in origine circa 15 cm, che portano delle profonde impronte di forma ovoidale di 20x25 cm circa (Wilson 2002, pp. 21-23). Sono state interpretate come testimonianza di una tecnica usata per frantumare il minerale: magli usati come pestelli battevano ritmicamente su queste incudini ricadendo con precisione sullo stesso punto, come mostrano le impronte, mentre operai addetti provvedevano ad alimentare ed asportare il minerale polverizzato. I profondi cavi sulle incudini indicano il peso dei magli che erano quindi sollevati da camme poste in rotazione da ruote idrauliche che fornivano energia al moto. Analoghe lastre di bronzo sono state trovate in miniere d'oro e d'argento della Britannia (Wilson cit.). Il macchinario usato nell'industria mineraria del XVI secolo



Figura 7 – Mulino per frantumazione minerali (Agrippa De re metallica, Basileae 1556)

può rappresentare efficacemente quanto era già presente nel II (Fig. 7). La recente scoperta di una macchina idraulica presso i resti di una conceria nella città romana di Sepino nel Sannio ha suggerito l'esistenza di un sistema, di pali battenti movimentati da camme poste in rotazione da ruota idraulica, utilizzato per battere le pelli in fase di concia (Brun, Leguilloux 2014).

La diffusione di questi impianti idraulici e la diversità delle loro applicazioni permette di riflettere sulla ragionevole ipotesi dell'esistenza di tipologie di macchine per altre applicazioni di cui non è rimasta traccia. Il recente ritrovamento a Roma sul Palatino di possenti strutture di epoca neroniana a forma cilindrica terminante con un piano di circa 200 m<sup>2</sup> di superficie (Villadieu 2011) ha fatto pensare alla sala rotante della *coenatio rotunda* di Nerone nota dalle fonti e mai identificata (Svetonio, *Nero* xxxi, 3). Una piattaforma lignea circolare posta sulla sommità dell'edificio avrebbe avuto tale rilevante dimensione e peso per essere adatta alle cerimonie imperiali da richiedere meccanismi complessi e di totale affidabilità, viene spontaneo pensare che i progettisti si siano affidati a ruote idrauliche.

L'esistenza di valvole idrauliche di bronzo di piccole e grandi dimensioni, come quelle ritrovate numerose negli scavi di Pompei ed Ercolano, presuppone l'esistenza di apposite macchine utensili di cui, per questo uso, non si ha notizia. Era noto da tempo memorabile il sistema di realizzare oggetti cilindrici di legno, di osso, di pietra (fusti di colonne) con il tornio (*tornus*). Dell'esistenza di macchine in grado di lavorare oggetti metallici con buona precisione, alti sforzi di taglio, assenza di vibrazioni e movimentate con continuità, non esiste traccia, ma è lecito presupporre che esistessero e che fossero mosse da energia idraulica.

Altra attività ripetitiva che richiedeva precisione e fatica era il battere moneta. Le grandi emissioni necessarie per le paghe dell'esercito richiedeva milioni di pezzi che dovevano essere pronti in breve tempo erano state utilizzati sistemi meccanizzati di produzione?

Vale la pena di esaminare se in epoca medio imperiale, al momento delle maggio-

ri emissioni, fossero stati impiegati sistemi parzialmente meccanizzati con conii inseriti in barre funzionanti come magli sollevate da camme mosse da ruote idrauliche come per le macchine che in quei tempi frantumavano il minerale di Las Médulas.

Le poche tracce lasciate dalle macchine idrauliche qui sopra descritte sono solo formate dai materiali lapidei ritrovati nei resti di questi impianti; quanto deperibile come il legno delle ruote, degli ingranaggi ed altro si è quasi totalmente degradato. Materiali pregiati come bronzo ed altri metalli sono stati oggetto di recupero e facilmente asportati già in epoca antica. Testimoni della loro esistenza rimaste sono quindi estremamente labili, i mulini sono identificabili per la presenza delle macine di pietra, le segherie per il marmo di Gerasa ed Efeso sono state identificate per la presenza di manufatti parzialmente lavorati, anche la macchina schiaccia sassi di Las Médulas è stata proposta sulla base dei fondelli di bronzo deformati ritrovati nelle miniere, ma come ritrovare officine meccaniche per la lavorazione dei bronzi o zecche con tracce di macchinari? È opportuna una riflessione su queste tematiche per fornire agli archeologi strumenti atti a riconoscere eventuale presenza di "macchine" nel corso dei loro scavi.

#### NOTA

##### CALCOLO DELLA POTENZA MECCANICA PRODOTTA DA RUOTA IDRAULICA:

###### A) Alimentazione dall'alto

$$P = Q \cdot h \cdot 9,8 \cdot \eta$$

ove P è la potenza in Kw; Q è la portata in m<sup>3</sup>/s; 9,8 è l'accelerazione di gravità in m/s<sup>2</sup>; η è il rendimento meccanico della trasformazione.

###### B) Alimentazione da corrente

$$P = Q \cdot v^2 \cdot 0,25 \cdot \eta$$

ove P è la potenza in Kw; Q in m<sup>3</sup>/s è la portata; v è la velocità dell'acqua in m/s; η è il rendimento meccanico della trasformazione, 0,25 in Kg.s/m è il coefficiente correttivo delle unità di misura.

#### PRODUTTIVITÀ IN FARINA DI UNA MOLA

Sulla base di recenti valutazioni, la produzione di una macina è dell'ordine di 117 lb/Hph (Spain 2008, p. 20), valore che trasformato in unità metriche diviene 71,17 Kg/Kwh.

La ragione di grano per un legionario era di 4 modii (26 Kg) al mese. Calcolando una disponibilità delle tre turbine dell'impianto di Chemtou funzionanti dodici ore al giorno con una disponibilità dell'80%, ne proviene una capacità mensile di molitura di 3x71,17x12x30x0,8 = 61.490 Kg, atta a servire alla distribuzione per circa 2300 legionari.

#### BIBLIOGRAFIA

- BELL III M., *An imperial flour mill on the Janiculum, in Le ravitaillement du blé de Rome et des centres urbains des début de la République*, Roma 1994.
- BELL, M., MOLINAE in LTUR III, Roma 1996, pp. 270-272.
- BRUN, JP., LEGUILLIUX, M., *Une tannerie et son moulin hydraulique ?* in Brun, Leguilloux, *Les installations artisanales romaines de Saepinum*, Napoli 2014, pp. 147-170.
- DRACHMANN, A.G., *The mechanical technology of Greek and Roman antiquity: a study of literary sources*, Copenhagen 1963.
- FRANKEL, R., *Water mills in Israel* in BRUN, J.P. FICHERS, J.L., *Energie Hydraulique et machines élevatrices d'eau dans l'antiquité*, Napoli 2007, pp. 215-224.
- PAOLI, L., *La costruzione di una ruota idraulica*, Il Rostro, Milano 2001.
- RITTI, T.; GREWE, K.; KESSNER, P., *A Relief of a Water-powered Stone Saw Mill on a Sarcophagus at Hierapolis and its Implications*, in *Journal of Roman Archaeology*, 20, 2007, pp.138-163.
- SPAIN, R., *The Power and Performance of Roman Water-mills. Hydro-mechanical Analysis of Vertical-wheeled Water-mills*, BAR 1786, Oxford: 2008.
- LEVEAU, P., *Les moulins de Barbegal (1986 - 2006)* Traianus.on line.
- RAKOB, F., (a cura di), *Simitthus I*, Mainz 1993.
- WIKANDER, Ö., *The Water Mill in ÖWikander, Handbook of Ancient Water Technology*, Leiden, 2000, pp. 371-400.
- WILSON, A., *Water-Power in North Africa and the Development of the Horizontal Water-Wheel*, in *Journal of Roman Archaeology*, 8, 1995, pp. 499-510.
- WILSON, A., *The watermill on the Janiculum* in MAAR XLV, 2000, pp. 219 - 246.
- WILSON, A., *Machines, power and the ancient economy in JRS XCII 2002*, pp 1-32.

**Tabella 1 – Potenza estraibile dai tre impianti "industriali" considerati.**

	Q m <sup>3</sup> /s	H m	v m/s	η	...P Kw	numero ruote	P totale Impianto Kw
Chemtou	0,2	2	-	0,25	1	3	3
Roma Gianicolo ramo Sud	1,3	-	2-3,5	0,3	0,4- 1,2	1	0,4-1,2
Roma Gianicolo ramo Nord	1,3	-	2-3,5	0,3		(4)*	0,7-1,8
Barbegal	0,15	2,5	-	0,3	1,1	16	17,6

\* Le quattro ruote lavorano in serie

N.B. I valori di potenza ricavati sono puramente indicativi in quanto le grandezze di partenza sono ipotetiche.

# Studio sull'Acquedotto Masseria San Pietro sul Mar Piccolo a Taranto

GIACINTO COSIMO GENTILE  
Gruppo Speleo Statte (TA)

BARTOLOMEO PONTASSUGLIA  
Gruppo Speleo Statte (TA)

## A study on the aqueduct of Masseria San Pietro sul Mar Piccolo in Taranto

Parole chiave (*key words*): acquedotto romano (*roman aqueduct*), Taranto (*Taranto*), speleologia (*speleology*), studio (*study*), acqua (*water*)

### ABSTRACT

A meno di un chilometro a nord delle coste del mar Piccolo di Taranto si trova un'antica masseria denominata San Pietro.

Situata in un piccolo villaggio ed immersa negli ulivi secolari nasconde sotto di essa un interessante e pregevole cunicolo.

Si tratta di una parte di un antico acquedotto, di probabili origini romane, dalle dimensioni variabili, scavato nella roccia, che oggi troviamo fortemente alterata e disfatta.

Lo studio ha portato al rilievo dell'ipogeo e ad una sua collocazione territoriale, al fine di poterne definire in maniera oggettiva il suo percorso.

### INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'acquedotto di Masseria San Pietro ricade nei pressi della omonima masseria, a circa 500 metri a NE del secondo seno del Mar Piccolo (Fig. 1).

Tutta l'area risulta essere interessante oltre che dal punto di vista archeologico, per la vicinanza anche del complesso architettonico della Masseria San Pietro (originariamente un'antica basilica datata X sec.) e di altri siti preistorici di notevole interesse esistenti nei dintorni, anche per l'innegabile valore scientifico del sito.

Essa, infatti, per la presenza di depositi di età tirreniana, rientra tra i geositi della Re-

gione Puglia, censiti con il "Progetto Geositi", diretta conseguenza della Legge Regionale 33/2009 sulla tutela e la valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico.

### INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche geologiche generali sono tipiche di un'area al limite fra l'Avanfossa, la Fossa Bradanica, e l'Avampaese carbonatico apulo, che con la Catena sud-appenninica costituiscono i tre domini del sistema orogeo appenninico, la cui origine deriva dalle interazioni fra la placca eurasiatica e quella africana.

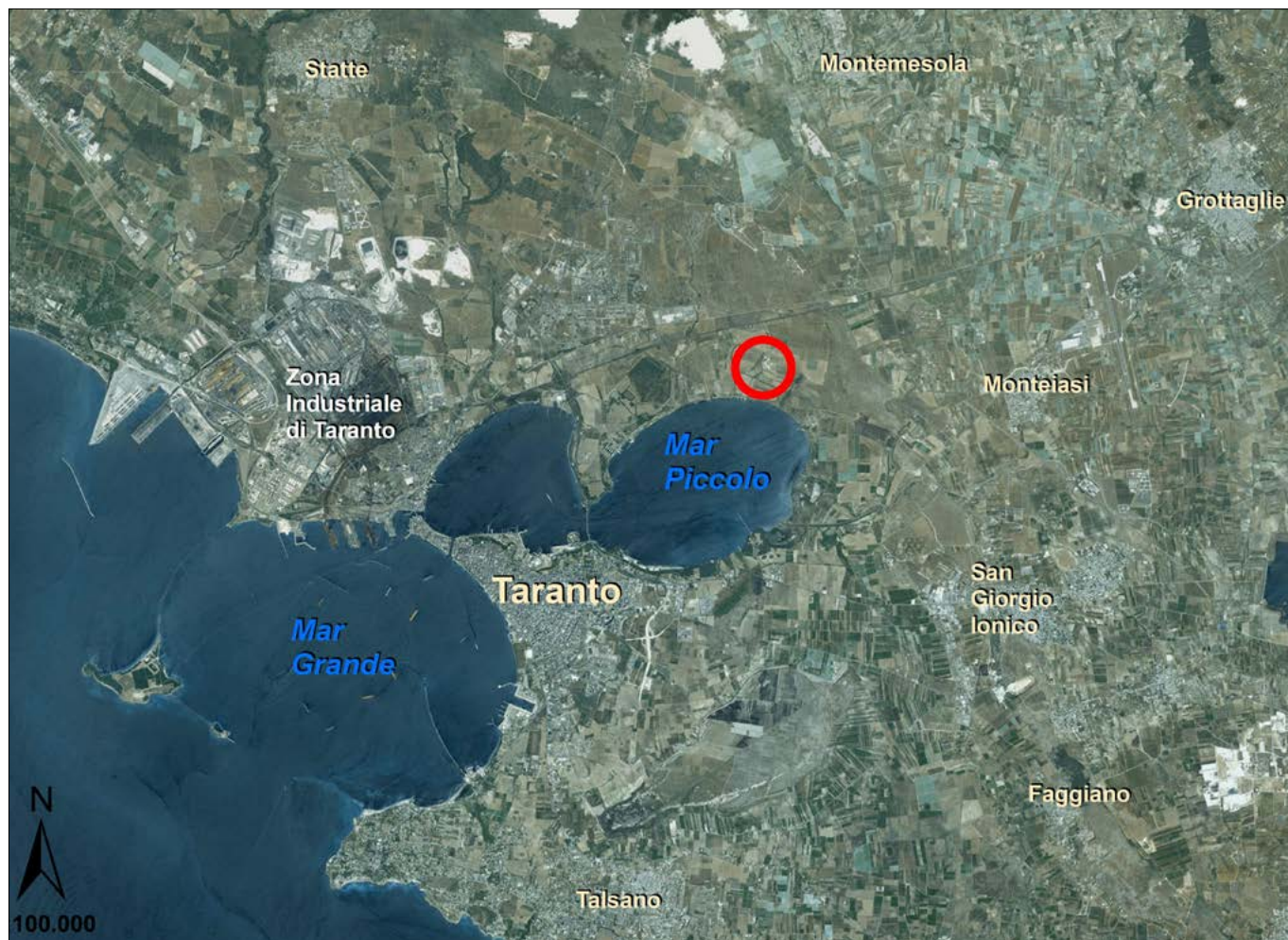


Figura 1 – Inquadramento territoriale dell'area in cui è presente l'acquedotto

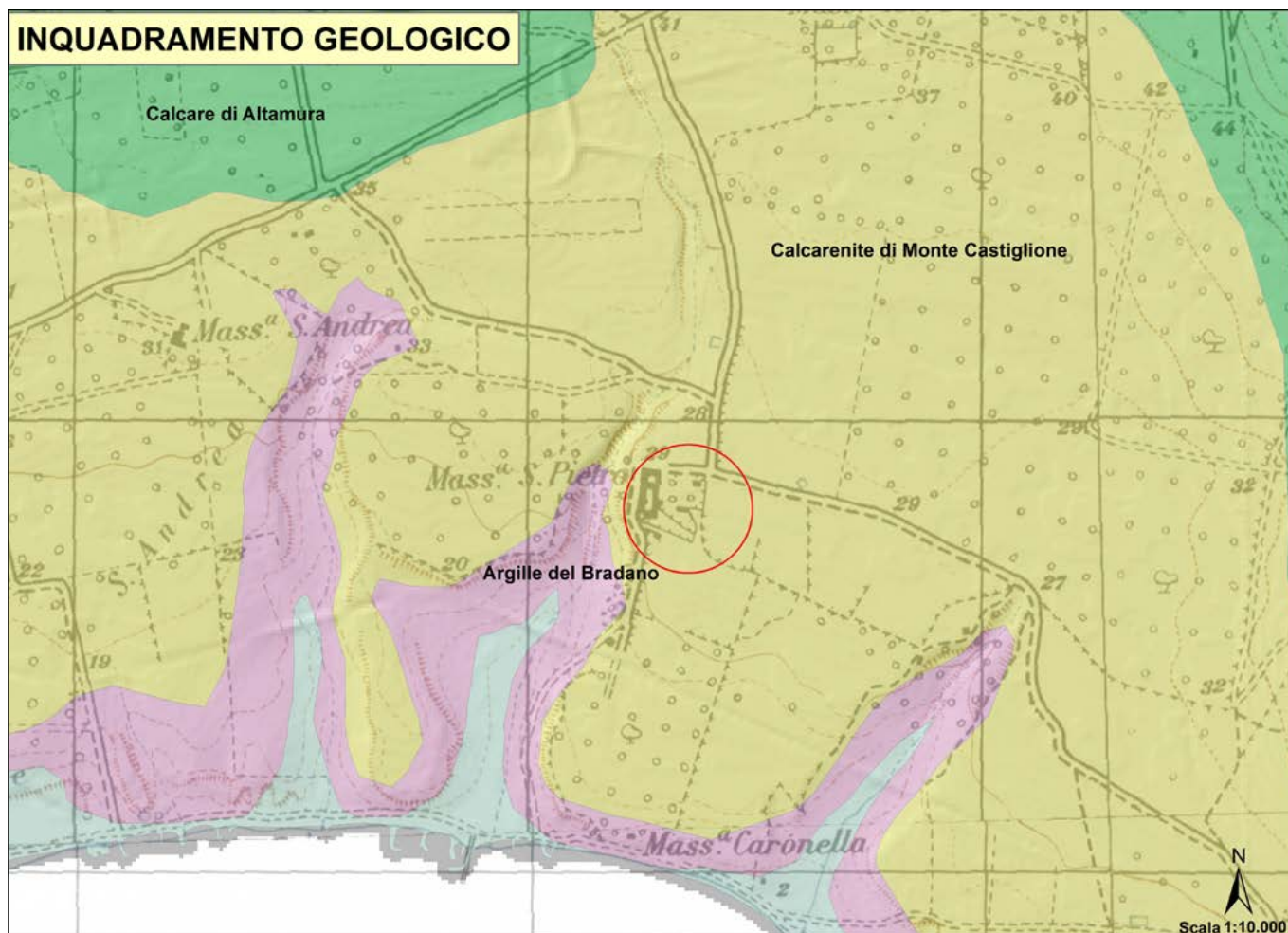


Figura 2 – Inquadramento geologico dell'area in esame

Lo schema geologico dell'area può essere così esemplificato (Fig. 2): su rocce calcareo-dolomitiche di età mesozoica (Cretaceo sup.), che costituiscono il substrato dell'area, poggiano in trasgressione, con lieve discordanza angolare, lembi discontinui e di diverso spessore di depositi marini di età cenozoica e quaternaria (Pliocene sup.- Pleistocene).

Nello specifico, nell'area di indagine, la successione stratigrafica è rappresentata dal basso verso l'alto, dalle seguenti unità:

- Calcare di Altamura (Senoniano);
- Argille del Bradano (Calabriano);
- Calcareniti di M. Castiglione (Post-Calabriano);
- Sabbie, limi e ghiaie attuali e recenti

Dal punto di vista geomorfologico l'area presenta una morfologia piuttosto dolce, influenzata dalla litologia e dall'assetto strutturale delle formazioni affioranti. In particolare, in corrispondenza dell'affioramento delle rocce carbonatiche di età mesozoica la morfologia si accentua conferendo al paesaggio il caratteristico aspetto di un rilievo carsico, brullo, segnato da estese micro e macroforme tettono-carsiche e fluvio-carsiche.

Laddove affiorano i depositi calcarenitici ed argillosi plio-pleistocenici la morfologia è caratterizzata da un vasto ripiano debolmente inclinato verso mare. La morfologia tabu-

lare è interrotta dall'apertura di lame molto svasate ed incise in prevalenza nelle Argille del Bradano, come "Fosso di San Pietro", e "Fosso di Sant'Andrea", sfocianti nel secondo seno del Mar Piccolo.

I caratteri idrogeologici dell'area in esame rispecchiano quelli di tutta la provincia tarantina, dove viene a mancare una vera e propria idrografia superficiale a causa dell'elevato grado di infiltrazione delle formazioni litologiche in affioramento. Pertanto le incisioni che si sono sviluppate hanno principalmente carattere torrentizio in coincidenza con eventi meteorici rilevanti (Mastronuzzi G. 2001).

Nello specifico, le rocce affioranti nell'area in esame sono in prevalenza permeabili per porosità o per fessurazione. Il primo tipo di permeabilità è tipico delle calcareniti e sabbie dell'unità Calcareniti di M. Castiglione. Tali depositi hanno importanza ai fini idrogeologici in quanto poggiano sulle Argille del Bradano, rocce a bassa permeabilità o praticamente impermeabili, e determinano le condizioni per l'accumulo di acqua di infiltrazione che da origine ad una falda superficiale poco estesa.

I Calcari delle Murge mesozoici hanno invece un'elevata permeabilità dovuta a fessurazione e a carsismo e sono sede invece di una falda profonda, detta falda di base,

che poggia sull'acqua marina di intrusione continentale.

Riassumendo, quindi, l'insieme delle caratteristiche idrogeologiche consentono di identificare almeno due tipi di circolazione idrica: una superficiale nei terreni quaternari e una profonda in quelli mesozoici.

Gli accumuli idrici nella falda superficiale sono sempre modesti a causa delle scarse precipitazioni e dal debole spessore dei sedimenti permeabili (Calcareniti di M. Castiglione).

La falda profonda rappresenta invece la falda più ricca della regione e quindi di notevole importanza economica (Maggiore M. & Pagliarulo P. 2004).

## DESCRIZIONE

La galleria (Fig. 3) si presenta all'interno della struttura della Masseria San Pietro sul Mar Piccolo (o Marrese o di Mutata) a circa 30 m l.m.m.

A metà della navata sinistra dell'antica chiesa, una stretta scalinata conduce ad un ambiente ipogeo, parzialmente scavato nella roccia, di forma sub rettangolare campaniforme, con il lato est leggermente ricurvo, il cui possibile uso originario è stato quello di cripta. Questa grande stanza intercetta lo scavo, ma ne ha lasciato la parte più bassa



Figura 3 – Vista del cunicolo scavato nella roccia

per circa 60 cm. Questo fa presumere che lo scavo della stanza sia postumo alla presenza del condotto.

Il tratto esplorato è lungo più di 200 metri. Si tratta di un cunicolo scavato nella roccia con una larghezza variabile tra i 30 ed gli 80 cm, altezza variabile tra 1,4 e 3,5 metri (Fig. 4). Le misure sono variabili sia a causa delle alterazioni dovute alla geologia del terreno, sia al rimaneggiamento avuto nel corso della storia, nonché ai depositi sul fondo. Il condotto si sviluppa in direzione NNE-SSW. Sono presenti quattro pozzelle di sfiato evidentemente rimaneggiate nel corso del tempo (Fig. 5).

Dalle ricognizioni effettuate e dai documenti consultati si ipotizza che si tratti di un acquedotto, di epoca romana, che intercettava una falda superficiale, non in pressione. L'architettura infatti somiglia fortemente a più conosciuti acquedotti romani.

Attualmente solo alcuni tratti ne sono costantemente allagati (Fig. 7).

Diversi sono i fenomeni di dissesto, alcuni dei quali ne occludono i limiti estremi del canale. Esso termina infatti sia a monte sia a valle con due frane (Fig. 6).

Poco più in basso della zona di ricognizione risulta la presenza di ville romane a cui il condotto avrebbe potuto portare l'acqua, sia per la parte residenziale sia per la parte produttiva. Sono presenti anche diverse cisterne nei pressi della stessa abazia. Data la geologia della zona è possibile la presenza di una falda superficiale nei primi dieci metri di terreno. Tale falda è stata confermata dai sopralluoghi, durante i quali si sono individuati due pozzi, non datati, probabilmente usati a scopo irriguo, il cui interno non è stato im-

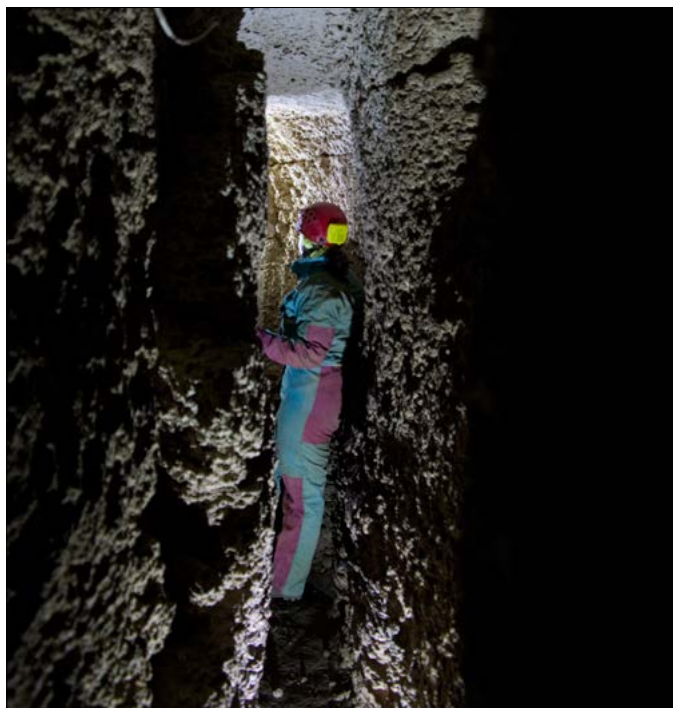


Figura 4 – Vista del cunicolo scavato nella roccia in uno dei tratti più stretti



Figura 5 – Vista dal basso di una delle pozzelle

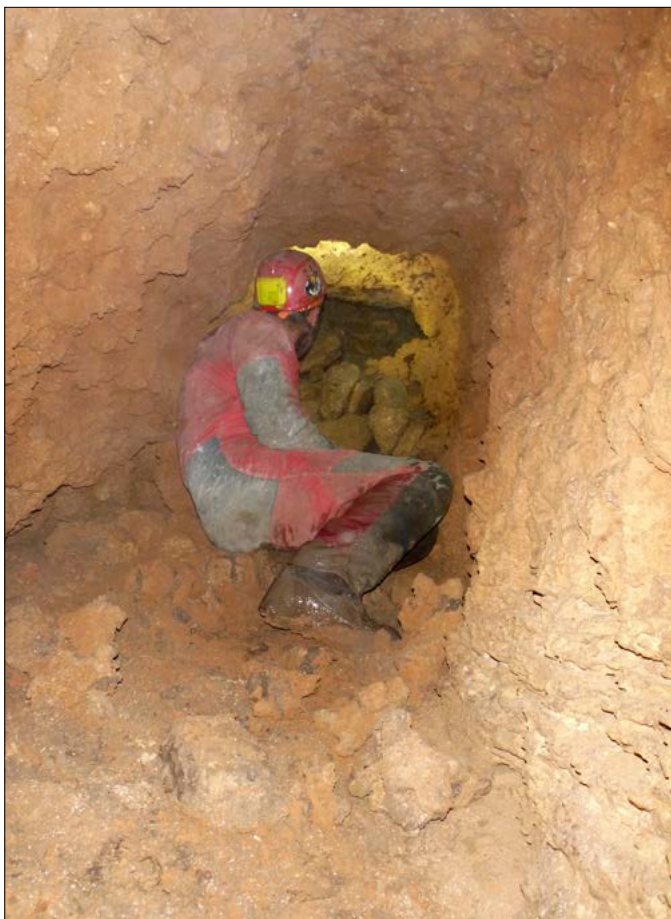


Figura 6 – Presenza di acqua in un tratto dell'acquedotto



Figura 7 – Frana che chiude il passaggio della galleria

permeabilizzato ma semplicemente rinforzato con massi incastrati.

In tale falda sarebbe stato scavata la condotta, che, nel tratto esplorato, non supera la profondità di 8 metri dalla superficie.

#### NOTE STORICHE

Le indagini sono state supportate da un'analisi storica, ma la bibliografia è scarsa.

Nei pressi della Masseria l'antica viabilità indica una serie di tracciati importanti: un percorso stradale corre a Nord della masseria, lungo la isoipsa dei 25/30 m s.l.m., dirigendosi verso oriente. In età romana l'organizzazione del territorio probabilmente cambia, per giungere nella media e tarda età imperiale al modello canonico di villa romana, con parte residenziale e parte produttiva, al centro di un'ampia proprietà latifondistica. Tutto il terrazzo prospiciente Mar Piccolo era occupato da una villa romana databile fra il I e il IV secolo d.C. Ancora oggi se ne trovano i resti delle murature.

Il ruolo di residenza patrizia viene suggerito dalla bella posizione panoramica, mentre quello produttivo dalla sua dislocazione in un'area a fortissima vocazione agricola. Tali ville pare siano scomparse nel IV secolo d.C., quando l'insediamento si trasferì ad est della moderna masseria per dare vita a piccoli villaggi. Ebbe quindi una vita piuttosto lunga. Appare dunque importante l'area del

secondo seno del Mar Piccolo di Taranto, sia in quanto asservita da un grosso percorso viario afferente alla via Appia, ma che evitava il passaggio in città, sia in quanto conferma un modello che dalla villa imperiale passa al vicus tardo antico (De Vitis S. 2010).

#### CONCLUSIONI

Il lavoro si è mostrato molto interessante sotto vari punti di vista ed ha portato al rilievo, planoaltimetrico e fotografico, del condotto ed al suo posizionamento sulle mappe.

Lo studio però non si ritiene ancora completo. Probabilmente la zona ipogea esplorata è solo una parte dell'intera opera.

Dai sopralluoghi effettuati non appaiono però in superficie, nei dintorni della struttura, segni evidenti dell'acquedotto. Sono state effettuate delle ricognizioni lungo un ipotetico percorso dell'acquedotto, il terreno risulta lavorato per la coltivazione e si incontrano numerosi cumuli di pietre, come tipico di queste zone, che non si distinguono da possibili pozzelle occluse. Saranno necessarie ulteriori indagini e ricognizioni nelle campagne adiacenti la masseria per individuare eventuali punti di accesso sconosciuti.

Sul terreno a valle del condotto invece è presente una piccola scarpata che limita la prosecuzione della galleria lungo le direzioni individuate, il che avvalorava la possibilità che l'acquedotto servisse le ville sottostanti. Ta-

le ipotesi è anche confermata dalla sezione longitudinale, dalla quale si nota che il tratto terminale esplorato è a quasi due metri dal piano campagna, su di un versante in discesa, possibile condizione di un rapido affioramento in superficie.

Utile potrebbe essere la rimozione del materiale presente sul fondo e che occlude gli estremi dell'acquedotto per verificarne dall'interno la prosecuzione.

#### BIBLIOGRAFIA

MASTRONUZZI G. (2001), *Indagine conoscitiva geologica ambientale del sistema del Mar Piccolo (Taranto): caratteri evoluzione, dinamica, valore e pericolosità di un potenziale geosito*. In: Atelier Taranto, Comune di Taranto. Progetto Posidonia, Unione Europea, Commissione Europea – DG XVI, Art. 10 FESR, Azioni Innovatrici, Programma Terra, Progetto n.55 Posidonia, Comune di Taranto, VII Settore Governo del Territorio, CD rom, <http://www.comune.taranto.it>.

MARTINIS B. & ROBBA E. (1971), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000 - Foglio 202, Taranto*. Serv. Geol. d'It., pp. 56, 10 fig., Cava dei Tirreni.

MAGGIORE M. & PAGLIARULO P., *Circolazione idrica ed equilibri idrogeologici negli acquiferi della Puglia*. Atti del Convegno "Uso e tutela dei corpi idrici sotterranei pugliesi", Bari 21/06/2002. In: Geologi e Territorio, Supplemento al n. 1/2004.

DE VITIS S. (2010), *Ameno lido che s'incurva e gira*, Ed. Scorpione. <http://www.geositipuglia.eu/> <http://www.sit.puglia.it/>

# Progetto *Albanus*: indagini speleologiche per lo studio dell'emissario del lago Albano (Roma, Italia)

## Albanus Project: speleological investigations of the artificial drainage system (outlet) of the Albano Lake (Rome, Italy)

Parole chiave (*key words*): Cavit  artificiali (*artificial cavities*), emissari artificiali sotterranei (*artificial underground outlets*), Colli Albani (*Alban Hills*), lago Albano (*Alban Lake*)

CARLO GERMANI  
Egeria Centro Ricerche Sotterranee (Roma)  
Hypogea - Ricerca e Valorizzazione Cavit  Artificiali  
E-mail: carlo.germani@gmail.com

CARLA GALEAZZI  
Egeria Centro Ricerche Sotterranee (Roma)  
Hypogea - Ricerca e Valorizzazione Cavit  Artificiali

### INTRODUZIONE

La gestione dei laghi e delle zone umide pu  essere ottenuta utilizzando superfici artificiali o canali sotterranei (emissari) (Castellani, Dragoni, 1991, 1997; Dragoni, Cambi, 2015). Al momento   noto che, in Italia, ci sono non meno di ventuno antichi tunnel realizzati per questo scopo (Galeazzi *et al.*, 2012), che risalgono ai tempi dei romani o prima;   probabile che ve ne siano ancora molti da scoprire.

Tra i tunnel antichi pi  lunghi esistenti nell'area mediterranea ci sono due gallerie scavate per regolarizzare le variazioni di livello dei laghi di Albano e Nemi, situati pochi chilometri a sud di Roma, nell'area vulcanica dei Colli Albani. Il tunnel Albano   lungo circa 1450 metri, mentre il tunnel di Nemi   lungo circa 1600 m. I due emissari furono scavati tra il VI e il IV secolo a.C. per regolare il livello dei due specchi d'acqua che, privi di sbocchi naturali, erano soggetti a forti variazioni di livello. Contrariamente a quanto avvenuto per i bacini minori della stessa zona (Germani, Parise, 2009; Germani *et al.*, 2012), i laghi di Albano e Nemi non furono completamente prosciugati, sia in ragione della profondit  (170 m Albano e 33 m Nemi) sia per mantenere un'ampia conserva d'acqua con possibilit  di sfruttamento del rivo ottenuto per l'irrigazione. L'epoca di realizzazione, le difficolt  affrontate e risolte con mezzi limitati, la funzionalit  rimasta intatta sino a tempi recenti, collocano queste opere tra le pi  importanti del nostro passato. La struttura ha una straordinaria importanza archeologica, geologica e speleologica; ci  nonostante   ancora poco nota. Allo stesso tempo, va annoverata fra le grandi opere che testimoniano gli sforzi dall'uomo per gestire l'acqua e sviluppare l'agricoltura e le civilt  urbane.

### 1. L'EMISSARIO DEL LAGO ALBANO

La tradizione storica pone l'Emissario del Lago Albano tra le pi  antiche imprese romane sotterranee documentate, secondo solo alla Cloaca Massima. Secondo lo storico

Tito Livio (circa 60 a.C. - 17 d.C.) (V, 15) il tunnel fu scavato all'inizio del IV secolo a.C. dai romani durante la guerra contro Veio, citt  etrusca situata pochi chilometri a nord di Roma. La leggenda vuole che l'opera sia stata realizzata come conseguenza di un responso dell'oracolo di Delfi: "*Veio non sar  conquistata (dai Romani) finch  il lago Albano uscir  dalle sue rive*". Dell'evento parlano anche Dionigi d'Alicarnasso (I, 66) ed altri autori classici, riportando sostanzialmente la versione di Livio, alcuni facendo intendere la possibilit  che l'emissario sia pi  antico e che in epoca romana sia stato riutilizzato un tunnel crollato o dismesso in precedenza.

Molti secoli dopo, nel '700, Piranesi dedica all'emissario uno studio architettonico ricco di dettagli tecnici e bellissime tavole, contribuendo alla notorit  dell'opera. Della struttura di regolazione trattano anche vari autori moderni (p.es. Fea, 1820; Raggi, 1879) ma le descrizioni si limitano in genere alla sola struttura monumentale dell'Incile, ignorando il condotto sotterraneo o descrivendolo in modo errato (Raggi parla di 62 pozzi, assolutamente inesistenti). Nella seconda met  del secolo scorso, grazie ad una serie di esplorazioni condotte da speleologi, il tunnel sotterraneo viene parzialmente esplorato (Dolci, 1958; Chimenti e Consolini, 1958) ma bisogna attendere il 1978 per avere un rilievo completo (Cardinale, Castellani e Vignati, 1978), frutto di numerose e impegnative ricognizioni. In "Civilt  dell'acqua" (Castellani, 1999) viene fornita una descrizione completa del condotto e, parallelamente, vengono illustrate le tecniche di progettazione e di scavo (vedi anche Castellani e Dragoni, 1990; Bersani e Castellani, 2005). In "Oltre l'avventura", (Ferri Ricchi, 2001) si legge un appassionante resoconto delle esplorazioni speleologiche degli anni '60.

Il condotto ha funzionato presumibilmente in modo ininterrotto dall'antichit  fino ai nostri giorni. Negli anni '70 del secolo scorso l'acqua fluiva ancora dal lago nell'emissario rendendone impossibile la percorrenza interna se non

chiudendo le paratie ottocentesche di regolazione poste all'incile. I depositi di terra presenti alla base dei due pozzi utilizzati nella *coltellatio*, ostacolavano (ed ostacolano ancora) il deflusso dell'acqua facendo si che il cunicolo rimanesse in gran parte allagato anche con la paratia di regolazione completamente chiusa. Due occlusioni concrezionali rendevano inoltre la porzione centrale del condotto percorribile solo con tecniche subacquee.

Qualche decennio dopo, malgrado il livello del lago Albano si fosse abbassato ben sotto la soglia dell'Incile, una ulteriore frana nel pozzo pi  vicino allo sbocco, in localit  Le Mole di Castel Gandolfo, occludeva quasi del tutto il passaggio sotterraneo provocando il completo allagamento del canale e all'incile il rigurgito delle acque di stillicidio interne. (Caloi *et al.*, 2012). Nel 2009 la percorribilit  del condotto era limitata a pochi metri.

### 2. IL PROGETTO ALBANUS

Dal 2013, la Federazione Hypogea Ricerca e Valorizzazione Cavit  Artificiali<sup>1</sup> conduce uno studio sistematico dell'emissario Albano (Progetto *Albanus*), utilizzando tecniche all'avanguardia, con l'obiettivo di esplorare e documentare l'antico condotto, ottenere la sua topografia precisa ed esaminare le tecniche di scavo e le modalit  di realizzazione.

Lo studio   condotto in collaborazione con la Soprintendenza per i Beni Archeologici del Lazio, il Parco Regionale dei "Castelli Romani" e il comune di Castel Gandolfo, nell'ambito del quale ricade l'opera idraulica. Il progetto   dedicato alla memoria del professor Vittorio Castellani, eminente studioso e speleologo, membro del Centro Ricerche Sotterranee Egeria. Il Progetto *Albanus*, oltre a quanto

<sup>1</sup> Hypogea Ricerca e valorizzazione cavit  artificiali   la Federazione Speleologica del Lazio che comprende i gruppi A.S.S.O., EGERIA Centro Ricerche Sotterranee e Roma Sotterranea.



detto, ha lo scopo di salvare il significato di questa opera idraulica in termini di patrimonio culturale e geologico, anche tentando di ripristinare la sua funzione originaria.

Lo studio, che ha richiesto l'intervento di tecnici speleo-subacquei e attività di rilievo topografico in immersione da parte di tutti i ricercatori, è stato preceduto da esami chimici e batteriologici di campioni presi alle due estremità del tunnel, che hanno attestato la buona qualità dell'acqua e l'assenza di agenti patogeni.

L'esplorazione è iniziata nel 2013. Dall'ingresso a monte (Incile) il canale sotterraneo è stato trovato completamente inondato, tanto che gli speleo-subacquei sono entrati in gioco fin dall'inizio dello studio. Dopo tre tentativi di superare un passaggio molto stretto, a circa 36 metri dall'ingresso, è stato necessario sospendere i tentativi di esplorazione. In questo punto, infatti, la volta si abbassa fino a toccare l'acqua e le esplorazioni subacquee hanno mostrato che tra il fondo e la volta del tunnel ci sono circa 1,10 m di fango limoso-argilloso e solo 20 cm di acqua. In queste condizioni, per ragioni di sicurezza, era impossibile proseguire.

Le ricerche si sono spostate verso l'uscita del tunnel, in località Mole di Castel Gandolfo, dove è stato possibile accedere al canale sotterraneo attraverso uno stretto passaggio nel muro che chiude l'uscita in corrispondenza del lavatoio settecentesco. Questo primo tratto è risultato riempito con materiali vari, principalmente rifiuti provenienti da recenti lavori stradali. Nonostante la dimensione ristretta dell'ingresso e del successivo tratto di galleria, la maggior parte del riempimento è stato rimosso fino a consentire il passaggio sicuro degli speleologi che, tuttavia, si sono dovuti fermare di nuovo dopo 70 m, alla base del primo pozzo dove un cumulo di terra e materiali caduti dai campi sovrastanti (reti di plastica, rifiuti, radici) ha impedito ulteriori progressi.

Nella primavera del 2014 erano accessibili solo 36 metri dall'Incile e 70 metri dall'uscita mentre circa millequattrocento metri rimanevano ancora inesplorati.

Nell'estate del 2014 si è deciso di operare partendo dal primo pozzo. Qui parte dell'ostruzione è stata rimossa e il regolare deflusso dell'acqua ripristinato. Questa azione ha permesso di drenare parzialmente il canale e di abbassare il livello dell'acqua interna di 90 cm, rendendo possibile il passaggio. Gli speleologi e gli speleo-sub sono quindi riusciti a percorrere oltre 1020 m a fronte dei 1.450 complessivi, superando due sifoni in immersione. Le condizioni del canale sotterraneo nel tratto percorso appaiono perfette, anche se completamente allagato, con l'eccezione di alcune zone che mostrano allargamenti anomali dovuti a crolli verificati in epoche indeterminate, caratteristica già descritta dai primi esploratori alla fine del 1950.

Nel mese di settembre 2014, anche se il tunnel non è stato completamente esplorato, abbiamo iniziato il lavoro di documentazione e rilievo in dettaglio della struttura. L'acqua, estremamente chiara, in alcuni tratti è profonda oltre 2 m ed è molto fredda (circa 14°C) a causa della sostenuta percolazione. Le concrezioni di calcite presenti a partire da 500 metri dall'ingresso (le misure sono indicate a partire dalle Mole) rendono l'avanzamento attraverso il tunnel altamente suggestivo ma, al tempo stesso, ricoprono parzialmente la volta e le pareti, nascondendo forse pozzi o discenderie (cunicoli inclinati), non più visibili dall'esterno. Due imponenti colate concrezionali a 590 e 900 metri dall'ingresso chiudono completamente la galleria lasciando un passaggio solo sotto il livello dell'acqua (sifone). L'abbondanza di stalattiti, lame di calcite e "capelli d'angelo" è piuttosto insolito in una struttura vulcanica e sarà oggetto di analisi specifiche.

Nelle attuali condizioni, la massa di fango che inizia a 36 m dall'ingresso a monte e prosegue per circa 400 m è il principale ostacolo al completamento dell'esplorazione. Il fango non può essere rimosso manualmente, le operazioni dovranno rispettare le normative ambientali e di sicurezza e la sua rimozione richiede un intervento complesso e oneroso ancora da finanziare. Questa sarà la fase finale del Progetto *Albanus*, che renderà accessibile l'intero canale sotterraneo.

I prossimi passi del progetto prevedono il coinvolgimento di esperti in varie discipline e la creazione di un comitato scientifico internazionale che dovrebbe garantire la prosecuzione delle indagini tecniche e scientifiche nella zona, anche dopo la fine del Progetto *Albanus*.

### 3. ANALISI DEL CONDOTTO

#### 3.1 IL PROGETTO COMPLESSIVO

Il tunnel sotterraneo è lungo 1450 metri con una pendenza di circa l'1,4 per mille. La sezione varia da rettangolare a trapezoidale, probabilmente in funzione delle diverse modalità di scavo, ha larghezza variabile tra 90 e 130 cm e altezza 2-2,50 metri. Nel corso dei secoli frane e concrezioni hanno alterato questo profilo in alcuni punti.

L'opera è stata compiuta con la tecnica dello scavo a fronti contrapposti con l'impiego di più squadre che hanno effettuato lo scavo partendo dall'Incile, dalla base dei pozzi e dallo sbocco previsto.

All'Incile i lavori sono iniziati ad una quota più alta rispetto al livello massimo del lago e con una forte inclinazione sino al piano di scavo progettato, per evitare l'allagamento del condotto durante i lavori di realizzazione. A condotto completato, la soglia è stata abbassata consentendo alle acque del lago di fluire verso l'interno.

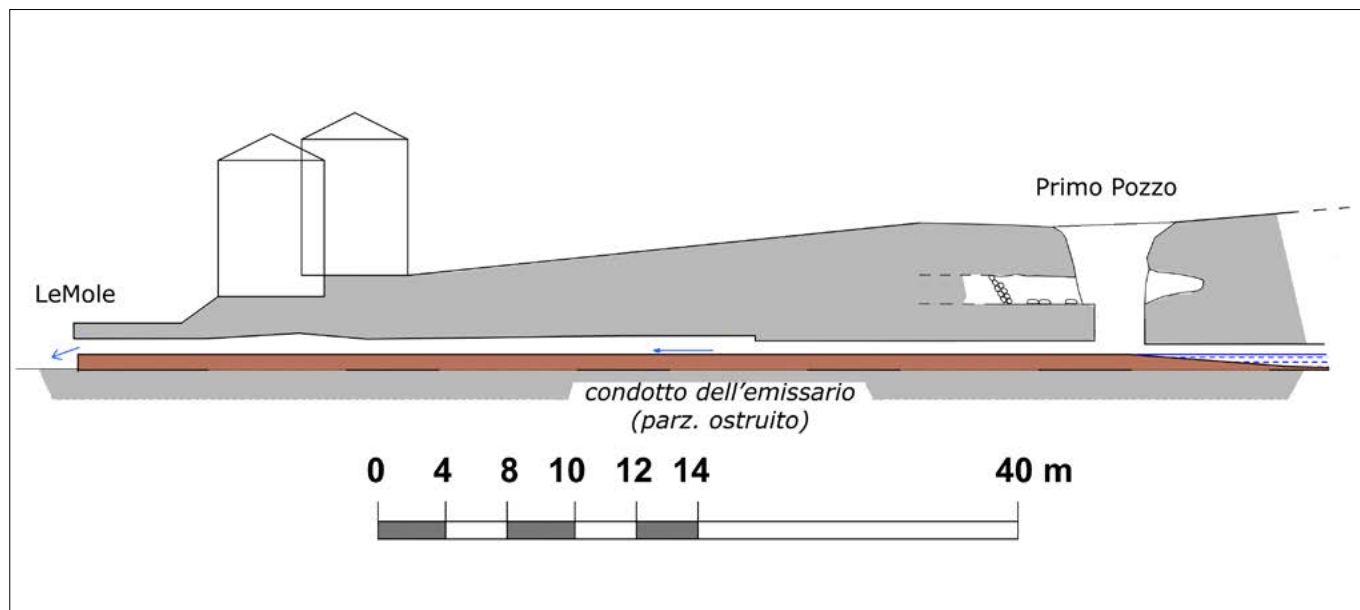


Figura 1 – Sezione del condotto tra l'uscita in loc. Le Mole e il primo pozzo (grafica C. Germani, rilievo Hypogea)

La progettazione venne certamente eseguita con il metodo della “*coltellatio*”, comune nell’antichità, che fissa la quota dei due imbocchi e la direzione esterna che veniva riportata all’interno dello scavo tramite l’ausilio di pozzi aperti in prossimità delle uscite. Nel caso di Albano ne troviamo due presso lo sbocco a valle, il primo vicino all’uscita per una stima della direzione di scavo ed il secondo più interno per ridurre l’errore. Questo viene ulteriormente limitato grazie alle ondulazioni del cunicolo tra i due pozzi che permettono di vedere la luce dell’ingresso solo dal centro del condotto, aumentando la precisione nella direzione di scavo. Dal racconto degli esploratori degli anni ’70, la luce dell’imbocco era sempre visibile fino alla prima ostruzione mentre oggi, a causa delle frane e della tamponatura muraria in Loc. Le Mole, la visuale si perde attorno ai 300 metri dall’ingresso.

### 3.2 I pozzi

I pozzi presentano dimensioni insolite, da noi mai precedentemente riscontrate in altre opere idrauliche antiche (Cappa, 2008): un metro di larghezza per quasi tre metri di lunghezza. L’analisi delle tracce di scavo sembra confermare che le dimensioni del pozzo fossero le stesse anche in origine.

Lo sviluppo inusuale lungo l’asse del condotto era probabilmente funzionale alle tecniche di scavo adottate, ai metodi di allineamento del cunicolo o alla necessità di avvicendamento veloce delle squadre di scavo.

Sul primo pozzo è visibile un secondo cunicolo scavato in epoca imprecisabile<sup>2</sup> poco sopra il tunnel (Fig. 1). Lo scavo, che immaginiamo piuttosto recente, ha contribuito all’instabilità della struttura e al parziale collasso del pozzo originario, con conseguente ostruzione del condotto. Non sono noti, allo stato dello studio, pozzi di allineamento sul lato a monte e dalle esplorazioni sin qui effettuate non vi è traccia di altri pozzi, spesso citati in letteratura, a partire dal Piranesi che li dava tuttavia per ipotetici.

### 3.3 LE CORNICI

Altra caratteristica è la presenza di “cornici”, ovvero di variazioni della sezione del cunicolo dell’ordine di pochi centimetri a delinearne il contorno e visibili lungo tutto il condotto (Fig. 2). Già segnalate da Castellani (Castellani, Dragoni, 1991; Castellani, 1999), si ipotizzava che fossero servite a valutare

la velocità di progressione delle squadre al lavoro, ognuna delle quali lasciava una cornice come segnale di “fine turno”. Le analisi attuali, da noi condotte in numerose strutture idrauliche del Lazio, ci portano a notare che le cornici si trovano quasi sempre su un solo lato del condotto e in corrispondenza di un cam-

sorta di “talpa meccanica” *ante litteram*. In questa ipotesi, le cornici sembrano più verosimilmente causate da leggeri cambiamenti di direzione dello scavo, quando tutto il macchinario veniva arretrato di qualche decina di cm e riallineato secondo la nuova direzione che doveva seguire il tunnel (Fig. 3). La cor-



Figura 2 – Le “cornici” presenti lungo il condotto (Foto V. Puggini)

bio di direzione, ovvero costantemente sul lato esterno della curva. Osservando la forma del condotto e le lunghe tracce di scavo visibili sulle pareti, come anche nell’emissario di Nemi (Castellani, Dragoni, op. cit.), si può ipotizzare l’utilizzo di un macchinario ligneo che supportava e indirizzava con maggior precisione lo scalpellamento manuale: una

nice si sarebbe così conservata solo sul lato esterno. Di questo ipotetico macchinario non esiste purtroppo nessuna descrizione nelle fonti antiche.

### 3.4 LO SCAVO

Anche lo scavo a fronti contrapposti è oggetto di riflessione alla luce delle risultan-

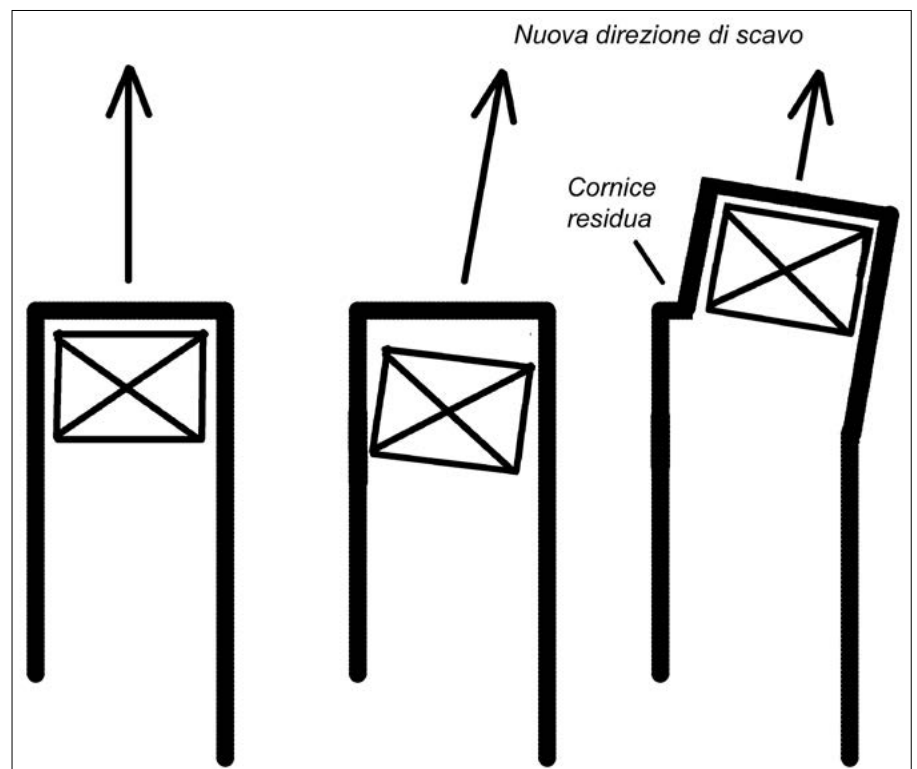


Figura 3 – Schema della possibile origine delle “cornici” (grafica © C. Germani)

<sup>2</sup> Lo stato di degrado di questa zona rende difficile l’interpretazione delle tracce, ma lo scavo del secondo cunicolo appare decisamente posteriore alla realizzazione nell’emissario e probabilmente correlato alla necessità di irrigare i campi di questa area. Nei disegni del Piranesi (1762) non c’è traccia di questa struttura.

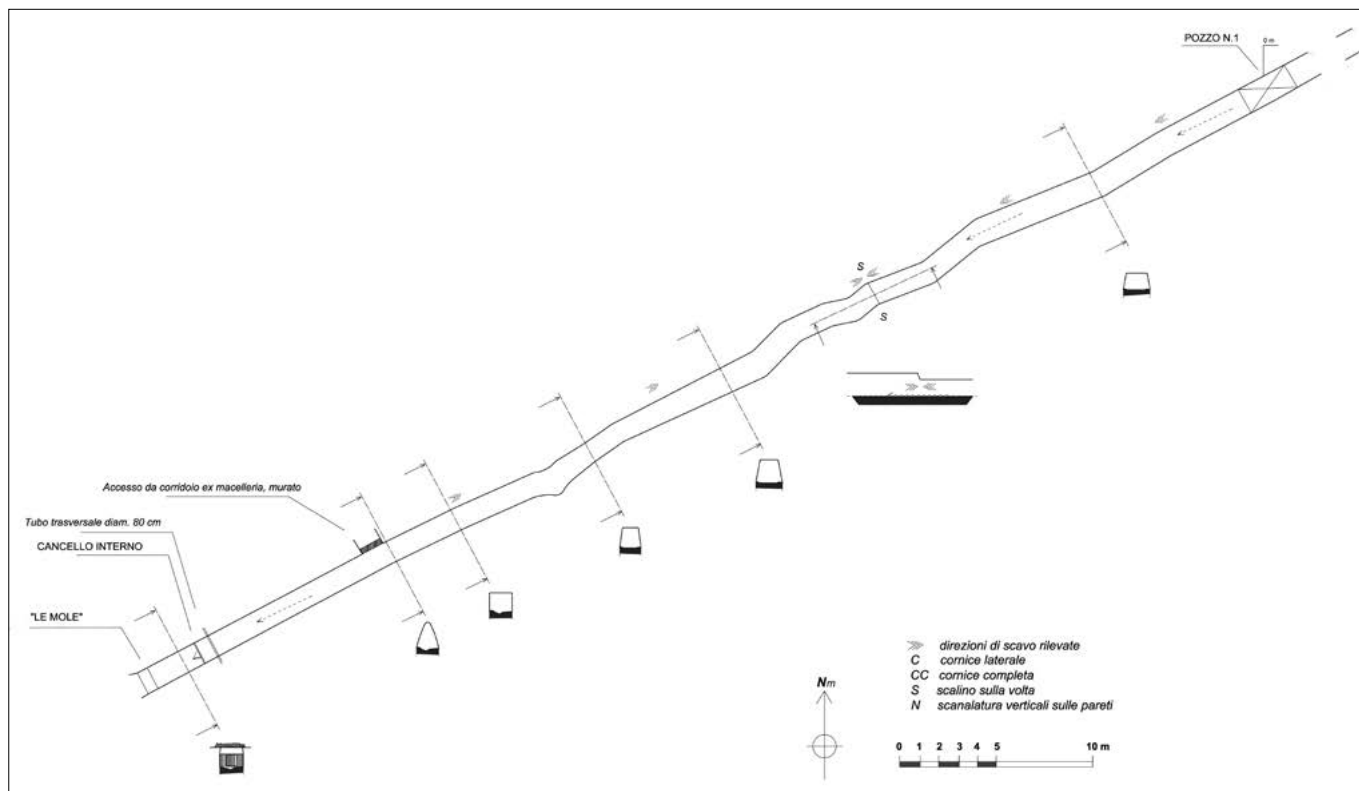


Figura 4 – Planimetria e sezioni del condotto tra l'uscita in loc. Le Mole e il primo pozzo (progressiva 70 m) (grafica © C. Germani, rilievo Hypogea)

ze esplorative. Allo stato delle conoscenze, il tratto tra Le Mole e il primo pozzo risulta chiaramente realizzato a fronti contrapposti (Fig. 4). Il resto del condotto, dal primo fino al secondo pozzo ed oltre, appare sempre scavato in direzione lago e, pur avendo esplorato più di 2/3 del percorso, non abbiamo trovato traccia del punto di incontro con le squadre provenienti dall'incile.

Il rilievo e l'osservazione delle tracce di scavo hanno però evidenziato alcune "ano-

malie": a) in prossimità del secondo pozzo dove, nell'ipotesi di uno scavo partito dalla base del primo pozzo sarebbe lecito attendersi variazioni di direzione o, sulle pareti, evidenze di aggiustamenti nello scavo, il condotto appare invece particolarmente regolare sia nella direzione che nella sezione (Fig. 5). In questo tratto la larghezza del cunicolo è di 100-120 cm, leggermente superiore a quella in corrispondenza del pozzo (90 cm), che viene perfettamente "centrato" dal fronte di scavo;

b) il fronte di scavo da valle non attraversa il pozzo, ma si interrompe dopo averlo raggiunto. Superato il pozzo in direzione lago, lo scavo riprende con larghezza 100-120 cm.; c) circa a metà strada tra i due pozzi, a 260 metri dal primo, si nota una decisa variazione della sezione di scavo che passa da trapezoidale a rettangolare. Si nota anche un modesto gradino sulla volta.

Quanto esposto evidenzia anzitutto l'estrema precisione della tecnica di scavo

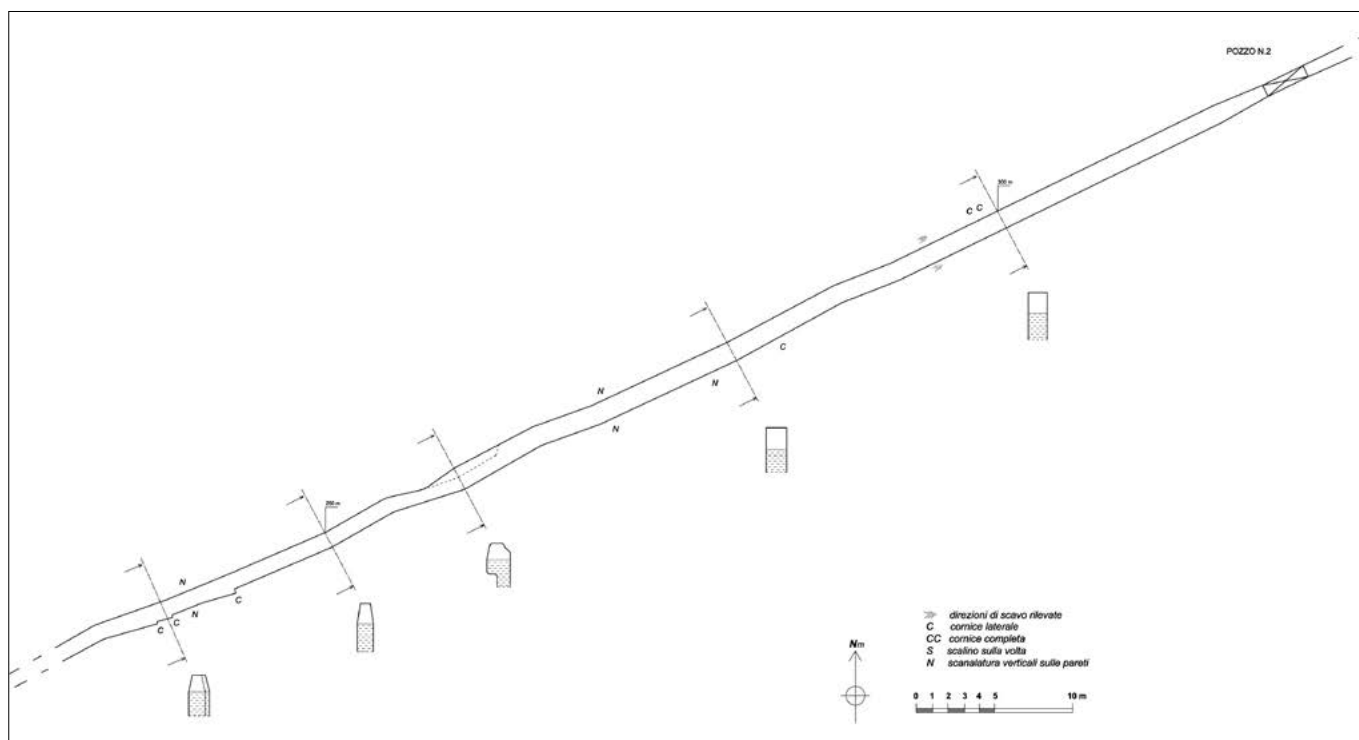


Figura 5 – Planimetria e sezioni del condotto tra la progressiva 260 m e il secondo pozzo (progressiva 380 m) (grafica © C. Germani, rilievo Hypogea)

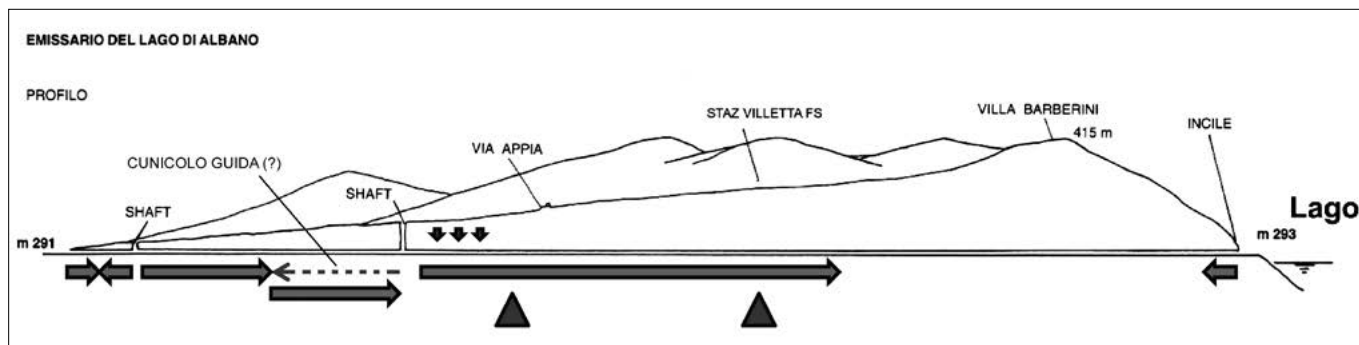


Figura 6 - Schema della possibile successione delle operazioni di scavo. I triangoli in basso indicano le due imponenti colate calcifiche che ostruiscono il condotto (grafica © C. Germani)

adottata, che ha consentito di raccordare il condotto al secondo pozzo con un errore di poche decine di cm. Inoltre, come era lecito attendersi, un fronte di scavo è sicuramente partito dal secondo pozzo. Difficile invece dare una spiegazione al cambio della sezione di scavo riscontrato a 260 metri dal primo pozzo. A partire da quel punto, inoltre, la galleria appare più larga, con meno ondulazioni del tratto precedente. Non essendoci notizie storiche dettagliate possiamo solo formulare alcune ipotesi:

- 1) a 260 metri i progettisti hanno ritenuto di aver raggiunto una sufficiente precisione nella direzione da tenere nello scavo ed hanno adottato un metodo diverso, più efficiente o più rapido;
- 2) è possibile che lo scavo tra il primo e il secondo pozzo sia stato condotto a fronti contrapposti realizzando prima una sorta di cunicolo-guida che è stato in un secondo momento ripercorso dalle squadre di scavo e portato alle dimensioni attuali.

Lo schema complessivo potrebbe dunque essere, in definitiva, quello di Fig. 6 nel quale gran parte dello scavo ed il lavoro di allineamento è stato condotto a partire dalle Mole mentre le squadre all'incile (i versi di scavo

da questo lato vanno dal lago verso l'interno del monte) si sono concentrate soprattutto sulle delicate procedure di abbassamento della soglia e della conseguente messa in opera dell'emissario.

### 3.5 LE SCANALATURE VERTICALI

Lungo l'asse sotterraneo si notano alcune grandi scanalature verticali sulle pareti (N-N nel rilievo) apparentemente guide per inserire delle assi o tavole trasversali al cunicolo e presenti a partire da circa 200 m dall'ingresso e cadenzate di un centinaio di metri. Le scanalature sono sempre seguite, in direzione lago, da una serie di ondeggiamenti del condotto in tutto simili a quelli riscontrati vicino all'ingresso e presumibilmente usati per migliorare l'allineamento dello scavo.

È possibile che tali incavi siano stati utilizzati per riportare la corretta direzione di scavo quando la luce proveniente dall'accesso non era ancora disponibile (fronti di scavo non ancora congiunti) o era troppo lontana per essere efficacemente utilizzata dagli scavatori. Un'asse lignea trasversale poteva ospitare dei traguardi ottici o una lampada da utilizzare al posto della luce proveniente dall'esterno.

## 4. GLI AMBIENTI MONUMENTALI

L'emissario, oltre ad essere formato dalla lunga galleria sotterranea rettilinea, presentava due ambienti monumentali, realizzati in opera quadrata, siti rispettivamente all'incile ed allo sbocco (Galeazzi *et al.*, 2015). Il primo è ancora magnificamente visibile mentre del secondo non rimane più traccia.

Nell'ambito del Progetto *Albanus* sono state effettuate misurazioni accurate e di dettaglio anche nella porzione monumentale dell'Incile (Figg. 7 e 8). Questo è suddiviso in due spazi: il primo è un piccolo vano rettangolare che costituisce la "camera dei filtri" composta da due pareti filtranti atte a bloccare eventuali ostacoli galleggianti trasportati dalle acque nell'emissario. Il secondo è un vasto ambiente quadrangolare scoperto, la "camera di manovra". Questa è caratterizzata ancora oggi da una moderna paratia metallica per la regolazione del flusso e, sulla parete di fondo, da un monumentale arco a tutto sesto disposto a "protezione" dell'ingresso del cunicolo. L'imponenza della struttura, alta oltre 8 metri e larga 6, ricorda un arco trionfale e la parete opposta, originariamente più bassa, in antico permetteva di scorgere la grande arcata dall'esterno.

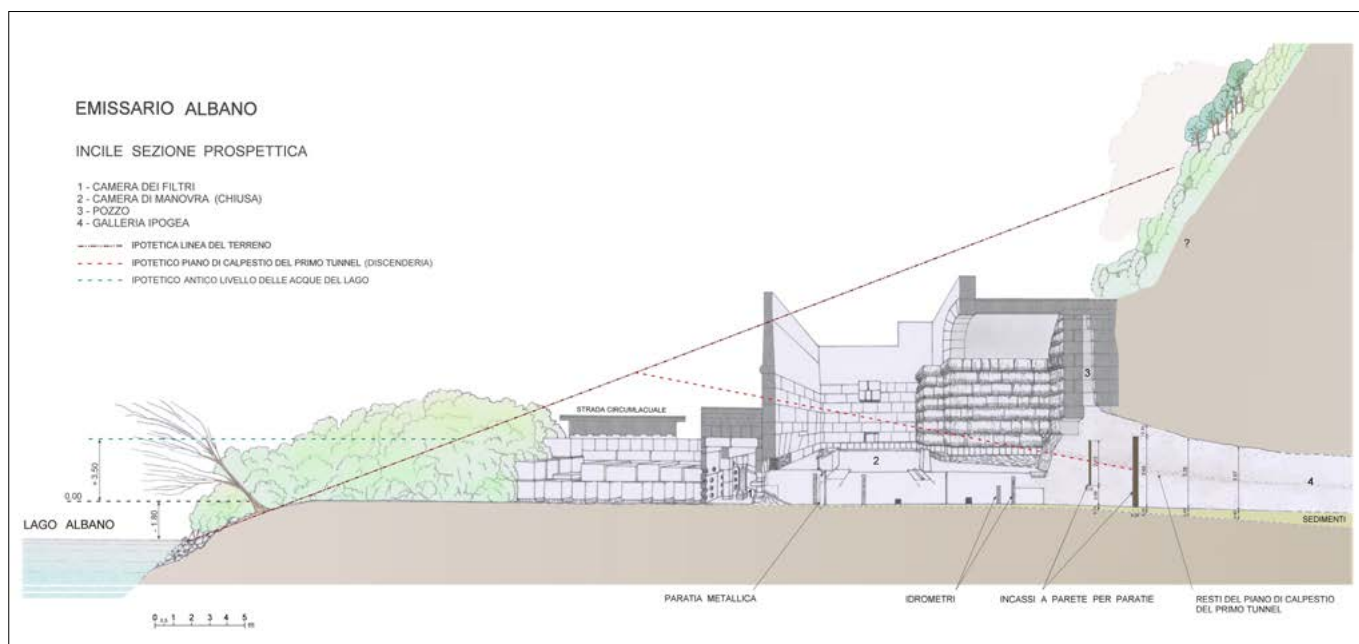


Figura 7 - Sezione prospettica dell'Incile (rilievo e grafica © L. Casciotti)

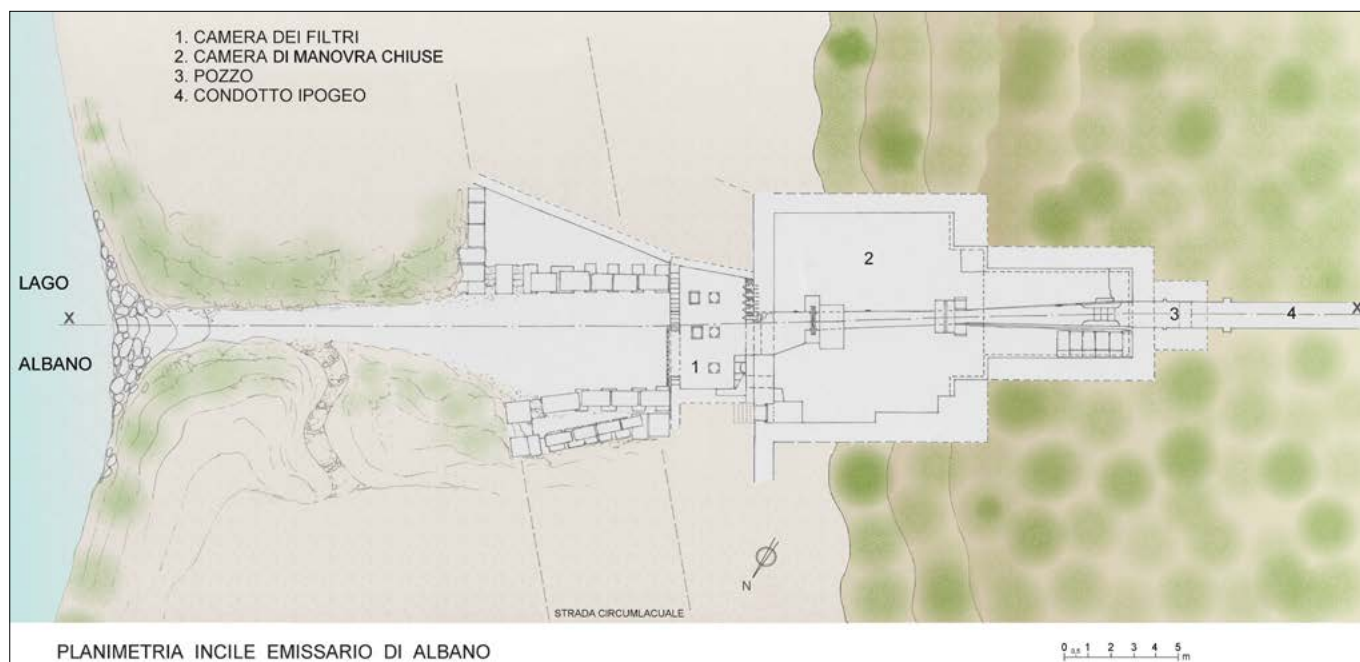


Figura 8 – Planimetria dell'Incile (rilievo e grafica © L. Casciotti)

Nel XVI o XVII secolo furono intrapresi dei nuovi interventi edilizi visibili nei disegni del Piranesi, tra i quali la sopraelevazione della muratura del recinto. In periodo successivo un analogo intervento di consolidamento fu eseguito nel vicino muro perimetrale.

Simile importanza doveva avere il grande ambiente oltre lo sbocco, in località Le Mole, oggi scomparso. Era ubicato sotto l'alta torre medievale della Mola, edificata sul suo estradosso e ben documentato nelle illustrazioni dell'emissario Albano eseguite dal Piranesi nel 1762 e pubblicate nel 1764. Il singolare vano, caratterizzato da una forma trapezoidale allungata, era coperto da una volta a botte a tutto sesto che nel progredire si alza e si allarga in una sorta di "galleria a cannocchiale".

I rilievi del Piranesi, volutamente esagerati nelle dimensioni allo scopo di accentuare la monumentalità, mostrano l'interno utilizzato come concia di pelli e occupato da numerose vasche di bagno e macerazione. Sono evidenti nella zona d'uscita della galleria cinque canaletti idrici uguali, incassati al livello del pavimento, e le loro connesse canalizzazioni, disposte secondo uno schematico andamento a delta. "La farai defluire... dividendola in ruscelli..." (Livio, V, 16). Si trattava forse di un *castellum aquae*?

## CONCLUSIONI

L'emissario Albano rappresenta una delle opere idrauliche più note dell'antichità e, contemporaneamente, la meno conosciuta e studiata al presente. Le esplorazioni condotte da Hypogea nell'ambito del Progetto *Albanus* hanno consentito di rivisitare e incrementare le conoscenze acquisite nel corso delle esplorazioni condotte nella seconda metà del '900, affinandole e definendole in modo più puntuale.

## BIBLIOGRAFIA

- BERSANI P., CASTELLANI V. (2005) *Considerations on water flow regulation in ancient times in the Alban Hills. Considerazioni sulla regolazione delle acque in epoca antica nell'area dei Colli Albani*, T&A Gennaio/Marzo 2005.
- CALOI V., CAPPÀ G., CASTELLANI V. (1994) *Antichi emissari nei Colli Albani*, Atti XVII Congresso Naz. di Speleologia, Castelnuovo Garfagnana, 1994, pp. 299-307.
- CALOI V., GALEAZZI C., GERMANI C. (2012) *Gli emissari maggiori dei Colli Albani*, in Opera Ipogea 1-2012, pp. 29-40.
- CAPPÀ G. (2008) *I pozzi collegati ai condotti sotterranei degli acquedotti antichi*, in Atti VI Conv. Naz. Speleologia in Cavità Artificiali, Napoli 30/5-2/6/2008, Opera Ipogea 1-2 2008, pp. 47-52.
- CARDINALE M., CASTELLANI V., VIGNATI A. (1978) *L'emissario del Lago di Albano, 2000 anni dopo*, Quaderni Museo Speleologico "V. Rivera", IV, pp. 17-30.
- CASTELLANI V. (1999) *Civiltà dell'acqua*, Editorial Service System, Roma.
- CASTELLANI, V., DRAGONI, W. (1990) *Contribution to the history of underground structures: ancient Roman tunnels in central Italy*, Proceedings of Intern. Simp. on Unique Underground Structures, Denver (Colorado-USA; June 12-5, 1990).
- CASTELLANI V., DRAGONI W. (1991) *Opere arcaiche per il controllo del territorio: gli emissari sotterranei artificiali dei laghi albani*, in Gli Etruschi maestri di idraulica, Ed. Electa, Perugia.
- CASTELLANI, V., DRAGONI, W. (1991) *Italian tunnels in antiquity*, Tunnels and Tunnelling, vol. 23 pp. 55-58.
- CASTELLANI, V., DRAGONI, W. (1997) *Ancient tunnels: from Roman outlets back to early Greek civilization*, XII Int. Congress of Speleology, La Chaux-de-Fonds (Switzerland), vol. 3, p. 269.
- CASTELLANI V., DRAGONI W. (2003) *Gli Emissari dei Laghi Albani. Aggiornamenti e prospettive*, in Lazio e Sabina vol. II a cura di Giuseppina Ghini, Lavori e Studi della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Lazio, De Luca Editori d'Arte, pp. 215-220.
- CHIMENTI M., CONSOLINI F. (1958) *Relazione tecnica sull'esplorazione dell'emissario del lago di Albano*, in Not. Circ. Spel. Rom. Anno VIII, n. 1, p. 20.
- CASTELLANI V., CALOI V., DOBOSZ T., GALEAZZI C., GALEAZZI S., GERMANI G. (2003) *L'emissario del Lago di Nemi indagine topografico-strutturale*, in Opera Ipogea 2/3-2003, Società Speleologica Italiana.
- DOLCI M. (1958) *Esplorazioni dell'emissario del lago di Albano in comune di Castel Gandolfo*, in Not. Circ. Spel. Rom. Anno VIII, n. 1, pp. 17-19.
- DRAGONI W., CAMBI C. (2015) *Hydraulic Structures in Ancient Rome*, 42<sup>nd</sup> IAH Congress: Hydrogeology back to future, Rome, Italy 13<sup>th</sup> - 18<sup>th</sup> September 2015. MT1 Field Trip Guide, Sept. 16<sup>th</sup>, pp. 15.
- FEA C. (1820) *Lettera a S. Ecc. Rma Monsig. Frosini, Maggiordono di S.S., e Prefetto de' Sacri Palazzi, relativa a Castel Gandolfo, e suoi contorni (19 Luglio 1818)* in Varietà di notizie economiche, fisiche, antiquarie sopra Castel Gandolfo, Albano, Ariccia, Nemi, loro laghi ed emissari, Ed. F. Bourlié, pp. 1-12.
- FERRI RICCHI L. (2001) *Oltre l'avventura*, Ed. Ireco.
- GALEAZZI, C., GERMANI, C., PARISE, M. (2012) *Gli antichi emissari artificiali dei bacini endoreici*, Opera Ipogea 1-2012, pp. 3-10.
- GALEAZZI C., GERMANI C., CASCIOTTI L. (2015) *The drainage tunnel of Lake Albano (Rome, Italy) and the 3-years study program "Project Albanus": a progress report*, Hypogea 2015 - Proc. of International Congress of Speleology in Artificial Cavities - Rome, March 11/17 2015, pp. 178-191.
- GERMANI, C., PARISE, M. (2009) *Interventi antropici nel bacino idrografico del Fiume Tevere: gli antichi emissari sotterranei*, Atti Convegno "Il Bacino del Tevere", Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.
- GERMANI C., GALEAZZI C., CALOI V., DOBOSZ T. (2012) *Gli emissari minori dell'edificio vulcanico Albano: laghetto di Monte Compatri, Pantano Secco, Pavona, Giulianello*, in Opera Ipogea 1-2012, pp. 29-40.
- RAGGI O. (1879) *I Colli Albani e Tuscolani*, Ristampa Anastatica Arnaldo Forni Editore, 2005.

# La piscina limaria dell'Acquedotto Vergine

## The *piscina limaria* of Aqua Virgo

CLARA ANNARITA GIANNITRAPANI  
Archeologa – Ricercatrice indipendente  
E-mail: g.clara@email.it

Parole chiave (*key words*): piscina limaria (*hydraulic structures*), acquedotto Vergine (*Aqua Virgo*), idraulica antica (*roman aqueducts*)

### INTRODUZIONE

L'adduzione dell'acqua Virgo avvenne il 9 giugno del 19 a.C., come riporta Frontino nella sua opera *De aquaeductu urbis Romae*.

L'acquedotto Vergine era noto nell'antichità per la purezza delle sue acque, ma di quella purezza, oggi ne resta ben poca. L'acqua Virgo che giunge ancora a Roma, non è più potabile e la sua temperatura media si aggira intorno ai 15°.

L'antico acquedotto Vergine nasceva presso l'VIII miglio dell'antica via Collatina, circa al km 10500 della via attuale. Oggi l'area delle sorgenti della Vergine corrisponde alla tenuta di Salone.

Il condotto sotterraneo, con una pendenza molto debole, in media di 0,22 m. per chilometro, seguiva grossomodo il tracciato della via Collatina (verso Roma), mentre oltre la zona di Bocca di Leone seguiva il tracciato della moderna ferrovia per Sulmona (Fig. 1).

Lo speco era stato scavato all'interno di banchi rocciosi, in particolare tufo, e lungo il percorso si arricchiva di acque immissarie.

Subito prima della depressione del Portonaccio, a circa 2.300 m ad Est di Porta Maggiore, lo speco piega verso Nord, compiendo un giro molto ampio e raggiungendo il fosso di Pietralata al suo sbocco sull'Aniene.

Da Pietralata lo speco proseguiva quasi rettilineo e attraversava via Tiburtina, in diagonale le colline longitudinali della Nomentana e della Salaria e da qui proseguiva verso l'area di Villa Ada. A questo punto lo speco deviava verso Sud, lungo le attuali vie Romania e G. Rossini, poi proseguiva sotto l'attuale piazza Ungheria verso i Parioli, Valle Giulia, Villa Borghese e Villa Medici.

Secondo Lanciani la terminazione iugurale dell'acquedotto cominciava in città dal bottino, o *piscina limaria* rinvenuta presso la salita di San Sebastianello, che secondo lo studioso dà il nome all'attuale vicolo del Bottino (Fig. 2).

Gli archi partivano a metà circa dell'attuale via dei Due Macelli, secondo la testimonianza di Frontino erano approssimativamente 139 e procedevano per circa 1.036 m. verso i Saepta a lato del Pantheon. Resti di archi in blocchi di travertino sono stati ritrovati in diverse strade, quelli attualmente visibili sono locati in via del Nazzareno al nr. 14.

Gli archi proseguivano lungo l'odierna via del Caravita, poi verso S. Macuto dove alcuni resti furono scoperti durante i lavori per le fondazioni della chiesa di S. Ignazio, quindi attraversavano via del Seminario, terminando lungo il lato settentrionale dei Saepta, ad occidente del Pantheon, dove sorgeva l'Euripo di Agrippa.

### STUDIO PRELIMINARE

Dallo studio preliminare delle fonti è emerso che la piscina limaria non era prevista nel progetto originario di Agrippa, ma è stata aggiunta successivamente.

Per comprendere i motivi che hanno portato all'aggiunta di questa struttura idraulica, si è proceduto ad un'analisi completa del percorso dell'acquedotto, dalla zona periferica della città di Roma, al suo centro.

L'obiettivo della rilettura dei dati riguardanti l'acquedotto Vergine è quello di evidenziare il progetto originario di Agrippa, rispetto ai restauri di epoche successive, per potere comprendere quali fattori hanno portato alla costruzione di una piscina limaria, anni dopo la messa in opera dell'acquedotto.

Riconoscere il tratto del progetto originario non è stato sempre facile, in particolare per il tratto urbano del percorso: infatti numerosi sono stati i restauri che l'acquedotto ha subito nel corso dei secoli.

I primi restauri furono apportati pochi anni dopo la costruzione dall'imperatore Tiberio nel 36-37 d.C., poi da Claudio nel 45-46 e infine da Costantino.

Sono registrati anche restauri in età bizantina ad opera di papa Adriano I, tra il 774 e il 786; e in epoca medievale, come testimonia

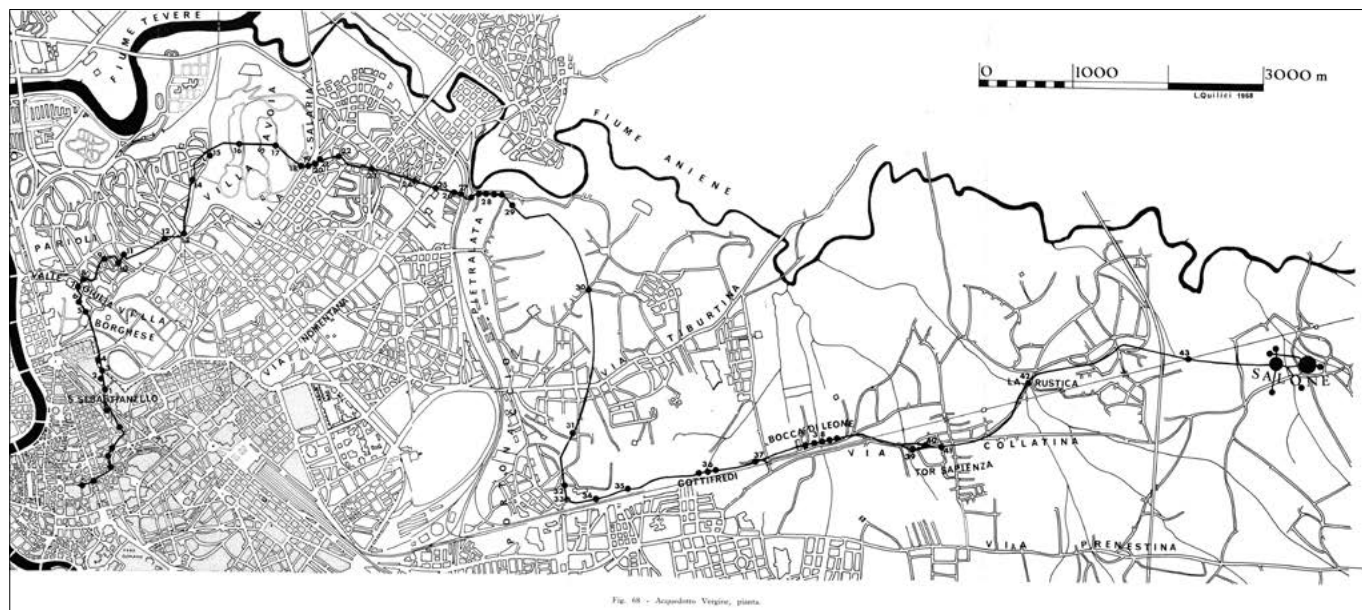


Figura 1 – Pianta acquedotto Vergine: dalle sorgenti di Salone alla fontana di Trevi (L. Quilici)

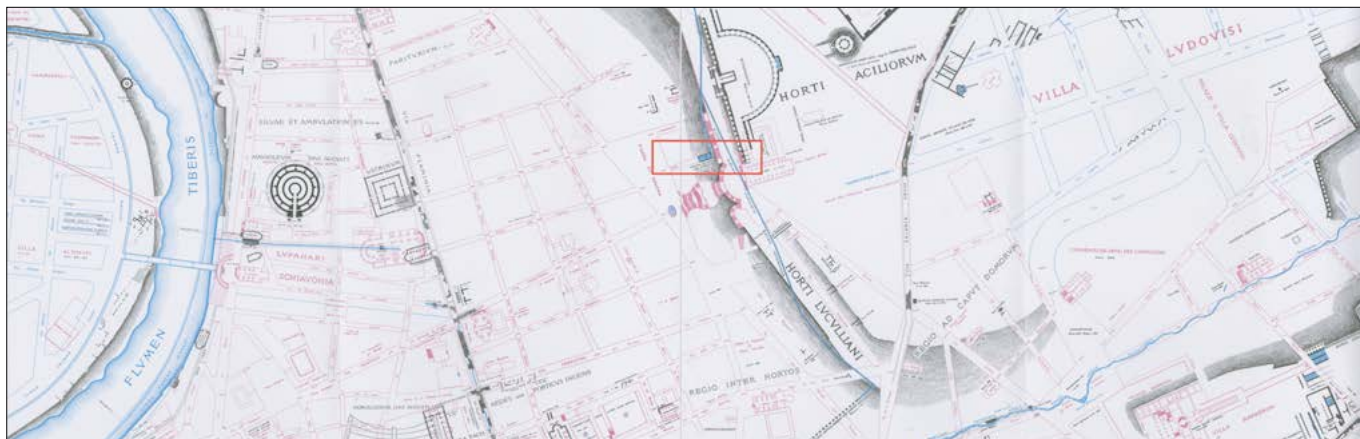


Figura 2 – Salone, impianto di captazione delle sorgenti (L. Quilici per ACEA)

lo Statuto del Popolo Romano del 1363 che riportava le norme da seguire per la manutenzione dell'acquedotto.

In età moderna i maggiori restauri saranno effettuati dai papi: in particolare Nicolò V esegue i lavori intorno alla metà de XV secolo, Sisto IV nel 1484, Giulio III, Pio IV nel 1559, i cui lavori furono terminati da Pio V nel 1570, Gregorio XIII, Clemente XII (sotto il quale furono iniziati i lavori per la riedificazione della Fontana di Trevi, su progetto di Nicola Salvi) i cui lavori furono ultimati da Benedetto XIV. Altri lavori furono eseguiti sotto i pontificati di Pio VI, Leone XII e Gregorio XVI.

Tra il 1932 e il 1935 fu realizzato il nuovo acquedotto Vergine, su commissione dell'amministrazione governatoriale Boncompagni.

Fondamentale per questa ricerca è stato incrociare diverse fonti come le opere di Frontino, Plinio il Vecchio, Vitruvio, gli studi moderni di Ashby, Fea, Lanciani, Nicolazzo, Quilici, solo per citarne alcuni, e le evidenze archeologiche.

### ANALISI STRUTTURALE DEL PERCORSO

Data la lunghezza del percorso dell'acquedotto Vergine, si è scelto di distinguere il percorso del condotto in "tratto extraurbano" (dalle sorgenti di Solone al Muro Torto), dal tratto "urbano".

Il tratto extraurbano è quello che ha fornito più dati dal punto di vista tecnico-architettonico, permettendo di giungere a nuove conclusioni, rispetto alle fonti consultate.

Del bacino originario non è rimasto molto, per via delle modifiche ambientali avvenute nel tempo.

Dall'epoca di Agrippa ad oggi nel bacino imbrifero di Salone confluiscono le acque che vengono filtrate attraverso i banchi di pozzolana e generano a poco a poco ricche sorgive sotterranee, che fuoriuscendo dal terreno vulcanico danno vita a ricche polle, che Quilici descrive come "un sistema di sorgenti costituito da una potente tracimazione capillare della acque del sottosuolo" (Quilici, 1968).

Da quattro di queste polle nasce il nucleo principale delle sorgenti dell'acqua Vergine,

che da sole forniscono in media 643 l. d'acqua al secondo, ma il sistema di captazione raggiunge in totale 690 l. sec.

I 47 litri al secondo in più sono dati da rivoli che scaturiscono in maniera capillare all'interno di cunicoli che furono appositamente scavati per ricevere le acque. I cunicoli furono scavati con un asse trasversale alla loro direttrice di falda, in questo modo potevano raccogliere l'acqua dei rivoli e convogliarla nel ramo principale, come i piccoli affluenti fanno con un fiume.

Gli ingegneri romani, oltre a captare le acque dalla sorgente, fecero confluire nel condotto principale acqua dalle aree sorgentifere limitrofe al bacino. Questo non avvenne solo nel bacino delle sorgenti, infatti, l'acquisizione di acqua attraverso i cunicoli secondari fu attuata lungo tutto il percorso, realizzarono in pratica un gigantesco cunicolo di drenaggio nel condotto dell'acquedotto.

In tal modo fu costituito un sistema di raccolta e convogliamento delle acque potabili presenti lungo il percorso.

Complessivamente quindi il sistema della captazione delle acque supera i 2.200 l al secondo.

Dalla testimonianza di Frontino, sappiamo che anticamente il bacino di raccolta era molto vasto, costituiva un piccolo lago e l'impianto era completato da una diga.

La struttura descritta era una paratia che cingeva l'area sorgentifera principale, una diga di contenimento in calcestruzzo fornita di speroni esterni e rivestita di opera reticolata, il cui scopo era di impedire il deflusso delle linfe d'acqua verso l'Aniene, di evitare l'erosione della terra e favorire il riflusso della falda a monte per poterla livellare alla quota di presa dell'acquedotto vero e proprio.

Di tale struttura oggi non resta traccia.

Gli studiosi, trovandosi nell'impossibilità di analizzare l'impianto delle sorgenti della Vergine, per distinguere le parti antiche dai rifacimenti moderni hanno concluso che l'impianto attuale riproduca quasi fedelmente la situazione antica o comunque permette di

crearci una idea di quello che doveva essere la struttura al tempo di Agrippa (tale conclusione non si riferisce al Nuovo Acquedotto Vergine, costruito con un impianto di sollevamento e condotta a pressione nel 1937. La distinzione tra vecchio e nuovo impianto è stata perfettamente resa nella pianta disegnata da Lorenzo Quilici per l'ACEA nel 1958; Fig. 3).

Dallo studio del bacino di raccolta si è passati al condotto dell'acquedotto, composto da una struttura quasi tutta sotterranea, con un'ampiezza compresa tra 1,4 e 1,7 m.

L'area interessata dal passaggio dell'acquedotto ha subito una elevata urbanizzazione, che ha causato la perdita di alcune parti dello speco; in più c'è da considerare la composizione del terreno in cui passa il condotto, che ha prodotto una differenza di stato di conservazione.

Dal punto di vista geologico, si può suddividere l'area in due parti, prendendo come riferimento l'asse della via Nomentana: a monte della via Nomentana fino alle sorgenti il terreno è composto da tufi, il così detto tufo rosso dell'Aniene (tufo lionato) e da pozzolane, che appartengono alla costituzione geologica dei Colli Albani. Nel fondo valle la situazione è differente, infatti l'area è composta da sedimenti alluvionali recenti.

A valle della via Nomentana troviamo, invece, un terreno più antico, composto da tufi che si sono formati a seguito delle eruzioni vulcaniche dei Sabatini e da sedimenti quaternari o pliocenici.

Inoltre, in corrispondenza della Nomentana e nella zona settentrionale delle colline di Pietralata sono stati evidenziati terreni formati da depositi più antichi, alluvionali e lacustri, persino sabbie di spiagge e dune marine.

Il primo tratto del percorso dell'acquedotto fino all'attraversamento del fosso di Pietralata, ha subito frane e profonde deformazioni della sezione dello speco originale nei punti dove questo era sprovvisto di copertura propria.

Il tratto più compromesso a causa del terreno è quello compreso tra via degli Armenti e la Rustica, che copre lunghi tratti, in

particolare La Rustica, Gottifredi e Bocca di Leone: in queste zone, oltre alla composizione geologica, l'incuria protratta nel tempo ha aggravato la tenuta dello speco, rendendolo impraticabile anche nei secoli più recenti

Nella zona di Villa Savoia, del vicolo di S. Filippo e tra Villa Giulia ed il Muro torto, all'interno del condotto sono visibili costruzioni stalattitiche sviluppatesi nel tempo a causa delle acque filtranti attraverso i terreni posti sopra l'acquedotto. Comunemente negli acquedotti le concrezioni calcaree che potevano dare problemi al condotto erano quelle prodotte dal deposito delle impurità sul fondo dello speco, il cui lento sollevamento poteva causare l'ostruzione del condotto, non certo stalattiti.

## RISULTATI

L'analisi del percorso ha mostrato delle deviazioni dell'acquedotto abbastanza ampie e parti in cui si sviluppa a zig-zag.

Tale forma è conseguenza delle scelte operate dagli ingegneri romani, che in tal modo cercavano di mantenersi all'interno di falde rocciose più consistenti ed inoltre aveva anche la funzione di rallentare il normale corso delle acque e provocare la precipitazione di eventuali corpi sospesi.

Raggiungere la giusta velocità delle acque all'interno dello speco voleva dire generare una forza tale che permetteva una pulitura continua del canale senza correre il rischio di corrodere le pareti.

Un esempio di quanto detto era il tratto in cui l'acquedotto Vergine attraversava il fosso della Formica.

In questo punto, infatti, l'antico condotto non presentava tracce di deposito

calcareo, le pareti erano rivestite in opera reticolata cementata e con malta di pozzolana e scaglie di tufo che giungevano fino al fondo dello speco. Un altro esempio è stato riscontrato nel punto in cui lo speco svolta per passare in Via Collatina.

Dall'analisi di questo tratto del condotto si è compreso come questo ramo fosse in realtà un rifacimento di quello originario, che si conserva sul lato opposto della via Collatina.

Fornendo una sintesi del nostro lavoro, possiamo dire che, dopo il viadotto di Pietralata, l'acquedotto prosegue il suo corso lungo via di Vigna Mangani e giunge fino alla piramide vicino al recinto ferroviario. Da qui l'acquedotto si sviluppa lungo: via Nomentana, Via Tripoli, piazza S. Emerenziana, Via Nemorense e termina a pochi metri dalla via Salaria. Da piazza Ungheria il condotto prosegue compiendo una deviazione a ovest verso piazza Pitagora e, da qui, continua verso SO passando sotto via Siacci, viale Bruno Bozzi e via di Cirillo.

Il tratto originale continuava verso via Mercanti, via Linnero, via Mangili, via De Notaris, via Cancani, giungendo così presso l'Accademia Britannica, via Gramsci, Valle Giulia, viale delle Belle Arti e Villa Giulia.

L'acquedotto continua il suo percorso passando sotto l'Accademia di Romania, l'Accademia del Belgio, villa Borghese, proseguendo verso il Muro Torto, a valle del quale si trova lo scarico dell'acquedotto (piazzale del Fiocco).

Delle vie sopra citate il tratto più interessante è quello sotto villa Borghese dove gli

archeologi hanno individuato chiaramente alcuni condotti d'acqua risalenti all'età repubblicana. L'esame delle strutture ha portato ad ipotizzare che si trattasse di un complesso di diramazioni e deviazioni dell'acquedotto Vergine, che potrebbero far parte di un grande progetto di ampliamento dell'acquedotto. Da qui, il condotto si dirige verso via dei Due Macelli, da cui partivano gli archi che attraversavano l'Urbe.

Lo studio dettagliato del percorso extraurbano dell'acquedotto Vergine, ha permesso di dedurre quale potesse essere il progetto originario di Agrippa e come diversi fattori abbiano portato a delle necessarie modifiche, giunte sino a noi.

I restauri e le modifiche effettuate sullo speco dell'acquedotto Vergine, portano a concludere che i problemi strutturali di questa opera siano stati dovuti ad un aumento della portata, rispetto a quella considerata al momento della progettazione.

Che ci sia stato un errore nel calcolo della portata dell'acquedotto da parte degli ingegneri di Agrippa o che questa sia aumentata nel tempo per fattori non previsti, può essere implicitamente confermata dalla testimonianza di Frontino: "*Virigini in commentariis adscriptus est modus quinariarum sexcentarum quinquaginta duarum. Huius mensuram ad caput inveniri non potui, quoniam ex pluribus acquisitionibus constat et lenior rivo intrat. Prope est Ceionii Commodi, ubi velociorem iam cursum habet, mensuram egi quae efficit quinariarum duo milia quingentas quattuor: amplius, quam in commentariis, quinariis mille octingentis quinquaginta duabus. Adprobatio nostra expeditissima est; erogatur enim omnes quas mensura deprendimus, id est duo milia quingentas quattuor*".

Dal *curator aquarum* sappiamo che non era stato in grado di misurare la portata dell'acqua alla sorgente, perché si componeva di più derivazioni ed entrava nel condotto con scarsa corrente a causa del terreno paludoso intorno al luogo di presa. Per questo motivo Frontino dovette effettuare le sue misurazioni al settimo miliario, nel terreno di Ceionio Commodo, perché in questo punto del condotto, rispetto ad altri punti, era meno soggetto al variare della pendenza, della forma e della dimensione dello speco: in pratica individuò il punto di "media" velocità ed eseguì le sue misurazioni.

Riguardo alla "misura della portata" c'è da dire che non sappiamo fino a che punto i romani si avvicinassero alla concezione moderna della portata, cioè "quantità di fluido che passa nell'unità di tempo attraverso una sezione A normale alla linea di flusso", in pratica il prodotto della sezione per la velocità:  $Q (\text{portata}) = A V (\text{m}^3/\text{sec})$ . L'unica cosa certa è che i romani non erano ancora in grado di calcolare il tempo con strumenti sufficientemente

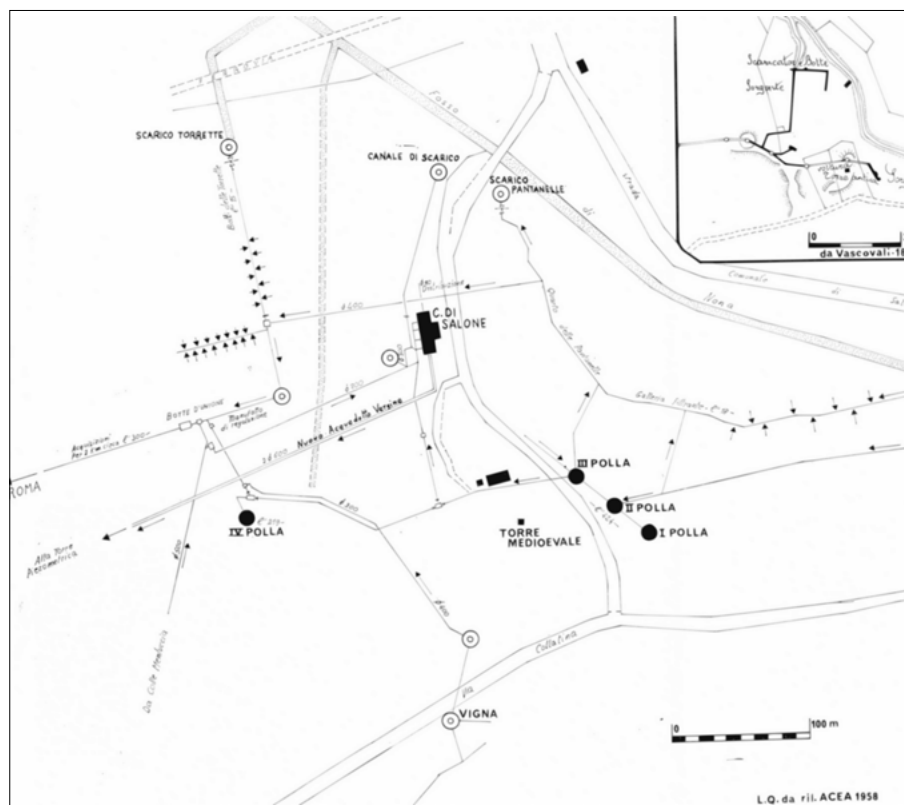


Figura 3 – Localizzazione della Piscina Limaria dell'acquedotto Vergine, su tavola Forma Urbis Romae di R. Lanciani



mente precisi. Pertanto, anche se Frontino era cosciente dell'incidenza della velocità, tanto che ricercò il punto medio, poi misurò la portata attraverso la sezione liquida (PACE, 1983).

Il dato per noi rilevante è che l'acqua aveva una portata e una velocità maggiore proprio a partire dai punti che presentano modifiche e accorgimenti per il controllo della corrente nello speco, come la zona sotto la via Collatina, dove è visibile una modifica del tratto originale eseguito pochi anni dopo la fine dei lavori. Questo dimostra che la corrente interna e la pressione dei terreni sulle pareti dello speco portarono all'insorgere di problemi di tenuta dell'opera già in periodo di poco successivo alla conduzione dell'acqua e che l'acquedotto fosse stato realizzato calcolando una portata differente da quella che il condotto ha successivamente inglobato. Dal testo frontiniano, vediamo che nei commentari imperiali era stata accreditata all'Aqua Virgo una capacità di 652 quinarie, con una differenza di 1.852 quinarie rispetto alle misurazioni di Frontino (2.504 quinarie). Tale differenza di cifre può essere giustificata solo se si suppone che il totale dei commentari non rappresentasse la quantità misurata in entrata, ma una quantità ottenuta da Agrippa aggiungendo i dati della distribuzione antica dell'acqua che giungeva all'*Euripus Virginis* (circa 400 quinarie), con quelle destinati ai giardini di Lucullo (Del Chicca, 2004).

Con molta probabilità fu proprio per soddisfare la necessità di controllare la quantità e la velocità dell'acqua che l'acquedotto venne dotato di una piscina limaria, una struttura abbastanza voluminosa nella quale l'acqua diminuita la velocità. Tali condizioni permettevano la precipitazione delle particelle in sospensione e di altre impurità.

A differenza degli altri acquedotti di Roma, ad esempio l'Anio Novus, l'acquedotto Vergine mostra un esiguo deposito calcareo nello speco. Pertanto gli ingegneri romani non ritennero necessario, per un'acqua pura come la Vergine, dotarla di una piscina, dato che lo scopo principale di queste strutture e non lo ritennero necessario neanche gli imperatori successivi almeno fino a Nerva, periodo in cui Frontino compose la sua opera, infatti il *curator aquarum* scrive "*Nec Virgo nec Appia nec Alsietina conceptacula, id est piscinas, habent*".

La mancanza della piscina limaria per l'Appia si può spiegare con l'arcaicità della costruzione (Del Chicca, 2004) invece, per l'Alsietina si può motivare prendendo in considerazione l'uso a cui era destinata, cioè la Naumachia di Augusto e l'irrigazione dei campi limitrofi.

Per la Vergine è ipotizzabile che gli accorgimenti effettuati sullo speco dell'acquedotto, da Tiberio in poi non furono più sufficienti e che l'acqua giungeva in città troppo

abbondante tanto da percolare dagli archi, causando problemi nel tratto che attraversava l'Urbe, rendendo necessaria la costruzione di una struttura come la piscina limaria.

Sfortunatamente la piscina limaria dell'acquedotto Vergine, non è giunta sino a noi, ma grazie alla testimonianza del Fabretti abbiamo una descrizione e un preziosissimo disegno che ne mostra la struttura.

Tra le varie testimonianze la più interessante è certamente quella fornita da Poleni, che illustra il funzionamento della struttura. Secondo lo studioso, infatti, all'interno delle camere l'acqua compiva un percorso tortuoso a bassa velocità che provocava urti delle particelle contro le pareti, facilitando in tal modo la deposizione delle impurità sul fondo, che periodicamente venivano scaricate all'esterno.

Le fonti ci descrivono una struttura molto complessa, con un sistema di pulitura di gran lunga più efficiente del necessario per le acque della Vergine, a meno che l'acqua non fosse stata fortemente contaminata da qualche vena meno pura delle altre, che quindi avesse provocato un inquinamento tale da motivare l'esistenza di una struttura del genere.

Nel caso dell'Anio Novus, ad esempio, Frontino mostra come le acque di questo acquedotto fossero inquinate dal terreno delle rive friabili del fiume, che in caso di piogge si disgregavano più velocemente rendendo l'acqua torbida, talmente torbida che la piscina limaria non riusciva a depurarla completamente. Nel caso della Vergine, il cui percorso era sotterraneo, almeno fino al Pincio, e considerato che l'acquedotto veniva alimentato da sorgenti e non da un fiume, questo tipo di inquinamento non doveva aver avuto luogo. Non è da escludere però che forti piogge abbiano inondato l'area prossima ai pozzi, penetrando così nello speco, oppure che ad inquinarsi siano state alcune delle vene che confluivano nello speco.

## CONCLUSIONI

La risposta al perché l'acqua avesse una portata maggiore, non è univoca.

Oltre all'errore di base compiuto nel calcolo della portata da parte degli ingegneri romani, è ipotizzabile che fattori climatici e geologici, abbiano modificato le condizioni presso il bacino imbrifero, portando all'aumento dell'acqua che confluiva nello speco.

Quale fattore climatico-geologico abbia potuto influire sulla decisione di dotare l'acquedotto Vergine di una piscina limaria, è ancora da appurare.

Il prossimo obiettivo di questa ricerca, sarà di approfondire il rapporto tra il dato archeologico e quello geologico-climatico, senza trascurare le implicazioni politiche e sociali di alcune decisioni attuate nella gestione, manutenzione e ampliamento dell'acquedotto, in

uno specifico arco di tempo, evidenziato dalle evidenze archeologiche e dalle fonti, che va da dopo la pubblicazione dell'opera frontiniana (che con certezza riporta la mancanza della piscina) e l'età adrianea, periodo in cui la studiosa Van Deman fa risalire la costruzione della struttura idraulica: "*Inasmuch, however, as Frontinus states that the Virgo, like the Appia and the Alsietina, had no clearing-tank (piscina), it is evident that the reservoir in question must have been added after his time, very probably by Hadrian, since the channel leading to it is faced with reticulate, a type of facing very much used during that period*" (Van Deman, 1934).

## BIBLIOGRAFIA

- ASHBY TH. (1935), *The Aqueducts of ancient Rome*, Oxford.
- DEL CHICCA F. (2004), *De aquae ductu Urbis Romae*. Introduzione, testo critico, traduzione e commento a cura di Fanny Del Chicca, Roma.
- DI FENIZIO C. (1916), *Sulla portata degli antichi acquedotti romani e determinazione della quinarie*, in «Giornale del Genio Civile» pp.277-331, Roma.
- EVANS H.B. (1997), *Water Distribution in Ancient Rome: the Evidence of Frontinus*, Ann Arbor.
- FAHLBUSCH H. (1982), *Vergleich antiker griechischer und römischer Wasserversorgungsanlagen* (Leichtweiss-Institut, Mitteilungen 73), Braunschweig.
- FEA C. (1832), *Storia dei condotti antico-moderni delle acque Vergine*, Felice e Paola e loro autori, Roma.
- HODGE TREVOR A. (1992), *Roman Aqueducts and Water Supply*, London.
- LANCIANI R. (1881), *Topografia di Roma Antica, I commentari di Frontino intorno le acque e gli acquedotti*, Roma.
- LANCIANI R. (1989-2002, ristampa anastatica dell'ed. 1902-12), *Storia degli scavi di Roma e notizie intorno le collezioni romane di antichità*, Roma.
- NICOLAZZO V. (2002), *L'Acqua Vergine. I suoi acquedotti e le fontane di Roma attraverso i secoli*, ACEA (Azienda Comunale Energia e Ambiente), Roma s.d.
- NIBBY A. (1894), *Analisi della carta dei dintorni di Roma*, I. Roma.
- PACE P. (1983), *Gli Acquedotti di Roma*, Roma.
- PALOMBI D. (2006), *Rodolfo Lanciani. L'archeologia a Roma tra Ottocento e Novecento*, Roma.
- QUILICI L. (1968), *Sull'acquedotto Vergine dal monte Pincio alla sorgente*, in: «Quaderni dell'Istituto di Topografia Antica dell'Università di Roma», V, pp.125-160, Roma.
- QUILICI L. (1979), *Roma primitiva e le origini della civiltà laziale*, Roma.
- QUILICI L. (1992), *Il sistema di captazione delle sorgenti*, in: Il trionfo dell'acqua: atti del convegno "Gli antichi acquedotti di Roma: problemi di conoscenza, conservazione e tutela", pp.47-58, Roma.
- RIZZO S. (1986), *Acqua Vergine. Recenti scoperte nell'area di Villa Borghese*, in: "Il Trionfo dell'Acqua- Acque e Acquedotti a Roma, IV sec a.C.-XX sec.", pp.70-71, Roma.
- VAN DEMAN E. (1934), *The Building of the Roman Aqueduct*, Washington DC.

# Mulini idraulici a ruota orizzontale in Basilicata: posizione, tecnologia, manutenzione e stato di conservazione

MARIA CARMELA GRANO  
CNR-IBAM  
Università "Sapienza" Roma  
E-mail: mc.grano@ibam.cnr.it

MAURIZIO LAZZARI  
CNR-IBAM  
E-mail: m.lazzari@ibam.cnr.it

## Horizontal-wheeled watermills in Basilicata (Southern Italy): mill location, technology, building strategies, management and maintenance actions

Parole chiave (*key words*): water power, hydraulic system, damage, fluvial dynamics, river settings

### ABSTRACT

Lo studio sistematico e diacronico di documenti e cartografie inedite d'archivio è necessario per catalogare gli antichi opifici idraulici, attivi fino al secolo scorso sul territorio, come mulini per la macinatura dei cereali, gualchiere per follare i panni di lana, segherie e frantoi ad acqua. Tutte queste strutture si differenziano per la tecnologia dei meccanismi in due categorie: mulini a ruota orizzontale e mulini a ruota verticale. In Basilicata erano presenti entrambe le tecnologie, accomunate dallo stesso sistema di conduzione dell'acqua, una condotta forzata detta *torre*, o *arubah*. I documenti d'archivio hanno permesso di analizzare le caratteristiche costruttive di oltre 800 strutture idrauliche e le principali attività di manutenzione necessarie per il funzionamento costante degli opifici idraulici, di cui ad oggi resta come testimonianza materiale la diffusa presenza di ruderi, accertata anche da rilievi diretti sul campo. Lo studio ha permesso di individuare le caratteristiche del territorio e dei corsi d'acqua maggiormente favorevoli per il posizionamento di un mulino ed ha messo in evidenza le principali cause del danneggiamento delle strutture, dovuto oltre che all'abbandono, anche all'ubicazione dei mulini sul territorio in relazione alle dinamiche fluviali.

### INTRODUZIONE

Un recente censimento, inserito in un progetto di ricerca sui paesaggi culturali (Grano 2014) e basato su cartografia storica, ricerca d'archivio su documenti inediti e bibliografica oltre alle verifiche sul campo, ha permesso di verificare la presenza di oltre 800 mulini ad acqua attivi in Basilicata (Fig. 1) tra la fine del 1700 e la fine del 1800 (Grano, Lazzari, 2016).

Tra questi sono stati censiti sia mulini per macinare il grano, quasi esclusivamente a ruota orizzontale (eccetto 4 casi noti), che gualchiere per follare i panni di lana (Grano *et al.*, 2016), in cui era invece presente una ruota idraulica verticale alimentata dall'alto. Entrambe le tecno-

logie erano caratterizzate dalla presenza di una condotta forzata (o torre) che convogliava l'acqua sulla ruota (Grano *et al.*, 2016). Questo tipo di condotto, chiamato "*arubah*" perché riconosciuto per la prima volta in Marocco (AVITSUR, 1969), rappresenta un aspetto peculiare dei mulini lucani, secondo molti autori di origine araba (Barcelò 2004, Buonora 2010). La ruota orizzontale ampiamente adoperata in Basili-

cata e nell'Italia centro-meridionale (Buonora 2010, Genise 2013) è stata definita "primitiva" nella letteratura internazionale sul tema a partire da Bloch (1935), il cui studio ha condizionato anche molti studiosi delle tecnologie fino agli anni '80 del secolo scorso. Le più recenti ricerche archeologiche hanno mostrato che esistono almeno tre tipi di mulini a ruota orizzontale, più giovani di 3 secoli dei mulini verticali (Wikander

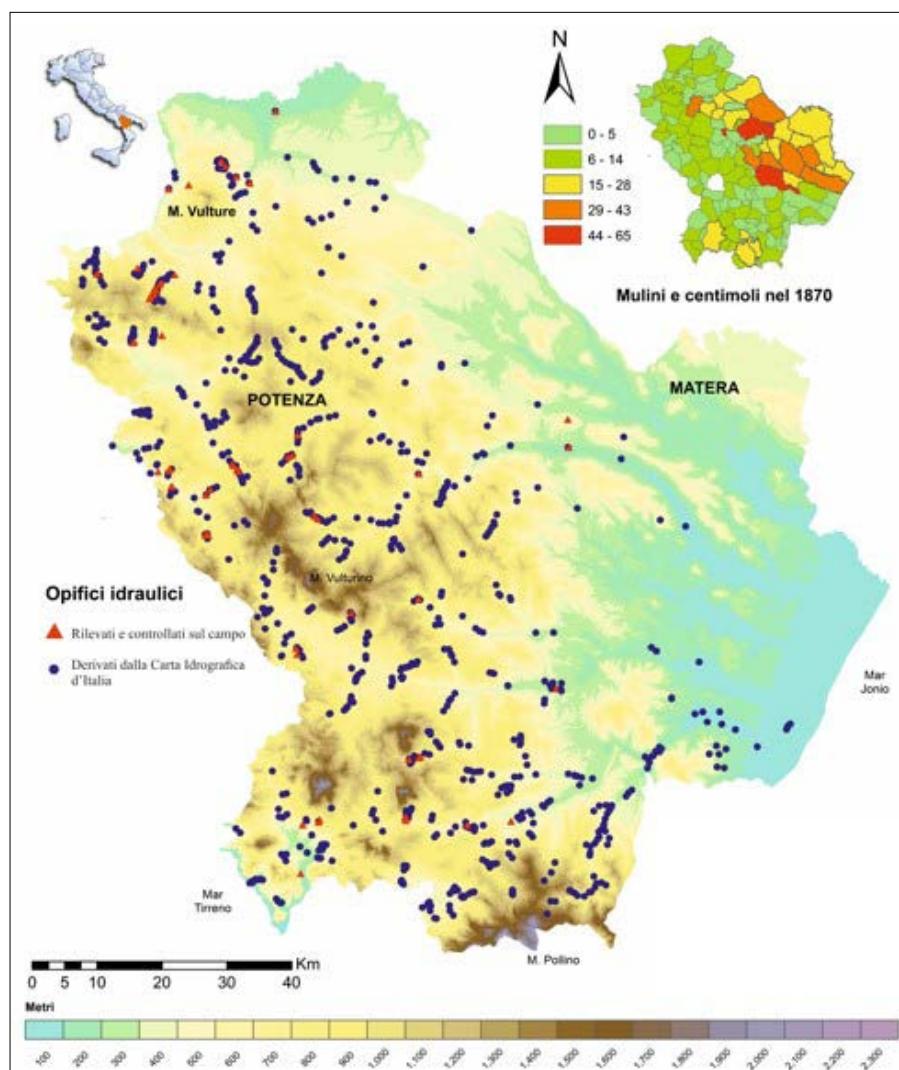


Figura 1 – Carta dei mulini idraulici in Basilicata derivata dalla georeferenziazione delle informazioni contenute nella Carta Idrografica d'Italia e da rilievi di campo

2000, Lucas 2011). Questo potrebbe significare che una tecnologia più semplice della ruota verticale (non primitiva) sia stata sviluppata nel corso dei secoli, per facilitare il lavoro dei mugnai e le operazioni di costruzione e manutenzione dell'impianto, anche nelle zone meno favorite dal punto di vista idrografico, come per esempio alcune zone interne della Basilicata, caratterizzate da bassa portata dei corsi d'acqua (Grano *et al.* 2016). Le basse portate erano infatti comunque in grado di azionare la ruota idraulica orizzontale, grazie all'utilizzo dell'alto condotto verticale che, determinando una maggiore velocità di caduta dell'acqua, consentiva di sviluppare una quantità maggiore di energia (Grano *et al.*, 2016). Altre tipologie di condotto, meno ripido, sono state riconosciute in Abruzzo (Buonora, 2010) e Basilicata (Fig. 2), ma anche in Irlanda (Rynne, 2000).

Nella ricerca è stato importante cercare di definire quali siano state le condizioni ambientali, economiche e sociali determinanti per la scelta del posizionamento di un mulino. In letteratura, tra i fattori determinanti il posizionamento dei mulini, rientrano la vicinanza alle materie prime da trasformare o commerciare (Hammer 2008), ma anche la stretta correlazione con la geomorfologia (Bishop, Muñoz-Salinas, 2013). I mulini scozzesi, ad esempio, erano posizionati nei pressi delle sorgenti, dove i canali risultavano più stabili ed immediatamente a valle dei *knickpoint* (forti pendenze nel corso d'acqua dovute all'*uplift* della Scozia dopo l'ultima fase glaciale), che garantivano la naturale altezza per portare l'acqua alla sommità della ruota verticale (Bishop, Muñoz-Salinas, 2013). Al contrario in Inghilterra, la mancanza di *knickpoint* portò a costruire mulini con dighe più alte, necessarie per aumentare l'altezza di caduta dell'acqua, direttamente correlata all'energia idrica sviluppata (Bishop, Muñoz-Salinas, 2013). In Spagna invece i mulini erano parte integrante del sistema di irrigazione ed erano costruiti nei punti in cui era necessario riportare il canale di irrigazione al livello del corso d'acqua, attraverso la costruzione di un mulino a torre, la cui altezza corrispondeva appunto alla differenza tra i due livelli (Kirchner, 2011). In Basilicata la maggior parte dei mulini sono stati costruiti su corsi d'acqua di 4° - 5° - 6° ordine gerarchico, ubicati tra i 500 ed i 900 m s.l.m., ma esistevano anche numerosi mulini vicino alle sorgenti (Grano *et al.* 2016). Il maggior numero di mulini lucani (541) era ubicato in corrispondenza di alvei di tipo *bedrock*, mentre 197 mulini su canali di tipo *braided* e 34 mulini su alvei meandriformi (Grano *et al.* 2016). I mulini poi non erano costruiti direttamente sul corso d'acqua, ma l'acqua veniva derivata in posizioni più sicure, con un canale che poteva essere lungo da poche decine di metri fino a 10 km, con

una pendenza ottimale di 0,07 %, necessaria a condurre l'acqua con una velocità che non danneggiasse il mulino (Grano *et al.* 2016). Inoltre, la bassissima pendenza del canale favoriva la sedimentazione del carico solido disciolto nell'acqua lungo il canale di derivazione, in modo da evitare danneggiamenti alla ruota idraulica (Grano *et al.* 2016). Le caratteristiche tecnologiche dei mulini, come per esempio la lunghezza del canale di derivazione o l'altezza della torre, sono risultate strettamente legate alle caratteristiche fisiche del territorio, come la portata dell'acqua e l'orografia: le torri più alte (da 10 a 14 m) si trovano nei pressi dei corsi d'acqua anche a carattere stagionale o con basse portate, generalmente ubicati in aree montane, caratterizzate da alti salti idrografici, mentre lungo i corsi d'acqua con ordine gerarchico più elevato e maggiori portate, si rinvenivano le torri più basse (da 4 a 10 m), (Grano *et al.* 2016). In genere, i canali più corti erano costruiti sugli alvei *bedrock*, mentre quelli più lunghi sugli alvei alluvionali, dove bisognava garantire all'acqua una lunga percorrenza,

anche chilometrica, in grado di determinare un salto sufficiente ad azionare la ruota idraulica (Grano *et al.* 2016).

## MATERIALI E METODI

La ricerca è stata condotta principalmente attraverso lo spoglio di documenti archivistici inediti, presso gli archivi della Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici della Basilicata (oggi Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio) e presso l'Archivio di Stato di Potenza (ASPZ). La metodologia di lavoro ha previsto la realizzazione di una mappa dei mulini in Basilicata attraverso lo spoglio dei documenti d'archivio e la georeferenziazione di informazioni contenute in mappe antiche. La ricerca d'archivio si è rivelata l'unica in grado di fornire informazioni sui mulini storici, di cui, per la gran parte, si sono perse le tracce e la memoria storica, tanto che nel corso del progetto europeo Restor-Hydro concluso nel 2015 (<http://www.restor-hydro.eu/en/tools/mills-map/>) volto a mappare i mulini al fine di identificare possibili luoghi di produzione di energia idroelettrica, in Basilicata erano stati

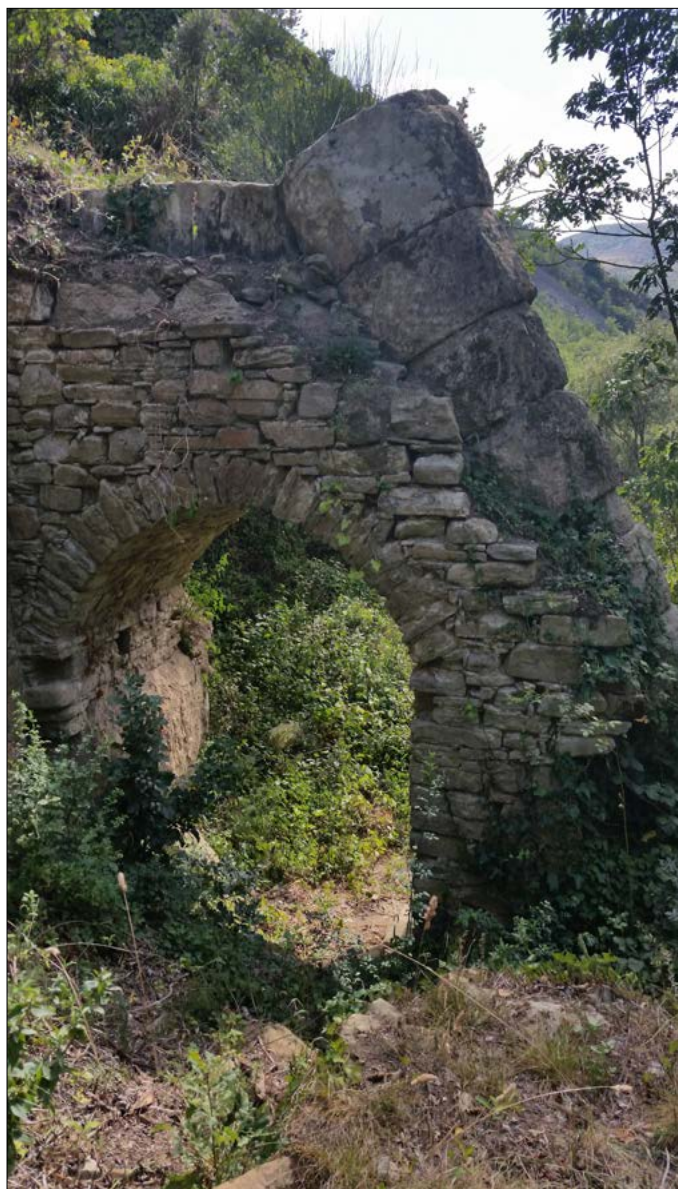


Figura 2 – Torre di mulino a Castelmezzano, costruita con conci monolitici di pietra sovrapposti



Figura 3 – Esempi di differenti componenti tecnologiche del mulino: a) vasca di raccolta a Nemoli e dettaglio del settore a valle con levata di scarico (a1); b) ruota orizzontale presso il mulino Iannarelli a San Severino Lucano con dettaglio (b1); c) Torre di carica e canale su archi di un mulino sulla Fiumara di Atella; d) canale con doppia alimentazione di due torri separate in mulini a Maratea; e) uscita del canale di scarico di un mulino lungo il Torrente Bradano a San Fele

considerati, prima dei dati derivanti dal presente studio, solo 6 agriturismi che contenevano la parola “mulino” nel nome. Le valutazioni critiche delle fonti d’archivio e la validazione dei dati attraverso confronti e ricerche su campo hanno portato alla selezione dei materiali più affidabili per la costruzione della mappa dei mulini, identificando nella Carta Idrografica del Regno di Italia una fonte di grande importanza storica e documentale, imprescindibile per la ricerca, che oltre a coprire l’intero territorio nazionale fornisce numerose informazioni sulle caratteristiche idrografiche dei corsi d’acqua e sulla tecnologia dei mulini (Grano, Lazzari, 2016). Note le posizioni dei mulini, georeferenziate e controllate su campo in oltre 50 comuni della regione, è stato possibile analizzare le morfologie fluviali, classificando ogni corso d’acqua in base all’ordine gerarchico, al tipo di alveo (*bedrock*, *braided* o a meandri) e alla portata (Grano *et al.* 2016). L’analisi delle caratteristiche costruttive dei mulini e del sistema idraulico è stata poi con-

dotta a partire da dati d’archivio (in particolare abbondanti nei documenti del Tribunale Civile di Basilicata, dell’Intendenza di Basilicata e nelle relazioni della Carta Idrografica del Regno di Italia) e verificata su campo, nel corso di sopralluoghi. Lo studio si è poi concentrato sui documenti archivistici che descrivono i principali danni rilevati sui mulini quando gli stessi erano in funzione e le azioni di manutenzione più comuni necessarie per garantire il continuo funzionamento dei mulini. L’analisi dello stato di conservazione attuale dei mulini (e dei ruderi rinvenuti), basata su analisi macroscopiche e documentata con rilievi fotografici, ha permesso di evidenziare gli eventuali danni avvenuti nel passato e quelli legati all’abbandono, ormai almeno cinquantennale.

#### DANNI RISCONTRATI SULLE DIFFERENTI COMPONENTI TECNOLOGICHE DEL MULINO

Le fonti archivistiche hanno permesso di definire l’insieme delle opere idrauliche associate ai mulini, che garantivano l’alimen-

tazione degli opifici idraulici tramite opere di intercettazione e trasporto dell’acqua dai fiumi.

Di seguito vengono elencati i principali elementi associati ai mulini ed alcuni esempi specifici ritrovati nella consultazione dei documenti d’archivio o durante i sopralluoghi su campo, che illustrano la casistica delle tipologie tecnologiche e delle problematiche idrauliche e conservative, connesse alla costruzione e gestione dei mulini ad acqua (Fig. 3). Le misure riportate nei documenti d’archivio sono tutte in passi napoletani, con un palmo che corrisponde a circa 0,26 cm e un passo a 1,86 m.

**Diga o levata**, nota anche come presa o capolevata, diga *impalizzata* o *paradore*, detta *muraglione* quando rafforzata con malta, era una forma di sbarramento trasversale al corso dell’acqua (0,50-0,60 cm) in pietra a secco, muratura, o palizzata di sterpami di legno, travi, tavole, fascine e pietre (raramente, forse mai in Basilicata, è costituita

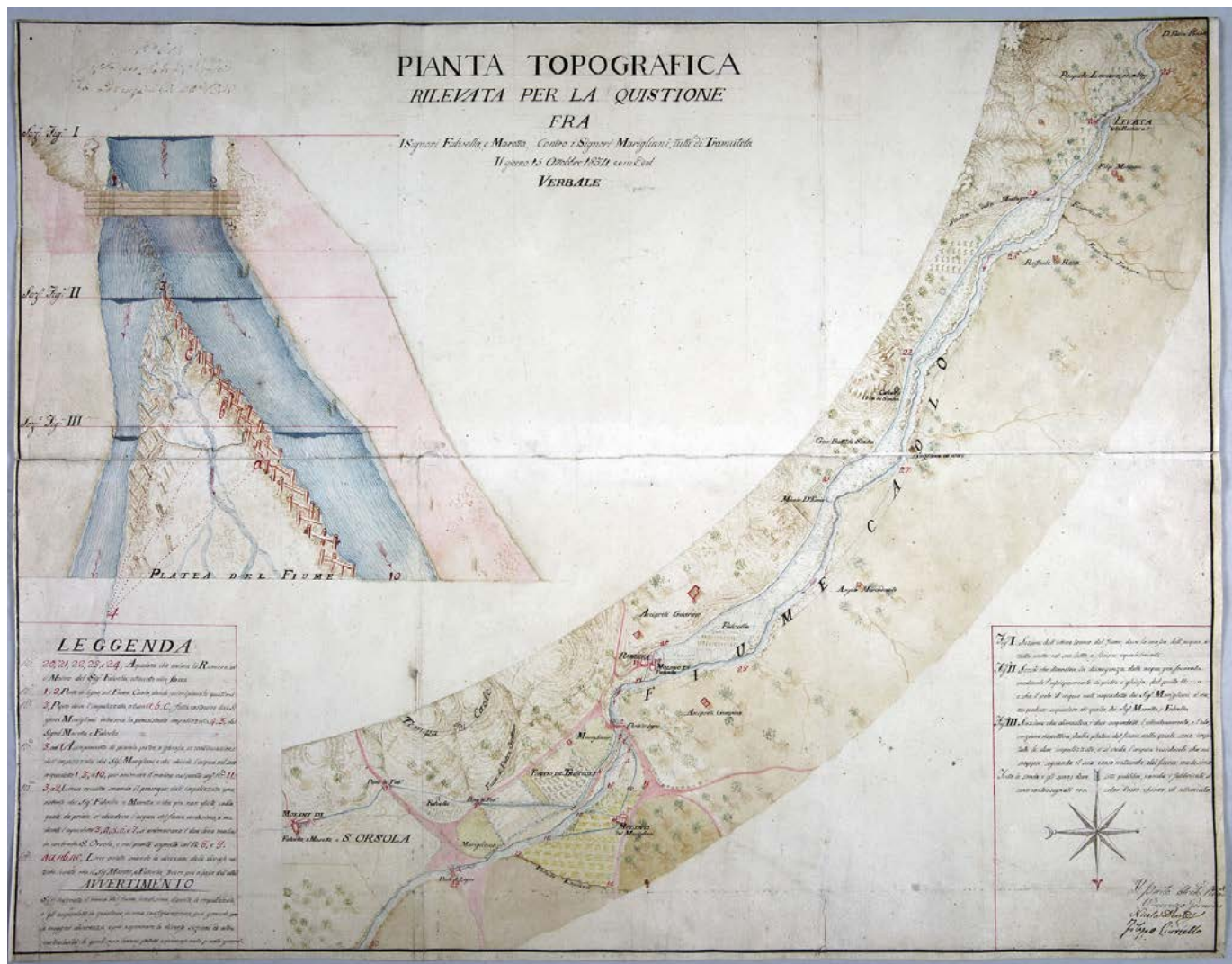


Figura 4 – La pianta raffigura la posizione di 2 ramiere e 3 mulini ad acqua ed il particolare della parata di un mulino a Tramutola (Pz), costruita con palizzata di sterpami di legno, travi, tavole, fascine e pietre (“Pianta topografica/ rilevata per la quistione / fra i signori Falvello e Marotta contro i Maigliani, tutti di Tramutola...”. ASPZ, Tribunale Civile di Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b. 20, f.8)

in calcestruzzo, più costoso), (Fig. 4). Queste opere di intercettazione trasversali al corso dell’acqua, assicuravano una efficiente derivazione dell’acqua e creavano una zona di relativa calma a monte di esse. In alcuni contesti geografici (per esempio in Inghilterra), dove i dislivelli naturali sono piccoli, servivano per aumentare l’altezza di caduta dell’acqua (Bishop, Muñoz-Salinas, 2013). La levata, destinata ad alzare il livello dell’acqua per costringerla ad immettersi nel canale di derivazione (la sua altezza era circa di *un palmo sul pelo dell’acqua per non sommergere i terreni circostanti*) doveva essere resistente all’urto con l’acqua nelle piene.

Le alluvioni potevano causare sia la *rottura che l’interrimento della diga*, come nel caso di Anzi (Pz), quando nel 1849 l’alluvione del fiume Camastra contribuì all’allargamento dell’alveo e all’interrimento della *capolevata* del vecchio acquedotto che alimentava il mulino di Michele Arcangelo Pomarici. L’alluvione rialzò il letto del fiume, che via via diminuì la sua pendenza, tanto da rendere necessario costruire un secondo acquedotto di 191 passi (ca.355 m) per alimentare il mulino nel 1859

(ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.46, f.4).

Per arginare le inondazioni era comune piantare i pioppi lungo il greto dei fiumi, perché costituivano degli argini artificiali, ma essi non erano sufficienti se il letto del fiume non era abbastanza profondo. Infatti a Ripacandida, a monte del muraglione in malta, lungo 59 palmi (ca. 15 m) e alto 7,75 palmi (ca. 2 m), costruito per deviare le acque nel canale del mulino delle monache terenziane, furono alluvionati i terreni in corrispondenza del letto profondo 2 palmi (50 cm ca.), nonostante la piantata di pioppi, mentre non furono alluvionati i terreni in corrispondenza del letto più profondo (5 palmi corrispondenti a ca.1,3 m), (ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.2, f.32). La costruzione di una diga alla confluenza tra due corsi d’acqua era da evitarsi, anche se garantiva l’apporto di maggiore quantità di acqua. Nel caso del muraglione alla confluenza tra la fiumara di Ripacandida e il vallone Cicullo, si era creata una “*isolotta di 2 palmi di altezza*” (50 cm ca.) o barra di confluenza, che rallentava il flusso violento delle acque

del vallone Cicullo e favoriva la deposizione di materiali, rendendo più alto il letto del vallone rispetto a quello della fiumara, causando l’alluvionamento dei terreni a quota più bassa (ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.33, f.6). Nel caso della parata in muro a secco ed *impalizzata* del mulino di Corrado a Potenza, lunga 13 palmi (ca. 3,40 m) e alta 8,27 palmi (ca. 2.15 m), costata 60 ducati, la posizione alla confluenza con un altro vallone, portò alla distruzione della parata, poiché il vallone trasportava molto materiale disciolto (ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.33 f.1). Erano da evitare anche parate che sbarrassero completamente il corso d’acqua, poiché ciò avrebbe determinato il rischio di allagamento dei terreni circostanti (l’acqua avrebbe dovuto necessariamente cambiare il suo corso e inondare i fondi limitrofi). A Lagonegro (Pz) la capolevata del mulino di Mazzei alzò il letto del fiume Serra di 10 palmi (2,6 m), col rischio di creare danni agli opifici soprastanti (gualchiera e “ruota a fuso”) per effetto delle acque morte (ASPZ, Intendenza di Basilicata, b.1007, f.63, sf.4). Una diga *im-*

*palizzata*, come quella costruita dai signori Addone per proteggere il loro mulino ed i terreni sulla riva sinistra in contrada Costa della Gaveta dalle esondazioni stagionali del fiume Basento a Potenza, avrebbe potuto provocare l'allagamento dei fondi circostanti (Sodoma e Caira) posti lungo la sponda destra del fiume Basento. La diga poteva compromettere l'equilibrio idraulico anche per la prossimità al torrente Riofreddo, con un delta a due bracci particolarmente ricco d'acqua nei periodi di pioggia e di scioglimento delle nevi; una precedente diga costruita dagli Addone era già stata demolita dal corso dell'acqua (ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.43, f.18).

**Il canale** (o condotto/a), scavato artificialmente nel terreno, o costruito in muratura su archi, anche solo in parte, di lunghezza variabile (da pochi metri a qualche chilometro), trasportava l'acqua dalla diga al mulino. Gli argini potevano essere rinforzati con pietre, pali e fascine, anche solo nei punti più instabili, dove il rischio di scoscendimenti risultava maggiore. Il declivio risultava di fondamentale importanza nella progettazione dei canali ed era una delle principali cause di malfunzionamento dei mulini. Per esempio l'acqua ristagnava nel canale del mulino di Corrado a Potenza (1848), poiché non si era tenuto conto della necessaria pendenza (ASPZ, Tribunale

Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.33 f.1). Danni al canale erano spesso conseguenti alla distruzione della parata o al tipo di terreno su cui il canale era costruito. Un terreno facile a disgregarsi, in seguito anche a lievi piogge sui monti e lungo i pendii, veniva facilmente portato a valle nei fiumi, riempiendoli di ghiaia e creando danni di interrimento al canale o ai mulini sottostanti (come a Moliterno ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.32, f.4). Il canale del mulino di Rapone (Pz) largo 2 palmi (50 cm ca.) e lungo 120 passi (220 m ca.), poiché era su fondi franosi e poiché era attraversato da un secondo torrente, aveva bisogno di manutenzione una volta all'anno. La manutenzione del canale ammontava, secondo i periti del Tribunale Civile della Basilicata, 11 ducati l'anno, comprensivi dello spurgo della vasca di raccolta dell'acqua (ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.34, f.6).

**La vasca** (o *libia* o *botte*), non sempre presente, serviva per accumulare acqua, nel caso in cui i corsi d'acqua non fossero perenni o abbondanti. Poteva essere a forma di imbuto, realizzando un progressivo allargamento del canale ed era chiusa da un muro nel quale erano inseriti una griglia all'imbocco per trattenere i materiali più grandi, che avrebbero danneggiato i meccanismi del mulino. Un sistema di paratoie in legno ve-

niva aperto per riversare l'acqua in direzione della ruota idraulica attraverso un canale; le paratoie erano costituite da due montanti laterali a stipite, tra cui scorreva un'imposta manovrata con una catena, che poteva essere aperta o chiusa. La carta idrografica documenta la vasca solo nel mulino di Rapone e Carbone, mentre nel corso dei sopralluoghi è stata rilevata anche in un mulino di Savoia di Lucania (Pz), nel mulino Acquabianca di Tito (Pz), entrambi alimentati dall'acqua di una sorgente e a Nemoli (Pz) dove la vasca si presenta impermeabilizzata, con malte idrauliche (Fig. 3 A). Inoltre le fonti d'archivio documentano la presenza di vasche a Potenza (ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.33 f.1) e a Rapone in C/da Pescara dove la vasca si riempiva d'acqua in 12 ore in inverno e in 24 ore in estate e necessitava di spurgo una volta all'anno (ASPZ, Tribunale Civile di Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b. 34, f.6).

**La torre** (o *tromba di carica* o *candela* o *doccia*), *condotta forzata* tipica dei mulini della Basilicata, alta da 2 a 14 m, serviva ad aumentare il getto di caduta dell'acqua sulla ruota orizzontale, aumentandone la potenza. L'acqua usciva dal cannellone con una violenta accelerazione, dovuta anche alla massa dell'acqua superiore e urtava in maniera tangenziale la ruota situata in posi-



Figura 5 – Canale di derivazione su archi e torre del mulino Sabatella a Brienza (Pz) rinforzata da contrafforti, di fattura distinguibile dalla torre, probabilmente aggiunta in un secondo momento

zione orizzontale in un locale interrato, detto calcara o *inferno*. I principali danni riscontrati alle torri in pietra erano legati alla sua stabilità, soprattutto nel caso di torri molto alte che non si appoggiavano alla roccia, ma che erano alimentate da canali sopraelevati su archi. In casi come questi le torri dovevano essere rinforzate con contrafforti (Fig. 5).

Altri danni erano legati alla *perdita di acqua dalla torre* del mulino di Savoia di Lucania (Pz) alta 7 palmi (1,82 m), di cui 4 sotto terra (1 m ca.), che ci fa ipotizzare che dovesse essere impermeabilizzata con malta (ASPZ, Intendenza di Basilicata, b.1068, f.1275). Sul Pollino sono state individuate torri in legno, pratiche da costruire, ma meno durature di quelle in pietra, che dovevano essere sostituite ogni due anni circa. Una torre di un mulino che non fu mai costruito a Laurenzana (per il quale l'architetto progettista aveva previsto una spesa totale di 1660 ducati) avrebbe dovuto essere costruita con tavoloni di quercia e di forma rettangolare, dato che la forma cilindrica avrebbe diminuito la velocità dell'acqua per effetto della "vena contratta" e ciò non era auspicabile dato che l'acqua non era abbondante (ASPZ, Intendenza di Basilicata, b. 1009, f.669).

**La ruota idraulica** poteva avere forme differenti, oltre 50 tipi di ruota orizzontale sono state classificate nel mondo (Moog 1994), ma uno studio sistematico sulle ruote adoperate in Basilicata non può essere condotto, in quanto sono pochissime le ruote ancora presenti nei mulini rinvenuti. Alcune ruote rinvenute in Basilicata erano in legno e composte

da tante leve a paletta, fissate nell'asse del mulino, detto fuso, nel centro della ruota, a distanza uguale, così da ricevere la spinta nel punto di contatto detto fuoco, per mettersi in moto mediante la potenza uniforme dell'acqua (Mulino Cornaleto a Pignola). Girando con moto uniforme si vinceva la resistenza tutta concentrata nell'asse o fuso verticale del mulino. Esistevano anche ruote a palette ricurve ((ASPZ, Intendenza di Basilicata, b. 1009, f.669). Il continuo contatto dell'acqua sulla ruota deperiva il legno nel tempo ed era necessario sostituire la ruota. Fu per questo che le ruote metalliche iniziarono ad essere preferite, perché più resistenti, dalla fine del 1800, e differenti ruote (a cucchiaino a Nemoli o a palette al mulino Recchie Mozze di Chiaromonte) sono state rinvenute in Basilicata. La presenza dell'acqua e la forza con cui si riversava sulla ruota potevano anche indebolire le pareti del mulino (ASPZ, Intendenza di Basilicata, b.1007, f.63, sf.4).

**Il canale di scarico** (canale di uscita o *sottoacquaro*) necessario a reimmettere l'acqua nel fiume, dopo aver azionato il mulino, senza nessuna perdita, doveva essere costruito quanto più possibile in linea retta e perpendicolare al locale della ruota orizzontale o inferno, in modo da non creare ostacoli per l'acqua in uscita, che invece in presenza di curvature o angoli, avrebbe perso la sua forza e depositato i detriti più piccoli, non filtrati dalla griglia. Anche in questo caso la pendenza era un requisito necessario al buon funzionamento del canale di scarico. Il *canale di uscita* del mulino Corrado era di 618 palmi

(160 m ca.) fino al torrente Tiera, era stato costruito con una pendenza totale di palmi 7,82 (2 m ca.) dalla soglia della calcara, alla foglia o platea del torrente medesimo, cioè di palmi 1,3 (33 cm ca.) di pendenza, per ogni cento palmi di lunghezza (ca.26 m), ossia di 0,01 % (ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.33 f.1). Nel caso di mulini in successione, che utilizzavano la stessa acqua per funzionare, una parata incanalava l'acqua in uscita dal mulino soprastante (a monte) per alimentarne un altro, ma il rischio era che la parata bloccasse una quantità di arena che rimaneva nella calcara



Figura 6 – Mulino Magnacane a Viggianello (Pz), danni al tetto rilevati nel corso di un sopralluogo nel 2016

Tabella 1 – Principali danni e attività di manutenzione sugli elementi tecnologici dei mulini ad acqua

Opere idrauliche	Descrizione	Danni	Manutenzione e soluzioni
Dighe	Sbarramento trasversale al corso dell'acqua (0,50-0,60 m) in pietra a secco, muratura, o palizzata di sterpami di legno, travi, tavole, fascine e pietre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rottura</li> <li>Interrimento a causa del rallentamento del flusso idrico</li> <li>Alluvionamento dei terreni circostanti per sbarramento totale del corso d'acqua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Piantare pioppi o piante igrofile lungo gli argini ed i greti dei fiumi per proteggere i terreni nei pressi delle dighe;</li> <li>Dragaggio delle dighe nei luoghi con alti tassi di sedimentazione</li> </ul>
Canale	Scavato artificialmente nel terreno, o costruito in muratura su archi, di lunghezza variabile (da pochi metri a qualche chilometro) e pendenza ottimale. Trasportava l'acqua dalla diga al mulino.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ristagno del corso d'acqua nel canale</li> <li>Interrimento del canale in casi estremi, per piogge intense e alto tasso di sedimenti nell'acqua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spurgo dei canali</li> <li>Manutenzione della pendenza</li> </ul>
Torre	Condotta forzata tipica dei mulini della Basilicata alta da 2 a 14 m, serviva ad aumentare il getto di caduta dell'acqua sulla ruota orizzontale, aumentandone la potenza.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instabilità delle torri molto alte che non si fondavano su roccia;</li> <li>Torri in legno soggette a deterioramento rapido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rinforzo delle torri con contrafforti alla base</li> <li>Manutenzione periodica delle torri di legno</li> </ul>
Ruota	In legno o in metallo, composta da tante leve a paletta, a cucchiaino o a paletta ricurva, fissate nell'asse del mulino, a distanza uguale, così da ricevere la spinta per mettersi in moto mediante la potenza uniforme dell'acqua.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deterioramento del legno per effetto meccanico e alterazione chimica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenzione delle palette di legno o della ruota nei casi più gravi</li> </ul>
Canale di scarico	Rimette l'acqua nel fiume, dopo aver azionato il mulino. Costruito quanto più possibile in linea retta e perpendicolare al locale della ruota orizzontale e con una pendenza ottimale.	<ul style="list-style-type: none"> <li>In corsi d'acqua con elevato apporto di sedimento, danni alla ruota e alla calcara, per sedimentazione nel canale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pulizia periodica del canale</li> <li>Manutenzione della pendenza</li> </ul>

del primo mulino, rendendolo inattivo, come successe a Moliterno, dove il canale di scarico aveva una pendenza di 1,20 palmi ogni 100 palmi (circa 30 cm ogni 26 m), ossia dello 0,01 % (ASPZ, Tribunale Civile di Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.32, f.4). In casi come questo, in presenza di corsi d'acqua ricchi di sedimenti, era da evitare la costruzione di mulini in sequenza.

## DISCUSSIONI

Lo studio si è concentrato sui principali danni rilevati sui mulini in passato e sullo stato di conservazione attuale, spesso inevitabilmente compromesso dall'abbandono.

I principali danni riscontrati nei documenti archivistici e sui mulini rinvenuti su campo possono essere così riassunti:

- Danni al tetto, che necessitava spesso di rifacimenti, come dimostrano i sopralluoghi su campo (Fig. 6) ed il documento di spesa di 29 ducati per comprare e posizionare le tegole o embrici del mulino di Rivello nel 1810 (ASPZ, Intendenza di Basilicata, b.1063, f.1224).
- Danni alla torre, per mancanza di stabilità o per il contatto con l'acqua.
- Logorio della ruota idraulica in legno.
- Manutenzione delle macchine, attraverso martellatura con scalpello (detta anche *smerigliatura*).
- Danni alla diga/levata (riscontrabili sono nei documenti d'archivio).
- Danni dovuti all'accumulo di sedimenti nella vasca di raccolta dell'acqua, nel canale derivatore e/o nel locale interrato dove era posizionata la ruota (calcara o inferno).
- Instabilità delle mura esposte all'acqua battente, che rischiavano di crollare (Lagonegro, ASPZ, Intendenza di Basilicata, b.1007, f.63, sf.4).

Le diverse componenti tecnologiche ed opere idrauliche sono state messe in relazione alla tipologia di danno riscontrabile ed agli interventi di manutenzione necessari per continuare a garantire la loro efficienza (Tab. 1).

Gli aspetti geomorfologici dei terreni erano un fattore importante da considerare per evitare danni (ai mulini e/o ai terreni vicini) dovuti a frane, alluvioni, erosioni.

I canali del tipo *bedrock*, garantivano ottima stabilità al mulino e alle strutture associate. La stabilità del substrato roccioso infatti, sul quale più della metà di tutti gli opifici idraulici censiti erano ubicati, limitava l'azione erosiva diretta sulla sponda e quindi sulla struttura del mulino e garantiva un'attività continuativa di macinazione e molitura (Grano *et al.*, 2016), che non ha prodotto controversie e non esistono documenti d'archivio che descrivano i danni di questi mulini dovuti all'azione distruttiva dei corsi d'acqua. Al contrario, i corsi a fondo mobile, siano essi

*braided* o meandriformi, in continua evoluzione, determinavano danni importanti sulle strutture associate ai mulini o addirittura il sotterramento degli stessi, come nel caso di un mulino reperito durante un sopralluogo ad Albano di Lucania (Pz), nei pressi dell'attuale mulino della Contessa e dei mulini alla confluenza tra fiume Sinni e Frida e Rubbio, documentati nei documenti medievali (SEVERINI 2002), ma oggi totalmente sepolti. Problemi di sedimentazione, per rallentamento dell'acqua, se il declivio non era sufficiente, o alluvioni erano comuni sugli alvei alluvionali, e spesso rendevano inattivi i mulini, per questo motivo i mulini costruiti su alvei alluvionali necessitavano di maggiori spese di manutenzione e spesso dovevano essere in parte ricostruiti. I danni dovuti all'accumulo di sedimenti erano comuni solo nei mulini alimentati da corsi d'acqua alluvionali, che causavano maggiori problemi di instabilità per i

mulini, che rischiavano di essere sommersi, da improvvise variazioni del corso d'acqua.

I mulini costruiti sugli stabili alvei *bedrock* (Fig. 7) avevano costi di manutenzione modici, poiché erano costruiti poco distanti dal fiume, con canali non molto lunghi che sfruttavano pendenze naturali e perché il corso d'acqua era stabile (rare le alluvioni) e il tasso di sedimentazione era molto minore che nei corsi d'acqua alluvionali. Tali mulini erano più sicuri e più stabili nel tempo, sebbene essi fossero difficilmente raggiungibili, in quanto situati lungo i versanti ripidi di valli fluviali con caratteristico profilo trasversale a "V". Per questo motivo anche i mulini su *bedrock* tendevano ad essere abbandonati nel corso del tempo (la Carta Idrografica del Regno di Italia documenta 72 mulini abbandonati su *bedrock*).

Nel corso della ricerca si è cercato di effettuare un'analisi economica dei danni e del valore del mulino, ma i documenti rinvenuti,

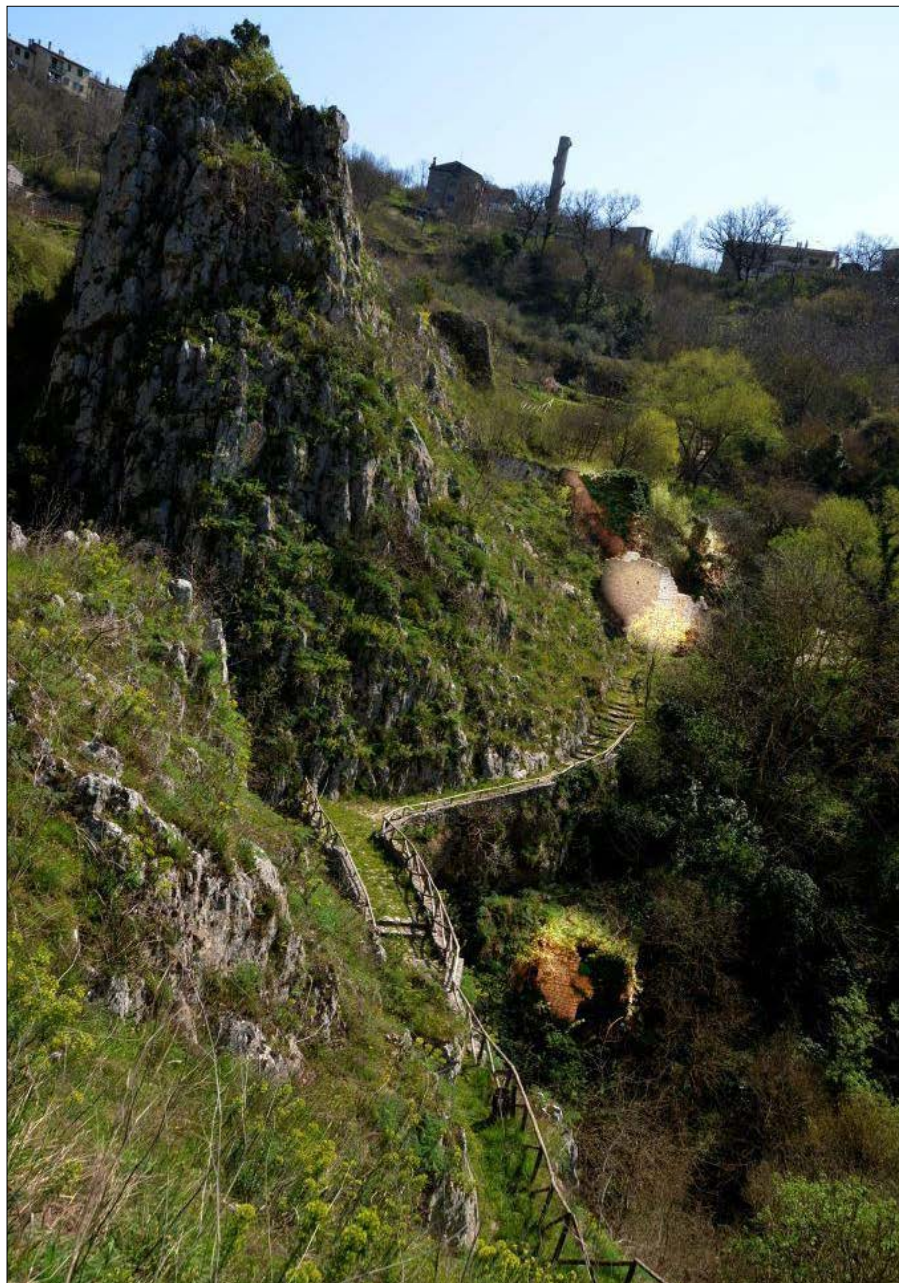


Figura 7 – Mulini costruiti su canale *bedrock* a Muro Lucano (PZ)



coprono archi temporali ampi, non paragonabili, che rendono impossibile ogni confronto. Ad esempio, nel comune di San Fele (Pz) le spese di manutenzione di un mulino sul Torrente Bradano ammontavano a 250 ducati, a carico dei fittuari, secondo un decreto del 10 giugno 1817 (ASPZ, Tribunale civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.39, f.11). Un documento del 1849 attesta che il valore totale di un opificio a doppio palmento (con doppio meccanismo) nel comune di Rapone (Pz), comprensivo di vasca per la raccolta dell'acqua e canale, era di 241 ducati, valore che sembra inferiore a quello della manutenzione del mulino sul Torrente Bradano, ma che non può essere paragonato, dato che i documenti non specificano le attività necessarie per la manutenzione del mulino a San Fele, né la quantità di farina che il mulino macinava. Infatti anche la quantità di farina che si macinava determinava il valore di un mulino. In inverno il mulino di Rapone macinava 2 tomola (110 litri ca.) di farina al giorno, in estate 1 tomola (55 litri ca.) al giorno, dato che l'acqua era meno abbondante. Quindi esclusi i giorni in cui il mulino non lavorava, macinava circa 400 tomola (22000 litri ca.) di grano ogni anno (ASPZ, Tribunale Civile di Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b. 34, f.6).

## CONCLUSIONI

La ricerca ha sottolineato il ruolo fondamentale delle fonti d'archivio per il censimento dei mulini storici e per lo studio degli elementi tecnologici non sempre rivelabili sul territorio, perché purtroppo distrutti, principalmente a causa dell'abbandono. Degli 800 mulini ad acqua censiti a fine 1800, ad oggi solo una ventina sono in buono stato di conservazione, ma nessuno di essi è in funzione. La ricerca, avendo previsto una precisa localizzazione delle strutture sul territorio, ha permesso di rispondere ad alcune "domande aperte" sul ruolo della posizione dei mulini in relazione al loro stato di conservazione, nel presente così come nel corso della loro attività. La ricerca ha portato una nuova luce sul problema della continuità della posizione dei mulini nel corso dei secoli, evidenziando la stretta connessione tra posizione dei mulini e processi fluviali. I mulini soggetti a degrado continuo, necessitavano di costanti azioni di manutenzione (da settimanali ad annuali a seconda del tipo di corso d'acqua e della presenza di sedimenti sciolti). La costante necessità di manutenzione induce a pensare che fossero stabili nel tempo solo i mulini nelle posizioni più sicure, che necessitavano di meno interventi di manutenzione, al contrario, è possibile che i mulini costruiti sugli alvei alluvionali fossero abbandonati con maggiore frequenza, poiché soggetti a maggiori danni. La documentazione di mulini esistenti nel medioevo nella attuale

valle del Sinni, oggi totalmente alluvionata, è segno evidente che la posizione di mulini documentati nel passato su corsi alluvionali, non può essere ritenuta stabile, anzi di molti di questi mulini non esiste più nessuna traccia visibile. Bisogna però sottolineare che anche i mulini su canali *bedrock* stabili, potevano essere abbandonati, a causa della posizione scomoda, che li rendeva economicamente svantaggiosi. I risultati di questa ricerca, seppur limitati geograficamente e cronologicamente, contribuiscono ad aumentare le conoscenze e la discussione sui mulini a ruota orizzontale, tecnologia predominante in Basilicata, non perché si ignorasse la tecnologia della ruota verticale, come dimostra la presenza di oltre 100 gualchiere a ruota verticale, ma probabilmente per gli ottimi risultati a parità di costi di impianto e manutenzione. In Basilicata, la tecnologia della ruota orizzontale, probabilmente più facile da costruire e mantenere, associata alla torre, per aumentare la potenza dell'acqua, risultava perfettamente funzionale nel contesto regionale, caratterizzato da alti salti idrici e da basse portate (Grano, Bishop, 2017).

## BIBLIOGRAFIA

- AVITSUR S. (1969), *Watermills in Eretz Israel, and their contribution to waterpower technology*. Transaction of the Second International Symposium on Molinology. Brede (Denmark), pp.393-397.
- BARCELÓ M. (2004), *The Missing Water Mill: A Question of Technological Diffusion in the High Middle Ages. The Making of Feudal Agricultures?* Leiden-Boston, MA, E.J. Brill (The Transformation of the Roman World 14) pp. 255-314.
- BISHOP P., MUÑOZ-SALINAS E. (2013), *Tectonics, geomorphology and water mill location in Scotland and the potential impacts of mill dam failure*. Applied Geography n.42, pp.195-205.
- BLOCH M. (1935), *Avènement et conquêtes du moulin à eau*, Annales d'histoire économique et sociale, n.7, pp. 538-563.
- BRYKALA D., PODGORSKI Z. (2009), *800 years of watermills' existence on polish rivers and their role in hydrographical systems' modification*, [www.academia.edu](http://www.academia.edu)
- BUONORA P. (2010), *La presenza e la diffusione delle ruote idrauliche nell'Appennino e nella storia della tecnologia. Energia e macchine. L'uso delle acque nell'Appennino centrale in età moderna e contemporanea*, Convegno nazionale di studi, Colfiorito (Foligno) e Pievebovigliana (Mc), 11-13 ottobre 2007, a cura di Bettoni F., Ciuffetti A., Crace Editore, Narni.
- GENISE G. (2011), *La via dei mulini ad acqua nell'alto Jonio*. Nostra Italia onlus, Maria Pacini Fazzi, Lucca.
- GRANO M.C., BISHOP P. (2016), *Barceló's missing water mills' and Scottish and Southern Italian horizontal mills*. Vernacular Building, n. 40 (2016-17), pp. 109-122.
- GRANO M.C., DEL MONTE M., LAZZARI M., BISHOP P. (2016), *Fluvial dynamics and water mills location in Basilicata (Southern Italy)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, n.39 (2), pp. 149-160.
- GRANO M.C., LAZZARI M. (2016), *Fonti cartografiche per l'analisi del paesaggio storico: criticità e vantaggi della carta idrografica del Regno*

*d'Italia*. Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia, n. 157, pp.4-18.

- GRANO M.C. (2014), *Paesaggio, strutture rurali e architettura popolare nelle Province di Potenza e Matera. Cultural Landscapes. Metodi, strumenti e analisi fra geologia, archeologia e storia in contesti dell'Italia centro-meridionale*. Notebooks on Medieval Topography, n.9 - BAR, Int.S., Oxford, pp. 131-148.
- HAMMER C.I. (2008), *A Suitable Place for Putting up a Mill. Water Power Landscapes and Structures in Carolingian Bavaria. Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte* 95. Bd., H. 3, pp. 319-334.
- KIRCHNER H. (2011), *Watermills in the Balearic Islands during the Muslim period. Processing, Storage, distribution of food*, Ruralia VII congress (7-12 September 2009), Lorca, Spain. Brepols Editor, pp.45-55.
- LAZZARI M., GRANO M.C. (2016), *GEO-MILLTOUR: innovative geo-touristic routes along the historic watermills in Basilicata (southern Italy)*. Proceedings of GEOTOUR 2016 International Conference on Geotourism, Mining Tourism, Sustainable Development, and Environmental Protection, Florence 18-20 October 2016, IBIMET Ed., pp. 84-89.
- LUCAS A. (2011), *Wind, water, work: ancient and medieval milling technology*. Brill, Leiden.
- MOOG B. (1994), *The Horizontal Watermill – History and Technique of the First Prime Mover*. The International Molinological Society, Bibliotheca molinologica; Vol. 12 Sprang-Capelle.
- RYNNE C. (2000), *Water-power in medieval Ireland. Working with water in Medieval Europe: Technology and Resource Use*, pp. 1-50. E. M. Brill, Leiden.
- SEVERINI M. (2002), *Il Mulino di Mezzana sul Pollino del Principe Sanseverino di Bisignano (tra storia ed architettura)*. Antonio Capuano Edizioni, Matera.
- STRAHLER A. N. (1957), *Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union*, n.38 (6), pp. 913-920.
- WIKANDER O. (2000), *Handbook of ancient water technology*. Brill, Leiden.

## FONTI D'ARCHIVIO

- ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b. 2, f.32.
- ASPZ, Tribunale Civile di Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b. 20, f.8.
- ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b. 32, f.4.
- ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b. 33, f.1.
- ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.33, f.6.
- ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b. 34, f.6.
- ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b. 39, f.1.
- ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.43, f.18.
- ASPZ, Tribunale Civile della Basilicata, Perizie e Atti Istruttori, b.46, f.4.
- ASPZ, Intendenza di Basilicata, b.1007, f.63, sf.4.
- ASPZ, Intendenza di Basilicata, b.1009, f.669.
- ASPZ, Intendenza di Basilicata, b.1063, f.1124.
- ASPZ, Intendenza di Basilicata, b.1068, f.1275.
- Carta idrografica del Regno di Italia, *Relazioni [sulla] regione meridionale mediterranea* (1890). Ministero di agricoltura, Industria e commercio. Direzione generale dell'agricoltura. Roma, pp. 253-311.

# Utilizzo dell'energia dell'acqua: i mulini ad acqua di Tramutola (Regione Basilicata)

## Use of water energy: the case of the Tramutola watermills (Basilicata region)

Parole chiave (*key words*): energia dell'acqua (*water energy*), mulini ad acqua (*watermills*), Tramutola (*Tramutola*), Basilicata (*Basilicata*)

GUGLIELMI PAOLA<sup>(1)</sup>

CAPECE ANTONIO<sup>(1)</sup>

BENTIVENGA MARIO<sup>(1)</sup>

VALICENTI ARTURO<sup>(2)</sup>

(1) Dipartimento di Scienze - Università degli Studi della Basilicata  
E-mail: mario.bentivenga@unibas.it

(2) Parco Nazionale del Pollino

### RIASSUNTO

Lo sfruttamento dell'acqua come forza motrice per azionare le macine dei mulini, ha rappresentato, nella storia dell'uomo, una importante innovazione tecnologica. Il presente lavoro di ricerca si propone di mettere in relazione il particolare contesto idrogeologico del territorio di Tramutola (Potenza) con le informazioni costruttive e storiche dei vecchi mulini ad acqua ancora presenti nell'area. In questo territorio, come in molte altre zone d'Italia, i monaci benedettini furono tra i primi ad impiegare macchinari mossi dall'energia dell'acqua. La presenza di diversi opifici, adibiti alla macinazione dei cereali, comportò un rilevante progresso delle condizioni sociali ed economiche nel territorio di Tramutola. In quest'area è storicamente documentata la presenza di almeno cinque opifici, un tempo adibiti a mulini, che utilizzavano come fonte di energia l'acqua corrente del Rio Cavolo e di alcune sorgenti. Di questi edifici solo tre sono ancora presenti: il Mulino Capo l'acqua, che

si trova nel centro del paese, il Mulino San Carlo, collocato nell'omonima località nella zona periferica di Tramutola e, infine, il Mulino Caolo, costruito lungo il torrente omonimo. La ricostruzione dei dispositivi di funzionamento dei primi due ha permesso di indicarli come "mulini a ritrecine", costituiti da una ruota orizzontale, collegata ad un albero che consentiva la rotazione della macina mobile. Da sottolineare è l'uso virtuoso e sostenibile che si faceva delle risorse idriche a Tramutola. Infatti, l'acqua prima ancora di azionare le macine dei mulini, veniva impiegata per usi domestici e per abbeverare gli animali; dopo aver attraversato il mulino, veniva utilizzata per irrigare i campi.

### ABSTRACT

In the human history, the water exploitation, as a driving force in order to activate the millstones, represented an important technological innovation. This paper aims to relate the particularly hydrogeological con-

text of the Tramutola area (Potenza) with the constructive and historical information of the old watermills still located in this zone. As in many areas of Italy, the Benedictine monks had a considerable importance because they were the first to use machinery moved by the water energy. The presence of different establishments, used for milling of the cereals, determined a significant advancement of social and economic conditions in the Tramutola territory. The historical data have documented the presence of at least five mills that used as energy source the running water of the Rio Cavolo and some of its springs. Of these, only three buildings are still present: the Mulino Capo d'acqua, located in the urban area, the Mulino San Carlo, present in San Carlo quarter and, finally, the Mulino Caolo, located on the homonymous stream. The reconstruction of the respective devices allowed to be referred the first two to as "molini a ritrecine" mechanisms, constituted by a horizontal wheel, connected to a shaft that permitted the rota-

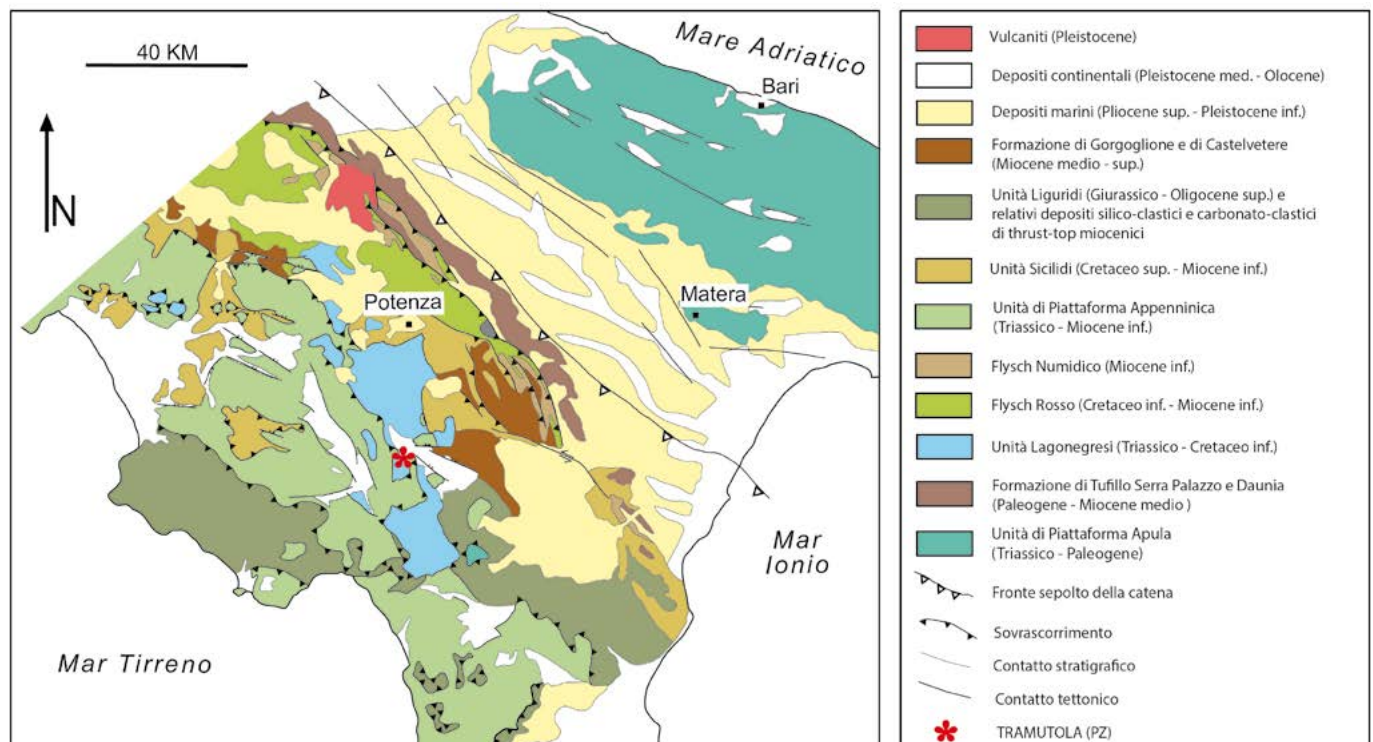


Figura 1 – Schema geologico dell'Appennino meridionale (Piedilato & Prosser, 2005, modificata)

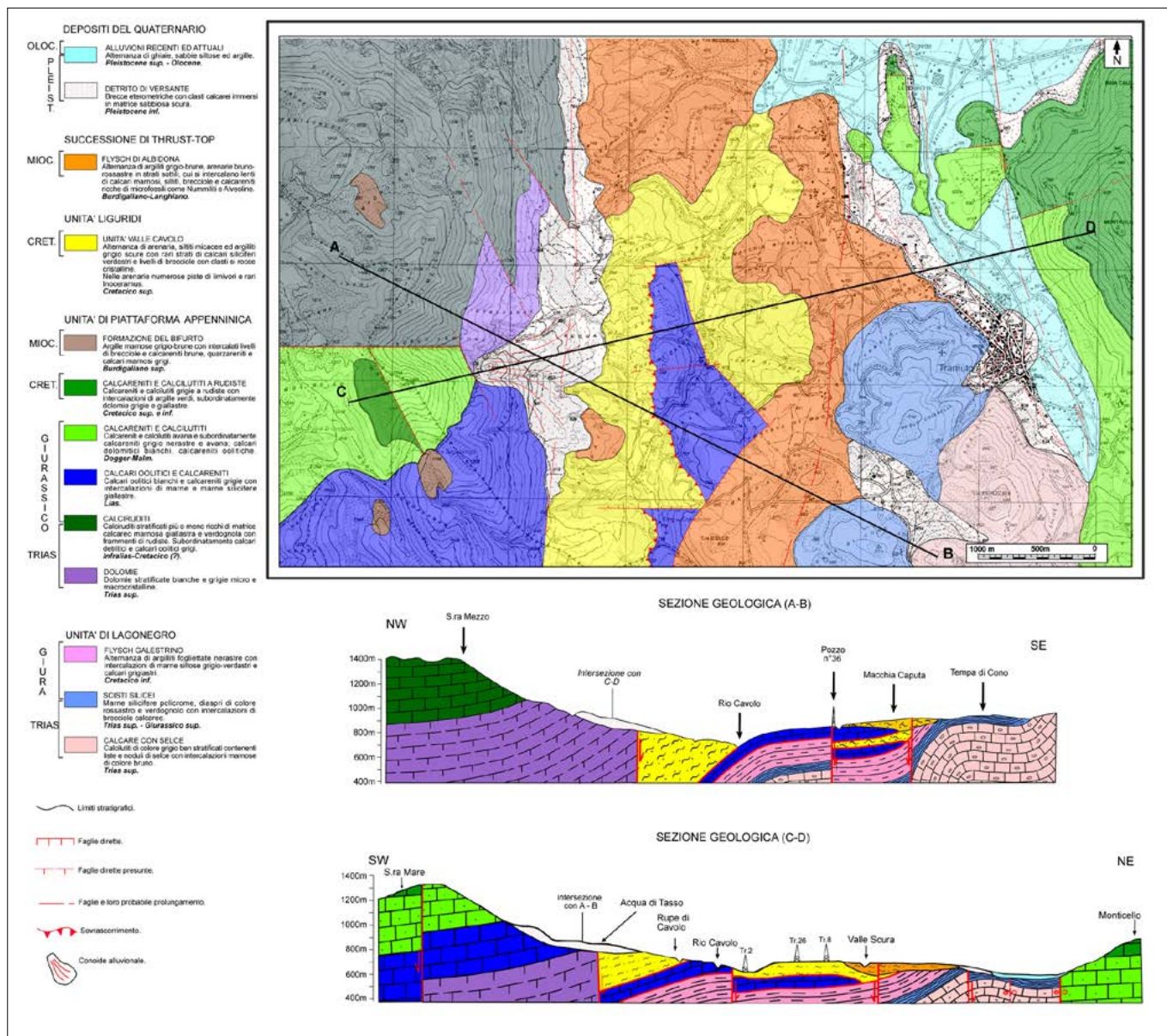


Figura 2 – Carta e sezioni geologiche dell'area di Tramutola (Bentivenga et alii, 2013)

tion of the movable grinding. A very important aspect is the integrated and sustainable use of the water resources in Tramutola area. In fact, the water was used for domestic purposes before it could drive the millstones, after going through the mill, it was used to agricultural fields irrigation.

## INTRODUZIONE

I vecchi mulini ad acqua, oggi esempio di archeologia industriale, sono presenti numerosi in Basilicata, in particolare nell'alta val d'Agri. Per questo lavoro si è scelto di studiare in dettaglio il contesto idrogeologico, costruttivo e storico dei vecchi mulini ad acqua presenti nel territorio comunale di Tramutola. Il paese, di circa 3000 abitanti, è in provincia di Potenza (Basilicata), posto a quota 650 m s.l.m. lungo il bordo meridionale della val d'Agri, valle resa fertile dall'abbondanza delle acque. Molto probabilmente il nome di Tramutola deriva da "terra motola", cioè terra ricca d'acqua. Incerte e controverse

risultano le sue origini; alcune fonti le fanno risalire all'epoca romana, quando l'abitato, *pagus* della vicina Grumentum (circonscrizione territoriale rurale, cioè al di fuori dei confini della città), fu distrutto dai saraceni sul finire del X secolo e venne ripopolato nel secolo successivo dai monaci benedettini di Cava dei Tirreni che costruirono l'abbazia di San Pietro su un precedente cenobio basiliano. I mulini erano alimentati dalle sorgenti che danno vita a corsi d'acqua situati lungo il versante destro dell'alta valle del Fiume Agri, nel settore assiale dell'Appennino meridionale. Riguardo il numero preciso dei mulini e la loro data di costruzione c'è molta incertezza. Da documenti storici, risalenti al XVI secolo, è stata documentata la presenza di quattro mulini ad acqua a cui se ne aggiunse un altro nel secolo successivo. Con questo studio si è approfondita la conoscenza del territorio e dei fattori che hanno condizionato l'ubicazione dei tre mulini di cui è rimasta testimonianza. Inoltre, si sono approfondite le conoscenze

relative ai meccanismi di funzionamento dei mulini e, contestualmente, alla loro gestione nel tempo.

## GEOLOGIA DELL'AREA

L'Appennino meridionale, che ospita l'area studiata, rappresenta un segmento dell'orogene alpino ad andamento NO-SE, strutturalmente costituito da un sistema a pieghe e sovrascorrimenti, avente una generale vergenza verso nord-est (Pescatore et alii, 1999; Menardi Noguera & Rea, 2000; Boccaletti et alii, 2005; Patacca & Scandone, 2007, 2013). L'architettura attuale dell'edificio appenninico è stata determinata dalla sovrapposizione, a scala regionale, di differenti domini paleogeografici organizzati, nella geografia pre-orogena, in un'alternanza di piattaforme carbonatiche e di bacini pelagici (Patacca & Scandone, 2007, 2013) (Fig. 1). L'alta valle del Fiume Agri è una depressione tettonica intermontana, di età pleistocenica, allungata in direzione NW- SE. Il riempimen-

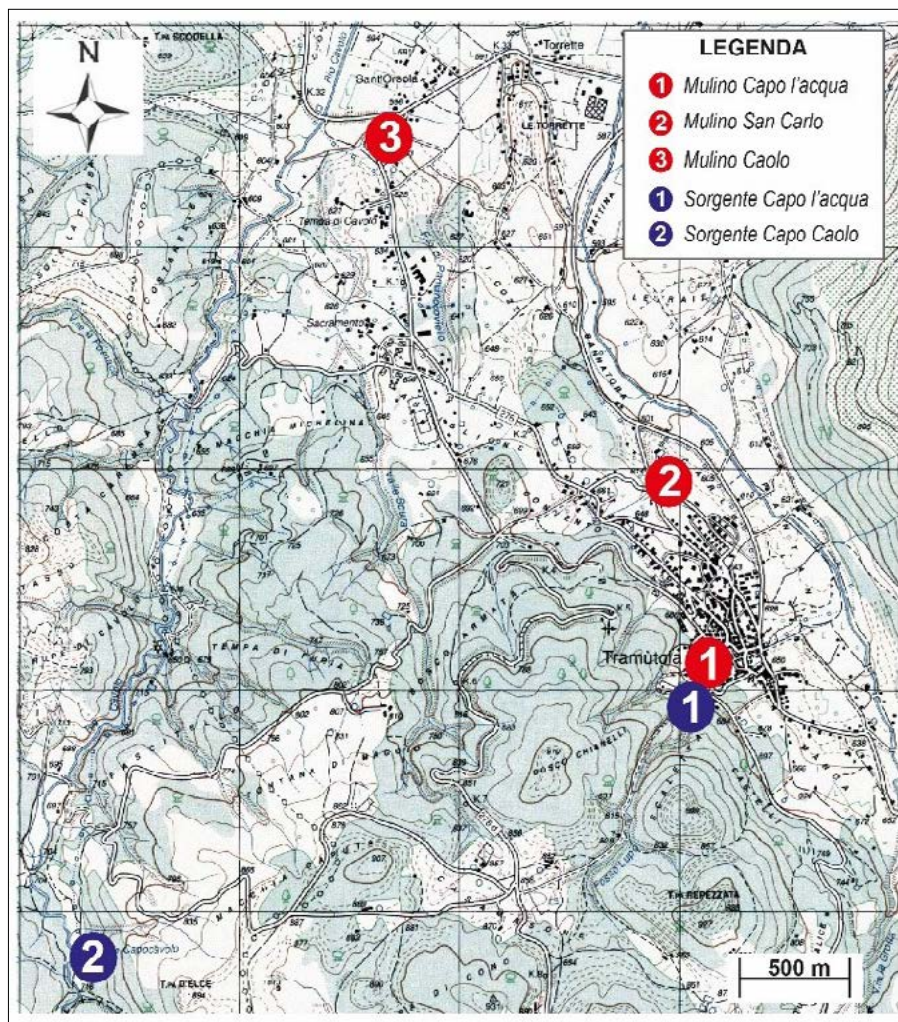


Figura 3 – Carta topografica dell'area di Tramutola con ubicazione degli antichi mulini ad acqua e delle sorgenti che li alimentavano

i terreni calcarei e calcareo-dolomiti appartenenti alla successione dei Monti della Maddalena, corrispondente al margine orientale della Piattaforma carbonatica Appenninica (Mostardini & Merlini, 1986) (Trias sup.-Burdigaliano sup.), una sequenza con spiccato carattere torbiditico, l'Unità Valle del Cavolo, di pertinenza Liguride (Cretaceo-Miocene inf.), le successioni fliscioidi di *thrust-top* (Burdigaliano-Langhiano) e depositi quaternari di versante (Scandone, 1972; Carbone *et alii*, 1991; Boenzi *et alii*, 2004; Patacca & Scandone, 2007) (Fig. 2). Dal punto di vista strutturale, il settore di catena considerato è caratterizzato dalla sovrapposizione tettonica delle Unità Liguridi sulle unità carbonatiche della Piattaforma Appenninica. Queste ultime, a loro volta, sono sovrapposte tettonicamente alle successioni lagonegresi. Inoltre, al di sopra delle coltri di ricoprimento, poggiano, con contatto stratigrafico discordante, le successioni arenaceo-conglomeratiche, sabbioso-conglomeratiche ed argillose dei bacini di *thrust-top*. Il contatto tra le differenti unità tettoniche si realizza mediante piani di sovrascorrimento con geometria *ramp-flat*, che danno luogo ad una struttura di tipo *embri-cate fan*. A partire dal Pliocene, la tettonica distensiva, connessa all'apertura del bacino tirrenico, ha coinvolto tutta l'area di studio dissecandola con sistemi di faglie a carattere distensivo e trascorrente, aventi orientazione media  $N120^{\circ}\pm 10^{\circ}$ , faglie responsabili anche dell'apertura del bacino intermontano dell'alta val d'Agri (Colella, 1988; Knott & Turco, 1991; Schiattarella *et alii*, 1994). Alla tettonica quaternaria è legata la sismicità dell'intera area di Tramutola che, come tutta l'alta val d'Agri, è stata caratterizzata nel recente passato da terremoti frequenti e di grande magnitudo, come quello del 1857.

## GEOMORFOLOGIA

Il territorio di Tramutola occupa il settore centro-occidentale della Basilicata, estendendosi geograficamente nell'alta valle del Fiume Agri. Il paesaggio si presenta prevalentemente montuoso, con un'altitudine che varia da 600 m a 1200 m s.l.m. A differenza dei paesi circostanti, che si ergono sull'alto di un colle, il centro abitato di Tramutola sorge in una conca intermontana, aperta a nord verso la valle del Fiume Agri e delimitata ad oriente da una serie di rilievi, il cui massiccio più alto è il Monte Monticello (1015 m s.l.m.). La configurazione morfologica dell'area risulta essere complessa ed è il risultato di due fattori principali: a) eterogeneità litologica dei terreni affioranti; b) assetto geologico-strutturale raggiunto attraverso le diverse fasi tettoniche. La grande varietà litologica determina la formazione di un paesaggio caratteristico e diversificato. In corrispondenza

to sedimentario del bacino è costituito da una successione clastica del Pleistocene medio-superiore, denominata "Complesso Val d'Agri" (Di Niro *et alii*, 1992; Giano *et alii*, 2000), caratterizzata da argille e limi lacustri alla base, che passano verso l'alto a depositi marcatamente fluviali, per terminare, al tetto, con depositi caotici di conoide alluvionale. La valle è percorsa dal tratto iniziale del Fiume Agri, uno dei principali corsi d'acqua della Basilicata, a recapito ionico, ed è bordata su

entrambi i lati da una serie di rilievi montuosi tra i quali, in destra idrografica, i Monti della Maddalena. Questi ultimi costituiscono una dorsale carbonatica allungata in direzione appenninica e delimitata, a sud-ovest e a nord-est, dalle importanti discontinuità tettoniche sulle quali si sono impostati rispettivamente il Vallo di Diano e le valli del Melandro e dell'Agri. Nell'area studiata affiorano estesamente le successioni pelagiche ascritte alle Unità Lagonegresi (Trias sup.-Cretaceo inf.),



Figura 4 – Mulino Capo l'acqua, nel centro storico di Tramutola. (a) Edificio del mulino ristrutturato e canale di uscita dell'acqua (Fonte: Google Earth); (b) canale di carico del mulino (Fonte: Pro Loco Tramutola)





Figura 6 – Ricostruzione dell'impianto di molitura nel Mulino Capo l'acqua (Fonte: Pro Loco Tramutola)

zialmente dannosi per le strutture idrauliche (Grano & Lazzari, 2016).

### STRUTTURE E MECCANISMI DEI MULINI AD ACQUA DI TRAMUTOLA

Lo sviluppo economico-sociale dell'area di Tramutola è storicamente legato allo sfruttamento della risorsa acqua. Attualmente l'energia dell'acqua è utilizzata per produrre energia elettrica. Infatti, l'Enel negli anni '20 del secolo scorso ha costruito una centrale idroelettrica alimentata dalle acque del Rio Cavolo che, convogliate alle turbine, trasformano l'energia meccanica in energia elettrica, garantendo una produzione di circa 3,7 GWh. In passato l'uomo ha sfruttato questa risorsa per alimentare i mulini e produrre energia meccanica per la macinazione dei cereali. La diffusione della coltivazione dei cereali e la presenza dei monaci, che fecero dell'attività molitoria un mezzo di sostentamento, hanno reso i mulini uno strumento atto a valorizzare le risorse del territorio, oltre che a mantenere un ruolo primario nella vita sociale ed economica dal XII al XVIII secolo (Masini, 2009). Un aspetto interessante dei mulini è l'uso "integrato" e sostenibile che si faceva delle risorse idriche e, a questo riguardo, Tramutola è un caso esemplare. L'acqua veniva impiegata per usi domestici e per abbeverare gli animali e, dopo aver attraversato il mulino, per l'irrigazione dei campi. Nel XVI secolo, l'acqua di scarico dei mulini veniva impiegata ad uso industriale per la macinazione e la lavorazione del lino e nelle concerie. Attualmente sono preservate testimonianze di alcuni mulini ad acqua che rappresentano, per il paese, un bene storico-culturale da tutelare e valorizzare. La Fig. 3 mostra uno stralcio topografico dell'area in cui è indicata la posizione dei mulini: **Capo l'Acqua** e **San Carlo**, entrambi alimentati dalla sorgente Capo l'Acqua e il **Mulino Caolo** costruito lungo il torrente omonimo, alimentato dalla sorgente Capo Caolo. Sulle date di costruzione dei vari mulini e sul loro numero preciso c'è

funzionamento di un mulino a ruota verticale compare presto in alcuni testi antichi, come nell'opera *Antologia greca* di Antipatro di Tessalonica e, quasi contemporaneamente, nel *De Architectura* di Vitruvio (18 a.C.) (Lena *et alii*, 2011). Nei meccanismi con ruote orizzontali (a ritrecine), la ruota mossa dalla corrente dell'acqua faceva girare un albero che era direttamente accorpato alla macina (Penta, 2011). I mulini a ritrecine venivano solitamente costruiti lungo corsi d'acqua a regime torrentizio o nelle zone montane (Bernardini, 2011). La successiva introduzione della ruota verticale segnò una evoluzione nel lavoro di molitura. Le ruote verticali che imprimevano il movimento alla pietra di macinazione, grazie ad un sistema di ingranaggio ad angolo retto, erano superiori alle macchine orizzontali in virtù della loro maggiore efficienza (Penta, 2011). Durante l'impero romano non ci fu una grande diffusione dei mulini ad acqua, perché la presenza di mano d'opera a basso prezzo non rendeva competitivo tale uso, che, addirittura, era ostacolato per ragioni sociali (Penta, 2011). Con la caduta di Roma e la conseguente decadenza del sistema basato

sul lavoro degli schiavi, vengono costruiti i primi mulini ad acqua sul Gianicolo, alimentati dall'acquedotto traiano, a partire dalla seconda metà del IV secolo. È durante il Medioevo che l'uso del mulino diventa preponderante, apportando una produttività enormemente più grande di quella resa disponibile dalle tecniche tradizionali (Guado, 2011). La diffusione dei mulini ad acqua si deve ai monaci benedettini, con la costruzione di numerosi monasteri nell'Italia centrale e meridionale. Paradossalmente, la crescita economica e l'espansione demografica, segnano la fine del monopolio dei grandi monasteri benedettini e la creazione di un sistema basato sul rigido controllo signorile dei mulini e della loro gestione (Leggio, 2011). A partire dal primo decennio del 1900, i mulini ad acqua furono progressivamente sostituiti da quelli elettrici ed a motore, fino a raggiungere il completo abbandono a metà del XX secolo. La presenza di mulini ha garantito, nel passato, una forma di presidio del territorio rurale grazie alla realizzazione di opere idrauliche di protezione di sponda e dei versanti, per limitare l'azione di eventi alluvionali poten-



Figura 7 – (a) Condotta ad archi che alimentava il Mulino ad acqua di San Carlo, (b) torre a base poligonale che convogliava le acque dalla condotta al mulino



Figura 8 – Mulino San Carlo: canale sopraelevato che convoglia le acque alla torre di raccolta in una ricostruzione attuale (a) e in una foto storica (b) (Masini, 2009); (c) edificio del mulino, le cui pareti sono state ricostruite

molta incertezza. Documenti storici risalenti al XVI secolo attestano la presenza di quattro mulini, tutti di proprietà dell'Abate. Dalla Plattea redatta nel 1521 dal regio Commissario Scipione de Samuele di Sala, si conoscono i toponimi dei luoghi con i quali si identificavano questi quattro mulini: delle Pantane, della Torre o sotto l'acqua, della corte e sotto l'Abbazia. A questi se ne aggiunse un altro nel secolo successivo (Masini, 2009 e *cum biblio*). Dei quattro mulini citati, quello sotto l'acqua o della Torre è conosciuto oggi come **Mulino Capo l'acqua** (Fig. 4). Probabilmente è lo stesso mulino, di cui si ha testimonianza in un documento risalente al 1136, che era alimentato dalle acque del *Busentinum*, attuale Fosso Lupo che attraversa l'abitato. La particolarità di questo mulino è l'intrinseco legame topografico e funzionale con il tessuto urbano e sociale di Tramutola. Infatti, il manufatto sorge nella piazza oggi denominata "Largo Fontana", nel centro storico del paese. Il mulino non era solo un opificio, ma anche un luogo di incontri e scambi sociali. Dell'antico luogo urbano rimangono gli elementi cardine quali: il fabbricato del mulino, oggi in disuso, il canale di uscita dell'acqua e la fontana (Fig. 4a). L'acqua, proveniente

dalla Sorgente Capo l'Acqua, da un'altitudine di circa 850 m, in località Casamasone a sud dell'abitato (Fig. 3), scende lungo Fosso Lupo, per circa 1,4 km e, con un salto di quota di 180 m, circa giunge nei pressi del mulino attraverso un canale di carico (Fig. 4b). Lo schema di figura 5 mostra una ricostruzione dell'impianto del mulino. Parte dell'acqua, proveniente dal canale di carico era destinata ad alimentare il mulino. Esisteva una vasca di raccolta delle acque che garantiva una piezometrica ed una portata sufficiente per muovere le pale del ritrecine (Fig. 6a e 6b) o ruota motrice (Penta, 2011). La ruota era posta in orizzontale e, tramite un asse e due branchie di ferro, consentiva la rotazione della macina mobile (rotore). Da monte a valle del corpo della fabbrica l'acqua seguiva il seguente percorso: vasca di raccolta - cunicolo ad imbuto - vano dove era alloggiato il ritrecine - canale di scarico (Fig. 5). Nel vano suddetto vi erano, tra gli altri, la saracinesca azionata da un meccanismo situato al di sopra del pavimento, una trave di legno solidale al ritrecine che, tramite un cuneo di acciaio, consentiva di sollevare il ritrecine stesso e, con esso, l'asse di trasmissione e il rotore. La coppia delle macine, posta al di sopra di

un soppalco ligneo, era sormontata da una tramoggia che conteneva il grano. Al di sotto di esso vi era un condotto con una specie di ugello attraverso cui passava il grano che, entrando in un foro al centro del rotore, occupava lo spazio tra le due macine. Appena fuori dall'abitato di Tramutola, in località **San Carlo**, si trova il mulino omonimo. Caratterizzato dallo stesso meccanismo a ruota orizzontale descritto in precedenza, si distingue, invece, per la presenza di un acquedotto sopraelevato ad archi che alimentava la macchina idraulica (Fig. 7a). Non disponendo di una vasca di raccolta, la differenza di piezometrica veniva conseguita tramite una caduta d'acqua di circa 9 metri all'interno di una torre a base poligonale (Masini, 2009) (Fig. 7b). L'acqua scorreva all'interno di un canale delimitato da pareti verticali (Fig. 8a e 8b). Il fondo del canale è piatto e presenta una larghezza di 140-143 cm, comprensiva dello spessore delle pareti. La torre, alla sommità, presenta una sezione poligonale con diametro interno di 128 cm, scendendo verso la base si perde la forma poligonale esterna a causa dell'inserimento di un ringrosso murario. La datazione, presunta sulla base di documenti storici e sull'analisi delle tecniche costrut-



Figura 9 – (a) Esterno del Mulino Caolo, in stato di abbandono, (b) interno del mulino di proprietà della famiglia Troccoli (Petrone, 2012)

tive, è intorno al XV-XVI secolo. Del mulino resta la fabbrica, con le pareti ricostruite (Fig. 8c), la copertura e il vano entro il quale era alloggiata la ruota a pale. Il **Mulino sul Torrente Caolo** è stato costruito alla fine dell'Ottocento. Si tratta di un opificio molto grande di proprietà della famiglia Troccoli. La struttura, oggi versante in stato di abbandono (Fig. 9a), si sviluppa su due piani e rappresenta uno degli esemplari più interessanti della zona, data la presenza di una grande cisterna circolare, tipica dei mulini ad acqua dell'area, affiancata anche da un'altra vasca di raccolta. L'impianto di molitura è posizionato al primo piano della costruzione (fig. 9b) (Petroni, 2012). A differenza dei due mulini illustrati prima, il Mulino sul Torrente Caolo è l'unico dotato di una ruota verticale, esterna al mulino. Ma, lo stato di abbandono in cui versa l'edificio e l'incuria dell'ambiente circostante, rendono difficoltoso raggiungere e documentare l'impianto.

## CONCLUSIONI

La costruzione di diversi mulini idraulici per la macinazione dei cereali, rappresentò una svolta fondamentale per la valorizzazione delle risorse e per il progresso sociale ed economico del territorio di Tramutola. La diffusione dei mulini nell'area di studio era strettamente legata allo sfruttamento di risorse disponibili in loco. La presenza di sorgenti perenni e corsi d'acqua, la coltivazione dei cereali e l'instancabile lavoro dei monaci benedettini fecero dell'industria molitoria uno strumento di sostentamento e di valorizzazione delle risorse locali. Durante il periodo di funzionamento dei mulini i corsi d'acqua venivano ordinariamente mantenuti, assicurando così un buon funzionamento della struttura e di conseguenza un utilizzo virtuoso del territorio. Nel secolo passato tali fabbriche sono state profondamente modificate e ciò ha comportato la perdita dei caratteri originari dei manufatti, oltre che del corredo tecnico. Il progressivo abbandono delle costruzioni, ha dato luogo a un rapido degrado impoverendo il territorio. La stessa sorte hanno subito i canali di derivazione, i sistemi di raccolta delle acque, i percorsi di accesso e le aree esterne di pertinenza. Dei cinque mulini storicamente documentati solo tre sono attualmente ancora visibili. Lo studio mette in risalto come queste testimonianze di archeologia idraulica, possano rappresentare, per il paese di Tramutola, un bene storico-culturale da tutelare e valorizzare.

Il territorio di Tramutola ricade in un'area con una spiccata geodiversità messa in evidenza dal censimento di numerosi siti di grande interesse geologico. Attualmente si sta lavorando per realizzare itinerari che collegano i diversi geositi e, i mulini descritti

in questo lavoro, ne potrebbero fare parte arricchendoli. Questo, oltre a rendere più interessante l'offerta geoturistica, valorizzerebbe economicamente e socialmente il territorio e di conseguenza sarebbe garantita la geoconservazione dei siti di interesse.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AA.VV. (2003), *Le risorse idriche sotterranee della Alta Val d'Agri*, Collana editoriale di studi e ricerche, Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata, Potenza, 3, 1-495.
- BENTIVENGA M., PALLADINO G., PROSSER G. (2013), *L'acqua e il petrolio a Tramutola*, In: *Studio del patrimonio geologico presente nel Parco Nazionale dell'Appennino Lucano Val d'Agri-Lagonegrese*.
- BERNARDINI F.F. (2011), *Angeli e demoni delle acque: mulini, economia e società nelle narrazioni e nella trattatistica rinascimentale e moderna*, In: *I mulini ad acqua: risorsa di ieri e di domani*. Geologia dell'Ambiente, supplemento al n. 3/2011, 23-28.
- BOCCALETTI M., CALAMITA F., VIANDANTE M.G. (2005), *La Neo-Catena litosferica appenninica nata a partire dal Pliocene inferiore come espressione della convergenza Africa-Europa*, Boll. Soc. Geol. It., 124, 87-105.
- BOENZI F., CAPOLONGO D., CECARO G., D'ANDREA E., GIANO S.I., LAZZARI M., SCHIATTARELLA M. (2004), *Evoluzione geomorfologica polifasica e tassi di sollevamento del bordo sud-occidentale dell'alta Val d'Agri (Appennino meridionale)*, Boll. Soc. Geol. It., 123, 357-372.
- CARBONE S., CATALANO S., LAZZARI S., LENTINI F., MONACO C. (1991), *Presentazione della carta geologica del Bacino del Fiume Agri (Basilicata)*, Mem. Soc. Geol. It., 47, 129-143.
- CELICO P., DE INNOCENTIS M., MOLINARO A. (1991), *Circolazione idrica sotterranea nella piana del Vallo di Diano (SA)*, Atti 1° Convegno Nazionale dei giovani Ricercatori in Geologia Applicata, in "Ricerca Scientifica ed Educazione Permanente", Suppl., 93, 277-285.
- CELICO P., STANZIONE D., DE GENNARO M., FERRERI M., GHIARA M.R., RUSSO D. (1979), *Idrogeochimica del Vallo di Diano (Salerno)*, Boll. Soc. Nat. Napoli, 88, 1-26.
- COLELLA A. (1988), *Pliocene-Holocene fan deltas and braid deltas in the Crati basin: a consequence of varying tectonic conditions*, In: *Fan deltas: Sedimentology and Tectonic settings* (W. Nemeč and R.J. Steel, Eds.), 50-74, Blackie, Glasgow and London.
- COTECCHIA V., MICHELETTI A., MONTERISI L., SALVEMINI A. (1982), *Caratteristiche tecniche delle opere per l'incremento di portata della sorgente dell'Aggia (Alta Val d'Agri) in relazione alle sue condizioni idrogeologiche*, Geol. Appl. e Idrogeol., 17, 365-384.
- D'ARGENIO B., PESCATORE T., SCANDONE P. (1973), *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*, Atti del Conv. Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino. Acc. Nazion. Lincei, 182, 49-72.
- DI NIRO A., GIANO S.I., SANTANGELO N. (1992), *Primi dati sull'evoluzione geomorfologica e sedimentaria del bacino dell'alta val d'Agri (Basilicata)*, Studi Geol. Camerti, Volume Speciale (1992/1), 257-263.
- GIANO S.I., MASCHIO L., ALESSIO M., FERRANTI L., IMPROTA S., SCHIATTARELLA M. (2000) *Radiocarbon dating of active faulting in the Agri high valley, southern Italy*, Journal of Geodynamics, 29, 321-386.

- GRANO M.C., LAZZARI M. (2016), *Fonti cartografiche per l'analisi del paesaggio fluviale e dei mulini ad acqua in Basilicata: criticità e vantaggi della Carta Idrografica del Regno d'Italia*, Boll. Ass. It. di Cartogr., 157, 4-18.
- GRIMALDI S., SUMMA G. (2005), *Caratteri idrogeologici ed idrogeochimici del settore meridionale dei Monti della Maddalena (Appennino meridionale)*, Giornale di Geologia Applicata, 2, 348-356.
- GUADO G. (2011), *Mulino ad acqua nell'alto Oltrepò Pavese. Il Mulino Pellegro: dall'energia meccanica all'energia elettrica*, In: *I mulini ad acqua: risorsa di ieri e di domani*. Geologia dell'Ambiente, supplemento al n. 3/2011, 54-56.
- KNOTT S.D., TURCO E. (1991), *Late Cenozoic kinematics of the Calabrian arc, Southern Italy*, Tectonics, 10, 1164-1172.
- LEGGIO T. (2011) *Mulini ad energia idraulica a Farfa ed a Rieti tra VIII e XIII secolo*, In: *I mulini ad acqua: risorsa di ieri e di domani*. Geologia dell'Ambiente, supplemento al n. 3/2011, 32-38.
- LENA G., FRANCO D., DEMASI F. (2011), *Mulini e archeologia*, In: *I mulini ad acqua: risorsa di ieri e di domani*. Geologia dell'Ambiente, supplemento al n. 3/2011, 18-22.
- MASINI N. (2009), *Il ciclo della trasformazione dell'acqua in risorsa. Il caso dei mulini di Tramutola*, In: *Macaione-Scienze Architetture ecologiche nel turismo, nel recupero, nelle città-natura della Basilicata*, Regione Basilicata, F. Angeli, Milano.
- MENARDI NOGUERA A., REA G. (2000), *Deep structure of the Campanian-Lucanian arc (Southern Apennine, Italy)*, Tectonophysics, 324, 239-265.
- MOSTARDINI F., MERLINI S. (1986), *Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale*, Mem. Soc. Geol. Ital., 35, 177-202.
- NICOTERA P., DE RISO R. (1969), *Idrogeologia del Vallo di Diano*, Memorie e Note dell'Istituto di Geologia Applicata, 11, 10-75.
- PATACCA E., SCANDONE P. (2007), *Geology of the Southern Apennines*, Boll. Soc. Geol. It., Spec. Issue No. 7, 75-119.
- PATACCA E., SCANDONE P. (2013), *Il contributo degli studi stratigrafici di superficie e sottosuolo alla conoscenza dell'Appennino Campano-Lucano*, Atti del 1° Congresso dell'Ordine dei Geologi di Basilicata, Ricerca ed Utilizzo delle Fonti Fossili: Il Ruolo del Geologo, Potenza, 30 novembre - 2 dicembre 2012, 97-153.
- PENTA P. (2011), *I mulini come risorsa energetica alternativa*, In: *I mulini ad acqua: risorsa di ieri e di domani*, Geologia dell'Ambiente, supplemento al n. 3/2011, 29-31.
- PESCATORE T., RENDA P., SCHIATTARELLA M., TRAMUTOLI M. (1999), *Stratigraphic and structural relationships between Meso-Cenozoic Lagonegro basin and coeval carbonate platforms in southern Apennines, Italy*, Tectonophysics, 315, 269-286.
- PETRONI G. (2012), *Macchine animate dall'acqua. I mulini ad acqua del Parco Nazionale dell'Appennino lucano Val d'Agri-Lagonegrese*, Edizione Vega.
- PIEDILATO S., PROSSER G. (2005), *Thrust sequences and evolution of the external sector of a fold and thrust belt: example from the Southern Apennines (Italy)*, Journal of Geodynamics 39, 386-402.
- SCANDONE P. (1972), *Studi di geologia lucana: carta dei terreni della serie calcareo-silico-marnosa e note illustrative*, Boll. Soc. Natur. Napoli, 81, 225-300.
- SCHIATTARELLA M., TORRENTE M., RUSSO F. (1994), *Analisi strutturale ed osservazioni morfostratigrafiche nel bacino del Mercure (confine calabro-lucano)*, Il Quaternario, 7, 613-626.



# L'Acquedotto Alessandrino Ricerche sull'ultimo acquedotto della Roma antica

## The Alessandrino Aqueduct Research on the last aqueduct of ancient Rome

Parole chiave (*key words*): acquedotti (*aqueducts*), specus (*specus*), Roma (*Rome*), Pantano Borghese (*Pantano Borghese*), Severi (*Severans*)

### ABSTRACT

Nel 226 d.C. l'imperatore Alessandro Severo inaugurò, secondo le fonti, l'*Aqua Alexandriana*, l'ultimo acquedotto della Roma antica, insieme alle nuove terme nel Campus Martius. Dopo gli studi settecenteschi di Raffaele Fabretti, gli imponenti ruderi di un acquedotto fra la Via Casilina e la Via Prenestina, all'est della città, vengono identificati con l'*Acqua Alessandrina*. Oltre alla dubbiosa identità ed alla incerta destinazione – l'intero tratto urbano è sconosciuto – tante altre domande si pongono ancora oggi al ricercatore.

Poche centinaia di metri dopo la captazione delle acque sorgive, lo specus emerge dal sottosuolo e prosegue per la valle di Pantano Borghese, prima appoggiato su un muro e poi sugli archi. L'inclinazione laterale dell'acquedotto, le multiple perdite di acqua, che hanno formato vere colonne di calcare, e l'aggiunta di un secondo specus sovrapposto – già noto all'Ashby – evidenziano gravi problemi tecnico-edilizi sul terreno paludoso. Non solo a Pantano Borghese, ma anche lungo tutto il tratto della *Acqua Alessandrina* si osservano successivi interventi di manutenzione, la cui data è ancora da stabilirsi tra il III secolo d.C. e il periodo medievale.

Questa relazione, già presentata come poster al convegno nazionale "Tecnica di idraulica antica" della SIGEA il 18 novembre 2016 a Roma, vuole presentare alcune proposte riguardo la progettazione e costruzione del cosiddetto Acquedotto Alessandrino. Su vari aspetti non discussi in esteso in questo luogo vorrei rimandare il lettore alla pubblicazione negli atti del "Frontinus Symposium" di Treviri (Koehler, Chacón 2017). Per lo stesso monumento, nelle pubblicazioni vengono usati anche i nomi *Aqua Alexandriana* e *Aqua Alexandrina* in Latino, o *Acqua Alessandrina* come versione italianizzata, a causa delle varianti che si trovano nelle fonti scritte antiche.

Secondo il cronista della *Historia Augusta*, nel 226 d.C. l'imperatore Alessandro Severo inaugurò l'*Aqua Alexandriana*, l'ultimo acquedotto della Roma antica, insieme alle sue nuove terme nel *Campus Martius* (HA Alex. Sev. 25, 3). I cataloghi regionali dei secoli IV/V d.C. elencano ripetutamente la *Alexandrina*. Dall' VIII al X secolo d.C. si incontra invece un nome diverso: *Forma lovi*, *lobia*, o *lopia*. Probabilmente si tratta sempre dello stesso acquedotto, che aveva cambiato nome durante i secoli bui del declino della Roma antica

(Coates-Stephens 1998, 175-178; Chacón 2014, 21-23. 35-39).

Nel 1680 Raffaello Fabretti propose di riconoscere la *Aqua Alexandriana* con i ruderi di un acquedotto fra Via Casilina e Via Prenestina. Si tratta della prima pubblicazione ed identificazione dell'Acquedotto Alessandrino in assoluto (Fabretti 1680; Evans 2002). Lo studioso proseguiva la sua ricerca ad esclusione, partendo con l'elenco degli acquedotti di Roma scritto da Frontino, ed aggiungendo correttamente l'*Aqua Traiana*. Rimasero gli imponenti ruderi fra la Casilina e la Prenestina all'est della città, che però non offrono nessuna prova per una identificazione. Per esempio manca qualsiasi materiale epigrafico; l'intero acquedotto risulta finora privo l'impiego di bolli laterizi. Due bolli citati dal Fabretti non centrano con l'acquedotto (Fabretti 1680, 14; Ashby 1935, 310-311).

Dalla dubbiosa identità passiamo ora all'incerta destinazione dell'acquedotto, preservato solo nei quartieri orientali di Roma. L'intero tratto urbano è sconosciuto dopo la presenza di ruderi, gli ultimi archi, nel Viale dell'Acquedotto Alessandrino in zona Acqua Bollicante. Solo Fabretti mise in gioco dei ru-



Figura 1 – Sul terreno della Tenuta della Mistica, a pochi passi del G.R.A., si trova un altro ponte che conserva in parte lo specus



Figura 2 – Appena oltre Via W. Tobagi l'acquedotto si trova ancora oggi in un paesaggio della vecchia campagna Romana



Figura 3 – In Viale P. Togliatti, attraversando la Valle di Centocelle, gli archi sovrapposti raggiungono con 20,65 m la loro massima altezza

deri non specificati nel Giardino dei Certosini, che gli permettevano di cambiare il percorso dell'acquedotto, dopo lunghi chilometri sempre in linea retta, bruscamente a destra (Fabretti 1680, 4; Van Deman 1934, 356; Ashby 1935, 315). Questa deviazione porterebbe l'Alessandrino in direzione di Porta Maggiore, a raggiungere gli altri grandi acquedotti e per lo più, a favorire un proseguimento verso le Terme di Alessandro Severo sul Campo Marzio come indicato nella *Historia Augusta*. Un'alternativa a quel percorso completamente ipotetico sarebbe la continuazione in linea piuttosto retta. Infatti, grazie al taglio creato dalla Via degli Angeli è visibile un'ultima volta lo *specus*, dopo gli archi in Viale dell'Acquedotto Alessandrino. Proseguendo si incontra il percorso abbastanza conosciuto dell'*Aqua Antoniniana*, ed attraverso l'Arco di Druso si arriva alle Terme di Caracalla. E non

finisce qui, prendiamo nota della scoperta recente della *Forma lobia* nel Circo Massimo (Buonfiglio 2014, 333-334). La proposta è: La cosiddetta *Aqua Alexandriana* e la *Aqua Antoniniana* sono lo stesso acquedotto (Coates-Stephens 2003, 81-113; Lombardi et al. 2005, 211-216; Hostetter et al. 2015, 53-90)?

Torniamo ai fatti. I ruderi monumentali fra Via Casilina e Prenestina possono darci informazioni valide sul percorso e sui livelli (Fabretti 1680; Van Deman 1934, 341-360; Ashby 1935, 308-320; Caruso 1986, 120-125; de la Peña Olivas 2014, 65-74; Koehler, Chacón 2017). Le sorgenti emergono a 65 m s.l.m. al margine orientale di una depressione circolare a Pantano Borghese, che si trova a poca distanza dalla antica Gabii. L'*Aqua Felix* o Acqua Felice del 1585-1590 usava le stesse acque sorgive, e ancora oggi vengono in parte utilizzate dall'ACEA. L'acquedotto attraversa la valle paludo-

sa, prima sopportato da muri, poi elevato su singoli archi. All'uscita dalla pianura il livello dello *specus* non sta al di sopra di 53 m s.l.m. Percorrendo da est ad ovest verso la città per circa 22 km, la Alessandrina incrocia su tutto il suo percorso delle colline e valli formate da torrenti orientati sud-nord. Questa geomorfologia richiedeva un'alternanza di tratti sotterranei con alti ponti, a volte costruiti a doppi archi. Dopo una lunga distanza senza evidenti ruderi, i primi archi ben visibili si sono conservati nel quartiere Tor Bella Monaca. Subito all'interno del Grande Raccordo Anulare, sulla Tenuta della Casa della Mistica, si trova uno dei grandi ponti, che oggi però è semi-interrato e in stato di abbandono (Fig. 1). Gli archi sovrapposti si presentano poco prima di Via Walter Tobagi (Fig. 2), e poi di nuovo in Via Tor Tre Teste (Quilici 1974, 504-513). All'interno del omonimo parco pubblico il terreno sale e permette di intravedere lo *specus*, che qui corre al livello del suolo. Seguono alcuni archi restaurati in Via degli Olmi, per arrivare al lungo ponte della Valle di Centocelle (Caruso, Giusberti 1993, 116-121), oggi Viale Palmiro Togliatti, dove l'Alessandrina mostra con 20,65 m la massima altezza (Fig. 3). In Via dei Pioppi il terreno sale di nuovo; qui ci sono alcuni tratti con lo *specus* ben preservato, e con gli strati dei depositi calcarei visibili (Fig. 4). Mancano ritrovamenti nell'area elevata presso Via Casilina. Per l'ultimo tratto in zona Acqua Bollicante conosciamo il livello di 47,07 m s.l.m., o 46 m s.l.m. per gli archi costruiti in curvilinea lungo il Viale dell'Acquedotto Alessandrino (Ashby 1935, 309. 320). Segue lo *specus* di Via degli Angeli, già accennato sopra.

Per il tratto conservato si può calcolare una pendenza di 0,0438%, o di 43,8 cm al km percorso (Lanciani 1881, 170. 178; de la Peña Olivas 2014, 68-69). Colgo l'occasione per rimettere in discussione l'ipotesi di un possibile



Figura 4 – L'opus signinum dello *specus* in Viale dei Pioppi è coperto da spessi strati di depositi calcarei



Figura 5 – Nella valle paludosa di Pantano Borghese l'acquedotto si abbassò e si inclinò verso un lato, probabilmente già durante la fase di costruzione



Figura 6 – Contrafforti in opus vittatum furono aggiunti nel IV sec. d.C. Gli enormi depositi calcarei sono causati dalle perdite di acqua

collegamento con l'*Aqua Antoniniana*, che al confronto del livello più basso dell'*Alessandrina* a 46 m s.l.m. parte vicino all'Arco di Druso con 41,76 m s.l.m., livelli che creerebbero una pendenza maggiore, ma che comunque garantirebbero il flusso dell'acqua nello *specus*. (Coates-Stephens 2003, 81-113; Lombardi et al. 2005, 211-216; Hostetter et al. 2015, 53-90).

Vorrei aggiungere una breve nota sulla cronologia. A Pantano Borghese potrebbero esserci testimonianze di un acquedotto per Gabii dell'epoca di Adriano. I resti archeologici visibili sono senz'altro di una costruzione di epoca Severiana, o della prima metà del sec. III d.C., data che conferma l'identificazione come *Acqua Alessandrina*, ma non esclude l'interpretazione come *Antoniniana*. Il nucleo di cementizio contiene tante scaglie di selce; le facciate e gli archi di laterizi rossi e giallastri

sono molto regolari. Numerosi archi di sostegno sono eseguiti in opera laterizia del fine sec. III d.C. Tanti contrafforti in opera vittata sono del sec. IV d.C., come alcuni muri di supporto che coprono preferibilmente il lato dell'acquedotto esposto verso nord (Van Deman 1934, 349. 352. 381. 428-429). Contrafforti di piccole pietre e il riutilizzo di blocchi rettangolari potrebbero segnalare interventi di epoca Bizantina del sec. VI d.C. L'opera vittata molto irregolare e addirittura il riutilizzo di pezzi in opera laterizia sarà da assegnare al sec. VIII o IX d.C. (Coates-Stephens 1998, 166-178), mentre le torri erette accanto all'acquedotto ci portano ancora più avanti, al sec. XII d.C.

Nonostante i restauri effettuati a partire dal XX secolo, la fase originale di epoca Severiana e quasi tutti gli interventi seguenti, sia ancora nei periodi antichi, sia in questi

medievali, sono ben documentate su tutto il tratto dell'acquedotto. Limitandosi qui alla costruzione originale, si può mettere in evidenza: il tipo di cementizio, la tecnica e manifattura dell'opera laterizia, gli archi, che spesso mostrano un profilo intorno la volta o dei consoli all'interno, e la invariata larghezza media dello *specus* di 70-75 cm.

Per concludere, l'area mai scientificamente esplorata di Pantano Borghese merita un'analisi più dettagliata. Poco distante dalla sorgente l'acquedotto emerge dal sottosuolo e attraversa una valle paludosa: Pantano Borghese. Probabilmente, già durante la fase di costruzione, le fondamenta degli archi non reggevano il peso dell'acquedotto. Tutto l'acquedotto si abbassò e si inclinò verso un lato (Fig. 5). Per fermare questo pericoloso movimento, tanti contrafforti sono stati eseguiti in cementizio e scaglie di selce coperti di una facciata in laterizi, quindi nella tecnica dell'acquedotto stesso ed ancora in epoca Severiana. Altri contrafforti in opera vittata furono aggiunti più tardi, nel secolo IV d.C. Gli enormi depositi calcarei, causati dalle perdite di acqua, e gli interventi con materiali di fortuna, dimostrano il persistere dell'affondamento, mantenendone però la continuità del flusso (Fig. 6).

L'abbassamento riguardava, naturalmente, anche il livello dello *specus*. Probabilmente l'acqua non riusciva a uscire dalla depressione di Pantano, per cui era necessario elevare lo *specus*. Il metodo più semplice era di riempire lo *specus* con del cementizio come supporto per un secondo canale sovrapposto: un metodo che si può osservare nel tratto più distante dalla sorgente. Più a monte, sui primi archi dell'acquedotto dopo l'emergere dal suolo, i costruttori rialzarono il livello del condotto originale tramite l'aggiunta di un secondo *specus* con l'impiego di bipedali messi a cappuccina (Fig. 7); questa originale soluzione è già stata descritta dell'Ashby (Ashby 1935, 310). Così la costruzione diventò meno pesante. Sopra il vuoto a sezione triangolare seguono cementizio e il nuovo *specus* sovrapposto (Fig. 8). Il livello del secondo *specus* a Pantano risulta alzato di ben 78 cm, abbastanza alto a garantire il flusso.

È stato un'incidente isolato che colpì solo l'*Alessandrina* nella valle di Pantano Borghese? Con un po' di pazienza e l'aiuto di colleghi si trovano dei confronti, o almeno dei casi simili. Nello stesso periodo rimaniamo con la notizia sull'acquedotto che Settimio Severo costruì a Roma in Trastevere: *Opera publica praecipua eius extant Septizonium et thermae Severianae, eiusdemque Septimianae in Transtiberina regione ad portam nominis sui, quarum forma intercidens statim usum publicum invidit* (HA Severus 19, 5). La costruzione era instabile o crollava, e non



Figura 7 – Nelle valli di Pantano i costruttori rialzarono il livello del condotto originale tramite l'aggiunta di un secondo specus sovrapposto. Vista laterale



Figura 8 – Con l'impiego di bipedali a cappuccina la costruzione diventò meno pesante. Sopra il vuoto a sezione triangolare seguono cementizio e il nuovo specus. Vista interna.

portò mai acqua. Un caso molto particolare è il Ponte Tirone dell'*Aqua Augusta* sulle pendici del Vesuvio, che consiste di due *specus* a livelli diversi. La forte attività sismica aveva causato dei rialzamenti e abbassamenti del terreno, interrompendo il flusso dell'acqua. Le varie fasi del ponte con i livelli cambiati dimostrano la reazione degli ingegneri a ristabilirne il funzionamento (Cosimi 2008, 23-42; Keenan-Jones 2015, 191-215). Più vicino alla situazione della Alessandrina sembra quella dell'acquedotto di Adriano a Caesarea, dove i pilastri degli archi affondarono nel terreno umido e paludoso (Peleg 1999, 361-367). L'acquedotto Gorze-Metz ha all'ingresso del ponte sulla Mosella un serbatoio, che – durante la costruzione o dopo? – si è inclinata, qui probabilmente a causa delle rocciose e

ripide pendici della stretta valle della Mosella (Lefebvre 1997, 405-452). A Carhaix invece si può ipotizzare un vero errore di progettazione, poiché l'acquedotto ad un tratto saliva. Un riempimento dello *specus* con cementizio, come descritto per l'Alessandrina, non risolse il problema, e l'acquedotto fu abbandonato.

Dopo la presentazione del poster, nel gennaio 2017 si poteva effettuare una prima campagna di ricerca con un team internazionale ed interdisciplinare di studiosi (Duncan Keenan-Jones, Jens Koehler, Mario Parise, Russell Drysdale, David Chacón, Davide Motta) grazie ad un finanziamento della National Geographic Society. Vari sopralluoghi, la presa di misure e livelli, e la collezione di campioni dei depositi calcarei, promettono nuovi e più dettagliati risultati.

## BIBLIOGRAFIA

- ASHBY, T. (1935), *The Aqueducts of Ancient Rome*, Clarendon Press, Oxford.
- BUONFIGLIO M. (2014), Circo Massimo. Scavi e restauri nell'emiciclo (2009-2015), BCom 115, 326-338.
- CARUSO G. (1986), *Aqua Alexandrina*, in: Il Trionfo dell'Acqua. Acque Acquedotti a Roma IV sec. A.C.-XX sec., catalogo mostra, Museo della Civiltà Romana, Roma, 120-125.
- CARUSO G., GIUSBERTI P. (1993), *Acquedotto Alessandrino: Restauro del tratto tra Via del Fosso di Centocelle e Via dei Pioppi*, BMusRom 95, 2, 116-121.
- CHACÓN, D. J. (2014), *The Ancient Roman Aqueduct Known as Aqua Alexandrina: History, Contested Theories, and Present Condition*, unpublished B. A. thesis, The American University of Rome.
- COATES-STEPHENS R. (1998), *The Walls and Aqueducts of Rome in the Early Middle Ages, AD 500-1000*, JRS 88, 166-178.
- COATES-STEPHENS R. (2003), *The Water-supply of Early Medieval Rome*. In: C. BRUUN, A. SAASTAMOINEN (edd.), *Technology, Ideology, Water: From Frontinus to the Renaissance and Beyond*, Acta Instituti Romani Finlandiae 31, Roma, 81-113.
- COSIMI E. (2008), *Fons Augusteus: Le mura d'Arce di Sarno ed il doppio canale di Palma Campania*, Gradus 3, 1, 23-42 ([www.museonavipisa.it/wp-content/uploads/2013/12/3.1-2Cosimi.pdf](http://www.museonavipisa.it/wp-content/uploads/2013/12/3.1-2Cosimi.pdf)).
- EVANS H. B. (2002), *Aqueduct Hunting in the 17th Century: Raffaello Fabretti's De Aquis et Aquaeductibus Veteris Romae*. Ann Arbor, Michigan.
- FABRETTI R. (1680), *De aquis et aquaeductibus veteris Romae dissertationes tres*, Roma-Parigi.
- HOSTETTER E., FOUKE B. W., LUNDSTROM C. C. (2005), *The Last Flow of Water to, and Through, the Baths of Caracalla: Age, Temperature, and Chemistry*, RTopAnt 21, 53-90.
- KEENAN-JONES D. (2015), *Somma-Vesuvian Ground Movements and the Water Supply of Pompeii and the Bay of Naples*, AJA 119, 2, 191-215.
- KOEHLER J., CHACÓN D. (2017), *Aqua Alexandrina: New Research*. In: W. Letzner, G. Wiplinger (edd.), *Frontinus Symposium Trier*, maggio 2016, BABesch suppl.
- LANCIANI R. (1881), *Topografia di Roma antica. I commentarii di Frontino intorno le acque e gli acquedotti*, Memorie della Reale Accademia dei Lincei, ser. 3, 4, Roma.
- LEFEBVRE C. (1997), *L'aqueduc de Metz*. In: R. BEDON (ed.), *Les aqueducs de la Gaule Romaine et des régions voisines (Caesarodunum 31)*, Limoges, 405-452.
- LOMBARDI L., COATES-STEPHENS R., BARBIERI M. (2005), *L'Acquedotto Antoniniano: l'alimentazione idrica delle Terme di Caracalla*, «In binos actus lumina», Rivista di Studi e Ricerche sull'Idraulica Storica e la Storia della Tecnica 24, 2, 211-216.
- PELEG Y. (1999), *Colliviaria at Caesarea*, in K. G. Holum/A. Raban/J. Patrich (eds.), *Caesarea Papers 2 (JRA suppl. 35)*, Portsmouth/R. I., 361-367.
- PEÑA OLIVAS J. M. DE LA (2014), *El último gran acueducto de Roma: Aqua Alexandrina (siguiendo los pasos de Fabretti y Ashby)*, Ingeniería Civil 116, 65-74.
- QUILICI L. (1974), *Collatia*, Forma Italiae vol. 10, Regio 1, Latium et Campania, Roma, 504-513.
- VAN DEMAN E. B. (1934), *The Building of the Roman Aqueducts*, Carnegie Institution, Washington D.C.

# Alla Scoperta dell'ingegneria idraulica romana del II sec.a.C. I *prata* di Corchiano (Vt) lungo il fosso di Fustignano

## Discovering the Roman hydraulic engineering of the II century BC. The PRATA di Corchiano's *prata* (Vt) along the Fustignano ditch

Parole chiave (*key words*): *prata* (*prata*), parete (*wall*), fosso (*ditch*), Corchiano (*Corchiano*), cava (*cava*), valle (*valley*), canale (*canal*)

GIUSEPPE ORLANDI  
Dirigente di Ricerca Ufficio Comunicazione  
Informazione e URP, Direzione Generale CNR (Roma)  
Presidente della Fondazione Corchiano Monumento  
Naturale Onlus (Corchiano Vt)  
E-mail: giuseppe.orlandi@cnr.it

MAURO MAZZEI  
Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica  
"Antonio Ruberti" IASI CNR (Roma)

PIERO CICCIOLO  
Ricercatore - PhD Geologia - Istituto di Metodologie  
Chimiche IMC CNR (Roma)

CRISTINA DI SALVO  
Ricercatrice - PhD Geologia - Istituto di Geologia  
Ambientale e Geoingegneria IGAG CNR (Roma)

ANDREA BANGRAZI  
Organizzazione Crowdfunding, project designer,  
esperto per la valorizzazione beni storici e culturali.

Il progetto "PRATA FACIUNDA"® (Marchio Registrato), intende valorizzare una splendida vallata, caratterizzata dalla presenza di un particolare ambiente faunistico e vegetale, arricchito da testimonianze archeologiche uniche nel suo genere: I *prata*. Il progetto prevede un programma di crowdfunding a livello internazionale per trovare fondi e realizzare un parco archeologico e ambientale. Video <https://youtu.be/I5PmQeSKpkl>.

L'area in esame occupa la porzione orientale del fosso di Fustignano, più nello specifico un tratto lungo 650 m posto ad ovest del punto in cui il fosso incrocia la moderna strada per Civita Castellana (SP 29).

I *prata* come documentato dalle fonti letterarie antiche erano appezzamenti di terreno dedicati esclusivamente a prati e pascoli di alta qualità che necessitando di un'adeguata irrigazione richiedevano l'approntamento di un complesso sistema di raccolta e distribuzione delle acque e di sistemazione dei terreni.

Si fa riferimento innanzitutto alla costruzione di dighe, cunicoli e canali per convogliare e raccogliere le acque dentro i fossi, all'innalzamento di muri di terrazzamento e al taglio di pareti tufacee per razionalizzare i

terreni lavorabili e ancora al riporto e livellamento dei terreni prospicienti i fossi, alla costruzione dei canali di distribuzione dell'acqua attenta ad osservare le giuste pendenze, alla preliminare rotazione quadriennale delle colture, e infine alla rigorosa organizzazione delle quantità di acqua da distribuire giornalmente e delle relative tempistiche.

Alla cura per tali opere fa riferimento l'iscrizione latina incisa nel II secolo a.C. da Caius Egnatius lungo la parete meridionale all'inizio del fosso di Fustignano, nei pressi della via Fallarese (CIL XI, 7505):

C(aius). EGNATIUS. SER(vii?) F(ilius). PRATA  
FACIUNDA. COIRAVIT

Caio Egnatio, figlio di Servio, curò la realizzazione dei *prata*.

Unica epigrafe nel mondo romano che attesta con una dichiarazione l'autore dei *prata* (Fig. 1)

La tecnica in opera quadrata e il modulo dei blocchi con cui sono costruite le dighe (sbarramenti) rendono plausibile che questi risalano al periodo tardo-repubblicano.

La struttura più imponente è rappresentata dallo sbarramento in opera quadrata

posto trasversalmente al corso d'acqua alla fine della vallata (Fig. 2). Del monumento si conserva la metà meridionale, mentre della porzione settentrionale rimangono esclusivamente due blocchi inglobati nell'interro addossato alla parete settentrionale della vallata. La porzione visibile è quella al centro del paramento meridionale, dove nella muratura conservata sino a 2,5 m di altezza si contano almeno cinque filari ancora in situ, poggiati direttamente sul banco tufaceo.

La sponda settentrionale presenta un'ampia rientranza nella parete verticale, che potrebbe rappresentare la porzione superiore del taglio compiuto per appoggiare la struttura muraria, forse ancora parzialmente conservata sotto l'interro prodotto dal crollo di materiale dal piano soprastante. I blocchi visibili nella spalla meridionale sono tutti di forma parallelepipedica ben rifinita, raggiungendo in lunghezza sino a 125 e 156 cm, mentre l'altezza solitamente varia tra i 57 e i 60 cm e la larghezza è costantemente di 40 o 60 cm. Alcuni blocchi frammentari sono visibili nel greto dell'ansa (Fig. 3).

Dall'invaso creato artificialmente a monte della diga l'acqua veniva deviata a valle in stretti canali aperti ricavati sulla parete set-



Figura 1A – Parete tufacea dove è incisa l'epigrafe (poco visibile)



Figura 1B – Parete tufacea con epigrafe messa in rilievo con effetto grafico



Figura 2

tentrionale della vallata, per poi essere usata per irrigare i terreni prospicienti. Un canale di questo tipo (Fig. 4, canale A) è presente proprio sulla parete settentrionale subito a ovest del punto in cui doveva terminare la diga. Si conserva per un tratto lungo 4,1 m, è largo massimo 30 cm ed è alto tra 35 e 40 cm, con una sezione a gola, rastremata verso l'esterno. La base del canale si trova ad una quota pressoché simile alla cima del più alto filare della diga, poiché la parete tufacea è

estremamente corrosa non è chiaro se continuasse anche oltre lo sbarramento o se invece scaricasse l'acqua immediatamente prima.

La diga costituisce chiaramente uno degli elementi necessari per quel sistema di "basin irrigation" funzionale ai *prata*, in quanto permetteva di creare un profondo invaso da cui poi trarre l'acqua per irrigare i terreni circostanti opportunamente terrazzati e regolarizzati. Che questo sistema abbia funzionato così bene da essere perpetuato sino ai giorni

nostri è dimostrato, oltre che dal terrazzamento con i blocchi presi dal crollo della diga, soprattutto dai resti del più esile e basso muro di terrazzamento costruito in blocchetti di tufo messi in posa con cemento sito pochi metri a monte della grandiosa opera romana.

A monte della diga distanti 20 mt, si evidenziano gli sbocchi di due cunicoli 1 e 2, (Figg. 5, 6 e 7) vale a dire due canali rupestri entrambi a sezione ellittica, larghi massimo 55 e 52 cm, sono quasi del tutto interrati



Figura 3 – La sezione settentrionale della diga



Figura 4 – Canale A



Figura 5 – I cunicoli 1 e 2 e il canale A sullo sfondo

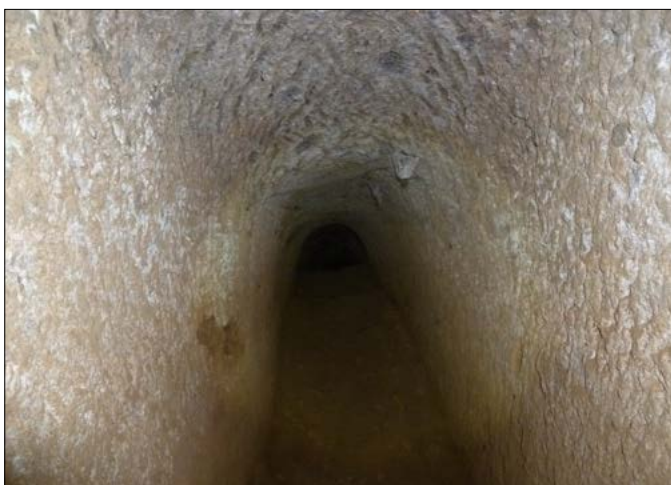


Figura 6 – Interno del cunicolo 1



Figura 7 – Interno del cunicolo 2

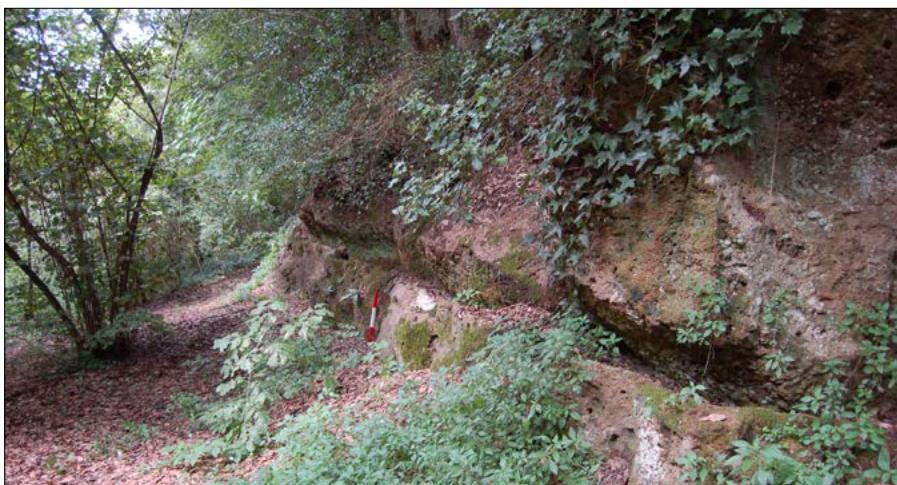


Figura 8

lasciando in facciata uno spazio in altezza rispettivamente di 1,7 m (quello a ovest) e 90 cm (quello a est). La funzione era quella di drenare i pianori o i fossi secondari circostanti e convogliare le acque verso il fosso principale, o meglio ancora direttamente nel bacino artificiale.

Lungo la parete settentrionale della vallata è presente un lungo tratto (almeno 12 m) di canale aperto, (Fig. 8), che serviva al trasporto delle acque lungo il terreno irrigabile. Visibile anche in altri punti della vallata.

Lungo il percorso è presente un'altra diga (B) in opera quadrata (Figg. 9, 10, 11, 12).

Del muraglione che sbarrava il fiume per creare un invaso si è conservata la spalla



Figura 9



Figura 10



Figura 11



Figura 12



Figura 13

settentrionale, mentre la parte meridionale è stata interamente scalzata via dalle acque ed oggi è testimoniata esclusivamente da alcuni incassi per il posizionamento dei blocchi visibile nella parete meridionale della forra. I blocchi ben rifiniti che la compongono sono posti a secco alternati di testa e di taglio, lunghi da 1 m sino a 1,8 m, larghi tra 44 e 60 cm e alti tra i 40 e i 50 cm (solitamente più alti in basso e più bassi in alto).

Dalla sezione meridionale (sul fosso) si apprezza il notevole spessore di ca. 7,5 m dello sbarramento formato da 6 m della vera e propria diga e da un antistante contrafforte o muro di terrazzamento della sponda settentrionale spesso 1,5 m.

Immediatamente a valle, in coincidenza dell'odierna curva del corso d'acqua, vi è un primo tratto di un canale rupestre a sezione rettangolare largo 2,3 m (Fig. 13), di cui l'intero lascia visibile in altezza solo 90 cm.

Il canale aveva il compito di rettificare l'andamento del fosso permettendo di allargare la superficie coltivabile, nello stesso tempo doveva consentire il deflusso delle acque in eccesso dal bacino, regolabile per mezzo di una saracinesca di cui è visibile la tacca verticale di innesto lungo la sponda settentrionale.





Figura 14 A – Piazzola X



Figura 14 B – Piazzola X

Un'interessante testimonianza indirettamente riconducibile al sistema di bonifica e irrigazione delle acque dei *prata* è rappresentato dall'ampia piazzola (piazzola X, *Figg.* 14 a e b) ricavata artificialmente nella parete settentrionale della vallata, proprio di fronte alla diga (B). Si tratta di uno spazio a pianta rettangolare di 7 x 10,5 m, che presenta numerosi segni di cava, una camera rupestre sulla parete occidentale, nicchie ed altri incassi più piccoli lungo le pareti della metà occidentale. Stranamente nella letteratura

che si è occupata del fosso non si trova che un unico fugace accenno a questo spazio.

L'uso come cava è sicuramente da mettere in relazione con la costruzione della diga (B). Sono infatti molto simili ai blocchi impiegati negli sbarramenti i due blocchi già sbazzati sue tre lati presenti nell'angolo nord-occidentale, larghi 51-57 cm, profondi 68-70 cm e lunghi 106 cm.). La piazzola è caratterizzata da uno spazio a pianta rettangolare di 7 x 10,5 m, che presenta numerosi segni di cava, una camera rupestre sulla parete occidentale nic-

chie ed altri incassi più piccoli lungo le pareti della metà occidentale. Stranamente nella letteratura che si è occupata del fosso non si trova che un unico fugace accenno a questo spazio articolato. Altri blocchi quasi cavati si trovano presso la parete di fondo della camera rupestre (*Fig.* 15) sono larghi 40, 46, 48 e 54 cm, vale a dire le misure ricorrenti nei lati brevi dei blocchi impiegati nelle strutture in opera quadrata del fosso di Fustignano. Se quindi la cava va datata al II secolo a.C., la camera rupestre permette di compiere un'altra consi-

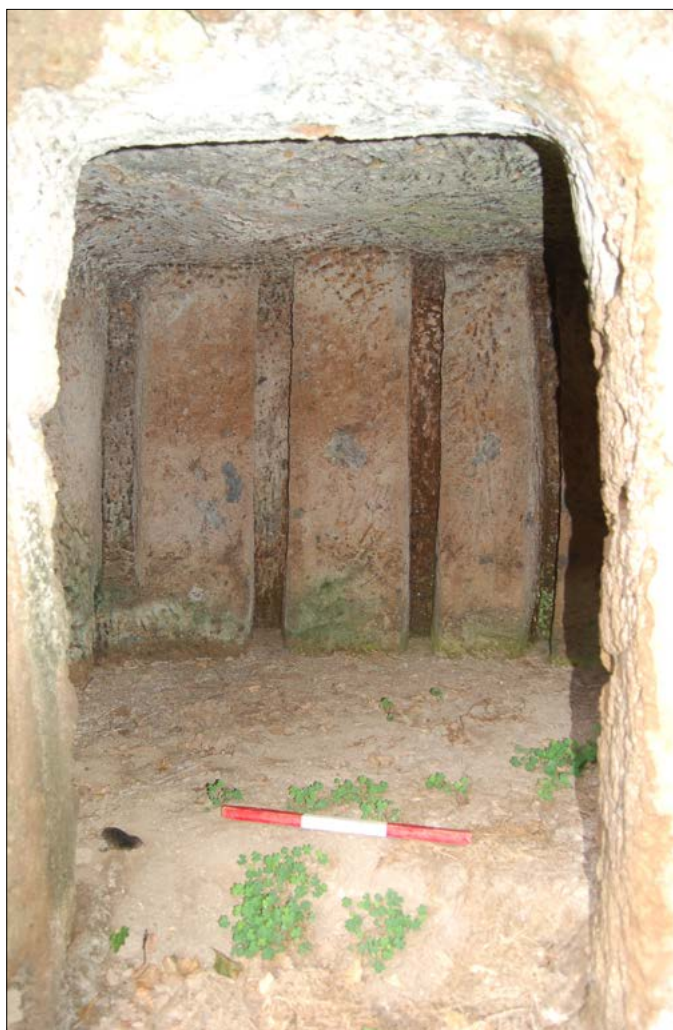


Figura 15



Figura 16 – La nicchia ad edicola della piazzola X



Figura 17 – L'angolo sud-occidentale della piazzola X, vista da sud

derazione di ordine temporale. Infatti i blocchi quasi finiti presenti sulla parete di fondo permettono di asserire che la camera rupestre è precedente l'uso come cava. L'interno della camera, a pianta sub-quadrata larga 2,6 m, profonda 2,45 m e posta ad un livello più alto della piazzola, è priva di qualsiasi decorazione o altro elemento rupestre, così che non è possibile stabilire se in origine svolgesse una funzione sepolcrale o di altro tipo. Si nota solo una serie di fori pressappoco circolari con bordo irregolare disposti in fila lungo gli stipiti dell'ingresso, verosimilmente funzionali ad alloggiare i cardini di un cancello.

Questo può essere attribuito ad un uso dell'ambiente come riparo per gli animali o per gli attrezzi, databile ad epoca post-classica e probabilmente agli ultimi decenni del secolo scorso, alla stregua del basso muretto composto da spezzoni tufacei che delimita il bordo meridionale della piazzola.

Oltre ai blocchi quasi cavati vanno ricondotti a questo uso i numerosi tagli rettilinei ad angolo retto sulle pareti, sul pavimento e anche sull'angolo nord-orientale della piazzola.

Insieme alle numerose tracce di cava e alla camera rupestre va annoverato un terzo elemento ben documentato nella piazzola, vale a dire le evidenze di carattere sacro-funerario. Alla sinistra dell'ingresso alla camera si trova una prima nicchia trapezoidale appena curva in sommità (larga 45 cm, alta 50 cm e profonda 43 cm) parzialmente danneggiata dall'azione di una radice, fornita all'interno di un incasso circolare per l'olla funeraria profonda 32 cm, e sormontata da un basso e stretto incasso poco più largo della nicchia forse destinato ad ospitare l'epigrafe. Una seconda nicchia è ricavata presso l'angolo sud-orientale della piazzola, composta da una nicchia quadrangolare sul fondo (alta 66 cm, larga 52 cm, profonda 37 cm) circondata

tutt'intorno da un cordone a rilievo a forma di edicola sormontata da un timpano. La nicchia centrale presenta sul fondo un incasso profondo pochi cm, fornito in fronte di un piccolo foro passante. Una terza nicchia campaniforme con risega intorno si apre pochi metri ad est dell'angolo nord-occidentale, larga 35 cm, profonda 29 cm e alta 37 cm (l'incasso per l'olla è profondo 14 cm). Immediatamente ad est si trova un lungo incasso rettangolare (98 cm), alto 25 cm e profondo 40 cm, sormontato a destra da un basso incasso rettangolare di 26 x 31 cm, probabilmente destinata ad un'iscrizione. Sotto questo gruppo è ricavato un piccolo loculo lungo ca. 80 cm. L'unica evidenza che possa aiutare nella datazione è la nicchia ad edicola (Fig. 16), la quale costituisce una tipologia architettonica molto diffusa nel mondo romano a partire da modelli ellenistici di II sec. a.C. sino a tutta l'età imperiale. Non va inoltre esclusa l'ipotesi che invece che una edicola funeraria in senso stretto potesse rappresentare una edicola votiva contenente l'immagine di una divinità, attorno alla quale sono poi stati deposti i resti o le ceneri di alcuni defunti devoti. Considerando che tale tipologia si diffonde non prima del II sec. a.C., è probabile - ma non ulteriormente verificabile - che la destinazione funeraria dell'area sia successiva all'uso come cava. In tal senso conduce anche la presenza sul fondo, in mezzo a tanti angoli retti molto precisi, di una rampetta per l'accesso alla bassa terrazza antistante la nicchia ad edicola e le sepolture alla sua destra (Fig. 17). Dai pochi elementi a disposizione si può ipotizzare che nell'area in esame ad un primo piccolo recesso antistante la camera rupestre sia seguito, alla metà del II sec. a.C., il grande sbancamento per cavare i blocchi necessari a innalzare uno o più sbarramenti lungo l'antistante fosso, e in un secondo tempo non meglio precisabile

ma compreso entro i primi secoli dell'età imperiale l'angolo ormai abbandonato sia stato usato per deporre i resti di pochi individui, probabilmente accomunati da una stessa devozione. L'area sarebbe poi rimasta inalterata sino a pochi decenni fa, quando la camera e lo spazio antistante sono stati usati per scopi agricoli.

## BIBLIOGRAFIA

- AMBROSINI, L., MAURIZI, S., & MICHETTI, L. (1996), *Corchiano ed il suo territorio nell'antichità*, Viterbo, Comune di Corchiano.
- BELTRÁN, F. (2014), *Irrigation Infrastructures in the Roman West: Typology, Financing, Management. Infrastruktur als Herrschaftsorganisation im Imperium Romanum*, Walter de Gruyter, Berlin, pp. 121-136.
- BENDINELLI G. (1960), *Edicola*, III, Enciclopedia dell'Arte Antica, pp. 214-216.
- Bortolin, R. (2008) *Archeologia del miele*, SAP, Mantova.
- DI STEFANO MANZELLA I. (1981), *Falerii Novi*, I, Supplementa Italica, pp.101-172.
- FODDAI E. (2014), *Cunicoli e impianti idraulici di epoca preromana a Blera, L'Etruria meridionale rupestre*, Atti del convegno internazionale L'Etruria rupestre dalla Protostoria al Medioevo. Insemediamenti, necropoli, monumenti, confronti. Barbarano Romano - Blera, 8-10 ottobre 2010, Palombi & Partner, Roma, pp. 64-77.
- FREDERIKSEN M.W., WARD PERKINS J.B. (1957), *The Ancient Road Systems of the Central and Northern Ager Faliscus*, 2, *Notes on Southern Etruria*, Papers of the British School, Rome, pp. 67-208.
- GAMURRINI, G.F., COZZA A., PASQUI A., MENGARELLI R. (1972), *Carta archeologica d'Italia 1881-1897*, Materiali per l'Etruria e la Sabina, Olschki, Firenze.
- JUDSON S., KAHANE A. (1963), *Underground Drainage ways in South East Etruria and Northern Latium*, Papers of the British School, Rome, p.75-99.
- QUILICI GIGLI S. (1989), *Paesaggi storici dell'Agro Falisco. I prata di Corchiano*, 17, *Opuscula Romana*, pp.123-135.
- QUILICI GIGLI S. (1989) *L'acquedotto di Ponte del Ponte nell'antico paesaggio agrario della zona di Corchiano*, Xenia, pp. 55-64.
- QUILICI GIGLI S. (1993), *Segni e testimonianze dell'antico paesaggio agrario nel territorio falisco*.
- QUILICI GIGLI S. (1996), *Sui cosiddetti ponti sodi e ponti terra, Strade romane, ponti e viadotti*, Atlante tematico di topografia antica, L'Erma di Bretschneider, Roma, pp. 7-28.
- QUILICI GIGLI S. (1997), *L'irreggimentazione delle acque nella trasformazione del paesaggio agrario dell'Italia centro-tirrenica*, Atlante tematico di topografia antica, Supplementi, L'Erma di Bretschneider, Roma, pp. 193-212.
- JUDSON S., KAHANE A. (1963) *Underground Drainage ways in South East Etruria and Northern Latium*, Papers of the British School, Rome, pp.75-99.
- RIZZO F. (2013), *L'iscrizione di Caius Egnatius (CIL XI, 7505) e i prata di Corchiano. Nuovi elementi sulla ripartizione agraria dell'Agro Falisco*, Rivista di Topografia Antica, pp. 179-204.
- LA FARINA R. (2015), *I prata di Corchiano lungo il fosso di Fustignano Corchiano (VT), Analisi delle emergenze archeologiche*.

# I sifoni Barratina e Tre Pietre. Aspetti e problemi tecnico- idraulici dell'acquedotto Cornelio di Termini Imerese

## The Barratina and Tre Pietre Siphons. Technical and hydraulic problems of the Cornelio aqueduct of Termini Imerese

Parole chiave (*key words*): Himera, acquedotto (*aqueduct*), colliviaria, sifoni (*siphon*)

### INTRODUZIONE

Termini Imerese (Θερμαὶ Ἴμεραῖαι - *Thermae Himerenses*) è situata sulla costa Nord della Sicilia, a circa 40 km. ad Est da Palermo.

Il primo nucleo insediativo del territorio fu quello di Imera (Ἴμέρα), avamposto greco nella Sicilia fenicia, fondato verso la metà del VII sec. a.C. da coloni di Zancle e Siracusa, sulla costa settentrionale tra Cefalù e Palermo. Nel 409 a.C. la città venne quasi completamente distrutta da Cartagine e rifondata due anni più tardi nella stessa area, ad opera di elementi cartaginesi e volontari libici, a cui poi si aggiunsero dei cittadini scampati alla distruzione (Diodoro, XIII, 79,8; XIV, 47,6; Musti 2006: 552, 556-557; La Torre 2011: 115).

Già prospera prima della conquista romana, avvenuta nel 252 a.C., la città di Termini divenne uno dei principali centri dell'isola grazie alla deduzione in colonia decisa da Augusto per le potenzialità agricole e commerciali del territorio (La Torre 2011: 234-235).

La costruzione dell'acquedotto Cornelio (fine I sec. d.C. – II d.C.) rientrava in un ambizioso progetto edilizio, patrocinato dall'emergente élite locale di lingua latina, che prevedeva anche la costruzione di un complesso termale e di un anfiteatro (Cicerone, *Verr.*, 2, 34, 85; 2, 35, 86-87; 2, 36, 89; 2, 46, 113; Coarelli-Torelli 1984: 408-409; De Rosa 2010: 79-93; Belvedere 2012: 211-215).

L'estensione dell'acquedotto romano di Termini, diviso in due linee, è relativamente breve: la sezione più lunga misura 7 km, parte dalla sorgente Brucato/Fontana fredda, sul m. S. Calogero, e prende il nome di Cornelio, come vedremo, da un'iscrizione oggi persa che indicava il probabile costruttore dell'opera; la seconda, denominata Figurella dall'omonima contrada dove sorge un imponente ponte, invece, è di 3,5 km., e trae origine dalla sorgente Favara, poco a Sud dell'abitato (Belvedere 1986: 79).

La linea Cornelio presenta l'utilizzo di sifoni "invertiti" per il superamento dei valloni Tre Pietre e Barratina.

Queste soluzioni di ingegneria idraulica sono di notevole interesse, in quanto, attraverso l'applicazione della teoria dei vasi comunicanti, consentivano di superare ostacoli causati dalla geomorfologia del territorio, ove non era possibile la costruzione di ponti a causa di dislivelli troppo profondi tra cima e fondo valle. Individuare le ragioni progettuali che hanno condotto alla costruzione di questi sistemi (in particolare il sifone Tre Pietre) e le modalità di innesco di un sifone, unico allo stato attuale, come quello Barratina, sono aspetti fondamentali su cui incentrare l'analisi.

### INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

I confini di Termini Imerese sono segnati da Capo Zafferano ad Ovest e dal promontorio di Cefalù ad Est. La città è inoltre delimitata dal fiume S. Leonardo, dal Fiume Torto ed a Sud-Est dal m. S. Calogero (1326 mt.). Ad Ovest di Termini, verso Palermo, si estende una stretta piana, caratterizzata da basse colline che si

allungano verso l'interno, fino ai piccoli centri di Trabia e Bagheria. La parte del territorio orientata verso Messina presenta caratteristiche differenti. Geo-morfologicamente l'area ad Est del centro offre rilievi montuosi e collinari a ridosso della costa, le cui pendici degradano più o meno bruscamente verso il mare. Il litorale quindi è in alcuni punti roccioso o forma una fascia costiera molto stretta. In quest'area, parallela alla linea di costa, si stende la piana di Buonfornello. Successivamente svetta il principale rilievo montuoso, il citato m. S. Calogero, a Sud-Est, da cui sgorgano le emergenze torrentizie (sorgenti Brucato e Fontana Fredda) che alimentano, come già detto, la linea Cornelio. La zona compresa tra il fiume S. Leonardo ed il m. S. Calogero è caratterizzata prevalentemente da rilievi collinari e da alcune profonde depressioni – come i valloni Tre Pietre e Barratina – formate dai corsi d'acqua (oggi torrenti, ma la cui portata in antico doveva essere superiore), che hanno influito nella realizzazione del tracciato dell'acquedotto (Contino 1997; Contino 2002: 27-47; Contino, Di Maio, Lo Cicero, Scozzola 2002: 106-107) (Fig. 1).



Figura 1 – Area di Termini da Google Earth (adattamento di S. Paderni)

## I PROBLEMI TECNICI DEI SIFONI

Varie furono le posizioni che animarono il dibattito, oggi superato, riguardante il reale utilizzo e l'applicazione del sistema dei sifoni all'interno degli acquedotti romani. Alcuni studiosi non erano convinti della possibilità applicativa di tale sistema a causa della mancanza di mezzi tecnici e materiali capaci di sopportare alte pressioni (Belgrand 1875: 76-81; Herschel 1899: 194-197; Forbes 1964: 165-171). Tra i primi studiosi ad avere affrontato in modo sistematico il problema del funzionamento del sifone, dimostrandone l'impiego, vano annoverati C. Germain de Montauzan, A. N. Smith, G. Garbrecht ed A. T. Hodge (Germain de Montauzan 1909: 176-220; Smith 1976: 45-71; Garbrecht 1977: 778-780; Hodge 1983: 174-221; Hodge 1992; Hodge 2000: 3-95; Smith 2007: 1-49).

Una questione ancora aperta riguarda il significato della parola "sifone"; un'accezione, come sottolineato da R. Tolle-Kastenbein, che non è assolutamente assimilabile a quella insita nel termine moderno (Tolle-Kastenbein 1993: 89-94, 110-113). Infatti, ad esempio, studiosi antichi, come Plinio il Vecchio e Seneca, con il termine "*siphones*" sembrano riferirsi alle "tubature" in pressione dell'acquedotto e non alla soluzione ingegneristica idraulica (Seneca: *Nat. Quaest.*, II, 16; Plinio, *Nat. Hist.*, 2,166; 31,58). Quando si affronta il problema del sifone inoltre bisogna tenere sempre in considerazione che il sistema adottato dai Romani (il cosiddetto sifone invertito) non deve essere confuso con il sifone contemporaneo (Hodge 1983: 174; Hodge 1992: 147-160; 157). In questo lavoro con il termine sifone si indicherà il "sifone invertito" e non quello moderno, che deve essere innescato artificialmente per mezzo di una depressione. Attraverso lo studio dell'*evidence* archeologica è possibile notare come non esiste una tipologia unica di sifone in quanto non vi è un singolo profilo di valle (Hodge 1983: 174).

Gli ingegneri idraulici romani conoscevano le difficoltà che si potevano incontrare durante la realizzazione di un sifone e la scelta di tale sistema poteva essere motivata da fattori tecnici (dislivello tra cima e fondo valle maggiore di 50 mt.), facilità ed economicità di realizzazione (Hodge 1983: 175-180, Hodge 1992: 467, Hodge 2000: 78, Temporelli 2010: 445). Molti dei resti di sifoni ancora oggi osservabili sono testimonianza di adattamento alle varie morfologie dei territori e di un'elevata resistenza delle strutture, come ad esempio i sifoni di Madradag di Pergamo (190 mt. di dislivello, per 20 atm.); di Rodez, di Les Tourillons (100 mt. di dislivello per 11 atm.), di Beaunant (sifone dell'acquedotto de Gier, a Lione, 123 mt. per 13 atm.); di Aspendos, in Turchia (50 mt. di dislivello per 6 atm.) e di Tel Bet Yerah (con tubature in basalto) (Hod-

ge 1983: 193; Hodge 1992: 428; Garbrecht 1992: 163; Hodge 2000: 50; Kessener 2000; Kessener 2001; Borlenghi 2003: 217; Burdy 2006: 283 Nikolic 2008: 75; Temporelli 2010: 446; Fahlbusch 2014: 160; Alexandre 2014: 63; Kessener 2016).

I problemi principali di una tubatura in pressione sono riconducibili a forze fisiche connesse al comportamento dell'acqua in condotta (pressione idrostatica, attrito, inerzia) ed a problemi funzionali legati all'avvio, alla presenza di aria nella tubazione, al colpo d'ariete, al necessario cambiamento di percorso (eventuali curve dei tubi) ed al gradiente idraulico necessario per lo scorrimento del fluido (Hodge 1983: 195-202; Temporelli 2010: 447).

Tra le fonti antiche che descrivono generalmente il funzionamento del sifone e spiegano quando e come adoperarlo va sicuramente menzionato Vitruvio, autore nel I sec. a.C. del trattato "*De Architectura*" (Vitruvio, VIII,6,5-9). Questi mette in evidenza che se si è in presenza di valli troppo ampie, si farà scendere la condotta lungo il pendio (Vitruvio, VIII,6,5). Arrivati al fondo della depressione bisognerà costruire una sostruzione ad un'altezza tale da permettere un percorso orizzontale e questo tratto prenderà il nome di "*venter*" (ventre) (Vitruvio, VIII,6,5). Raggiunta la parte opposta del pendio, l'acqua, aumentando la sua pressione nel tratto rettilineo del ventre, riuscirà ad arrivare al punto di uscita sospinta dalla sua stessa forza (Vitruvio VIII,6,6). Dalla descrizione dell'autore latino si evince che i tubi in piombo sono particolarmente idonei per questo genere di conduttore ma un'alternativa più economica possono essere quelli fittili. L'autore indica inoltre precauzioni di cui tener conto come evitare pieghe a gomito delle tubature, perché soggette a problemi di rottura causati dalla pressione, e saldare i tubi tra loro con un impasto di calce, rinforzandoli nei punti di piega tra declivio e ventre. L'autore puntualizza infatti che la pressione può rompere non solo le condotte ma anche le malte in cui sono immersi i tubi (Vitruvio, VIII,6,9).

Vitruvio indica inoltre che "... *in ventre colliviarum sunt facienda, per quae vis spiritus relaxetur*" (Vitruvio, VIII,6,6); questo è un passo molto importante e complesso in merito all'impiego di dispositivi, i "*colliviarum*", per ridurre gli eccessi di pressione: "*vis spiritus relaxetur*".

La questione nasce prima di tutto dalle difficoltà di traduzione del passaggio analizzato precedentemente, e dei termini *colliviarum* e *vis spiritus*, il cui significato ed interpretazione è tutt'altro che immediato, in particolare se si considera che *colliviarum* è un *hapax legomenon*. Non ci si può in questa sede addentrare nell'annosa questione

riguardante l'etimologia dei termini, la struttura di questi meccanismi ed il loro funzionamento, tuttavia vanno menzionate alcune delle principali interpretazioni, poiché utili al chiarimento dei problemi inerenti il nostro oggetto di studio.

Per cercare di individuare e comprendere il funzionamento di questi meccanismi, sono state condotte analisi filologiche del termine *colliviarum* approfondendo anche alcune varianti ortografiche presenti in varie edizioni e traduzioni del testo di Vitruvio come *colliviarum*, *columnaria*, *columnaria*, *collaxaria* ecc. (Hodge 1983: 214; Nikolic 2011: 427-428). Ad esempio, alcuni studiosi, hanno ipotizzato un'origine del termine *colliviarum* da *colluvies* (sporcizia), ed hanno proposto una possibile identificazione con un tubo verticale, facente funzione di valvola, utile per la pulizia dei sedimenti, per l'opera di drenaggio e riempimento del sifone, per rallentare il flusso e per fare uscire l'acqua, prevenendo così eventuali colpi d'ariete (de Montauzan 1909: 187-190; Hodge 1992: 154-155). I. Bestué Cardiel e G. I. Tascon propongono un possibile collegamento della parola, qui oggetto di analisi, a *columnaria*, individuando tali dispositivi nei serbatoi sopraelevati rispetto al ventre, come quelli del sifone di Almunecar (Cardiel, Tascon 2006: 312). Della stessa opinione è H. Fahlbusch il quale collegai *colliviarum* a torri intermedie con serbatoi, come ad Aspendos ed a Craponne (Yzeron), utili a ridurre la forza dell'acqua, evitando curve esageratamente accentuate della condotta, ed a disperdere eventuali bolle d'aria presenti (Fahlbusch 1987: 25).

H. Fahlbusch stesso e J. Peleg non escludono inoltre la possibilità che i *colliviarum* possano essere identificabili con i tubi delle fistule di terracotta di Caesarea o con i frammenti di condotti in pietra di Smyrna o Oinoanda, caratterizzati da gomiti a 90 gradi ed articolazioni a "T" (Fahlbusch, Peleg 1992: 116; Peleg 1999: 363; Peleg 2002: 220-222)<sup>1</sup>.

Un'altra tesi viene esposta da R. Tolle-Kastenbein che identifica i *colliviarum* con dei fori laterali nelle tubature, funzionali a ridurre la pressione (Tolle-Kastenbein 1993: 93; 111)

Allo stato attuale delle ricerche l'ipotesi prevalente riguarda la presenza di vere e proprie valvole di sfogo (o bocche di sfiato), utili a smorzare e diminuire la pressione esercitata dall'aria (attraverso bolle) e dall'acqua (Tolle-Kastenbein 1993: 111; Hodge 2000: 83)

<sup>1</sup> Nikolic nota che sembra esservi un eco vitruviano della parola *colliviarum* in Plinio il vecchio. A causa di molte varianti presenti nei manoscritti, imputati forse ad errori di trascrizione degli scribi, non si è certi del reale impiego del termine (Plinio, *Nat Hist*, 31,58; Nikolic 2011: 430).

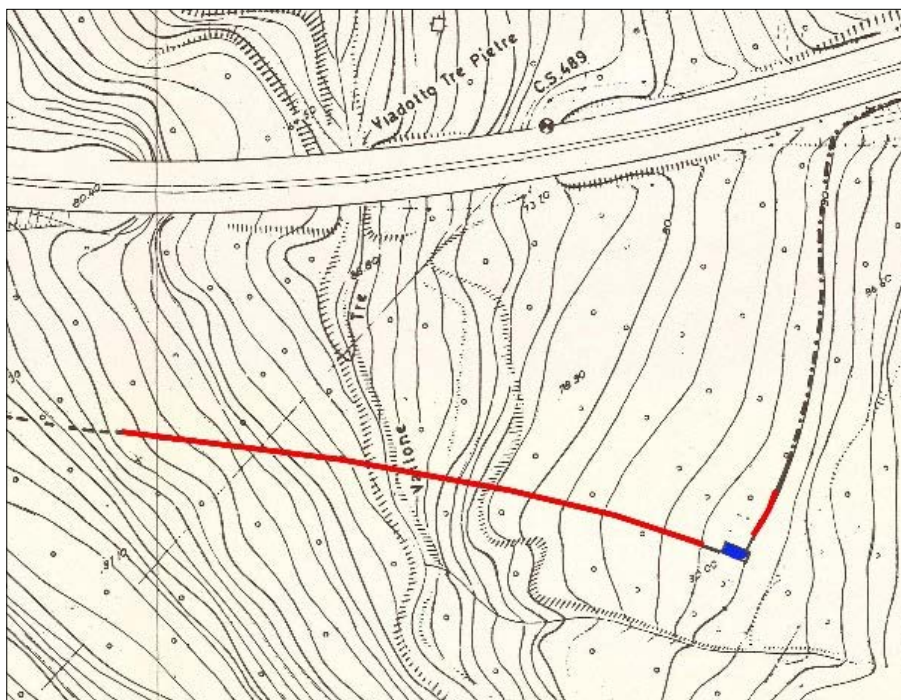


Figura 2 – Tracciato sifone Tre Pietre (Belvedere 1986), rielaborata da S. Paderni

Altrettanto complessa quindi risulta la traduzione e la comprensione di *vis spiritus*.

C. Ohlig sottolinea però che *vis spiritus* è stato tradotto troppo semplicisticamente come pressione d'aria, poiché il termine latino per aria è *aer* non *spiritus*. Quest'ultimo quindi deve intendersi come sinonimo di "intention", tensione o pressione (Ohlig 2006: 319-320). Tale opinione è condivisa anche da M. Lewis; questi mette in evidenza inoltre come il vocabolario e le conoscenze di Vitruvio sulle condutture derivassero da fonti greche (Lewis

1999: 148; 163-165). M. Nikolic, condividendo l'affermazione di Lewis, ipotizza che la parola *collivaria* "... is a neologism with its origin in Greek technical or medical terminology" (Nikolic 2011: 426), e considera la frase *vis spiritus* come l'equivalente latina di Βίαιου πνεύματος. Lo studioso quindi, sulla base dello studio di antichi testi medici greci e latini e non dubitando delle conoscenze tecniche di Vitruvio, arriva alla conclusione che "the comparison with πνεύμα, the Greek equivalent of spiritus in Greek medical text,

shows that his spiritus does not mean simply air" (Nikolic 2011: 441). Pertanto i *collivaria* sarebbero dei meccanismi utili a risolvere vari fenomeni fisici, non solo legati all'aria.

Un dato a favore dell'interpretazione di M. Nikolic va riscontrato nel passo VIII,6,9, in cui Vitruvio descrive gli effetti della pressione, definendola *spiritus*, generata dallo scorrimento dell'acqua all'interno delle tubature (Vitruvio, VIII, 6, 9).

Dall'analisi fin qui svolta è possibile concludere che il ricorso al sifone, formato da serbatoio di carico, ventre, meccanismi di sfogo e serbatoio di scarico (se la pressione non raggiunge livelli elevati non è richiesta la realizzazione di una vasca di raccolta che rallenterebbe troppo il percorso), era una soluzione conosciuta ed applicata, adattandola alla geologia ed alla morfologia del territorio, dagli ingegneri romani, i quali, pur non ricorrendo a complessi calcoli fisici e fluidodinamici, comunque avevano le conoscenze tecniche per poter affrontare e risolvere i vari ostacoli.

### SIFONE TRE PIETRE

Presso il vallone denominato Tre Pietre, dall'omonima punta costiera, a metà percorso dell'acquedotto, circa 2,5 km., in linea d'aria, a Sud-Est di Termini, è presente quello che si può tecnicamente definire un sifone invertito semplice. La morfologia dell'area è caratterizzata da una parte a monte stretta e ripida, con pareti pronunciate, ed una, più a valle, aperta e larga, composta da lievi pendii (Fig.2). L'opera idraulica fu edificata in un punto mediano della depressione in cui la gola si allarga ed i declivi della valle sono più dolci rispetto ad altre parti.

Alla sommità del vallone si trova un serbatoio di percorso o intermedio (che funge anche da serbatoio di carico del sifone), oggi rimaneggiato, di forma quadrata. Questa struttura consentiva, oltre che un cambiamento di direzione della condotta, anche di mettere in pressione l'acqua che veniva incanalata in tubuli fittili verso il fondo del vallone, il cui dislivello naturale rispetto alla cima è di 25 mt.. La condotta, passando da una quota di 78 mt. ad una di 66 mt. s.l.m., correva su un piano inclinato di discesa (ad una pendenza del 9% circa), appoggiato su uno sperone roccioso, che fungeva da fondazione, fino ad arrivare al ventre del sifone. Questo era costituito da un ponte ad arcate, in opera cementizia (di pietra e laterizi), i cui piloni, anch'essi costruiti in blocchetti di pietra e laterizi, poggiavano su un'unica fondazione continua. O. Belvedere ha ipotizzato che le misure della struttura fossero di circa 170 mt. di lunghezza per circa 19 mt. di altezza, con uno sviluppo di un doppio ordine di arcate nel tratto centrale (Belvedere 1986: 45-46). Il

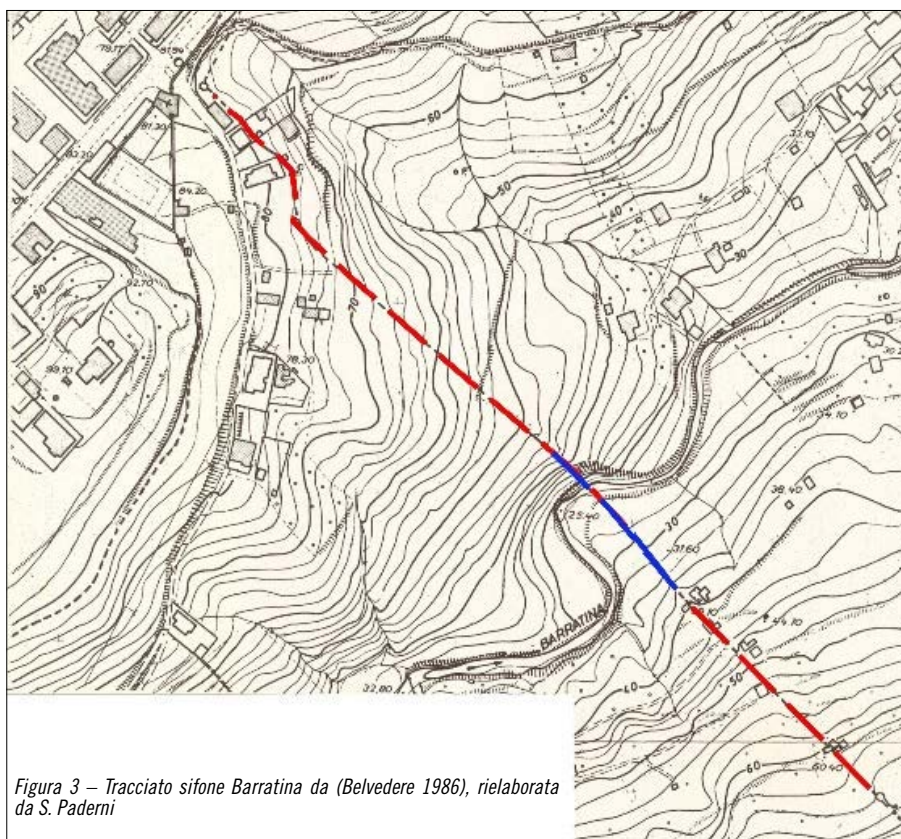


Figura 3 – Tracciato sifone Barratina da (Belvedere 1986), rielaborata da S. Paderni

dislivello tra il serbatoio ed il ventre del sifone tramite questa struttura raggiungeva un gradiente idraulico di soltanto 5,35 mt.. Dopo il ponte, iniziava il piano inclinato di risalita, irrobustito da poderosi contrafforti, su cui poggiavano fistule fittili di 36 cm. di diametro.

Superato il sifone Tre Pietre, l'acqua, senza versarsi in un serbatoio, tornava a scorrere in un condotto sotterraneo e si dirigeva verso il successivo fosso Balate (Fig. 2, Fig. 4).

Nella realizzazione del sifone Tre Pietre particolare rilevanza hanno avuto i vantaggi strutturali e gli aspetti economici. La motivazione della scelta come osserva giustamente

è dimostrata inoltre dalla costruzione di imponenti ponti per varie finalità, idriche o viarie, ed in vari contesti geomorfologici, fiumi o valli. Si possono annoverare ad esempio il ponte dell'acquedotto di Ferreres (conosciuto come Puente del Diablo), vicino Tarragona (lung. 217 mt., alt. 27 mt.) (Hodge 2000: 73-74; Sanchez, Martinez 2016: 164-166); il ponte di Traiano sul Danubio (lung. 1135 mt., alt. 19 mt.) (O'Connor 1994: 57); il Pont du Gard dell'acquedotto di Nimes in Francia (lung. 360 mt., alt. 48 mt.) (Chanson 2002: 3; Paillet 2005: 4); il ponte di Oued Bellah dell'acquedotto di Cherchell in Algeria (lung.

mt. di ampiezza per una profondità di 50 mt., con un notevole dislivello tra la sommità, a quota 90 mt. s.l.m., ed il fondo valle, a 25 mt. s.l.m. (Fig. 3, Fig. 5).

Il condotto idrico, per mantenere la corretta quota e la giusta pendenza, riaffiorava a contrada S. Girolamo per correre prima su di un muro continuo e poi su di un sistema di cinque arcate che raggiungevano il serbatoio di partenza del sifone. Questo è una torre a forma esagonale, alta 14,52 mt., che si innalza su una base cementizia a pianta quadrata. Sul lato Nord della torre si conserva l'incasso (86 cm. x 1,66 mt.) dell'iscrizione *Aquae Corneliae Ductus P. XX*, oggi perduta<sup>2</sup>. La parte alta della torre è composta da una camera di forma circolare con un fondo, rivestito di *opus signinum*, leggermente inclinato verso il centro dove si apre un pozzo circolare di 90 cm. di diametro (Belvedere 1986: 60-61).

L'acqua, per cascata, arrivava alla base della torre e attraverso una conduttura si incanalava verso il piano inclinato di discesa, di cui non rimangono tracce, per dirigersi verso il ventre del sifone costituito da un ponte. Si possono osservare, lungo il declivio, i ruderi di due sezioni di arcata con tracce del fondo

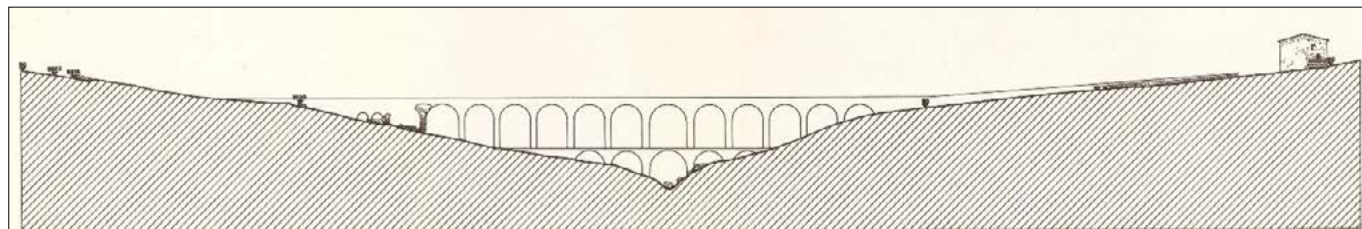


Figura 4 – Sezione sifone Tre Pietre da (Belvedere 1986)

mente O. Belvedere "non va, pertanto, cercata nell'accorciamento del percorso, quanto nell'evitare un tracciato malagevole e difficile da proteggere". L'opera, continua l'archeologo, "rappresenta ... un vantaggio ed un risparmio anche in termini economici ed offriva la possibilità di sperimentare una soluzione tecnica avanzata" (Belvedere 1986: 45-46).

Una città come Termini che rientrava nei piccoli centri di rango provinciale, seppur, come già accennato, dedotta in colonia da Augusto, sicuramente non era formata da una

288 mt., alt. 26 mt.) (Hodge 1992: 130; 424; Belvedere 1986: 95; Elahcene 2013) o il ponte su la Moselle dell'acquedotto di Gorze, a Metz (lung. 1300 mt., alt. 30 mt.) (Chanson 2002: 3). Il problema della costruzione del ponte ipotizzato da Belvedere quindi non era probabilmente la sua fattibilità ma il suo costo.

Rispetto ad un ponte, il sifone Tre Pietre, non avendo una pendenza dei piani inclinati particolarmente pronunciata, non presentava particolari ostacoli legati alla sovrappressione, non comportava problemi difficili di ma-

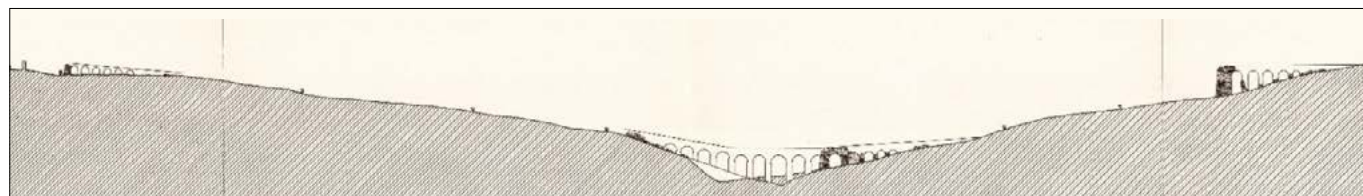


Figura 5 – Sezione sifone Barratina da (Belvedere 1986)

classe abbiente con risorse economiche tali da poter realizzare opere imponenti. La soluzione dei sifoni seppur ingegneristicamente evoluta era comunque conosciuta ed applicata anche prima degli espedienti termitani, si pensi ad esempio al sifone ellenistico di Pergamo. L'utilizzo di un sifone a Tre Pietre quindi potrebbe essere motivato nel trovare un metodo conveniente e di facile e veloce realizzazione per superare la depressione, evitando opere eccessivamente onerose od un tracciato non adatto. Come giustamente sottolineato dallo stesso Belvedere, oltrepassare il vallone Tre Pietre, senza sifone, avrebbe richiesto la costruzione di un ponte di 25 mt. circa di altezza e quasi 300 mt. di lunghezza, composto da almeno due o tre ordini di arcate (Belvedere 1986: 48). L'abilità ingegneristica dei Romani

nutenzione, permetteva di ridurre la lunghezza del tratto aereo della condotta, diminuiva l'altezza massima del manufatto di circa 6-7 mt. e comunque consentiva una notevole portata di circa 195 l/s ad una velocità di 2,16 m/s (Belvedere 1986: 46) (Fig. 4).

#### SIFONE BARRATINA

A circa 2 km. di distanza dal sifone Tre Pietre, superate alcune valli attraverso un sistema di scorrimento sotterraneo o su arcate, molto vicino all'abitato di Termini, cominciava l'ultimo tratto dell'acquedotto Cornelio, caratterizzato dall'adozione di un sifone strutturalmente anomalo. È stato ideato per superare l'impervia depressione che separa l'altura ad Est dal pianoro dove sorge Termini. Il vallone Barratina infatti misura circa 574

del canale, su cui era alloggiata la tubatura (Belvedere 1986: 62-65). È possibile oggi ammirare il tratto che conduceva all'arcata centrale, non conservata, che scalcava il corso d'acqua. Le arcate superstiti sono due ed i piloni erano rivestiti da *opus vittatum*.

Al di là del torrente, dopo la spalla settentrionale del ponte, iniziava il piano inclinato di risalita. Il fondo del canale, in *opus signinum*, era poggiato prima su di un muro e poi, nell'ultimo tratto, su basse arcate non conservate. Della conduttura non si hanno tracce, ma forse, considerata la presenza di

<sup>2</sup> Per i problemi inerenti l'interpretazione dell'iscrizione, che si riferisce forse ad magistrato locale o ad un agente imperiale da cui l'acquedotto prende il nome, si veda Belvedere 1986: 177-182.

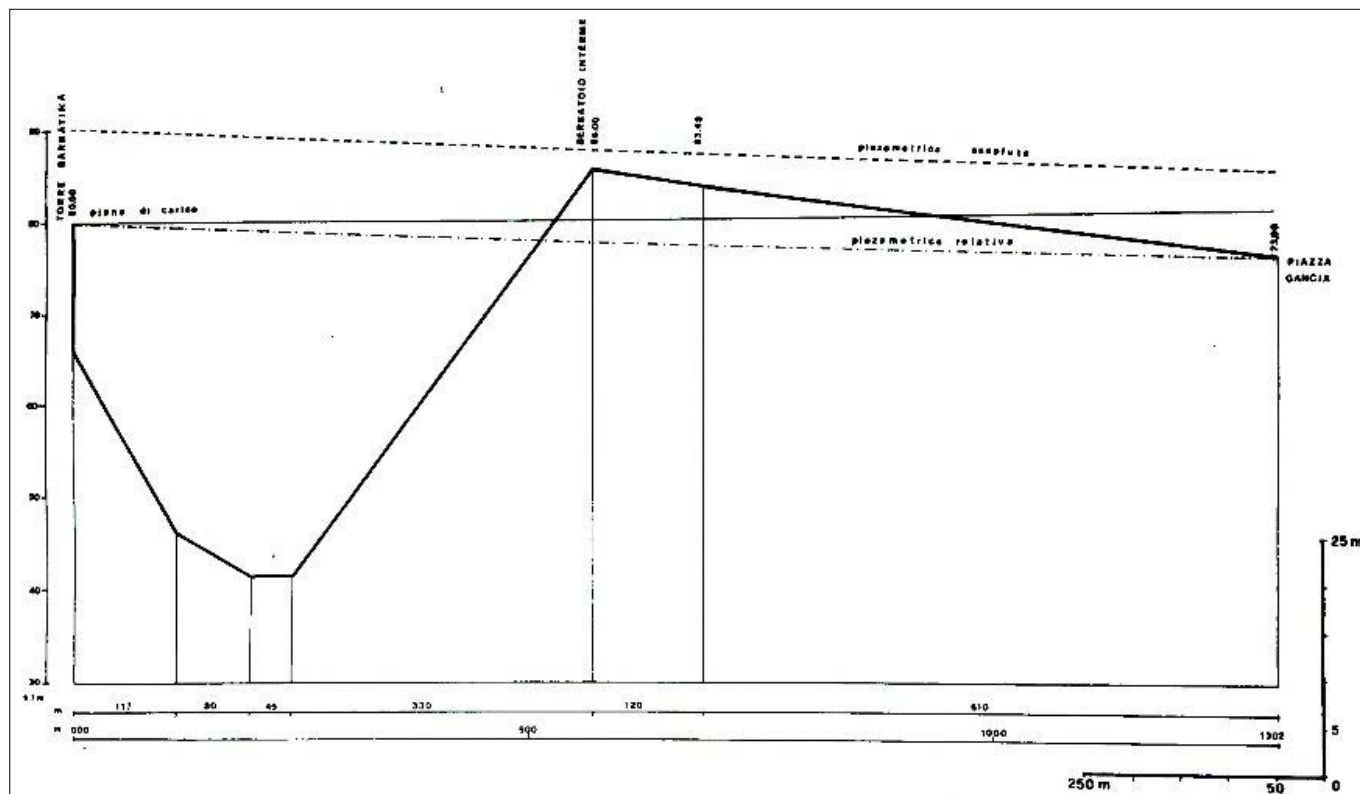


Figura 6 – Profilo altimetrico del sifone Barratina (Belvedere 1986)

scorie metalliche nell'area, si è supposta la presenza di fistule plumbee<sup>3</sup>. Dopo questo tratto la condotta del sifone curvava lievemente verso Nord-Ovest, per raggiungere un serbatoio a pianta quadrata (Fig.7), per poi dirigersi verso il punto di uscita 700 mt. più avanti, senza serbatoio di scarico, presso Piazza Gancia, al centro di Termini (Fig. 5).

Il funzionamento del sifone Barratina è ancora oggi di difficile comprensione. La forma della torre, aperta in cima con un foro di caduta al centro, in cui è posto allo stesso livello il condotto di adduzione, non è tipico di un semplice serbatoio di carico, ma, come sottolineato da Belvedere, più di un sistema di compressione dell'acqua (Belvedere 1986: 61-64). Analogamente il serbatoio, definibile intermedio, non è semplicemente un luogo terminale di raccolta dell'acqua, ma un punto mediano di smistamento che infatti consente un cambiamento di direzione della condotta verso la città. Infine il sistema idraulico doveva superare vari ostacoli, tra cui una quota di partenza (77-78 mt. s.l.m., punto più alto della torre) più bassa rispetto a quella del serbatoio intermedio (85 mt. s.l.m.; posizionato

quindi al di sopra della piezometrica relativa); una pendenza del piano inclinato di discesa (circa 17,7 %) inferiore a quello di risalita (circa 20,6 %) ed una pressione di 4-5 atm, (calcolando circa 50 mt. di differenza di altezza tra la torre ed il ventre) (Belvedere 1986: 61; Belvedere 2000: 106) (Fig. 6).

La pressione di 4 o 5 atm. all'interno della condotta è un valore alto ma non eccessivo e sopportabilissimo dalle condutture plumbee o di altro materiale. Alcuni esempi dimostrano la piena consapevolezza da parte degli ingegneri romani degli effetti della pressione atmosferica di un liquido in condotta; vanno a tal proposito menzionati alcuni sifoni le cui condutture erano in grado di sostenere pressioni molto elevate come il sifone di Madradag (20 atm.) o quello di Beaunant (13 atm.).

Un sifone, la cui realizzazione si basa sulla teoria dei vasi comunicanti, prevede necessariamente che il serbatoio di carico sia posizionato ad una quota superiore rispetto a quello di uscita dell'acqua. Questa componente è necessaria per mettere in pressione l'acqua, farne aumentare la velocità e consentirne la risalita ed il raggiungimento del serbatoio di scarico ove presente. Se un punto di arrivo è ad una quota uguale o superiore al punto di immissione, l'acqua raggiungerà il livello limite e si fermerà in quanto non possiede sufficiente spinta per potere oltrepassare la risalita.

Se da un lato la condotta del sifone Barratina, come un sifone invertito semplice, segue le leggi fisiche e corre sempre al di sotto della piezometrica assoluta, dall'al-

tro, contrariamente ad altri sifoni, sale al di sopra dell'orizzontale o piezometrica relativa (il serbatoio intermedio è posizionato in un punto superiore rispetto alla quota di partenza). Questi fattori determinano vari problemi riguardanti le modalità di raggiungimento del serbatoio intermedio, in quanto, come abbiamo visto, l'acqua non può arrivare ad una quota più alta rispetto a quella di partenza.

Condividiamo l'ipotesi di Belvedere, seguito da Temporelli, secondo cui l'espedito idraulico per oltrepassare il vallone possa rientrare nei veri e propri sifoni, nell'accezione moderna della definizione (Belvedere 1986: 144-145; Temporelli 2010: 448). Per il corretto funzionamento del sifone Barratina, analizzando i dati archeologici in nostro possesso, l'acqua correva in una prima sezione, dalla torre al serbatoio, per mezzo della teoria dei vasi comunicanti, mentre in una seconda parte, dal serbatoio all'uscita, attraverso una depressione come un vero e proprio sifone moderno, in cui la pressione è negativa (la pressione è inferiore a quella atmosferica). Come sottolineato da Belvedere, il serbatoio intermedio consentiva un cambiamento di direzione (come nel caso delle torri di Yzeron e di Aspendos) e fungeva da valvola, per la fuoriuscita di eventuali eccessi d'aria (Belvedere 1986: 144-145; Belvedere 2000: 105-106). Questi elementi rendono l'espedito idraulico termitano un *unicum*. Temporelli definisce quindi giustamente il sifone Barratina "mixed siphon", perché il posizionamento del serbatoio intermedio determina una doppia condotta pressurizzata nella prima parte e

3 A Termini, tra porta Girgenti e piano S. Andrea, fu trovato nel 1799 un lungo tratto di tubatura durante dei lavori di restauro dell'acquedotto moderno della Favara allora in uso. Belvedere ipotizza che il reperto, di cui oggi non rimane traccia, sia da attribuire alla seconda sezione del sifone. Il diametro del tubo era di 38,7 cm per uno spessore di 2-3 cm.; elementi delle stesse dimensioni è possibile che fossero adoperati anche in altre parti del sifone; Belvedere 1986: 62, 70).

depressurizzata nella seconda (Temporelli 2010: 451) (Fig. 6). Le difficoltà connesse a questo sistema riguardano la presenza di bolle d'aria o minime perdite delle tubature che avrebbero bloccato immediatamente il flusso, impedito il raggiungimento del serbatoio ed ostacolato il rifornimento idrico della città. Come già notato da Belvedere e da Temporelli, era necessario infatti che fosse previsto un sistema di valvole di sfogo, i *colluviaria* prima discussi, per eliminare eventuali eccessi d'aria nella parte bassa della depressione del sifone (Belvedere 1986: 144-145; Belvedere 2000: 106-107; Temporelli 2010: 451). Come funzionassero e dove fossero posti questi meccanismi nel sifone Barratina rimane ancora oggi un'incognita a causa della mancanza di dati archeologici.

Belvedere nota che "in ogni caso non v'è dubbio che almeno teoricamente il sistema potesse funzionare: innescare la condotta non era un problema, anche con una pompa rudimentale" (Belvedere 1986: 144). Sebbene

tale ipotesi non sia da escludere, in quanto il sifone Barratina non poteva funzionare senza un "sistema" che lo innescasse, non è facile pensare ad un meccanismo che fosse in grado di immettere la ragguardevole portata d'acqua della condotta all'interno dei tubi del sifone e che riuscisse a gestire le differenze di quota. Questo dispositivo doveva essere posizionato all'inizio del sifone e sembra difficile immaginare una pompa situata intorno al serbatoio di carico e proporzionata a tale struttura, viste le notevoli dimensioni della Torre (quasi 14 mt. di altezza) e le inevitabili difficoltà legate all'utilizzo ed all'ingombro dell'attrezzo. Altrettanto improbabile risulta essere l'impiego di un mezzo meccanico in grado di generare il vuoto. Per depressurizzare la condotta, da punto di vista fisico, il metodo utilizzato doveva essere applicato o vicino al serbatoio intermedio (togliendo l'aria o tirando l'acqua) o nel punto di uscita. Non si può escludere inoltre una funzione attiva dei *colluviaria* nella depressurizzazione delle

tubature. Forse un ruolo importante nell'innescare del sifone poteva essere svolto anche dal serbatoio intermedio, attraverso valvole (*colluviaria*?) posizionate a monte ed a valle della struttura. Questa, una volta riempita, avrebbe consentito di incanalare l'acqua in una sezione della condotta. Una volta aperte le valvole, facendo scorrere forzatamente l'acqua nella tubazione e creando a monte, quindi, una depressione, avrebbe innescato il sifone. Il serbatoio intermedio avrebbe quindi svolto la funzione di "serbatoio di carico" (disegno illustrativo del funzionamento Fig. 8 a-b). Questo sistema implica un'altezza del serbatoio maggiore rispetto a quella attuale. I parziali resti strutturali però non consentono di confermare o smentire tale ipotesi e, allo stato attuale delle ricerche, oggi risulta difficile arrivare ad una conclusione certa in merito al metodo di avvio del sifone Barratina. Andrebbe condotta un'analisi più approfondita del territorio, attraverso scavi, per comprendere meglio il rapporto tra i frammenti presenti e confermare o smentire la presenza di eventuali parti mancanti, non trovate da Belvedere e da noi non individuate durante i nostri sopralluoghi.

Risulta altrettanto problematico interpretare le motivazioni che hanno condotto gli ingegneri romani a tale scelta idraulica ed al posizionamento del sifone in un determinato punto della valle. Belvedere nota giustamente che alternative più semplici per utilizzare la condotta in pressione erano o posizionare ad una quota inferiore il serbatoio intermedio o, partendo da una quota più alta, sfruttare l'istmo di terra che collega le alture al pianoro cittadino, evitando pendii impervi e possibili danni. Non vi è alcun dubbio, come sottolineato dallo studioso, che, anche se per breve durata, l'espedito utilizzato per oltrepassare l'ostacolo geomorfologico fosse stato in grado di adempiere al suo scopo (Belvedere 1986: 145). Il sifone Barratina, presentando non pochi problemi di funzionamento e di manutenzione, venne abbandonato probabilmente



Figura 7 – Serbatoio intermedio del sifone

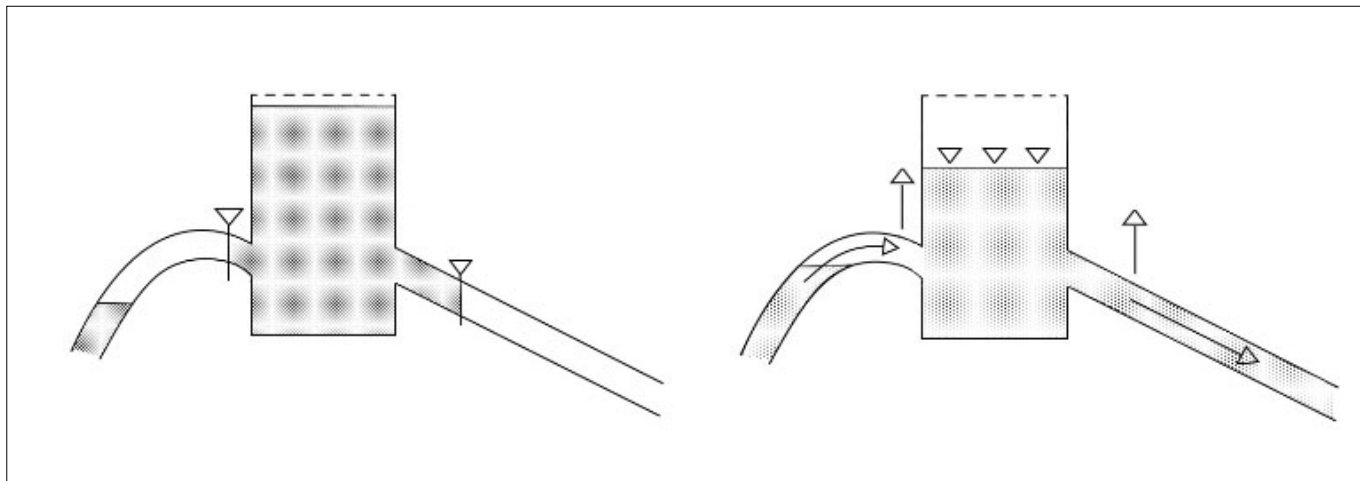


Figura 8 a-b – Disegno esemplificativo del funzionamento del serbatoio intermedio del Sifone Barratina (S. Paderni)



non molti anni dopo la sua realizzazione. Il tracciato dell'acquedotto forse fu deviato e fatto correre parallelamente alla linea Figurella. Venne risolto il problema dell'attraversamento della valle con la costruzione del Ponte Figurella (lung. 101 mt. ed alt. 16 mt. e che presenta due tubature fittili in cima oltre che uno *specus*) posizionato a monte del vallone Barratina, in cui i lembi delle alture sono più vicini.

## BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDRE Y. (2014), *The Inverted Siphon Pipelines to Tel Bet Yerah- al-Sinnabra*, in Ohlig C., Tsuk T. (eds.), *Cura aquarum in Israel II*, (Proceedings of the 15th International Conference on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Israel 14-20 October 2012), Siegburg.
- BELGRAND M. (1875), *Les aqueducs romains (Les travaux souterrains de Paris II, I: les eaux)*, Paris.
- BELVEDERE O. (1986), *L'acquedotto Cornelio di Termini Imerese, Studi e Materiali*, Istituto Archeologia Università di Palermo, L'Erma di Bretschneider, Roma, n. 7, (planimetrie e disegni di Cosimo Serio).
- BELVEDERE O. (2000), *The Barratina siphon in the Aqua Cornelia of Termini Imerese*, in Jansen G.M.C., *Cura aquarum in Sicilia, Proceedings of Tenth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region* (Syracuse, May 16-22, 1998) Laiden: 105-107.
- BELVEDERE O. (2012), *Thermae Himerae. Dall'agora ellenistica al foro romano. Riflessioni sulla romanizzazione della Sicilia*, Ampolo C. (a cura di), *Agorà greca ed agorai di Sicilia* (Atti delle settimane giornate internazionali di studi sull'area elima e la Sicilia occidentale nel contesto mediterraneo, Erice, 12-15 ottobre 2009): 211-223.
- BESTUÉ CARDIEL I., GONZÁLEZ TASCÓN I. (2006), *Roman Siphons in Spain*, in Wiplinger, G. (ed.), *Cura aquarum in Ephesus* (Proceedings of the 12th International congress, October 2-10, 2004), Leuven: 311-17.
- BORLENGHI A. (2003), *L'acquedotto romano del Gier a Lione*, in *Epigraphica*, 65: 316 – 330.
- BURDY J. (2006), *The four aqueducts of Lugdunum (Lyon)*, in Wiplinger G. (ed. by), *Cura Aquarum in Ephesus: Proceedings of the Twelfth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Ephesus/Selçuk, Turkey, October 2-10, 2004*, Vol. 1-2, Peeters.
- CHANSON H. (2002), *Certains aspects de la conception hydraulique des aqueducs romains (Some Aspects of The Hydraulic Design of Roman Aqueducts)*, La Houille Blanche, vol 6/7, 2002: 43-57.
- COARELLI F., TORELLI M. (1984), *Sicilia* (Guide archeologiche Laterza, 13), Roma-Bari: 406-409.
- CONTINO A. (1997), *Geologia urbana dell'abitato e della zona industriale di Termini Imerese (Sicilia settentrionale)*, Tesi di dottorato di ricerca in Geologia, XVII ciclo, Università degli studi di Palermo, Dipartimento di Geologia e Geodesia.
- CONTINO A. (2002), *Geologia e geomorfologia della bassa valle dell'Imera settentrionale*, in Belvedere O., Bertini A., Boschian G., Burgio A., Contino A., Lauro D. (a cura di), *Himera III 2*, L'Erma di Bretschneider, Roma: 27-47.
- CONTINO A., DI MAIO D., LO CICERO G., SCOZZOLA N. (2002), *Aspetti geomorfologici del Golfo di Termini Imerese*, 81ª Riunione Estiva della Società Geologica Italiana, Torino 10-12 settembre 2002: 106-107.
- DE ROSA L. (2010), *Il ruolo degli acquedotti nella politica imperiale in Italia*, in Storchi A., Giovanna M., Merola D. (a cura di), *Interventi imperiali in campo economico e sociale. Da Augusto al Tardoantico*, EdiPuglia, Bari: 79-94.
- ELAHCENE O., TERFOUS A., REMINI B., GHENAIM A., POULET J.B. (2013), *Étude de la dynamique sédimentaire dans le bassin versant de l'Oued Bellah (Algérie)*, Hydrological Sciences Journal, 58.1, 2013: 224-236.
- FAHLBUSCH H. (1987), *Vitruvius and Frontinus: hydraulics in the roman period*, in Garbrecht, G. (ed.), *Hydraulics and hydraulic research*, Rotterdam: 23-32.
- FAHLBUSCH H. (2014), *The Roman Water Supply System of Pergamum*, in Ohlig C. T. Tsuk T. (eds.), *Cura Aquarum in Israel II*, Patara 2014.
- FAHLBUSCH H., PELEG, J. (1992), *Die Collivaria Vitruvis, Möglichkeiten der Interpretation*, Mitteilungen des Leichtweiss-Instituts für Wasserbau, 117: 105-40.
- FORBES R. J. (1964), *Studies in Ancient Technology*, vol. 1, Leiden.
- GARBRECHT G. (1977), *Hydraulic Towers in Roman Pressure Conduits*, in *Proceedings of the 17th Intern. Congress of the IAHR*, Baden-Baden: 778-780.
- GARBRECHT G. (1987), *Hydrologic and Hydraulic Concepts in Antiquity*, in Garbrecht, G. (ed.), *Hydraulics and Hydraulic Research*, Rotterdam: 1-22.
- GARBRECHT G. (1992), *Die Wasserversorgung antiken Pergamon*, in G. Argoud (ed), *L'eau et les hommes en Méditerranée et en Mer Noire dans l'Antiquité - Actes de congrès international Athènes, 20-24 mai 1988*, Athenes.
- GERMAIN DE MONTAUZAN C. (1909), *Les aqueducs antiques de Lyon*, Paris.
- HERSCHEL C. (1899), *The two books on the water supply of the city of Rome of Sextus Julius Frontinus*, Boston.
- HODGE A.T. (1983), *Siphons in Roman aqueducts*, in *Papers of the British School at Rome*, vol. 51: 174 e ss..
- HODGE A.T. (1992), *Roman Aqueducts and Water Supply*, Bristol Classical Press, Duckworth, 1992 (rist. an. 2002).
- HODGE A.T. (2000), *Engineering works*, in Wikander Ö. (ed. by), *Handbook of Ancient Water Technology*, Brill, Leiden-Boston-Köln: 67-94.
- KESSENER H.P.M. (2000), *The aqueduct at Aspendos and its inverted siphon*, in *Journal of Roman Archaeology*, vol. 13: 104.
- KESSENER H.P.M. (2001), *The Aspendos aqueduct, an outstanding example of Roman hydraulic technology*, in *Schriftenreihe der Frontinus-Gesellschaft*, vol. 24: 95.
- KESSENER H.P.M. (2016), *The Aspendos siphon and Roman hydraulics*, in G. Wiplinger (ed. by), *De Aqueductu atque Aqua Urbium Lyciae Pamphyliae Pisidiae, the legacy of Sextus Julius Frontinus* (proceedings of an Antalya conference 2014).
- KESSENER H.P.M., PIRAS S. (1998), *The pressure line of the Aspendos aqueduct*, in *Adalya*, vol. II, 1998.
- LA TORRE G. F. (2011), *Sicilia e Magna Grecia, Archeologia della colonizzazione greca d'Occidente*, Laterza, Roma-Bari.
- LEWIS M. (1999), *Vitruvius and greek aqueducts*, in *Papers of the British School at Rome*. 67: 145-72.
- MUSTI M. (2006), *Storia greca. Linee di Sviluppo dall'età micenea all'età romana*, Laterza, Roma-Bari.
- NIKOLIC M. (2008), *Cross-disciplinary investigation of ancient long-distance water pipelines*, University of Vittoria (PhD-thesis) (on the web).
- NIKOLIC M. (2011), *An Investigation of Vitruvius' Technical Vocabulary relating to Water Conduits and Pipelines in De arch. 8.6.6-9: vis spiritus and collivaria (Re)examined*, in *Mnemosyne*, 64: 424-446.
- O'CONNOR C. (1994), *Roman Bridges*, CUP, Cambridge.
- OHlig C. P. J. (2006), *Vitruvius collivaria und die vis spiritus - (keine) Luft in Wasserleitungen?*, in Wiplinger G. (ed. by), *Cura Aquarum in Ephesus: Proceedings of the Twelfth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region, Ephesus/Selçuk, Turkey, October 2-10, 2004*, Vol. 1-2, Peeters: 319-325.
- PAILLET J.L. (2005), *Réflexions sur la construction du Pont du Gard*, in *Gallia*, vol. 62: 49-68 .
- PELEG, Y. (1999), *Collivaria at Caesarea*, in Holum, K.G., Raban, A., Patrich, J. (eds.), *Caesarea Papers*, Portsmouth: 361-367.
- PELEG, Y. (2002), *Vitruvius Book VIII – Hydraulics and Archaeological Evidence*, in: Ohlig, C., Peleg, Y., Tsuk, T. (eds.), *Cura aquarum in Israel*, Siegburg: 213-22.
- SANCHEZ L. E., MARTINEZ J. J. (2016), *Los acueductos de Hispania, construcción y abandon*, Madrid.
- SMITH N. A. F. (1976), *Attitude to Roman Engineering and the Question of the inverted Siphon*, in *History of Technology*, Oxford, 1976: 45-71.
- SMITH N. A. F. (2007), *The Hydraulics of Ancient Pipes and Pipelines*, in *Transactions of the Newcomen Society*, 77: 1-49.
- TEMPORELLI G., DE NOVELLIS F. (2010), *Hydraulic engineering of inverted siphons in Roman age: a review*, in *Water Science and Technology Water Supply*, 10 -3 - 2010: 445-452.
- TOLLE-KASTENBEIN R. (1993), *Archeologia dell'acqua. La cultura idraulica nel mondo classico*, Milano, 1993.

## FONTI

- CICERONE, *Il processo di Verre*, introduzione di Nino Marinone, traduzione e note di Laura Fiocchi; Rizzoli, Milano, 1992.
- DIODORUS SICULUS, *Bibliotheca historica*, I. Bekker, L. Dindorf, F. Vogel, C.T. Fischer (ed.), 6 voll., Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Teubneriana, Leipzig 1888-1906, (rist. 1985-1991).
- PLINIO IL VECCHIO, *Naturalis Historia*, Sconocchia S. (traduzione con testo a fronte a cura di), Giardini Editori, Pisa, 1986.
- SENECA, *Naturales Quaestiones*, Bks. I-III, v. 1., Thomas H. Corcoran (ed. by), Loeb Classical Library, 1971.
- VITRUVIO, *De architectura libri decem*, in C. Fensterbusch (ed.), *Vitruv, Zehn Bücher über Architektur Lateinisch und Deutsch*, Darmstadt 1964/76. (consultabile on line sul sito della Bibliotheca Augustana, <http://www.hs-augsburg.de>).

# Un esempio di opere di idraulica in ambiente carsico: “pozzi” e “pozzelle” del territorio pugliese

## Hydraulic works in karst: the examples of “pozzi” and “pozzelle” in Apulia (SE Italy)

MARIO PARISE

Dipartimento Scienze della Terra e Geoambientali,  
Università degli Studi “Aldo Moro”, Bari  
E-mail: mario.parise@uniba.it

Parole chiave (*key words*): acqua (*water*), carsismo (*karst*), opere idrauliche (*hydraulic works*), Puglia (*Apulia*), pozzi (*well*)

### 1. INTRODUZIONE

In territori carsici, tipicamente caratterizzati da scarsa presenza di acqua in superficie, la conservazione e raccolta di risorse idriche ha sempre costituito un rilevante problema, affrontato in epoche passate con una serie di tecniche e soluzioni, al fine di garantirsi una disponibilità, seppur minima, di acqua anche nel corso delle stagioni secche (Parise & Sammarco, 2015). Il carso pugliese, che si sviluppa su gran parte del territorio regionale, coprendo le tre sub-aree carsiche del Gargano, Murge e Salento, mostra numerosi esempi di opere idrauliche realizzate a tale scopo. Il presente contributo illustra, in particolare, le strutture ubicate in zone topograficamente depresse, all'interno di doline di varia origine, in cui talora insistono laghi temporanei: si tratta dei cosiddetti “pozzi” e “pozzelle”, vale a dire cisterne, di profondità variabile, che si rinvencono in vari settori della Puglia, con la finalità di raccogliere l'acqua piovana, e di poterla utilizzare a scopi irrigui durante la stagione secca.

### 2. OPERE IDRAULICHE IN AMBIENTE CAR-SICO

Gli ambienti carsici sono originati dalla lenta dissoluzione delle rocce solubili ad opera dell'acqua, che in pratica costituisce il “motore” del processo carsico, e determina la formazione dei peculiari paesaggi, sia in superficie che nel sottosuolo (White, 1988, 2002; Ford & Williams, 2007; Brinkmann & Parise, 2012). Allo stesso tempo, però, l'acqua tipicamente è assente in superficie, in quanto rapidamente si infiltra attraverso le discontinuità degli ammassi rocciosi (prevalentemente carbonatici), per avviare il suo lento ma costante lavoro di dissoluzione. Tale mancanza ha da sempre stimolato le popolazioni che vivevano su territori carsici a sviluppare tecniche per la raccolta e conservazione delle risorse idriche, soprattutto in quei luoghi caratterizzati da valori di piovosità bassi e da climi aridi o semi-aridi (Laureano, 1993, 2001; Al-Taiee, 2012; Eslamian et al., 2012). Ancor più che in altri territori, e contesti cli-

matici e/o geologici, sul carso la dipendenza degli insediamenti umani dall'acqua è pertanto sempre stata molto forte (Aley, 2000; Castellani, 2000, 2001; Bakalowicz, 2005; Parise and Gunn, 2007; Mays, 2012; Parise & Sammarco, 2015; Parise et al., 2015).

In generale, ad esclusione delle sorgenti, il ritrovare acqua in superficie, o nei primissimi metri di profondità, in territori carsici deriva da una delle seguenti condizioni: materiali a bassa permeabilità che colmano depressioni topografiche; depositi colluviali a riempimento di *sinkholes*, con occlusione delle vie di infiltrazione; emergenza diretta della falda. Laddove una delle suddette condizioni si verifici, è possibile realizzare opere idrauliche, le quali consentano di conservare ed utilizzare le risorse così raccolte nei periodi di maggiore bisogno.

### 3. POZZI E POZZELLE

In questa sezione si descrivono alcune opere di idraulica del territorio pugliese, al fine di evidenziare la rilevanza di tali strutture in zone carsiche, perlopiù caratterizzate da valori medio-bassi di piovosità. Senza prendere in considerazione le strutture lineari tipo acquedotti, pur presenti in vari settori della regione (Delle Rose et al., 2006; Bixio et al., 2007; Parise et al., 2009), e altre opere tipo le neviere (Bauer & Giacobelli, 1983; Costantini, 1988), si esamineranno in dettaglio i pozzi (o pozzelle, o cisterne), che ancora caratterizzano numerose cittadine della Puglia centro-meridionale.

#### 3.1. CONVERSANO

Conversano è ubicata nelle Murge di Sud-Est (o Murge Basse), una trentina di km a sud-est di Bari, e il suo territorio (estensione 127 km<sup>2</sup>, quote comprese tra i 35 e i 250 m s.l.m.) è caratterizzato dall'affioramento di rocce carbonatiche in assetto sub-orizzontale della Formazione di Altamura (Cretaceo), appartenenti al dominio paleogeografico della Piattaforma Carbonatica Apula (Campobasso & Olivieri, 1967; Ciaranfi et al., 1988). Questo substrato

carbonatico è ricoperto in discordanza, in prossimità della costa Adriatica, da calcareniti del Terziario e del Pleistocene Inferiore, mentre alluvioni del Quaternario e depositi residuali (terra rossa) colmano i fondovalle e le aree depresse. Le Murge sono state interessate da movimenti paleo-tettonici e neo-tettonici (Doglioni et al., 1994; Pieri et al., 1997) che hanno favorito lo sviluppo dei processi carsici e la genesi di forme del paesaggio carsico epigeo come inghiottitoi, doline, valli secche, e *polje* (Sauro, 1991; Parise, 2006, 2011). Come nel resto del territorio delle Murge, le rocce carbonatiche affioranti nella zona di Conversano sono in genere coperte da sottili depositi residuali, e espresse morfologicamente da una successione continua di bacini endoreici, valli carsiche e doline. In particolare, la deposizione di materiali eluviali al fondo delle doline ha causato la più o meno totale occlusione dei passaggi e condotti carsici, favorendo la formazione di piccoli laghi carsici temporanei in varie aree intorno alla città (Fanizzi, 1984; Frisenda & Bimbo, 1987; Palmisano & Fanizzi,

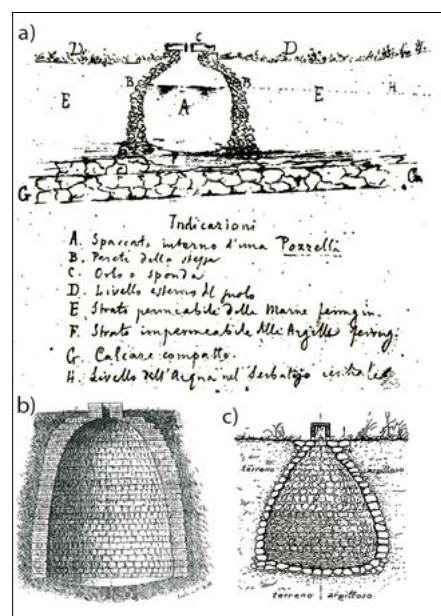


Figura 1 – Sezioni schematiche di pozzelle: A) da un manoscritto inedito di Cosimo De Giorgi, riportato da Costantini (1988); B) pozzo in uno dei laghi di Conversano (da L'Abbate, 1989); C) da Costantini (1988)

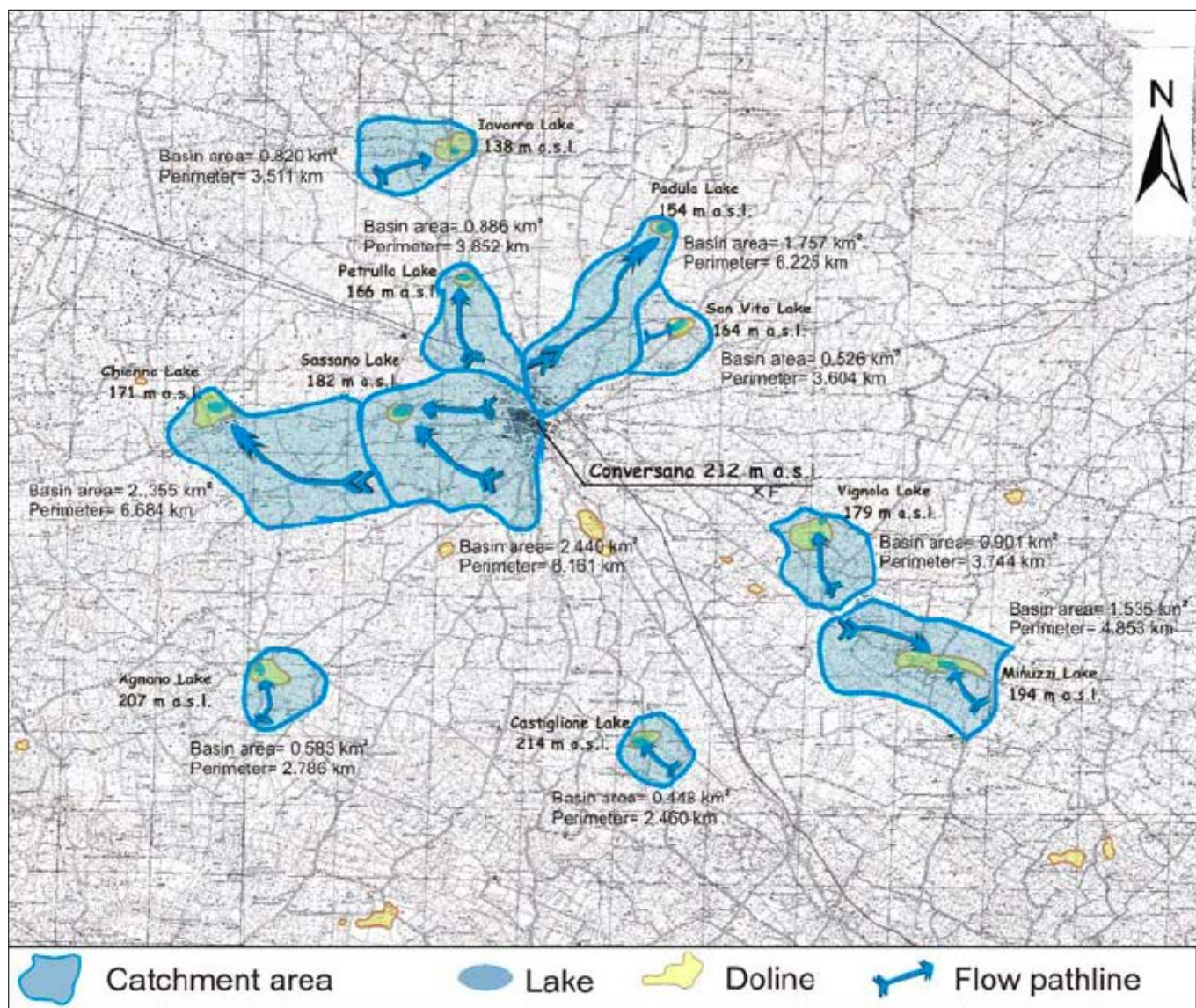


Figura 2 – Probabili bacini idrografici dei dieci laghi nel territorio di Conversano (da Lopez *et al.*, 2009)

1992; Parise, 2002, 2009). Si tratta di specchi d'acqua naturali la cui estensione varia da circa 1,000 a 11,000 m<sup>2</sup>, limitati da blande scarpate nella circostante roccia calcarea. Fino a non molti decenni orsono, i laghi costituivano una importante riserva di risorse idriche per la popolazione locale, in un'area caratterizzata da mancanza di acqua in superficie nel corso delle stagioni estive.

Oggi i laghi di Conversano hanno evidentemente perso questo importante ruolo di riserva idrica, ma mantengono quello di habitat naturali di grande valore naturalistico, tanto da essere stati riconosciuti come Siti di Interesse Comunitario (SIC, codice IT9120006) nel 1995, e, di conseguenza, dichiarati "Area Naturale Protetta regionale" (Legge Regione Puglia 19/97). Essi fanno inoltre parte della rete di aree protette "Natura 2000", progettata dalla Comunità Europea, e del progetto Bioitaly, rete di aree italiane di elevato valore scientifico ed ambientale (Terzi *et al.*, 2000). Allo stesso tempo, anche i depositi di riempimento dei laghi rivestono importanza: essi sono principalmente depositi residuali, da argille

siltose (terre rosse) a sabbie siltose, con locali intercalazioni di materiali di origine vulcanica (Colamonico, 1917). L'alternanza di depositi con diverso grado di permeabilità, in appoggio su un substrato carbonatico, intensamente fratturato e carsificato, rende tali materiali la

zona di ricarica per il sottostante acquifero nei calcari Mesozoici (Lopez *et al.*, 2009).

Un ulteriore aspetto morfologico del territorio è costituito dalla presenza di una rete di corsi d'acqua superficiali, non attiva, il cui andamento può essere riconosciuto dai torrenti



Figura 3 – Cisterna (pila) all'interno del Canale di Pirro, settore occidentale, poco dopo un intenso evento piovoso

effimeri, con fondovalle piatto e graduale connessione con gli adiacenti versanti in roccia. Queste forme del paesaggio sono localmente denominate lame, termine derivante dal latino *lama*, che deriva dallo scorrimento, seppur temporaneo, di acqua in superficie (Parise et al., 2003). In pratica, le lame sono valli di origine carsica, appena incise, lungo le quali l'acqua scorre soltanto durante, o subito dopo, intense piogge. Tali aree rappresentavano una specie di oasi nel paesaggio rurale delle Murge, dove era possibile, in contrasto al circostante territorio brullo e roccioso, condurre pratiche agricole, grazie alla presenza lungo il corso delle lame di depositi eluvio-alluvionali. Nel corso degli ultimi decenni, tuttavia, l'originale paesaggio carsico pugliese è stato intensamente modificato a causa dell'introduzione di pratiche agricole intensive come lo spietramento, non più effettuato (come avveniva in passato) manualmente, ma mediante l'utilizzo di macchinari, con effetti ben più intensi ed a maggiore profondità, che spesso risultano nella totale distruzione dell'epicarso (Williams, 1983, 2008; Parise and Pascali, 2003; Canora et al., 2008). A seguito di ciò, molte lame sono state cancellate dal paesaggio, e durante forti eventi di pioggia il terreno sabbioso derivante dallo spietramento viene facilmente eroso, anche su pendenze molto basse, e eventi di piena risultano sempre più frequenti, causando seri danni al territorio (Parise, 2003).

Sin dall'antichità, i laghi temporanei di origine carsica di Conversano hanno costituito una risorsa di inestimabile valore per la popolazione locale, principalmente a causa della scarsità di risorse idriche superficiali, data la natura carsica del territorio. In passato, la presenza dei laghi è stata cruciale per l'economia agricola. Allo scopo di utilizzare le riserve d'acqua accumulate alla base di queste depressioni naturali, gli abitanti del luogo scavarono profondi pozzi, che venivano internamente rivestiti con pietra calcarea (L'Abbate, 1983, 1989; Fig. 1). Il numero di pozzi è variabile di lago in lago, da un minimo di 3 nel lago Minuzzi, sino al massimo di 31 a Sassano; i pozzi hanno sezione a forma di campana, e sono di profondità variabile. L'estensione degli specchi d'acqua è anch'essa non omogenea (Fig. 2): i laghi di maggiore dimensione sono quello di Vignola (area 2,018 m<sup>2</sup>), ubicato in una delle zone di maggiore interesse dal punto di vista morfologico, e quello di Castiglione (area 4,756 m<sup>2</sup>), posizionato nei pressi di un antico insediamento (Lopez et al., 2009).

I dieci laghi ubicati nei dintorni dell'abitato di Conversano (e, in aggiunta, quello limitrofo di Triggianello, che ricade amministrativamente nel comune di Polignano a Mare) costituiscono, insieme a lame e doline, le più tipiche forme del paesaggio carsico



Figura 4 - Strutture idrauliche nel territorio di Ceglie Messapica (provincia di Brindisi): depressione di forma allungata, con presenza di ampie strutture per la raccolta dell'acqua (A), e dettaglio (B); C) particolare di una delle cisterne, con evidenza del canale di arrivo per il deflusso delle acque



Figura 5 - A) e (B): complesso sistema, con canali, pozzi e cisterne per la raccolta e l'approvvigionamento idrico; C) pozzella nella zona dell'Oasi Fogge Sant'Anna (Ceglie Messapica)

epigeo in questo territorio. In relazione alla loro genesi, i laghi si possono suddividere in tre gruppi, sulla base della locale morfologia (Parise, 2002): (1) un gruppo di origine tettono-carsica, che comprende quei laghi posizionati in valli delimitate da faglie o da importanti lineamenti tettonici; (2) un gruppo di origine erosionale carsica, con i laghi all'interno di linee dell'antico reticolo idrografico; e, infine, (3) un gruppo di origine carsica, che include i laghi posti (interamente o in parte) all'interno delle zone basse di doline da collasso. Tutti i laghi del territorio di Conversano sono stati storicamente modificati dall'uomo, il quale ha tentato di trarre vantaggio della situazione naturale che consentiva il ristagno di acqua in superficie, o al massimo nei primi

metri di profondità del sottosuolo, mediante la realizzazione di pozzi in roccia calcarea.

Poco più a sud, una delle forme più tipiche del paesaggio carsico delle Murge Basse è il Canale di Pirro, un *polje* tettono-carsico allungato in senso W-E per circa 12 km, ed al cui interno è sita la grotta più profonda della Puglia (Inghiottitoio della Masseria Rotolo, PU 355 nel Catasto delle Grotte Naturali della Puglia, che raggiunge una profondità superiore ai 320 m; Longo, 1969; Benedetto et al., 2015). Il toponimo stesso dei luoghi è fortemente legato all'acqua: analisi storiche e di archivio (Corisi, 2006; Martellotta, 2006) hanno dimostrato che non vi è alcuna relazione con il re dell'Epiro, Pirro, e che il nome del *polje* è piuttosto da ricondurre alle *pilje* (lavatoi, abbeveratoi), da

cui *Canale delle Pile*, con successiva modificazione in *Canale di Piro*, e quindi Canale di Pirro (Trisciuzzi, 1989; Sisto, 2006). A parte questa, pur importante, precisazione toponomastica, il Canale di Pirro conserva al suo interno alcune grandi pile, cisterne di forma circolare, profonde sino ad un massimo di 5-6 m (Fig. 3). Simili strutture si ritrovano anche in altre zone delle Murge, da Martina Franca a Ceglie Messapica (Figg. 4 e 5).

### 3.2. SALENTO

Il Salento, la porzione terminale a sud-est della Penisola Apula, è il settore regionale caratterizzato dalle più basse quote medie sul livello del mare, oltre che da minore piovosità. Anche in tale zona, le caratteristiche eminentemente carsiche del territorio rendono molto difficile la permanenza dell'acqua in superficie, favorendo altresì una rapida infiltrazione attraverso il reticolo di fratture e di condotti carsici nell'ammasso roccioso. Di conseguenza, la necessità di avere a disposizione nelle stagioni secche sufficienti quantitativi di acqua ha fatto sì che in varie zone del Salento si sviluppasse opere idriche di vario tipo, per la raccolta e conservazione delle acque piovane. Come già evidenziato da Cosimo De Giorgi (1872, 1922), tra i massimi studiosi del territorio salentino, le numerose depressioni, doline e valli presenti tra i dossi e le dorsali delle Serre Salentine ben si prestavano alla realizzazione di opere idriche che, seppur semplici, riuscivano a garantire un minimo approvvigionamento idrico. Gran parte di tali opere sono via via andate distrutte, ma numerose altre si conservano ancora, a testimonianza della loro notevole diffusione. In particolare, l'area della Grecia Salentina, vale a dire quell'isola linguistica (ellenofona, caratterizzata dal dialetto *griko*) sita a sud di Lecce, e comprendente una decina di comuni, presenta numerose opere idriche, denominate *pozzelle*, che sono divenuti elementi caratteristici dell'architettura rurale di questo territorio. Quasi tutti i paesi della Grecia conservano pozzelle, anche in più siti (Chiga *et al.*, 2015); dove non più presenti, in quanto ormai interrate, se ne conserva comunque traccia nella documentazione storica.

Le pozzelle erano scavate a profondità in genere dai 3 ai 6 metri, e rivestite di pietra calcarea a secco, senza aggiunta alcuna di cemento, al pari delle tante opere di architettura rurale del territorio pugliese, e di altri territori carsici del bacino del Mediterraneo, in primis i famosi muri a secco (Cantelli, 1994; Parise, 2012). L'impermeabilità era garantita dai depositi argillosi, prevalentemente costituiti da terre rosse di origine residuale. Data l'ubicazione delle pozzelle all'interno di suoli pubblici, diversi autori hanno ipotizzato che l'uso delle acque in esso presenti fosse a van-

taggio dei settori più poveri della popolazione, mentre i benestanti potevano garantirsi opere all'interno dei loro possedimenti, sotto forma di una o più cisterne private (Spano, 1965).

Nel dettaglio, tra i siti di maggiore interesse dei paesi della Grecia Salentina vi è certamente Zollino, nel cui territorio si conservano tre siti con pozzelle (Cappello, 1999): i Pozzi di Apigliano, le Pozzelle di Pirro, e le Cisterne di Masseria Gloria. Nella zona delle Pozzelle di Pirro (anche qui ritorna il toponimo precedentemente discusso in relazione al *polje* delle Murge di Sud-Est), 46 pozzelle sopravvivono, mentre 21, prevalentemente localizzate nella porzione nord-occidentale del sito, sono andate distrutte (Durante & Giammaruco, 2015). A Martano era invece presente un sito denominato Pozzelle, con circa un centinaio di cisterne (Arditi, 1879; Fig. 6), e altrettante, insieme a varie pile in pietra, caratterizzavano un'ampia dolina a Castrignano dei Greci. L'area dei pozzi di San Pantaleo, a Martignano, sulla via per Calimera, ospitava invece originariamente almeno una settantina di cisterne, oggi notevolmente ridotte in numero. Ma, oltre a quelli su citati, in pratica vi sono numerosi altri toponimi e nomi di strade, vie e slarghi dedicati a pozzelle e pozzi in centri abitati del Salento.

Le trasformazioni avvenute nel corso degli anni, ivi inclusa la piantumazione di alberi nei pressi di alcuni dei siti con presenza di pozzelle, hanno determinato variazioni nel regime idrico, di frequente con una riduzione della capacità di tenuta dell'acqua. Sono documentati, prima di tali trasformazioni, una serie di episodi di allagamenti a Zollino, come quelli avvenuti nel 1939, 1945, 1955, 1958 e ancora negli anni '60 (Durante & Giammaruco, 2015). Tali episodi evidenziano, ancora una volta, la fragilità dei territori carsici, e gli effetti negativi che



Figura 6 – Planimetria del bacino delle pozzelle di Martano (provincia di Lecce), da un manoscritto inedito di Cosimo De Giorgi, riportato in Costantini (1988)

variazioni di uso del suolo e trasformazioni del paesaggio possono avere in termini di occorrenza e distribuzione di eventi alluvionali, come più volte verificatosi in vari settori della Puglia (Ce.Ri.Ca., 1996; Parise, 2003).

### 4. CONCLUSIONI

La scarsità di acqua superficiale in territori carsici ha determinato, sin dai primi insediamenti sul territorio pugliese, la necessità per le locali popolazioni di supplire a tale carenza, sfruttando al massimo tecniche, semplici ma efficaci, di raccolta, adduzione e distribuzione delle risorse idriche. Molte strutture sono ipogee, al fine di sfruttare le caratteristiche di isolamento termico del sottosuolo, e di ridurre l'effetto di evaporazione. Nell'ambito di tali strutture ipogee, quelle di maggiore estensione e con possibilità di accesso da parte dell'uomo, rientrano pertanto, nella classificazione tipologica delle cavità artificiali, a cura della relativa commissione della Società Speleologica Italiana (Bixio & Galeazzi, 2009a, 2009b; Parise *et al.*, 2013), nella categoria A – Opere idrauliche, e sono state più volte oggetto di studi e approfondimenti specifici, in Puglia e in altre zone del territorio italiano (Parise *et al.*, 2013b).

Come evidenziato dai casi di studio descritti nella presente nota (che rappresentano solo alcuni esempi della grande varietà di opere idriche in Puglia), le opere di idraulica antica sul territorio rappresentano una testimonianza di grande rilevanza per la storia e il costume delle locali popolazioni, oltre a essere spesso ancora funzionanti, nonostante siano state realizzate in epoche passate.

### BIBLIOGRAFIA

- ALEY T (2000), *Water and land-use problems in areas of conduit aquifers*. In: KLIMCHOUK AB, FORD DC, PALMER AN, DREYBRODT W (Eds.) *Speleogenesis. Evolution of karst aquifers*. National Speleological Society, Huntsville, Alabama, 481–484.
- AL-TAJEE TM (2012), *Kahrezes (Qanats) A ground water harvesting technology in arid and semi arid regions*. Proceedings of 3rd IWA Specialized Conference on “Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations”, Istanbul, 22-24 March 2012, 14-22.
- ARDITI G (1879), *La corografia fisica e storica della provincia di Terra d'Otranto*. Lecce.
- BAKALOWICZ M (2005), *Karst groundwater: a challenge for new resources*. Hydrogeology Journal, 13, 148-160.
- BAUER N, GIACOVELLI C (1983), *Il secolare problema dell'acqua a Noci*. Umanesimo della Pietra - Riflessioni, Martina Franca, 31-34.
- BENEDETTO L, LIPPOLIS V, BUONGIORNO V, MENICETTI M, PEDRALI L, PARISE M (2015), *La storia dell'Inghiotto della Masseria Rotolo (Pu 355), con particolare riferimento alla sua (ri)scoperta*. In: DE NITTO L, MAURANO F, PARISE M (Eds.), *Atti XXII Congresso Nazionale di Speleologia - Euro Speleo Forum 2015 “Condividere i dati”*, Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, ser. II, 29, 599-604.

- BIXIO R., GALEAZZI C. (Eds.) (2009a), *Le cavità artificiali 1: categorie e tipologie*. Progetto Power Point, Risorse Didattiche per la Speleologia e il Carsismo, 41, Società Speleologica Italiana, Bologna, <http://document.speleo.it/>.
- BIXIO R., GALEAZZI C. (Eds.) (2009b), *Le cavità artificiali 3: ambiti della ricerca*. Progetto Power Point, Risorse Didattiche per la Speleologia e il Carsismo, 43, Società Speleologica Italiana, Bologna, <http://document.speleo.it/>.
- BIXIO R., PARISE M., SAJ S., TRAVERSO M. (2007), *L'acquedotto sotterraneo di Gravina in Puglia "Sant'Angelo-Fontane della Stella"*. Opera Ipogea 1-2, 105-112.
- BRINKMANN R., PARISE M. (2012), *Karst environments: problems, management, human impacts, and sustainability. An introduction to the Special Issue*. Journal of Cave and Karst Studies, 74(2), 135-136.
- CAMPOBASSO V., OLIVIERI C. (1967) *Osservazioni preliminari sulla stratigrafia e sulla tettonica delle Murge fra Castellana Grotte (Bari) e Ceglie Messapico (Brindisi)*. Studi Geologici e Morfologici sulla Regione Pugliese, Università degli Studi di Bari, 2, 20 pp.
- CANORA F., FIDELIBUS MD., SCIORTINO A., SPILOTRO G. (2008), *Variation of infiltration rate through karstic surfaces due to land use changes: a case study in Murgia (SE Italy)*. Eng. Geol., 99, 210-227.
- CANTELLI C. (1994), *Misconosciute funzioni dei muretti a secco*. Umanesimo della Pietra, Martina Franca, 9, 21-27.
- CAPPELLO A. (1999) *Zollino: arte, società e cultura in un percorso storiografico*. Edizioni del Grifo, Lecce.
- CASTELLANI V. (2000), *Civiltà dell'Acqua*. Editorial Service System, Roma, 254 p.
- CASTELLANI V. (2001), *Acqua, acquedotti e qanat*. Opera Ipogea, 2/2001, 25-31.
- CE.RI.CA. (CENTRO RICERCHE CASTELLANESE) (1996), *Le inondazioni a Castellana*. Amministr. Comunale di Castellana-Grotte, 79 pp.
- CHIGA A., DURANTE P., GIAMMARUCO S. (Eds.) (2015), *Conservare l'acqua. Le pozze di Zollino*. Progetto In-Cul.Tu.Re, Editrice Salentina, 127 pp.
- CIARANFI N., PIERI P., RICCHETTI G. (1988), *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia Centro Meridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., 41 (1), 449-460.
- COLAMONICO C. (1917), *Le conche carsiche di Castellana in Terra di Bari*. Boll. Reale Soc. Geogr. It., fasc. IX-XII, 39 pp.
- CORSI P. (2006), *Aspetti economici e sociali nella Murgia sud-orientale in età medievale*. In: MARTELOTTA A. (ed.), *Dal Canale di Pirro al Canale delle Pile, tra storia e geografia*. Atti del Seminario di studio, Alberobello, 11 luglio 1997, Corpus Scriptorum Alberobellensium, 49-63.
- COSTANTINI A. (1988), *Del modo di conservare le acque e la neve. Pozze e neviere del Salento leccese*. Sallentum, Galatina, anno XI, n. 1-2, p. 71-88.
- DE GIORGI C. (1872), *Lecce e il suo territorio. Meteorologia*. Bari.
- DE GIORGI C. (1922), *Descrizione fisica, geologica e idrografica della Provincia di Lecce*.
- DELLE ROSE M., GIURI F., GUASTELLA P., PARISE M., SAMMARCO M. (2006), *Aspetti archeologici e condizioni geologico-morfologiche degli antichi acquedotti pugliesi. L'esempio dell'acquedotto del Triglio nell'area tarantina*. Opera Ipogea, 1-2, 33-50.
- DOGLIONI C., TROPEANO M., MONGELLI F., PIERI P. (1994), *Middle-Late Pleistocene uplift of Puglia: an "anomaly" in the Apenninic foreland*. Memorie della Società Geologica Italiana, 51 (1), 101-117.
- DURANTE P., GIAMMARUCO S. (2015), *Il progetto In-Cul.Tu.Re. e le pozze di Zollino: un percorso di ricerca per la conoscenza, la tutela e la valorizzazione*. In: CHIGA A., DURANTE P., GIAMMARUCO S. (Eds.) (2015) *Conservare l'acqua. Le pozze di Zollino*. Progetto In-Cul.Tu.Re, Editrice Salentina, p. 29-61.
- ESLAMIAN S., OKHRAVI SS., FAZIOLAH H., ESLAMIAN F. (2012), *Sustainable management of water resources with techniques of rainwater harvesting in ancient and present*. Proceedings of 3rd IWA Specialized Conference on "Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations", Istanbul, 22-24 March 2012, 252-258.
- FANIZZI A. (1984), *Conversano: il secolare problema dell'acqua, "i laghi"*. Umanesimo della Pietra, Martina Franca.
- FRISENDA S., BIMBO D. (1987), *Gli ultimi stagni delle Murge*. Umanesimo della Pietra, Martina Franca, 2, 34-36.
- FORD DC., WILLIAMS P. (2007), *Karst hydrogeology and geomorphology*. Unwin Hyman.
- L'ABBATE V. (1983), *L'ambiente geografico*. In: *Il territorio a sud-est di Bari in età medievale*. Museo Civico di Conversano, 17-27.
- L'ABBATE V. (1989), *Un parco archeologico-ambientale per la valorizzazione di Castiglione*. Umanesimo della Pietra, Martina Franca, luglio 1989, 73-78.
- LAUREANO P. (1993), *Giardini di pietra*. Bollati Boringhieri, Torino.
- LAUREANO P. (2001), *Water atlas. Traditional knowledge to combat desertification*. Bollati Boringhieri, Torino.
- LONGO G. (1969) *Osservazioni geomorfologiche sulla zona di Alberobello*. Arti Grafiche Angelini e Pace, Locorotondo.
- LOPEZ N., SPIZZICO V., PARISE M. (2009), *Geomorphological, pedological, and hydrological characteristics of karst lakes at Conversano (Apulia, southern Italy) as a basis for environmental protection*. Environmental Geology, 58(2), 327-337.
- MARTELOTTA A. (Ed.) (2006), *Dal Canale di Pirro al Canale delle Pile, tra storia e geografia*. Atti del Seminario di studio, Alberobello, 11 luglio 1997, Corpus Scriptorum Alberobellensium, 142 p.
- MAYS LW. (2012), *A brief history of cisterns in antiquity*. Proceedings of 3rd IWA Specialty Conference on "Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations", Istanbul, 22-24 March 2012, 244-251.
- PALMISANO P., FANIZZI A. (1992) *I laghi di Conversano: il fenomeno degli stagni stagionali dei territori carsici pugliesi*. Itinerari Speleologici, 6, 35-53.
- PARISE M. (2002), *Caratteri geologici e geomorfologici dei laghi carsici di Conversano (Murge di sud-est)*. Grotte e Dintorni, 3, 43-88.
- PARISE M. (2003), *Flood history in the karst environment of Castellana-Grotte (Apulia, southern Italy)*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 3 (6), 593-604.
- PARISE M. (2006), *Geomorphology of the Canale di Pirro karst polje (Apulia, Southern Italy)*. Zeitschrift für Geomorphologie, N.F., suppl. 147, 143-158.
- PARISE M. (2009), *Lakes in the Apulian karst (Southern Italy): geology, karst morphology, and their role in the local history*. In: MIRANDA FR., BERNARD LM. (Eds.) *Lake pollution research progress*. Nova Science Publishers Inc., New York, 63-80.
- PARISE M. (2011) *Surface and subsurface karst geomorphology in the Murge (Apulia, Southern Italy)*. Acta Carsologica, 40 (1), 79-93.
- PARISE M. (2012), *Management of water resources in karst environments, and negative effects of land use changes in the Murge area (Apulia)*. Karst Development, 2(1), 16-20.
- PARISE M., PASCALI V. (2003), *Surface and subsurface environmental degradation in the karst of Apulia (southern Italy)*. Environ. Geol., 44, 247-256.
- PARISE M., GUNN J. (eds) (2007), *Natural and anthropogenic hazards in karst areas: recognition, analysis and mitigation*. Geological Society of London, sp. publ. 279, 202 pp.
- PARISE M., SAMMARCO M. (2015), *The historical use of water resources in karst*. Environmental Earth Sciences, 74, 143-152.
- PARISE M., FEDERICO A., DELLE ROSE M., SAMMARCO M. (2003), *Karst terminology in Apulia (southern Italy)*. Acta Carsologica, 32(2), 65-82.
- PARISE M., BIXIO R., BURRI E., CALOI V., DEL PRETE S., GALEAZZI C., GERMANI C., GUGLIA P., MENECHINI M., SAMMARCO M. (2009), *The map of ancient underground aqueducts: a nation-wide project by the Italian Speleological Society*. Proceedings of 15th International Congress Speleol, Kerrville (Texas, USA), 3, 2027-2032.
- PARISE M., GALEAZZI C., BIXIO R., DIXON M. (2013a), *Classification of artificial cavities: a first contribution by the UIS Commission*. FILIPPI M., BOSAK P. (Eds.) Proceedings of 16th International Congress Speleology, 2, 230-235.
- PARISE M., MARANGELLA A., MARANÒ P., SAMMARCO M., SANNICOLA G. (2013b), *Collecting, transporting and storing water in karst settings of southern Italy: some lessons learned from ancient hydraulic systems*. Water Science Technol. Water Supply, 13(3), 674-682.
- PARISE M., RAYBAR N., ŽIVANOVIC V., MIKSZEWSKI A., KRASIC N., MÄDL-SZOŃYI J. & KUKURIC N., 2015, *Hazards in Karst and Managing Water Resources Quality*. In: Z. STEVANOVIC (Ed.), *Karst Aquifers – Characterization and Engineering*. Professional Practice in Earth Sciences, DOI 10.1007/978-3-319-12850-4\_17, Springer, 601-687.
- PIERI P., FESTA V., MORETTI M., TROPEANO M. (1997), *Quaternary tectonic of the Murge area (Apulian foreland - Southern Italy)*. Annali di Geofisica, 40 (5), 1395-1404.
- SAURO U. (1991), *A polygonal karst in Alte Murge (Puglia, Southern Italy)*. Zeitschrift für Geomorphologie, 35 (2), 207-223.
- SISTO P. (2006), *Il Canale delle pile e il fiume Cana tra storia, "letteratura" e leggenda*. In: MARTELOTTA A. (ed.), *Dal Canale di Pirro al Canale delle Pile, tra storia e geografia*. Atti del Seminario di studio, Alberobello, 11 luglio 1997, Corpus Scriptorum Alberobellensium, 65-77.
- SPANO B. (1965), *La greccità bizantina e i suoi riflessi geografici nell'Italia meridionale e insulare*. Pisa.
- TERZI M., PARISE M., FRISENDA S. (2000), *Studio e conservazione del sistema ecologico degli stagni temporanei endoreici del territorio di Conversano (Ba)*. Genio Rurale, 10, 40-48.
- TRISCIUZZI AS. (1989), *Il Canale di Pirro*. Fasano, 20, 67-74.
- WHITE WB. (1988), *Geomorphology and hydrology of karst terrains*. Oxford Univ. Press.
- WHITE WB. (2002), *Karst hydrology: recent developments and open questions*. Eng. Geol., 65 (2-3), 85-105.
- WILLIAMS PW. (1983), *The role of subcutaneous zone in karst hydrology*. J. Hydrol., 61, 45-67.
- WILLIAMS PW. (2008), *The role of the epikarst in karst and cave hydrogeology: a review*. Int. J. Speleol., 37(1), 1-10.

# Impianti idrici in siti di età romana, recentemente indagati, nel suburbio di Roma

DAVIDE IVAN PELLANDRA  
Archeologo  
E-mail: dpellandra@gmail.com

## Waterworks in sites of Roman age, recently investigated, in the suburb of Rome

Parole chiave (*key words*): cisterne romane (*roman waterworks*)

Nel corso degli ultimi anni, principalmente grazie ad interventi di archeologia preventiva, si è avuta la possibilità di indagare alcuni contesti di età romana nel suburbio di Roma in cui, oltre ai resti delle strutture in alzato, si è potuto ispezionare, indagare e quindi studiare articolati sistemi idrici ipogei (si ringrazia la ASSO onlus per la collaborazione, che ha permesso non solo l'ispezione in sicurezza, ma grazie alla esperienza maturata durante gli anni di lavoro sul campo, un confronto scientifico altamente stimolante): si tratta delle presenze archeologiche sulla collina di Prima Porta, a nord di Roma, e di ciò che resta di una villa rustica ubicata nell'*interland* sudorientale, su via di Tor Vergata (nel primo caso il sito è stato scavato sotto la direzione scientifica della dott.ssa Marina Piranomonte; per la villa di Tor Vergata la direzione scientifica è stata del dott. Roberto Cereghino, ovviamente in entrambi i casi della *Soprintendenza Speciale per il Colosseo e il Museo Nazionale Romano e l'Area Archeologica di Roma*, che ringrazio per l'opportunità fornitami).

### IL SITO DELLA COLLINA DI PRIMA PORTA

Il sito si trova al XIII chilometro della via Flaminia, presso il bivio tra via Giustiniana e via della villa di Livia, poche decine di metri a sudovest della Villa di Livia, a ridosso del fiume Tevere, in proprietà privata (all'interno del caseificio della Brunelli s.r.l.; Fig. 1). Fu oggetto di indagini già alla fine del secolo passato (E.M. Loretto, 1983; C. Calci e G. Messineo, 1984; G. Messineo, 1987a; id., 1987b): presenta i resti di strutture di età romana risalenti all'età repubblicana e imperiale, e un articolato sistema di gallerie che collegano tra loro cisterne ipogee e pozzi. Dal punto di vista geologico nella zona affiorano esclusivamente terreni di origine piroclastica, prodotti dall'attività esplosiva del centro vulcanico dei monti Sabatini; si tratta cioè di tufi litoidi e incoerenti, talvolta costituiti da lapilli e ceneri, alternati da sottili orizzonti di scorie e frammenti lavici, tufiti e sottili lenti alluvionali; questi suoli, alcune volte, si presentano in parte alterati; i fenomeni di alterazione hanno comportato una parziale argillificazione dei depositi vulcanici, a causa dell'azione

chimica delle acque dilavanti o di quelle di infiltrazione, che hanno attivato processi di decomposizione dei minerali.

Sulla sommità della collina si staglia una torre, nota come Torre di Prima Porta o Torre d'Orlando (P. Cacchiarelli e G. Cleter, 1875; G. Tomassetti, 1913; Th. Ashby, 1914).

Già molto prima della costruzione della torre la collina aveva suscitato interesse da parte dell'uomo e i materiali rinvenuti dagli scavi archeologici dimostrano una frequentazione del sito a partire dal VII secolo a.C. (ricordiamo un deposito di materiali ceramici di produzione veiente, una situla in bronzo, un frammento di *loutrophoros* di tipo apulo). La maggior parte dei materiali riferibili al periodo arcaico provengono da depositi ipogei, vere e proprie favisse.

La struttura principale era realizzata sulla sommità della collina: si tratta di una serie di ambienti incentrati su uno centrale, principale; la tecnica costruttiva messa in luce è in blocchi di tufo, ma l'alzato è conservato solo per pochi filari; restano conservati inoltre alcuni brani di pavimentazione, in cocciopesto,



Figura 1 – La collina di Prima Porta nel contesto del sobborgo attuale (foto aerea da Google Maps)

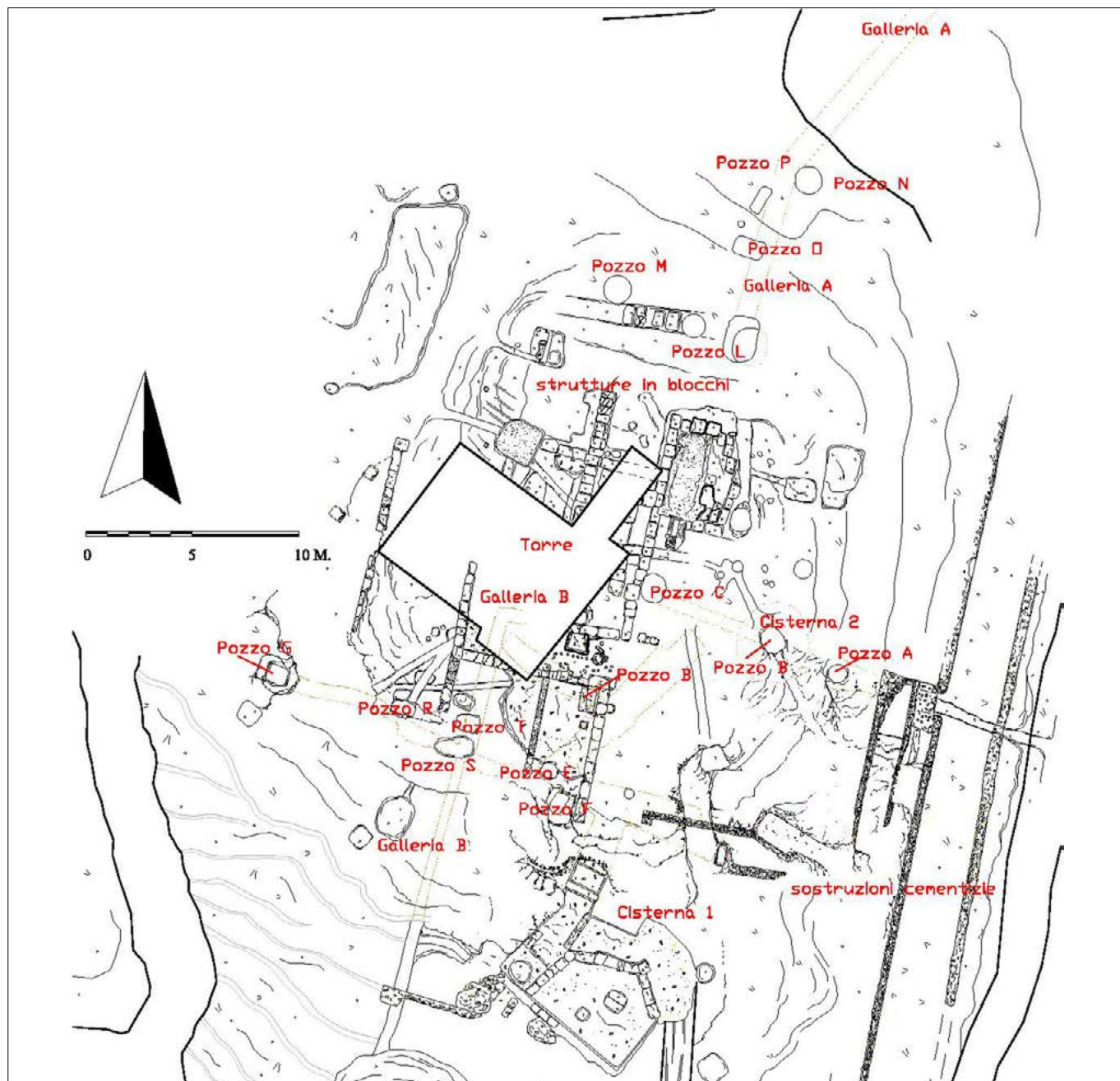


Figura 2 – Pianta area archeologica centrale della collina di Prima Porta (rilievo e disegno D.I.Pellandra)



Figura 3 – Pavimento in scutulatum dalle strutture romane sulla sommità della collina (foto D.I.Pellandra)

in *scutulatum* (Fig. 3) e in mosaico bianco nero, oltre a pochi lacerti dell'intonaco parietale. Appartenente ad una fase archeologica più recente, come si deduce dalla differente tecnica edilizia e dai materiali archeologici associati è un lungo muro di sostruzione in opera incerta, orientato nordest-sudovest; apparteneva ad un sistema di criptoportici voltati che sostruiva il versante orientale della collina consentendo l'accesso alla sua sommità attraverso un percorso coperto.

Sul versante sudoccidentale della collina si apre un complesso sistema di cisterne: si tratta cioè di gallerie e ambienti scavati nel banco tufaceo o pozzolanico, completamente rivestite di cocchiopesto, con varie fasi costruttive. La più articolata, la Cisterna 1 presenta un ambiente principale 'A', di pianta irregolare (7X5 m circa), parzialmente scavato nel banco, con il muro perimetrale nel versante



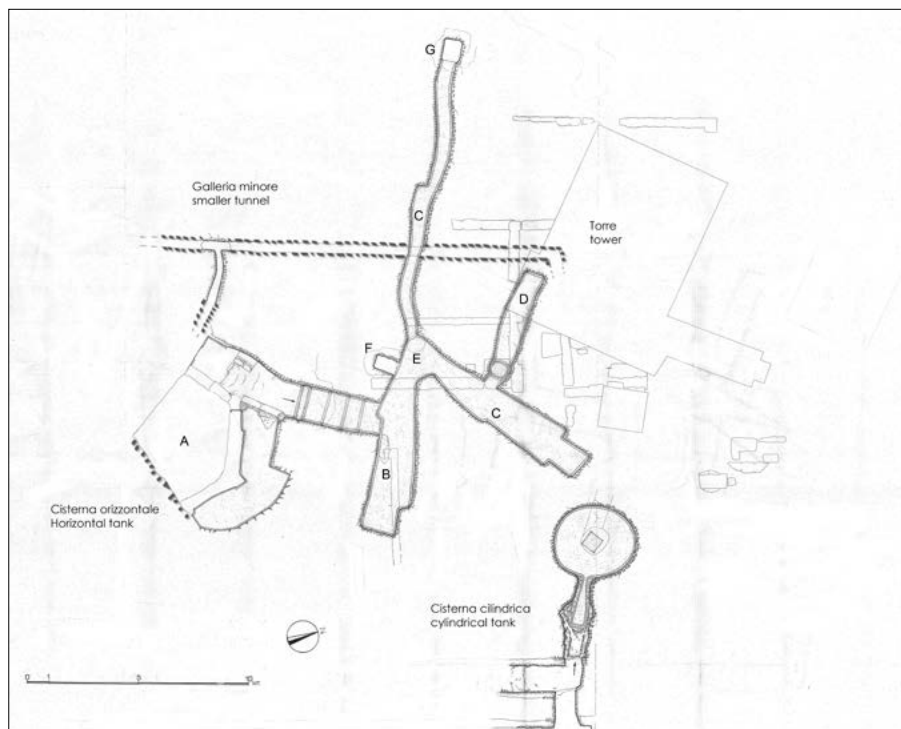


Figura 4 – Pianta schematica delle cavità ipogee principali (Elaborazione grafica D.I.Pellandra, disegno Studio Sabatini)



Figura 5 – Muro in blocchi e basi di colonne dell'ambiente A della Cisterna 1 (foto D.I.Pellandra)

nord occidentale in blocchi di tufo. La volta tufacea era sostenuta da colonne risparmiate dal banco, con basi quadrangolari e circolari, ora cadute (Fig. 5). In una seconda fase questo ambiente fu ristretto: interessante per la cronologia del manufatto il ritrovamento tra i materiali di riempimento di alcune monete che possono collocarsi tra la fine del IV e l'inizi del II secolo a.C. (si tratta di tre assi, un semisse, ed infine un quadrante). Dal lato settentrionale dell'ambiente 'A', rialzato di

quota rispetto al resto dell'ambiente in una seconda fase, si accede ad una breve scalinata, preceduta da un alto cordolo provvisto lateralmente dell'alloggio per una chiusa che poteva regolare il flusso dell'acqua. Si tratta di quattro ampi gradoni (90 pedata 30 cm alzata, l'ultimo ha un'alzata di 90 cm), che conducono ad una seconda sala, 'B', posta a circa 2 metri più in basso, lunga 9 metri, e larga 1,8. Nell'angolo orientale si trova un primo pozzo di adduzione, rettangolare (90X60 cm), il pozzo F; poco distante una galleria, 'C', lunga circa 14 metri, larga 60 cm, che si snoda in modo non perfettamente rettilineo in direzione nord-nord-est, al cui ingresso si trova un altro pozzo (E); termina in un secondo pozzo di adduzione, poco più ampio del precedente, provvisto di vasca di decantazione. L'ambiente 'B' prosegue in direzione nord-nord-est in un terzo ambiente, 'C', anch'esso lungo e stretto (circa 10 metri per 1,80), che si dirige verso il centro della collina; a circa metà del lato occidentale si apre, perpendicolare, un'altra galleria, 'D', lunga 5,5 m e larga mediamente 90 cm, con un terzo pozzo di adduzione, questa volta circolare, del diametro di 90 cm, con vasca di decantazione. Le volte di copertura sono ribassate nelle sale principali ed ad ogiva nelle gallerie. Inoltre gli angoli sono ovunque bordati da cordoli in cocciopesto.

Sul versante est della collina si apre un pozzo cisterna, che presenta un sistema completamente differente di mantenimento delle acque piovane: si tratta infatti di una grande vasca cilindrica, con fondo ovale (diametri 3,60-3,20 m), alta 3 metri, scavata nel tufo e rivestita di cocciopesto. Presenta una vaschetta di decantazione quadrangolare al centro (60X60 cm), in corrispondenza di un pozzo di adduzione; inoltre si apre a sudovest uno stretto corridoio, lungo 2,10 metri e largo 90 cm; sulla sua verticale si apre un secondo pozzo, che scende sino al fondo, rivestito in cocciopesto e dotato di pedarole (pozzo di manutenzione?). Questa cisterna risulta servita da un terzo pozzo, attraverso una galleria secondaria, che proviene da nord-est, lunga 5 metri, probabilmente di una fase successiva (Fig. 6).

#### POZZI

La collina di Prima Porta ha consentito di individuare molti pozzi, antichi e moderni, alcuni collegati con le cisterne, altri che arrivano sino alla falda acquifera.

*Pozzo A:* si tratta di uno dei pozzi della cisterna cilindrica, probabilmente utilizzato anche per accedervi e realizzare la manutenzione. Ha un diametro di 90 cm, e una profondità di 8,50 m; presenta 15 coppie di pedarole, ed è ancora parzialmente rivestito di cocciopesto.

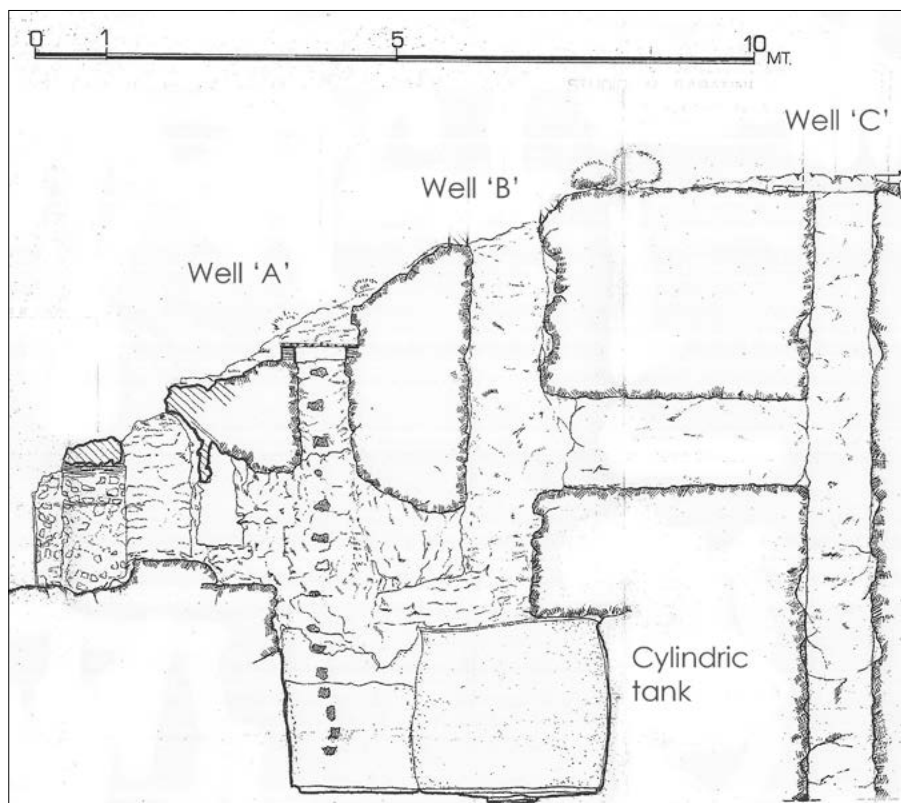


Figura 6 – Sezione della Cisterna 2 (Elaborazione grafica D.I.Pellandra, disegno Studio Sabatini)



Figura 7 – Pozzo G, all'interno della Cisterna 1 (foto D.I.Pellandra)

**Pozzo B:** è un altro dei pozzi di adduzione dell'acqua della cisterna cilindrica, del diametro di 120 cm, è profondo quasi 11 metri, con vaschetta di decantazione sul fondo. Il rivestimento impermeabile è presente solo negli ultimi 3 metri, ossia all'interno della cisterna cilindrica.

**Pozzo C:** è il terzo dei pozzi in comunicazione con la cisterna cilindrica, attraverso una galleria, lunga 5 metri e alta 120 cm, che corre 4 metri sotto il piano di calpestio attuale. Attualmente il pozzo arriva nell'area bagni e spogliatoi del complesso industriale per la produzione del formaggio sottostante (pecorino romano).

**Pozzo D:** è uno dei pozzi di adduzione dell'acqua alla cisterna più grande, con vaschetta di decantazione; risulta tappato e tamponato già in antico.

**Pozzo E:** è un altro dei pozzi che servono la cisterna maggiore, del diametro di 90 cm.

**Pozzo F:** un altro dei pozzi della cisterna maggiore, di pianta rettangolare (90X60 cm) è profondo 6 metri, con rivestimento in cocciopesto e vaschetta di decantazione.

**Pozzo G:** a pianta rettangolare (90X80 cm), sul fronte occidentale della collina, è uno dei pozzi di adduzione della cisterna maggiore, con vaschetta di decantazione (Fig. 7).

**Pozzo H:** Del diametro di circa 1 metro, è posto sulla sommità della collina, sul versante nord-est, profondo 30 metri, arriva sino alla falda acquifera, risulta interamente scavato nel banco tufaceo. Al momento dell'ispezione era chiuso con un grossi blocco tufaceo.

**Pozzo I:** si tratta di un pozzo di areazione moderno che si apre sul versante nord occidentale della sommità della collina, del diametro di 60 cm, che taglia l'estremità orientale del muro in blocchi di tufo, appartenente alle fasi più antiche dell'insediamento sulla collina.

**Pozzo L:** del diametro di 90 cm, si apre sul lato nord della collina, nei pressi della sommità.

**Pozzo M:** del diametro di 110 cm, intercetta parzialmente la galleria A.

**Pozzi di areazione e manutenzione della galleria maggiore:** si tratta di pozzi rettangolari, (60X150 cm il primo e il terzo, 90X60 il centrale), dotati di pedarole.

## GALLERIE

Per completezza di informazione va ricordata la presenza di due lunghe gallerie, scavate nel banco tufaceo o nelle argille stratificate: la prima, la galleria A, che si sviluppa dalla sommità della collina verso nord-nord-est, e la seconda, la galleria B, che al contrario si protende verso sud.

La Galleria A corre a circa 3 metri di profondità, in direzione nord-est, con una pendenza compresa tra gli 8 e i 15 gradi, prosegue per circa 80 metri, con una larghezza media di 90 cm. È completamente scavata nel banco tufaceo, che si presenta incoerente e alterato da argille alluvionali; presenta una volta leggermente ad ogiva, con un'altezza media che oscilla tra 180 e 170 cm (Fig. 8). Sono stati individuati e scavati 3 pozzi di manutenzione e areazione, rettangolari, serviti da pedarole (pozzi O, P e Q). Mentre l'estremità sud-occidentale non è stata ancora scavata completamente, l'estremità nord-orientale è cieca, probabilmente a causa dell'interruzione dei lavori già in antico. Il fondo non è pavimentato o rivestito di cocciopesto, come del resto anche le pareti, che mostrano ancora i segni delle asce e delle martelline di scavo (interessante nella zona di incontro di due squadre di lavoro, riscontrabile con inclinazione opposta dei segni del taglio del tufo, un leggero fuori asse della galleria e con altezze differenti della volta). Il cunicolo, nell'estremità sud-occidentale, era quasi completamente riempito di terra, ricca di materiale archeologico: si tratta per lo più di materiali riferibili alla fine del IV

inizi III secolo a.C. (tra essi ricordiamo numerosi pesi da telaio e piatti del tipo *genucilia*; M. A. Del Chiaro, 1957; foto 9) Al contrario il riempimento dell'estremità a valle era principalmente costituito di terra sterile, argillosa con schegge di tufo crollate dalla volta.

La seconda galleria, la B, solo parzialmente svuotata, è interamente scavata nel tufo: larga 60 e alta 180 cm, con copertura a volta, si presenta priva di pavimentazione e di rivestimenti parietali è molto simile alla galleria A, con cui, non è escluso, potrebbe collegarsi. Mentre l'estremità meridionale, oramai priva della copertura si perde sul costone sud della collina, poco dopo un piccolo diverticolo verso est, il proseguimento verso nord avanza verso il centro della collina, e dopo essere stato intercettato dal braccio occidentale della cisterna maggiore (C1), che però si snoda ad una quota inferiore, piega di 90° verso est (che la galleria non facesse parte dell'orga-



Figura 8 – La galleria A (foto D.I.Pellandra)



Figura 9 – Piatto tipo *genucilia* dalla galleria A (foto ASSO)



Figura 10 – Intersezione tra C1 e galleria B (foto D.I. Pellandra)

nizzazione interna della cisterna è dimostrato, oltre che dall'assenza di rivestimenti impermeabilizzanti, anche dai due muri cementizi che ne occludono il passaggio; Fig. 10). La galleria è inoltre intercettata da tre pozzi (R, S e T). Il riempimento, di tipo terroso, si fa molto compatto nei pressi dell'angolo nord-est, con maggiore presenza di grossi blocchi tufacei, e altri materiali edilizi di ributto.



Figura 11 – La villa di Tor Vergata (foto ASSO)

### LA VILLA RUSTICA DI VIA DI TOR VERGATA 426A (FIG. 11)

Il sito si trova nel settore sud est del *suburbium* romano, in un'area oramai densamente edificata, in cui sono state individuate numerosi insediamenti rustici risalenti all'età romana (per un confronto generale sulle ville romane nell'agro romano M. De Franceschini 205 e ovviamente l'Archivio Soprintendenza archeologica di Roma; lo scavo e la documentazione della villa è stata eseguita dalla dott.<sup>ssa</sup> Maria Helena Marchetti e dal sottoscritto). Dal punto di vista idrogeologico l'area appare contraddistinta dalla presenza di una grande quantità d'acqua, la cui abbondanza da sempre caratterizza la zona fin dalle epoche più antiche.

Un corso d'acqua principale (forse in epoca preistorica) scorreva nella parte centrale del terreno con orientamento est ovest all'interno di un alveo le cui sponde tufacee sono state individuate nel settore nord dello scavo. In seguito al sistematico riempimento dell'invaso fluviale, si formò un'altura leggermente sopraelevata ai cui margini scorrevano due fossi secondari nati in seguito all'abbandono del torrente principale.

Sugli strati di scorrimento fluviale fu realizzato un fitto sistema di irreggimentazione dei flussi d'acqua, costituito da una serie di

pozzi di forma rettangolare e circolare, tra cui uno di falda, alcuni cunicoli con orientamento nord sud e un reticolo di canalette a dispersione con copertura in blocchi irregolari di lahar, parallele tra loro, sulle pendici sudorientali del pianoro.

Tra la fine del IV e gli inizi del III sec. a.C. lo scavo archeologico ha messo in evidenza un primo nucleo insediativo, forse la prima villa rustica, di cui rimane una poderosa struttura in opera quadrata di blocchi rettangolari di cappellaccio che delimitano una serie di am-

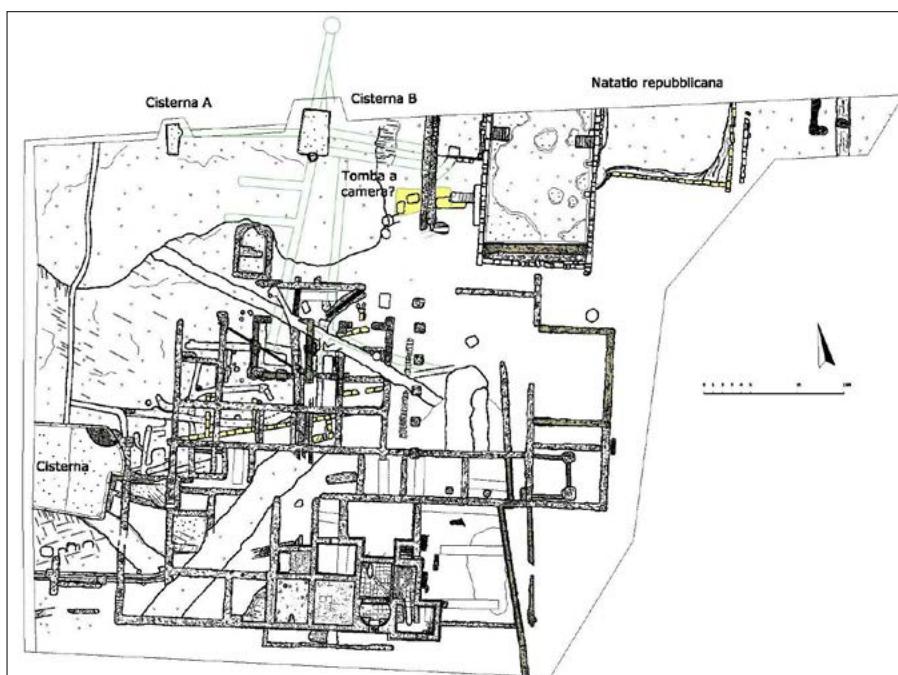


Figura 12 – Pianta fasi archeologiche principali (rilievo L.Della Torre, disegno D.I.Pellandra)

bienti quadrangolari (in giallo nella Fig. 12). Di questa fase è una grande *natatio* individuata presso l'angolo orientale del pianoro, utilizzata come grande collettore d'acqua e il limitrofo ambiente quadrato ipogeo, con rampa d'accesso di 8 gradini (per le caratteristiche costruttive della struttura, risulta suggestivo ipotizzare che possa essere la tomba a camera di uno dei proprietari della villa, ma è altrettanto probabile che possa trattarsi semplicemente di un'area sotterranea destinata alla conservazione di alimenti o al ricovero di strumenti e attrezzi). In epoca augustea si assiste ad una rinnovata attività edilizia e nella ristrutturazione della villa si realizza una nuova *natatio*, di dimensioni ridotte rispetto a quella più antica, con tecnica edilizia in opera reticolata (in verde nella Fig. 12).

A questa fase di frequentazione del pianoro appartiene anche l'edificazione della poderosa cisterna ipogea a pettine: sul versante nord est dell'area di scavo si trova infatti un organizzato sistema di cisterne orizzontali, gallerie che si articolano al di sotto delle strutture della villa, e che fanno capo a due vasche-cisterne verticali, A, più piccola (Fig. 13) e B più grande (Fig. 14). Tutte le gallerie e le cisterne sono rivestite da cocciopesto alle pareti, spesso 3 cm, con cordolo orizzontale e verticale agli angoli, largo e alto 10-12 cm;



Figura 13 – Cisterna A pedarole e segno livello acqua (foto ASSO)

sulle pareti sono evidenti le tracce lasciate dal livello dell'acqua. Le gallerie sono larghe tra 85 e 90 cm, e alte poco più o poco meno di 1,80 cm, con volta a botte (eccezione è la galleria 1a alta poco meno di 1,50 m). Il sistema sembra essere centrato sulla cisterna B, di pianta quadrangolare, (2,50 e 3 m i lati corti, 4,5 quelli lunghi), con piccola nicchia che costituisce il bordo di un pozzo; presenta il

pavimento in cocciopesto. Da questa cisterna si diramano 5 gallerie: la galleria 1, dal lato breve nordorientale, è lunga poco più di 10 metri, e termina in un pozzo, dotato di pedarole, tagliato nel tufo, del diametro di 90 cm. A 2,90 metri dall'ingresso della galleria 1 si

diparte la galleria 1a, sopraelevata di 1,60 cm dal piano di calpestio, e orientata verso lo spigolo nordest della cisterna B, in cui sbucca. La galleria 1a potrebbe aver funzionato da troppo pieno, visto che la pendenza è verso il centro della cisterna B (Fig. 15).



Figura 14 – Cisterna B, con gli ingressi alle gallerie (foto ASSO)

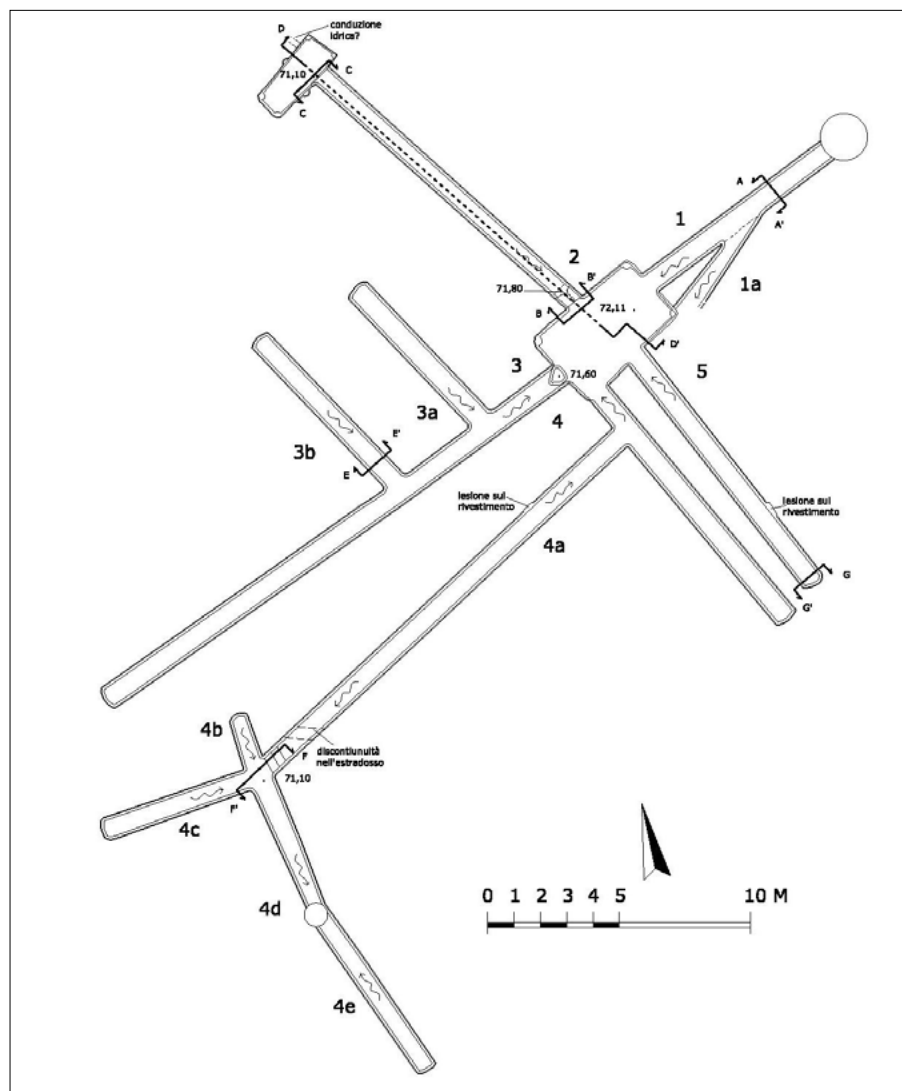


Figura 15 – Pianta cisterna a pettine (rilievo e disegno D.I. Pellandra)

La galleria 2, che si apre al centro della parete nordovest della cisterna B, costituisce il collegamento con la cisterna A: lunga 12,70 m, presenta un muretto alto 75 cm, su cui probabilmente passava una conduzione idraulica (Fig. 16), sottratta al momento dell'abbandono o portata via in seguito. Inoltre la pavimentazione ha una pendenza verso la galleria B, con una quota nei pressi dell'ingresso di 30 cm inferiore.

La cisterna A, di pianta quadrangolare (lati brevi 1,10 a sudovest, 1,30 a nordest, lati lunghi 3,10 m), ha il piano pavimentale di un metro più profondo dell'altra e presenta pedarole sui lati lunghi.

L'ingresso alla galleria 3, sul lato sudovest della cisterna B, è preceduto da una vaschetta di decantazione, a pianta triangolare con angoli arrotondati, interamente rivestita di cocciopesto e con cordoli perimetrali, profonda 50 cm. E' probabile che questo fosse uno dei punti per attingere acqua dall'esterno. La galleria è lunga 21 metri, e presenta sul lato nord, due ulteriori bracci, paralleli, distanti 3 metri tra loro: la galleria 3a, lunga 6,90 m e la 3b, lunga 7,50; entrambe hanno i pavimenti con una lieve pendenza verso la galleria 3, che a sua volta ha una pendenza verso la cisterna A.

La galleria 4, la più articolata, si apre nell'angolo sud della cisterna B, per una lunghezza totale di 11,09 metri, e una pavimentazione pendente verso l'interno; dopo appena 1,35 m si apre ad ovest la galleria 4a, lunga 17,60 m, con pavimentazione inclinata verso l'interno, per poi cambiare e dirigersi verso tre gradini (Fig. 17), che la mettono in comunicazione, con uno sbalzo di quota di circa 100 cm, con le gallerie 4b, 4c e 4d, che si



Figura 17 – Galleria 4a con 3 gradini (foto ASSO)



Figura 18 – Cisterna a pettine, galleria 5 (foto ASSO)

irraggiano sui quattro lati. L'estradosso della volta, circa 2 metri prima dei gradini, ha una discontinuità, come una rientranza, larga 45 cm: molto interessante notare che questa sia in corrispondenza con una canaletta che corre sopra la superficie tufacea nell'area dell'edificio principale. La galleria 4b, lunga appena 1,80 metri, prosegue in direzione nord, mentre la 4c, lunga 5,85 m, si dirige verso ovest, continuazione della 4a; sia la 4b che la 4c presentano un piano inclinato verso l'interno. La galleria 4d, si dirige verso sud, per una lunghezza di 4,30 m, sino ad incrociare un pozzo circolare, con pedarole, tagliato nel tufo, del diametro di 100 cm; da qui parte l'ultima galleria, la 4e, lunga 7,10 m e orientata a sud est ancora quasi completamente interrata. La pendenza dei pavimenti delle 4d e 4e è verso il pozzo circolare.

Infine, parallela alla galleria 4, si apre sulla parete est della cisterna B la galleria 5, lunga 10,59 m, con la pavimentazione pendente verso il centro (Fig. 18).

La datazione delle fasi finali di utilizzo di questa articolata cisterna si può desumere dalla ceramica rinvenuta durante lo scavo archeologico, grazie al rinvenimento di due lucerne datate al V sec. d. C. negli strati più recenti di riempimento della vasca A.

In epoca flavia il nucleo principale della villa venne ulteriormente ampliato e ristrutturato; in questa fase si assiste alla costruzione di un piccolo impianto termale, databile all'età adrianea (come dimostra un marchio di fabbrica sul pavimento dell'ipocausto), con una fase di restauro e ristrutturazione avvenuta all'inizio del III sec. d. C.

Il graduale e progressivo declino della villa inizia già verso la fine dello stesso secolo: a quest'epoca risalgono infatti le 7 tombe, posi-

zionate a ridosso dei muri di alcuni ambienti periferici, anche se sono documentate minori attività edilizie che riutilizzano nel conglomerato cementizio elementi decorativi marmorei e edilizi appartenenti alle fasi più antiche.

Il rinvenimento durante lo scavo di frammenti di lastre Campana e di un lucerna monumentale insieme a altri oggetti di notevole pregio artistico avvalorano l'ipotesi che la villa sia appartenuta, almeno per un periodo, ad un personaggio eminente della borghesia romana del I secolo: il proprietario potrebbe essere proprio quel *Caius Fonteius Agrippa* della *gens Fonteia* originaria di *Tusculum*, il cui nome è riportato sulla *fistula plumbea* trovata negli strati di riporto nell'area del piccolo peristilio.

## BIBLIOGRAFIA

- ASHBY Th. (1914), *La campagna romana al tempo di Paolo III*, Archivio di Stato vol. 433, Città del Vaticano.
- CACCHIATELLI P., CLETER G. (1875), *Le scienze e le arti sotto il pontificato di Pio IX*, II tav. 73, Roma.
- CALCI C., MESSINEO G. (1984), *La villa di Livia a Prima Porta*, Lavori e studi di archeologia pubblicati dalla Soprintendenza Archeologica di Roma 2, Roma.
- DE FRANCESCHINI M. (2005), *Ville dell'agro romano*, L'Erma di Bretschneider, Roma.
- DEL CHIARO M. A. (1957), *The Genucilia Group: a Class of Etruscan Red-figured Plates (University of California Publications in Classical Archaeology, III, 4)*, Roma.
- LORETTI E.M. (1983), in *Bollettino Comunale LXXXIX*, pp. 188 e 189, Roma.
- MESSINEO G. (1987a), *La Torre di Prima Porta*, in *Quaderni del Centro di Studio per l'Archeologia Etrusco-Italica*, 14, Roma.
- Id. (1987b), *La Torre di Prima Porta*, in *Archeologia Laziale VIII*, pp. 130 ss., Roma.
- TOMASSETTI G. (1913), *La Campagna Romana antica, medioevale e moderna*, III, p. 259, Roma.



Figura 16 – Cisterna a pettine, galleria 2 muretto (foto ASSO)

# I Regi Lagni: da opera di bonifica rurale a *network* fognario

## The Regi Lagni: from rural reclamation work to a sewage network

RAFFAELE PICA

CARMINE MINOPOLI

ALFREDO TROCCIOLA

ENEA – Dipartimento Sostenibilità dei sistemi produttivi e territoriali (SSPT)  
E-mail: raffaele.pica@enea.it

Parole chiave (*key words*): Regi Lagni, Depurazione (*Wastewater treatment*), Bonifica (*Remediation*)

### INTRODUZIONE

I Regi Lagni erano un'opera di bonifica borbonica essenzialmente costituita da un reticolo di canali scavati nella terra per drenare le acque di un territorio spesso paludoso. Il bacino di influenza si estendeva su un'area di circa centomila ettari, attraversando il cuore produttivo delle province di Napoli e Caserta. L'opera di canalizzazione delle acque di scolo dei terreni, così come realizzata dal Vicereame spagnolo agli inizi del 1600, è stata profondamente trasformata a partire dalla metà del secolo scorso. Per più di 400 anni la bonifica aveva messo fine al problema secolare delle inondazioni del fiume Clanio nella "Campania Felix" e mitigato la malaria nell'entroterra. La fertile pianura a nord del capoluogo campano traeva beneficio da quest'opera di ingegneria idraulica con attività agricole e zootecniche uniche per pregio ed abbondanza. Oggi quest'ampia zona della Piana Campana a sud del fiume Volturno è in gran parte antropizzata e densamente popolata.

Per chi arriva da Roma con la linea ferroviaria ad alta velocità il paesaggio rurale dei Regi Lagni appare all'altezza di Capua allorché si attraversa il Volturno, una doppia fila di pini marittimi costeggia gli argini dell'asta idrica maggiore del canale di bonifica, accompagnando il viaggiatore a sud fino alle porte di Napoli. Quello che appare è uno dei più gravi disastri ambientali del contesto europeo. Il lascito dei Borboni si è trasformato in un veicolo di liquami e rifiuti con pesanti riflessi anche sull'inquinamento del mare e delle zone lacustri del Litorale Domizio. Gli argini dei canali e la battaglia alla foce mostrano i segni di ingenti sversamenti e contaminazioni, tanto che le acque dei canali appaiono spesso come fogne o scariche a cielo aperto, più che corsi d'acqua meteorica drenata dai campi coltivati.

Nel 1973 l'infezione colerica giustificò pesantissimi interventi sul territorio, per il riassetto igienico sanitario dell'area, l'opera borbonica fece da impianto di base per un progetto di raccolta e trattamento di reflui fognari che non ha avuto eguali nella storia d'Italia. Il paesaggio fluvio-lacustre ed i canali in terra furono sacrificati, vennero realizzati

cinque "mega depuratori" ed un complesso *network* fognario, che avrebbe dovuto sanare "una volta per sempre" la situazione e permettere ai napoletani di tornare al mare nel loro golfo.

L'ENEA ha effettuato studi su quest'area sin dal 2001, analizzando il territorio e valutando lo stato funzionale degli impianti di depurazione e lo stato di contaminazione delle acque. L'indagine ha messo in luce una serie di problematiche che delineano uno stato critico del sistema. La crisi delle scariche di rifiuti si riflette in maniera drammatica anche su questo sistema idrico; i materiali solidi che si estraggono dall'acqua (sabbie, fanghi ecc.) nel processo di depurazione devono essere trattati con approcci diversi da quanto fatto fin ora, affrontando la sostenibilità del ciclo di trattamento.

### CENNI STORICI SULLA BONIFICA DELLA PIANA CAMPANA A NORD DI NAPOLI

In epoca antica l'area a nord di Napoli, nota come Litorale Domizio, conobbe periodi di grande sviluppo; tracce di diversi insediamenti sono databili già in epoche preistoriche. Gli insediamenti interessavano i rilievi costieri dal Monte Massico ai Campi Flegrei (Fig. 1).

A partire dal I secolo dopo Cristo l'imperatore Domiziano apre una nuova arteria viaria distaccando dalla Via Appia un importante asse in grado di collegare le colonie marine insediatesi tra *Sinuessa* e *Puteoli*. Fino ad allora la via Appia piegava verso l'interno, dopo aver superato il Garigliano tra le Colonie di *Minturno* e *Sinuessa*, puntando in direzione di Sessa Aurunca e Capua. La *Regina Viarum* in questa zona si teneva a ridosso dei primi rilievi appenninici del casertano e poi del beneventano, costeggiando le alture prospicienti al mare. Infatti, nella vasta zona del bacino inferiore del Volturno una palude mefitica rendeva la zona malsana e difficilmente abitabile. La colonizzazione romana si limita così alle zone limitrofe al litorale, i nuclei abitati interni rimangono isolati per tutto il medioevo. Infatti, a partire dalle più antiche testimonianze letterarie, *Neapolis* è citata con il corso del torrente Clanio, che lambendo il sito nella sua parte nord separa la fascia marittima dall'*Ager Campanus*.

Dopo l'anno mille la città di Napoli, sotto il regno Svevo e Angioino e successivamente durante la dominazione spagnola, aveva avuto un grande sviluppo; basti pensare che la popolazione tra il 1500 ed il 1650 era più che

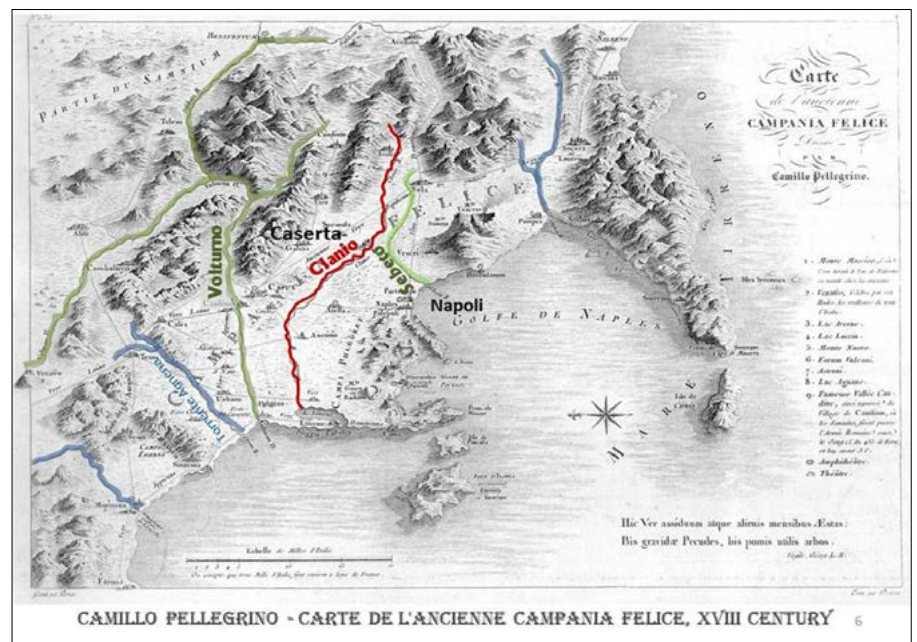


Figura 1 – Carta della Campania Felice del XVIII secolo con indicazione dei principali corsi d'acqua a nord della città di Napoli

raddoppiata, passando da 120 mila ad oltre 300 mila abitanti.

Uno stato di precaria sopravvivenza rendeva non più procrastinabile la soluzione di quei problemi strettamente connessi con la disponibilità ed il controllo della parte più fertile delle Campania Felix.

L'attuazione del programma di bonifica di Terra di Lavoro, fu così in parte sollecitata dalle gravi carestie e epidemie di malaria e colera succedutesi nell'ultimo decennio del Cinquecento.

La Bonifica dei Regi Lagni rimase tra le maggiori imprese agrarie realizzate nel meridione d'Italia, essa fu possibile grazie ad una sostanziale uscita da forme di governo feudali in grado di apportare linfa ai progetti di risanamento idraulico che, per loro stessa natura, si basano su "grandi regie", sia in termini di mezzi e capacità progettuali sia per il loro mantenimento.

Il Bacino Idrografico disponibile per la bonifica aveva un'estensione di oltre centomila ettari, in gran parte pianeggiante, disteso per circa 60 km in direzione Est-Ovest, delimitato a settentrione dai rilievi che da Caserta, Maddaloni, il baianese ed il nolano arrivano fino al Vallo di Lauro, a meridione dal versante Nord dall'edificio vulcanico del Somma Vesuvio.



Figura 2 – Antico paesaggio rurale dei Regi Lagni ai primi del '900 (da internet)

A partire dalla seconda metà del 1500, dopo la strage causata dall'epidemia di peste che nel 1529 aveva provocato a Napoli oltre 60.000 morti, Don Pedro de Toledo aveva dato un nuovo impulso allo sviluppo della città ordinando di tracciare la nuova rete di canali per la regimentazione del torrente Clanio. L'incarico viene conferito al famoso architetto Domenico Fontana e a suo figlio Giulio Cesare dal Conte di Lemos, Pedro Fernandez de Castro. Si decide così di trasformare l'alveo na-



Figura 3 – Schema della suddivisione comprensoriale realizzata dalla Cassa per il Mezzogiorno le acque reflue nell'area a Nord di Napoli

turale, esistente tra Acerra e Vico del Pantano, da sinuoso a rettilineo, approfondendo il letto dei canali da cinque ad otto palmi (da 1.31m a 2.12 m). Già da questi primi lavori appare la difficoltà di creare un efficiente sbocco a mare delle acque. Infatti all'altezza del lido di Litterno "il fiume essendo costretto dall'impeto del mare e dalle dune sabbiose ad impaludarsi piegava verso sud e, poi, tramite tortuosi rivoli di scarsa pendenza e perennemente ostruiti dalle reti e dagli sbarramenti dei pescatori, proveniva faticosamente nel Lago di Patria".

Si evidenzia inoltre la difficoltà di gestire i canali di bonifica essendo invalso l'uso di rompere gli argini per alimentare maceri, mulini e parate per la pesca. In considerazione di ciò nella prima metà dell'800, subito dopo la nascita del Regno delle due Sicilie, Re Ferdinando I emanò il 19 novembre 1817, uno speciale regolamento di polizia per i Regi Lagni che rimase in vigore fino alla caduta del regno.

Nella seconda metà dell'800, il bacino inferiore del Volturno e la sua bonifica, costituiscono un importante impegno di spesa per i governi, nonché una notevole fonte di reddito. Le colmate del Volturno, ricche di torbide, permettevano un veloce innalzamento del livello del terreno, così ad esempio tra il 1846 ed il 1850 furono bonificati ulteriori 17.878 ettari nell'area dei Regi Lagni, quadruplicando il valore delle rendite agrarie di quelle zone.

Un assetto relativamente stabile della bonifica dei Regi Lagni si ebbe con il taglio della duna costiera all'altezza di Villa Litterno. Le opere, completate nei primi del '900, posizionarono la foce del Canale principale così rettificato molto a nord rispetto al Lago Patria, laddove il torrente Clanio in antico finiva di

impaludarsi. Questo nuovo sbocco se da un lato permetteva di allontanare le acque dai territori depressi che da Villa Litterno si estendono fino al Lago Patria, sbarrava la strada alle esondazioni del Volturno. I terreni sulla sponda sinistra dei Regi Lagni perdono così importanti apporti sedimentari.

In verità agli inizi del '900 vi fu un tentativo di costruire un sifone per permettere alle acque del Volturno di raggiungere l'area della Campagna Vicana, verso Cuma; si progettò di realizzare un apposito canale detto "Diversivo Vicano" capace di una portata di 250 m<sup>3</sup>/s. Il canale doveva permettere la colmata di un'ampia zona che i Borboni avevano inteso lasciare palustre, anche per spostare in quelle zone le attività che arrecavano maggior danno al funzionamento dell'opera di bonifica (macerazione della canapa, sbarramenti per la pesca, irrigazione dei campi ecc.). Le opere per la costruzione del Diversivo, seppur progettate ed appaltate, vennero presto abbandonate e si rinunciò al concetto di bonifica per colmata a favore di quella mediante l'uso di idrovore.

Nel corso della prima metà del '900 la crescita e l'infittimento della rete di canali aveva restituito alla Campania Felix un paesaggio agricolo ordinato e fruttifero in grado di ottenere fino a tre raccolti all'anno. Anche la vite, generalmente estranea all'ambiente paludoso veniva abbondantemente coltivata "maritandola" tra i filari di pioppi (Fig. 2).

## LA TRASFORMAZIONE DEI REGI LAGNI NEL SECONDO DOPOGUERRA

L'assetto agricolo dell'area della Terra di Lavoro viene stravolto nel secondo dopoguerra dalla forte speculazione edilizia che att-

naglia l'area metropolitana di Napoli a partire dagli anni '50. Le prime avvisaglie si erano avute con i grandi progetti di riqualificazione edilizia che aggrediscono senza soluzione di continuità il Litorale Domizio, dal Lago Patria fino a Minturno al confine con il Lazio.

L'infezione colerica che colpisce nell'estate del 1973 la città di Napoli, innesca una fase di pesante trasformazione per i Regi Lagni; viene varato il Grande Progetto di Disinquinamento del Golfo di Napoli dalla Cassa per il Mezzogiorno (PS3 CASMEZ). L'area a nord di Napoli viene suddivisa in sei grandi comprensori sostanzialmente "appoggiando la rete dei collettori" alla rete di canali tracciati dai Borboni due secoli prima (Fig. 3).

I fondi del terremoto irpino del 1980 autorizzano in regime di urgenza una pesante opera di urbanizzazione infrastrutturale. Tra i principali interventi vi è il rifacimento del canale principale dei Regi Lagni; esso viene completamente cementificato, innestandovi una serie di collettori fognari per lo scarico dei reflui trattati o dei bypass dei "mega depuratori" e per il convogliamento a mare delle acque di pioggia drenate sia dalle zone agricole che dai centri urbani. Avviene così che reflui fognari ed acque di drenaggio si mescolano in maniera incontrollata. La rete dei collettori fognari raccolti nel canale principale dei Regi Lagni, secondo quanto emerge dalle indagini dell'ENEA del 2010, supera i cento Comuni dell'hinterland napoletano. La portata stimata delle sole acque fognarie equivalenti di oltre 3 milioni di Abitanti Equivalenti (1 Ab. Eq. corrisponde ad una portata idrica di acque fognarie pari a 200 litri / giorno).

La rete di depuratori "agganciati" ai Regi Lagni costituiscono una delle maggiori infrastrutture di raccolta e trattamento fognario realizzato in Italia; gli impianti occupano complessivamente una superficie di circa 170 ettari della piana bonificata. Il canale principale che raccoglie lo scarico dei depuratori viene cementificato per una lunghezza di 56 km e suddivisa la sezione idrica in 18 tratti, con capacità di portata variabile tra i 120 m<sup>3</sup>/s nei tratti a monte ed i 618 m<sup>3</sup>/s nel tratto a maggior larghezza a valle (Fig. 4).



Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale

Delibera di Comitato Istituzionale n. 1 del 23 febbraio 2015

### PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Sez.	Tratto	$Q_{T=50}$ (m <sup>3</sup> /sec.)	$hu_{T=50}$ (m)	$f_{T=50}$ (m)	$Q_{max}$ (m <sup>3</sup> /sec)
1	Tratto 0-I	94,70	4,60	0,50	120,00
			4,31	0,79	143,00
			4,18	0,92	152,00
18	Tratto 17-XVII	568,50	insuff.		482,00
			4,03	0,02	568,00
			3,90	0,15	618,00

$Q_{T=50}$ : portata al colmo di piena corrispondente ad un periodo di ritorno  $T = 50$  anni;

$hu_{T=50}$ : tirante di moto uniforme corrispondente alla portata  $Q_{T=50}$ ;

$f_{T=50}$ : franco di sicurezza relativo alla portata  $Q_{T=50}$ ;

$Q_{max}$ : massima capacità di convogliamento della sezione.

Figura 4 – Caratteristiche idrauliche del canale principale dei Regi Lagni

Si tratta di un'opera di ragguardevoli dimensioni e pregio, basti pensare che lungo i suoi 56 km il canale compie un salto di poco più di trenta metri tra la sezione di monte e lo sbocco a mare. Il canale si presenta infatti a debole pendenza lungo tutto il suo corso, con sezioni trapezoidali in gran parte del suo sviluppo, mentre nell'ultimo tratto alla foce la sezione è di tipo rettangolare, laddove la scarsissima pendenza impone un rapporto larghezza del canale altezza delle sponde di circa 1/20 (Fig. 5).

L'ENEA ha analizzato le problematiche ambientali nell'area del Litorale Domizio con progetti di ricerca che hanno coperto un periodo significativamente lungo dal 2000 al

2010, analizzando in particolare il malfunzionamento dei depuratori. Dalle indagini emerge che il mancato completamento degli allacci fognari di molti insediamenti abitativi e produttivi rende molto critica la situazione delle acque interne ai canali e di quelle marine lungo il Litorale Domizio, come tra l'altro riportato dai dati della Regione Campania nella seguente Figg 6 e 7.

Le immagini del profondo degrado dei Regi Lagni mostrano che uno dei più bei paesaggi rurali del territorio campano, nato dall'acqua, si è trasformato in pochi decenni, a causa dell'incuria e della mala gestione, in una delle problematiche ambientali più pesanti del contesto europeo: la Terra dei Fuochi.

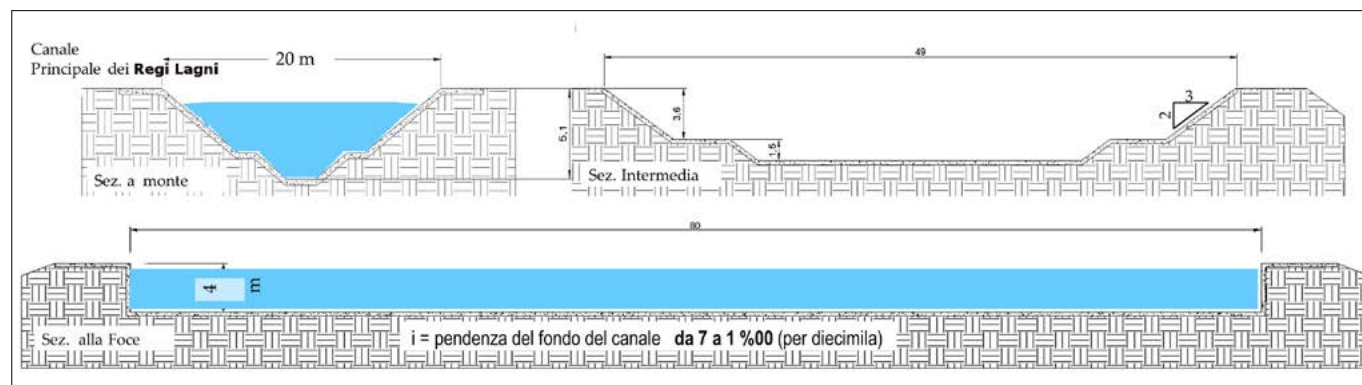


Figura 5 – Sezioni idriche dei principali tratti del canale dei Regi Lagni





## GRANDE PROGETTO RISANAMENTO AMBIENTALE E VALORIZZAZIONE DEI REGI LAGNI

\*D.M. 30 marzo 2010, allegato F, tab. 2: il D.M. 30 marzo 2010 all'art. 6 prevede che "Le Regioni e le Province autonome trasmettono per via telematica le informazioni di cui all'art. 4, comma 2, del decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116, utilizzando i modelli di cui agli allegati E ed F, disponibili nel Portale Acque del Ministero della salute".

PROVINCIA	COMUNE	DENOMINAZIONE	LUNGHEZZA (MT)	CLASSIFICAZIONE 2013 (D.Lgs 116/08)	CLASSIFICAZIONE 2014 (D.Lgs 116/08)	CLASSIFICAZIONE 2015 (D.Lgs 116/08)
Caserta	CASTEL VOLTURNO	Foce Volturno	1907	Non balneabile	Non balneabile	Non balneabile
Caserta	CASTEL VOLTURNO	Regi Lagni	1179	Non balneabile	Non balneabile	Non balneabile
Caserta	CASTEL VOLTURNO	Porto - Darsena Coppola	1100	Non balneabile	Non balneabile	Non balneabile
Napoli	POZZUOLI	Porto	830	Non balneabile	Non balneabile	Non balneabile
Napoli	BACOLI	Foce centrale Fusaro	211	Non balneabile	Non balneabile	Non balneabile
Napoli	BACOLI	Porto sud	1.841	Non balneabile	Non balneabile	Non balneabile
Napoli	BACOLI	Porto	1.791	Non balneabile	Non balneabile	Non balneabile
Napoli	BACOLI	Parco sommerso di Baia	644	Non balneabile	Non balneabile	Non balneabile

Figura 6 – Dati sull'inquinamento marino nell'area allo sbocco dei Regi Lagni tra gli anni 2013 ed il 2015



Figura 7 – Depuratori realizzati dalla Cassa per il Mezzogiorno nell'area dei Regi Lagni



Figura 8 – Canale principale dei Regi Lagni nell'area della Terra dei Fuochi

### BIBLIOGRAFIA

- CASCELLA S., RUGGI M.G., (2016), *Inquadramento storico dell'area archeologica di Sinuessa in Campania*, Riv. Energia Ambiente Innovazione, n. 4 pag. 42, Ed. ENEA.
- FIENGO G. (1988), *I Regi Lagni e la Bonifica della Campania Felix durante il Vicereame spagnolo*, Leo S. Olchki Editore, Firenze.
- CIASCA R. (1928), *Storia delle bonifiche del regno di Napoli*, Editore Laterza & Figli, Bari.
- AFAN DE RIVERA C. (1847), *Memoria intorno al bonificamento del bacino inferiore del Volturno*, Stamperia del Fibreno, Napoli.
- GUERRA C. (1913), *Le fondazioni a Palificata per la Grande Tomba a Sifone sui Regi Lagni*, Opuscoli di Architettura tecnica, Roma.
- PICA R. et al. (2016), *La bonifica dei Regi Lagni in Campania, problematiche nella gestione di reti di trattamento delle acque reflue in contesti critici*. Da Atti del Convegno Ecomondo (pp. 356-362); Maggioli Editore.

# Roma (XIV Municipio, ex XIX) Località Quartaccio di Torrevecchia Via Valle dei Fontanili. Cisterne monumentali

MARIA CRISTINA RICCI  
Collaboratore Archeologo Soprintendenze Statali  
ed Enti Locali  
E-mail: mariacristina.ricci@yahoo.it

LEONARDO SCHIFI  
Collaboratore Archeologo Soprintendenze Statali  
ed Enti Locali  
E-mail: leonardo.schifi@yahoo.it

## Rome (XIV District, ex XIX). Quartaccio of Torrevecchia Place. Via Valle dei Fontanili. Monumental Cisterns

Parole chiave (*key words*): cisterne (*cisterns*), pozzi (*pits*), cunicoli (*water narrow tunnels*), canali (*irrigation canals*), scavi archeologici (*archaeological excavations*)

Durante i mesi di novembre 2000 e gennaio 2001 sono stati eseguiti per conto del Comune di Roma, sotto la direzione scientifica del Funzionario di zona, dr.ssa Rita Santolini Giordani (Santolini Giordani, 2006), della Soprintendenza Archeologica di Roma, sondaggi di prospezione archeologica nell'area destinata alla realizzazione del Piano di Zona 167, denominato Quartaccio 2, in località Torre Vecchia (XIV Municipio, ex XIX).

L'area, nella moderna viabilità, è compresa a Nord da via del Podere Fiume, a Sud da via Fratelli Grimm mentre ad Est confina con via Valle dei Fontanili (Fig. 1).

L'indagine archeologica ha evidenziato i resti di un insediamento rustico, le cui strutture principali sono relative a cisterne monumentali, inquadrabili cronologicamente tra la fine della media età repubblicana e la prima età imperiale (Fig. 2).



Figura 1 – Localizzazione su stralcio catastale dell'area delle ricerche

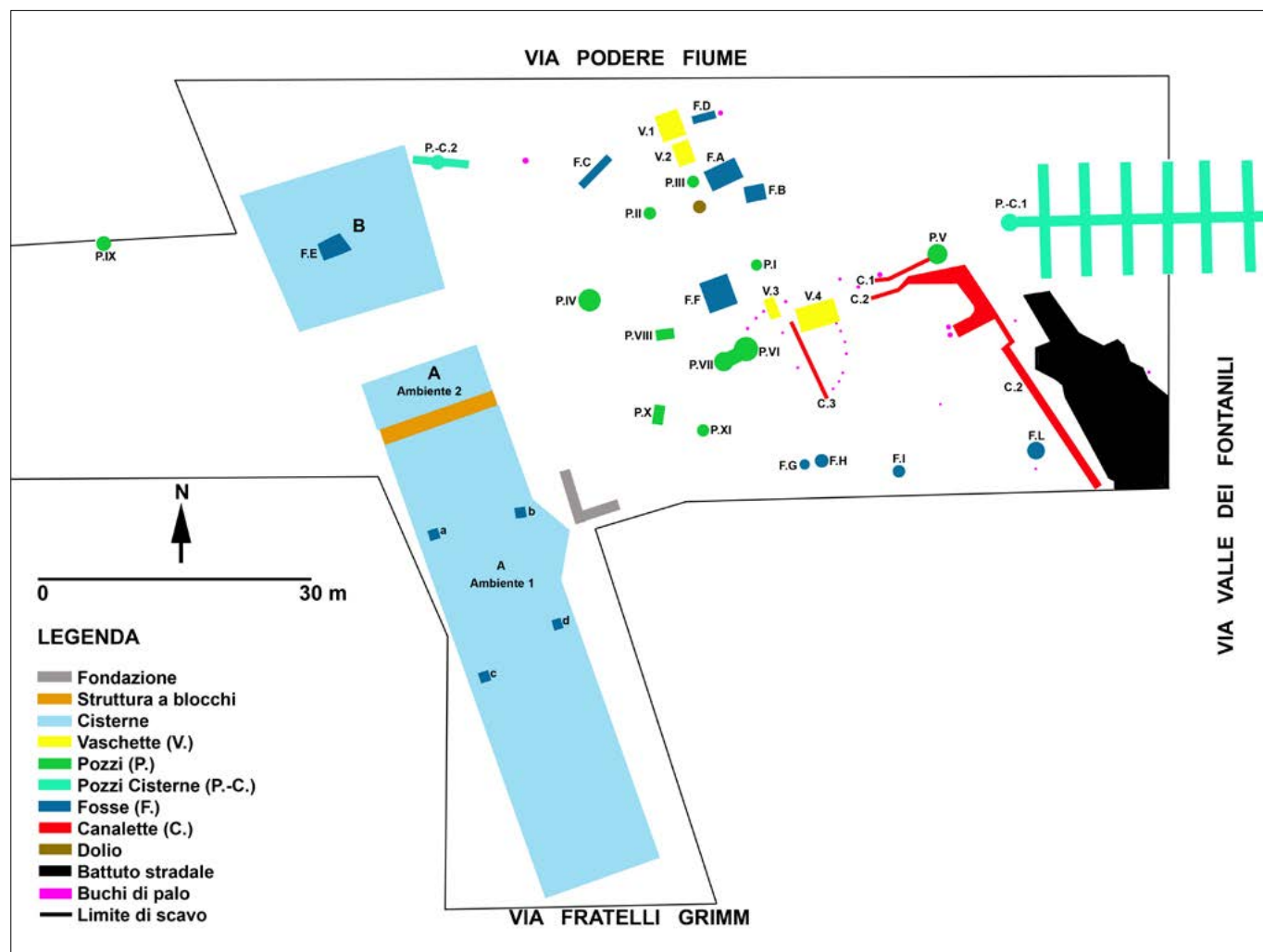


Figura 2 – Planimetria dell'area di scavo



Figura 3 – Foto aerea della cisterna A. Il riempimento interno era costituito da uno strato di terra poco compatta mista a scaglie di tufo grigio, limo, argilla, sabbia, frammenti fittili e pezzi d'intonaco bianco

La struttura di maggiori dimensioni messa in luce, posta sul limite Ovest dell'area indagata, era costituita da una cisterna a cielo aperto (Fig. 2, A), scavata nel banco di tufo (dimensioni circa 39.30 x 7.60 x 1.80-0.60 m), con pianta rettangolare allungata e orientamento circa Nord Nord Ovest-Sud Sud Est, secondo l'andamento del pendio collinare (Fig. 3).

La cisterna era divisa internamente in due ambienti (Fig. 2, A, Ambiente 1 e Ambiente

2), di diverse dimensioni, da un rozzo muro trasversale in opera incerta (dimensioni circa 7.50 x 1.35 m; altezza dal piano circa 0.90 m), con ricorsi in opera quadrata piuttosto irregolari, con orientamento circa Est Ovest, realizzato in scheggioni di tufo grigio e legati con malta pozzolanica terrosa (Fig. 4).

Il maggiore dei due vani (Fig. 2, A, Ambiente 1), di forma rettangolare, presentava pareti laterali con profilo a scarpa e un pia-

no, lungo l'asse principale, con andamento a schiena d'asino nella parte centrale; la presenza, lungo la parete Ovest, di una serie di fori nel banco di tufo, aveva probabilmente lo scopo di sorreggere una sorta di passerella mobile che doveva perimetrare internamente la struttura.

Una serie di canali di scolo poco profondi, ricavati nel banco sul fondo di questo ambiente, aveva la funzione di convogliare



Figura 4 - Particolare del muro divisorio della cisterna A

le acque meteoriche verso quattro fossette di decantazione (Fig. 2, a, b, c, d), di forma circolare (diametro massimo circa 0.50 m) e quadrangolare (dimensioni circa 0.70 x 0.60 m; 0.80 x 0.70 m; 0.70 x 0.50 m), poste a coppie sui lati lunghi. La struttura aveva una capacità di circa 270 m<sup>3</sup>.

L'ambiente maggiore (Fig. 2, A, Ambiente 1) probabilmente svolgeva la funzione di serbatoio principale della cisterna, in quanto l'acqua decantata veniva successivamente riversata nel vano minore (Fig. 2, A, Ambiente 2), che assolveva anche la funzione di serbatoio per l'acqua potabile, come attestato dalla presenza di una grande quantità di frammenti ceramici trovati al suo interno.

Questo vano minore (dimensioni circa 6.70 x 2.50 m), munito di gradino su tre lati e

metrare integralmente i resti della fondazione di un muro, a forma di "L", realizzata con una malta cementizia sabbiosa di colore grigio; la struttura, inserita all'interno di un banco di pozzolane rosse poco compatte, ha il lato lungo disposto con uguale orientamento all'asse maggiore della conserva d'acqua.

A Nord Ovest dell'impianto, ed in asse con questo ultimo, è stata individuata una seconda cisterna (Fig. 2, B), anch'essa a cielo aperto, con pareti a scarpa e pianta quadrangolare (dimensioni circa 11.00 x 11.00 x 0.40 m). La struttura, scavata nel banco di tufo, aveva una capacità complessiva di circa 50 m<sup>3</sup> e presentava, al centro, una fossa (Fig. 2, B, F.E) di decantazione delle acque di forma rettangolare (dimensioni circa 1.80 x 1.40 x 0.30 m) (Fig. 5).



Figura 5 – Foto aerea del settore Nord dello scavo

di un fondo piano, probabilmente presentava una copertura lignea a protezione dell'invaso, come testimoniano i numerosi frammenti di coppi e tegole rinvenuti nello strato di riempimento. L'ambiente aveva una capacità di circa 20 m<sup>3</sup>.

All'interno di questo vano è stato isolato uno strato di riempimento misto ad abbondante cenere, carboni e ossa animali, costituito da una matrice di terra argillosa poco compatta formata da scaglie di tufo grigio, limo, sabbia, e da una gran quantità di frammenti fittili che coprono un lungo arco cronologico compreso tra il IV secolo a.C. e gli inizi del III secolo a.C., fino alla fine del I secolo a.C.

Lungo la parete Ovest (Fig. 2, A, Ambiente 2) è stato individuato un cunicolo cieco (dimensioni circa 1.30 x 0.85 x 0.94 m) che forse doveva mettere in comunicazione l'invaso con un pozzo verticale, mai realizzato.

L'allargamento verso Nord Est in questo settore di scavo ha permesso inoltre di peri-

Lo scavo del riempimento all'interno di questa seconda cisterna ha evidenziato uno strato compatto di terra mista a scaglie di tufo, limo e argilla; presso l'angolo Sud Ovest era presente una particolare concentrazione di materiale fittile.

Probabilmente questa struttura, simile ad un grande *impluvium* a cielo aperto per la raccolta delle acque meteoriche, doveva svolgere anche la funzione di abbeveratoio per gli animali ed era sicuramente alimentata, durante le stagioni secche, dal vicino vano minore della cisterna maggiore (Fig. 2, A, Ambiente 2).

Presso l'angolo Nord Est di questo complesso è stato individuato un pozzo cisterna (Fig. 2, P.-C.2) con l'imboccatura di forma circolare (dimensioni circa 0.90 x 3.60 m); la struttura è costituita da un serbatoio verticale munito sulle pareti, a distanze regolari, di pedarole per la discesa, mentre sul fondo piano, ma decisamente irregolare, si aprivano, in di-

rezione Est ed Ovest, due cunicoli (dimensioni circa 1.45 x 0.80 x 1.75 m).

Il suo riempimento era costituito da una matrice di terra marrone scura poco compatta mista a ossa animali, carboni e da una gran quantità di frammenti fittili.

A circa 15 m ad Ovest della Cisterna B è stato messo in luce un pozzo di forma circolare (Fig. 2, P.IX).

Nella parte centrale dell'area indagata sono state individuate diverse strutture collegate probabilmente alla lavorazione e all'immagazzinamento di prodotti agricoli.

Partendo dal settore Nord dell'area di scavo sono state messe in luce due vaschette (Fig. 2, V.1, V.2) realizzate in muratura e rivestite internamente in malta di cocchiopesto (dimensioni circa 1.90 x 1.90 m e circa 1.60 x 1.30 m); entrambe sono state realizzate con un taglio nel banco di tufo.

Probabilmente le due strutture venivano utilizzate per la decantazione di prodotti liquidi, come attesta la presenza di una cavità di forma circolare intonacata al loro interno.

Legate a queste due vaschette sono quattro fosse (Fig. 2, F.A, F.B, F.C, F.D) di forma rettangolare scavate nel banco di tufo.

Le prime strutture ad essere indagate sono state due fosse (Fig. 2, F.A, F.B) con orientamento Nord Est-Sud Ovest.

Quella di maggiori dimensioni (Fig. 2, F.A), di forma rettangolare allungata (dimensioni circa 2.32 x 1.58 x 2.00 m), presentava, su entrambi i lati lunghi, due incavi forse destinati a sorreggere in antico un tavolato ligneo; lo scavo del riempimento ha messo in luce lungo le pareti una serie di buchi e fossette irregolari, mentre sul fondo sono stati evidenziati due tagli di forma rettangolare.

Una seconda fossa, di minori dimensioni (Fig. 2, F.B), era situata nei pressi del lato corto Nord Est della precedente; di forma quadrangolare regolare (dimensioni circa 1.20 x 1.10 x 0.50 m), la struttura aveva un riempimento costituito da una matrice di terra molto compatta che ha restituito una grande quantità di frammenti fittili e alcuni chiodi di ferro molto ossidati.

Un'altra fossa (Fig. 2, F.C) di forma rettangolare allungata (dimensioni circa 2.70 x 0.60 x 0.40 m), forse uno *sterquilinum*, presentava pareti verticali e un fondo piano, ma irregolare, con singolare rampa a scivolo verso il lato corto semicircolare di Nord-Nord Est.

Ad Est della vaschetta V.2 in questo settore, presso il limite di scavo, è stata invece evidenziata, ma senza essere scavata, una quarta fossa di forma rettangolare allungata (dimensioni circa 1.40 x 0.46 m) (Fig. 2, F.D) con orientamento circa Nord Est-Sud Ovest.

Inoltre sono presenti i resti di un taglio circolare sul banco (dimensioni circa 0.88 m), riempito da frammenti di un fondo di dolio (di-

mensioni circa 0.80 m). Lo scavo dello strato posto all'interno del contenitore ha restituito una discreta quantità di materiali, tra cui scaglie di tufo grigio, limo, argilla, frammenti di materiale edilizio, ceramico, pareti e orli dello stesso dolio e infine un peso da telaio d'impasto chiaro sabbioso.

Nelle immediate vicinanze di quest'area sono stati indagati due pozzi (Fig. 2, P.II, P.III), entrambi scavati nel banco di tufo.

La prima struttura (Fig. 2, P.II), con imboccatura di forma circolare (dimensioni circa 0.80 m), indagata senza raggiungere il fondo, conservava sulle pareti, a distanze regolari, alcune pederole per la discesa; il suo riempimento era costituito da una matrice di terra particolarmente compatta formata da argilla, limo, granuli di calcare bianchi e tufo sbriciolato. Negli strati più superficiali, insieme a pochi resti di fauna, sono stati rinvenuti alcuni frammenti fittili e un chiodo di ferro particolarmente ossidato.

Il secondo pozzo (Fig. 2, P.III), indagato fino ad una certa quota senza però raggiungere il fondo, aveva imboccatura di forma circolare (dimensioni circa 0.88 m) ed era munito sulle pareti, a distanze regolari, di pederole per la discesa.

Il suo riempimento, misto a poche ossa animali, era costituito da un primo strato formato quasi esclusivamente da frammenti fittili, materiale architettonico, frammenti di vetro di colore blu e da un chiodo di ferro particolarmente ossidato; seguiva in successione un breve strato formato da frammenti di mattoni refrattari e nuclei d'argilla concotta e, infine, un riporto omogeneo costituito da terra marrone scura poco compatta.

Proseguendo al centro dell'area di scavo erano presenti due vaschette rettangolari (Fig. 2, V.3, V.4) con fondazione in calcestruzzo e rivestimento interno in malta di cocciopesto che si collegavano ad una fossa quadrangolare (Fig. 2, F.F) e, probabilmente tramite tre canalette (Fig. 2, C.1, C.2, C.3) scavate nel tufo, a due pozzi circolari (Fig. 2, P.I, P.V).

Particolarmente interessante è stato il rinvenimento all'interno del riempimento di uno dei due pozzi (Fig. 2, P.I), di un grosso frammento di orlo che presentava un bollo rettangolare (*L-BAEBIO*) con lettere in rilievo e spazio di interpunzione.

Un altro gruppo di pozzi di forma circolare e rettangolare (Fig. 2, P.IV, P.VI, P.VII, P.VIII, P.X, P.XI) si estendeva tra gli impianti artigianali delle vaschette (Fig. 2, V.3, V.4) e le due cisterne monumentali (Fig. 2, A, B).

Sul limite meridionale dell'area indagata quattro fossette di forma circolare erano verosimilmente adibite ad alloggiamento per *dolia* (Fig. 2, F.G, F.H, F.I, F.L).

Ad una seconda fase di rioccupazione dell'area, tra il II e la fine del I secolo a.C., è probabilmente legata la realizzazione, nel

settore Nord Est, di un pozzo cisterna ipogeo (Fig. 2, P.-C. 1).

La struttura era costituita da un pozzo verticale, con imboccatura circolare (dimensioni circa 1.17 x 4.60 m), munito sulle pareti di pederole per la discesa; sul fondo si apriva, in direzione Est, un lungo ambiente (dimensioni circa 28.50 x 0.75-0.80 x 1.70 m), costituito da un cunicolo a sezione ogivale, con una serie di bracci laterali, sei per ogni lato (dimensioni circa 4.80 x 0.80 x 1.70 m), internamente rivestiti da un intonaco idraulico in malta di cocciopesto. La capacità complessiva dell'intero serbatoio era di circa 120 m<sup>3</sup>.

Il riempimento del pozzo, misto ad abbondante cenere, carboni e ossa animali, era costituito da una matrice di terra argillosa poco compatta formata da scaglie di tufo grigio verde, sabbia, limo e da una grande quantità di frammenti fittili, di coppe in vetro e alcuni utensili di ferro particolarmente ossidati.

Di particolare interesse, ai fini della datazione dell'abbandono dell'impianto, è stato il ritrovamento, sul fondo del pozzo, di un torso muliebre panneggiato (dimensioni circa 0.92 x 0.40 m) in marmo bianco zuccherino, forse un'Artemide, risalente al II secolo d.C. (Fig. 6).

La statua, purtroppo acefala e priva degli arti superiori ed inferiori, era in cattivo stato di conservazione dovuto probabilmente alla forte acidità del terreno.

Il corpo, dalle forme non troppo mature, era ricavato da un unico blocco; la figura era vestita di una *chlaina* e di un corto chitone, un *kalathiskos*, fittamente pieghettato con *apotygma*.



Figura 6 – Statua di Artemide

Immediatamente sotto i seni passava una cintura a cordone annodata nel mezzo, mentre sul davanti, dove profonde piegoline sottolineavano la pienezza del busto, si incrociava la cinghia della faretra; sulla spalla sinistra poggiava il lembo di un mantello.

La veste, resa con una serie di pieghe mosse sui seni e piatte sull'addome e sui fianchi, ricadeva poi nello spazio tra le gambe con una serie di pieghe dritte.

La statua di Artemide, insieme alla ceramica africana, stabilisce una frequentazione della zona almeno fino alla fine del II-inizio del III secolo d.C.

Ad epoca moderna, intorno alla metà del secolo scorso, possono riferirsi alcuni buchi di palo localizzati nella parte centro meridionale dell'area e identificabili come recinti per animali o apprestamenti agricoli.

Il complesso messo in luce era probabilmente servito da una viabilità secondaria, forse una via *glareata*, individuata sul limite orientale dell'area d'indagine (Fig. 2, battuto stradale) e, verosimilmente, anche da un tracciato basolato parallelo a via Podere Fiume (Santolini Giordani e Schifi 2009).

La presenza di due cisterne monumentali a cielo aperto, unita a quella di pozzi, vaschette, fosse e canalette, lasciano presupporre l'esistenza in quest'area di un primo insediamento rustico, già a partire dal III-II secolo a.C.

Ad una seconda fase di rioccupazione dell'area, tra il II e la fine del I secolo a.C., è probabilmente legata la realizzazione, nel settore Nord Est, di un pozzo cisterna ipogeo.

La presenza all'interno di alcuni strati di riempimento di materiale tardo, riferibile ai secoli III, V e VI d.C., può far ipotizzare fasi di occupazione legate anche a periodi di momentaneo abbandono o di risistemazione per altri scopi del complesso.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia per la liberalità sull'utilizzo del materiale fotografico e d'archivio l'attuale Funzionario Responsabile di zona, Dr.ssa Daniela Rossi e la Dr.ssa Laura Paolini della Soprintendenza per l'Archeologia, le Belle Arti e il Paesaggio per il Comune di Roma del MiBACT.

## BIBLIOGRAFIA

- SANTOLINI GIORDANI R. (2006), *Il territorio della via Trionfale: la memoria e il dato archeologico a confronto*. In: M. A. TOMEI (a cura di), *Roma. Memorie dal sottosuolo. Ritrovamenti archeologici 1980/2006*, Milano, 532-533, 2-3.
- SANTOLINI GIORDANI R., SCHIFI L. (2009), *Via Trionfale. Via del Podere Fiume, n. 81. Località Quartaccio di Torrevecchia. Rinvenimenti archeologici (Municipio XIX)*. In: *Bullettino della Commissione Archeologica Comunale di Roma*, CX, Roma, 155-158, 1-4.

# Un acquedotto degli inizi dell'età imperiale nei pressi del Casale di Malafede: contributo alla discussione sul primo sistema di adduzione idrica di Ostia antica

FRANCO TELLA  
Ricercatore indipendente  
E-mail: franco-tella@alice.it

## An aqueduct of the early Imperial age near the Casale di Malafede: contribution to the discussion on the first water supply system of ancient Ostia

Parole chiave (*key words*): acquedotto (*aqueduct*), Malafede, Ostia

Lo studio costituisce un aggiornamento del contributo presentato al Convegno "La rete idrica nel territorio ostiense. Ritrovamenti e ricerche in corso", organizzato nel 2004 dall'École française de Rome e dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici di Ostia<sup>1</sup>.

Si prende in esame un tratto di acquedotto della prima età imperiale, scoperto nel 1998 al Km. 15° della via Ostiense, inserito organicamente nel più ampio sistema idrico che dal territorio di Malafede raggiungeva la colonia di Ostia<sup>2</sup> (Fig. 1).

L'origine dell'acqua convogliata nel sistema di adduzione per Ostia antica è stata riferita alla Valle di Malafede, territorio caratterizzato da formazioni sedimentarie e vulcaniche<sup>3</sup>. In particolare, più recentemente, è stata ipotizzata nel punto di captazione la realizzazione di una "traversa", perpendicolare al Fosso di Malafede, importante asse di drenaggio con portata media di oltre 450 l/s, per l'innalzamento dell'acqua e il suo conseguente trasferimento nel canale dell'acquedotto<sup>4</sup>.



Figura 1 – Stralci IGM foglio 149, II N.E. con l'indicazione del luogo del ritrovamento

1 Gli atti dell'Incontro di Studio sono stati pubblicati nella raccolta di articoli "Le acque e gli acquedotti nel territorio Ostiense e Portuense. Ritrovamenti e ricerche recenti" in MEFRA 118-2, 2006, pp. 463-526.

2 Tella 2006, acquedotto 2b.

3 Ricciardi Scrinari 1996, p. 267.

4 Lombardi 2006, pp. 470-471. Pur non essendo stata rinvenuta alcuna attestazione nel territorio, vari esempi di traverse scoperte a Roma e in diverse aree nelle province (nota 13 nello stesso lavoro), confermano che i tecnici romani avevano conoscenze e competenze adeguate per la realizzazione di queste importanti opere idrauliche.

Del sistema idrico che ha origine dalla Valle di Malafede, oltre al dispositivo in esame, sono parte integrante gli acquedotti rinvenuti, tra il 1993 e il 1997, in località Casale Infermeria e un tratto di acquedotto scoperto nell'estate del 2005, al Km. 15,800 della via del Mare.

Nel primo caso si tratta di un complesso costituito da due strutture distinte, provviste di spechi, che scendevano a valle, a quote diverse, in direzione della via Ostiense, databili tra i primi decenni del II e l'inizio del

III sec. d.C.<sup>5</sup> Il condotto rimesso in luce sulla via del Mare, parallelo ad un tratto di strada basolata, con andamento est-ovest, invece, è confrontabile per caratteri tecnici e tipologici con quello del Casale di Malafede<sup>6</sup>.

5 Bedello Tata *et alii* 2006, 2.

6 Pellegrino *et alii* 2006, 2c; per i dati tecnici del canale 2b in relazione agli altri tratti di acquedotto scoperti tra la valle di Malafede e la via del Mare si veda la tabella a p. 465 in MEFRA 118-2, 2006.

## LA STRUTTURA SCOPERTA NEL 1998 E IL RITROVAMENTO DEL 1916.

Il canale dell'acquedotto, che dista ca 80 metri dalla via Ostiense e 100 metri, sul versante orientale, dal Casale di Malafede, è realizzato in opera cementizia di frammenti di tufo marrone rossastro (cm 10-20), allettati in abbondante malta con pozzolana. Le sue pareti misurano entrambe 40-42 cm di larghezza; il fondo, in cementizio, è alto mediamente 50 cm (Fig. 2).



Figura 2 – Veduta generale dell'acquedotto del Casale di Malafede, da ovest (foto dell'autore)



Figura 3 – Crolli dei muri di contenimento del canale (foto dell'autore)

Lo speco a sezione rettangolare, conservato per un'altezza di m 1.05, mostra una fodera di cocciopesto, in origine presente sull'intera altezza della condotta conservata. Il rivestimento è costituito da due strati distinti, di 2.5 e 3.5 cm di spessore sulle pareti e di 10 cm alla base dello speco. La larghezza del canale è in media di cm 40/41, con un'oscil-

lazione nei diversi punti tra i 39 e i 43 cm. La copertura dell'acquedotto era "alla cappuccina" con tegole raccordate da coppi<sup>7</sup>; il ritrovamento di strati di crollo di parte delle murature (Fig. 3), suggeriscono una parziale sopraelevazione da terra della struttura. La pendenza del canale è di 48 cm per ogni Km di tracciato.

Di particolare utilità per la datazione dell'acquedotto è l'individuazione, nel rivestimento di cocciopesto, di alcuni frammenti ceramici<sup>8</sup>, tra cui due orli di piatti di terra si-

gillata italica<sup>9</sup>, databili entrambi alla media/tarda età augustea.

Il canale rinvenuto nel 1998 presenta importanti elementi di somiglianza, di profilo morfologico e tecnico, con uno dei due canali scavati nel maggio del 1916, a ca 200 m dal Casale di Malafede, in occasione di lavori che "il Comune di Roma ha eseguito, per la correzione della livelletta stradale, nel tratto compreso tra il XII e il XIII chilometro da Roma", in corrispondenza del 15° Km della via Ostiense<sup>10</sup> (Fig. 4). Si può ragionevolmente ritenere che l'acquedotto in esame costituisca la prosecuzione del sistema di canali scoperti nel 1916, posizionato 100 metri oltre, ad ovest, in direzione di Ostia.

## CALCOLO DELLA PORTATA DELL'ACQUEDOTTO DEL CASALE DI MALAFEDE

Le quote assolute prese in più punti sul fondo dello speco dell'acquedotto in esame consentono di stabilire con certezza la direzione verso Ostia delle acque convogliate nel suo canale. Pur tenendo presenti alcuni aspetti non chiaramente definibili, tra cui, ad esempio, la mancanza della copertura e dunque l'impossibilità di fissare con esattezza l'altezza effettiva dello speco, lo stato di conservazione non sempre ottimale del suo rivestimento interno, oppure l'oscillazione della misura della larghezza del condotto, si è provato a calcolare la portata massima dell'acquedotto di Malafede<sup>11</sup>.

Per la sua determinazione è stata applicata la formula di Bazin:

$$Q = V \cdot S$$

dove  $Q$  indica la portata,  $V$  la velocità dell'acqua e  $S$  la cosiddetta sezione corrente, cioè la superficie dove scorre l'acqua.

La velocità espressa in metri al secondo ( $m/s$ ) è stata calcolata secondo la formula di Chezy

$$V = \chi \cdot \sqrt{r \cdot i}$$

dove  $r$  corrisponde al raggio idraulico, cioè il rapporto tra sezione  $S$  (misurata in  $m^2$ ) ed il perimetro bagnato  $P$  (misurato in  $m$ ), mentre  $i$  indica la cosiddetta pendenza e cioè il rapporto tra il dislivello di quota e la distanza in cui esso si realizza.

7 Una buona quantità di parti di tegole e, in misura minore, di coppi, è stata scoperta sia all'interno del canale sia negli strati di crollo. L'osservazione della distribuzione e delle dimensioni delle tegole, fa propendere per una loro disposizione "alla cappuccina".

8 Archivio Soprintendenza Archeologica di Ostia, TMA NCTN 1200617303.

9 Si tratta dei frammenti  $\beta$  e  $\zeta$ , rispettivamente Conspectus 1990, 12.1.2 e 18.2.2.

10 NSc 1917, pp. 275-277; Archivio Centrale dello Stato, Carte Gatti, f. 1, Tacc. 16, 984-985

11 Ringrazio Leo Lombardi per la disponibilità a discutere sull'argomento e per i suoi preziosi consigli. Sono inoltre grato all'ing. Angelo Giarletta per aver esaminato con attenzione i miei calcoli.

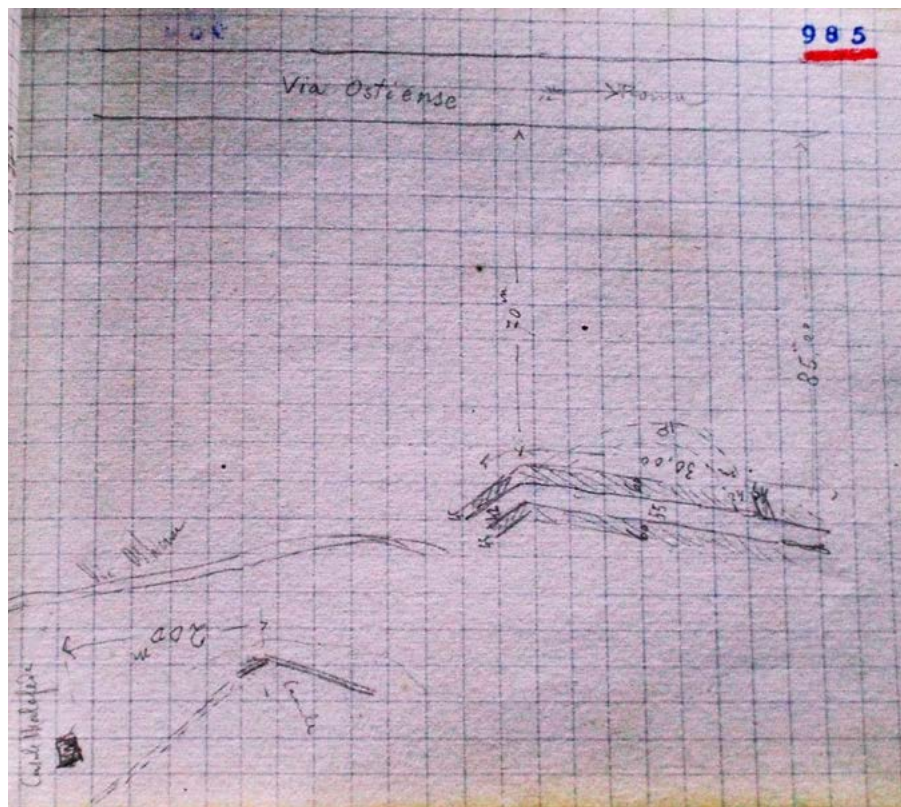


Figura 4 – Archivio Centrale dello Stato, Carte Gatti, f. 1, Tacc. 16, 985

Il coefficiente  $\chi$  è stato determinato sulla base della formula:

$$\chi = \frac{87 \cdot \sqrt{r}}{\sqrt{r + \gamma}}$$

dove  $\gamma$  sta per coefficiente di scabrezza e nel nostro caso, per uno speco a sezione regolare, con pareti in muratura e rivestimento interno in cocciopesto, è pari al valore di 0.85<sup>12</sup>.

Dati del canale:

$$\text{Base} = b = 0.40 \text{ m}$$

Altezza del pelo d'acqua =  $h = 1.00 \text{ m}$ . Questa misura è stata fissata, integrando i dati del canale in oggetto con quelli desumibili dallo speco dell'acquedotto della via del Mare, conservato integralmente, di m. 1,22<sup>13</sup>, considerando che il flusso dell'acqua doveva mantenersi di almeno 20 cm al di sotto dell'altezza massima del condotto.

Sulla base di questi dati, possiamo calcolare le seguenti quantità:

$$S = b \cdot h = 1.00 \text{ m} \cdot 0.40 \text{ m} = 0.40 \text{ m}^2$$

che rappresenta la sezione della corrente;

$$P = b + 2h = 0.40 \text{ m} + 2.00 \text{ m} = 2.40 \text{ m}$$

che rappresenta il perimetro bagnato.

$$r = \frac{S}{P} = \frac{0.40 \text{ m}^2}{2.40 \text{ m}} = 0.167 \text{ m}$$

che rappresenta il raggio idraulico.

Inoltre, tenendo conto che il coefficiente di scabrezza è pari a 0.85, il valore di  $\chi$  sarà:

$$\chi = \frac{87 \cdot \sqrt{0.167}}{\sqrt{0.167 + 0.85}} = 28.21$$

Calcolando la portata dell'acquedotto tra i punti 65 (10.850 m.s.l.m.: prima quota sicura da est) e il punto 56 (10.830 ultima quota verso Ostia), su una distanza di 41.4 m., si avrà:

$$i = \frac{10.850 - 10.830}{41.4} = 0.000483$$

Applicando la formula di Chezy, sulla base dei dati a nostra disposizione, la velocità dell'acqua nello speco è pari a:

$$V = 28.21 \cdot \sqrt{0.167 \cdot 0.000483} = 0.253 \text{ m/s}$$

E conseguentemente la portata del canale di Malafede, MEFRA 2006, 2b:

$$Q = 0.253 \text{ m/s} \cdot 0.40 \text{ m}^2 = 0.101 \text{ m}^3 / \text{s} = 8726 \text{ m}^3 / \text{giorno} = 210 \text{ quinarie al giorno.}$$

Ripetendo le stesse operazioni, ma considerando una ridotta altezza del pelo dell'acqua, pari a 0.80 m, si avrà una portata di:

$$Q = 0.244 \text{ m/s} \cdot 0.32 \text{ m}^2 = 0.078 \text{ m}^3 / \text{s} = 6739 \text{ m}^3 / \text{giorno} = 162 \text{ quinarie al giorno.}$$

Il tema del calcolo demografico di Ostia antica è stato più volte trattato, ma le cifre di volta in volta ipotizzate variano, in modo significativo, da studioso a studioso; ciò è dovuto alla mancanza di riferimenti univoci e certi sui dati di partenza, come ad esempio la superficie complessiva dello spazio urbano o il numero medio dei piani delle *insulae*<sup>14</sup>. Comunque fissando, per l'inizio dell'età imperiale, una popolazione di ca 30.000 abitanti e considerando il primo risultato del calcolo della portata, avremmo ca 300 litri di acqua per ab., al giorno.

La quantità di tale portata non è particolarmente elevata, considerando, tra l'altro, la necessità di includere anche l'uso pubblico e "industriale" dell'acqua. Ma si può pensare che l'acquedotto in esame sia stato il primo ad essere introdotto nel nuovo sistema di approvvigionamento idrico della città, potenziato e integrato successivamente, già nel corso della prima età imperiale.

#### CONFRONTI IN ITALIA E NELLE PROVINCE.

L'acquedotto del Casale di Malafede, considerando complessivamente i ritrovamenti del 1998 e del 1916, si può confrontare con una serie di canali sotterranei o semiipogei riferibili a diversi centri romani in territorio italico e delle province, realizzati nel corso dell'età augustea o augusteo-tiberiana.

Significativi caratteri di somiglianza si possono riscontrare, ad esempio, con l'acquedotto di Brescia, che dopo aver captato le sue acque dalle sorgenti di Lumezzane, con un percorso di 25 Km. raggiungeva la colonia romana, capoluogo della Val Trompia.

Strette analogie si registrano a proposito dei muri di contenimento, del fondo del canale e della tecnica edilizia, che prevede l'utilizzo dell'opera cementizia, con pietrame<sup>15</sup> allettato in abbondanti strati di malta con sabbia<sup>16</sup> (Fig. 5).

14 Calza 1941, p.157: 36.000 abitanti; Packer 1967, p. 86: 27.000; Meiggs 1973, 532-534: 50.000-60.000; Chevallier 1986, pp. 146-149; Pavolini 1996, pp. 25-26: 40.000-60.000 (Ostia di età antonina); Idem 2006, p. 36.

15 Nel caso dell'acquedotto di Brescia si tratta, in particolare, di pietre di medolo, una roccia calcareo-marnosa, selciosa, a stratificazione evidente.

16 NSAL 1990, p. 156-157, fig. 177; Botturi Parecchini 1994, p. 19-25, 41-42, fig. 61; CAL I 1996, p. 114, nn. 109-110, Tav. II, 2,6, pp. 221-222: lista dei ritrovamenti "Tratti di Acquedotto"; CAL II 1996, pp.

12 Cfr. Colombo 1980, p. 265, Tabella 13. Formula di Bazin. Valori del coefficiente  $\gamma$ ; www.tubipvc.it/pdf/Condotte/Calcolo delle perdite di carico, p. 130, Tabella 9.1, valori dei coefficienti di scabrezza.

13 Pellegrino et alii 2006, pp. 486-487, fig. 29.



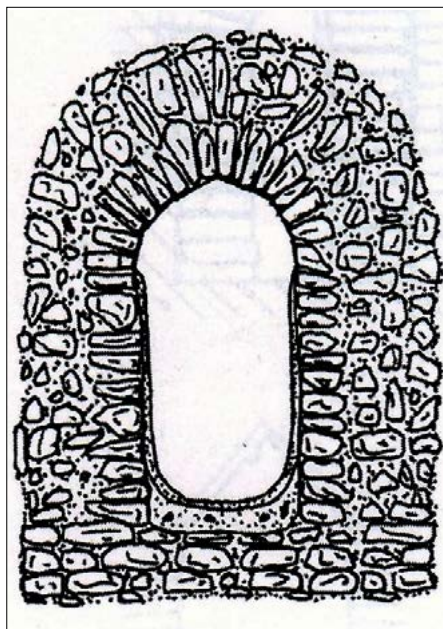


Figura 5 – Acquedotto di Brescia, da Riera 2006, p. 40, fig. 15, g

Inoltre, il canale di Brescia così come la struttura di Malafede, in alcuni tratti emergeva parzialmente dal suolo<sup>17</sup>.

Un'iscrizione rinvenuta nei pressi del Duomo della città, nel 1676, lega organicamente la costruzione dell'acquedotto ai nomi di Augusto e di Tiberio: il primo, che dimostrò dagli inizi della sua carriera politica una forte predisposizione per la colonia di Brixia, diede avvio ai lavori, finanziandoli, mentre Tiberio li portò a compimento<sup>18</sup>.

Un altro confronto si può stabilire con l'acquedotto romano di Bologna, nella sua fase più antica, che presenta un canale ipogeo con le pareti in opera cementizia e la copertura a volta a tutto sesto<sup>19</sup>.

L'acquedotto, realizzato nell'ultimo quarto del I sec. a.C., alimentava le terme fatte costruire da Augusto e restaurate successivamente da Caligola<sup>20</sup>.

Sul piano della morfologia e della tecnica edilizia, il canale di Malafede trova importanti elementi di conformità anche con l'*Aqua Augusta* della Campania, sistema di distribuzio-

ne idrica che serviva varie città campane tra cui Puteoli, Neapolis, Cuma, Baia e Miseno<sup>21</sup>.

Come attesta un'iscrizione rinvenuta recentemente in un galleria della prima età imperiale, tra Lucrino e Baia, l'acquedotto era già in funzione nel 10 d.C.<sup>22</sup>

Rimanendo in area italica, aspetti costruttivi unitari si possono osservare anche con il sistema di approvvigionamento idrico di Venafro, databile nel corso dell'età augustea, tra il 18 e l'11 a.C.<sup>23</sup>

Esaminando gli esempi nelle province, di particolare interesse è, poi, il confronto con l'*Aqua Augusta* di Cordova nella Spagna Betica. In questo caso la tecnica di costruzione delle pareti, di ca 40 cm di larghezza, e del fondo del canale, appare del tutto somigliante (Fig. 6). Anche l'acquedotto di *Valdepuentes* si riferisce alla media età augustea, probabilmente finanziato da Augusto: viene costruito nell'ultimo ventennio del I sec. a.C.<sup>24</sup>



Figura 6 – L'Aqua Augusta di Cordova, da Ventura Villanueva, Pizarro Berengena 2010, p. 189, fig. 14

Alla fine di questa rassegna sui canali della prima età imperiale, compresi entro i primi decenni del I secolo d.C., si deve accennare anche all'acquedotto di Conimbriga, costruito per alimentare il complesso termale augusteo della città lusitana<sup>25</sup>.

In generale tutti questi canali presentano caratteri assimilabili sia sotto il profilo strutturale e delle misure, che per la tecnica costruttiva, l'opera cementizia, che di volta in volta utilizza, a seconda dei territori, diversi

tipi di materiale edilizio (tufo, ciottoli di fiume, lava leucitica, ect.).

## INQUADRAMENTO STORICO-CRONOLOGICO

Ad oggi, sulla base della fistula riferibile all'età di Caligola, rinvenuta nel 1911<sup>26</sup>, cronologicamente la più antica tra quelle scoperte ad Ostia, si ritiene, generalmente, che a quell'imperatore si debba la realizzazione del primo acquedotto ostiense<sup>27</sup>.

In alcuni studi, poi, si prende in considerazione la possibilità di anticipare la data della sua costruzione agli anni del principato di Tiberio<sup>28</sup>.

Tuttavia, i dati desumibili dal ritrovamento del canale di Malafede – in particolare la presenza dei frammenti di sigillata italica, finiti nel rivestimento dello speco sicuramente nel corso dei lavori del cantiere – integrati con i confronti di acquedotti scoperti in Italia e nel territorio delle province, che si può dire seguano una medesima "moda edilizia", riprendendo l'efficace definizione di Italo Riera<sup>29</sup> – fanno ragionevolmente ritenere che la datazione del sistema di adduzione idrica ostiense debba essere rialzata all'età augustea o al più tardi ai primi anni del regno di Tiberio.

Del resto il rinvenimento della fistula del principato di Caligola, non fa escludere l'ipotesi che prima del suo regno, per altro breve per la realizzazione dell'intero sistema infrastrutturale, ad Ostia non fossero già stati intrapresi i lavori per la messa in opera dell'acquedotto, anche in considerazione del fatto che tra le 35 "fistule imperiali" iscritte rinvenute ad Ostia e *Portus*, se ne contano solo quattro databili tra il I sec. d.C. e l'età di Traiano<sup>30</sup>. Inoltre, si deve tener presente la accertata e aperta attenzione dimostrata da Augusto e da altri autorevoli rappresentanti della famiglia imperiale nei confronti della colonia di Ostia.

Ad Augusto, coadiuvato in particolare dal genero Agrippa, si devono importanti interventi architettonici e urbanistici nella città, un vero e proprio ordinato programma di rinnovamento edilizio<sup>31</sup>, avviato probabilmente come ricompensa alla fedeltà dimostrata nel

247-253; Riera 2006, fig. 15, f-g.

17 Botturi, Pareccini 1994, p. 25.

18 CIL V, 4307; I.B. 113; ILS 114; Inscriptiones Italiae, X, V, 85; Botturi, Pareccini 1994, p. 15. In part. sulla politica di Augusto nei riguardi della colonia di Brixia, si veda: Gregori 1990, p. 17; Idem 2000, p. 254.

19 Il canale A scoperto in prossimità del Casale di Malafede, nel 1916, presentava una copertura in muratura a sesto, cfr. Gatti 1917, p. 276, fig. 2, A; Giorgetti 1985, pp. 63-64, nn. 130-133, 136-138; Riera 2006, fig. 15, a-c.

20 CIL XI, 720; Giacomini 1985, p. 30, nota 26; Giorgetti 1985, p. 98; Bologna nell'Antichità 2005, pp. 494-496.

21 Catalano 2003, pp. 85-87, 102, figg. 2-3; Riera 2006, fig. 15, e.

22 Camodeca 1997, pp. 191-194, figg. 1-3.

23 CIL X, 4842-4843; ILS 5743-5744; Capini 2015, p. 72, figg. 18-19.

24 De Dios Borrego De la Paz 2008, pp. 99-124; Moreno Rosa, Pizarro Berengena 2010, pp. 165-166, 172-175, figg. 7-8; Ventura Villanueva, Pizarro Berengena 2010, in particolare le pp. 178-180, 185-190, 194-201, figg. 5, 14, 17, 14, 32-33. CIL II2, 218, 220.

25 Etienne, Alarcão 1974, pp. 288-291; Alarcão, Etienne 1977, pp. 51-64, pl. XXXIII, XXXV-XXXVI, XXXVIII, LXXVIII; Alarcão 2008, pp. 84-85.

26 NSA 1911, p. 46; CIL XIV, Suppl., 5309, 9.

27 Cfr. ad es.: Calza 1925, p. 10; Brunn 1998, pp. 266-270; Brunn 2002, pp. 174-175; Bukowiecki, Dessales, Dubouloz 2008, pp. 57, 70.

28 Meiggs 1973, p. 44, che però parrebbe non scartare l'età di Augusto, almeno per gli inizi dei lavori; Pavolini, 1983, p. 9; Chevallier 1986, p. 114; Ricciardi-Scrinari 1996, I, p. 89, II, 248-249; Pavolini 2006, p. 32.

29 Riera 2006, p. 25.

30 Brunn 2002, 173-175, B1-B4.

31 Sommella 1988, p. 222; Pavolini 2006, p. 31.

corso della guerra contro Sesto Pompeo<sup>32</sup>, che include il teatro<sup>33</sup>, l'area del foro<sup>34</sup> e probabilmente anche significativi interventi di restauro del circuito delle mura ostiensi<sup>35</sup>.

In quest'ottica non si può escludere, dunque, un intervento diretto di Augusto o di Agrippa<sup>36</sup>, oppure mediato da personalità politiche locali, legate alla Casa imperiale, che prevedesse la messa in opera di un sistema di conduzione idrica, per l'approvvigionamento della colonia.

Peraltro, il ritrovamento all'interno della città, in uno scavo nei pressi del cosiddetto *Macellum*, di una *fistula* appartenente ad uno strato databile alla media-tarda età augustea<sup>37</sup>, rafforza la possibilità che negli anni a cavallo tra il I sec. a.C. e il I d.C., già esistesse ad Ostia un organico sistema di canalizzazione delle acque.

## BIBLIOGRAFIA

- ALARCÃO J. (2008), *L'antiquité romaine au Portugal*, Paris 2008.
- ALARCÃO J., ETIENNE R. (1977), *Fouilles de Conimbriga*, Paris 1977.
- ATLANTE DI OSTIA ANTICA (1995), *Atlante di Ostia antica*, V. MANNUCCI (a cura di), Marsilio Editori, Venezia 1995.
- BEDELLO TATA *et alii* (2006), M. BEDELLO TATA, S. FALZONE, S. FOGAGNOLO, P. OLIVANTI, *Gli acquedotti della Valle di Malafede (località Casale Infermeria)*. In: MEFRA 118-2, 2006, pp. 476-482.
- BEDELLO TATA *et alii* (1995), M. BEDELLO TATA, S. FALZONE, S. FOGAGNOLO, *Rinvenimento di un sistema di acquedotti in località Malafede-Infermeria (Acilia)*, in QuadAEI, 24, 1995, p. 429-438.
- BOLOGNA NELL'ANTICHITÀ (2005), STORIA DI BOLOGNA, BOLOGNA NELL'ANTICHITÀ, G. SASSATELLI, A. DONATI, (a cura di), Bononia University Press, Bologna 2005.
- BOTTURI G., PARECCINI R. (1994), *Antichi acquedotti del Territorio bresciano*, Milano 1994.
- BRUNN C. (1998), *Ti. Claudius Aegialus e l'acquedotto di Ostia, con altre osservazioni sulle fistule acquarie ostiensi*, in ZPE, 122, 1998, p. 265-272.

32 Coarelli 1982, pp. 374-375; Calandra 2000, pp. 444-445; Cébeillac-Gervasoni, Zevi 2000, pp. 15, 19. Sugli avvenimenti che legano Ostia agli attacchi della flotta di Sesto Pompeo, si veda: Floro, II, 18,2; Zevi 1976, pp. 56-59; Pavolini 2006, p. 24.

33 NSA 1881, pp. 109-111; CIL XIV, 82.

34 Chevallier 1986, p. 82, 114; Atlante di Ostia antica 1995, p.11; Calandra 2000, pp. 445-446, Cébeillac-Gervasoni, Zevi 2000, p. 19; Geremia Nucci 2013, p. 239-244.

35 Pensabene 2007, pp. 21-22.

36 In considerazione anche dell'impegno del genero di Augusto, rispetto alla costruzione di nuove linee idriche, confermato dalle fonti storico-letterarie, si veda, a proposito, Vitruvio, Vita di Augusto, 42.

37 La *fistula* è stata scoperta nel 1999, davanti ad una fila di *tabernae*, in via del Pomerio, in uno scavo dell'Università di Augusta, diretto da V. Kockel. Schmolder 2001, p. 101; Heinzelmann 2002, p. 104; Schmolder 2009, 89.

- BRUNN C. (2002), *L'amministrazione imperiale di Ostia e Portus*, in Ostia e Portus nelle loro relazioni con Roma, C. Brunn, A. Gallina Zevi (a cura di), Atti del Convegno all'Institutum Romanum Finlandiae, 3-4 dicembre 1999, Roma 2002, pp. 162-192.
- BUKOWIECKI E., DESSALES H., DUBOULOZ J. (2008), *Ostie, l'eau dans la ville, Châteaux d'eau et réseau d'adduction*, Rome 2008.
- CAL (1996), *Carta Archeologica della Lombardia, Brescia, la città*, F. ROSSI (a cura di), F.C. Panini, Modena 1996.
- CALANDRA (2000), *Documenti inediti sul tempio di Roma e di Augusto*, in MDAIR, vol. 107, 2000, pp. 417-450.
- CALZA G. (1925), *Ostia Guida Storico-monumentale*, Milano-Roma 1925.
- CALZA G. (1941), *La popolazione di Roma antica*, in BullCom, 69, 1941, pp. 142-157.
- CAMODECA G. (1997), *Una ignorata galleria d'età augustea fra Lucrinum e Baiae e la più antica iscrizione di un curator Aquae Augustae (10 D.C.)*, in Annali di Archeologia e Storia Antica, n.s. 4, Napoli 1997, pp. 191-199.
- CAPINI S. (2015), *Venafrò, città di Augusto*. In: *Venafrum città di Augusto: tra Coltura e cultura, topografia, archeologia e storia*, C. RICCI (a cura di), Edizioni Quasar, Milano 2015, pp. 59-74.
- CATALANO R. (2003), *Acqua e Acquedotti Romani: fontis Augustei Aquaeductus*, Arte Tipografica, Napoli 2003.
- CÉBEILLAC-GERVASONI M. (2000), *Les élites municipales de l'Italie péninsulaire de la mort de César à la mort de Domitien entre continuité et rupture: classes sociales dirigeantes et pouvoir*, CEFR 271, Rome 2000.
- CHEVALLIER R. (1986), *Ostie Antique ville e port*, Les Belles Lettres, Paris 1986.
- COARELLI F. (1982), *Guide archeologiche*, Laterza, Lazio, Roma-Bari 1982.
- COLOMBO G. (1980), *Manuale dell'ingegnere civile e industriale*, 80 edizione, decima ristampa riveduta e aggiornata, Ulrico Hoepli Editore, Milano 1980.
- DE DIOS BORRERO DE LA PAZ J. (2008), *La entrada del Aqua Augusta Vetus a Colonia Patricia: notas el Abastecimiento de Agua a la Cordoba Romana*, in Anales de Arqueología Cordobesa, 19, 2008, pp. 99-124.
- CONSPECTUS (1990), *Conspectus formarum terrae sigillatae italico modo confectae*, Bonn 1990.
- ÉTIENNE R., ALARCÃO J. (1974), *O aqueduto romano de Conimbriga. Relatório preliminar*, in Actas do III Congresso nacional de arqueologia, Porto, 5-8 Novembro de 1973, pp. 283-291.
- GATTI E. (1917) *Via Ostiense*, in NSA, 1917, p. 275-277.
- GEREMIA NUCCI R. (2013), *Il tempio di Roma e di Augusto a Ostia*, L'Erma di Bretschneider, Roma 2013.
- GIACOMINI P. (1985), *La rete idrica nella città antica*. In: *Acquedotto 2000. Bologna, l'Acqua del 2000 ha duemila anni*, Catalogo della Mostra, Bologna 1985.
- GIORGETTI D. (1985), *L'acquedotto romano di Bologna: l'antico cunicolo ed i sistemi di avanzamento a cavo cieco*. In: *Acquedotto 2000. Bologna, l'Acqua del 2000 ha duemila anni*, Catalogo della Mostra, Bologna 1985.
- GREGORI G. L. (1990), *Brescia Romana, Ricerche di prosopografia e storia sociale*, vol I, I documenti, Roma 1990.
- GREGORI G. L. (1990), *Brescia Romana, Ricerche di prosopografia e storia sociale*, vol II, Analisi dei documenti, Roma 2000.
- HEINZELMANN M. (2002), *Bauboom und urbanistische Defizite – zur städtebaulichen Entwicklung Ostias im 2. Jh.* In: *Ostia e Portus nelle loro relazioni con Roma*, C. BRUNN, A. GALLINA ZEVİ (a cura di), Atti del Convegno all'Institutum Romanum Finlandiae, 3-4 dicembre 1999, Roma 2002, pp. 103-121.
- LOMBARDI L. (2006), *L'alimentazione degli acquedotti: il contesto idrogeologico*, in MEFRA 118-2, 2006, pp.470-472.
- MORENO ROSA A., PIZARRO BERENGENA G. (2010), *La continuidad de los sistemas hidráulicos. Nuevos testimonios en Córdoba*. In: *Aquam perducendam curavit. Captación, uso y administración del agua en la ciudades de la Bética y el occidente romano*, L.G. LAGÓSTENA BARRIOS, J.L. CAÑIZAR PALACIOS, L. PONS PUJOL (Eds.), Cadiz 2010, pp. 165-182.
- NSAL (1990), *Soprintendenza Archeologica della Lombardia*, Notiziario 1990, Milano 1991.
- MEIGGS R. (1973), *Roman Ostia*, (2 ed.), Clarendon Press, Oxford 1973.
- PACKER J. E. (1967), *Housing and Population in imperial Ostia and Rome*, JRS, 57, 1967, pp. 80-95.
- PAVOLINI C. (1983), *Ostia*, Guide Archeologiche Laterza, Roma-Bari 1983.
- PAVOLINI C. (2006), *Ostia*, Guide Archeologiche Laterza, Roma-Bari 2006.
- PAVOLINI C. (1996), *La vita quotidiana ad Ostia*, Roma-Bari 1996.
- PELLEGRINO *et alii* (2006), A. PELLEGRINO, M.C. RICCI, V.ROMOLI, *Tratto di acquedotto rinvenuto lungo la via del Mare. Nota preliminare*, in MEFRA 118-2, 2006, pp. 486-488.
- PENSABENE P. (2007), *Ostiensium marmorum decus et decor: studi architettonici, decorativi e archeometrici*, Studi Miscellanei 33, L'Erma di Bretschneider, Roma 2007.
- RICCIARDI M. A., SCRINARI V. S. M. (1996), *La civiltà dell'acqua in Ostia antica*, vol. I-II, Fratelli Palombi Editori, Roma 1996.
- RIERA I. (2006), *I cunicoli idraulici*, in *Tecnica di idraulica antica. Le opere di captazione: dighe, cunicoli, esattori, ieri e oggi*, L. Lombardi, G. Lena, G. Pazzagli (a cura di), La Sintesi, Roma, pp. 15-44.
- SCHMÖLDER A. (2001), *Le ravitaillement en eau*, in Ostia, port et porte de la Rome antique, Paris 2001, p. 100-107.
- SCHMÖLDER A. (2009), *Brunnen in den Städten des westlichen Römischen Reiches*, Palilia (DAIR) 19, 2009.
- SOMMELLA P. (1988), *Italia antica, L'urbanistica romana*, Jouvence, Roma 1988.
- VENTURA VILLANUEVA A., PIZARRO BERENGENA G. (2010), *El Aqua Augusta (Acueducto de Valdepuentes) y el abastecimiento de agua a Colonia Patricia Corduba: Investigaciones Recientes (2000-2010)*, in AA.VV., *Las técnicas y las construcciones en la Ingeniería Romana*, V Congreso de las Obras Públicas Romanas, Córdoba 2010.
- TELLA F. (2006), *Un acquedotto della prima età imperiale nei pressi del Casale di Malafede*. In: MEFRA 118-2, 2006, pp. 482-486.
- ZEVİ F. (1976), *Monumenti e aspetti culturali di Ostia repubblicana*, in *Hellenismus in Mittelitalien*, Kolloquium in Göttingen, Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, 97, 1976.

# Tecnica idraulica nell'area di Venafro (Isernia)

## Hydraulic technique in the area of Venafro

Parole chiave (key words): Venafro, *aque juliae*, Ponte a Montaquila, ponte Latrone (bridge Latrone), fiume Volturno (river Volturno), *saeptum*, ruota idraulica (waterwheel), Terme di Agrippa

« È più facile studiare il moto di corpi celesti infinitamente lontani che quello del ruscello che scorre ai nostri piedi. »

(Galileo Galilei, *Discorso intorno a due Scienze nuove*)

All'inizio del III secolo a.C., alla fine delle guerre sannitiche, Venafro si presenta come il centro principale di questo settore della valle del Volturno ed entra nel sistema amministrativo romano, come praefectura, intorno alla metà del secolo.

Continua a svilupparsi nel corso del I secolo a.C. e raggiunge il momento di massimo splendore con la deduzione della colonia augustea, probabilmente nel 14 a.C. Si ha allora una ristrutturazione urbanistica secondo un sistema di assi stradali ortogonali e la costruzione dei più importanti edifici pubblici e privati.

Un cambiamento profondo si ha a partire dalla metà del IV secolo, a causa del terremoto che sconvolge il Sannio e la Campania; la popolazione di Venafro si sposta sull'altura orientale dell'area urbana e dà vita al borgo medievale, abbandonando il settore occidentale del centro.

### ACQUEDOTTO AQUAE JULIAE DI VENAFRO

L'acquedotto venafrano, come concordano gli storici, fu costruito al tempo della Colonia che va sotto il nome di Giulia, quando cioè i veterani di Giulio Cesare (anno 712 di Roma), di ritorno da Filippi, per la munificenza di Ottaviano e di Antonio parteciparono alla divisione delle terre d'Italia.

Di esso si conoscono numerosi tratti e si possiede l'editto che ne stabiliva le regole d'uso. Costruito probabilmente tra il 17 e l'11 a.C. è lungo circa trenta chilometri e supera un dislivello di più di 300 m dalla captazione, alle sorgenti del Volturno, fino al punto di



Figura 1 – Venere di Venafro, Museo Archeologico

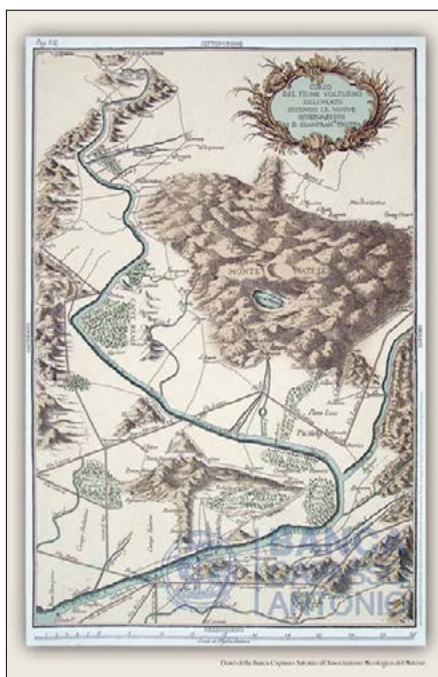


Figura 2 – Valle Volturno

### INTRODUZIONE

L'alta valle del Volturno, delimitata dal massiccio del Matese a sud-est e dalle Mairnarde ad est, costituisce il settore più occidentale del Sannio pentro e in esso la piana di Venafro rappresenta la via d'accesso preferenziale al Sannio dalla Campania e dal Lazio.

Il centro si connota quindi, fin dai tempi più antichi, come punto di primaria importanza strategica e commerciale. Non si può stabilire con esattezza il momento in cui ha avuto origine l'insediamento sulle pendici del monte S. Croce, anche se la presenza, ai piedi della montagna, di un santuario frequentato almeno a partire dal IV secolo a.C., deve aver influito notevolmente sullo sviluppo del centro. Di questo luogo di culto è visibile solo parte di un terrazzamento in opera poligonale, individuato a monte della città moderna, in una posizione fortemente dominante sulla piana.



Figura 3 – Molise



Figura 4 – Acquedotto, tavola di Frediani

arrivo nella parte alta della città in corrispondenza di un castellum aquae (serbatoio), non individuato con precisione, misura in linea retta appena 17 km (l'acquedotto è alto m 1,80, largo m 0,75).

La struttura è quasi completamente sotterranea, esce allo scoperto solo per attraversare corsi d'acqua o valloni per mezzo di ponti. È in parte costruito in opera cementizia e in parte scavato nella roccia, con pavimento in laterizi, volta a tutto sesto e pareti rivestite con malta idraulica. Lungo il percorso sono collocati dei cippi riportanti la prescrizione di lasciare liberi due percorsi di servizio ai lati della condotta. L'acquedotto non terminava a Venafrò, ma si prolungava oltre cinque chilometri ad una frazione chiamata Ceppagna, ove esistono ancora vestigia di mura pelasgiche, formate da massi parallelepipedi a strati orizzontali. Siffatto prolungamento, forse, sta a segnalare che la principale intenzione della

Colonia venafrana nel costruire la grandiosa condotta d'acqua era stata di giovare per l'irrigazione nelle stagioni di siccità delle terre situate in posti più elevati.

È certo pertanto che l'acquedotto preesisteva al momento che Cesare Augusto emanò l'editto, il più antico e quindi pregevolissimo fra quelli di cui fa menzione Frontino, che è giunto fino ai tempi nostri quasi incolume ed integro quale in origine era stato dettato. Con questo insigne documento l'imperiale autorità ordina e dispone circa la condotta e la distribuzione delle acque nel territorio della Colonia venafrana.

#### IL PONTE A MONTAQUILA

Notevole è il ponte in pietra che reggeva il condotto nei pressi di Montaquila. Il Frediani nella sua planimetria riporta con il n. 32 i tratti di cunicolo ritrovati nei pressi dell'abitato di Roccaravindola bassa. Sulla scorta

di tale rilievo, che rimane fondamentale per la conoscenza del suo tracciato, si è potuto ricostruire anche il suo funzionamento.

Quantunque l'esistenza e il percorso approssimativo dell'acquedotto fossero conosciuti almeno dal XVII sec., la sua sistematica – seppur speditiva – ispezione fu condotta occasionalmente dal Frediani negli anni '30. Da allora l'opera è ritornata nell'oblio più totale, essendosene perse quasi tutte le tracce tra le sorgenti del Volturno e Venafrò. Durante studi di tettonica attiva e paleosismologia condotti negli ultimi anni nella zona di Venafrò, si è osservato che la faglia che si stava investigando attraversava potenzialmente il percorso dell'acquedotto nella zona di Pozzilli, data l'importanza e l'unicità di una simile circostanza, si è deciso di programmare una campagna di rilievi geoarcheologici e di ricerca di materiali d'archivio, che hanno permesso di ricostruire ampi tratti del percorso dell'opera augustea nella zona di interesse, ovvero nelle campagne tra Venafrò e S. Maria Oliveto.

Durante i rilievi ci si è avvalsi anche di



Figura 5 – Il ponte a Montaquila

metodologie geofisiche d'avanguardia, volte all'identificazione in profondità dell'acquedotto, laddove non esistevano indizi superficiali. In particolare, si è ricorsi a profili georadar (GPR), tomografie geoelettriche di resistività (ERT) e indagini geomagnetiche.

Il primo tratto presenta uno specus (Fig. 6, Fig. 7) in buona parte scavato nella roccia, spesso pavimentato con mattoni grandi (bipedali). Si sono rinvenuti pozzi circolari per le ispezioni (spiramina) dal diametro di m.1,10.

Il condotto è pressoché regolare dalla sorgente fino a Venafrò e presenta una larghezza costante di 60/65 cm, un'altezza di cm160/165.



Figura 6 – Il condotto alle sorgenti del Volturno

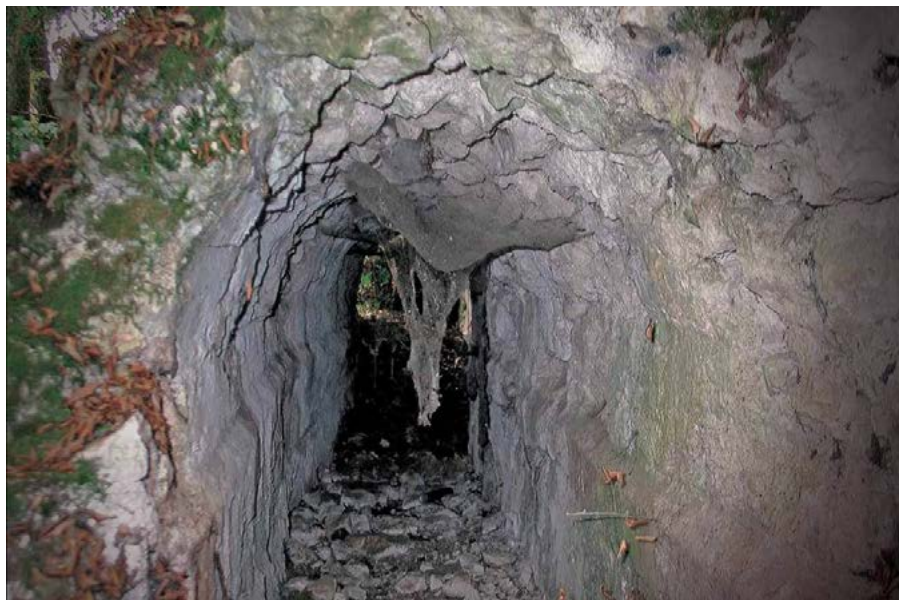


Figura 7 – Specus

Il primo tratto è pressoché pianeggiante, con lievissima pendenza nella parte che attraversa la piana di Rocchetta.

Il secondo tratto, invece, ha una pendenza notevolissima e mediamente del 25%, come in località Stingone (Capo d'acqua)-Pozzilli (Fig. 8).

In corrispondenza del Cimitero di Pozzilli, esattamente nel luogo che viene chiamato ancora oggi "la Grotta di conte Pannone", vi sono tracce consistenti dell'antico cunicolo romano che continua ad alimentare una storia che sopravvive solo nell'immaginario

collettivo delle persone più anziane di Pozzilli località S. Lucia-Pozzilli (Fig.9).

Ogni punto dell'acquedotto riscoperto, sia nei tratti scavati in galleria nelle rocce carbonatiche del substrato mesozoico dei monti di Venafro, che in quelli aperti in trincea nei depositi argillosi delle serie terziarie e di quelli di attraversamento di terreni alluvionali recenti, è stato oggetto di livellazioni topografiche assolute, che hanno permesso di ottenere la ricostruzione altimetrica del condotto. Il risultato eccezionale è stato quello di

osservare la progressiva deformazione della livelletta dell'acquedotto mano a mano che ci si avvicinava da entrambi i lati all'intersezione con la faglia e la sua dislocazione assoluta di circa 3.5 m a cavallo e ad opera della faglia stessa.

Tale entità di deformazione cosismica non è certo attribuibile ad un solo evento di fagliazione, ma almeno a tre di grande energia. Uno di questi, l'ultimo in ordine di tempo, è stato quello del 1349, come dimostrato da studi paleosismologici effettuati sulla stessa faglia



Figura 8 – Capodacqua, Pozzilli



Figura 9 – Cunicolo acquedotto Santalucia, Pozzilli

(denominata, in onore all'acquedotto, Faglia delle Aquae Iuliae). (Fig.10, Fig.11)

Gli altri, collocabili sempre in epoca storica grazie alle analisi paleosismologiche, potrebbero essere identificati con uno dei mainshock della già discussa sequenza complessa del 346 e con un altro evento altomedievale, possibilmente quello che nell'847 devastò il monastero di S. Vincenzo al Volturno e Isernia. In questo caso il dato archeosismico non ha permesso di scoprire nuovi terremoti, ma ha offerto la possibilità di "agganciarne" alcuni poco conosciuti ad una struttura sismogenetica caratterizzata da parametri sismologici ben valutabili.

### EPIGRAFE - TAVOLA ACQUARIA

La fama che l'acquedotto di Venafro ha conquistato è testimoniata da un'epigrafe

di notevoli dimensioni esposta nel museo di Venafro. L'epigrafe, insieme a molte altre di più piccole dimensioni, riporta in oltre 600 parole, l'editto di Augusto riguardo l'uso e la manutenzione dell'opera da lui completata e a lui dedicata.

L'epigrafe venafraña è l'unico esempio di costituzione di un acquedotto pubblico in cui compaia il regolamento che ne disciplina l'amministrazione.

La Tavola Acquaria nel Museo Archeologico di Venafro si tratta di un editto emanato da Augusto intorno all'11 a. C. e, quindi, prima della lex Quinctia (del 9 a.C.) che fissò la disciplina generale degli acquedotti. L'iscrizione è formata da 69 righe divise in 4 titoli.

Il primo riguarda la donazione dell'acquedotto alla città di Venafro da parte di Augusto.

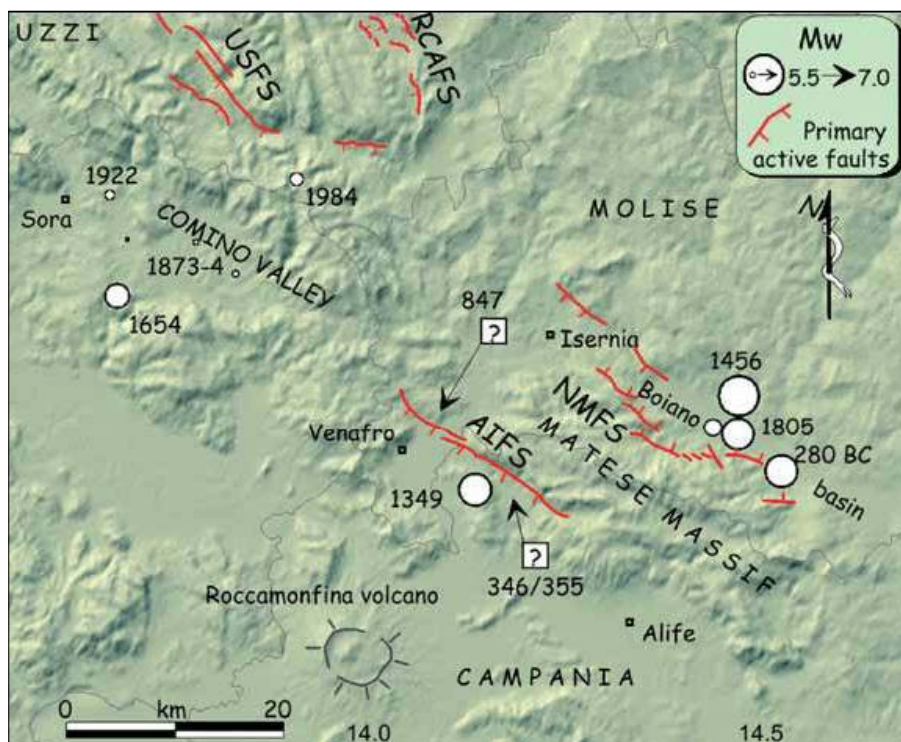


Figura 10 – Faglia Aquae Iuliae



Figura 11 – Faglia Aquae Iuliae

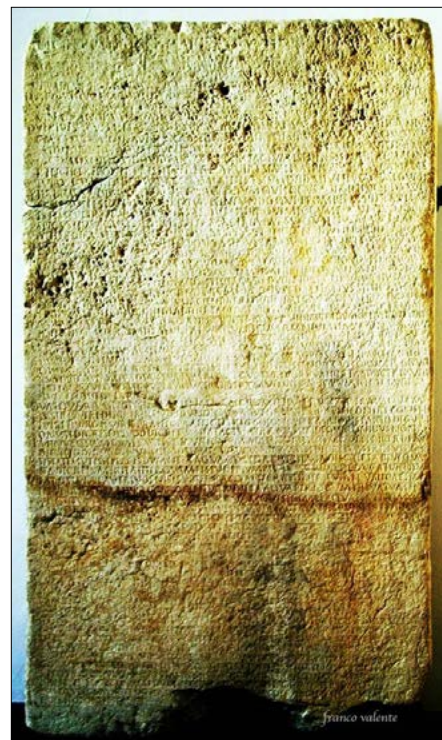


Figura 12 – La Tavola Acquaria nel Museo Archeologico di Venafro

Il secondo illustra la costruzione e la manutenzione dell'opera ed i rapporti tra i coloni privati e l'uso dell'acquedotto.

Il terzo riguarda la gestione dell'acquedotto affidata a magistrati locali (duumviri).

Il quarto stabilisce le sanzioni per i comportamenti contrari e le procedure da seguirsi davanti al pretore peregrino.

### PONTE LATRONE, OVVERO SUL F. VOLTURNO

Il termine Olotrone viene usato da Plutarco quando descrive il fiume Volturno nei pressi di Casilinum, odierna Capua, dell'originario appellativo osco-sannita con il quale si denominava il fiume e che, seppure romanizzato ufficialmente prima in Volturnus, poi in Volturnus, si è conservato nell'uso popolare.

Della costruzione romana rimangono solo due piloni, ambedue molto rovinati sebbene in epoca medioevale rimaneggiati:

Il primo, a sud, immediatamente vicino alla cappella in forma di tricora, ha una base di circa 15 metri nella lunghezza e 6,70 metri nella larghezza. (Fig.14)

Il secondo, in direzione nord, a una distanza di circa 50 metri ha la medesima larghezza ed una lunghezza di poco inferiore.

L'impianto, di chiara fattura romana, è realizzato con una fodera esterna di blocchi lapidei, sia di calcare compatto che di travertino, in opera quadrata di discrete dimensioni.

All'interno il pilone è costituito da una muratura in ciottoli di fiume gettati con malta idraulica. Il basamento è caratterizzato da una cornice squadrata sui due lati maggiori.

Dalla posizione e dalla composizione si ricava che il numero dei piloni era molto

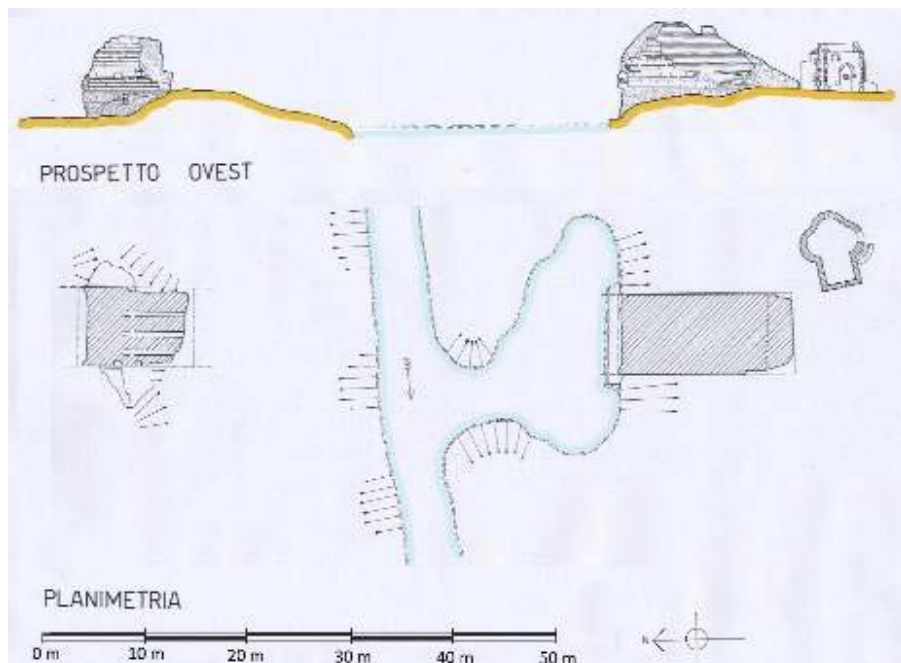


Figura 13 – Ponte Itrone schema



Figura 14 – Ponte Itrone piloni eta romana

più alto; infatti la campata che collegava i due preesistenti piloni era sufficiente a far superare l'intero corso del fiume, anche se si volesse ipotizzare una diversa posizione del letto. E presumibile che almeno altri 4 piloni fossero situati nel luogo ove ora il fiume scorre con il massimo di portata. La presenza di fori allineati di diametro di circa 40 centimetri sulla faccia rivolta verso l'acqua fa ritenere che il ponte avesse in origine le campate con travate in legno conficcate in essi.

### SAEPTUM

Ne deriva che il vocabolo saeptum, a cui fa riferimento l'editto augusteo di Venafro,

riconduce alla presenza in corrispondenza dell'incile dell'acquedotto di uno o più sbarramenti destinati alla creazione di un bacino di ritenuta da cui si dipartiva la condotta che raggiungendo la città di Venafro ne assicurava l'approvvigionamento idrico.

Il riscontro archeologico della presenza di saepta in diretta connessione con il caput aquae dell'acquedotto venafrano lo si ebbe nel corso dei lavori per l'esecuzione da parte dell'Ente Autonomo del Volturno nel 1925 di un bacino artificiale di raccolta delle sorgenti per un impianto idroelettrico;

In questa occasione infatti si rinvennero resti attribuibili al percorso dell'acquedotto e

in particolare si ricorda la presenza in corrispondenza delle sorgenti del Volturno di resti di antiche strutture da attribuire verosimilmente al caput aquae dell'acquedotto romano, tra cui "un grosso muro in opera a sacco parte di andamento rettilineo, parte nel tratto più sopraelevato a monte, in curva" immerso nelle acque.

Secondo A. Maiuri tale struttura sarebbe da interpretare come "una vera e propria diga di sbarramento" allo scopo di derivare l'acqua necessaria all'approvvigionamento idrico cittadino. Infatti immediatamente prospicienti l'opera di sbarramento e in asse con essa, a SE rispetto le sorgenti, furono rinvenuti anche i resti di una probabile piscina limaria secondo l'interpretazione di Maiuri e un primo tratto di cunicolo, il rivus dell'acquedotto.

### RUOTA IDRAULICA

Nel 1908 in agro di Pozzilli, nell'alveo del fiumicello Tuliverno (oggi Triverno) furono ritrovate le macine in pietra lavica di un mulino. A poca distanza il calco naturale di una

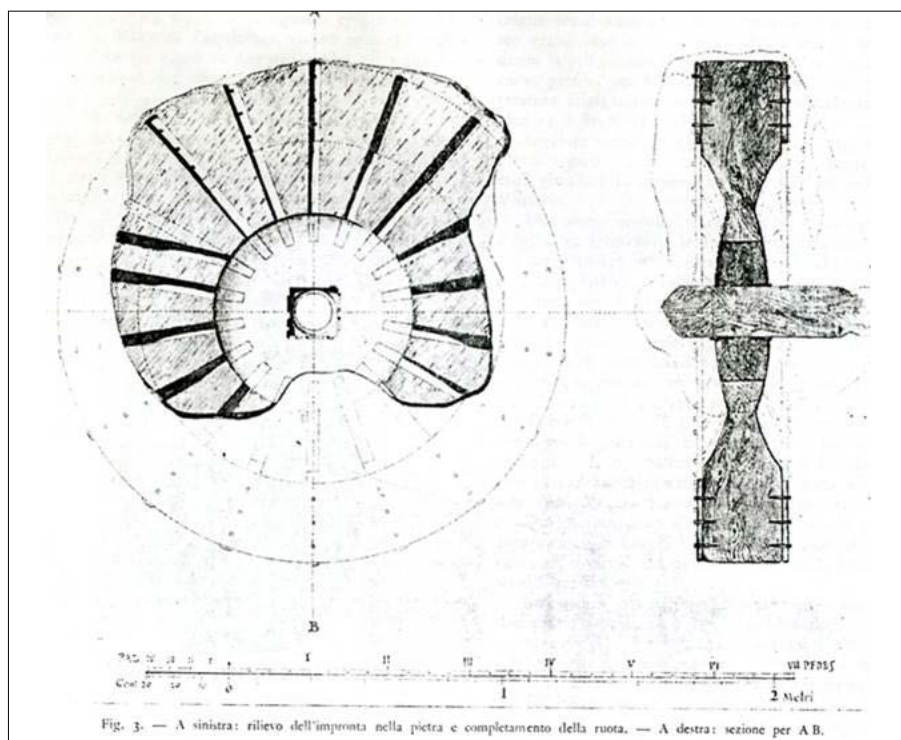


Figura 15 – Ruota Idraulica schema

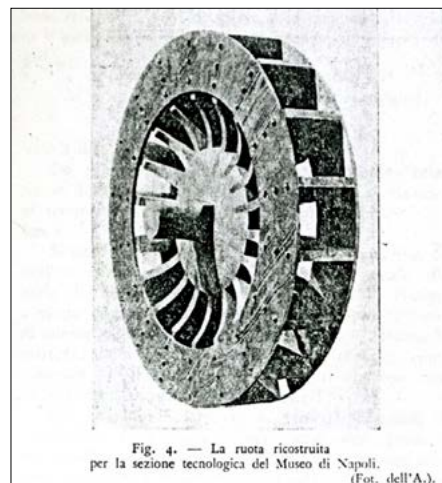


Figura 15b – Ricostruzione ruota di Venafro

ruota idraulica che immediatamente non fu adeguatamente apprezzata.

Se ne occupò l'ispettore onorario Giuseppe Cimorelli che segnalò la scoperta.

Qualche tempo dopo il calco naturale fu trasferito al Museo archeologico di Napoli dove fu studiato con attenzione dall'ing. Luigi Jacono che, a proprie spese, fece realizzare un modello della ruota per donarla al medesimo museo dove dovrebbe essere ancora conservato: ...ho fatto costruire a mie spese ed ho donato al Mu-

produceva nello stesso tempo non più di 4 chilogrammi e mezzo di farina, equivalente a 40 asini o 80 schiavi.

#### ACQUA SOLFA O TERME DI AGRIPPA

costruzioni termali esistono in più parti delle adiacenze di Venafro, in contrada S. Aniello e sulle rive del Volturno, a circa 5 km da Venafro, ad oriente, su un affioramento di depositi travertinosi con emergenze di acque solfuree.

gente patrizia, e che quindi il grande edificio presentasse l'aspetto di un ritrovo elegante e adorno di molte comodità, lo attestano i frammenti che sono stati rinvenuti in larga copia, di mosaici, ornati in stucco a motivi che rilevano un gusto artistico squisito, di bicchieri, di vetri e di patere aretine, che non erano certo nell'uso comune del popolo; seguendo le tracce dei ruderi si poté venire a conoscenza del punto dove era posto il castello acquario, simile a quelli rinvenuti a Pompei, e alla distanza di 6 metri e mezzo furono scoperte due vasche, una a forma di cunicolo e l'altra notevole per le sue dimensioni, tali che finora non se ne sono trovate simili.

#### TEATRO

Il teatro viene costruito in età augustea sulle pendici del monte S. Croce, sulla stessa linea del terrazzamento dell'antico santuario repubblicano, in modo da costituire un coronamento monumentale e scenografico dell'abitato. Comprende inizialmente l'ima e la media cavea, separate da un passaggio semicircolare; la summa cavea viene costruita successivamente utilizzando un robusto sistema di sostruzioni che avevano anche lo scopo di contenere il terreno alle spalle. Nel II secolo d.C. viene costruito ad ovest del teatro un grande ninfeo e successivamente gli impianti idraulici finalizzati all'allestimento dei giochi d'acqua nell'orchestra. Il terremoto del 346 d.C. porta all'abbandono del teatro e allo smantellamento di parte della decorazione architettonica e scultorea che viene raccolta all'interno di un ambiente del ninfeo stesso, probabilmente in vista di un successivo restauro che non avvenne mai.



Figura16 – Veduta aerea teatro venafro



Figura17 – Cisterna raccolta acqua teatro Venafro

seo di Napoli un modello di legno (incatramato, secondo il precetto vitruviano) della ruota.

La ruota idraulica (a Venafro viene chiamata in dialetto "retrecene") aveva un diametro di circa due metri e, come calcolò l'ing. Jacono, sviluppava una potenza di circa 3 cavalli vapore. Da studi fatti recentemente si ricava che poteva macinare circa 180 chilogrammi di grano all'ora, mentre una macchina azionata da un asino o da due schiavi

Fin dal 1842 furono rinvenute tracce di oggetti ornamentali e che ebbero diretta attinenza con le antiche Terme. Si è inoltre potuto accertare che statue a mezzo busto erano state poste vicino a ciascuna sorgente come insegna delle speciali virtù caratterizzanti le singole fonti. Infatti ogni busto additava con l'indice della mano destra, l'arto, la cui malattia quell'acqua guariva. Che siffatte Terme fossero in prevalenza frequentate da

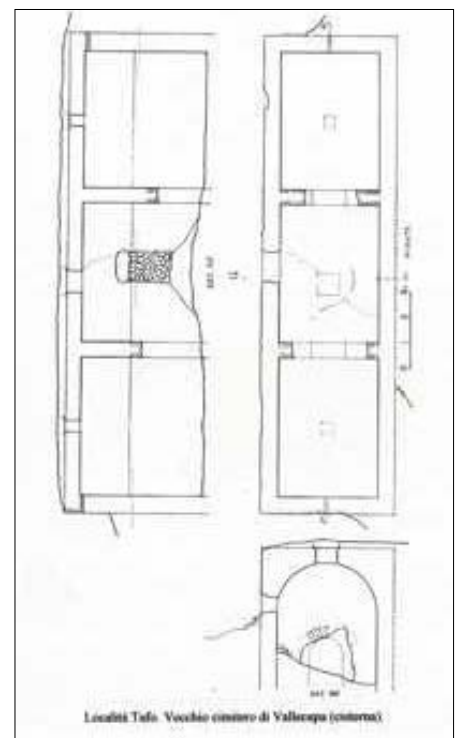


Figura18 – Antica cisterna cimitero Vallecupa Venafro





Figura 19 – Interno Cisterna cimitero Vallecupa venafro

**FOSSA COMUNE IN UNA ANTICA CISTERNA** di circa 1300 mq. Il muro è lungo 19 metri, il vecchio cimitero ubicato nel territorio di Vallecupa (frazione di Venafro), sulle pendici settentrionali di Colle Salberta, propaggine nord orientale di Monte Cèsima, in località Tufo, a quota 290 metri, a confine con il Comune di Sesto Campano, era in origine una villa rustica di età romana. Oggi ciò che rimane della villa è una grossa cisterna ipogea, formata da tre grosse camere contigue coperte a volta.

Col passare degli anni e a seguito di eventi catastrofici la villa rustica venne distrutta e anche la cisterna perse la sua funzione originaria, che era quella di raccolta dell'acqua piovana. Probabilmente fu proprio un terremoto di forte intensità a generare una profonda lesione trasversale, estesa fino alla base della struttura e che ha fatto venir meno l'impermeabilità della cisterna.

La lesione provocò anche una spaccatura laterale che in seguito dovette essere allargata dai contadini e dai pastori per crearvi un comodo varco, così da utilizzare la cisterna come deposito o anche come ricovero per gli animali.

A seguito di pestilenze varie, in particolare quella del 1656, l'apertura creata fu richiusa con un muro e l'ambiente fu trasformato in una grande "fossa comune", a cui si poteva accedere solo dalle botole poste in chiave di volta. Da qui, sollevando dei pesanti blocchi in pietra di chiusura i cadaveri venivano letteralmente gettati nelle camere ipogee.

Nel periodo compreso tra la fine della Repubblica e il tardo Impero, la grossa cisterna, visibile dall'esterno solo in parte, ha un lungo muro di terrazzamento in opera cementizia che delimita a nord ovest un'area pianeggiante

di circa 1300 mq. Il muro è lungo 19 metri, è spesso 0,90 metri ed è alto mediamente 2 metri. Contiene, nella parte retrostante, un ambiente ipogeo a pianta rettangolare, ampio complessivamente 16,35x3,85 metri, coperto con una volta a botte a tutto sesto con altezza massima, presa in chiave di volta, pari a circa 4,85 metri.

L'ambiente è diviso in tre parti da due setti murari trasversali: quello più a nord ovest è di 3,80x5,40 metri, quello centrale di 3,85x5,45 metri, il terzo 5,50x3,85 metri. Tutti e tre gli ambienti presentano, in corrispondenza della chiave di volta, delle piccole botole di forma quadrata, chiuse da appositi blocchi calcarei poggiati superiormente.

Le pareti che delimitano l'intero ambiente e la volta di copertura sono realizzate in opera cementizia e in alcuni punti sono riconoscibili ancora le impronte delle palanche della cassaforma. I due setti murari trasversali, spessi 60 centimetri, sono realizzati invece in opera incerta. La parete sud ovest di terrazzamento contiene un foro circolare, foderato da due coppi in laterizio affrontati, che attraversa tutto lo spessore del muro e che consentiva, grazie ad altri fori, l'aerazione della cisterna.

Sulla facciata esterna della stessa parete, al di sopra del foro di aerazione, si conserva un lacerto di paramento in opera incerta, lungo 3,60 e alto 0,50 metri, formato da scapoli calcarei di dimensioni medie pari a 13x20 cm. Nella parte alta dei muri trasversali la malta di giunzione presenta delle doppie e triple striature a stecca che sembrano accentuare la tessitura dell'opera incerta, ma la cui funzione va ricercata nell'assicurare una migliore aderenza di un eventuale intonaco che vi veniva sovrapposto.

Entrambe le parti inferiori dei muri trasversali presentano ampie zone divelte, proprio in corrispondenza di quelli che dovevano essere i due passaggi centrali che mettevano in comunicazione le tre camere (Fig. 19).

L'interno della struttura non presenta nessun tipo di intonaco, ciò tenderebbe a mettere in dubbio la sua funzione di cisterna, ma la compattezza dell'opera cementizia, che di per sé rende impermeabili gli ambienti, e l'assenza di aperture laterali portano a sostenere l'ipotesi che la grossa cavità ipogea doveva fungere proprio da contenitore-deposito per acqua.

## BIBLIOGRAFIA

- CAIAZZA D. (1994), *Il Territorio tra Matese e Volturno. Ponte Latrone*, "Atti del 1° convegno di studi sulla storia delle foranie della Diocesi di Isernia-Venafro", Capriati a Volturno.
- CIMORELLI G. (1922), *Edifici monumentali della regione*, Archivio Storico del Sannio Alifano, Anno VII, nn. 19-20-21, pp. 15-30.
- FUSCO A. (2013), *La gestione dell'acqua nelle civitates dell'Italia romana. La documentazione epigrafica*. Tesi di dottorato 2011-2013, Università di Palermo.
- GALLI P. & NASO J.A. (2009), *Unmasking the 1349 earthquake source (southern Italy): paleoseismological and archaeoseismological indications from the Aquae Juliae fault*. J. Struct. Geol., 31, 128-149.
- GALLI P. & SCARONA L. (2010), *Il fascino discreto dell'archeologia*, ArcheoMolise, n.3.
- JACONO L. (1938), *La ruota idraulica di Venafro*, L'Ingegnere, n. 12.
- MAIURI A. (1926), *Resti dell'acquedotto di Venafro e cippi terminali*, Atti della R. Accademia Nazionale dei Lincei. Notizie degli Scavi di antichità. Estratto dal vol. II, Serie VI, fascicoli 10°, 11° e 12°, pp. 434-437.
- MATTEI A., *Storia d'Isernia*. Vol. 1, pag. 38, Napoli 1978
- PAROLINI C. (2012), *Sbarramenti fluviali e rifornimento idrico nel Lazio in epoca romana: il caso del fiume Aniene*, Tesi di dottorato a.a. 2011-2012, Università di Roma La Sapienza.
- THOMAS K. E. TREVOR I. (1997), *Storia della Tecnologia*, Vol.1, pagg. 290-300 Editore Boringhieri, Torino.
- VALENTE F. (2008), *L'acquedotto di Venafro e l'Editto di Augusto*, Antichità Romane.
- VALENTE F. (2014), *La ruota idraulica di Venafro, anzi di Pozzilli, anzi di Triverno*, Antichità Romane.
- ZAMBARDI M. (2006), *Mura Sannitiche e romane a Venafro*, Studi Cassinati, anno IV.
- ZAMBARDI M. (2013), *Antica cisterna di età romana riutilizzata come "fossa comune" a Vallecupa (Venafro)*, Studi Cassinati.

## SITOGRAFIA

- <http://archeologicamolise.beniculturali.it/index.php?it/219/opere/59/venafro-teatro>
- <http://www.francovalente.it/2008/09/23/s-maria-a-ponte-latrone-sul-volturno/>
- <http://www.francovalente.it/2012/02/05/E2%80%9C-la-grotta-di-conte-pannone-E2%80%9D-a-pozzilli-e-la-leggenda-del-cunicolo-del-castello-di-venafro/>

# L'acquedotto di Betilieno Varo ad Alatri (Frosinone): nuovi dati sulle sorgenti, sul percorso a pelo libero e sul sifone

ROCCO TORRE  
Geologo libero professionista  
E-mail: torroc@libero.it

ADRIANA VALCHERA  
Laboratorio Topografia antica e Fotogrammetria,  
Università del Salento  
E-mail: adriana.valchera@unisalento.it

## The Betilieno Varo aqueduct at Alatri (Frosinone): new data on springs, open conduit and siphon

Parole chiave (*key words*): acquedotto romano (*roman aqueduct*), sifone (*siphon*), Topografia antica (*ancient Topography*), Alatri, Lucius Betilienus Varus

### STORIA DEGLI STUDI

La presenza di un acquedotto ad Alatri è nota sin dal XVIII secolo quando, nella odierna Piazza S. Maria Maggiore venne alla luce un'iscrizione (CIL, X 5807), databile alla fine del II – inizi I secolo a.C. (Fig. 1), con l'elenco di una serie di opere di pubblica utilità, tra cui anche un acquedotto, realizzate dal censore Lucio Betilieno Varo. I primi studi sull'acquedotto di Betilieno Varo risalgono alla seconda metà dell'Ottocento e presero l'avvio dalle ricerche effettuate per la realizzazione di un "Acquedotto Consortile" tra i comuni di Alatri, Ferentino e Guarcino, sovvenzionato da Papa Pio IX.

Nel 1864 Padre Angelo Secchi (1818-1878; astronomo, matematico, Direttore dell'Osservatorio Astronomico del Collegio Romano) fu incaricato, insieme al geologo prof. Ponzi ed agli ingegneri Brauzzi e Olivieri, di individuare le sorgenti per l'Acquedotto Consortile e di studiarne il percorso. In quell'occasione il Secchi individuò vari resti relativi all'acquedotto di Betilieno Varo e ne studiò il funzionamento, sottolineando il fatto che per portare l'acqua sulla collina di Alatri i tecnici dell'epoca avevano dovuto superare un dislivello di circa m. 100 servendosi di un sifone rovescio, applicando cioè il principio dei vasi comunicanti; inoltre, sulla base di alcuni rinvenimenti, si convinse che nel sifone dovevano essere stati adoperati dei tubi di terracotta, precisando però che nel cd. "venter" probabilmente il condotto era in materiale più resistente.

Successivamente il Fiorelli - "Direttore Generale dei Musei e degli Scavi" del Ministero dell'Istruzione Pubblica - incaricò l'ing. Pacifico Di Tucci di eseguire ulteriori indagini, edite tra il 1879 ed il 1882, che integrarono tutte le osservazioni effettuate dal Secchi.

In quegli anni il Di Tucci seguì anche le ricerche effettuate dall'ing. Bassel che, per conto dell'Istituto Archeologico Germanico, si recò una prima volta ad Alatri nel 1880, con

lo scopo di ricostruire il percorso del sifone; durante la seconda visita, nei mesi di ottobre e novembre del 1882, il Bassel fece una serie di ricognizioni lungo il probabile tracciato del sifone e realizzò scavi a Monte Daielli e alle falde del monte dei Cappuccini, alla ricerca di resti della condotta in pressione. Queste ricerche portarono al rinvenimento di alcuni frammenti di tubi di piombo fuso a Monte Daielli ed alla inaspettata scoperta del cd. "Tempietto" in località La Stazza.



Figura 1 – Iscrizione di Lucio Betilieno Varo (CIL X, 5807), conservata ad Alatri presso il Museo Comunale (foto R. Torre)

Nel 1888 alcuni lavori stradali fuori Porta S. Pietro ad Alatri portarono al rinvenimento di una cisterna in laterizio; una descrizione della struttura è fornita dal Di Tucci mentre il Winnefeld, per conto dell'Istituto Archeologico Germanico, eseguì il rilievo e lo studio della cisterna, considerata l'arrivo del sifone e identificata con il *lacus ad portam* dell'iscrizione di Betilieno Varo.

### ASPETTI GEOLOGICI E IDROLOGICI DEI MONTI ERNICI

La storia geologica del settore appenninico è stata, ed è tuttora condizionata sia dal

movimento relativo delle due placche principali, Europea ed Africana, sia da quello delle microplacche interposte.

Tra queste ultime, quella dalla quale si sono sviluppati i rilievi simbruino – ernici, prima di essere deformata, ospitava un ambiente marino caratterizzato da medio-bassi fondali, alta ossigenazione e, quindi, una elevata percentuale di organismi viventi.

Queste caratteristiche presuppongono una iperproduzione di depositi bioclastici che hanno dato luogo a spessori di centinaia di metri di rocce assimilabili alle Dolomiti.

Accanto ad esse, in adiacenti aree depresse, e sopra di esse anche in discordanza di fase, si sono depositi sedimenti, a granulometria da fine a grossolana, da argille sabbiose a conglomerati, provenienti da zone sia vicine che lontane, che hanno dato luogo a rocce sia di tipo arenaceo o alluvionale che ancora di tipo carbonatico.

L'evoluzione tettonica successiva di questa porzione dell'area appenninica ha determinato una deformazione di tipo compressivo con la produzione di una catena a falde di ricoprimento sovrascorse verso Est l'una sull'altra; tale organizzazione tettonica caratterizza sia la parte profonda, nascosta, della catena che quella superficiale, affiorante.

Anche il gruppo dei rilievi simbruino – ernici è stato caratterizzato dagli eventi deformativi suddetti. Infatti, in più affioramenti è stato possibile osservare depositi carbonatici di età cretacea che si trovano sovrapposti per sovrascorrimento ai depositi terrigeni o alluvionali miocenici, presenti lungo la Val Roveto, cioè la depressione tettonica che si trova subito ad Est dell'allineamento simbruino – ernico.

Alle preliminari deformazioni, che comunque si sono succedute in sequenza, da Ovest verso Est, l'area dell'Appennino centrale, e quindi anche il settore simbruino – ernico, ha subito, e subisce, una distensione che ha

portato al collasso delle strutture, prima sottoposte a compressione, con formazione delle depressioni che caratterizzano l'Italia centrale (tra le altre, le conche intermontane laziali ed abruzzesi, compresa la Valle Latina). Evidenza di questo scivolamento verso valle del blocco occidentale rispetto a quello orientale, rimasto sopraelevato, si ha proprio ad occidente dell'allineamento simbruino – ernico.

Infatti, tutto il settore su cui sono posti i territori collinari di Guarcino, Vico nel Lazio, Alatri, Veroli e degli altri comuni che si incontrano spostandoci verso Ovest - Sud Ovest, "risulta geologicamente e morfologicamente separato dal corpo della struttura simbruino – ernica dalla grande faglia, con

direzione Nord Ovest – Sud Est, che si segue da Guarcino fino a Sora" (da Cavinato et alii 1990). (Fig. 2)

La ex miniera di asfalto situata in prossimità della Abbazia di Trisulti mette in evidenza come proprio lungo questa faglia profonda siano risalite quantità significative di idrocarburi generatisi in profondità.

Nei territori montani interessati dalla nostra analisi, affiorano quasi tutti i depositi prima descritti.

Le deformazioni tettoniche, prima quelle compressive e successivamente quelle distensive, hanno portato all'attuale organizzazione stratigrafica delle varie tipologie di rocce affioranti ed alla caratterizzazione

idrogeologica dei vari tipi di roccia che costituiscono il sottosuolo dell'area di studio.

Infatti, le rocce carbonatiche litoidi, se rimangono integre e se presentano un aspetto massivo o poco stratificato, sono caratterizzate da una bassa permeabilità. Se, invece, come nel caso dei rilievi simbruino-ernici, la roccia carbonatico-dolomitica è stata sottoposta ad una intensa attività deformativa, allora essa assume un aspetto molto fratturato e disarticolato, tanto da diventare sede di acque di falda anche a profondità molto elevate. Se alla base di questi strati fratturati, pieni di acqua percolante, si trova uno strato impermeabile, allora si creano le condizioni per la presenza di una falda acquifera in profondità.

Da un punto di vista idrogeologico, le rocce torbiditiche, invece, sono caratterizzate da una bassa permeabilità e, quindi, non presentano falde idriche al loro interno. Spesso, anzi, esse si comportano da livelli impermeabili di base che sorreggono falde presenti all'interno di terreni permeabili a loro sovrapposti.

Depositi più recenti, quali quelli vulcanici, oppure quelli alluvionali, presentano caratteristiche idrogeologiche opposte.

In generale, è possibile associare, da un punto di vista idrogeologico, il settore Simbruino-Ernico ad un'Unità idrogeologica intesa come un insieme di complessi rocciosi che, sostanzialmente, presentano un identico comportamento nei confronti dell'infiltrazione e della circolazione idrica sotterranea.

Se analizziamo più in dettaglio la porzione ernica, possiamo osservare che essa appartiene al settore centrale di questa Unità idrogeologica, caratterizzata dalla sovrapposizione dei litotipi calcarei su quelli dolomitici nella sua parte alta (allineamento Guarcino-Trisulti) e sempre delle litologie calcaree su quelle torbiditiche nella parte bassa (allineamento Alatri-Tecchiena ed in prossimità della località "Abbadia", nella parte orientale del territorio comunale di Alatri).

L'elevato disturbo tettonico, che caratterizza proprio la parte centrale di questa Unità Idrogeologica, favorisce uno schema di circolazione con acquiferi funzionanti "a cascata". Infatti, a partire da Nord-Est, è possibile osservare più di un allineamento tettonico, orientato all'incirca come il fronte di sovrascorrimento della Val Roveto, e cioè NW-SE, nel quale è possibile individuare ulteriori sovrascorrimenti di settori carbonatici, o in facies carbonatica, su quelli dolomitici. Inoltre, il tutto è stato ulteriormente svincolato da direttrici tettoniche ad andamento perpendicolare, o ad alto angolo di intersezione, rispetto ai precedenti allineamenti strutturali (Fig. 2).

E' stata proprio la tettonizzazione delle litofacies sia carbonatiche che dolomitiche,

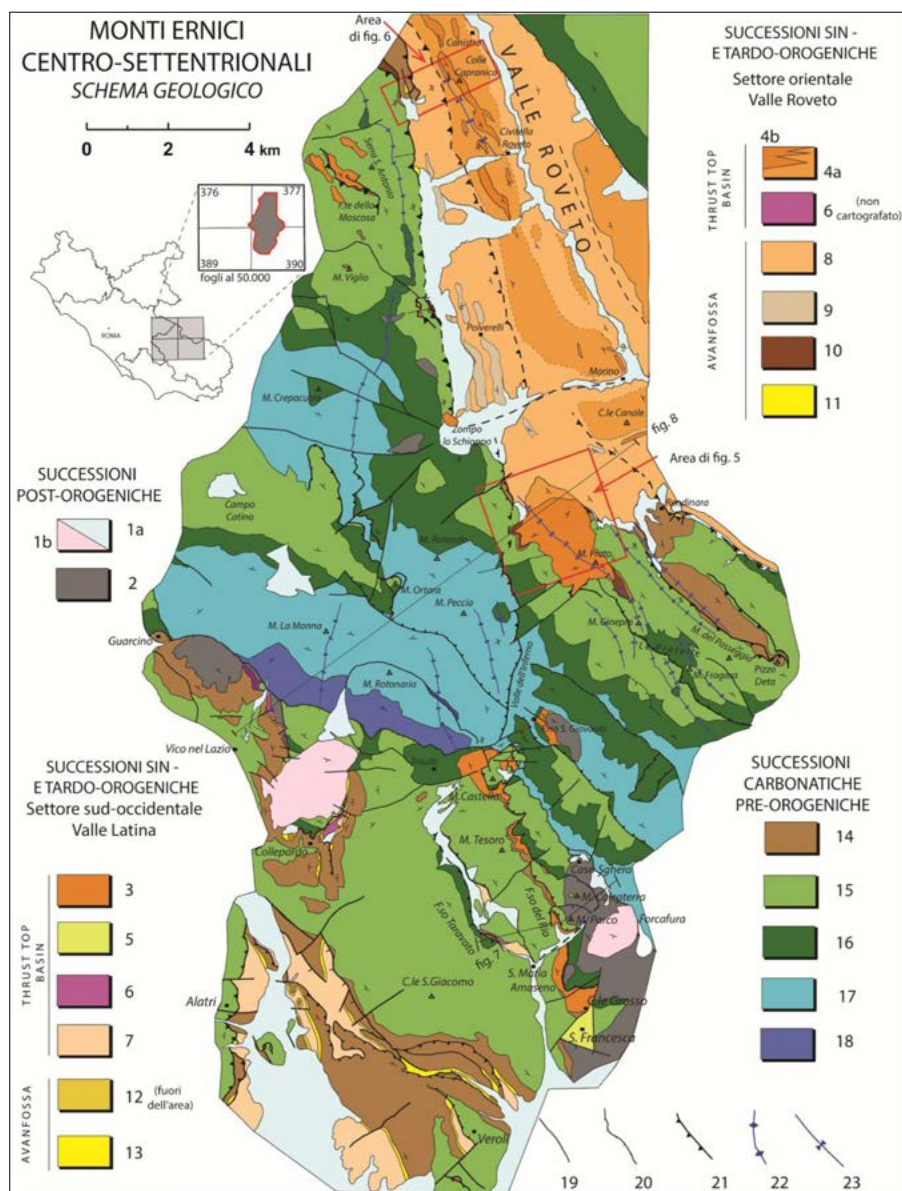


Figura 2 – Schema geologico dei Monti Ernici centro-settentrionali.

1 a, b: Detrito di falda, alluvioni attuali e recenti, conoidi alluvionali; b: Breccie di Colleparado, Forcafura. Olocene-Pleistocene inferiore. 2: Breccie di Guarcino, Fontana S. Giovanni, M. Calcaterra, M. Viglio. Pliocene (?) – Pleistocene inferiore. 3: "Unità di Fosso del Rio". Messiniano superiore. 4a, b: Puddinghe poligeniche del versante destro della Val Roveto; a: arenarie conglomeratiche; b: conglomerati. Messiniano superiore. 5: "Puddinghe di Scifelli". Messiniano superiore. 6: "Argille con gessi". Messiniano superiore. 7: "Arenaria di Torrice". Messiniano inferiore. 8: Formazione argilloso-arenacea. Messiniano inferiore. 9: "Unità di Polverelli". Messiniano inferiore. 10: Breccie della Renga. Tortoniano superiore Messiniano p.p. 11: Marne a Orbulina. Tortoniano superiore p.p. – Messiniano inferiore. 12: Formazione di Frasione. Tortoniano superiore. 13: Marne a Orbuline. Tortoniano superiore p.p. 14: Calcarei a Briozoi e Litotamni. Langhiano – Tortoniano p.p. 15: Calcarei micritici a Rudiste e microfaccies riferibili al Cretaceo superiore. Cenomaniano – Senoniano p.p. 16: Calcarei microgranulari con intercalazioni dolomitiche. Neocomiano – Albiano. 17: Calcarei dolomitici e dolomie. Calloviano p.p – Titoniano. 18: Calcarei dolomitici e dolomie. Lias medio superiore. 19: Faglia generica. 20: Sovrascorrimento. 21: Traccia assiale antiforme. 22: Traccia assiale sinforme (da Cavinato, Parotto, Sirna 2012)

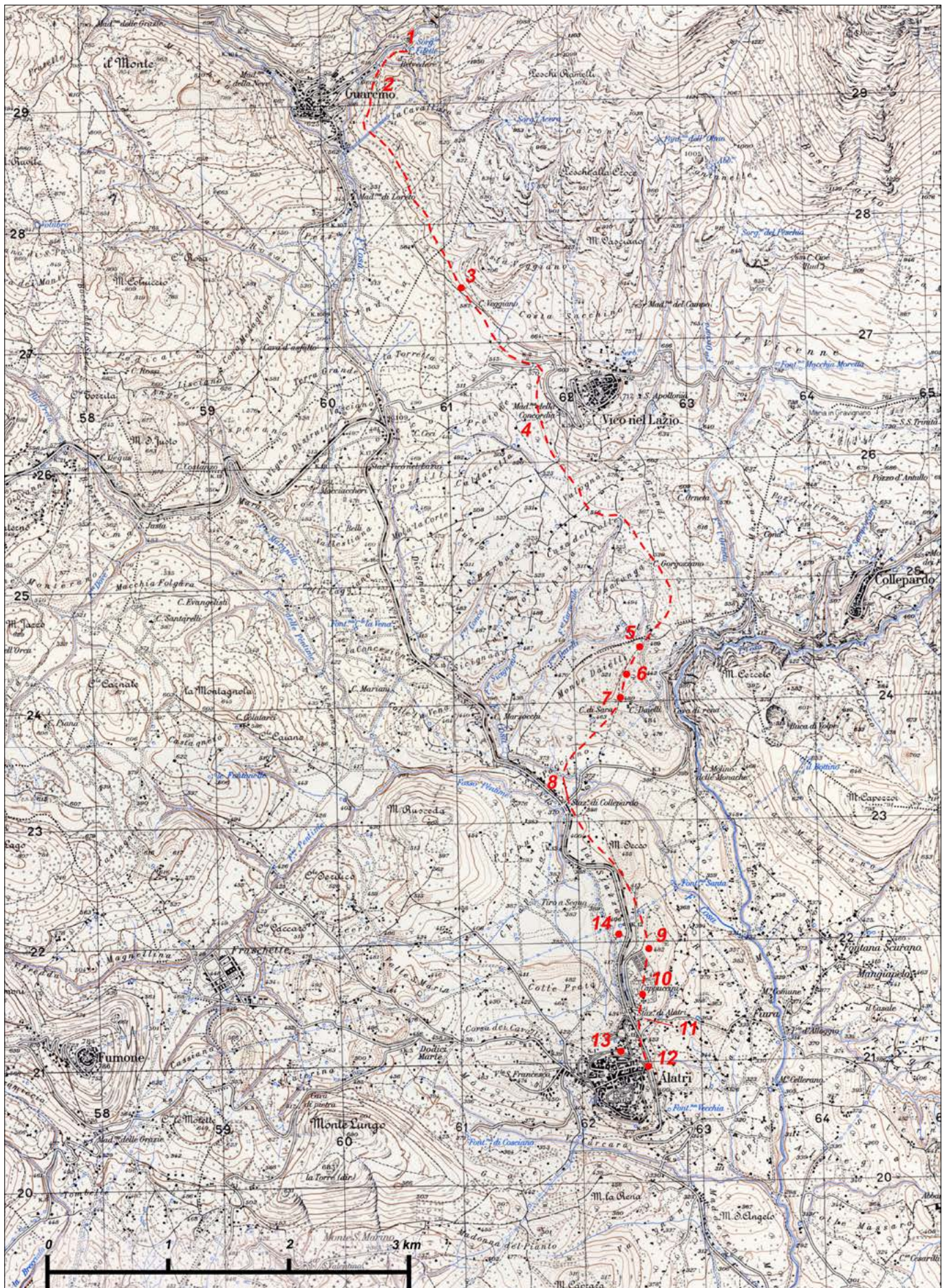


Figura 3 – Ipotesi ricostruttiva del percorso dell'acquedotto di Betilieno Varo.

1) Sorgente Filette; 2) Mischiuso, Mola del Comune; 3) Costa Veggiano; 4) Madonna della Concordia; 5) M. Daielli, pilastri; 6) M. Daielli, muro in cementizio e tagli nella roccia; 7) M. Daielli, vasca di carico (?); 8) "Sifone 1" venter: ponte-canale sul Fiume Cosa, pilastri e muro continuo in cementizio, ponte-canale sul torrente Porpuro; 9) Colle S. Pietro, muro in cementizio del tratto in risalita del "sifone 1"; 10) Colle S. Pietro, sistema di cisterne sotto il Convento dei Cappuccini; 11) Stazione di Alatri, "Sifone 2" venter (?); 12) Porta Portati, tubi in terracotta del tratto in risalita del "sifone 2"; 13) Cisterna fuori Porta S. Pietro; 14) La Stazza, cd. Tempietto (Tavolette IGM F. 151 II NE Vico nel Lazio, II SE Alatri, II SO Ferentino, II NO Fiuggi - rielaborazione grafica K. Luzio, A. Valchera)

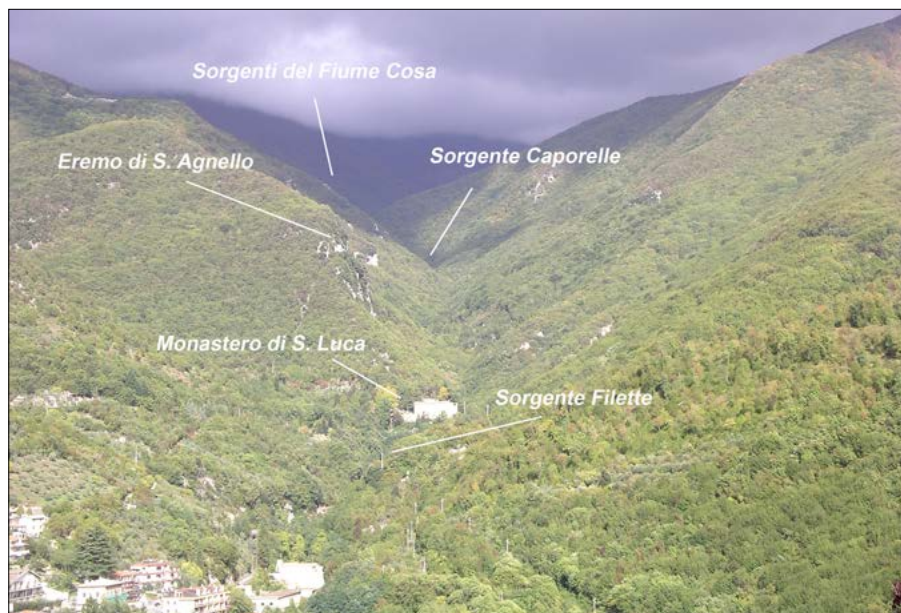


Figura 4 – La fotografia, scattata dal colle che sovrasta il paese di Guarcino ad occidente, evidenzia come tutte le sorgenti siano allineate lungo l'area centrale della valle del fiume Cosa (foto R. Torre 2010)

dovuta ai predetti sovrascorrimenti ed alle sollecitazioni di tipo distensivo, a creare le situazioni di “falde sospese su impermeabili relativi” (CAPELLI et alii 2012) che si spostano dalle aree di ricarica (catene montuose a Nord-Est) e, procedendo verso i quadranti meridionali, traboccano solo parzialmente in corrispondenza di sorgenti altimetricamente più alte (dalle sorgenti del Vermicano, a quelle dell'Innola, del Fiume Cosa, di Caporelle e di Filette - da quota circa 1.650 m a quota 660 m s.l.m. - a monte del paese di Guarcino, e dalle sorgenti di Capo Fiume - circa 900 m s.l.m. - a monte del paese di Colleparado).

Queste circolazioni sotterranee, infatti, continuano successivamente il loro percorso verso Sud Sud - Ovest, cioè verso le zone vallive, fino ad emergere in corrispondenza delle sorgenti di collina e di pianura nei territori di Alatri, Anagni, Ferentino e Frosinone.

## LE SORGENTI

Allo stato attuale delle ricerche si può ipotizzare che per l'acquedotto di Betilieno Varo siano state captate le acque che scaturiscono in località Filette, nel territorio comunale di Guarcino (m 720 slm) (Fig. 3). Tutto il versante sul quale si trova la sorgente Filette, ma a quote inferiori, è caratterizzato da molteplici risorgive che, forse, saranno state incanalate nell'opera di presa, non ancora individuata. La portata della sorgente Filette è in media all'anno di circa 20 l/s; l'acqua viene attualmente imbottigliata ed è caratterizzata da valori di Nitrati e di Sodio molto bassi; medio basso è anche il valore del residuo fisso e della temperatura alla sorgente (7,5°C). Sia le caratteristiche geologiche degli strati rocciosi che l'ampio bacino idrografico garantiscono una significativa ricarica della falda acquifera presente a varie profondità, che viene evidenziata dalle

molteplici sorgenti che scaturiscono a diverse quote lungo tutto l'alto corso del Fiume Cosa e di alcuni suoi affluenti (Fig. 4).

## IL PERCORSO A PELO LIBERO

Dalle sorgenti (Fig. 3.1) e fino alla vasca di carico di Monte Daielli (Fig. 3.7), per una lunghezza totale di ca. km 8, l'acqua correva a pelo libero in un condotto scavato nel banco di roccia oppure costruito in muratura. Durante le ricognizioni, lungo il versante particolarmente ripido di località Costa Veggiano (Vico nel Lazio), ad una quota di m 585 slm, è stato rinvenuto un tratto dello speco in muratura (Fig. 3.3) che si imposta in parte su uno sperone di roccia calcarea, di età cretacea, appositamente regolarizzato

(Fig. 5). Il condotto, a sezione rettangolare, è realizzato in cementizio con spezzoni di calcare ed è foderato da uno strato di cocciopesto dello spessore di cm 4; ha una larghezza di cm 60 e un'altezza conservata di circa cm 40. Il muro che delimita lo speco verso valle ha uno spessore cm 45, mentre del muro verso monte non è possibile calcolare lo spessore per la situazione di parziale interro. Altri tratti di muri relativi allo speco sono stati rintracciati proseguendo verso Vico nel Lazio, per una lunghezza complessiva di circa m 300. Della serie di arcate segnalate alla fine dell'Ottocento a Monte Daielli (circa m 485 slm), restano allo stato attuale solo alcuni monconi dei pilastri in *opus incertum* (Fig. 3.5).

Da Costa Veggiano a Monte Daielli la pendenza media è di circa 20 m per km, e cioè del 2%. Si segnala che gradienti molto accentuati sono documentati anche negli acquedotti di Venafro, Termini Imerese, Lione e a Roma, nell'*Anio Novus* e nell'*Aqua Marcia*. Sulla base dei tratti di condotto a pelo libero rinvenuti fino ad ora non è possibile calcolare la portata dell'acquedotto di Betilieno Varo, poiché non sappiamo quale fosse in effetti la sezione bagnata del condotto.

## “SIFONE 1” DAIELLI-PORPURU-CAPPUCCINI

Dal serbatoio di carico su M. Daielli (Fig. 3.7) aveva inizio la parte in discesa della condotta in pressione che all'attraversamento del Fiume Cosa e del Torrente Porpuro raggiungeva il punto più basso, il cd. *venter* secondo la definizione vitruviana (Vitruv., *De Architectura* VIII 6, 5). Dal ponte-canale sul F. Cosa, di cui rimangono soltanto alcuni blocchi in op. poligonale di III maniera, il condotto in pressione proseguiva su una se-



Figura 5 – A) Costa Veggiano (Vico nel Lazio): ben visibile il muro in opera incerta dello speco che, per mantenere la pendenza costante, si imposta su uno sperone di roccia affiorante appositamente regolarizzato (foto A. Valchera 2015). B) Bivio di Colleparado, località Porpuro (Alatri): resti del muro continuo, rinforzato da contrafforti, che sosteneva il condotto in pressione del “sifone 1” nel settore del venter tra il ponte-canale sul fiume Cosa e quello sul torrente Porpuro (foto R. Torre 2010)



Figura 6 – Il percorso del “sifone 1” dalla vasca di carico situata a M. Daielli (n. 7), fino al venter con i ponti-canale sul fiume Cosa e sul fosso del Porpuro (n. 8), per giungere al sistema idraulico del Convento dei Cappuccini (n. 10) (elaborazione grafica A. Leopardi)

rie di arcate, di cui si conservano in parte i pilastri, mantenendo una quota costante, in direzione del torrente Porpuro. Nelle vicinanze della sponda sinistra del torrente Porpuro, il condotto era sostenuto da un muro continuo rinforzato da contrafforti (Fig. 5). Del pontecanale sul torrente Porpuro non rimane nulla. Lungo la linea del sifone tra il Cosa ed il Porpuro, il terreno presenta quote variabili tra m 370 e 375 slm e, poiché nel punto dove il muro continuo e i pilastri sono conservati per una altezza di m 4 la quota del terreno è di m 370 slm, possiamo affermare che la quota dove scorreva il condotto del venter, e che veniva mantenuta costante per tutta la lunghezza del ventre stesso, era di almeno m 375 slm.

La lunghezza totale del venter (Fig. 3.8) doveva essere di circa m 350, compresi i ponti che scavalcavano i due corsi d'acqua e le probabili strutture fuori terra alle falde di Monte Daielli e di Monte Secco, almeno fino a raggiungere la quota di m 375 slm.

Strutture relative ai due ponti-canale del “Sifone 1” erano visibili, nella seconda metà dell'Ottocento, sul Fiume Cosa e al Fosso del Porpuro, nei pressi dell'attuale bivio di Colleparado; di questi resti abbiamo le descrizioni di Padre A. Secchi, dell'ing. P. Di Tucci e dell'ing. R. Bassel. Il dislivello superato per mezzo di questo sifone era di circa m 100 (l'iscrizione di Betilieno Varo parla di 340 piedi, pari a m 101 circa), considerando che la vasca di carico a Monte Daielli si doveva trovare ad una quota di m 481 circa e che i due ponti-canale

- che consentivano l'attraversamento del Cosa e del Porpuro - dovevano giungere ad una quota di almeno m 375; pertanto la pressione nel venter doveva raggiungere le 10 atmosfere. Con una pressione così elevata certamente vennero adoperati tubi di piombo (le *fistulas soledas* dell'iscrizione) ed i rinvenimenti effettuati dal Bassel nel 1882 sembrerebbero confermare questa ipotesi (Fig. 6).

#### IL SISTEMA IDRAULICO DEI CAPPUCCINI

Secondo gli studiosi di fine Ottocento il tratto in risalita del “Sifone 1” si dirigeva verso Alatri, lambendo le pendici occidentali di Monte Secco, per raggiungere la cisterna fuori Porta S. Pietro (Fig. 3.13), considerata come il serbatoio di arrivo del sifone.

In effetti, le scoperte effettuate in anni recenti all'interno del Convento dei Padri



Figura 7 – Schema planimetrico del Convento dei Cappuccini; in rosso le strutture attribuibili al sistema idraulico (rilievo Giorgio Troja)



Figura 8 – A) Il corridoio di risulta tra il basamento in opera poligonale (a dx nella foto) e il muro in opera incerta delle cisterne (a sin nella foto); in alto si notano i lastroni di copertura in calcare. B) Le cisterne in opera incerta, a pianta rettangolare; in basso a destra resti del cordolo in cocciopesto

Cappuccini (Fig. 3.10) consentono di affermare che gli edifici del Convento sono stati realizzati inglobando e sfruttando le strutture di un imponente complesso idraulico che si articola su vari livelli e può essere certamente considerato come il punto di arrivo del “Sifone 1”. Le ricerche sono ancora in corso e qui si presenta uno schema planimetrico (Fig. 7) delle strutture fino ad ora individuate: un imponente basamento in opera poligonale che sostruisce probabilmente la vasca di arrivo del “Sifone 1”, serie di cisterne in opera incerta con volte a botte, *castella* di distribuzione.

Allo stato attuale si conserva - per una lunghezza di m 18 - il lato meridionale del basamento in opera poligonale (Fig. 8), in parallelo al quale si dispongono in sequenza almeno tre cisterne a pianta rettangolare, comunicanti, coperte con volte a botte e rivestite fino all'imposta della volta da uno spesso strato di cocciopesto (Fig. 8). In corrispondenza della cisterna occidentale è presente un “pozzo” con profilo ad imbuto, che probabilmente serviva a mettere in comunicazione le cisterne con la vasca che si doveva trovare a quota superiore. Il corridoio di risulta tra il basamento in opera poligonale e le cisterne è coperto da lastroni di calcare che poggiano sul muro in poligonale e sono inseriti nel muro in cementizio delle cisterne (Fig. 8).

### “SIFONE 2” CAPPUCCINI-EX STAZIONE-ALATRI

È probabile che dal sistema idraulico dei Cappuccini partissero più linee di distribuzione e che il “Sifone 2” portasse l'acqua sulla collina di Alatri ed entrasse in città in corrispondenza di Porta Portati. Questa ipotesi è

avvalorata dal ritrovamento di tubi fittili sia alla fine dell'Ottocento che in anni recenti. Il “Sifone 2” doveva scendere verso la ex Stazione di Alatri, a quota m 434 slm, per poi risalire sulla collina della città; pertanto la pressione nel *venter*, da localizzare presso la ex Stazione, doveva essere di ca. 3 atm. Tale pressione è compatibile con l'utilizzo di tubi in terracotta.

L'acquedotto così ricostruito si sviluppa, a partire dalle sorgenti, per una lunghezza di circa 11,5 km. Il tratto a pelo libero - fino alla vasca di carico di Monte Daielli - ha una lunghezza di ca. km 8, mentre i due sifoni presentano una lunghezza complessiva di ca. km 3,5.

### BIBLIOGRAFIA

ANDRÉN A. (1940), *Architectural Terracottas from Etrusco-italic Temples*, Lund-Leipzig, pp. 390-393.  
 ATTENNI L., CAROSI S., GATTI S. (2016), *Il tempio etrusco-italico di Alatri. Ricostruzione della casa degli dei*, Alatri.  
 BASSEL R. (1881), *Antike Hochdruckwasserleitung des Betilienus in Alatri*, in *Centralblatt Bauverwaltung*, n. 14, pp. 121-122 e n. 15, pp. 134-135.  
 BASSEL R. (1886), *Neuaufgefundener Tempel in Alatri*, in *Centralblatt Bauverwaltung*, n. 21, pp. 197-199 e n. 22, pp. 207-209.  
 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), *Nuova Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio*, in *Rend. Online Soc. Geol. It.*, Vol. 23.  
 CAVINATO G.P., CERISOLA R., SIRNA M., STORONI RIDOLFI S. (1990), *Strutture compressive pellicolari e tettonica distensiva nei Monti Ernici sud - occidentali (Appennino centrale)*, in *Mem. Soc. Geol. It.*, 45, pp. 539-553.

CAVINATO G.P., PAROTTO M., SIRNA M. (2012), *I Monti Ernici: da peripheral bulge a orogeno. Stato dell'arte della ricerca*, in *Rend. Online Soc. Geol. It.*, Vol. 23, pp. 31-44.  
 CASTAGNOLI F. (1972), *I monumenti dell'epoca romana*, in *La Ciociaria, Storia Arte Costume*, Editalia, Roma, pp. 51-62.  
 COZZA A. (1891), *Di un antico tempio scoperto presso Alatri*, in *Roemische Mitteilungen*, VI, pp. 349-359.  
 COZZA L. (1975), *Il modello del tempio di Alatri*, in *Bollettino dell'Istituto di Storia e di Arte del Lazio Meridionale*, VIII, pp. 117-136.  
 COZZA L. (1985), *Modello al vero di tempio etrusco-italico*, in *Santuari d'Etruria* (cat. Mostra), Arezzo, pp. 62-65.  
 DELLA SETA A. (1918), *Il Museo di Villa Giulia*, Danesi Editore, Roma, pp. 213-216.  
 DI TUCCI P. (1879), *Alatri*, in *Notizie degli Scavi di Antichità*, Accademia Nazionale dei Lincei, pp. 269-280.  
 DI TUCCI P. (1882), *Alatri*, in *Notizie degli Scavi di Antichità*, Accademia Nazionale dei Lincei, pp. 417-419.  
 FENGER L. (1909), *Le Temple etrusque-latin de l'Italie centrale*, Copenhagen, pp. 10-16.  
 GALLI L. (1997), *Le iscrizioni romane del Museo Civico di Alatri*, in *Quaderni del Museo Civico di Alatri*, I, Studi Ernici, Alatri, pp. 31-104.  
 GALLI L., GREGORI G.L. (1998), *Regio I - Latium et Campania, Aletrium*, in *Supplementa Italica*, n.s., 16, Edizioni Quasar, Roma, pp. 43-90.  
 GATTI S. (2005), *Per una rilettura dell'acropoli di Alatri*, in *Lazio e Sabina 3*, Atti del Terzo Incontro di Studi sul Lazio e la Sabina, Roma 18-20 novembre 2004, Roma, pp. 289-296.  
 GATTI S. (2009), *Le città romane e l'acqua. Acquedotti e grandi strutture idrauliche urbane*, in Padovano R. (a cura di), *Sorgenti e terme della valle del Sacco*, Esedra editrice, Padova, pp. 136-145.  
 LAURENTI M.C. (1987), *Brevi note su alcuni rinvenimenti a Monte Daielli di Alatri*, in *Quaderni Archeologia Etrusco Italica* 14, pp. 302-307.  
 LAURENTI M.C. (1992), *L'acquedotto di Betilieno Varo ad Alatri*, in *Il trionfo dell'acqua*, Atti Conv. “Gli antichi acquedotti di Roma: problemi di conoscenza, conservazione e tutela”, Roma, pp. 155-160.  
 PINZA G. (1898), *Le civiltà primitive del Lazio*, in *Bullettino della Commissione Archeologica Comunale*, XXVI, pp. 161-301.  
 PINZA G. (1905) *Monumenti primitivi di Roma e del Lazio Antico*, Monumenti Antichi dei Lincei XV, Roma.  
 SACCHETTI SASSETTI A. (1947), *Storia di Alatri*, Frosinone.  
 SECCHI A. (1865), *Intorno ad alcuni avanzi di opere idrauliche rinvenuti nella città di Alatri*, Roma.  
 VALCHERA A., TORRE R. (2015), *L'acquedotto di Betilieno Varo ad Alatri: storia degli studi e nuove acquisizioni*, in L. Attenni (ed.), *Studi sulle Mura Poligonali*, Valtrend Editore, Alatri, pp. 3-19.  
 WINNEFELD H. (1889), *Antichità di Alatri*, in *Roemische Mitteilungen*, IV, 2, pp. 126-152.  
 ZANNELLA C. (1984), *Alatri nell'Ottocento*, in *Storia dell'Urbanistica*, VI, Luglio-Dicembre, pp. 7-13.  
 ZANNELLA C. (1992), *Alatri nell'Ottocento. Il piano delle acque*, in *Il trionfo dell'acqua*, Atti Conv. *Gli antichi acquedotti di Roma: problemi di conoscenza, conservazione e tutela*, Roma 29-30 ott. 1987, Roma, pp. 165-172.



**Società Italiana di Geologia Ambientale**

Tel. 06.5943344

Email: info@sigeaweb.it

Web: www.sigeaweb.it

La SIGEA si occupa dello studio e della diffusione della geologia ambientale, materia che può essere definita come: "applicazione delle informazioni geologiche alla soluzione dei problemi ambientali".

È un'associazione culturale senza fini di lucro, riconosciuta dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare come "associazione di protezione ambientale a carattere nazionale" con decreto 24 maggio 2007 (G.U. n. 127 del 4/6/2007). Agisce per la promozione del ruolo delle Scienze della Terra nella protezione della salute e nella sicurezza dell'uomo, nella salvaguardia della qualità dell'ambiente naturale ed antropizzato e nell'utilizzazione più responsabile del territorio e delle sue risorse. È aperta non solo ai geologi, bensì a tutte le persone e gli Enti (persone giuridiche) che hanno interesse alla migliore conoscenza e tutela dell'ambiente.

#### COSA FA SIGEA

- **favorisce** il progresso, la valorizzazione e la diffusione della Geologia Ambientale, mediante gli "eventi" sotto riportati, diffondendoli attraverso la rivista trimestrale "Geologia dell'Ambiente", il sito web e la newsletter;
- **promuove** il coordinamento e la collaborazione interdisciplinare nelle attività conoscitive ed applicative rivolte alla conoscenza e tutela ambientale. Per questo scopo ha costituito le Aree Tematiche "Patrimonio Geologico", "Dissesto Idrogeologico", "Geoarcheologia", "Educazione Ambientale", "Caratterizzazione e bonifica di siti inquinati";
- **opera** sull'intero territorio nazionale nei settori dell'educazione e divulgazione, della formazione professionale, della ricerca applicata, della protezione civile e in altri settori correlati con le suddette finalità, attivandosi anche mediante le sue Sezioni regionali;
- **organizza** corsi, convegni, escursioni di studio, interventi sui mezzi di comunicazione di massa;
- **svolge attività di divulgazione scientifica** fra cui la conservazione del Patrimonio Geologico: ad esempio, in collaborazione con ProGEO (European association for conservation of geological heritage), ha organizzato il 2° Symposium internazionale sui geositi tenutosi a Roma nel maggio 1996 e il 7° Symposium sullo stesso argomento a Bari nel settembre 2012; inoltre è attiva per svolgere studi, censimenti e valorizzazione dei geositi;

- **svolge attività di formazione**, organizza corsi e convegni di aggiornamento professionale o di divulgazione su tematiche ambientali, quali previsione, prevenzione e riduzione dei rischi geologici, gestione dei rifiuti, bonifica siti contaminati, studi d'impatto ambientale, tutela delle risorse geologiche e del patrimonio geologico, geologia urbana, pianificazione territoriale, pianificazione del paesaggio ecc.; inoltre rende disponibili per i soci pubblicazioni degli Atti dei convegni SIGEA;
- **informa** attraverso il periodico trimestrale "Geologia dell'Ambiente", che approfondisce e diffonde argomenti di carattere tecnico-scientifico su tematiche geoambientali di rilevanza nazionale e internazionale; la rivista

è distribuita in abbonamento postale ai soci e a Enti pubblici e privati;

- **interviene** sui mezzi di comunicazione di massa, attraverso propri comunicati stampa, sui problemi attuali che coinvolgono l'ambiente geologico;
- **collabora** con gli Ordini professionali, con il mondo universitario e con altre Associazioni per lo sviluppo delle citate attività, in particolare nella educazione, informazione e formazione ambientale: con CATAP (Coordinamento delle associazioni tecnico-scientifiche per l'ambiente e il paesaggio) cui SIGEA aderisce, Associazione Idrotecnica Italiana, Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali, Italia Nostra, Legambiente, WWF, ProGEO (International Association for Geological Heritage), Alta Scuola ecc.

## Decreto Ministeriale con il quale permane l'individuazione della SIGEA quale associazione di protezione ambientale già riconosciuta ai sensi dell'art.13 legge 8 luglio 1986 n. 349, e s.m.i., ed inclusa nell'apposito elenco

La presente copia fotostatica composta di n. 02... fogli è conforme al suo originale  
Roma li. 11/10/2017

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE  
DECRETI MINISTRO - REGISTRAZIONE 0000272 del 11/10/2017

*Il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare*

OMISSIS

DECRETA

Per le motivazioni addotte in premessa, **permane l'individuazione** ai sensi e per gli effetti dell'art.13 della legge 8 luglio 1986 n. 349 in capo all'associazione di protezione ambientale, denominata "Società Italiana di Geologia Ambientale - SIGEA" con sede legale a Roma, Via Livenza n.6, già riconosciuta ed inclusa nell'apposito elenco pubblicato sul sito istituzionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

L'associazione è tenuta a comunicare tempestivamente, al Segretariato Generale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ogni eventuale modifica statutaria, di legale rappresentanza, di sede legale ed operativa.

Il presente decreto sarà notificato all'Associazione a cura del Segretariato Generale del Ministero e pubblicato per estratto sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, nonché sul sito istituzionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Gian Luca Galletti







## un mondo che cresce

Earthwork opera nell'ambito dei siti contaminati e dei rischi ambientali mettendo al primo posto la tutela della salute umana. Così la tua azienda cresce insieme al mondo che la circonda.



[www.earthwork.it](http://www.earthwork.it)



**Earthwork**