POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in
Architettura per il Restauro e Valorizzazione del Patrimonio

Tesi di Laurea Magistrale

La cattedrale dell'acqua:
restauro e valorizzazione della *Piscina Mirabilis*, a Bacoli (NA)

Candidate:

Relatore: Prof. Emanuele Morezzi

Carlotta Ricca s269122

Correlatore: Prof. Paolo Vezza

Irene Vigliotti s275202

Anno Accademico 2021/2022

Al RiVi,

un futuro sempre più vicino…

Indice

Introduzione 1

1 Infrastrutture idriche 4

1.1 Il sistema degli acquedotti romani 5

1.1.1 La scelta delle sorgenti e la captazione delle acque 7

1.1.2 Lo speco 9

1.1.3 Arcate e sifoni 12

1.1.4 Serbatoi e Cisterne 17

1.1.5 *Castellum Aquae* e Distribuzione urbana 20

1.2 Gli acquedotti nella città di Roma 24

1.2.1 L'amministrazione di un acquedotto 24

1.2.2 Gli undici acquedotti di Roma 28

2 I Campi Flegrei e l'Acquedotto del Serino 35

2.1 Inquadramento storico 35

2.1.1 Il primo secolo dell'età imperiale 35

2.1.2 Lo sviluppo storico dei Campi Flegrei 37

2.1.3 La *Classis Praetoria Misenensis* 43

2.2 Inquadramento territoriale 46

2.3 Gli acquedotti Campani 50

2.4 L'Acquedotto del Serino 53

2.4.1 I tracciati dell'acquedotto del Serino 59

2.4.2 Ritrovamenti archeologici nei Campi Flegrei 62

2.4.3 Ritrovamenti archeologici nella città di Napoli 71

3 Il contesto archeologico e urbano 81

3.1 Il Comune di Bacoli 81

3.1.1 Il contesto archeologico 81

3.1.2 Il contesto urbano 86
3.1.3 Strumenti di governo del territorio 93
3.2 Il Grand Tour nei Campi Flegrei 100

4 La *Piscina Mirabilis* 108
4.1 Analisi architettonica 108
4.1.1 Analisi e rilievo del sito 110
4.1.2 Analisi delle tecniche costruttive e dei materiali 121
4.1.3 Analisi dello stato di conservazione 127
4.1.4 I restauri nel Novecento 137

5 Ipotesi di restauro e valorizzazione 138
5.1 Casi studio 138
5.2 La situazione odierna 144
5.3 Ipotesi di restauro e conservazione 146
5.4 Ipotesi di valorizzazione 148
5.5 Valorizzazione attraverso l'acqua a scopo evocativo 165

Conclusioni 173

Bibliografia e sitografia 175

Introduzione

Le testimonianze del patrimonio storico rappresentano un contatto immediato e diretto con il passato, il quale grazie alla loro presenza, diventa vicino ed attuale; infatti, confrontarsi con il passato è una sfida continua per lo sviluppo di una società, e sottrarsi a ciò rischierebbe di portare ad una perdita di identità e conoscenza. Per questo motivo l'impegno presentato nei confronti della tutela dei beni culturali è fondamentale per diffonderne la comunicazione e la cultura. Il patrimonio storico, inoltre, porta con sé particolarità e stratificazioni, contribuendo ad arricchire il nostro Paese, grazie al valore artistico-culturale delle opere e alla sapiente integrazione che si osserva tra un edificio e l'ambiente circostante, talvolta considerati come un unico insieme.

Il presente lavoro si è occupato dell'analisi delle infrastrutture idriche romane del territorio flegreo, del restauro e della valorizzazione della *Piscina Mirabilis*, situata a Bacoli, in provincia di Napoli, appartenente al complesso archeologico del Parco dei Campi Flegrei. Si tratta del serbatoio terminale del sistema ingegneristico idraulico progettato e costruito dai romani durante l'epoca dell'imperatore Augusto, l'*Aqua Augusta Campaniæ*, o Acquedotto del Serino. Alimentava le installazioni civili e militari presenti sul territorio dei Campi Flegrei, in particolar modo fu costruito per il rifornimento idrico della flotta imperiale, la *Classis Pretoria Misenensis*; captava le acque di sorgenti dell'Appennino Campano, correva in gran parte nel sottosuolo e forniva diramazioni per importanti città antiche come Pompei ed Ercolano. Grazie ad alcune ricerche speleologiche è stato possibile identificare diversi tratti dei condotti idraulici appartenenti, sia per posizione che per quota e morfologia, all'acquedotto del Serino.

Partendo dai trattati antichi di Vitruvio, Plinio il Vecchio e Frontino è stato possibile studiare l'articolazione e il funzionamento degli acquedotti al tempo dei Romani; punti fondamentali sono le fonti di alimentazione e di captazione delle acque, il percorso e la pendenza che il condotto deve seguire in relazione alla morfologia del terreno e la scelta strategica del luogo in cui collocare il castello

terminale per la distribuzione urbana dell'acqua. Particolare attenzione è stata prestata alle diverse tipologie e diversi materiali degli spechi, i quali potevano costeggiare le valli, essere scavati in gallerie sotterranee oppure essere costruiti su arcate per superare le depressioni del terreno, utilizzando strutture come ponti, viadotti e sifoni. I punti terminali dei condotti sono i serbatoi, se si tratta di un'adduzione continua proveniente da un acquedotto, e le cisterne, se utilizzate per l'accumulo di acqua piovana: queste ultime presentano diverse tipologie costruttive, riguardanti lo sviluppo planimetrico e l'articolazione degli spazi. Infine, la costruzione degli acquedotti, il funzionamento e la gestione necessitavano la supervisione di una specifica amministrazione, che prende il nome di *cura acquarum*: Frontino ha assunto la carica di *curator aquarum*, e grazie alla sua testimonianza resta traccia dell'organizzazione della manutenzione, della sorveglianza e della tutela delle acque.

A seguito di un'attenta analisi storica relativa al primo secolo dell'età imperiale e alle opere civili e militari attuate dall'imperatore Augusto e dal suo fedele collaboratore Agrippa, l'approfondimento verte sullo sviluppo storico dei Campi Flegrei e delle città che ne fanno parte, come Cuma, Baia, Bacoli, Pozzuoli e Miseno. Queste ultime, in particolare, rappresentano un punto strategico per il posizionamento dei porti rispettivamente commerciale e militare, mentre Baia è stata scelta dalla famiglia imperiale come meta prediletta per la costruzione di ville dell'*otium* e di impianti termali. Un altro aspetto dello studio riguarda la geologia che contraddistingue il territorio flegreo, costituito da crateri, il più noto è denominato Solfatara, e interessato da fenomeni vulcanici, terremoti e dal bradisismo: consiste in una lenta variazione del livello del suolo terrestre che causa cicli di innalzamento e abbassamento dello stesso. A testimonianza di ciò, sono presenti resti di monumenti che conservano le tracce della continua emersione e sommersione del sottosuolo; un chiaro esempio è rappresentato dal *Macellum*, o Tempio di Serapide, a Pozzuoli.

Grazie ai sopralluoghi eseguiti nel corso della ricerca, è stato possibile percorrere la maggior parte del territorio e del paesaggio archeologico, dove in alcuni casi si

possono individuare dei centri urbani aventi un profilo insediativo definito come Cuma e Pozzuoli, in altri invece si sente la mancanza di un vero tessuto connettivo come a Baia. L'intensa urbanizzazione avvenuta durante i secoli ha portato ad un'alterazione del paesaggio archeologico, in particolare a Bacoli e a Miseno si assiste ad una sovrapposizione di centri antichi creando notevoli stratificazioni: questo ha portato alla perdita di identità dei resti archeologici e alla difficoltà di risalire da una singola struttura all'originario complesso architettonico.

L'osservazione diretta della *Piscina Mirabilis*, della sua imponenza e maestosità, ha fornito l'opportunità di studiare da vicino le tecniche costruttive e i materiali che i Romani hanno sapientemente utilizzato per creare un sistema idrico unico ed eterno sopravvissuto a secoli di storia. A seguito dell'abbandono dopo il V secolo, dell'esposizione agli agenti atmosferici e della progressiva mancanza di manutenzione, la struttura della *Piscina*, costituita da pilastri cruciformi, archi a tutto sesto e volte a botte, mostra diverse tipologie di degrado che sono state analizzate e classificate.

L'ultima parte del presente lavoro riguarda la proposta di restauro e valorizzazione del sito, sia relativo all'ambiente interno che alla copertura, ora non visitabile. Il restauro della *Piscina Mirabilis* è volto al recupero del bene, alla sua protezione e alla diffusione dei suoi valori storico-culturali, mettendo in atto delle operazioni finalizzate a conservarne l'integrità materica e strutturale. L'acqua ritorna protagonista, grazie alla creazione di un percorso che evoca l'antico passaggio dell'acqua tramite la progettazione di canalizzazioni e vasche a pelo libero. Per migliorare la conoscenza e per aumentare la fruibilità pubblica del complesso archeologico, il progetto di restauro è accompagnato da una proposta di valorizzazione, con l'ulteriore scopo di promuoverne le potenzialità. Partendo dalla nuova forma di gestione per la *Piscina*, che vede la collaborazione tra enti pubblici ed enti privati, il progetto prevede in copertura zone dedicate a biglietteria, bookshop e punto di ristoro, a servizio del percorso museale pensato all'interno della struttura; l'articolazione dello spazio dedica l'allestimento ad esposizioni temporanee, senza abbandonare l'idea di "museo di se stesso".

1. Infrastrutture idriche

Storicamente si ritiene che già nel mondo greco esistessero figure che diedero importanti contributi relativi alla conoscenza dell'acqua e alla costruzione di acquedotti. L'acqua è certamente un elemento indispensabile alla vita dell'uomo e di conseguenza ogni popolo ha sentito la necessità di premunirsi contro eventuali siccità, costruendo le abitazioni vicino a fiumi o sorgenti, oppure conducendo l'acqua dalle sorgenti alle abitazioni per mezzo di acquedotti. Le antiche civiltà occidentali fiorirono specialmente attorno al mediterraneo, dove l'acqua è generalmente scarsa e perciò preziosa, quindi la ricerca e l'uso dell'acqua fu, sin dall'antichità, oggetto di cure e prescrizioni minuziose.
Il primo acquedotto greco fu rinvenuto a Pergamo nel 197-159 a. C, tuttavia a Roma l'approvvigionamento idrico era già assicurato dall'*Aqua Appia* (312 a. C) e dall'*Anio Vetus* (272 a. C.)[1], quindi furono i Romani gli inventori di una vera e propria ingegneria idraulica probabilmente grazie allo sviluppo dell'urbanizzazione.

> *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*. (Ambrosoli, Strabone 1833)

Molte delle acque, tra le quali fiumi e laghi, caratterizzarono lo spazio antropizzato per servire siti urbani preesistenti e di nuova fondazione. La possibilità di approvvigionarsi d'acqua determinò anche la scelta degli approdi navali che costituirono la base dello sviluppo delle città marittime. Il formarsi delle principali vie di comunicazione avvenne tenendo conto del tracciato delle suddette acque; inoltre esse fornirono l'energia naturale per permettere il funzionamento delle

[1] Adam 1996, 261

macchine minerarie e da costruzione, e non da ultima, conferirono forma all'architettura. Per assolvere tali compiti occorse comprendere le dinamiche che la costruzione di un architettura implicò, che consistette non solo nel formulare le regole per il tracciamento, il calcolo e la gestione di impianti, ma anche nella concezione della natura del progetto e il luogo in cui si collocò.
Leggi e conoscenze scientifiche applicate dagli antichi costruttori possono ancora oggi essere riconosciute nelle opere i cui resti sorprendono per le dimensioni territoriali, per la fusione tra natura e cultura e per la resistenza alle ingiurie del tempo[2].

1.1 Il sistema degli acquedotti romani

L'idraulica antica è stata studiata e trasmessa soprattutto attraverso i trattati di Vitruvio, Plinio il Vecchio e Frontino.
Nel *De Architectura,* Vitruvio (27-23 a.C.) dedica l'intero libro VIII all'individuazione delle sorgenti, basandosi sulle osservazioni naturalistiche, alla qualità delle acque ed ai metodi di captazione e imbrigliamento. Nel libro X analizza più nello specifico le macchine idrauliche e le macchine a funzionamento idraulico[3].
Plinio il Vecchio con il *Naturalis Historia* (opera dedicata a Tito, 77 a.C.) perseguiva uno scopo ambizioso ed elevato: voleva dare alla cultura latina una *summa* di carattere enciclopedico di cui, fino ad allora aveva difettato; questo al fine di colmare un vuoto che riteneva esistesse nel panorama culturale sia greco che latino. Riserva il libro XXXI alle acque potabili, alla loro qualità, salubrità e difetti in genere, ai metodi di ricerca e captazione, agli acquedotti e alle tecniche di distribuzione in relazione alla geologia dei terreni; nel libro XXXVI fornisce informazioni riguardo agli acquedotti della città di Roma, annoverando fra essi il sistema di cloache arcaico e descrive i metodi di costruzione delle cisterne in relazione alle varie tipologie di calce[4].

[2] Conforto, Nicolucci 2008, 423

[3] Mucci 1995, 8

[4] Bodon, Riera, Zanovello 1994, 84

Sesto Giulio Frontino, che assume la carica di *curator aquarum* nel 97 d. C. ha tramandato con il *De Aquaeductu Urbis Romae* la sintesi più completa, sulle conoscenze tecniche in campo idraulico, sull'approvvigionamento idrico della città di Roma e sulle leggi che regolavano l'amministrazione e la distribuzione delle acque alla fine del I secolo dell'impero. Frontino ha trovato la base per il suo scritto nei *commentarii principis*, cioè nei registri imperiali, negli archivi dei fontanieri, nell'indagine personale approfondita e nell'organizzazione dei dati che da essa derivavano.

> *In realtà alla mia scrupolosa attenzione non è bastato ispezionare di per sona tutte le cose, ma ho fatto anche eseguire delle carte degli acquedotti, che mostrano con chiarezza la posizione delle valli e le loro dimensioni, dove vengono attraversati i fiumi, dove i condotti, costruiti sui lati delle montagne necessitino di maggiore attenzione e di più frequenti ispezioni e riparazioni*. (Bodon, Riera, Zanovello 1994, 87)

Al fine di avere un'esatta nozione del proprio ufficio, lo scritto nasceva con l'intento di raccogliere e di ordinare le conoscenze in materia idraulica, così da comporre una relazione ad uso personale. In seguito è diventato un manuale di lavoro per istruire coloro che avrebbero ricoperto la sua stessa carica. Non si può trascurare anche un intento politico in quanto il *curator aquarum* era una delle più alte cariche dell'impero.
Non è un trattato di tecnica idraulica, descrive tuttavia gli acquedotti a lui contemporanei, fornisce i nomi dei costruttori, le epoche di costruzione, le ubicazioni delle sorgenti, il tipo di struttura muraria, la quantità di acqua ripartita in ciascun servizio pubblico o privato, infine le leggi, i decreti del senato e i rescritti del principe[5].

[5] Pace, Frontino 2010, 209. vedi Giovannoni, G. (1931). Cozzo, G. (1927).

1.1.1 La scelta delle sorgenti e la captazione delle acque

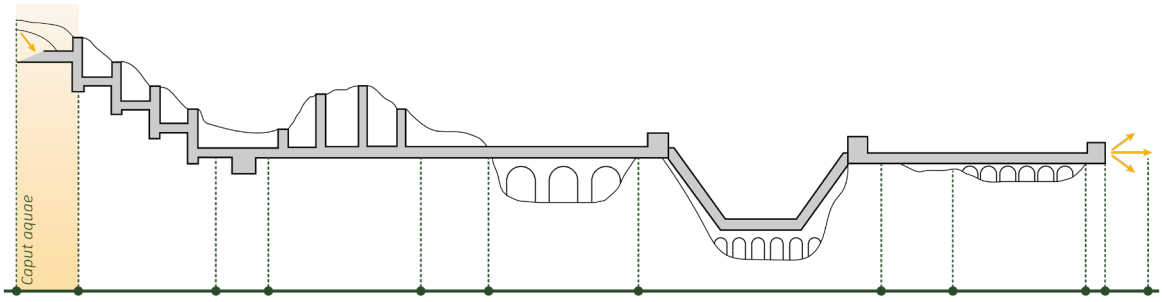


Figura 1. - *Schema delle componenti di un acquedotto.* Rielaborazione da: De Feo, De Gisi 2010, 746.

Nella progettazione e costruzione di un acquedotto antico era necessario porre attenzione ad alcune scelte cruciali quali: le fonti di alimentazione, il sistema di captazione delle acque, il percorso del condotto in relazione alla morfologia del territorio attraversato, il luogo in cui collocare il *Castellum Aquae,* ossia il castello terminale di divisione dell'acqua, rispetto alla zona di utenza.

Nella scelta della fonte di alimentazione di un acquedotto, come testimonia Vitruvio, si doveva tener conto della qualità e salubrità delle acque, determinate dall'esame della limpidezza del liquido, dalla vegetazione spontanea presente e dall'osservazione dell'aspetto fisico degli abitanti del luogo[6]. Plinio invece, suggerisce una serie di espedienti tra i quali la cottura di legumi, la patina lasciata su vasi di bronzo, i depositi sul fondo a seguito di bollitura[7].

Altri elementi fondamentali erano l'abbondanza e la regolarità del flusso idrico, la quota relativa della sorgente, che doveva risultare compatibile con la pendenza del condotto e con il livello della zona di erogazione, e la possibilità di imbrigliamento.

Il prelievo dell'acqua per l'approvvigionamento idrico veniva attuato con diverse tecniche in rapporto al luogo in cui la sorgente era collocata.

- La pratica più diffusa e antica, a cui anche Vitruvio fa riferimento, era lo scavo di pozzi e cunicoli per la captazione di circolazioni idriche sotterranee, i quali erano scavati all'intorno e collegati mediante canali sotterranei ad un pozzo principale. In altre parole i singoli rivoli, intercettati dai cunicoli, venivano

[6] Vitruvio, Bossalino, Dazzi 2002, 287-303. vedi Gros, P. (a cura di) (1997).

[7] Mucci 1995, 10

convogliati in più ampi canali da cui il flusso idrico, una volta depurato dalle impurità più grossolane, alimentava il condotto principale.

- Per la captazione delle acque di sorgenti di superficie le vene d'acqua venivano convogliate in appositi bacini di raccolta in cui potevano confluire rivi di diverse sorgenti, costruiti in solida muratura ed impermeabilizzati in *opus signinum*[8].
- Nel caso di captazione diretta da un fiume, il quantitativo necessario veniva deviato in un bacino adiacente attraverso un parziale sbarramento in muratura (*saepta*) posto con orientamento di circa 45° rispetto alla direzione della corrente, la cui funzione consisteva nel rallentare la velocità del flusso idrico; il fondo del canale era di circa un metro inferiore al pelo libero del fiume per evitare un'eccessiva assunzione di impurità. Più semplice era il caso della presa da un lago o da uno stagno, in cui la soglia dell'*incile* era collocata poco sotto il pelo libero dell'acqua[9].

Nonostante i diversi metodi di captazione, l'acqua una volta arrivata nel bacino di raccolta, prima di essere immersa nel condotto principale, era necessario che subisse un processo di depurazione attraverso la decantazione in una *piscina limaria*. Si tratta di una grande vasca il cui scopo era il rallentamento del flusso idrico in modo che le particelle in sospensione possano precipitare e depositarsi sul fondo. Un metodo per aumentare l'efficacia della depurazione, negli impianti più complessi, era creare un percorso lungo e tortuoso che rallentasse ulteriormente la velocità dell'acqua e diminuire la capacità di trasporto della corrente idrica.
Un esempio riguarda il caso della piscina limaria dell'*Aqua Virgo*[10], la cui presenza di quattro camere comunicanti, aumenta il rendimento della piscina e la decantazione avviene in quattro fasi successive, interessando particelle via via più piccole (Fig. 2). L'ultima camera era provvista di una luce sotto battente per

[8] Composto di malta di calce con pozzolana e frammenti di terracotta, derivati dal sfrido del taglio di mattoni e tegole laterizie.

[9] Pace, Frontino 2010, 9. vedi Lugli, G.; Garcia Baraco, M. E. (a cura di) (2010).

[10] Antico Gallina 2004, 10

facilitare lo svuotamento direttamente nella rete fognaria; il fondo delle camere di regolazione era anche spesso provvisto di tramoggia con inclinazione verso la luce di scarico, per facilitare l'eliminazione dei detriti accumulati e l'accesso per l'operaio era fornito da un tombino nella copertura a volta. Data la necessità di assicurare periodiche operazioni di pulizia e manutenzione, senza interrompere il regolare flusso, veniva suggerito l'utilizzo di paratoie piane a settore garantivano l'isolamento di parte del volume di accumulo.

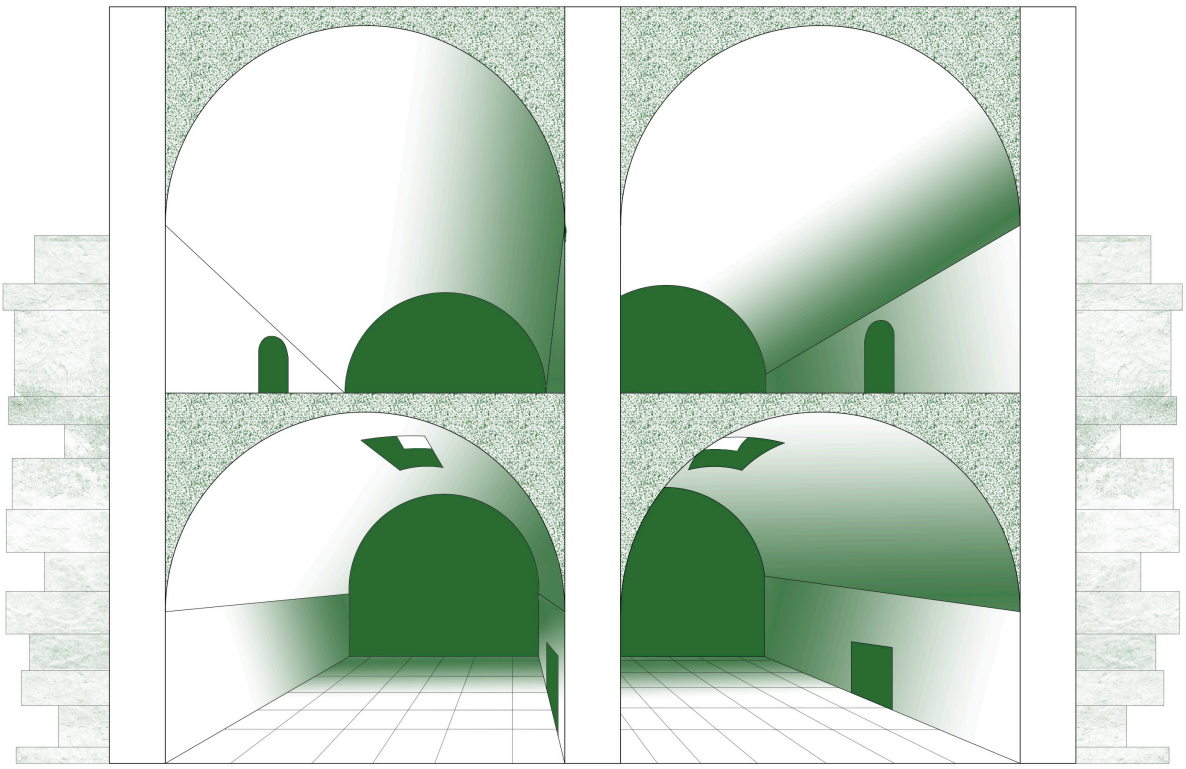


Figura 2. - *Sezione frontale della piscina limaria a più vasche per la decantazione dell'Aqua Virgo dal disegno di Poleni.* Rielaborazione da: Antico Gallina 2004, 10

1.1.2 Lo speco

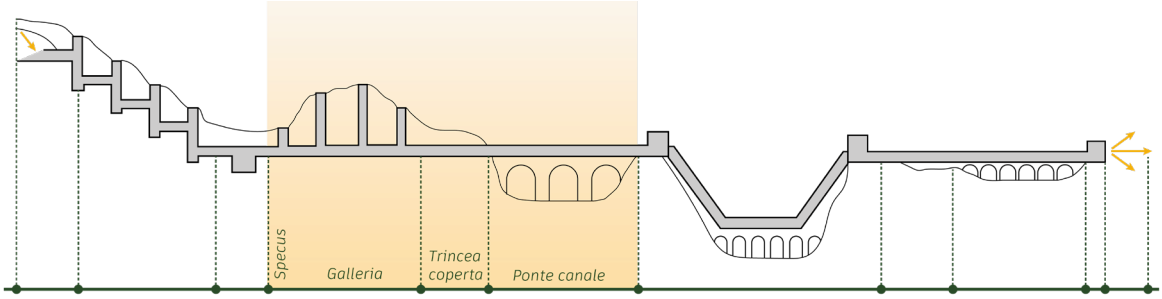


Figura 3. - *Schema delle componenti di un acquedotto.* Rielaborazione da: De Feo, De Gisi 2010, 746.

Dal bacino di raccolta o dalla piscina limaria le acque venivano immesse nel canale vero e proprio (*specus*) e iniziavano il loro cammino verso il castello terminale.

Frontino distingueva il percorso in *rivo subterraneo* o in *substructione et opere arcuato*, indicando il primo come la tipologia più utilizzata. La prima categoria consiste in gallerie sotterranee e trincee che potevano funzionare in pressione o a pelo libero. Una seconda categoria invece, era costituita da canali artificiali appoggiati su arcate, ponti e viadotti[11].

Nei tratti di *specus* in galleria o sotterranei era necessario costruire sistemi che permettessero l'aerazione e lo spurgo di detriti trasportati dall'acqua, perciò si scavavano pozzi verticali (*lumina*) che raggiungevano lo speco. Il vantaggio principale di questa tecnica era che forniva la ventilazione ai costruttori, e potendo scavare più pozzi in contemporanea, si accelerava l'andamento dei lavori. La linea delle bocche di pozzo a livello della superficie inoltre, era utili per controllare l'allineamento rettilineo del canale. Dopo la costruzioni i pozzi non venivano chiusi ma venivamo utilizzati per l'ispezione e la manutenzione dello speco. Se per complicazioni legate all'orografia del terreno non fosse stato possibile utilizzare la tecnica a più pozzi, si sarebbe scavato un unico tunnel a foro continuo[12].

In base alla composizione del terreno, il pozzo poteva essere costruito in muratura o scavato direttamente nella roccia. Secondo Plinio i pozzi dovevano essere posti ad una distanza di 240 piedi (72 metri), secondo Vitruvio ogni 120 piedi (36 metri)[13], in realtà esistono esempi di acquedotti con pozzi posti a distanze molto differenti, solitamente più brevi del canone vitruviano. L'accesso al pozzo poteva essere consentito da fori per i piedi ricavati nelle pareti laterali o da scale di legno.

Le pareti dello speco potevano essere in pietra, tufo o peperino, talvolta i conci erano connessi tra loro tramite grappe di ferro saldate nella pietra con una colata di piombo, oppure in calcestruzzo con la cortina interna ed esterna in laterizio, in alcuni casi apparecchiata ad *opus reticulatum*[14]. Per garantire la necessaria impermeabilità, l'interno veniva rivestito o in *opus signinum* oppure con uno stucco

[11] Ashby 1991, 51

[12] Hodge 1992, 126-128

[13] Pace, Frontino 2010, 22

(*malta*).

Vitruvio precisa che lo speco doveva essere caratterizzato da una copertura per motivi igienici e affinché la temperatura dell'acqua non subisca variazioni. La forma geometrica della copertura non era costante lungo tutto il percorso, per un tratto poteva essere piana, a volta, triangolare, semi-esagonale o più raramente ad ogiva (Fig. 4). Anche la dimensione della sezione del canale era soggetta a continue alterazioni non sempre corrispondenti ad un evidente criterio operativo, nonostante in linea puramente teorica avrebbe dovuto dipendere dalla portata dell'acqua[15].

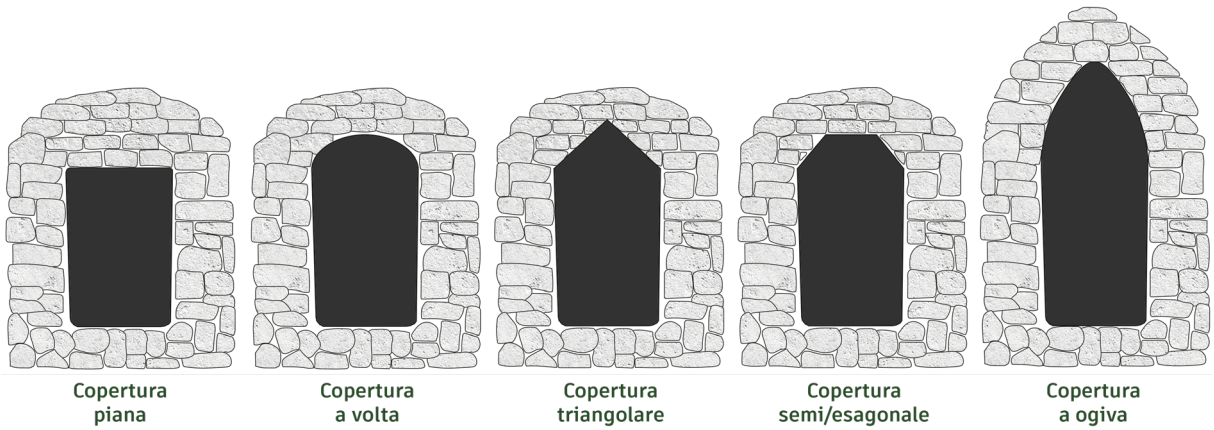


Figura 4. - *Schema delle principali geometrie e coperture degli spechi di un acquedotto romano.*

La lontananza del luogo in cui le acque venivano raccolte, la morfologia del terreno e la tipologia dello speco portavano ad avere uno sviluppo considerevole dell'acquedotto, anche in relazione agli ostacoli che dovevano essere superati o aggirati senza compromettere la pendenza media. Si doveva assicurare una lieve pendenza così da permettere un regolare flusso idrico, quindi evitare tratti piani che provocassero il ristagno dell'acqua, al contrario pendenze troppo forti avrebbero potuto causare velocità troppo elevate con conseguente erosione del condotto scavato oppure compromettere la stabilità delle strutture portanti.

Vitruvio raccomandava che l'immissione dell'acqua nello speco avvenisse per

[14] Tecnica edilizia romana tramite cui si realizza il paramento murario in opera cementizia con disposizione delle pietre inserite in modo che la facciavista sia un quadrato sulla punta.

[15] *Ivi*, 24

modiche quantità e in modo graduale; fissava una misura non inferiore al 5% per la pendenza ottimale del piano di scorrimento (*libramentum*), mentre per Plinio doveva corrispondere al 2%. In realtà, nelle testimonianze archeologiche solamente i tratti più complessi caratterizzati dalle arcate si avvicinano a tali canoni di pendenza, mentre nelle gallerie tendenzialmente i valori erano più irregolari e con delle percentuali maggiori[16].

1.1.3 Arcate e sifoni

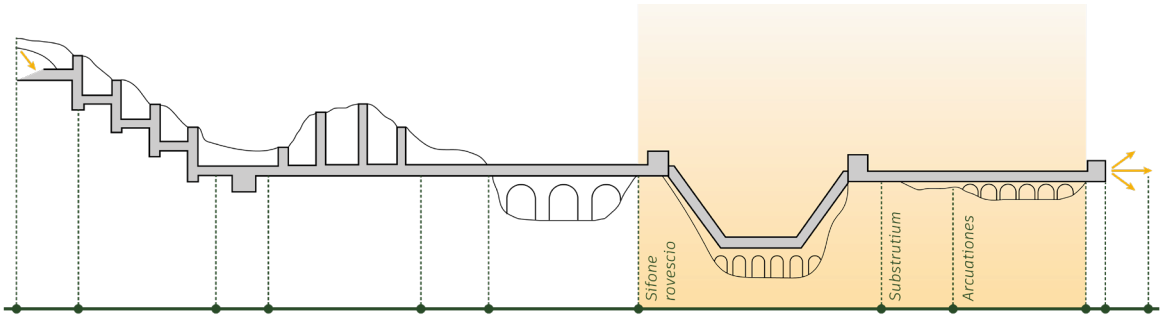


Figura 5. - *Schema delle componenti di un acquedotto.* Rielaborazione da: De Feo, De Gisi 2010, 746.

Dinnanzi agli ostacoli naturali, come monti e valli, i principali obiettivi perseguiti dagli ingegneri romani consistevano nel mantenere una costante pendenza del canale e una graduale riduzione del livello idrico di partenza. La scelta preventiva del percorso dell'acquedotto assumeva un ruolo di particolare rilievo al fine di limitare al massimo interventi costosi e complessi.

Se il monte interposto non era molto elevato e ampio, veniva perforato; se ciò non era possibile si ricorreva al suo costeggiamento, avvalendosi di un percorso più lungo. In questo modo emergeva il problema dell'allungamento del percorso con conseguente diminuzione del carico disponibile all'utenza, e dovendo servire città come Roma, che si sviluppava sui colli, la riduzione delle perdite di carico localizzate e distribuite era un parametro importante.

Per superare le depressioni del terreno, nel caso di valli poco profonde ed estese, il modo più economico e funzionale, prevedeva la costruzione di strutture costituite da arcate come ponti e viadotti; in caso contrario si costeggiava la valle.

[16] Mucci 1995, 14

L'uso delle arcate ha avuto un utilizzo sempre più frequente negli acquedotti con il susseguirsi dei secoli fino al VI secolo.

Il disegno del ponte e del viadotto è dettato dalla conformazione del terreno: un ponte è utilizzato per superare un ostacolo come un fiume o una gola in cui il posizionamento di un supporto intermedio è difficile; un viadotto attraversa un avvallamento del terreno dove può essere fornito un supporto quasi continuo e lo scopo della struttura è di mantenere il livello del percorso. In un ponte, quindi, l'enfasi è su una campata ampia e libera, mentre in un viadotto la luce degli archi è quasi irrilevante, e l'enfasi è sull'altezza[17].

Figura 6. - *Vista panoramica dell'acquedotto (nei pressi di Via Lemonia)*

Il materiale utilizzato nella costruzione delle arcate varia a seconda dell'epoca. Le pietre da taglio più diffuse erano: il tufo, il peperino e il travertino. Il primo è presente in formazioni molto estese nella vulcanica pianura laziale e campana. Si presenta in numerose varietà ed è composto di lapilli, pomice, frammenti di leucite[18]. Con l'introduzione del laterizio tali materiali furono talvolta sostituiti da muratura in calcestruzzo rivestita esternamente di *opus reticulatum* oppure di una semplice cortina di laterizi triangolari.

La sezione dei pilastri dipendeva dal carico sostenuto e dall'altezza delle arcate. Essendo la struttura sottoposta alla pressione di forti venti trasversali, sarebbe potuta crollare per instabilità laterale, la soluzione al problema era duplice: i pilastri potevano essere puntellati e rinforzati da contrafforti, oppure si poteva allargare la base rendendo i livelli progressivamente più spessi verso il basso. Se

[17] Hodge 1992, 129-146

[18] Pace, Frontino 2010, 29-30

i pilastri fossero stati eccessivamente alti e sottili sarebbero stati soggetti anche all'instabilità longitudinale, in quanto avrebbero potuto inclinarsi o piegarsi; perciò, non era raro il caso in cui si costruissero arcate a due, a tre, a quattro ordini sovrapposti, sia per un prudente accorgimento tecnico, sia per permettere una maggiore altezza, sia per conferire una solidità più consistente all'insieme. Gli archivolti solitamente erano semplici senza modanature; in qualche caso la chiave di volta dell'arco sporgeva all'estradosso[19]. Nell'arco il rapporto pieno vuoto è circa 1: 2.50[20], mentre il rapporto altezza/larghezza non è definibile, in quanto varia con la conformazione del terreno.

Come alcune alture richiedevano l'esecuzione di gallerie in quanto non potevano essere costeggiate, anche certe valli se troppo lunghe o troppo profonde per consentire la costruzione di ponti, dovevano essere attraversate da sifoni. Esistono sorprendenti esempi di impiego di tale tecnologia sotto la repubblica, nel 134 a.C., Alatri fu alimentata da un sifone; l'acquedotto di Arles, opera di Augusto, attraversò il Rodano in questo modo; anche gli acquedotti di Lione utilizzavano il medesimo sistema per attraversare gli ampi crepacci glaciali[21]. Nel gruppo di acquedotti che alimentavano la città di Roma, però, non si registra la presenza certa di sistemi a sifone rovescio[22], solo per il ramo neroniano dell'*Aqua Claudia*[23], nel breve tratto su archi si può ipotizzare un tale sistema per colmare il dislivello tra la quota delle arcuazioni ed il punto di erogazione. Pertanto il sistema del sifone rovescio venne utilizzato solo in casi particolari perché comportava alti costi e difficoltà tecniche connesse alla realizzazione pratica.
Il sistema dei sifoni è costituito da condotte in pressione, in tempi odierni l'opera cementizia è utilizzata come materiale da costruzione, anche di tali condotte; i

[19] Panimolle 1983, 247

[20] *Op.cit.*, 30

[21] *Op.cit.*, 147-160

[22] Il sifone rovescio è un elemento idraulico inserito in un condotto, realizzato mediante una tubazione curva a forma di "U". La differenza dal sifone normale consiste nell'orientamento della curva che viene rivolta verso l'alto.

[23] Mucci 1995, 20. vedi Secchi, A. (1865). Di Tucci, P. (1880).

romani, nonostante conoscessero questo materiale, lo impiegavano solo come rivestimento impermeabilizzante non destinato a sopportare pesi. Inoltre per i romani l'approvvigionamento idrico richiedeva un flusso continuo quindi per soddisfare le relative esigenze, non era necessario un sistema ad alta pressione, se non in rari casi come questo[24].

Il sifone è costituito da un tratto di tubazione in pressione che collega due serbatoi o canali. L'imbocco del tratto di tubazione deve quindi essere posto ad una quota interiore rispetto al pelo libero della vasca o del canale di adduzione. Questo sistema si basava sul principio fisico dei vasi comunicanti, il quale aveva trovato una prima applicazione pratica nella realizzazione della condotta in pressione di un acquedotto. L'intera struttura di un sifone era costituita da: una torre di carico, un serbatoio, una condotta in pressione discendente, un *venter (*la parte più bassa del sifone), una condotta di risalita e un serbatoio di arrivo, dove la corrente idrica tornava ad essere a contatto con la pressione atmosferica. Dall'acquedotto, l'acqua si immetteva in un serbatoio di testata, una camera di distribuzione oblunga e voltata, posta trasversalmente alla linea principale, ed usciva dal lato opposto attraverso una serie di canali. Successivamente, scendevano lungo la sponda della valle, potevano anche essere interrati, evitavano così problemi di espansione del calore nella stagione estiva e rimanendo protetti da cause esterne. Se la discesa avesse avuto una pendenza superiore al 25%[25], i tubi avrebbero rischiato lo scivolamento in discesa e quindi avrebbero dovuti ancorarli a intervalli; tuttavia era improbabile che il pendio fosse abbastanza ripido da richiederlo. Arrivando al fondo della valle, i tubi potevano continuare sottoterra, seguendo il profilo del terreno, e risalire dall'altra parte; in questo modo sarebbero stati sottoposti a una pressione considerevole. Questa, all'interno dei tubi dipendeva da quanto il sifone fosse profondo, poteva essere ridotta riducendo questa distanza; in effetti, si inseriva spesso un ponte (*venter*) per tagliare la parte più bassa della valle. (Fig. 7)

[24] Pace, Frontino 2010, 52-53

[25] Hodge 1992, 151

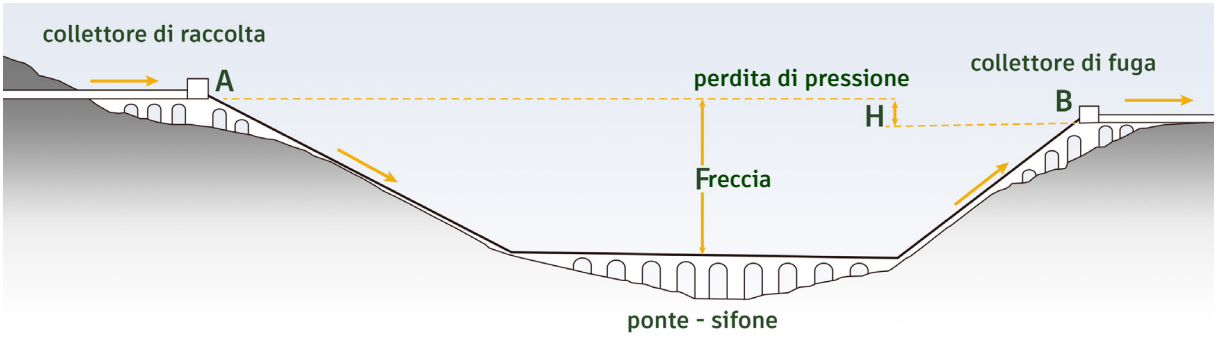


Figura 7. - *Schema funzionamento del sifone rovescio di Lione.* Rielaborazione da: Adam 1996, 268.

Il reale problema dei sifoni era legato alla tenuta delle condotte forzate per la pressione esercitata sulle giunture tra un elemento e l'altro nei punti di maggior carico. Vitruvio prescriveva alcuni accorgimenti capaci di attenuare gli effetti della pressione idraulica; raccomandava che il *venter*, poggiato su sostruzione, fosse mantenuto rettilineo e a livello costante per il più ampio tratto possibile; nello stesso tempo suggeriva l'apertura di alti sfiatatoi capaci di assorbire sbalzi di pressione. Inoltre, consigliava di immettere nelle condotte un abbondante quantitativo di cenere in modo da sigillare ogni eventuale fessura nei giunti.

Nella pratica i tecnici romani tentarono di attenuare la pressione attraverso bruschi restringimenti di sezione e suddivisione della portata dell'acquedotto in reti con diametri via via minori. I materiali utilizzati per la costruzione delle condotte delle acque dipendevano dalla destinazione d'uso, sono stati rinvenuti esempi di condotte in muratura, di piombo, tubi fittili, ricavati da blocchi rettangolari di pietra, legno e tubuli in terracotta. Il piombo era il materiale più diffuso soprattutto per la malleabilità e la bassa temperatura di fusione che permettevano di adattarlo a tutte le forme e alla distribuzione dell'acqua in tutti i punti. Aveva però degli inconvenienti, il basso grado di tolleranza delle grandi pressioni a meno di non ricorrere a larghi spessori, la tossicità del materiale a contatto con l'acqua (come dichiarato da Vitrivio) e la manodopera specializzata per il suo impiego[26]. Per ovviare il problema della salubrità dell'acqua, la superficie interna dei tubi veniva rivestita di una incrostazione di calcio che isolava l'acqua

[26] Adam 1996, 268-269. vedi Trevor Hodge, A. (1985).

dal contatto diretto con il piombo impedendo ogni eventuale effetto tossico di quest'ultimo. Il bronzo sarebbe stato più resistente ma aveva un costo elevato. Invece, Plinio suggerisce, per una conservazione più sana dell'acqua e delle sue proprietà, la conduzione in tubuli di terracotta[27].

1.1.4 Serbatoi e Cisterne

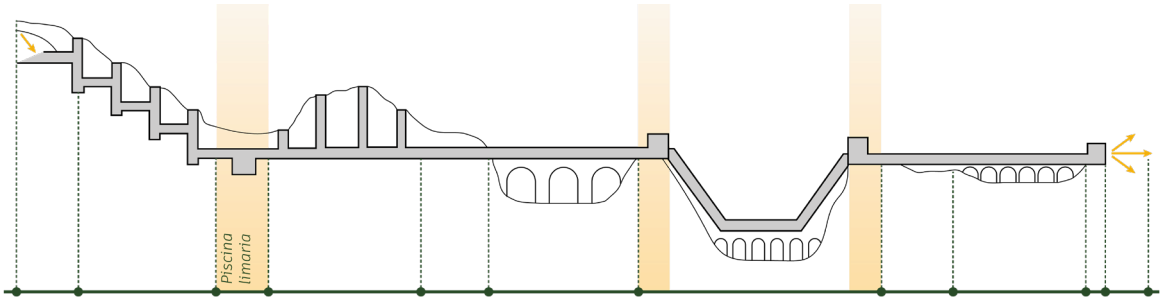


Figura 8. - *Schema delle componenti di un acquedotto.* Rielaborazione da: De Feo, De Gisi 2010, 746.

Spesso i due termini vengono confusi o associati alla medesima struttura per via di alcune delle loro costanti strutturali comuni, così riassunte: tendenza a posizionare gli invasi quanto più possibile in sotterranea, in modo che l'acqua rimanesse più fresca e più a lungo conservabile; nella cura posta nell'impermeabilizzare il pavimento e le pareti delle camere di raccolta con una forte intonacatura di malta composta di calce, sabbia/pozzolana e tritume di laterizi (cocciopesto), che nei punti di giunzione fra le murature presenta dei rigonfiamenti arrotondati (*pulvini*) che servivano per evitare infiltrazioni e perdite d'acqua e come rinforzo per gli spigoli interni. Tuttavia, hanno delle funzioni differenti.

Si definisce cisterna un manufatto in muratura destinato alla raccolta e all'accumulo di acque piovane. Gli architetti disponevano i piani dei tetti inclinati verso l'interno delle case, secondo il principio del *compluvium*. L'acqua colava sulla sponda e veniva raccolta in vaste aree pavimentate poste nell'*atrium*, o *impluvium* che serviva alla decantazione delle acque. Un'apertura conduceva alla cisterna scavata sotto l'*atrium*, infatti il prelievo dell'acqua avveniva generalmente dall'alto attraverso pozzi, ruote idrauliche, norie o catene a secchielli[28].

[27] Pace, Frontino 2010, 52-53

I serbatoi, invece, sono sempre alimentati da un'adduzione continua proveniente da un acquedotto o da un'altra fonte perenne, la cui funzione primaria è quella di accumulo. Si differenziano dai *castellum aquae* per le loro dimensioni e servivano ad accrescere i quantitativi d'acqua disponibile per i momenti di maggior consumo: durante il giorno le richieste erano più alte, mentre durante la notte le richieste erano praticamente nulle, quindi si accumulava l'acqua[29]. L'acqua veniva prelevata tramite un'apertura nella parete posta nella zona più bassa del serbatoio per sfruttare il sistema gravitario. L'ingresso, al contrario, quando il serbatoio è alimentato direttamente dallo speco dell'acquedotto, era situato in posizione elevata; mentre se alimentato da un sifone rovescio la quota non è vincolante. I serbatoi sono dotati anche di uno scarico di fondo, utilizzato per permettere lo svuotamento durante le periodiche operazioni di manutenzione e pulizia. Nella parte alta sono sempre presenti ulteriori aperture quali sfioratori o scarichi di troppopieno[30].

I serbatoi si distinguono in cinque categorie[31]:

Stanze a pilastri o a colonne. È la tipologia più vicina all'immagine ideale che si può avere di una conserva romana; presenta una copertura con volte sorrette da pilastri, come il serbatoio chiamato "*Piscina Mirabilis*" di Miseno. Si tratta dell'ultimo punto di alimentazione e di riserva per l'acquedotto Augusteo che proveniva dal Serino e che approvvigionava anche Pompei e Napoli, nonché oggetto del nostro studio. (Fig. 9a)

Camere a cunicoli con volta a botte. Sono le più numerose, la loro forma è una semplice galleria a tutto sesto, tra le opere di questo tipo va ricordato il sistema cunicolare della cosiddetta "Grotta Dragonara", situata a Miseno: presenta quattro bracci scavati completamente nel tufo ai quali si intersecano ortogonalmente altre cinque. Tutti i cunicoli sono coperti con volta a botte e hanno para-

[28] Adam 1996, 258

[29]Lombardi, Corazza 1995, 25. vedi Castellani, V.; Dragoni, W. (1989). Monteleone, M. C. (2020).

[30] In caso di riempimento delle conserve oltre la quota stabilita in progetto, l'acqua defluiva attraverso un imbocco imbutiforme, nel condotto verticale, e da qui tramite un condotto inclinato.

[31] Bodon, Riera, Zanovello 1994, 297-360

mento in *opus reticolatum* rivestito in cocciopesto. (Fig. 9b).

Camera singola e camere parallele non comunicanti. Si tratta di una tipologia che comprende serbatoi di piccola e media grandezza, sviluppati sull'asse della lunghezza per favorire l'impostazione della volta di copertura e spesso anche per adattare il manufatto alla morfologia dei luoghi; hanno così in genere pianta rettangolare allungata.

Camere parallele comunicanti. È un moltiplicatore della semplice cisterna a camera unica, costituito dai complessi di conserve a camere comunicanti che sono, insieme ai serbatoi a pilastri, quelli più rappresentati nell'ambito dell'edilizia pubblica. (Fig. 9c). Nell'abitato di Bacoli è conservato il complesso di conserve conosciuto con il nome di "Cento Camerelle"[32] o "Carceri di Nerone". Il sistema è costituito da due distinti gruppi di ambienti, relativi a due distinte fasi di impianto: il superiore presenta quattro camere parallele intercomunicanti, quello inferiore, il più antico, è articolato in una serie di cunicoli ortogonali.

Camere successive comunicanti. Una non consueta variante al tipo precedente nel quale l'acqua viene depurata per circuitazione, l'acqua viene fatta passare in sequenza dalla prima camera alle successive, che possono presentare anche quote pavimentali differenziate.

Ogni acquedotto necessita di *castella di carico*, di *castella intermedi*, di

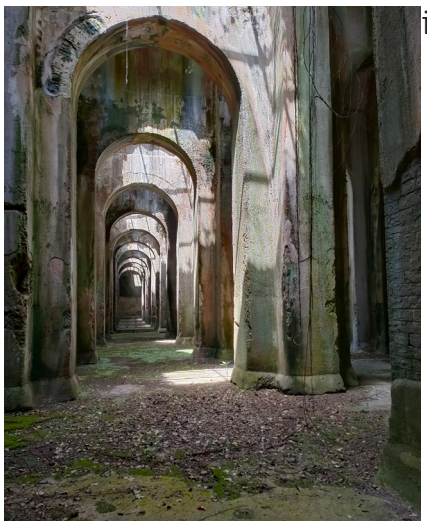


Figura 9a. - *Piscina Mirabilis, Miseno*. Sopralluogo maggio 2021.

Figura 9b. - *Dragonara, Miseno*. Sopralluogo maggio 2021.

Figura 9c. - *Cento Camerelle, Miseno*.

[32] Guidone, Knight 2017, 159-168.

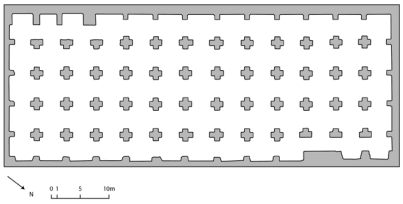


Figura 10a.

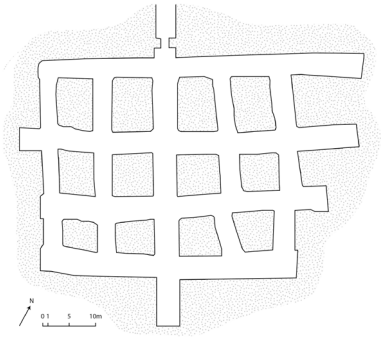


Figura 10b.

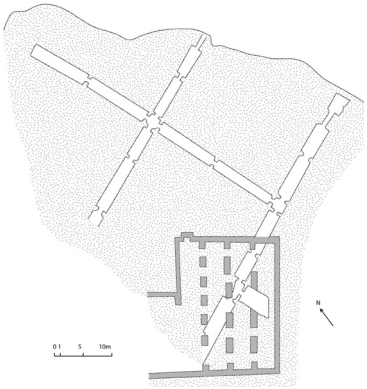


Figura 10c

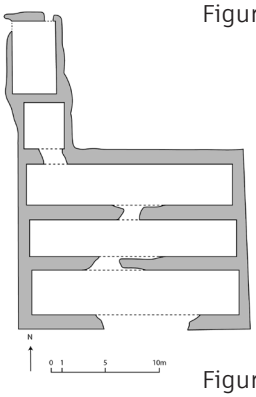


Figura 10d.

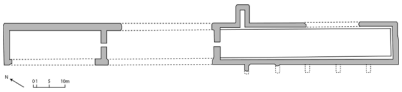


Figura 10e.

Fig. 10a - *Piscina Mirabilis*
Fig. 10b - *Dragonara*
Fig. 10c - *Cento Camerelle*
Fig 10d - *Cisterna ad Anagnia*
Fig 10e - *Albanum di Domiziano, Roma.*
Rielaborazione delle autrici su fonte: Bodon, Riera, Zanovello 1994, 297-360

1.1.5 Castellum Aquae e Distribuzione urbana

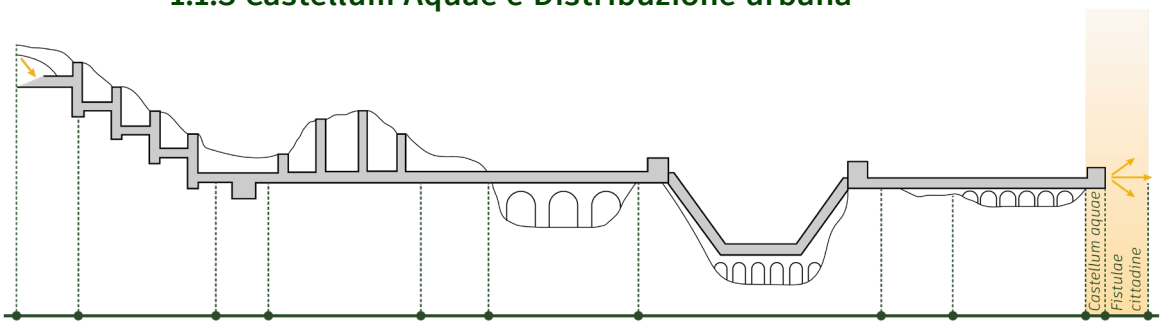


Figura 11. - *Schema delle componenti di un acquedotto.* Rielaborazione da: De Feo, De Gisi 2010, 746.

La funzione dei *castella di carico* si evidenzia meglio negli acquedotti che vanno a captare sorgenti di minor apporto rispetto alla principale, cioè quelli dotati all'origine di una rete di adduttori secondari. Per evitare abbassamenti di livello o pericolosi ristagni, in periodi di magra, il castella di carico doveva garantire un flusso d'acqua costante e regolabile nella condotta. La sua ubicazione può essere posta anche ad un certa distanza dalle sorgenti o dagli incili e non necessariamente nelle loro immediate vicinanze.

I *castella intermedi* hanno funzioni diversificate a seconda della situazione. Possono trovarsi alla fine di tratti d'acquedotto in particolare pendenza o di particolare lunghezza, dove hanno la funzione di bacini di decantazione, cioè di piscine

limarie. Possono essere posti anche all'origine e al termine di un sifone o ancora fungono da bacino partitore per diramazioni secondarie dell'acquedotto.

I *castella terminali*, posti all'ingresso della città, assolvevano alla funzione di regolatori e misuratori del flusso d'acqua erogato in distribuzione; risultavano di proporzioni monumentali solo dove l'apporto dell'acquedotto era notevole. Era un manufatto in muratura la cui funzione era quella di ripartire le acque alle tre utenze principali indicate da Vitruvio e Frontino: l'imperatore e le utenze (17,2%); i privati (38,6%); i servizi pubblici (44,2%)[33]. L'acqua, passando attraverso particolare contatori bronzei (*calices*), veniva misurata e diramata per mezzo di una fitta rete di tubature di piombo (*fistulae*) o di terracotta (*tubi, tubuli*) in tutta la città, verso gli impianti termali o posti in distribuzione mediante le fontane ubicate agli incroci delle strade. Le *fistule plumbee* costituiscono un vero e proprio patrimonio di dati, in quanto le numerosissime iscrizioni poste sulla loro superficie delineano, da un lato, a livello topografico tutta la complessa rete di distribuzione urbana, dall'altro, a livello epigrafico un quadro del sistema giuridico e amministrativo che sta alla base del servizio. Sulle *fistulae* si trovano indicazioni di vario tipo: nomi di imperatori, di consoli, di operai, di città, di famiglie o individui di appartenenza e indicazioni amministrative.

Per garantire la continuità dell'altezza di carico, il castello doveva mantenere un costante livello del pelo libero, ossia che l'acqua immessa nel castello fosse in pari quantità a quella che ne usciva. L'eliminazione dell'acqua in eccesso avveniva tramite uno sfiatatore che ne permettesse la fuoriuscita; l'acqua che traboccava era chiamata *caduca*, era di pubblica proprietà e, defluendo ai margini del marciapiede, era utilizzata per la pulizia delle strade e della rete fognaria. Nel *castellum* la velocità dell'acqua non scendeva al di sotto di certi valori perché secondo i romani alla salubrità dell'acqua contribuiva il suo costante movimento, contrariamente a quanto avveniva nei serbatoi.

A Pompei è collocata una testimonianza di *castellum aquae* (Fig.13), esso è loca-

[33] Pace, Frontino 2010, 36. vedi Bernardelli, R. (1971). e De Vos, M e A. (1976). Pellati, F. (1940). Forbes, R. J. (1955). Lombardi, L.; Santucci, E.; Leoni, B. (2017).

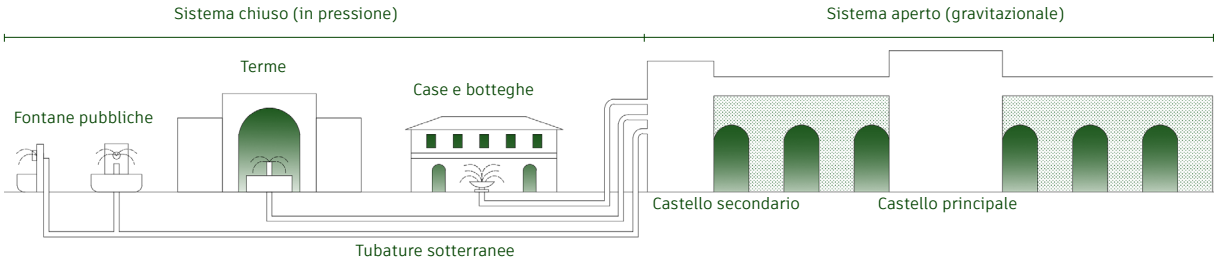


Figura 12. - *Schema di distribuzione dell'acqua nelle città.* Rielaborazione da: Antico Gallina 2004, 18.

lizzato presso la Porta Vesuvio nel punto più alto dell'altopiano, a nord della città. È stato rinvenuto nel novembre del 1903 da Roberto Paribeni[34]. Si tratta di un edificio a pianta quadrata, coperto a terrazza, con la facciata principale rivestita in laterizio, scandita da quattro pilastri e movimentata da tre arcate, mentre le altre facciate hanno il paramento in *opus reticolatum*, la parete orientale è in contatto con la parete ovest del fornice della Porta Vesuvio da cui trae la denominazione. Lo *specus* dell'acquedotto si immetteva dal lato nord in una struttura a pianta trapezoidale, chiuso da una sala circolare a cupola. L'acqua, all'imbocco del bacino di decantazione, doveva attraversare una prima griglia; al centro dello stesso bacino ne era posta una seconda, più fine; all'uscita l'acqua doveva superare una lamina di piombo per poi riversarsi entro i tre rami principali della distribuzione urbana. Il sistema di approvvigionamento pompeiano prevedeva poi una serie di castella minori che avevano il compito di rompere la pressione provocata dal forte dislivello, uno dei quali era mascherato dal cosiddetto Arco di Caligola, all'estremità meridionale della Via di Mercurio[35].

I tecnici romani trovavano più consono e funzionale frazionare la rete di distribuzione idrica con una serie notevole (247 solo a Roma) di piccoli castelli intermedi, invece di costruire una rete genericamente ramificata[36]. Questo sistema permetteva di raggiungere un maggior numero di singoli utenti e di ridurre le portate dei singoli rami, quindi era possibile utilizzare tubi dal diametro inferiore. Dagli

[34] Roberto Paribeni è stato prima ispettore e direttore museale a Roma e a Napoli, poi sovrintendente alle antichità di Roma e del Lazio e successivamente direttore generale delle Antichità e Belle Arti. È autore di numerosi testi tra cui *I Fori Imperiali 1930* e *L'età di Cesare e di Augusto del 1974.*

[35] Adam 1996, 266-267. vedi Giacomini, P. (1985). Dickermann, J.A. (2005).

[36] Op. cit., 124

acquedotti, l'acqua raggiungeva i *castella* pubblici primari che ripartivano il flusso verso i *castella* secondari, pubblici e privati. I *castella* secondari e successivi erano strutture deputate ad ospitare gli allacci alla fornitura pubblica delle singole utenze private, ottenuti con delle concessioni. La giusta assunzione di acqua dai castelli terminali era assicurata da prese d'acqua calibrate dette *calices*, tubi di bronzo collegati ad una tubatura di raccordo.

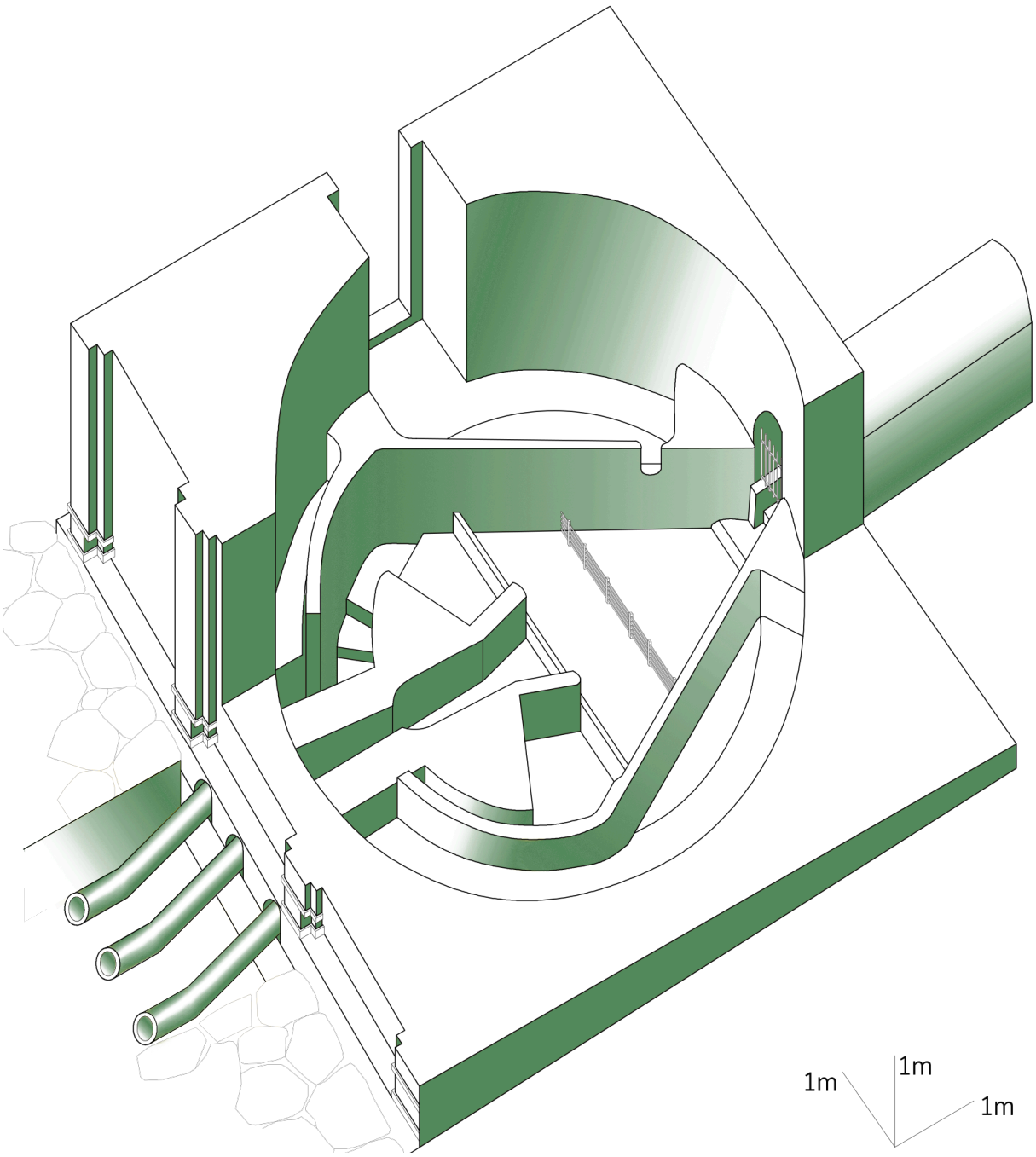


Figura 13. - *Assonometria Castellum Aquae di Pompei.*

1.2 Gli acquedotti nella città di Roma

Imprese di questa portata, dopo il declino dell'impero romano d'Occidente, che comportò il conseguente tracollo dell'approvvigionamento idrico delle principali città, dovettero aspettare oltre un millennio perché la cultura industriale sapesse nuovamente realizzarle.

Nel 312 a.C, a Roma, si decise di investire nella costruzione di un acquedotto extraurbano, le ragioni che portarono a una tale decisione sono molteplici e di difficile individuazione, ma possiamo intuirne alcune. A quell'epoca la città era in continua crescita perciò le risorse naturali, come il Tevere, le sorgenti naturali e l'acqua piovana, non bastavano più; un'altra motivazione importante erano i bisogni industriali come testimonia il primo acquedotto di Roma, l'*Aqua Appia* che terminava nel porto di Tiberino al Velabro[37]. Ancora potrebbero subentrare motivazioni religiose e politiche, infatti affidarsi ad una condotta extraurbana per l'approvvigionamento idrico rende la città vulnerabile agli attacchi del nemico.

Non è un caso che nello stesso anno avvenga la costruzione della *Via Appia*, un'altra costruzione con un'importanza strategica rilevante.

1.2.1 L'amministrazione di un acquedotto

Il regolare funzionamento degli acquedotti era affidato, durante la Repubblica, a diversi magistrati del popolo romano, mentre dopo l'inizio dell'epoca imperiale, a una specifica amministrazione delle acque denominata *cura acquarum*. La costruzione di un acquedotto richiedeva sforzi finanziari considerevoli e direttamente collegati alle difficoltà tecniche insite nella costruzione. Analizzando la distribuzione degli acquedotti romani nel territorio italiano, si può notare una connessione con la politica attuata da Roma[38]. In età repubblicana erano le assemblee cittadine ad incaricare i magistrati locali per la realizzazione di tali opere, generalmente utilizzando denaro pubblico; potevano intervenire anche cittadini,

[37] Lo Cascio 2000, 139. vedi Lanciani, R. (1881); Ward-Perkins, J. (1937). Cenerini, F. (1985).

[38] Bodon, Riera, Zanovello 1994, 121. vedi Brunn, C. (1991).

dotati di mezzi finanziari notevoli. Tra la fine del I secolo a.C. e il I secolo d.C., cioè tra Augusto e i Flavi, si assiste ad un'intensa attività di urbanizzazione attuata soprattutto da Augusto, con conseguente raddoppio delle adduzioni d'acqua in tutta la penisola. La promozione di opere pubbliche con largo impiego di denaro privato, denunciava il diffondersi del fenomeno dell'evergetismo[39]; erano in genere magistrati locali che utilizzavano i propri mezzi finanziari per progredire nella carriera politica. Nella prima metà del II secolo l'intervento diretto degli imperatori mirava a sanare l'economia in crisi, infatti si registrano interventi imperiali per restauri o nuove adduzioni anche in piccole città. Nella seconda metà del II secolo e nel III è stato registrato un drastico calo in tutta l'edilizia pubblica, specchio evidente della crisi dell'impero. Ad esempio, l'imperatore Costantino tra il 323 e il 324 è intervenuto nel ripristino dell'acquedotto di Serino direttamente con i propri fondi[40].

Il mantenimento dei singoli acquedotti era anche garantito da imprenditori privati, il cui lavoro veniva controllato dai censori, dagli edili e qualche volta dai questori. Frontino essendo stato un *curator aquarum* ci ha lasciato la testimonianza più preziosa per quanto concerne l'amministrazione degli acquedotti a Roma; egli descrive com'era il sistema di manutenzione, di sorveglianza e di tutela delle acque, con incluse le sanzioni per coloro che compivano azioni di danno alle strutture degli acquedotti, di manomissione per derivazioni abusive e di inquinamento dell'acqua pubblica.

Verso la fine dell'età repubblicana, Agrippa[41] iniziò a pianificare l'utilizzo dell'acqua pubblica, determinando le quote di acqua da ripartire fra gli edifici pubblici, i bacini, le fontane e i privati sulla base della portata degli acquedotti. Organizzò un proprio gruppo (*familia*) di addetti alla manutenzione delle condutture, dei castelli e dei bacini di distribuzione. Augusto ricevette in eredità la

[39] Termine usato in riferimento ai concetti greci di "benefattore" e "benevolenza", con cui si definiscono tutte le pratiche di beneficenza nei confronti della comunità cittadina che, in particolare in età ellenistico-romana, gli appartenenti alle *élite* erano chiamati a compiere in virtù della loro posizione di privilegio sul piano economico-sociale.

[40] *Op. cit.*, 124

[41] Politico, militare e architetto, Marco Vipsanio Agrippa (63 a.C-12 a.C.). Fu eletto *curator aquarum* nel 33 a.C.

familia di Agrippa e decise di continuare la sua opera riconfermando l'incarico di manutenzione e di controllo degli acquedotti pubblici.

La *cura aquarum* fu un'importante novità, era un ufficio specifico la cui direzione e responsabilità era affidata ad un curatore, di nomina imperiale con il consenso del Senato; il titolo formale attribuitogli era di magistrato e a sua disposizione aveva un gruppo di ausiliari chiamati *acquarii*.

Al fianco del primo curatore, un personaggio molto noto del periodo, erano nominati due senatori di rango più basso i *curatores adiutores*; non c'era limite alla durata dell'incarico di curatore; la presidenza si poteva protrarre per periodi che andavano da pochi mesi fino a 23 anni[42].

Seguendo la trattazione di Frontino, possono essere delineati quali fossero i compiti di un curatore, distinti in quattro categorie principali: supervisione delle erogazioni d'acqua a beneficiari privati e competenza sull'accesso del grande pubblico all'acqua, controllo del personale, tutela delle strutture degli acquedotti affinché non subiscano furti o danneggiamenti, compiti giudiziari[43].

La manodopera a disposizione del *curator aquarum* consisteva in due *familiae*, la f*amilia publica aquaria*, proprietà privata di Agrippa, era formata da 240 uomini tra servi e liberti dello Stato, quando Augusto la ereditò decise di donarla allo Stato Romano e in particolare alla *cura aquarum*. La seconda, la *familia aquaria Caesaris,* fu istituita dall'imperatore Claudio, nel 52 d.C., e comprendeva 460 uomini; è stata creata in aderenza alla politica dell'imperatore di concentrare più potere possibile nelle sua mani. Facenti parte dell'equipe, occorre citare anche l'esistenza di vari tecnici come *architecti*, *scribae* e *librarii*.

Per facilitare la costruzione degli acquedotti, consentirne la manutenzione e il restauro vennero introdotte una serie di leggi. I proprietari dovevano consentire che nel loro terreno venissero prelevati e utilizzati qualsiasi tipo di materiali, il tutto eseguito sotto la supervisione di un fiduciario che controllava che le estrazioni non nuocessero ai titolari dei fondi. Dovevano inoltre, consentire il

---

[42] Ashby 1991, 33. vedi Hodges, H. (1970). e Giovannoni, G. (1972). Evans, H. B. (1994).

[43] Lo Cascio 2000, 148.

libero passaggio degli addetti ai lavori e lasciare uno spazio largo 15 piedi a destra e a sinistra, presso le fonti, i fornici e i muri, e una fascia di 5 piedi presso i canali sotterranei e gli spechi, liberi sia da costruzione che da vegetazione[44].
Se la costruzione dell'acquedotto passava per un terreno privato, la parte che sarebbe servita al passaggio della condotta veniva comprata dalla Stato, nel caso in cui il proprietario non avesse acconsentito a venderla, l'intero fondo veniva espropriato, salvo poi riconoscere al titolare del fondo la facoltà di poterlo ricomprare con i nuovi confini, delimitati dall'area di ingombro dell'acquedotto, ormai divenuta di proprietà pubblica. Tuttavia le situazioni erano molto flessibili, spesso veniva invocato il *concetto di utilitas publica*, ma anche quello di *aequitas*[45].

La maggior parte dell'acqua, una volta arrivata in città, veniva destinata all'uso pubblico, mentre circa il 40% era destinata all'uso privato mediante concessioni[46]. Il modello di Vitruvio per un acquedotto prevede che i clienti privati paghino per l'acqua: in epoca repubblicana, l'uso privato dell'acqua non era prevalente e solo l'acqua di straripamento (*caduca*) veniva venduta ad utenti privati; in epoca imperiale, con la rapida adduzione di diversi nuovi acquedotti, più acqua era disponibile per i consumatori privati e gran parte di essa era gratuita grazie alle sovvenzioni dall'imperatore. Il privato che intendeva richiederla doveva presentare apposita domanda per ottenere la concessione che era imperiale, infatti da Augusto in poi il numero delle concessioni ai privati aumentò considerevolmente. Perfino le acque *caduche* erano soggette a concessione anche se tali acque erano riservate a spurgare le cloache e le fogne, quindi finalizzate alla salubrità dell'ambiente. La concessione non era ereditaria perciò nel caso di cessione o di successione ereditaria di un fondo, era necessario richiederne una nuova.

[44] Pace, Frontino 2010, 18. vedi Orsini, B. (1805). Corsetti, G. (1937). Lugli, G. (1957). ved. Landels, J. G. (1978).

[45] Op. cit., 151

[46] *Ibidem*

1.2.2 Gli undici acquedotti di Roma

Il più imponente sistema di approvvigionamento idrico del mondo antico era quello che alimentava la città di Roma, il quale comincia a formarsi dal IV secolo a.C. fino all'età imperiale, arrivando a contare undici condotti principali: *Aqua Appia*, *Anio Vetus, Aqua Marcia, Aqua Tepula, Aqua Iulia, Aqua Virgo, Aqua Alsietina, Aqua Claudia, Anio Novus, Aqua Traiana e Aqua Alexandrina*.

Dal VI secolo d.C., si contavano anche le derivazioni extraurbane: l'*Aqua Appia Augusta*, lo *Specus Octavianus* e l'*Aqua Antoniniana,* portando il numero degli acquedotti di Roma a quota quattordici[47].

La capacità degli undici acquedotti, quando tutti funzionavano, era impressionante. Sicuramente, la gente comune a Roma disponeva di un volume d'acqua più grande di quello che era a disposizione degli abitanti delle città europee più all'avanguardia ancora nel tardo Ottocento.

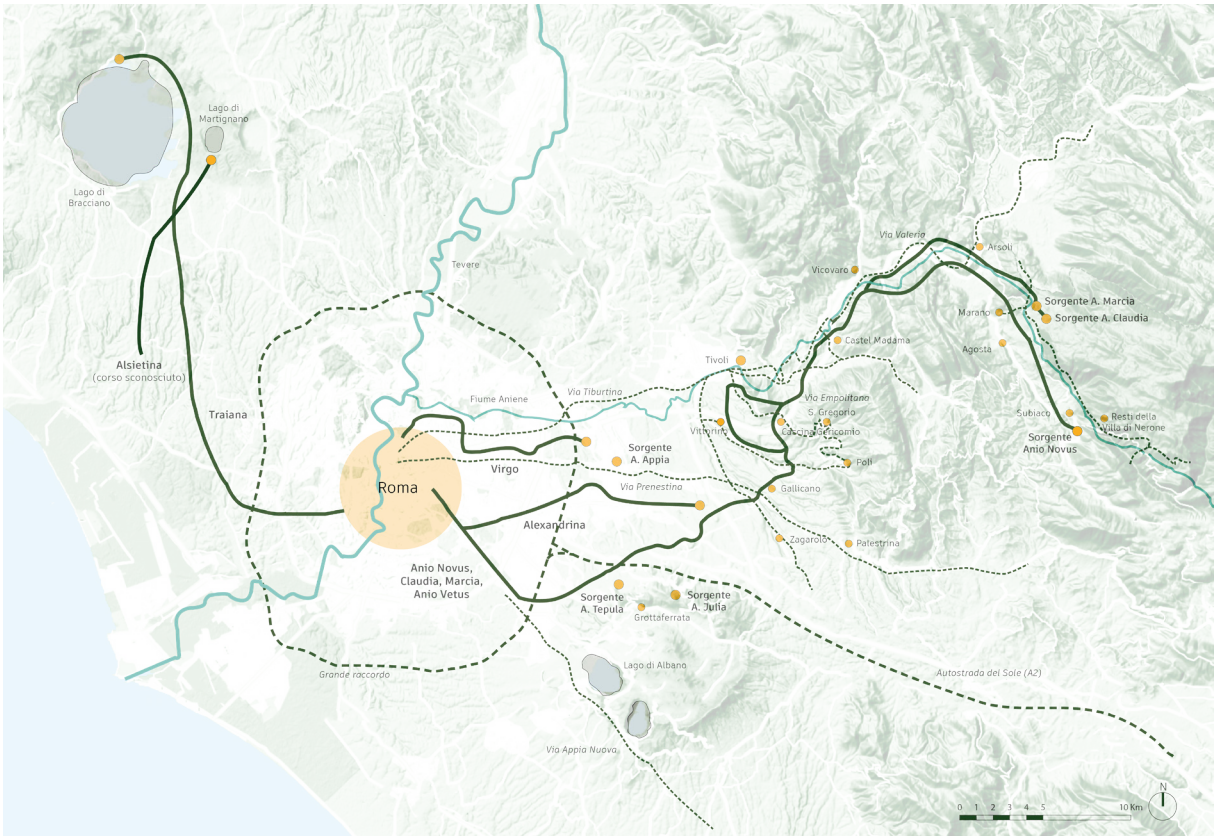


Figura 14. - *Schema di distribuzione dell'acqua nelle città.* Rielaborazione della autrici su fonte: Antico Gallina 2004, 32-33

[47] Mucci 1995, 26-38. vedi Betocchi, A. (1881). Forbes, R. S. (1899). Cardini, M. (1902). Panimolle, G. (1983). Lanciani, R. (1986).

***Aqua Appia**:* Il primo acquedotto di Roma è stato costruito nel 312 a.C. dal censore Appio Claudio Ceco. L'acquedotto era lungo 16 km e correva quasi interamente sottoterra, passava sotto Porta Maggiore e il colle Celio, emergendo solo su archi per attraversare la valle tra il Celio e l'Aventino vicino alla parte orientale del Circo Massimo. Il canale proseguiva poi il suo percorso sottoterra, attraversando l'Aventino per terminare vicino al Tevere all'interno della Porta Trigemina, questo capolinea era situato 15 m s.l.m., una quota troppo bassa per servire qualsiasi collina di Roma.

La scelta di costruire la maggior parte del percorso dell'*Appia* sotterraneo è stata dettata da motivazioni di sicurezza: Roma era impegnata in frequenti guerre contro i Sanniti, una potenza vicina che avrebbe potuto facilmente tagliare qualsiasi linea d'acqua cospicua in un'incursione o un assedio della città.

Nel corso degli anni, l'*Appia* è stata restaurata diverse volte, le più importanti sono state eseguite da Q. Marcius Rex (144 a.C.), Agrippa (33 a.C.) e Augusto (11-4 a.C.), il quale ha aggiunto anche un nuovo canale di alimentazione, l'*Appia Augusta* (o *Ramus Augustae*). La capacità dell'*Appia* era di 75.000 mc al giorno.

***Anio Vetus**:* il secondo acquedotto di Roma è stato costruito tra il 272-269 a.C. utilizzando il bottino della guerra contro Pirro[48]. L'*Anio Vetus*, la cui sorgente era situata vicino a Vicovaro, prendeva l'acqua direttamente dal fiume sopra Tivoli che si trovava a 260 m s.l.m. Successivamente lasciava la valle dell'*Anio* e scendeva a sud verso i Colli Albani fino a Gallicano. Da qui girava di nuovo a ovest verso Roma, passando sotto l'antica Via Latina vicino alla settima pietra miliare. Alla quarta pietra miliare l'*Anio Vetus* girava a nord-ovest per entrare nel sottosuolo della città a Porta Maggiore, e aveva il suo bacino terminale dentro Porta Esquilina, pochi isolati a sud di Termini vicino alla chiesa di S. Vito.

Come l'*Appia*, il corso dell'*Anio Vetus* era quasi interamente sotterraneo, tuttavia nel corso dei secoli furono aggiunti alcuni ponti e sottostrutture per accorciare il

[48] Le Guerre pirriche furono un conflitto che vide tra il 280 a.C. ed il 275 a.C. la Repubblica romana affrontare l'esercito del re epirota, Pirro, a capo di una alleanza greco-italica. Ebbero luogo nell'Italia meridionale e coinvolsero anche le popolazioni italiche del posto.

suo corso ai 64 km che Frontino registra. L'*Anio Vetus* trasportava circa 180.000 mc d'acqua al giorno, inoltre è stato restaurato negli stessi periodi dell'*Appia*.

***Aqua Marcia**:* costruita nel 144-140 a.C. dal pretore Q.Marcius Rex, forniva un alto volume di acqua (quasi 195.000 mc al giorno), una quantità eccellente per una città in rapida espansione dopo i successi militari contro Cartagine e Macedonia. Allora come oggi, numerosi canali di captazione più piccoli raccoglievano le acque sotterranee della sorgente in un bacino che alimentava il canale principale. La sorgente della *Marcia* infatti, era costituita da un insieme di sorgenti minori situate sulla riva destra dell'Anio superiore. Da qui la *Marcia* scendeva sottoterra lungo la riva destra del fiume, fino ad incrociare la riva sinistra vicino a Vicovaro e ad avvicinarsi al percorso dell'*Anio Vetus* verso Roma. Essa emergeva dal terreno su sostruzioni e archi nei suoi ultimi 10 km fino a Roma. Quest'acqua conteneva delle impurità le quali hanno ricoperto le pareti del canale con un significativo deposito calcareo che, se non rimosso periodicamente, avrebbe gradualmente soffocato il canale. Un ramo dell'acquedotto chiamato *Rivus Herculaneus*, vicino a Porta Tiburtina, divergeva e attraversava il colle Celio a livello del suolo o sotto, prima di terminare sull'Aventino.
La Marcia fu restaurata molte volte prima dagli imperatori (Augusto, Tito, Adriano, Caracalla e Diocleziano) e poi nei secoli successivi, nell'alto Medioevo, rimanendo in uso per tutto il X secolo. Era il più lungo degli acquedotti antichi con 91 km, secondo solo all'*Anio Novus*, di cui 80 km del canale si trovavano sotto terra.

Aqua Tepula: il condotto originale seguiva un suo percorso indipendente dalla sorgente al capolinea fino a quando, nel 33 a.C., Agrippa abbandonò questo canale e mescolò le sue acque con un nuovo acquedotto che stava costruendo nelle vicinanze, l'*Aqua Julia*. Le acque combinate correvano insieme in un canale sotterraneo verso un bacino di compensazione. Il *Tepula* era uno degli acquedotti più piccoli in volume, consegnando 17.800 mc al giorno; era lungo 18 km, compreso il tratto che correva unito alla *Julia* e in cima alla *Marcia*.

***Aqua Julia**:* costruita da Agrippa nel 33 a.C., aveva la sua sorgente alcuni km a monte di quella della *Tepula*. A circa tre o quattro km dall'inizio del suo corso sotterraneo nella valle di Marciana, Agrippa aggiunse le acque della *Tepula* al canale della *Julia*. La *Julia* continuò sottoterra per altri 6 km fino a una vasca di compensazione vicino a Capannelle, e finì la distanza da qui a Roma in cima alla precedente e molto più grande *Marcia*. La *Julia* era lunga 22 km, e trasportava 48.000 mc al giorno.

***Aqua Virgo**:* le sorgenti principali della *Virgo* si trovano vicino a Roma in una zona paludosa a nord della Via Collatina. Oggi l'area è segnata dall'alta torre in mattoni dell'acquedotto Vergine Nuova del 1937, e da costruzioni più piccole che coprono le sorgenti del vecchio acquedotto. I due sistemi sono tenuti separati: l'acqua più antica è usata principalmente per le fontane, essendo di qualità più povera rispetto al moderno acquedotto con tubature a pressione. Agrippa costruì l'acquedotto *Virgo* nel 19 a.C. per rifornire d'acqua la zona bassa del Campo Marzio che si stava sviluppando sotto Augusto. L'acqua era anche usata per rifornire un ruscello artificiale vicino alle terme chiamato *Euripus*, che potrebbe aver servito la stessa funzione delle piscine fredde all'aperto che furono poi una componente standard dei più grandi bagni imperiali di Traiano, Caracalla, Diocleziano e altri. Un bacino sotterraneo fu costruito per arginare l'acqua raccolta da varie sorgenti, l'*Acqua Virgo* era insolita per avere canali di alimentazione lungo il percorso ed era in effetti un grande sistema di drenaggio dell'acqua potabile.
I restauri più importanti ebbero luogo sotto gli imperatori Tiberio e Claudio, sotto papa Adriano I nel VIII secolo, e sotto diversi papi nel XVI secolo, che recuperarono le fonti originali. Nell'antichità la capacità del canale era di circa 100.000 mc al giorno.

Aqua Alsietina: costruita da Augusto nel 2 a.C., prendeva l'acqua direttamente dal lato meridionale del lago *Alsietinus*, l'attuale lago di Martignano, un piccolo lago craterico appena ad est del lago di Bracciano. Dei 33 km dell'acque-

dotto, solo 500 m sono in superficie, e gran parte del suo percorso è ancora oscuro. Entrava in città sul lato nord della successiva Porta Aurelia e dopo un breve tratto su archi scendeva rapidamente, sempre sottoterra, fino a Trastevere, dove una sezione del tunnel è stata scoperta vicino a S. Cosimato. Le acque dell'*Alsietina* servivano anche per irrigare i vicini giardini e le ville di campagna, e per sopperire alla necessità di acqua potabile quando venivano chiusi per riparazioni i condotti della *Marcia* e della Vergine. Consegnava 16.000 mc al giorno.

Aqua Claudia: iniziata da Caligola nel 38 d.C., la *Claudia*, con i suoi lunghi tratti di arcate massicce, impiegò quattordici anni per essere costruita, essendo terminata da Claudio nel 52 d.C. La sua acqua era presa da sorgenti nella valle dell'*Anio* vicino ad Agosta, vicino alle sorgenti della *Marcia*. Da qui scendeva lungo la riva destra dell'*Anio*, per lo più sottoterra e leggermente a monte della Marcia. La Claudia emergeva dal terreno presso Capannelle, e attraversa il campo presso Romavecchia su una serie di archi. Dopo 10 km di archi, il condotto entra in città a *Spes Vetus* e attraversa la via Prenestina e Labicana sull'arco monumentale oggi chiamato Porta Maggiore. L'acquedotto è stato riparato da Vespasiano e Tito poco dopo la sua prima realizzazione, anche Adriano e i Severi hanno eseguito ampi restauri; dopo che i Goti distrussero l'acquedotto nel loro assedio del 537 d.C., Belisario, un generale sotto l'imperatore Giustiniano, lo riparò, come fece papa Adriano I nel 776. La *Claudia* era lunga 69 km e forniva circa 18.5000 mc al giorno.

Anio Novus: è stato iniziato nel 38 d.C. sotto Caligola e finito sotto Claudio nel 52 d.C. L'imperatore Traiano rispose a questa lacuna spostando la sorgente dell'*Anio Novus* a monte di uno dei laghi formatisi in precedenza quando Nerone arginò l'*Anio* per una villa di piacere. Sopra Tivoli, nella Valle d'Empiglione, l'*Anio Novus* si divideva in due canali: uno seguiva il corso degli altri acquedotti, piegando intorno alla collina sopra Tivoli, l'altro girava verso sud e scavava un tunnel in profondità sotto la montagna, unendosi al canale originale. Il suo termina-

le consisteva in una gigantesca torre di distribuzione in condivisione con l'*Aqua Claudia* sulla collina dell'Esquilino. La capacità dell'*Anio Novus* di 190.000 mc al giorno lo rendeva il più grande in volume. Era lungo 87 km prima che Traiano lo allungasse fino a 92 km. Dopo che Traiano migliorò la sua sorgente, la qualità della sua acqua non era molto inferiore a quella della *Marcia* e della *Claudia*.

Aqua Traiana: prima che Traiano costruisse l'acquedotto nel 103 d.C., la regione di Trastevere, per avere acqua potabile, dipendeva dalle condotte che attingevano l'acqua dal fiume. La *Traiana*, come l'*Alsietina*, portava l'acqua dalle colline vulcaniche a nord di Roma, ma invece dell'insalubre acqua del fiume attingeva a sorgenti chiare sulle pendici settentrionali e occidentali sopra il lago di Bracciano. Ci sono resti della *Traiana* dove arrivava sopra la città sul Gianicolo appena a nord della Villa Doria Pamphili, lungo la Via Aurelia Antica. Poiché la *Traiana* e *Alexandrina* furono costruite dopo che Frontino scrisse la sua opera sugli acquedotti, non abbiamo dati registrati sulla loro lunghezza, volume e distanza percorsa in superficie. Le stime della sua lunghezza vanno da 35 a 60 km. Danneggiata dai Goti nell'assedio del 537 d.C., la *Traiana* fu presto riparata da Belisario; nel 1610 un nuovo acquedotto, l'ancora funzionante *Aqua* Paola, fu costruito al suo posto, usando molto del percorso e molto del materiale dell'antico acquedotto.

***Aqua Alexandrina**:* è stata costruita nel 226 d.C. principalmente per servire le terme che Alessandro Severo aveva costruito. Prendeva l'acqua da sorgenti vicino a un bacino paludoso, il Pantano. Da qui, l'*Alexandrina* si dirigeva verso ovest, parallelamente alla Via Prenestina fino a raggiungere Torre Angela fuori dalla tangenziale. Nessun resto è stato identificato all'interno della città tra Porta Maggiore e il capolinea dell'acquedotto nel Campo Marzio alle terme di Alessandro Severo. L'*Alexandrina* era lunga 22 km. Nonostante i suoi impressionanti archi alti 20 m in alcuni punti, questo è uno degli acquedotti avente quote più basse, più o meno allo stesso livello dell'Anio Vetus a Porta Maggiore.

Aqua	Inizio costruzione	Committente Imperatore	Costruttore	Lunghezza	Portata giornaliera
Aqua Appia	312 a.C.		Appio Claudio Cieco e Gaio Plauzio Venox	11.190 passi (16.5 Km)	75.000 mc
Anio Vetus	272 a.C.		Manio Curio Dentato e Fulvio Flacco	43.000 passi (63.5 Km), di cui 221 su sostruzione o archi	182.517 mc
Aqua Marcia	144 a.C.		Q. Marcio	61.710 passi (91.2 Km), di cui 7.463 su sostruzione o archi	194.635 mc
Aqua Tepula Aqua Julia	125 a.C		C. Servilio Cepione, L. Cassio Longino e M. Vipsanio Agrippa	53.806 passi (41 Km)	66.649 mc
Aqua Virgo	19 a.C.	G. G. C. Ottaviano Augusto	M. Vipsanio Agrippa	14.105 passi (20.5 Km), di cui 1240 su sostruzione	103.916 mc
Aqua Alsietina	12 a.C.	G. G. C. Ottaviano Augusto		22.172 passi (32.8 Km), di cui 520 su sostruzione	16.228mc
Aqua Claudia	38 d.C.	Gaio Giulio Cesare Augusto Germanico		46.406 passi (68.6 Km)	191.190 mc
Anio Novus	38 d.C.	Gaio Giulio Cesare Augusto Germanico		58.700 passi (86.8 Km)	196.627 mc
Aqua Traiana	109 d.C.	Marco Ulpio Nerva Traiano		74.804 passi (57 Km)	118.200 mc
Aqua Alexandriana	206 d.C.	Lucio Settimio Severo Augusto		28.872 passi (22 Km)	21.632 mc

Tabella 1 - *Sintesi principali caratteristiche degli undici acquedotti della città di Roma.* Elaborazione da: Adam 1996, 262-268; Mucci 1995, 26-38; Lo Cascio 2000, 138-141; Antico Gallina 2004, 34-45

2. I Campi Flegrei e l'Acquedotto del Serino

2.1 Inquadramento storico

2.1.1 Il primo secolo dell'età imperiale

Dopo la morte di Giulio Cesare (44 a.C.), Ottaviano[1] e Marco Antonio[2] inseguirono i cospiratori Bruto e Cassio e li uccisero nella battaglia di Filippi (42 a.C.). Il coinvolgimento di Antonio con Cleopatra fu la causa del conflitto tra i due vincitori, che vide Antonio sconfitto ad Azio nel 31 a.C., assicurando ad Ottaviano il controllo del destino di Roma. Nel 29 a.C. tornò trionfante a Roma, e per evitare una dittatura palese che era costata la vita a Giulio Cesare, stabilì un controllo più sottile, concentrando il potere nelle mani di un uomo il cui titolo era "*princeps*" o primo cittadino. Nel 27 a.C. Ottaviano assunse il titolo onorifico di "*Augusto*", e dominò lo stato romano fino alla sua morte nel 14 d.C.

Augusto, insieme a suo genero Agrippa, avviò un programma edilizio completo di ricostruzione della città di Roma; questo è ben documentato anche dallo stesso Augusto nelle sue *Res gestae*[3].

Ad Agrippa fu affidata anche la supervisione e l'esecuzione di progetti più severamente pratici come i due nuovi acquedotti l'*Aqua Julia* (33 a.C.) e l'*Aqua Virgo* (19 a.C.). La dedizione di Agrippa è testimoniata dal fatto che fece un tour personale delle fogne di Roma in una barca per apportare le riparazioni necessarie.

L'età di Augusto rappresenta l'arrivo dell'età dell'architettura romana; fino ad allora l'edilizia romana era stata un insieme di tecniche di ingegneria romana e di spirito ellenistico. Durante il suo ambizioso programma edilizio giunsero in città numerosi artigiani e architetti stranieri, le cui influenze, soprattutto orientali e

[1] Ottaviano fu pronipote di Giulio Cesare, scoprì di essere stato adottato nel testamento del prozio, diventandone figlio adottivo ed erede. ved. Paribeni, R. (1974).

[2] Marco Antonio fu luogotenendete fidato di Giulio Cesare, si distinse nelle campagnie galliche che gli permisero di accedere alla carriera politica.

[3] Elenco delle imprese e opere di Augusto da lui stesso redatto, sono state incise sulle pareti del tempio di Augusto e della dea Roma ad Ancira, l'odierna Ankara, Turchia sia in latino che in greco.

greche, furono un fattore costante nell'arte e nell'architettura di Augusto.
Da molti secoli, Roma iniziò a stabilire la sua egemonia sui suoi vicini latini nelle coste centro-occidentali; nel 42 a.C. Augusto riuscì ad unire le pianure al di là del Po, ossia l'ex provincia della Gallia Cisalpina, al resto della penisola italiana, completando gli ambiti approcci di unificazione. Nonostante fosse passato appena mezzo secolo da quando la guerra sociale conferì alla maggior parte della penisola la parità di diritti e doveri con la capitale, all'interno dell'unità formale delle dodici regioni amministrative dell'Italia augustea c'erano differenze etniche, linguistiche, sociali e culturali. L'architettura non faceva eccezione. Ogni regione aveva i propri problemi e le proprie tradizioni; la Campania diede il contributo diretto più importante all'architettura protoimperiale della capitale. L'architettura delle nuove province emergenti venne, invece, influenzata dall'esperienza acquisita altrove in Italia, in particolare nel nord.
I centri di ricchezza e di influenza, da Roma si erano spostati altrove, la Campania fu all'apice della sua prosperità durante l'ultimo secolo della Repubblica e sotto gli imperatori Giulio-Claudi. Pompei ed Ercolano furono una testimonianza esplicita della prosperità della classe media della popolazione della zona, in cui elementi greci, sanniti e romani si mescolarono, creando un terreno fertile per la diffusione e il movimento di nuove idee. Pozzuoli fu il porto commerciale di riferimento per il traffico marittimo con il Mediterraneo orientale e, insieme al Golfo di Napoli, diventò il parco giochi della moda aristocratica romana[4].
Il clima architettonico a Roma cambiò bruscamente dopo la morte di Augusto nel 14 d.C.; la moda architettonica si allontanò dai monumenti pubblici, per concentrarsi maggiormente sulla costruzione di sontuose residenze sia a Roma che fuori, spesso situate in luoghi rocciosi o quasi inaccessibili.
Dopo che tutti gli eredi diretti di Augusto morirono, fu proposto il figlio adottivo Tiberio che discendeva dall'aristocratica famiglia dei Claudiani. Sebbene la sua carriera militare godesse di un successo ininterrotto, la sua vita privata fu meno

[4] Ward-Perkins 1981, 157-158

felice; fu costretto da Augusto a divorziare da sua moglie Vipsania, che adorava, per sposare la figlia di Augusto, Giulia. Nel 22 d.C. in seguito alla morte di Druso, il figlio che ebbe con Vipsania, si ritirò da Roma in Campania, nella villa imperiale sulla costa chiamata "La Grotta". Tiberio trascorse la maggior parte degli ultimi 10 anni del suo regno nella solitudine di Capri, l'isola divenne una tenuta imperiale per mano di Augusto che vi costruì un palazzo sul mare.

Dopo la morte di Tiberio (Miseno, 36 d.C.), Caligola, figlio del generale Germanico, fu proclamato imperatore dalla guardia pretoriana, ma i suoi eccessi crudeli lo portarono ad essere ucciso dalle sue stesse guardie dopo soli quattro anni di regno (41. d.C.).

Il successore fu Claudio, zio di Caligola. Egli aveva una forte vena pratica, e il suo regno è soprattutto notevole per la realizzazione di importanti progetti ingegneristici come il prosciugamento del lago Fucino, la riparazione dell'emissario del lago Albano, il completamento dei due acquedotti iniziati da Caligola e la costruzione del porto di Ostia. Si calcola che i due nuovi acquedotti aperti da Claudio rappresentassero i due terzi della fornitura totale di acqua disponibile per l'antica Roma. Nessun nuovo acquedotto importante fu costruito dopo l'*Aqua Claudia*, perché ormai Roma aveva la migliore fornitura d'acqua di qualsiasi altra città dell'antichità[5].

2.1.2 Lo sviluppo storico dei Campi Flegrei

Secondo gli storici (Amalfitano, Camodeca, Medri 1990) intorno al 730 a.C. si verificò a Cuma uno stanziamento greco dei coloni provenienti da Calcide nell'Eubea, i quali fondarono Cuma (Fig. 1), sia per rafforzare il loro potere commerciale sia per creare una vera e propria colonia di popolamento[6].

Nel 531 a.C. i Cumani accolsero un piccolo gruppo di abitanti di Samo che si inse-

[5] Sear 1989

[6] Al momento dell'arrivo dei Greci l'aspetto del litorale cumano era molto diverso da quello attuale: la collina dell'acropoli, oggi arretrata rispetto alla linea di costa, formava un largo promontorio circondato dal mare. Era stata frequentata nell'Età del Ferro e probabilmente fin dal periodo del Bronzo finale (XI-X secolo a.C.)

diarono sul sito dell'attuale Pozzuoli, portando alla fondazione della città nel giro di un paio di anni. Pozzuoli ebbe una funzione soprattutto economica e commerciale, nonostante continuò a dipendere da Cuma dal punto di vista politico.

Dopo aver sconfitto gli Etruschi (nel 524 a.C. e nel 474 a.C.), Cuma cadde prima sotto il dominio Sannita[7] (421 a.C) e poi sotto l'Impero Romano, dal quale ottenne il diritto di cittadinanza senza voto (*civitas sine suffragio*)[8] per essere stata fedele alleata di Roma.

L'ottima posizione geografica e lo *status* di colonia romana portarono Pozzuoli ad essere il principale scalo marittimo del Mediterraneo, la porta di Roma verso la Sicilia, l'Africa e l'Oriente; questo spiega la presenza di diverse manifestazioni culturali. Allo stesso tempo il porto flegreo rappresentò lo sbocco dei prodotti di

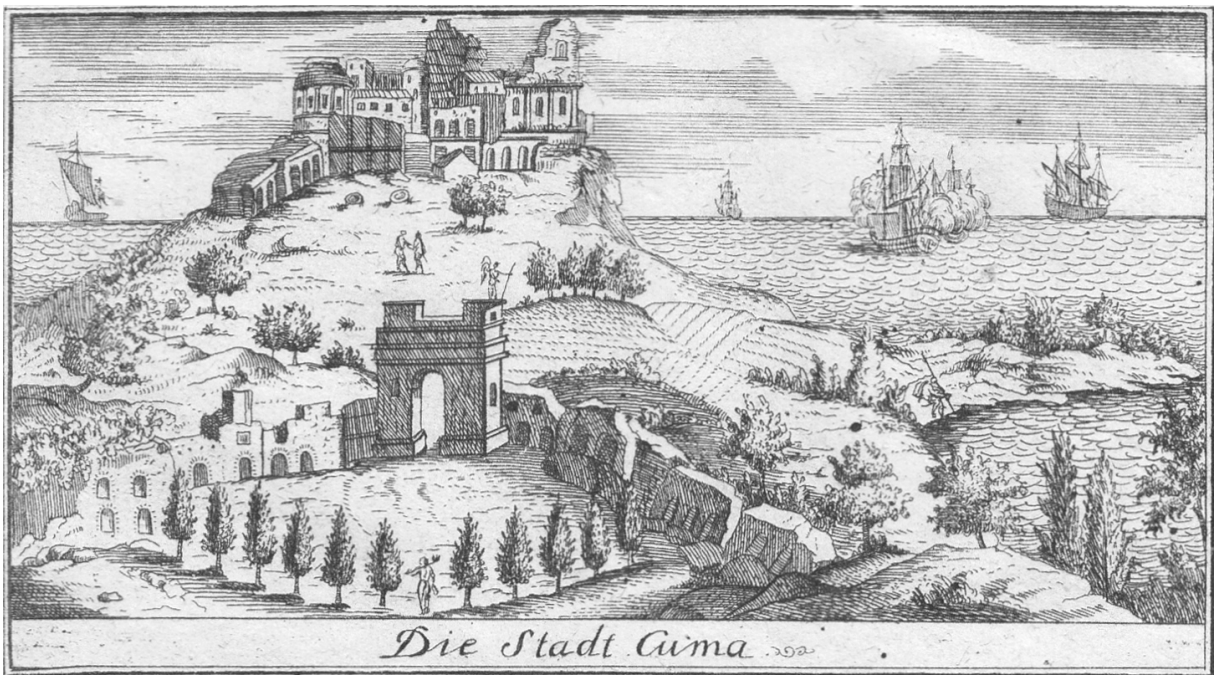


Figura 1. - *Veduta di Cuma.* 1712. Incisione in rame, 7x13 cm. De Rogissart. (1712). *Les delices de l'Italie*. Parigi. Plon Nourrit.

[7] I Sanniti furono un antico popolo italico stanziato nell'area centromeridionale della Penisola. Da costoro prende il nome la regione storica del Sannio, corrispondente a parte delle attuali regioni Abruzzo, Molise, Campania nonché a talune aree marginali di Lazio, Puglia e Basilicata.

[8] La *civitas sine suffragio* era un livello di cittadinanza della Repubblica romana che garantiva tutti i diritti di cittadinanza romana, tranne il diritto di voto nelle assemblee popolari. Questo *status* fu all'inizio esteso ad alcune città-Stato incorporate nella Repubblica dopo lo scioglimento della Lega Latina nel 338 a.C. A questa categoria appartenevano i *municipia* che avessero mostrato, almeno nei ceti dirigenti, di volersi integrare con Roma, in questo modo non solo favorivano il controllo su genti amiche della Repubblica romana, ma contribuivano ad immettere nuove forze vitali nel ceto dirigente romano.

una regione altamente produttiva, quale il Capuano. A conferma della sua importante funzione portuale, durante i primi anni della seconda guerra punica (218-202 a.C.), il promontorio del Rione Terra, il primo nucleo abitativo di Pozzuoli, fu presidiato con 6.000 uomini e rafforzato con opere difensive.

Il rapido sviluppo economico e demografico comportò che l'abitato si espandesse: dal promontorio di Rione Terra, la città si estese lungo l'*emporium* sottostante e lungo la ripa verso il lago Lucrino con costruzioni a carattere commerciale e magazzini per il deposito delle merci; sulla terrazza superiore della collina antistante il Rione Terra si concentrarono, invece, costruzioni di tipo residenziale e monumentale[9]. La ristrutturazione urbanistico-amministrativa della città si concretizzò sotto l'Impero di Augusto, attraverso l'organizzazione interna in quartieri (*regionis*), sull'esempio di Roma.

Fino al IV secolo d.C. Cuma esercitò un potere politico e amministrativo sui territori di Baia e Miseno (Bacoli), le quali pertanto non ebbero nè una struttura urbana propria nè uno statuto autonomo.

Dal II secolo a.C. al I secolo a.C. i luoghi flegrei ambiti dalle più eminenti personalità romane per la costruzione delle ville dell'*otium,* furono l'insenatura di Baia e le coste di Miseno, prescelti anche dalla stessa famiglia imperiale per la salubrità del clima e le proprietà terapeutiche e curative delle loro acque termali.

Nonostante la genesi militare e un insediamento che si sviluppò senza seguire uno schema urbanistico preciso, con un progressivo intensificarsi delle edificazioni, Miseno ben presto divenne una piccola città con i suoi edifici pubblici e residenziali. Invece, l'ordine nella selva abitativa di Baia (Fig. 2) arrivò grazie all'intervento di Augusto che affidò all'architetto Sergio Orata l'incarico di inglobare tutte le ville in un unico complesso termale. Le ville furono create per lo svago e per dimostrare il peso sociale di chi le possedeva, o anche come oculati investimenti che potessero unire il valore di rappresentanza con quello della rendita fondiaria[10].

[9] Amalfitano, Camodeca, Medri 1990, 78

[10] *Ivi*, 186

Figura 2. - Salmon, T. (1761) *Veduta di Baia, e del suo porto*. Incisione in rame, 15,9x10,1 cm. Venezia. Collezione Cavalieri.

Figura 3. - Parco archeologico delle terme di Baia, sopralluogo 12/05/2021

Il porto rappresentò un'appendice della città: un elemento integrato e distaccato al tempo stesso. Dall'età classica lo sviluppo delle città e della navigazione alimentò i bisogni dei porti e li arricchì di elementi caratterizzanti.

Una prima classificazione riguarda la distinzione tra porti veri e propri e approdi naturali, i primi dotati di infrastrutture di servizio e di protezione, i secondi dislocati su tratti di costa dove le condizioni naturali si presentavano particolarmente favorevoli per il riparo o il rifornimento delle navi. La funzione non solo marittima ma anche militare del porto, gli attribuì un'importanza vitale tanto da essere chiuso entro le mura della città stessa; si ebbe quello che i greci chiamarono "Porto Chiuso" (*limen cleistos*)[11].

Con il perfezionamento della tecnica costruttiva ad opera dei romani, i porti poterono essere costruiti artificialmente, rielaborando e utilizzando tutte le tecniche costruttive portuali precedenti e introducendone una del tutto rivoluzionaria: la costruzione di strutture monolitiche subacquee attraverso l'utilizzo dell'*opus caementicium*[12]. Sulle coste del Mediterraneo si possono riconoscere le tracce di quest'eredità; tra le istallazioni portuali romane, una delle più rappresentative è quella di Pozzuoli, risalente all'età Augustea. (Fig 4.)

L'antica area portuale, delimitata verso il mare da una banchina con portici (*ripa*

[11] Salvatori 2008, 431-432. vedi. Maiuri, A. (1934). Maiuri, A. (1951).

[12] Conglomerato composto da scaglie di materiali diversi (*caementa*) legati con malta

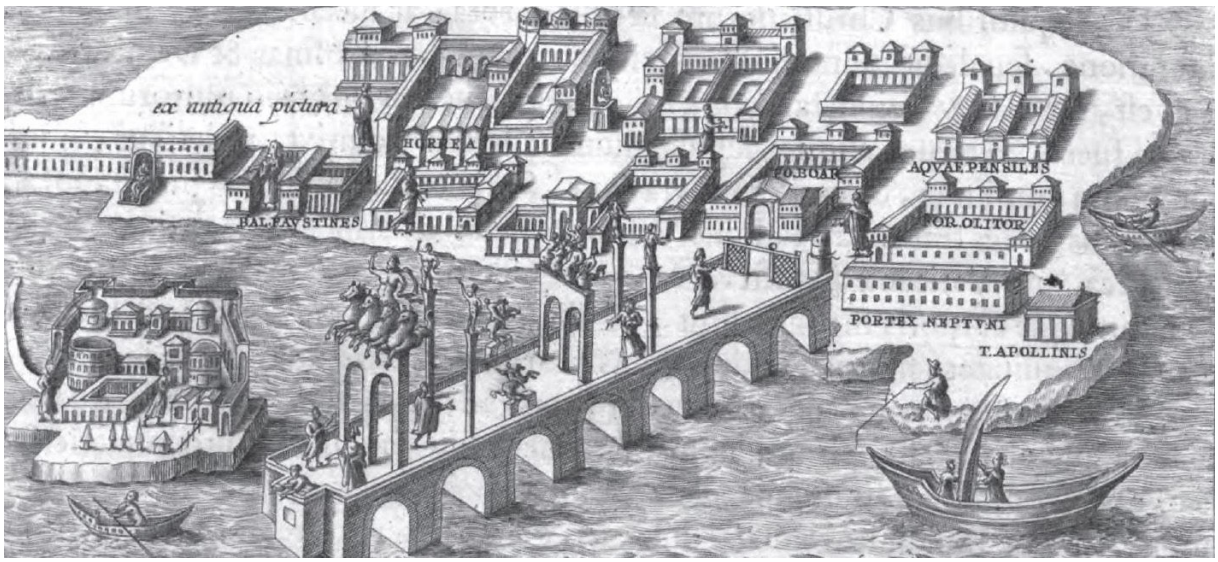


Figura 4. - Bartoli, P.S. (1764). *Il designo Bellori*. Incisione in rame che riproduce un affresco rinvenuto all'Esquilino nel 1668. Bellori, G.B. (1673).Roma.

puteolana), dall'età repubblicana occupò progressivamente quasi tutta la fascia che da Pozzuoli conduceva al lago Lucrino. Il Lucrino fece parte dei luoghi privilegiati dalla nobiltà romana per l'impianto delle ville d'ozio; pertanto, fu caratterizzato da una notevole urbanizzazione e da un intenso sfruttamento economico. Invece, l'aspra natura del cratere vulcanico che forma il bacino del lago d'Averno lo tenne isolato e privo di insediamenti residenziali fino alla fine del I secolo a.C.; solo le pressanti esigenze militari lo sottrassero al suo secolare isolamento.

La centralità economica del porto di Pozzuoli comportò un potenziamento degli aspetti militari; fu necessaria la costruzione di un nuovo porto per la flotta da guerra. Nel 37 a.C. Agrippa riconobbe nell'Averno un porto ed un cantiere navale ideali e diede inizio ai lavori per la costruzione del *Porto Iulius*, che comportarono il taglio degli istmi[13] che divisero il Lucrino dal mare e dall'Averno.

La vita del *Porto Iulius* fu breve: nel 12 a.C. il presidio militare venne spostato nel doppio bacino misenate e le strutture del porto del Lucrino convertite in porto commerciale. Dall'età di Augusto fino al IV secolo d.C. si può parlare di Lucrino-Averno come un unico grande complesso residenziale termale, e il porto di Pozzuoli e il *Porto Iulius* un eccezionale sistema integrato di strutture portuali a

[13] Lingua di terra relativamente stretta che unisce due ampi territorî circondati da acque, e che può essere di origine sedimentaria marina, inorganica e organica, eolica, vulcanica, tettonica

fini commerciali.

Nel VI secolo a.C. Miseno era uno degli anelli del sistema cumano di controllo del golfo di Napoli; la zona tornò alla sua antica vocazione portuale, quando Augusto scelse Miseno e Ravenna come sedi delle due flotte marine poste sotto il comando dell'imperatore e autorizzate a fregiarsi del nome di *Classis Pretoria Misenensis*. Le operazioni militari navali a volte si protrassero per settimane o mesi e occorsero delle quantità immediate di acqua potabile: la struttura adeguata al il rifornimento idrico della flotta sorse sulla collina di Bacoli, sul lato orientale del porto. Fu uno dei più grandi serbatoi dell'impero, eretto con una tecnica di costruzione mai raggiunta, che prende il nome di *Piscina Mirabilis*.

Il II secolo d.C segnò l'ultima stagione di edilizia pubblica nella città di Pozzuoli, con nuovi e importanti monumenti, edifici termali e templi; nel III e IV secolo appare ancora come una delle maggiori città italiane, seppur in una situazione economica sfavorevole. La crisi economico-sociale del III secolo d.C. provocò un graduale abbandono della maggior parte delle ville costiere, causato anche dal rinnovarsi del fenomeno del bradisismo (Fig. 5) che causò l'inabissamento di porti e ville.

La decadenza di Miseno è collegata a quella della flotta militare che cominciò nel IV secolo d.C., quando si afferma una politica di moltiplicazione e decentramento delle basi navali. Il declino di Pozzuoli iniziò con la sistemazione e l'apertura del Porto Traianeo di Ostia nel V secolo d.C., e con il rapido spopolamento che portò la vita cittadina a restringersi di nuovo sul primitivo *castrum* del Rione Terra.

Nel VI secolo d.C. eventi naturali come il fenomeno del bradisismo e i movimenti tellurici che portarono alla creazione del Monte Nuovo, danneggiarono bagni e sorgenti calde, pregiudicando l'intensa frequentazione della zona. In seguito, a causa delle guerre gotiche (535-553 d.C.) e delle invasioni longobarde (568-569 d.C.), tutta la costa flegrea patì la povertà e un decadimento definitivo.

Dopo il VI secolo l'insediamento rurale sembra divenire quasi inesistente nei Campi Flegrei, indice probabilmente di una severa riduzione delle aree coltivate e di un sostanziale calo della popolazione.

Figura 5. - Morghen, F. (1769). *Puteoli breakwater after.* Incisione in rame. Napoli. Morghen, F. (1769). *Le antichità di Pozzuoli, Baja e Cuma*. ETH-Bibliothek. Zurigo.

2.1.3 La *Classis Praetoria Misenensis*

La nascita della due maggiori flotte imperiali avvenne dopo le vittorie della tre guerra marittime, quali la Sicula (36 a.C.), la Dalmatica (35-33 a.C.) e l'Aziaca (31 a.C.) (Fig. 6); dopo questi trascorsi Augusto comprese che, per preservare la pace sulla terra e sul mare, occorreva dotare Roma di forze armate permanenti. Le flotte si divisero in due squadroni al fine di proteggere entrambi i versanti della penisola, venne scelta la laguna di Ravenna per l'Adriatico e il porto naturale di Miseno per il Tirreno.

La flotta di Miseno fu tuttavia la più importante e comprese circa ottanta unità, numero stabilizzatosi nell'alto impero; fin dall'epoca di Augusto tutti gli imperatori, tranne Claudio e Nerone, riservarono il comando delle flotte imperiali a *praefecti* di rango equestre di propria fiducia, traendoli prevalentemente dall'aristocrazia italica e ponendo a un livello più elevato il comandante della *Classis Misenensis*. Gli equipaggi furono costituiti da uomini liberi, soprattutto forestieri, che si arruolarono perlopiù fra 17 e 23 anni, per una ferma di 26 anni. All'atto del congedo ricevettero la cittadinanza romana e il diritto di sposare le proprie compagne, che consentiva ai congedati un ottimo inserimento nella società civile locale[14].

Figura 6. - Castro, L.A. (1672). *La Battaglia di Azio.* Olio su tela. 1275 x 1733 mm. Royal Museum Greenwich.

La vicinanza della flotta a Roma rappresentò lo strumento navale di immediato utilizzo da parte dell'imperatore e dei suoi collaboratori per l'approdo alle lussuose ville marittime nel Golfo di Napoli. La flotta operò anche in altre aree schierando delle proprie navi in varie basi secondarie: nella stessa città di Roma, a Ostia, a Civitavecchia, in Corsica e in Sardegna, in più stabilì delle unità in Grecia e in Siria.

Il porto di Miseno venne collegato con un breve canale navigabile all'omonimo lago costiero, a similitudine della soluzione temporanea adottata in precedenza per il *Portus Iulius*. La base navale di Miseno, adeguatamente dotata per garantire l'operatività della flotta, il benessere del personale, l'efficienza delle navi, l'addestramento e la logistica, fu il solo complesso portuale dell'antichità classica allestito esclusivamente per finalità militari; di conseguenza la cittadina marinara di Miseno si sviluppò soprattutto in funzione alle esigenze della flotta. Si registrò anche la disponibilità di due enormi serbatoi d'acqua, la Grotta della Dragonara e la *Piscina Mirabilis*, la quale assicurò la maggiore riserva idrica.

Le legioni non avrebbero potuto controllare tutta l'estensione delle coste; per-

[14] Carro 2017, 401. vedi Evans, H. B. (1982).

tanto, Augusto e i suoi successori compresero che il pericolo di subire degli attacchi poteva essere evitato mantenendo in attività delle forze navali efficienti, operando quindi un'appropriata presenza navale dissuasiva. Fin dall'inizio, il ruolo principale delle flotte imperiali fu assicurare che Roma mantenesse il già esistente dominio di tutti i mari. L'addestramento metodico imposto alla flotta misenense, mostrò la sua efficacia pratica nelle ripetute operazioni marittime di verifica: azioni contro la pirateria, sbarchi navali su coste temporaneamente controllate da forze nemiche, assedio navale di una grande città ribelle e una lunga serie di spedizioni navali attraverso il Mediterraneo per intervenire contro insorgenti minacce o in occasione delle interminabili campagne condotte in Oriente.

Il controllo del mare e dei porti fu finalizzato a garantire la libertà di navigazione e a tutelare la sicurezza dei traffici marittimi, per la logistica delle forze armate, per l'amministrazione delle province e per la coesione dell'impero; il più rilevante servizio svolto fu la scorta navale agli imperatori, sia per conferire solennità ai viaggi ufficiali sia per garantirne l'incolumità.

L'eccezionale concentrazione di obiettivi sensibili da proteggere giustifica l'attenzione posta su questa zona a partire dal vicino porto mercantile di Pozzuoli, potenziato con l'attiguo *Portus Iulius*, il cui traffico approvvigionò Roma. Significative risultarono anche le sistemazioni portuali di Nisida e di Baia, oltre ai porti di Napoli, Pompei e Stabia; in quest'ultima fu peraltro presente un distaccamento della flotta misenense, sia prima che dopo l'eruzione del 79 d.C. Vi era allo stesso tempo l'esigenza di salvaguardia delle numerose ville imperiali presenti nelle aree limitrofe.

Gaio Plinio Secondo ('il Vecchio'), fu al comando della *Classis Misenensis*, durante la catastrofica eruzione del 79 d.C. Egli ricevette una richiesta di aiuto inviata da una matrona che abitava in una villa marittima ai piedi del vulcano e, non avendo alcuna via di scampo se non per mare, Plinio salpò da Miseno con le sue quadriremi per procedere all'evacuazione di emergenza degli abitanti[15].

Dalla fine del IV secolo le due flotte continuarono comunque a essere considerate le maggiori forze navali imperiali, pur venendo progressivamente ridotte a beneficio di altre flottiglie minori dedicate alla difesa terrestre nel V secolo.

2.2 Inquadramento territoriale

I Campi Flegrei con Ischia, Procida e Vivara, rappresentano una complessa area vulcanica a ovest di Napoli che si estende per circa 65 km^2; è costituita da una serie di crateri di forma circolare concentrati nella parte centrale, i più noti sono: Agnano, Pisani, Montagna Spaccata, Solfatara, Cigliano, Astroni, Fossa Lupara, Senga e Cuma. (Fig. 7) Un vulcano non costituisce solo un fenomeno distruttivo, ma rappresenta una fonte di inesauribili ricchezze, quali terreni ricchi di minerali e insolitamente fertili, varietà di materiali da costruzione, corsi fluviali, acque termali e minerali. Oltre alle eruzioni, la Campania è interessata anche da altri fenomeni vulcanici, cosiddetti secondari, come terremoti e bradisismi,

Figura 7. - La Vega. (1780). *Carte du Golfe de Pouzzoles avec une partie des Champs Phlégréens dans la Terre de Labour.* Incisione su rame, 38 x 51 cm. Saint Non, J.C.R. (1781-1786). *Il viaggio pittoresco ou description des royaumes de Naples et de Sicile*. vol. 2. Parigi.

[15] Carro 2017, 400. vedi. Rosi, M.; Sbrana, A. (1983). Lirer, L.; Luongo, G.; Scandone, R. (1987).

frequenti soprattutto nell'area dei Campi Flegrei.

L'intera zona viene geologicamente definita caldera, una vasta depressione originatasi a seguito di una violenta eruzione di tipo esplosivo. I due eventi calderici che hanno caratterizzato maggiormente l'attività geologica dei Campi Flegrei sono: il primo, avvenuto circa 30.000 anni fa, è noto come Caldera dell' Ignimbrite Campana a cui segue una fase post-calderica, durante la quale si ha la formazione di vari prodotti tufacei composti da colate laviche e deposizione di piroclastiti[16]. Il secondo è quello di formazione della Caldera detta del Tufo Giallo Napoletano; a questo evento segue la fase di produzione di altre tipologie di tufo: Mofete, tufo giallo del Gauro, Cigliano e Astroni[17]. Lo sfruttamento delle rocce vulcaniche è stato fondamentale nell'edilizia già dall'età greca, e poi ancora in quella romana. I Romani, oltre al tufo, esportavano il famoso *pulvis puteolanus*, la pozzolana[18], impiegato nella preparazione di malta idraulica per le costruzioni portuali.

Allo svuotamento della camera magmatica seguì un imponente collasso calderico che portò all'ingresso del mare all'interno dell'area attualmente occupata dai Campi Flegrei.

Dopo i suddetti eventi, il sistema dei Campi Flegrei è rimasto in stato di quiescenza durante le successive epoche storiche, ad eccezione di un incremento dell'attività secondaria della Solfatara avvenuto nel 1198 e dell'ultima eruzione nel 1538 che portò alla formazione di un nuovo cratere, il Monte Nuovo.

I fenomeni attuali sono costituiti da fumarole, solfatare e dal bradisismo, una lenta variazione del livello del suolo terrestre che causa cicli di innalzamento e abbassamento dello stesso. La causa è da ricercarsi nella variazione di pressione dei bacini magmatici della crosta terrestre, che a sua volta porta a variazioni di pressione e densità del sottosuolo.

---

[16] Roccia di composizione assai complessa, formatasi per deposizione di prodotti di varie dimensioni (da ceneri a lapilli) provenienti da attività vulcaniche esplosive.

[17] Ferrari, Lamagna 2011, 388

[18] Materiale piroclastico incoerente, emesso dal vulcano nella fase esplosiva e come tale costituito principalmente da piccolissimi granuli vetrosi, più o meno porosi, a cui si accompagnano piccoli cristalli di minerali diversi. Quando viene impastata con calce forma la malta, adatta come legante idraulico e resistenti all'azione di acque aggressive.

Il bradisismo ha interessato maggiormente la zona flegrea dopo la caduta dell'Impero Romano d'Occidente, tuttavia sono soprattutto i resti dei monumenti classici costieri a raccontare la storia, attraverso le tracce di emersione e sommersione che conservano. Il litorale di Posillipo presentava un andamento della linea di costa, in epoca romana, più largo di quello odierno, posizionandosi ad almeno 6 m di profondità. A Baia i ruderi del Tempio di Venere risultano interrati per circa 3 m; nell'area delle terme romane, il Tempio di Mercurio presenta tre pavimentazioni sovrapposte, risalenti una al I secolo a.C. e le altre due al III secolo d.C. Il primo pavimento è posto a 4,7 m sotto il livello del mare, il secondo è a 1,3 m più in basso ed il terzo è a 6,7 sotto il livello del mare. Altri resti archeologici dell'antica Baia sono in parte sommersi, a 9 m di profondità, nel bacino posto tra Punta Epitaffio e il promontorio del Castello Aragonese. A Miseno, ed intorno al promontorio vulcanico di Capo Miseno, i resti più importanti delle sommersioni della costa sono costituiti dall'antico porto misenate, costruito da Agrippa, i cui rilievi hanno riscontrato le bitte del molo romano ad una profondità di 6-8 m.
Attualmente la linea di costa romana è sommersa al largo di Pozzuoli ad una profondità di 10-11 m; le strutture archeologiche interessate dalla sommersione marina sono databili in un'età compresa tra il I secolo a.C. ed il III secolo d.C. e furono funzionanti almeno fino alla fine del IV secolo. Si ritiene che l'abbassamento massimo della costa puteolana, avvenuto tra l'VIII e il X secolo d.C., sia stato di almeno 17 m; di questi solo 6-7 m furono recuperati con un sollevamento successivo, riconducibile alla fase bradisismica ascensionale[19], che ha preceduto ed accompagnato l'ultima eruzione flegrea, quella del Monte Nuovo. Un nuovo spostamento in avanti della linea di costa, a causa dei fenomeni bradisismici ascendenti avvenuti nei secoli successivi, modificò ulteriormente il suo andamento. Questa successione di fenomeni nella città di Pozzuoli è testimoniata dai resti del *Macellum* (Fig. 8, 9), un mercato alimentare romano, le cui colonne erose e perforate, attestano per l'età medievale un livello del mare di almeno 6 m su-

[19] Varriale 2004, 297-299. vedi. De Joria, A. (1817).

periore, e in alcune parti della città fino a 12 m, rispetto a quello di età romana. Anche in tempi più recenti, negli anni 1969-84, la zona di Pozzuoli è stata colpita da violenti fenomeni bradisismici, caratterizzati da moti ascensionali di 2-3 m, associati ad eventi sismici. Ciascun momento è stato preceduto e seguito da un'inversione del fenomeno, che ha portato ad un sollevamento dell'area e all'immersione totale o parziale di aree sommerse[20].

Il sottosuolo vulcanico è ricco di acque minerali purtroppo non potabili; questo rappresenta il principale svantaggio dei Campi Flegrei. Per sopperire all'assenza di fonti di acqua dolce, i romani progettarono un acquedotto per rifornire la popolazione di acqua potabile. L'acquedotto, in gran parte sotterraneo, è denominato "*Aqua Augusta Campaniae*"[21]. Il ramo principale, che percorreva anche un tratto su arcate a nord-est di Napoli, circuiva la città stessa e raggiungeva Pozzuoli, Baia, Miseno e Cuma. In aggiunta presentava varie diramazioni che portavano l'acqua alle città di Nola, Atella, Acerra e Pompei, attraversando i contrafforti calcarei dell'Appennino e passando sotto le falde del Vesuvio.

Figura 8. - Lusieri, G. (1785-86) *Il Tempio di Serapide a Pozzuoli*. Ciancio, L. (2009) *Le colonne del tempo. Il "Tempio di Serapide" a Pozzuoli nella storia della geologia, dell'archeologia e dell'arte (1750-1900)*. Firenze. Edifir.

Figura 9. - Il Tempio di Serapide, anche noto come *Macellum* a Pozzuoli. Sopralluogo del 12/05/2021

[20] *Op. cit.* 303-306

[21] Nome latino dell'acquedotto del Serino. Viene anche citato come Acquedotto Augusteo.

2.3 Gli acquedotti Campani

La Campania è caratterizzata da terre fertili e da un clima mite, motivo per il quale ha rappresentato un luogo ambito per l'insediamento di nuove comunità. La disponibilità di un discreto numero di fonti di approvvigionamento idrico ha favorito la costruzione di numerose strutture acquedottistiche ipogee, risalenti fino all'epoca etrusca. L'iniziale fabbisogno idrico è cresciuto proporzionalmente allo sviluppo e all'ampliamento dei centri urbani, questo cambiamento ha comportando la necessità di integrare il sistema idrico con nuovi apporti provenienti anche da notevoli distanze. Dall'epoca romana in poi, le opere idrauliche di natura acquedottistica si svilupparono e perfezionarono diventando vere e proprie strutture ingegneristiche.

Figura 10. - *Localizzazione degli acquedotti campani* su base satellitare ad opera delle autrici.

L'Acquedotto della "Bolla": l'acqua della "Bolla" aveva natura sorgiva, la sua origine, nell'attuale territorio di Pomigliano d'Arco, era la "Valle del Sabato". L'acquedotto arrivava alla città di Napoli percorrendo un tratto di circa 8 km. Nel 1700 il primo braccio, denominato "Benincasa", era ancora in funzione e si divideva in 2 rami, uno di questi conosciuto come il "Formale Reale". Le sue acque si riversavano in una complessa e profonda sequenza di cunicoli e serbatoi scavati del tufo giallo napoletano, sviluppandosi a profondità tra i 24 e i 35 metri. I collegamenti alla superficie erano realizzati tramite 5.000 pozzi posizionati lungo le strade, all'interno dei palazzi e nelle singole abitazioni. Vi erano 4 punti di distribuzione dell'acqua chiamati "Sportielli" databili al 1883, anno in cui venne anche calcolata la portata media dell'acquedotto di circa 14.000 mc al giorno, ai quali si aggiungeva l'ulteriore cubatura presenti nelle cisterne.
In età borbonica, dal Formale Reale della Bolla, furono realizzate derivazioni secondarie per alimentare le fontane pubbliche. L'abbandono delle canalizzazioni è stato causato dalle epidemie di colera; nel maggio del 1885 l'acquedotto della Bolla fu sostituito dal moderno impianto idrico del Serino.

L'Acquedotto del Carmignano: Durante gli anni del Viceregno di don Pedro Alvarez de Toledo (1484-1553), la popolazione crebbe notevolmente in pochi anni; pertanto, l'acquedotto della "Bolla" si rivelò inadeguato nel sopperire al fabbisogno idrico giornaliero. Ulteriore difficoltà derivava dal numero ridotto di molinifici dislocati nella zona a est della città, utilizzati per la produzione agricola, il cui funzionamento era legato alla forza motrice dell'energia idraulica che assorbiva la quasi totalità delle acque disponibili. Il vicerè aveva predisposto la tutela delle acque correnti cittadine, imponendo il divieto di imbrattare le acque, di apportare danni o modifiche alle canalizzazioni e alle cisterne.
Intorno al 1600 venne avviata una sistematica esplorazione dell'antico *Fontis Augustei Aquaeductus*, distrutto e abbandonato al fine di valutarne il ripristino. Il funzionamento dei molini veniva garantito da un nuovo canale, ma l'apporto idrico risultava ancora insufficiente nonostante la realizzazione di tre nuovi mo-

linifici, per cui si rese necessaria la costruzione di un grande serbatoio.
Nel 1626 Cesare Carmignano divenne finanziatore e promotore del nuovo impianto idrico da Airola a Napoli a cui darà il suo nome; per la realizzazione del sistema le acque del fiume Faenza ed Isclero nel territorio di Airola furono convogliate nel canale dell'acquedotto. Il percorso del nuovo acquedotto era caratterizzato da una successione di cunicoli scavati nel tufo giallo napoletano, erano alti 1,70 m e larghi 70/80 cm, e collegati a serbatoi con dimensioni variabili. L'acquedotto, inoltre, riversava parte delle sue acque nel vecchio impianto idrico della "Bolla"; garantendo la priorità di funzionamento di circa 26 molinifici e 9 opifici, a discapito della popolazione che usufruì solo in parte dei benefici apportati dal nuovo impianto idrico del Carmignano. Restò in funzione fino al maggio del 1885 come l'Acquedotto della "Bolla"[22].

L'Acquedotto Carolino: Luigi Vanvitelli, incaricato da Carlo III di Borbone, progettò la Reggia di Caserta e il parco annesso con numerose fontane, la Grande Cascata e la Peschiera Grande, le quali richiedevano una grande quantità di acqua. Per raggiungere tale scopo l'architetto progettò l'acquedotto Carolino che servì anche all'approvvigionamento idrico della città di Caserta e della città di Napoli poiché si allacciava al seicentesco acquedotto del Carmignano. L'impianto idraulico si estendeva per oltre 40 km, mantenendo una pendenza media di 0,5 mm per metro, la sua portata era di circa 700 l/s. In superficie il tracciato è ancora percorribile per un lungo tratto, alcuni dei quali costruiti su arcuazioni, ed è segnalato dalla presenza di 67 torrini numerati, utili per l'ispezione del condotto e come sfiatatoi.

L'Acquedotto di Faicchio: Durante dei lavori di scavo in provincia di Benevento in località Fontana Vecchia nei pressi della chiesa di S. Maria di Costantinopoli, fu intercettato un acquedotto romano che fino a pochi decenni fa alimentava

[22] *Lanza, Piciocchi 1985, 69-80.*

l'abitato per mezzo di tre fontane pubbliche. Si tratta di un'opera idraulica a pelo libero che si sviluppa per oltre 1 km, la prima sezione è costituita da una rete di gallerie drenanti, che attraversano la montagna, con funzione di captazione, mentre la sezione di valle ha funzione di adduzione per alimentare le fontane. Un muro di pietrame e malta separa i due tratti; 11 pozzi verticali si snodano lungo il percorso, alcuni privi di rivestimento e altri risultano franati; perciò, sono stati effettuati numerosi interventi di stabilizzazione e consolidamento delle pareti del condotto con blocchi di tufo e malta.

L'Acquedotto delle Fontanelle: si sviluppa nel comune di Roccarainola in località Fontanelle, alle falde del Monte Fellino, il suo percorso si articola in una rete di gallerie drenanti collegate con l'esterno da 25 pozzi di aerazione posti ogni 30/50 m. Le sue origini sono riscontrabili nell'epoca romana, tuttavia l'acquedotto alimentava anche il Castello di epoca normanna (XII secolo) fino al suo declino, poi trasformato in palazzo Baronale nel XV secolo; successivamente avrebbe alimentato le fontane pubbliche del paese.
Dopo aver percorso il primo tratto di 19 m, il canale si suddivide in due gallerie per uno sviluppo di oltre 700 m; la sezione presenta un'altezza variabile tra 1,5 m e 3,5 m e una larghezza di 0,5/0,6 m.

L'Acquedotto di Fontana di S. Marzano: la fontana è ubicata nel comune di San Felice a Cancello. L'acquedotto ha uno sviluppo di 260 m in lieve pendenza e presenta una sezione rettangolare alta 2 m e larga 0,6 m; lungo il percorso si intercettano 8 pozzi di aerazione. L'epoca di realizzazione è stata attribuita al periodo romano dopo un'esplorazione risalente al 1971.

Il pozzo romano di Manocalzati*:* la struttura ipogea è stata scoperta nel 1964 in provincia di Avellino. Le pareti erano rivestite in *opus lateritium*, con una sezione di 60 per 80 cm per una profondità di 40 m. Un condotto idraulico si estende in direzione est per 106 m e ovest per 133, partendo dalla base del poz-

zo; la sezione ha un'altezza al vertice di 1,8 m e una larghezza compresa tra 40 e 60 cm. La parte alta delle pareti laterali del cunicolo sono anch'esse realizzate in *opus lateritium* allo scopo di rendere la struttura più resistente ai carichi laterali e verticali. In alcune piccole aree la muratura in laterizio è stata sostituita da blocchi di pietra viva apparecchiati ad *opus incertum*; il fondo e la parte basale sono impermeabilizzate con tre strati di intonaco.

L'Acquedotto di Buceto: le acque termominerali dell'isola di Ischia sono famose per loro proprietà curative, anche se poco idonee agli usi potabili. L'approvvigionamento idrico era assicurato da navi cisterna e da limitate fonti potabili locali, successivamente in epoca romana sull'isola vennero realizzati due acquedotti, di uno ne resta solo memoria, mentre il secondo captava le acque della sorgente di Buceto, alimentata da una falda sospesa. In epoca moderna è stato realizzato un acquedotto sottomarino che porta l'acqua dal continente all'isola.

2.4 L'Acquedotto del Serino

La fine delle guerre civili tra la seconda metà del I secolo a.C. e la prima metà del I secolo d.C., l'affermazione del principato di Augusto e la disponibilità di risorse finanziarie, consentirono la realizzazione di un imponente programma di opere pubbliche a Roma e nei territori dell'impero. Tra queste molto importanti risultano le opere idrauliche, gli acquedotti urbani realizzati in epoca romana sono 149, di cui 32 realizzati in età augustea[23]. L'acquedotto romano avente estensione maggiore si trova in Campania, si tratta dell'acquedotto Augusteo Serino-Napoli-Miseno e la sua costruzione risale agli anni 33-12 a.C. Voluto dall'imperatore di cui porta il nome, Augusto diede l'incarico di costruire l'importante manufatto idraulico a Marco Vipsanio Agrippa (63 a.C.-12 a.C.) dato che in quel periodo ricopriva la carica di *curator aquarum*. Il principale motivo della costruzione dell'acquedotto era il rifornimento idrico della flotta romana stanziata a

[23] Libertini, G. et al. 2017, 1

Miseno; secondariamente si approfittò della realizzazione del condotto per soddisfare la crescente domanda dell'importante porta commerciale di Pozzuoli e per il rifornimento di acqua potabile di grandi città come Cuma e Napoli. La rete idrografica per Napoli e provincia oltre all'acquedotto augusteo del Serino, era costituita anche da un acquedotto che andava dal Volturno a Venafro e dall'acquedotto campano. Il resto della popolazione fruiva invece di cisterne, pozzi artesiani, o di acquedotti molto brevi alimentati da sorgenti locali[24].

Per molto tempo gli storici napoletani hanno avanzato ipotesi diverse sulle origini dell'acquedotto, risalente per alcuni a Claudio (Pontano; Summonte; Capaccio), per altri a Nerone (Boccaccio), per altri ancora Costantino. Fino al 1938, quando Italo Sgobbo[25] riprenderà gli studi sul condotto augusteo, l'acquedotto di Serino era conosciuto come acquedotto Claudio e si pensava che risalisse al periodo tra il 54-41 a.C. I motivi dell'errore sono da attribuire al ritrovamento di grandi tubazioni in piombo a Pozzuoli nel XIV secolo, riportanti il nome dell'imperatore Claudio. Fece luce sul mistero un'epigrafe in marmo rinvenuta nel 1927 in prossimità della sorgente Acquaro-Pelosi, durante i lavori di scavo per la costruzione del nuovo acquedotto di Napoli. L'epigrafe chiarisce anche che nel 324 d.C. furono eseguiti lavori di riparazione del condotto

Figura 11. - *Ricostruzione dell'ipotetico percorso dell'acquedotto di Serino* su base satellitare.

[24] Mariniello 1988, 34

[25] Italo Sgobbo fu medico, archeologo e libero docente di Topografia antica alla Federico II a Napoli. Autore di varie scoperte e studi sull'Irpinia;intorno al 1925 per meriti scientifici fu nominato Ispettore Onorario Archeologo e come tale esplicò la sua attività attraverso sopralluoghi e scavi in varie parti della Campania contribuì attivamente alla salvaguardia di molti siti archeologici, da prima in Irpinia, poi nei Campi Flegrei e infine a Napoli. Scrisse: *Serino. L'acquedotto romano della Campania: "Fontis Augustei Aquaeductus"*.

a seguito dell'evento eruttivo del 79 d.C. e che questi furono diretti da Ponziano. In essa vengono inoltre citati i nomi delle città servite dall'acquedotto riparato: Pozzuoli, Napoli, Nola, Atella, Cuma, Acerra, Baia e Miseno[26]. (Fig. 12) Un'altra testimonianza fondamentale è stata rinvenuta nella collina dello Scalandrone dominante il lago Lucrino, si tratta di un'epigrafe costituita da una tabula pseudoansata, alta 90 cm e larga 155, contenente 5 linee di scrittura la cui conservazione dopo venti secoli è di per sé straordinaria, tenendo conto del materiale friabile come il tufo. Nella prima riga è indicata l'opera fatta eseguire dal *curator aquae Augustae*: si tratta dell'apertura di una presa d'acqua (*haustus*), poiché la tabula pseudoansata è posta proprio al di sopra dell'imbocco di un con-

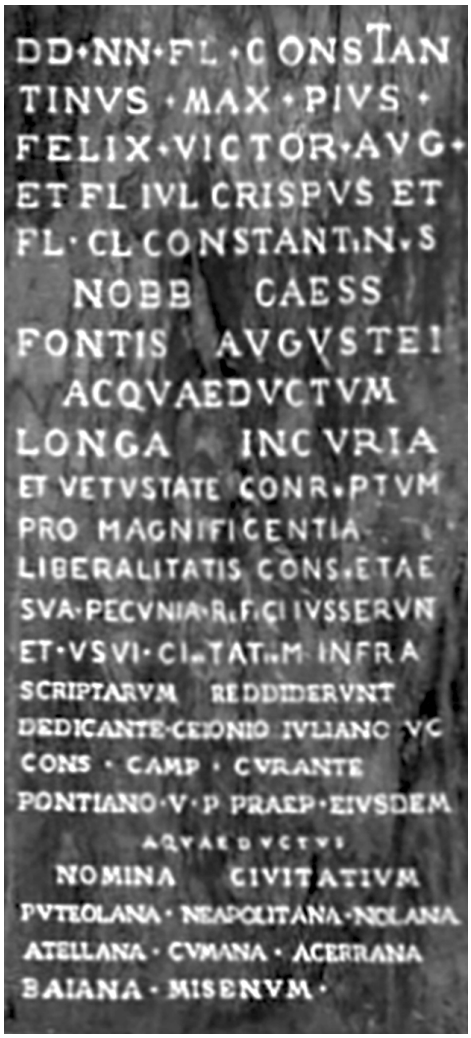


Figura 12. - *Lapide in marmo cipollino rinvenuta nel 1932*. Potenza 2016, 4

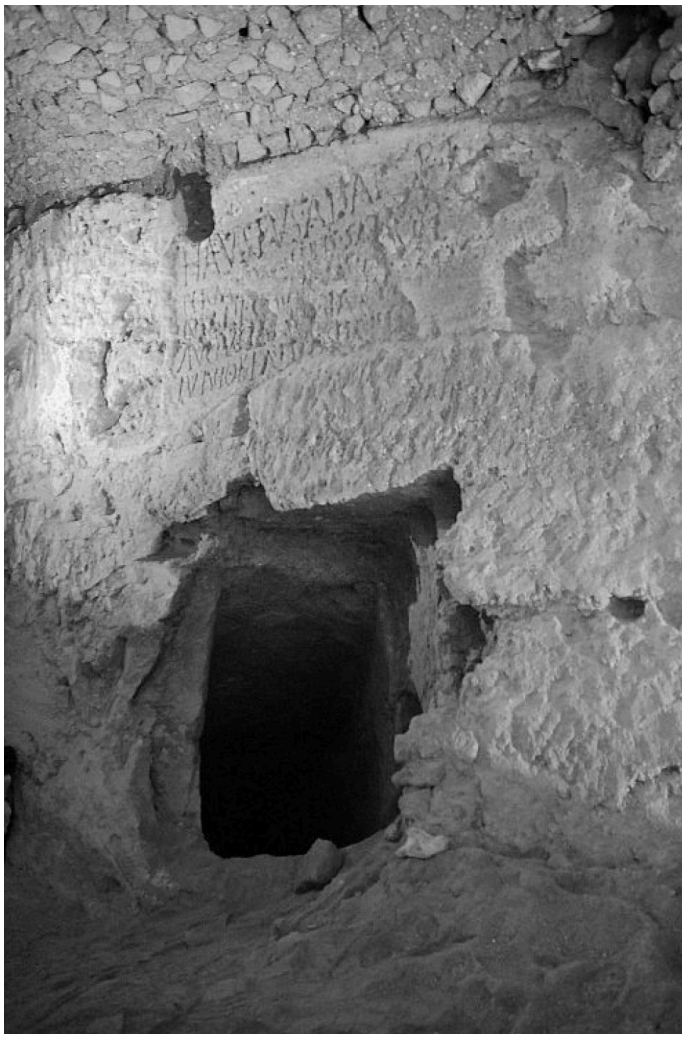


Figura 13. - *L'Haustus e l'iscrizione sopra l'imbocco del condotto dello Scalandrone*. Ferrari; Lamagna 2013, 203

[26] Potenza 2016, 4

[27] Camodeca 1997, 193-194

dotto a sezione rettangolare scavato nel tufo. La precisa datazione dell'epigrafe è leggibile nelle ultime due righe, indicando il 30 dicembre del 10 d.C.[27]. (Fig. 13) La galleria è da attribuirsi ad Agrippa, quindi anch'essa probabilmente aveva in origine uno scopo militare, assicurando rapidi collegamenti in un'area orograficamente tormentata.

Dopo la caduta dell'Impero Romano, l'acquedotto di Serino andò fuori servizio insieme alla maggior parte degli altri acquedotto romani per due motivi: i ridotti livelli di manutenzione e le invasioni barbariche. L'acquedotto era ritenuto un obiettivo strategico, pertanto è stato distrutto allo scopo di conquistare la città di Napoli. Prima del declino, l'acquedotto aveva subito gravi danni nella diramazione che interessava Pompei e i centri vicini, con l'eruzione del Vesuvio nel 79 d.C.; un'altra eruzione che avrebbe danneggiato l'area Nolana e la porzione intermedia dell'acquedotto è avvenuta nel 472 d.C. ricordata anche come eruzione di Pollena[28].

Alarico nel 410 d.C., dopo aver saccheggiato Roma, ha devastato la Campania, attaccando in particolare Napoli e Nola, inoltre, a partire dal 456 d.C. la Campania è stata vittima di molteplici incursioni ad opera dei Vandali che arrivarono via mare; ciò testimoniava che la flotta romana non aveva più la capacità di contrastare le invasioni marittime, quindi, l'acquedotto che garantiva l'approvvigionamento idrico del porto di Miseno non era più utile[29].

Secondo Procopio di Cesarea[30] La data dell'abbandono dell'acquedotto di Serino è collocata intorno al 536 d.C. durante l'assedio del generale bizantino Belisario; il quale dopo aver distrutto buona parte dell'acquedotto della bolla, entrò in Napoli attraverso il taglio di un cunicolo di un antico acquedotto sotterraneo ormai inattivo da molti decenni. Questo stratagemma consentì a Belisario di penetrare nella città senza destare alcun allarme tra i napoletani[31].

---

[28] Libertini, G. et al. 2017, 2

[29] *Ibidem*

[30] Procopio di Cesarea (fine V sec. d. C. - 562-565 d.C.) fu storico di corte dell'imperatore Giustiniano; ricoprì incarichi di prestigio presso la corte imperiale di Costantinopoli.

[31] Del Prete; Varriale 2007, 77

Dal VI al XV secolo l'acquedotto è stato dimenticato fino a quando, durante la dominazione spagnola (1532-1553), il vicerè di Napoli, Don Pedro de Toledo, aveva incaricato Pietro Antonio Lettieri[32] di studiare gli acquedotti napoletani allo scopo di potenziare la fornitura di acqua potabile per la città. Dopo quattro anni di studi, nel 1549, Lettieri aveva scritto una relazione in cui proponeva il completo recupero dell'acquedotto come possibile soluzione per l'insufficienza d'acqua, aveva descritto le caratteristiche tecniche costruttive e le tracce rinvenibili all'interno del tratto urbano. Con la morte di Don Pedro l'idea del recupero è rimasta sulla carta, anche a causa del suo elevato costo[33].

Altri tentarono la stessa impresa di ripristino invano, Filippo II aveva ripreso il progetto affidando l'incarico ad Ascanio Capece e in un secondo momento a Giovanni Vincenzo Casale, ma la spesa rimaneva troppo ingente. All'incremento della fornitura d'acqua per la città avevano provveduto Alessandro Ciminello e Cesare Carmignano nel 1629, con la costruzione di un acquedotto che prelevava le acque dal fiumicello Isclaro presso Sant'Agata dei Goti[34]. Tre secoli dopo, il progetto di rimessa in funzione dell'antica condotta è stato ripreso prima da Giuliano de Fazio nel 1822 e poi dall'architetto e ingegnere Felice Abate[35] nel 1840, il quale ha dedicato 24 anni della sua vita allo studio e al rilievo dell'acquedotto.

La valle del fiume Sabato è il collegamento naturale dell'Appennino centrale campano con la pianura salernitana; la sua importanza risiede nell'abbondanza di acqua e di sorgenti, elemento che l'ha resa fin dal neolitico abitata da numerose popolazioni autoctone e di passaggio.

Sul lato destro del fiume Sabato, il gruppo montuoso carbonatico del Terminio-Tuoro, facente parte del più ampio gruppo dei monti Picentini, origina le sorgenti alimentanti la città di Napoli, le principali sono: Serino, Sorbo Serpico e Cassano Irpino. Il Serino è costituito da due gruppi sorgentizi posti a quote di-

[32] Lettieri 1560

[33] De Feo; De Gisi 2010, 748-749

[34] Buccaro 2016, 574

[35] Abate 1849. Altri scritti: *Studi sull'acquedotto Claudio e progetto per fornire d'acqua potabile la città di Napoli.* 1864. e *Acquedotto di Napoli.* 1883.

verse e distanti circa 3,5 km l'una dall'altra. La sorgente di Urcioli, denominata "basse" e avente portata idrica maggiore, è stata condotta a Benevento dai romani nel I secolo d.C., mentre il gruppo sorgentizio di Acquaro e Pelosi, posto invece a quota superiore, è stato captato nel I secolo a.C. al fine di alimentare la flotta militare insediata da Augusto a Miseno, realizzando un acquedotto a pelo libero dalla valle del Sabato alla *Piscina Mirabilis*. Il volume idrico di Urcioli, nel 1885, è stato convogliato nella camera di carico dell'acquedotto posta a 340 m slm, e poi condotto a Napoli con un moderno acquedotto in muratura a pelo libero. Negli anni Trenta del Novecento tale volume è stato unito alle acque di Acquaro e Pelosi nel medesimo condotto ottocentesco. Diversamente dall'acquedotto più moderno del 1885 che si sviluppa a mezza costa verso nord, attraversando i territori di Benevento e Caserta, l'acquedotto augusteo del I secolo a.C. si stendeva verso sud[36].

L'acquedotto, chiamato anche *Aqua Augusta* [37], era costituito da un ramo principale lungo quasi 100 km, con diramazioni di circa 50 km, portava abbondante acqua di qualità dalle sorgenti della zona di Serino fino all'area napoletana. Il tracciato del canale si sviluppava a mezza costa attraverso il pre-appennino campano, con scavo a cielo aperto, nel banco tufo giallo napoletano, e successiva costruzione dell'opera di drenaggio e riempimento, perforando gallerie per superare le montagne e con ponti-canale per l'attraversamento delle valli. Lo speco del canale era rettangolare con copertura ad arco a tutto sesto variabile a seconda della roccia attraversata; era rivestito internamente con un doppio strato di cocciopesto che lo impermeabilizzava perfettamente.

2.4.1 I tracciati dell'acquedotto del Serino

Il primo tratto dell'acquedotto aveva origine fra i nuclei abitati degli attuali San Michele di Serino e Santa Lucia di Serino, in provincia di Avellino, dove captava le sorgenti dell'Acquaro ad una quota di 371 m slm. Dopo, con la "Caduta della Laura" giungeva a 205 m di altitudine. Tale tratto riportava una lunghezza

[36] Potenza 2016, 1-4. vedi. Pavesio, B. (1985).
[37] Keenan-Jones 2010

di circa 16,4 km. In questo tratto, nell'antichità, non vi è testimonianza di centri abitati degni di nota, a parte Avellino. Nella zona detta del Serino vi era un'area boschiva caratterizzata da fonti d'acqua di grande qualità, dove è stata rinvenuta la famosa lapide risalente all'epoca di Costantino il Grande, nella quale erano elencate le città servite dall'acquedotto. Dalla medesima area partiva un altro acquedotto, destinato ad alimentare Benevento.

Il secondo tratto era lungo 15,7 km, dalla "Caduta della Laura" l'acquedotto scendeva di 142 m slm in direzione San Severino, piegava verso ovest a 95 m slm. Subito dopo il canale raggiungeva il Monte Paterno oltrepassandolo con una galleria di circa 1,5 km, passando da 83 a 70 m slm. L'acquedotto correva vicino alla strada che da Avellino porta a Nocera; nella zona a ovest, dove l'acquedotto cambiava direzione, aveva origine la strada diretta a Salerno. Dalla città di Nocera si diramavano quattro strade principali, verso Avellino, Salerno, Nola con diramazione per Pompei, verso Stabia e Sorrento.

Il terzo tratto raggiungeva i punti di diramazione per Nola e per Pompei e presentava una lunghezza di 12,9 km, da 70 a 50 m slm. L'acquedotto, seguendo il declivio, correva lungo il fianco della collina sopra l'attuale Sarno andando verso l'interno della pianura campana. Per buona parte del tragitto l'acquedotto correva lungo la via Popilia; tra Nola e Nocera, lungo la strada vi era un piccolo centro *(Urbula)*, chiamato *mansio*, ovvero un punto di sosta ufficiale su una strada romana che veniva utilizzato durante i viaggi. Un altro *mansio* è stato trovato a metà strada tra Sarno e Nola.

La diramazione per Nola è lunga 9 km; la città, posizionata circa 12 m più in basso del punto di diramazione, poteva essere servita agevolmente dall'acquedotto Augusteo.

La diramazione per Ercolano aveva un orientamento verso sud con una lunghezza di 24,7 km, con rami per Pompei di 0,9 km e per Torre Annunziata di 0,4 km e girava dolcemente intorno al Vesuvio. Una testimonianza è rappresentata da alcuni resti dell'acquedotto rinvenuti presso Ercolano e di un *castellum aquae* nella città.

Il quarto tratto, di 15,3 km, portava al punto di diramazione per Acerra, con un'altitudine che andava da 50 a 47 m slm. La diramazione, invece, è di 6,1 km.

Il quinto tratto giungeva al punto di diramazione per Atella, lungo 4,8 km, da 47 a 44 m slm. Dopo un breve tratto iniziava un imponente ponte-canale di oltre 3,5 km, orientato verso nord-ovest, e che in certi punti raggiungeva un'altezza di 15 m; un piccolo tratto finale invece puntava verso sud-ovest. In epoca tardo-medievale e moderna i resti dell'acquedotto furono utilizzati come cave di pietra e, durante i lavori di costruzione della linea ferroviaria ad alta velocità, nei pressi di Pomigliano d'Arco, sono emersi i resti di fondazione della struttura.
La diramazione per Atella presentava una lunghezza di 8,7 km.

Il sesto tratto arrivava ai "Ponti Rossi", lungo 7 km, da 44 a 41 m slm. L'acquedotto correva con minima pendenza con un rettilineo sotto la sede dell'attuale aeroporto di Napoli, emergendo con un piccolo ponte-canale i cui resti sono conosciuti come i "Ponti Rossi". La parte finale del tracciato intersecava due tragitti che da Napoli portavano verso Atella e altri due centri più a nord, quali Calata Capodichino e Doganella.

Il settimo tratto portava alla galleria di "Fuorigrotta", era lungo 8,3 km, da 41 a 40 m slm. Dopo i "Ponti Rossi" il tracciato dell'acquedotto si avvicinava a Napoli ed emergeva con un breve ponte canale, passando sotto un angolo dell'attuale Orto Botanico; successivamente raggiungeva un punto posto di fronte all'antica *Palepolis*. Diverse strade collegavano Napoli ai centri circostanti: in direzione ovest con Pozzuoli mediante la *Crypa Neapolitana* e la via Antiniana; in direzione sud-est, in direzione nord e nord-est.
La prima diramazione per Napoli era lunga 0,4 km. La parte alta di Napoli era servita da un ramo localizzato all'angolo nord-ovest delle mura della città; in tale zona sono stati ritrovati resti di una cisterna che per motivi altimetrici poteva essere servita solo dall'acquedotto augusteo. La parte bassa della città, invece, era rifornita dalla seconda diramazione, lunga 0,8 km.
Le successive diramazioni approvvigionavano le città di *Palepolis*, Posillipo e Nisida, rispettivamente lunghe 0,5 km, 5,5 km, e 5,2 km.

L'ottavo tratto arrivava a Pozzuoli con una lunghezza di 8,2 km, da 40 a 38 m slm. Raggiungeva Pozzuoli correndo sui fianchi delle colline a nord della piana di Fuorigrotta, passando vicino alle terme di via Terracina e di Agnano e poi lungo le colline che sovrastano il mare.

Il nono tratto superava Pozzuoli, correndo intorno al lato nord del Lago d'Averno e giungendo a Cuma, con un percorso lungo 5,6 km, da 38 a 36 m slm.

L'ultimo tratto di 8,7 km, dal Lago d'Averno si dirigeva verso Baia e Bacoli, raggiungendo Miseno e il suo porto militare; terminava nell'imponente *Piscina Mirabilis*, da 36 a 0 m slm[38]. Complessivamente si giunge ad una lunghezza dell'intero sistema acquedottistico di 135-145 km.

2.4.2 Ritrovamenti archeologici nei Campi Flegrei

Figura 14. - *Localizzazione dei tratti dell'acquedotto di Serino, ipotizzati, documentati, noti ma non esplorati e andati perduti* su base satellitare ad opera da: Ferrari; Lamagna 2015, 2.

Dal 2010 sono state eseguite delle ricerche speleologiche sul percorso dell'acquedotto augusteo nei campi Flegrei; le strutture più significative finora documentate sono le seguenti:

Crypta Neapolitana: nei secoli antichi la costruzione di gallerie era diffusa, nel territorio napoletano sono numerose sia quelle al servizio dell'acquedotto

[38] Libertini, G. et al. 2017, 4-15

augusteo sia quelle per la viabilità: la più nota è la *Crypta Neapolitana* che collegava Napoli e Pozzuoli a fianco della quale correva il canale dell'opera idraulica. La galleria stradale risale alla prima metà del I secolo d.C., è lunga 699 m con un andamento rettilineo orientato NNE-SSO, che trafora il costone di Posillipo. Si dirige in salita da Mergellina (34 m slm.) a Fuorigrotta (45,5 m slm.) Dall'ingresso ubicato ad est è possibile percorrere un breve tratto dell'acquedotto che prosegue poi per circa 150 m nella parete tufacea a lato della *Crypta*, alla quota iniziale di 39,5 m slm. In questo tratto, le sezioni trasversali dello speco sono rettangolari con volta a pieno centro, con rivestimento in *opus signinum*, con un'altezza tipica di 1,8 m ed una larghezza di 0,7 m. L'intonaco idraulico ricopre le pareti fino all'imposta della volta a 1,47 m con uno spessore medio di 5 cm; in vari tratti lo spessore aumenta fino a 13 cm a causa del deposito di concrezioni[39].

La sezione stradale presenta una larghezza compresa tra 4,7 m e 12 m, i due ingressi misurano oltre 20 m di altezza, mentre il tratto centrale ha un'altezza che varia tra i 4 e i 10 m. Sulla parete nord sono stati identificati 18 spiragli posti ad un interasse di 38,5 m., i quali costituivano gli accessi ai fronti di scavo e per la manutenzione dello speco.

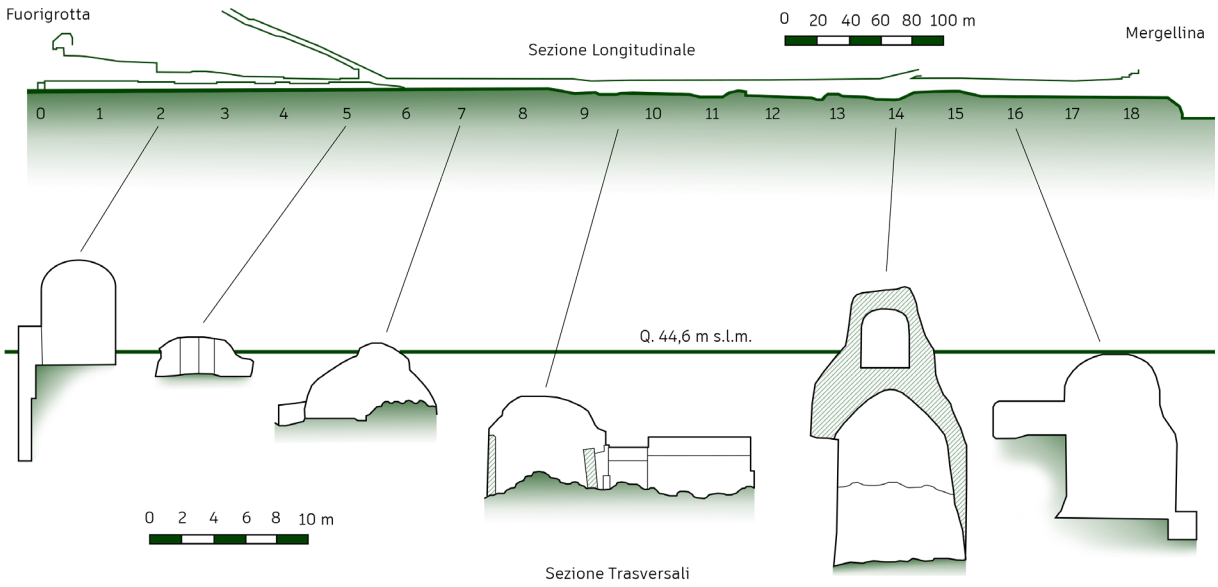


Figura 15. - *Sezione longitudinale e trasversale con l'andamento del condotto che corre parallelo alla Crypta Neapolitana.* Rielaborazione da: Ferrari; Lamagna 2016, 286.

[39] Ferrari; Lamagna 2016, 25. vedi. Amato, L. et al. (2001).

Un primo restauro è stato compiuto da Alfonso d'Aragona nel 1455, portando all'abbassamento del piano stradale di circa 11 m ad oriente, mentre ad occidente di 2 m. Nel 1548 la grotta è stata pavimentata per volere del viceré Don Pedro de Toledo e circa 2 secoli dopo Giuseppe Bonaparte ha assicurato un'illuminazione permanente alla galleria. La cavità è stata utilizzata regolarmente per circa 2000 anni fino agli inizi del XX secolo, quando gravi dissesti, dovuti all'instabilità della sezione causata dai ripetuti abbassamenti del piano di calpestio, alle cattive caratteristiche strutturali del tufo nella parte centrale e alle vibrazioni indotte dalle gallerie stradali e ferroviarie moderne e parallele, ne imposero la chiusura nel 1917. Il municipio di Napoli tentò invano di evitare la chiusura della *Crypta* rafforzandola per circa 1/3 della sua lunghezza con forti e lunghi archi ad angolo acuto[40].

Galleria della Tranvia: Nel 1882 si stava realizzando una tranvia a vapore fra Napoli e Pozzuoli, pertanto è stato necessario aprire una nuova galleria parallela alla *Crypta Neapolitana*, il cui scavo intercettò uno speco dell'*Aqua Augustae*. La cavità è stata esplorata per circa 100 metri in direzione sud e 250 m verso nord; la sezione del cunicolo era rettangolare voltata con pareti rivestite di *opus signinum*, ricoperte di abbondante deposito di concrezione. All'interno del cunicolo vennero ritrovati importanti graffiti, si tratta delle testimonianze di operazioni effettuate il 12 gennaio 65 d.C. da un *Macrinus*, che percorse il condotto probabilmente durante una visita ispettiva, lasciando il proprio messaggio graffito sull'intonaco ancora fresco[41].

Fin dal 1885 la Galleria della Tranvia manifestò lesioni interne, che indussero a sospendere il transito più volte. Nel 1912, fu scavata a breve distanza una galleria minore, destinata al transito dei tram, ma ciò contribuì ad aggravare le condizioni statiche dei trafori, causando un crollo nel 1919. L'anno successivo la galleria maggiore fu rivestita di muratura, ma nel 1925 è avvenuto un nuovo crollo; in

[40] Ferrari; Lamagna 2014, 90

[41] Ferrari; Lamagna 2016, 275-276

[42] *Ivi*, 278-279

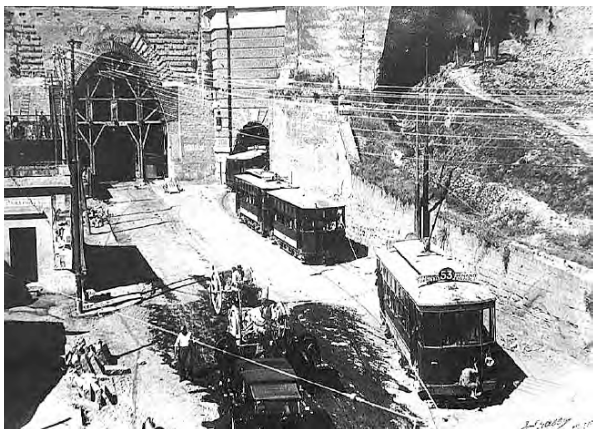


Figura 16. - Landi. (1932). *Le due Gallerie della Tranvia all'ingresso di Mergellina.* Ferrari; Lamagna 2016, 279

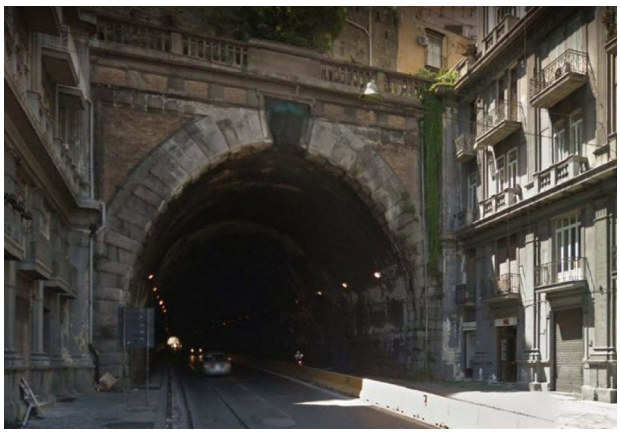


Figura 17. - *Fotografia Galleria Quattro Giornate.*

seguito, fra il 1939 ed il 1940, le due gallerie sono state unificate e trasformate nell'attuale Galleria Quattro Giornate. Queste operazioni però hanno comportato la rapida perdita della memoria dello speco dell'acquedotto e delle iscrizioni in esso contenute[42].

Via Nuova Agnano: durante i lavori di sistemazione della Via Vecchia Agnano è stato intercettato uno speco dell'acquedotto augusteo che si trova alla quota di circa 37 m slm. correndo all'interno di un sedimento sciolto di origine vulcanica. La sezione è rettangolare con volta a pieno centro; i piedritti sono realizzati in muratura di blocchi di tufo posti in ricorsi orizzontali con abbondante malta, mentre la volta presenta blocchi disposti in modo irregolare. Il rivestimento parietale è costituito da *opus signinum*, fino all'altezza dell'imposta della volta. A 400 m dal ritrovamento si estende un cunicolo, ricavato in un deposito poco coerente, rivestito di muratura di blocchi tufacei la cui volta è a doppio spiovente. Nelle vicine Terme di Agnano è stato ritrovato un cunicolo che corre verso sud-est per 126 m, ad un'altitudine di 35 m slm[43].

La Pietra: è localizzata fra l'inizio del Monte Dolce e la Piana di Bagnoli. Il monte è formato dalla stratificazione di tufo giallo predominante tendente al verde, quindi, lo speco è localizzato in un banco di tufo giallo napoletano sul quale

[43] Ferrari; Lamagna 2016, 26-27

si sono depositati successivamente i prodotti dell'eruzione di Agnano.

L'ingresso è situato alla quota di 35,3 m slm. e si presenta come un piccolo portale rettangolare voltato. Il primo tratto della cavità è costituito da uno speco lungo 78 m, orizzontale ed orientato verso E-NE. Alla fine del tratto si accede ad una sala a pianta rettangolare scavata in un tufo grigio chiaro e priva di rivestimento e il soffitto è a volta ribassata, per un'altezza complessiva di 2,1 m. Sulla parete nord si apre l'accesso al tratto successivo, mentre sul lato est si trova la prosecuzione del cunicolo idraulico. La galleria a nord presenta sezione rettangolare, è scavata rozzamente nella roccia e presenta tracce di fittoni metallici; il pavimento è ricoperto da uno spesso strato di polvere tufacea. La galleria ha termine sull'estradosso in calcestruzzo di una galleria moderna. Il tratto sul lato est è lungo 70 m ed è analogo al primo tratto, tranne per la parziale ostruzione dello speco da un deposito di detriti per un'altezza media di 0,8 m.

A 148 m dall'ingresso lo speco piega verso SE, con un angolo di 40° rispetto alla direzione precedente, in corrispondenza della svolta il soffitto è più basso di circa 0,2 m rispetto al tratto precedente. Una prima prosecuzione è costituita da una galleria orizzontale a sezione rettangolare, diretta verso NE, lunga complessivamente 56 m. Sono presenti anche diverse nicchie per lucerne, poste su entrambi

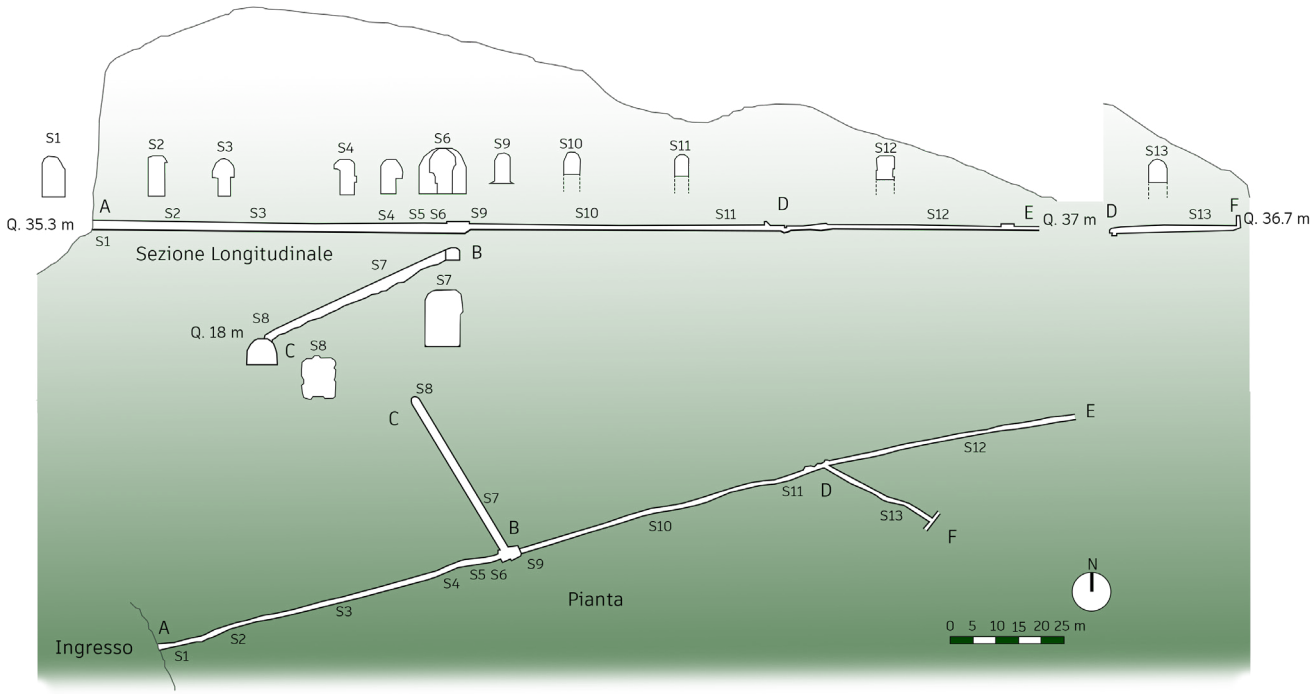


Figura 18. - *Pianta e sezione longitudinale del condotto in locaclità La Pietra, Pozzuoli.* Rielaborazione da: Ferrari; Lamagna 2012, 36.

i lati della galleria. L'esplorazione termina dove il soffitto si abbassa e sfiora il riempimento detritico. La seconda prosecuzione si dirige verso SE per altri 27 m, nella parte terminale il rivestimento si è in gran parte distaccato, rilevando una roccia costituita da un tufo giallo con grandi inclusi verde chiaro[44].

Figura 19. - *Visione dall'alto dell'Anfiteatro di Pozzuoli, in nero è segnato la sezione di acquedotto esplorata che corre al di sotto del piano stradale*. Ferrari; Lamagna 203, 203

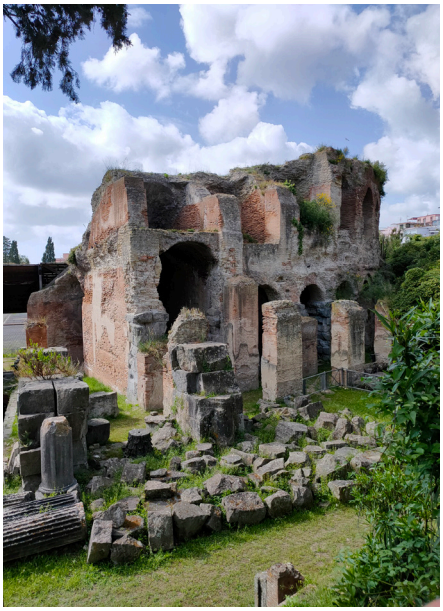


Figura 20. - *Parte dei resti dell'anfiteatro Flavio a Pozzuoli*. Sopralluogo del 12/05/2021

Anfiteatro Flavio: i suoi sotterranei sono collegati all'acquedotto, per mezzo di una galleria lunga 70 m, che attraversa il sottosuolo al di fuori dell'area archeologica. La sezione dello speco è rettangolare, con una larghezza pari a 0,6 m e un'altezza che varia tra 1,5 e 1,7; è ricoperta fino all'imposta della volta di *opus signinum* e da uno spesso deposito di concrezione[45].

Parco Archeologico di Baia: è un'area edificata in antico sulla parete di un cratere vulcanico costituito da strutture disposte a terrazze collegate da scalinate; l'area comprende tre grandi ambienti termali a cupola e numerose cisterne. Nei tempi più antichi, l'approvvigionamento idrico dell'area era garantito dall'acqua piovana raccolta nelle cisterne; con la realizzazione dell'*Aqua Augusta* l'area

[44] Ferrari; Lamagna 2012, 35-38

[45] Ferrari; Lamagna 2016, 27-28

[46] *Ivi*, 30

termale ha potuto godere di un rifornimento copioso e costante di acqua. Gli scavi archeologici risalgono a poco meno di un secolo fa e si sono concentrati nell'area dei templi perchè rimasti da sempre in vista[46].

All'interno del parco sul terrazzamento più alto si apre un cunicolo lungo 18 m dal quale si accede ad una sala ipogea (6,7 x 2,9 x 2,4 m) con volta a botte e rivestimento in *opus reticulatum*. (Fig. 21) Lungo l'asse maggiore di questo ambiente corre uno speco di acquedotto realizzato in muratura di blocchetti di tufo con abbondante malta, presenta una volta a pieno centro in opera cementizia di tufo con tracce delle armature lignee. Un'apertura rettangolare permette di percorrere circa 40 m di speco posto ad una quota di 31,9 m slm[47].

Lungo la strada di Sella di Baia, che collega Baia con il lago Fusaro, sono visibili due punti di accesso all'acquedotto. Il primo si trova sulla parete a 5,7 m sopra il piano stradale, si tratta di uno spreco di acquedotto tranciato, realizzato con rivestimento murario e volta in copertura cementizia di tufo a pieno centro, all'interno di depositi vulcanici poco coerenti[48]. Il secondo si colloca 230 m a sud, da questo punto si apre un cunicolo lungo 18 m che termina in una sala ipogea con volta a botte e rivestimento in *opus reticolatum*. Lo spreco è largo 0,50 m e alto

Figura 21. - *Cisterna che collega l'acquedotto del Serino al complesso delle Terme di Baia.* Sopralluogo 12/05/2021

[47] Ferrari; Lamagna 2015, 4

[48] *Ibidem*

1,26 m, è realizzato in muratura di blocchetti di tufo con abbondante malta; la volta è a pieno centro in opera cementizia di tufo con impronte delle armature lignee; l'intonaco idraulico si estende per un'altezza di 0,60 m[49].

Scalandrone: In epoca romana sono state realizzate alcune gallerie destinate ad abbreviare e a livellare i percorsi principali, soprattutto quando l'esigenza viabilistica era destinata a scopo militare, come per il porto di Miseno.
La galleria si trova nella collina dello Scalandrone dominante il Lago Lucrino, si trattava di un percorso viario di collegamento fra il Lago Lucrino e il Lago Fusaro, quindi fra Pozzuoli e Miseno. La galleria di Scalandrone non è caratterizzata da un attraversamento sub-orizzontale come la *Crypta Neapolitana*, ma è una rampa disposta parallelamente alla superficie del costone esterno con pendenza media del 23 %[50]; inoltre presenta un'*haustus*, ossia una connessione con un tratto di cunicolo idraulico. L'ipotesi che quest'ultimo sia pertinente all'acquedotto augusteo è supportata da un'iscrizione sovrapposta ad un ramo laterale che si innesta nel percorso principale dell'acquedotto. Sull'epigrafe è citata l'autorizzazione, fornita dal *Curator Aquae Augustae,* ad aggiungere un condotto che porti acqua fresca alle installazioni terminali presenti fra il lago Lucrino e le pendici di Punta Epitaffio. Nello studio sul ritrovamento dell'iscrizione (Camodeca, 1997), si è avanzata l'ipotesi che il taglio ed il conseguente abbandono della galleria siano stati causati dai lavori necessari per l'esecuzione della *Fossa Neronis*, un canale navigabile voluto dall'imperatore Nerone, che doveva collegare l'area portuale di Pozzuoli con la città di Roma e permettere il trasporto di merci. La galleria stradale, in quanto tale, rimase in funzione per non più di un secolo; dopo una curva a gomito termina improvvisamente tagliata a strapiombo.
La galleria era certamente nota ai residenti locali, ma non risulta citata dalle guide dei forestieri, pertanto le prime visite documentate, eseguite a scopo di studio archeologico, sono state effettuate alla fine degli anni 70 del XX secolo.

[49] *Op. cit.* 31

[50] Ferrari; Lamagna 2011, 391

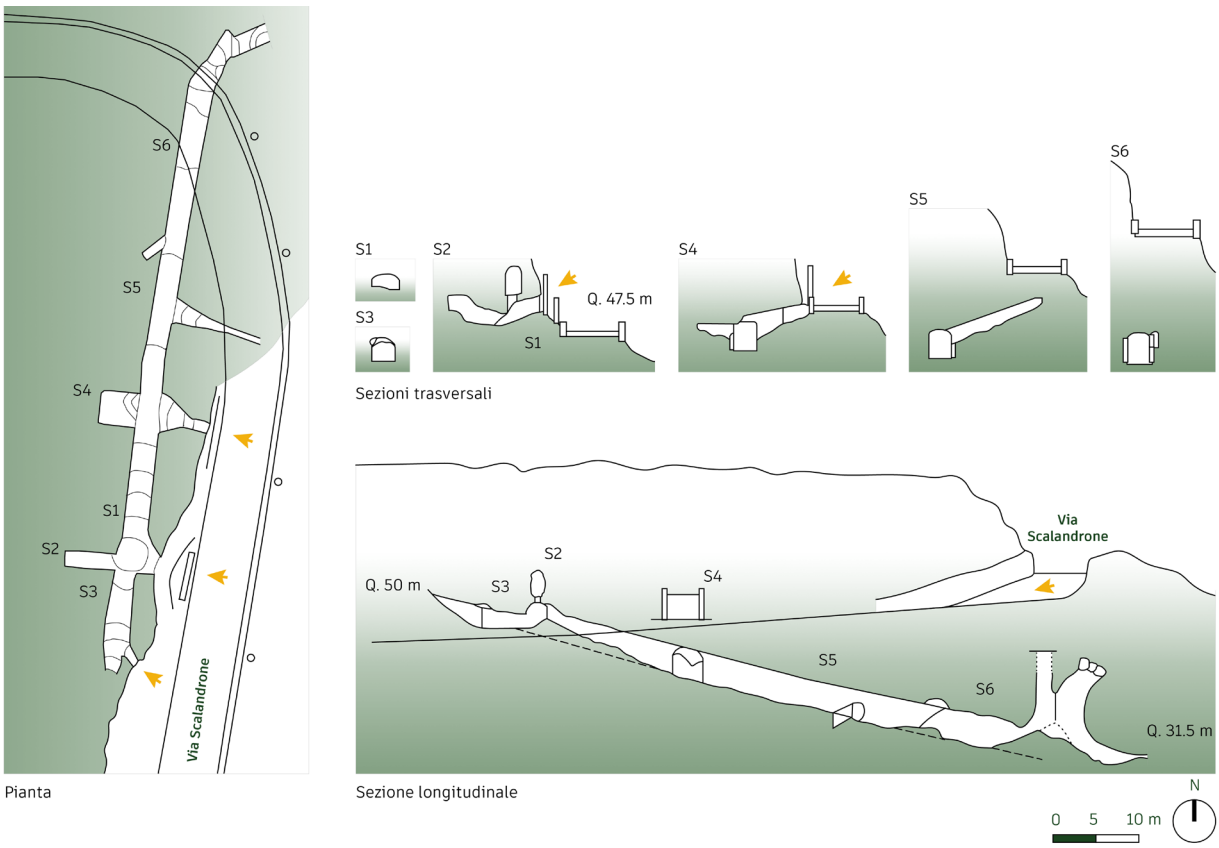


Figura 22. - *Pianta, sezioni longitudinale e trasversali della galleria dello Scalandrone*. Rielaborazione da: Ferrari; Lamagna 2011, 391.

Nel 1985, i lavori di allargamento della strada soprastante provocarono alcuni danni, quali scarichi di materiali inerti e l'ostruzione della parte terminale a valle della galleria[51]. La ripulita dei detriti presenti ha permesso di esplorare un tratto di acquedotto lungo 54 m[52].

L'ingresso si trova in un terreno privato (per cui l'accesso è subordinato al consenso del proprietario) ed è posto in corrispondenza di uno spiracolo laterale, alla quota di 47,5 m slm. La sezione tipica della galleria è rettangolare, voltata, con una larghezza di 2,5 m ed un'altezza media di 3,5 m. Il pavimento presenta tratti che conservano il rivestimento originario, mentre le pareti sono prive di rivestimento, solo nella parte inferiore la volta è costituita da *opus caementicium*, con inclusi frammenti tufacei irregolari[53]. Sul lato opposto dell'ingresso si apre un breve ramo che mostra il fronte di scavo abbandonato, la cui sezione risulta

[51] Ivi, 390

[52] Ferrari; Lamagna 2016, 29

[53] *Op. cit.* 391

larga 2,5/3 m circa e alta 3,5 m circa; inoltre, in più punti la volta risulta rinforzata con centinature in cementizio, mentre in altri punti si possono notare delle piccole sarciture in reticolato sulle pareti tufacee. L'aria e la luce arrivavano da pozzetti e lucernari a gola di lupo, posizionati sulla volta e sulla parete verso il Lago Lucrino posti ad intervalli regolari, ora sono ostruiti dai crolli[54].

Di fronte al primo spiracolo si trova un ambiente riempito di detriti di scavo e parzialmente murato, mentre sul lato occidentale a 37 m dall'ingresso, si apre l'*haustus*; anche questo come il termine della galleria, in un preciso punto, è colmo di detriti tufacei che impediscono di proseguire l'esplorazione a valle. L'*haustus* è un cunicolo a sezione rettangolare lungo 5 m e largo 0,72 m al termine del quale si trova il vero e proprio speco dell'acquedotto. Le parti di pareti e di volta visibili sono in tufo senza paramento; grazie ad un breve scavo che ha permesso di raggiungere il livello di base, è stato individuato un rivestimento di cocciopesto spesso 8 cm.

Durante l'esecuzione di scavi per l'edilizia, soprattutto stradale, sono emersi altri tratti di speco di età romana riferibili probabilmente all'acquedotto del Serino. Tra questi il Fondo Sarnataro posto ad una quota si 39,6 m slm.; Viale Olivetti *che presenta* due spechi affiancati posti ad una quota di circa 35 m slm. e il versante nord del cratere che circonda il Lago d'Averno. I canali del fondo e del

Figura 23. - Localizzazione dei ritrovamenti archeologici relativi all'acquedotto di Serino nella città di Napoli.

[54] Camodeca 1997, 191

lago presentano un rivestimento in opera cementizia di tufo mentre nel viale lo speco è stato ricavato nel suolo incoerente e ricoperto di una muratura in blocchetti di tufo[55].

2.4.3 Ritrovamenti archeologici nella città di Napoli

Ipogei dei Togati e dei Melograni: la necropoli ellenistica di Napoli si estende a nord delle mura greche, intagliata nelle colline tufacee. Le spettacolari strutture testimoniano il prestigio delle famiglie aristocratiche nel IV secolo a.C., sottolineando l'importante identità greca nella quale la città si riconosce. Un ponte canale dell'acquedotto di Serino attraversa la pianta antistante il fronte monumentale della necropoli. Dal II secolo d.C. l'insieme è stato interessato da un progressivo interramento, che ne ha determinato la scomparsa dalla memoria. L'urbanizzazione, che ha preso avvio nella seconda metà del XVI secolo, ha portato alla nascita del primo nucleo del Borgo dei Vergini[56]; la costruzione di

Figura 24. - (sinistra) *Planimetria della zona contenente gli ipogei della necropoli ellenistica e tracciato dei ponti-canale.* Rielaborazione da: Colussi; Leggieri 2016, 590.

Figura 25. - (destra) *Localizzazione della zona contenente gli ipogei della necropoli ellenistica e tracciato dei ponti-canale, nel Rione Sanità.*

nuovi fabbricati ha dato avvio all'apertura di pozzi per l'estrazione della pietra di tufo. La cava rappresentava un importante valore aggiunto per il fabbricato in quanto, una volta impermeabilizzatene le pareti con malta idraulica, costituiva una capace cisterna d'uso condominiale, serbatoio per le acque meteorologiche,

diventando una preziosa riserva idrica per le quotidiane necessità domestiche. Il Comune di Napoli ha avviato delle verifiche strutturali a seguito del terremoto avvenuto nel 1980, portando alla luce un frammento della necropoli. Sotto le fondamenta del fabbricato in via Santa Maria Antesaecula 126, furono individuati i due monumenti denominati dei Togati e dei Melograni. La camera funeraria del primo ipogeo ha una pianta rettangolare coperta da una volta sesto ribassato, la quale all'intradosso presenta una notevole concrezione calcarea formatasi dallo stillicidio delle acque meteoriche. La parte alta della parete nord del secondo ipogeo mostra alcuni incassi e, in prossimità del pavimento, tracce di una copertura a doppio spiovente; la parete ovest, invece, presenta due nicchie quadrangolari intagliate in essa e un bancone in muratura, realizzato in epoca moderna e funzionale all'utilizzo dell'ambiente come cantina. L'ambiente è caratterizzato da un affresco su decorazione a stucco della cornice perimetrale, dove si imposta la volta sesto ribassato. Di particolare interesse appaiono tre filari di blocchi aventi altezza diversa, sovrapposti, posati a secco sul piano di posa inclinato e incassati nella parete ovest. A sud, l'ingresso ha preso una cisterna che ha sfondato l'originale sede stradale[57].

Palazzo Traetto, De' Mari e Peschici-Maresca: Il ritrovamento e l'identificazione dei due ponti canali dell'acquedotto del Serino, nell'area Vergini-Sanità hanno costituito i presupposti per condurre indagini mirate a ricostruire il tracciato della struttura idrica verso nord-est. I punti che hanno restituito elementi significativi sono: Palazzo Traetto, Palazzo de' Mari, Palazzo Peschici-Maresca e la Zona Miracoli a ridosso della Sanità. I tratti documentati non sono continui ma illustrano diverse tipologie di opere idrauliche: ponte canale, speco in galleria con pozzi di aerazione, cisterna impermeabilizzata con cocciopesto e pozzo circolare per prelievo dell'acqua.

[55] Ferrari, Lamagna 2015, 3-4
[56] Buccaro 1991.
[57] Capriuoli, Colussi, Leggieri 2020, 452-454.

Il giardino di Palazzo Traetto era delimitato a ovest dalle strutture dell'acquedotto, i cui resti costituivano il limite esterno del muro di cinta integrato da muratura in blocchi di tufo nella parte superiore. I successivi ampliamenti del palazzo hanno inglobato un tratto dello speco oggi utilizzato come laboratorio.

Il Palazzo de' Mari è stato realizzato nel XVI secolo inglobando diverse parti dell'acquedotto augusteo; costituisce inoltre la più antica necropoli ellenistica, studiata a fondo dall'architetto Michele Ruggero, il quale documentò le opere ellenistiche e le strutture romane, ma non riconobbe queste ultime come appartenenti all'acquedotto. In realtà lo studio condotto (Colussi, Leggieri. 2018) ha individuato che la scala seicentesca tagliava i possenti pilastri del ponte canale risalenti all'epoca augustea. Il filare in opera reticolata corrisponde alla parete ovest dello speco avente una larghezza di circa 0,80 m e caratterizzata da paramento in laterizio; il fondo del canale, invece, non è visibile in quanto coperto dalla pavimentazione. L'intera sezione dello speco augusteo risulta occupata da un bagno realizzato nel secondo dopoguerra. A circa 7 m dalla piegatura del ponte canale augusteo, di circa 20, è presente un ramo trasversale, orientato verso il ponte canale realizzato in epoca successiva.

1 Ponte-canale dell'acquedotto augusteo
2 Ponte-canale est
3 Sezione dello speco augusteo
4 Piegatura della parete ovest del canale
5 Intersezione dello speco augusteo con quello trasversale
6 Cisterna con pilastro pozzo

Figura 26. - (sinistra) *Localizzazione dei ponti canale e della cisterna nella planimetria di Palazzo de' Mari.* Rielaborazione da: Colussi; Leggieri 2018, 96

Figura 27. - (destra) *Localizzazione dei ponti canale e della cisterna, nel Rione Sanità.*

Un'altra testimonianza riguarda una gigantesca cisterna con pianta a "S" scavata nel banco tufaceo, la quale è sottoposta al tracciato dell'acquedotto parallelo al ponte canale augusteo. L'invaso è in parte costituito dal volume di due camere funerarie contigue. La soluzione adottata per la copertura è costituita da un lato dalle volte delle due camere funerarie e, dal lato opposto, da un tetto di tufo sostenuto da un pilastro cavo con diametro di circa 2 m, assolvendo anche alla funzione di pozzo. Le pareti, rivestite senza soluzione di continuità di intonaco idraulico, mostrano tracce orizzontali parallele lasciate dai livelli di riempimento.

Nel 2011, in un locale prospiciente il cortile del Palazzo Peschici-Maresca, il cedimento di parte di un solaio ha evidenziato una ghiera d'arco in laterizio. La necessità di verificare l'origine del dissesto ha sollecitato uno studio (Colussi; Leggieri, 2016) delle murature del piano interrato. Il locale, caratterizzato da un complesso sistema di fondazioni, risultato della fusione tra murature antiche e moderne, presenta una scala in muratura ed è utilizzato come cantina; al giorno d'oggi è impraticabile in quanto nel secondo dopoguerra un nuovo solaio ne chiuse l'accesso. Le strutture individuate sono riconducibili a due ponti canale dell'acquedotto del Serino, all'età augustea risale il canale a ovest, mentre il canale a est è di epoca successiva. Le strutture antiche evidenziano due sequenze di pilastri di forma rettangolare di circa 3 x 2 m e collegati da archi a tutto sesto,

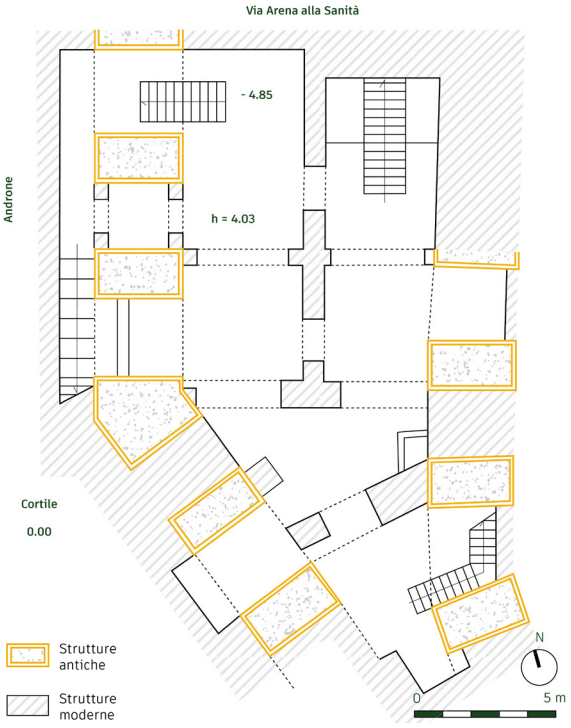


Figura 28. - (sinistra) *Pianta del piano interrato del Palazzo Peschici-Maresca in via Arena alla Sanità n°6.* Rielaborazione da: Colussi; Leggieri 2016, 592.

Figura 29. - (destra) *Localizzazione del Palazzo Peschici-Maresca, nel Rione Sanità.*

con orientamento nord-sud. Nel primo tratto a nord, i tracciati hanno lineamenti paralleli e distano circa 12 m, nel secondo tratto a sud-est invece convergono.
I pilastri presentano un paramento in opera mista con alternanza di filari di mattoni di laterizio e blocchetti di tufo, inoltre il taglio del pilastro della volta per il passaggio della scala moderna ad est, ha evidenziato che il nucleo interno della struttura è costituito da *opus caementicium* con scaglie di tufo finemente triturate. Sopra ad esso è presente uno strato costituito da malta e pezzame di tufo spesso circa 8 cm sul quale sono allettati mattoni di laterizio ricoperti da cocciopesto. Gli archi sono stati realizzati tramite centine di tavole larghe circa 0,30 m, la cui impronta è ancora leggibile nell'intradosso del primo arco a nord.
La struttura posta a ovest è composta da una successione di sei pilastri e sei archi a tutto sesto. L'interasse varia da 3,8 m a 4,2 m e le luci degli archi da 2,15 m a 3 m, con l'imposta a circa 3 m. Grazie ad un pozzo è possibile osservare che i pilastri proseguono per circa 1 m sotto il piano di calpestio attuale; quindi, il piano di fondazione si trova a circa 5 m dall'attuale quota stradale. Il pianerottolo della scala, largo circa 0,90 m, è delimitato dai resti in *opus reticolatum* riconducibili al canale. La sequenza ad est è caratterizzata da quattro pilastri e quattro archi con larghezza pari a 1,70 m e profondità pari a circa 3,10 m. Tra il secondo e il terzo pilastro l'interasse è di 4,20 m, mentre tra il terzo il quarto è pari a 4,75 m; inoltre, il quarto pilastro è ruotato di 17° in senso antiorario.

Zona Miracoli: nel 2015, dopo il ritrovamento dei due ponti canale, l'ingegnere Clemente Esposito ha potuto ipotizzare e tentare di rappresentare un andamento di 2 km di tracciato tra la zona Vergini-Sanità e la zona Miracoli. Descrisse la presenza di un canale lungo circa 220 m erroneamente interpretato come parte dell'acquedotto del Carmignano, in realtà lo speco in oggetto presenta la platea a circa 42 m slm., quota coerente con quelle dell'acquedotto del Serino. Lo speco dell'acquedotto presenta una sezione rettangolare e una volta a sesto ribassato; è largo 0,73 m e alto 2,10 m ma mostra numerose variazioni sia in larghezza che in altezza. Per ampi tratti le pareti sono ancora rivestite da cocciopesto fino ad

un'altezza di 1,80 m e sono presenti i cordoli di raccordo tra la platea e le pareti. Il passaggio dell'acqua ha depositato uno strato di calcare che raggiunge il massimo spessore di 6/7 cm a circa 0,60 m dalla platea. Nel tratto di canale indagato sono presenti sette pozzi di aerazione, a sezione circolare con un diametro di circa 1 m, alti circa 20 m; la distanza tra gli assi dei pozzi è di circa 35,5 m. Dopo la dismissione dell'acquedotto, alcune parti

Figura 30. - *Localizzazione della Zona Miracoli.*

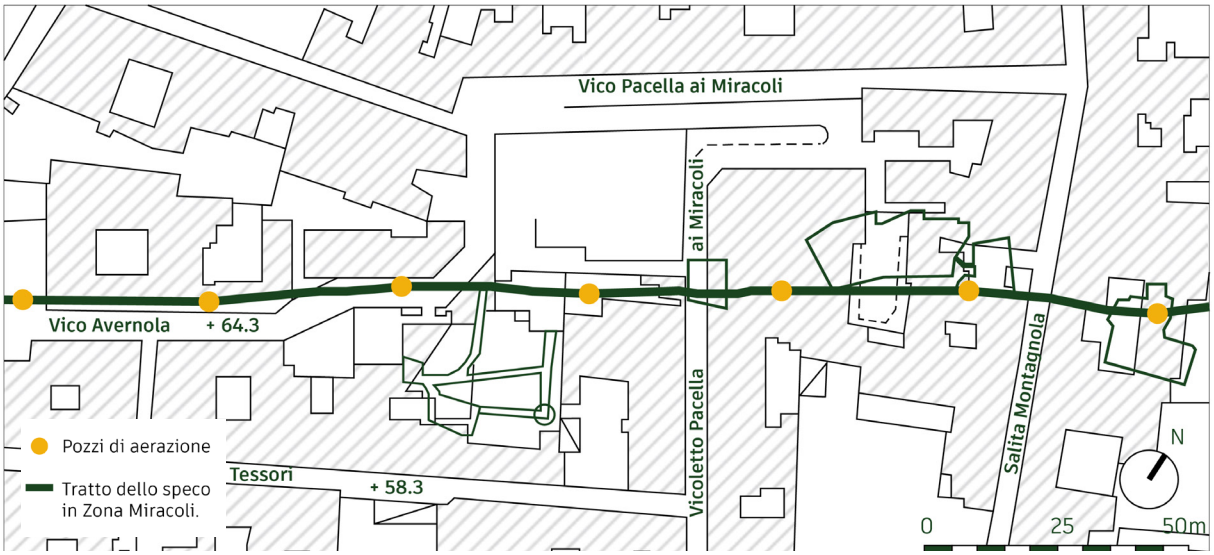


Figura 31. - *Planimatria della Zona Miracoli con la localizzazione del tracciato dello speco*. Rielaborazione da: Colussi; Leggieri 2018, 100.

del condotto nella zona ovest sono state riutilizzate come piccole cisterne autonome per la raccolta dell'acqua piovana. Uno di questi è il pozzo a est di Salita Montagnola, una cava che è stata riutilizzata come ricovero durante la Seconda Guerra Mondiale; a questo periodo sono riconducibili anche l'allargamento della parte orientale del canale, con la rimozione del rivestimento in cocciopesto[58]. Nel dopoguerra i pozzi, sia delle cisterne sia quelli di aerazione, furono utilizzati per versare nel sottosuolo i materiali di risulta delle demolizioni edilizie, uno dei motivi per il quale il condotto non è più percorribile.

[58] Colussi; Leggieri 2018, 101-102 vedi Bellucci, A. (1961).

***Ponti Rossi**:* il sito archeologico dei Ponti Rossi è un proseguimento a nord-est della zona Miracoli ed è caratterizzato dalla presenza di un doppio ramo "*con archi disposti a ordini paralleli discosti tra loro 20 passi*" (Sasso, Vitale 1856). Il raddoppio dello speco descritto da Sasso potrebbe essere correlato dalla necessita di garantire una certa continuità operativa dell'acquedotto per un certo periodo di tempo in caso di riparazioni di interventi di manutenzione. Secondo il Montuono, invece, il raddoppio del tratto di acquedotto rappresenterebbe il risultato della probabile sostituzione di un tratto dello speco probabilmente danneggiato dagli eventi sismici del 62 d.C. o del 79 d.C. (Montuono, 2002).

Figura 32. - *Ponti Rossi, Napoli.* Sopralluogo marzo 2022.

Figura 33. - *Localizzazione dei Ponti Rossi a Napoli.*

Come nel caso dei ponti canale situati in zona Vergini-Sanità, anche ai Ponti Rossi si registra la presenza di un ponte canale di età augustea a sud, mentre a nord è posto il secondo ponte canale probabilmente successivo. I quattro tratti appartenenti ai due acquedotti convergono a sud di Via Arena alla Sanità, oltre tale punto l'acquedotto probabilmente si sdoppiava: un ramo in direzione sud-ovest verso la *Crypta Neapoletana* e verso la *Piscina Mirabilis* di Miseno; in direzione sud verso Napoli.

Zona centro storico: le indagini speleologiche (Varriale, 2013) iniziate nel 2009 sono state eseguite con lo scopo di ricostruire il corretto andamento topografico dello speco principale dell'acquedotto in rapporto all'orografia e al tessuto edilizio della città di Napoli. Nell'ambito del centro antico le testimonianze archeologiche effettivamente riconducibile all'acquedotto di Serino sono quattro.

L'area archeologica di Santa Chiara, il cui speco presenta una copertura a doppio spiovente alta 2,80 m in opera reticolata e vittata; in esso è inoltre presente una fistula in piombo che riporta il nome di un'importante famiglia napoletana rivelando la datazione del canale ad un periodo compreso tra il I e V secolo d.C. L'area archeologica della cattedrale in via del Duomo, l'area archeologica del monumentale parco Vergiliano di Piedigrotta il cui speco è quello che corre parallelo alla *Crypta Neapolitana*. L'ultima testimonianza riguarda l'individuazione di un inedito tratto di acquedotto situato nel sottosuolo di Via dell'Anticaglia, si tratta di un cunicolo lungo 105 m che collega tra loro un gruppo di quattro cisterne poste ad una profondità tra i 24 m e i 27 m nel sottosuolo. L'accesso alla struttura è consentito da un pozzo sito in un locale della via, le direttrici di sviluppo del cunicolo sono nord-ovest e sud-est, in pratica dall'acropoli della città si dirige verso l'area del *Macellum* di Napoli. Il ritrovamento è avvenuto nel 2011 e la superficie rilevata è pari a 306 mq, per semplicità di esecuzione il rilievo è stato diviso in tre ambiti.

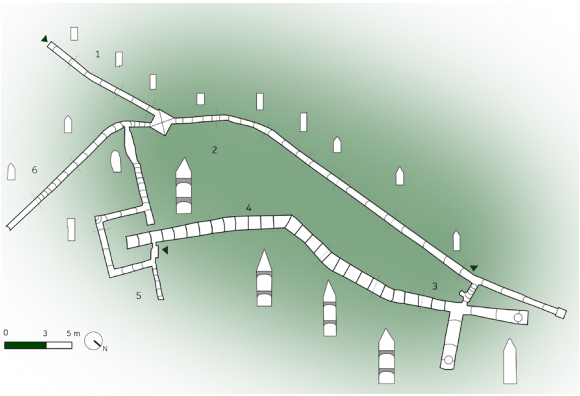


Figura 33. - *Rielaborazione del rilievo topografico del settore A* su fonte Varriale 2013, 21.

Figura 34. - *Localizzazione dell'area archeologica di Via dell'Anticaglia, nel centro storico.*

Il pozzo di accesso presenta una pianta quadrata ed è il punto di inizio di due prolungamenti posti in direzione sud e sud-est; in direzione nord invece, si sviluppa un tronco principale di 0,47 x 0,97 m. Gli spechi presentano in alcuni tratti un rivestimento parietale grossolano in muratura di tufo giallo in altri è presente un rivestimento di cocciopesto fino a 0,74 m di altezza; la copertura varia da orizzontale a doppio spiovente. A circa 42 m dal pozzo sulla parete orientale, è presente

un cunicolo che si innesta in una cisterna con piano di calpestio posto 2 m più in basso. In questo breve cunicolo di collegamento è posto un pozzo scolmatoio, utile ai pozzari durante le operazioni di pulizia e manutenzione.

Il secondo tratto presenta una lunghezza complessiva di circa 62 m e una larghezza di 0,5 m; le altezze risultano variabili tra 0,49 m e 1,84 m. La prima parte dello speco presenta un rivestimento laterale di cocciopesto e una copertura a doppio spiovente. A circa 40 m dall'inizio del tratto si innesta un pozzo di ripartizione a pianta quadrata e 8 m dopo si sviluppa un'ulteriore diramazione di 22 m che collega un altro pozzo però ostruito dai detriti. La parte finale del tratto presenta delle altezze che oscillano tra 0,75 m e 1,22 m, la copertura è orizzontale con lastroni di tufo giallo locale.

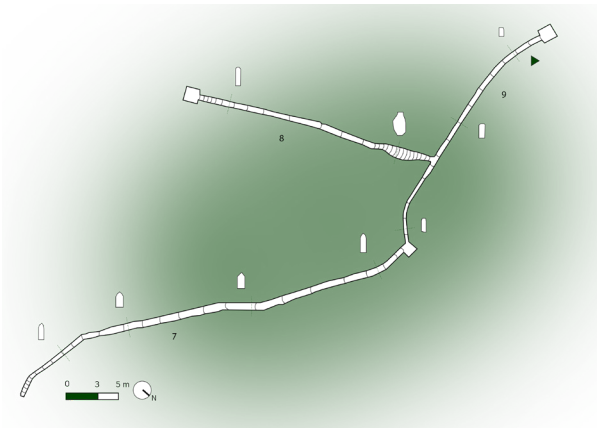


Figura 35. - *Rielaborazione del rilievo topografico del settore B* su fonte Varriale 2013, 23.

Il terzo tratto è caratterizzato da un breve cunicolo attraverso il quale è stato possibile raggiungere un gruppo di tre cisterne, il canale è lungo 3,62 m largo 0,53 m e alto 1,32 m. Le cisterne sono collegate tra loro da ulteriori condotti, per raggiungere la prima cisterna lo speco è stato ricavato all'interno della formazione lapidea tufacea avente copertura orizzontale, il successivo collegamento presenta una copertura a sesto ribassato, l'ultima cisterna è raggiunta da uno speco con andamento a semicerchio.

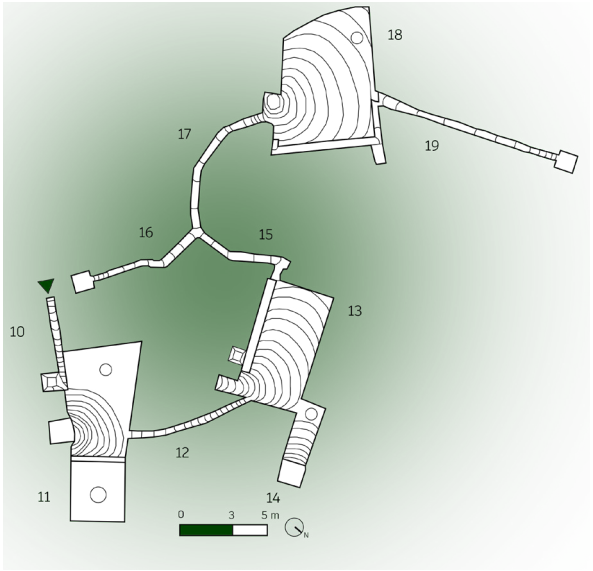


Figura 36. - *Rielaborazione del rilievo topografico del settore C* su fonte Varriale 2013, 25.

3. Il contesto archeologico e urbano

3.1. Il Comune di Bacoli

3.1.1 Il contesto archeologico

Il territorio dei Campi Flegrei è costituito da stratificazioni non sempre complete e coerenti, restituendo un palinsesto articolato e di difficile interpretazione. Si riconoscono condizioni di potenziale leggibilità dell'impianto urbano, come nel caso di Cuma, insieme a fenomeni di dissolvimento e rarefazione delle evidenze, fino ad aree ormai destoricizzate da moderni interventi.

Si possono individuare centri urbani affini come Cuma e Pozzuoli, ed altri di minore entità, che si sono sviluppati anche sulla base di denominazioni specifiche, come Miseno.[1] A queste realtà, con un profilo insediativo definito, si alternano aree in cui il paesaggio si articola in complessi architettonici giustapposti, senza un vero tessuto connettivo della dimensione urbana. A Baia infatti, si riscontra la mancata presenza di un disegno urbanistico comprensibile[2].

Lungo la costa, tra Baia e Miseno, il paesaggio archeologico diventa anche paesaggio sociale, per la specializzazione delle tipologie insediative; le ville, ad esempio, sono uno dei temi di riferimento del luogo e rappresentano in modo più completo l'uso dello spazio da parte della società. Si tratta di complessi residenziali che hanno contraddistinto il territorio con significative architetture e delicati paesaggi naturali; questa fenomenologia, sviluppatasi tra l'età tardo repubblicana e quella imperiale, ha dato origine a un segno e ad un'identificazione cronologica predominante.

Le trasformazioni del territorio, associate ad un'intensa urbanizzazione, hanno alterato il paesaggio archeologico. Il susseguirsi nel tempo dei paesaggi urbani ha influenzato in varia misura l'area, come suggeriscono i casi di diretta sovrapposizione dei centri antichi (Bacoli, Miseno) e altri luoghi in cui la struttura inse-

[1] Benini 2011, 51-56.

[2] Cicala; Illiano 2017, 358. vedi Vitucci, G. (1977).

diativa conserva ancora la caratterizzazione tipica delle aree rurali contraddistinta da una minore densità di edifici (Cuma).

Il processo di continuità e sovrapposizione ha definito strati caratterizzati da ampi salti cronologici; diventa determinante elencare le numerose tracce presenti sul territorio, collocate in diversi paesaggi urbani che si sono succeduti nel tempo, talvolta distrutte, occultate o restituite durante le opere di restauro e di costruzione. La perdita di identità dei resti archeologici si riflette chiaramente nella difficoltà di ritornare da una singola struttura all'originario complesso architettonico. È importante notare che nella zona più nota nell'antichità per la predominanza di ville sul mare, non si conosce ancora in modo soddisfacente un edificio che sia riconoscibile nella sua organizzazione planimetrica.

Nel volume *Baiae-Misenum* (Boriello, D'Ambrosio, 1979) sono state classificate numerose evidenze sul territorio di Bacoli e Miseno: come suddetto, sono in netta prevalenza strutture archeologiche pertinenti alla tipologia delle ville *d'otium*; le altre evidenze sono relative all'edilizia funeraria rappresentata dai mausolei dei membri della flotta misenate; più limitate sono le tracce delle infrastrutture idriche e dell'edilizia portuale; rari sono i dati relativi all'edilizia pubblica e sacra. Successivamente sono state riconosciute circa 135 nuove evidenze di diversa entità e stato di conservazione, grazie ad un efficace studio del territorio promosso dalla Soprintendenza. La maggior parte evidenze si concentra nelle zone densamente occupate dopo la caduta dell'impero romano, come il centro storico di Bacoli e il quartiere di Miseno, e tende invece a diradarsi nelle aree più libere da costruzioni[3].

La collocazione delle ville marittime si concentra sul Golfo di Pozzuoli; in particolare tra il castello di Baia a nord e Capo Miseno a sud, è stata riscontrata la presenza di sette agglomerati riconducibili alla tipologia dell'edilizia residenziale marittima di età imperiale, con una superficie che si estende tra i 3 e i 15 ettari[4]. Le cisterne e le infrastrutture idriche funzionali all'utilizzo delle terme e dei *vi-*

[3] Pappalardo, Russo 2001, 211-222.

[4] Ivi, 360

varia occupavano il settore a monte delle ville e degli ambienti residenziali. Un ulteriore aspetto importante per le residenze era il collegamento ai principali distretti della penisola attraverso una rete di strade secondarie.

Analizzando la *Cartografia antica della Terra Vesuviana* di Beloch del 1890 si nota come nella penisola misenate, tra l'altura di Trippitello e la collina delle Cento Camerelle si concentrasse maggiormente l'abitato di Bacoli, mentre il resto del territorio era occupato da ampi spazi vuoti (Fig. 1). L'area presenta almeno due gruppi di ville costiere disposte a gradoni dalla sommità della collina al mare; una situazione simile si riscontra nella cosiddetta villa di Lucullo a Capo Miseno. I resti archeologici comprendono sia testimonianze monumentali, come la Grotta della Dragonara, sia reperti sparsi che, sebbene trasmettano immagini frammentarie dell'originario complesso edilizio, aiutano a descrivere l'estensione e il suo rapporto con la vicina città di Miseno. Un ulteriore spunto è rappresentato nell'analisi della viabilità attuale e del rapporto con quella romana. Lo studio delle cartografie mostra come nella penisola insistessero due assi stradali principali, a ovest e a est del lago Miseno, che collegavano il *municipium* misenate con il settore settentrionale della penisola.

Figura 1. - *Confronto tra cartografia attuale del Comune di Bacoli con concentrazione dei quartieri residenziali sulle alture di Trippitello, poggio e lungo via Gaetano De Rosa.* Rielaborazione su fonte: Beloch, K.J. (1890). *Carta di Misenum.*

La comunicazione di Baia con Miseno seguiva probabilmente un sentiero naturale che, partendo dal porto di Baia e risalendo a mezza costa per la collina dell'attuale Castello Aragonese ad occidente, poi scendeva verso l'abitato di Bacoli e proseguiva fino a Miseno, secondo un percorso che sarà ripercorso prima dalla strada romana e poi da quella moderna: dalla Via del Castello scende per Via Roma e prosegue per Via De Rosa. Tenendo conto del bradisismo non si può escludere un percorso costiero, dato che ancora oggi è parzialmente rintracciabile sul fondale costiero la cosiddetta "*Via Herculea*". Il tratto Cuma-Dicearchia è il percorso più agevole che collegava via terra le due città greche, partiva dal settore settentrionale del pomero della città e transitava sul Monte Grillo (la collina poi tagliata dai romani per la costruzione di contrafforti e della porta di accesso detta "Arco Felice"); successivamente transitava sulla collina nord dell'Averno per poi scendere e costeggiare il versante settentrionale del Lucrino Antico, proseguendo alle pendici del Monte Gauro e infine sulla "collina del castello"[5].

L'espansione di Roma fu sempre accompagnata da una politica stradale, il motivo primario era quello militare per un veloce e sicuro spostamento degli eserciti, ma in realtà così facendo rendevano efficaci soprattutto la comunicazione civile e il commercio.

Oltre alle vie principali, sembra evidente che parte delle antiche vie siano ora tracciate da strade minori del centro storico di Bacoli, come i vicoli che da via Miseno conducono alla *Piscina Mirabilis* risalendo la collina, nonché ai lati di via Scamardella e su via Ambrogio Greco[6]. È lecito chiedersi se le odierne aree più rurali del territorio di Miseno non lo fossero state anche in epoca antica (Fig. 2).

[5] Giuliani 2011, 23

[6] Benini 2004, 35-43

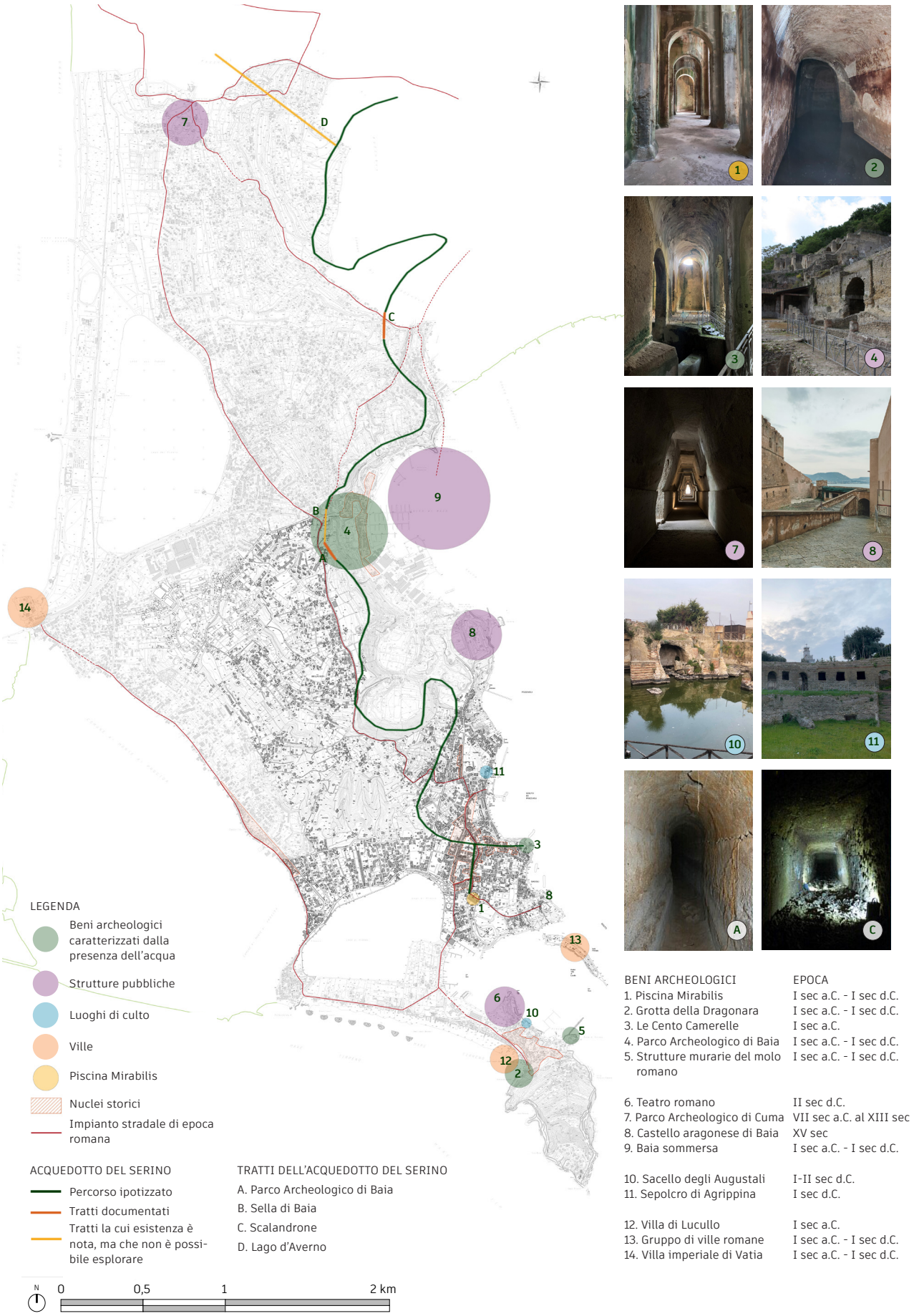


Figura 2. - *Individuazione beni culturali e archeologici presenti sul territorio, compresi i centri storici, dell'impianto stradale di epoca romana e dell'antica linea di costa.* Rielaborazione su base cartografica: per il territorio di Bacoli Aerofogrammetria comunale 2012.

3.1.2 Il contesto urbano

Il nome Bacoli (o Bacula) deriva da Vacua, che significa “terra libera”, il passaggio Bacua-Vacua o viceversa compare in alcuni documenti, e deriva dalla pronuncia ionica della popolazione locale e da influssi linguistici osco-campani. Nel 1700 era chiamata Vaccolo, poi Bacula e infine Bacoli, erede legittima di un imponente patrimonio storico e monumentale. La prima menzione di Bauli è in una lettera dell’epistolario di Cicerone ai famigliari.

L’autonomia ecclesiastica di Bacoli arriva con la costruzione della sua parrocchia nel 1700, per l’autonomia amministrativa rispetto al Comune di Pozzuoli, bisogna aspettare il Regio Decreto del 1919 che la erigerà a Comune insieme alle frazioni di Baia, Cappella e Miseno (Fig. 3).

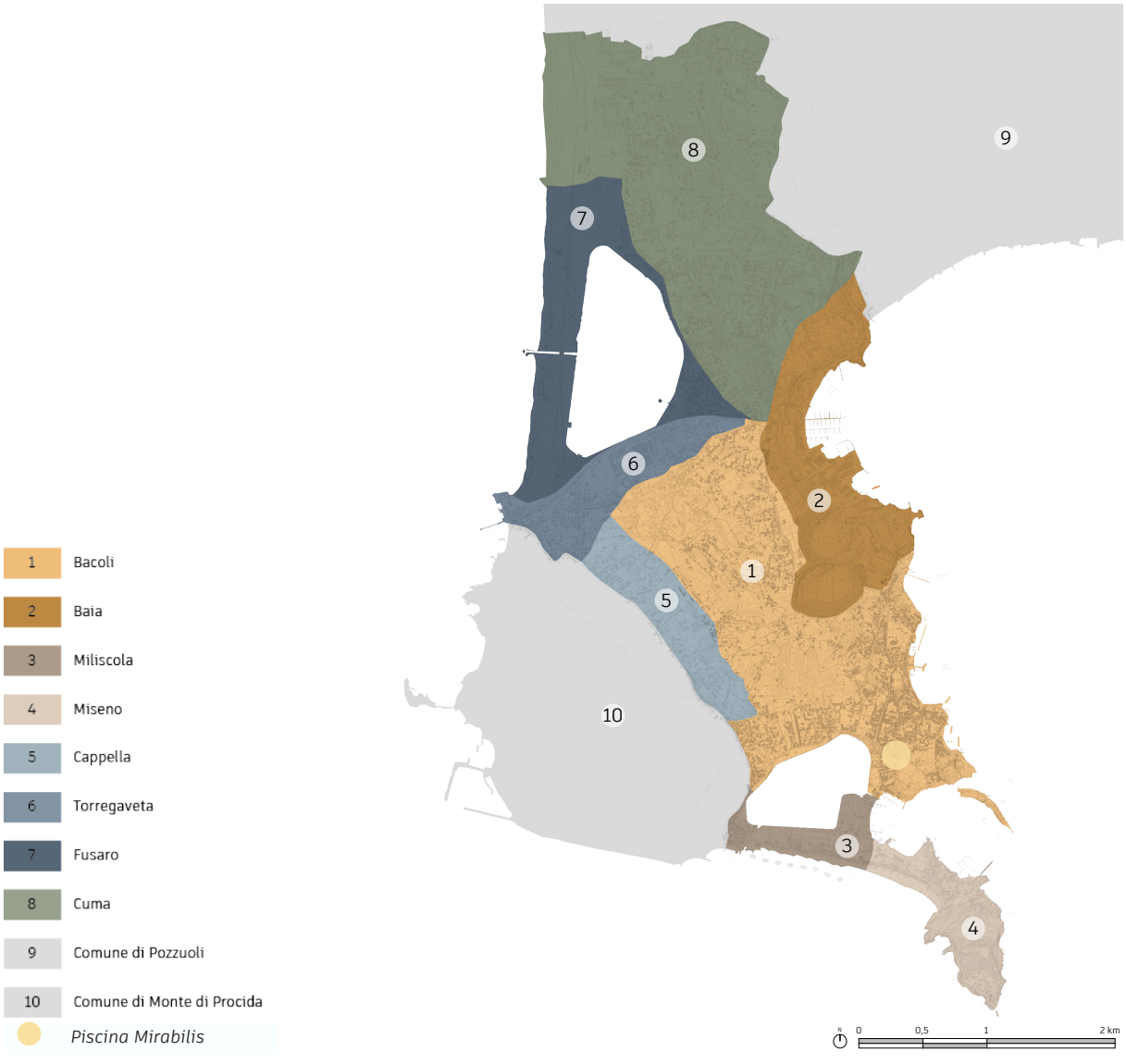


Figura 3. - *Suddivisione del Comune di Bacoli in frazioni e comuni limitrofi.* Rielaborazione su base cartografica: per il territorio di Bacoli Aerofogrammetria comunale 2012.

Il Comune di Bacoli possiede risorse paesaggistiche e naturali di grande rilevanza, tuttavia, questo sistema ambientale di pregio è caratterizzato da accostamenti tra natura e artificio, reperti storici ed archeologici e modernità, non sempre riusciti. Convivono situazioni di degrado e disordine causate soprattutto dall'uso improprio del suolo e dall'urbanizzazione moderna; inoltre l'area è caratterizzata da notevoli complessità derivanti dal rischio idrogeologico e vulcanico. La compresenza di questi fattori ha determinato una consistente produzione di atti pianificatori e normative di tutela, emanate dai vari livelli amministrativi, a volte tra loro sovrapposti, che hanno reso le vicende amministrative e politiche complesse e di difficile interpretazione. Il Piano Regolatore attualmente vigente è stato concepito negli anni '70; nonostante sia stato profondamente rimaneggiato in sede di approvazione regionale, è stato superato nel tempo dalle normative derivanti dai piani di tutela e coordinamento regionali. Questa situazione macchinosa rischia di ottenere, paradossalmente, l'effetto opposto della tutela, incentivando l'uso speculativo del suolo, come è accaduto negli ultimi decenni[7].
Il tipo edilizio più diffuso è quello dell'edificio isolato nel proprio lotto, declinato a differenti scale e con diverse caratterizzazioni funzionali: residenziale, produttivo, di servizio, più raramente turistico-ricettivo. È la tipologia che discende dalla villa classica il cui valore è legato soprattutto al rapporto con gli spazi aperti sistemati a verde. La pressione antropica rilevante anche a causa del fenomeno dell'abusivismo edilizio, e l'inadeguatezza dell'armatura infrastrutturale, derivante in gran parte per il supporto all'agricoltura, determina inoltre l'esponenziale incremento del rischio idrogeologico.

Anche se l'attuale sistema regolativo e vincolistico non sembra offrire una risposta esaustiva al tema della "tutela", la sua forma più pura e conservatrice proposta nel Piano Territoriale Paesistico del 1999, è riuscita almeno in parte ad arginare l'urbanizzazione; così come le strategie, sostanzialmente non territorializzate, a cui si è ispirato il Piano Territoriale Regionale (L.r. n.13 del 2008), oppure

[7] Bacoli Piano Urbanistico Comunale 2017, relazione illustrativa, 7

l'impostazione "emergenziale" del Piano di assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino del 2014, che prevedeva la razionalità "ecologica" del Piano di tutela dei suoli e delle risorse idriche[8]. Dal 2015 il Parco regionale dei Campi Flegrei entra a far parte della Città Metropolitana di Napoli, viene così avviata la redazione del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) unico per tutto il territorio campano, che supera i PTP precedentemente citati. Infine, bisogna tener contro di un complesso di vincoli vigenti in presenza di Siti d'Importanza Comunitaria, che in questo territorio si concentrano sui laghi costieri, sul promontorio di Miseno e parte della Foce di Licola.

Bacoli è situata sul Golfo di Pozzuoli, a nord-ovest della Penisola Flegrea, presenta una superficie di 13,47 Km^2 e comprende le antiche località greco-romane di Baia, Fusaro, Miseno, Cuma e Miliscola. Dal punto di vista geologico, Bacoli si è formata nell'ultima fase eruttiva chiamata "*Terzo Periodo Flegreo*" caratterizzata da attività prevalentemente sottomarina e subaerea, entrambe successive allo sprofondamento dell'Archi flegreo durante l'eruzione del Tufo Grigio Campano. Nello specifico, l'area dove sorge la cittadina è caratterizzata da un allineamento su un unico asse di sette vulcani, formato dai resti di crateri dei tre vulcani più antichi che si datano fra i 35.000 e i 10.500 anni fa: Capo Miseno; Porto di Miseno; tutto il rilievo che caratterizza il centro antico di Bacoli, da Punta del Poggio e *Piscina Mirabilis* fino a Cento Camerelle. In direzione nord, fuori dal paese, si trovano gli altri quattro vulcani, più recenti, che si datano fra i 10.500 e gli 8.000 anni fa: i due crateri chiamati Fondi di Baia; il Golfo di Baia che ha quasi del tutto smantellato un altro vulcano, i cui rilievi residui si riconoscono in Punta Epitaffio e nel costone roccioso di tufo giallo che guarda verso Lucrino.

Dal punto di vista morfologico il territorio del Comune di Bacoli è articolato da un'alternanza di bassi ed alti topografici, dovuti alla presenza di centri vulcanici monogenici di limitata estensione areale, orientati in direzione E-O, in parte

[8] *Op. cit.* 11

collassati e/o sepolti sotto depositi di eruzioni successive a quelle che li originarono. L'aspetto del suolo è pertanto collinare con rilievi che generalmente non superano i 120 m di quota, solo il promontorio di Capo Miseno raggiunge i 160 m slm. Le zone di fascia costiera meridionale ed occidentale e quelle circostanti i laghi di Miseno e del Fusaro invece, sono praticamente pianeggianti. Le zone di massima altezza, che corrispondono alle cinte crateriche, si raccordano alle fasce pianeggianti con pendenze poco accentuate e con versanti pressoché privi di incisioni, mentre verso sud i versanti appaiono più acclivi ed intensamente incisi. Ad est i rilievi sono bruscamente troncati dalla costa[9].

La struttura geologica e la formazione vulcanica del territorio hanno determinato sia le caratteristiche dei suoli (tufo e piroclastici, con parti di argille arenarie) sia la tipicità della vegetazione, ma soprattutto la forma del territorio e del paesaggio, la cui particolarità consiste nell'alternarsi di crateri e luoghi d'acqua che determinano lo straniamento che ha sempre incantato i viaggiatori nei secoli. La medesima struttura geologica e geotecnica non presenta rilevanti problemi sotto il profilo del rischio e della pericolosità da frana ed idraulico; le aree a rischio frana elevato o molto elevato sono limitate ed il rischio idraulico è circoscritto solo all'area dei valloni di S. Anna. Il rischio di nuovi fenomeni di bradisismo o di eruzioni vulcaniche invece permane, bisogna sempre ricordare che sotto il fondo del mare del Golfo di Pozzuoli è ancora attiva la grande caldera magmatica che potrebbe causare nuovi eventi drammatici.

Le aree naturali costituiscono una risorsa ancora significativa e di grande bellezza: il lago del Fusaro con il parco circostante e l'arenile di Cuma (spiaggia romana), rappresentano un unicum anche sotto il profilo faunistico; il promontorio di Miseno è ancora ricco di vegetazione e di campi coltivati suscettivo di riqualificazione; il lago di Miseno e la spiaggia di Miseno, Miliscola, costituiscono un insieme di grande qualità; la costa e l'isolotto di Pennata, un tempo uniti, accolgono geologia, natura e beni archeologici. Concorrono alla percezione di una

[9] *Op. cit.* 39

bellezza diffusa, anche se più edificate, l'area di Baia, la costa di Cannito e gli altopiani del Poggio e di Cento Camerelle, i Fondi di Baia, le colline delle Mofete e dei Mazzoni (Fig. 4). Ciò avviene perché l'ambiente urbanizzato presenta un tessuto differenziato caratterizzato da notevoli porosità in forma di spazi aperti[10].

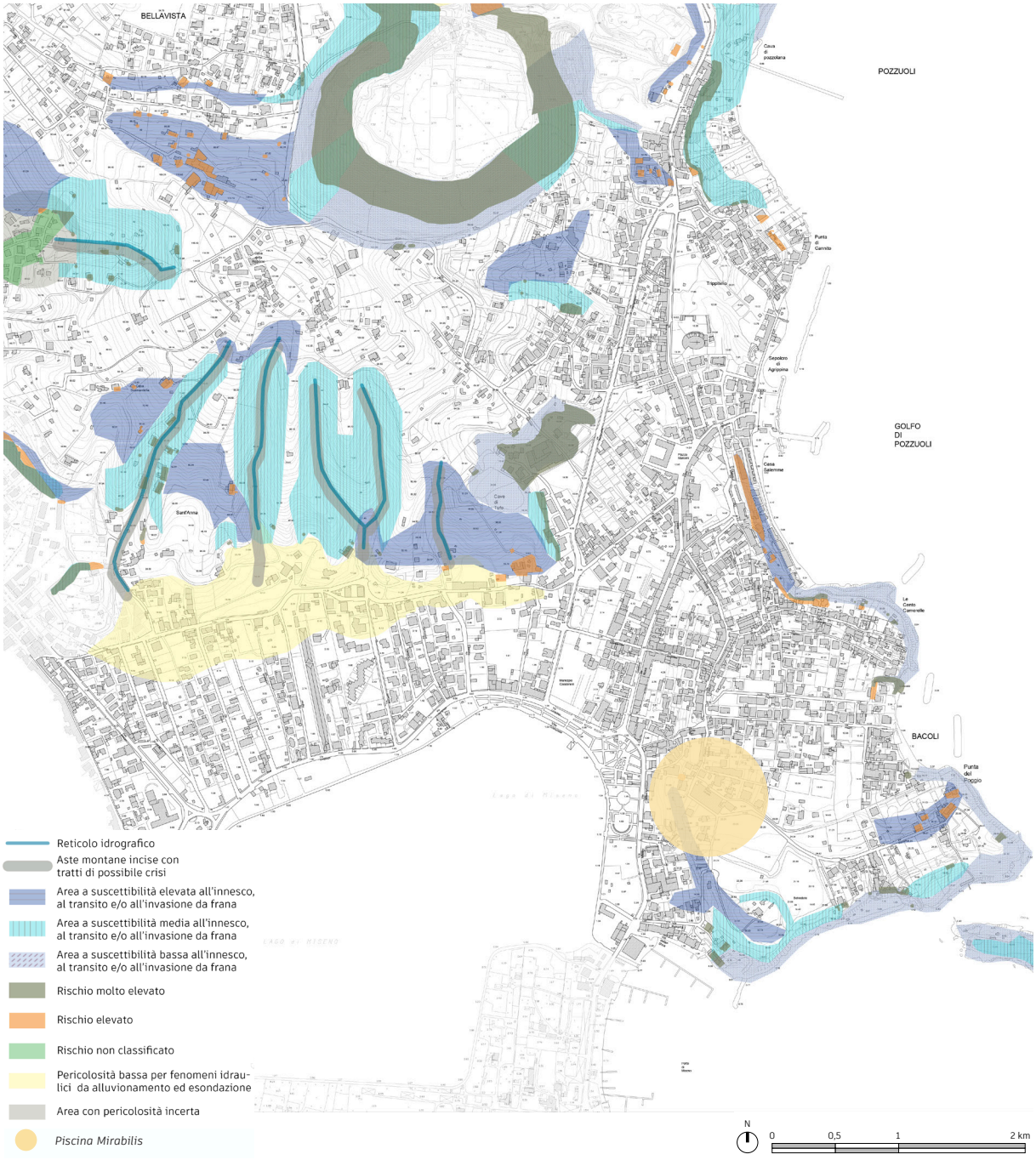


Figura 4. - *Rappresentazione della vulnerabilità idrogeologica del Comune di Bacoli.* Rielaborazione su base cartografica: per il territorio di Bacoli Aerofogrammetria comunale 2012.

[10] *Op. cit.* 34

A seguito di indagini, la zona risulta essere collocata al di sopra di una falda acquifera il cui pelo libero è stato rinvenuto, a qualche metro di profondità, nelle zone pianeggianti prossime alla costa ed ai laghi di Miseno e del Fusaro, e a profondità di 13-16 m nelle zone collinari[11]. Bacoli è caratterizzata da vulnerabilità idrogeologica, anche in considerazione dell'attuale struttura insediativa, che ha determinato notevoli mutamenti territoriali ed alterato gli equilibri ecologici nel corso degli anni.
Dopo la fase di subsidenza recente, che ha interessato la caldera dei Campi Flegrei nel 1999 e nei primi mesi del 2000, le misure hanno evidenziato un lieve sollevamento del suolo.

Il sistema insediativo a partire dagli anni del dopoguerra ha conosciuto una veloce espansione, soprattutto dagli anni '80 in poi, fino all'approvazione del PTP dei Campi Flegrei nel 1999 (Fig.5). L'andamento demografico della popolazione è stabile, con un lieve incremento negli ultimi 10 anni, dovuto in parte all'immigrazione da Napoli, anche di stranieri. Il problema dell'abitazione, pertanto, non riguarda l'incremento del fabbisogno abitativo ma soddisfare l'esigenza della popolazione già esistente, di cui una parte vive ancora in condizioni di sovraffollamento e malsane. Il Comune di Bacoli è dotato di un buon sistema delle attrezzature pubbliche soprattutto nel settore scolastico e delle attrezzature di interesse comune, al contrario l'adeguamento e il rafforzamento del sistema della mobilità rappresenta per l'Amministrazione uno dei maggiori nodi da affrontare e risolvere, considerando anche la necessità di un rapido esodo in caso di calamità naturali.

[11] *Op. cit.* 40

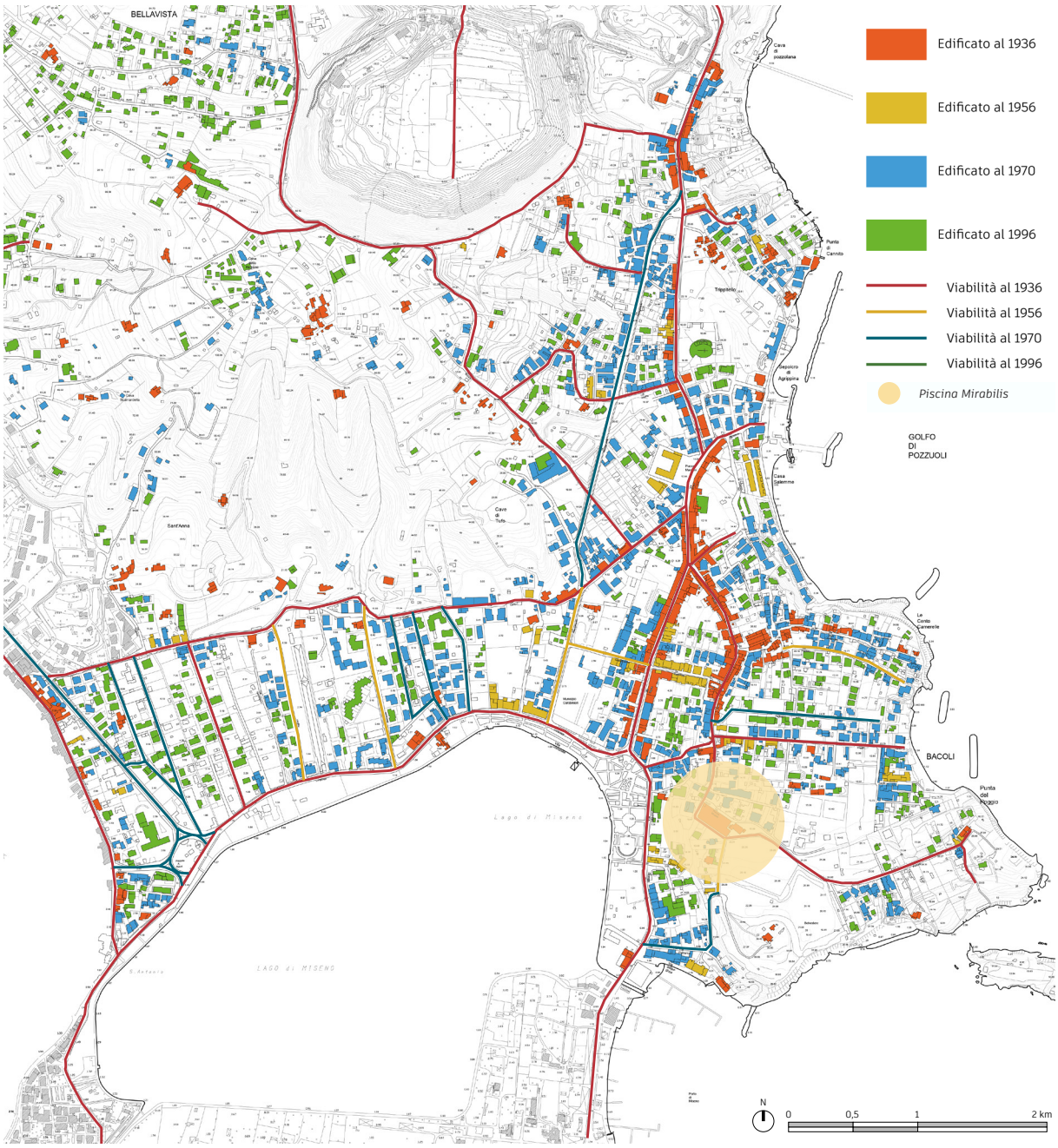


Figura 5. - *Formazione e trasformazione del territorio.* Rielaborazione su base cartografica: per il territorio di Bacoli Aerofogrammetria comunale 2012.

Il sistema storico-culturale prevalente è quello di epoca romana incentrato sulla città di Cuma, sul sistema delle ville e delle terme di Baia, e sulle strutture militari intorno al porto di Miseno. Dopo l'abbandono e la rovina di questo impianto policentrico romano, durante tutto il medioevo fino al XVII secolo, inizia la costruzione dei primi nuclei insediativi lungo le strade romane ad opera di famiglie ebree espulse da Napoli fino ai primi anni del 1900. L'ingente insieme di beni storico-culturali ancora esistenti e la presenza di un importante Museo dell'archeologia dei Campi Flegrei nel Castello Aragonese, non sono tuttavia sufficienti

a garantire una buona affluenza turistica culturale, anche per la mancanza di una informazione e gestione coordinata e di un circuito di ricettività adeguato.
Osservando la costa dal mare, si rintraccia un importante patrimonio archeologico, purtroppo esposto all'erosione marina, costituito dai resti di una grandiosa villa a Punta Pennata, identificata come villa di Lucullo, da altri resti attribuiti alla residenza del prefetto della flotta misenate e da altri di ancora incerta identificazione, ma sicuramente pertinenti a fabbriche connesse al porto di Miseno. Ulteriori testimonianze archeologiche sono scarsamente note perché visibili soltanto dal mare come gli sbocchi delle Cento Camerelle. Nell'area flegrea, ma specialmente nella zona tra Baia e Miseno, siamo in presenza di un'archeologia tra mare e terra, e questa singolare circostanza rende la ricerca affascinante oltre che specialistica.

3.1.3 Strumenti di governo del territorio

Piano Territoriale Regionale: approvato con legge regionale 13/2008, il piano definisce:

- il quadro generale di riferimento territoriale per la tutela dell'integrità fisica e dell'identità culturale del territorio; la tutela paesaggistica ambientale attraverso la difesa della biodiversità e la costruzione della rete ecologica regionale;
- gli indirizzi per lo sviluppo sostenibile, il riferimento alle grandi linee di comunicazione viaria, ferroviaria e marittima, nonché ai nodi di interscambio, alle strutture aeroportuali e portuali, agli impianti e alle reti principali per l'energia e le telecomunicazioni, alla distribuzione territoriale degli insediamenti produttivi e commerciali;
- gli indirizzi e criteri strategici per la pianificazione di aree interessate da intensa trasformazione o da elevato livello di rischio, quello vulcanico di particolare rilevanza per la zona di studio;
- gli indirizzi e strategie per la salvaguardia e la valorizzazione delle risorse culturali e paesaggistiche connesse allo sviluppo turistico ed all'insediamento

ricettivo, ricercando un'interconnessione sia tecnico che socio-istituzionale, tra i sistemi territoriali locali ed il quadro nazionale ed internazionale, per migliorare la competitività.

A tali scopi sono stati declinati cinque Quadri Territoriali di Riferimento (QTR): quadro delle reti (ecologica, mobilità e logistica, rischio ambientale); quadro degli ambienti insediativi (nove in rapporto alle caratteristiche morfologico-ambientali e alla trama insediativa); quadro dei Sistemi Territoriali di Sviluppo; quadro dei campi territoriali complessi e quadro delle modalità per la cooperazione istituzionale[12]. Il comune di Bacoli ricade nell'Ambiente Insediativo denominato "*Conurbazione Napoletana*", nel Sistema Territoriale di Sviluppo F2 noto come "*Area Flegrea a dominante paesistico-ambientale*", nel Campo Territoriale Complesso n° 10 ossia "*Campi Flegrei*" e nel sistema dei paesaggi n° 11 chiamato anch'esso "*Campi Flegrei*".

***Piano Territoriale Paesistico dei Campi Flegrei**:* è stato redatto ed approvato dal Ministero dei Beni Culturali con D.M. del 26/01/1999 in surroga della Regione Campania, detta norme di carattere paesaggistico-ambientale con valore di piano territoriale sovraordinato alla pianificazione comunale[13].

Nel merito per Bacoli, sono previste zone a *Protezione Integrale*: quali l'area archeologica di Cuma e la spiaggia di Cuma fino a Torregaveta ed il lago Fusaro; Baia con i Fondi di Baia ed il castello aragonese; l'area di Miseno e Miliscola con il lago, Punta del Poggio e Punta Pennata. Zone a *Protezione Integrale con Restauro Paesistico-Ambientale*: tra cui le aree prevalentemente agricole di Torretta, il Cavone e Sant'Anna; Le restanti aree del territorio comprendono: *Aree di Ricerca Tecnologica*, *Recupero Aree Industriali* e *Recupero Urbanistico-Edilizio e Restauro Paesistico-Ambientale*.

Il Parco Regionale dei Campi Flegrei è stato istituito nel 2003 in attuazione della

[12] Piano Territoriale Regionale 2008, 10-12

[13] Piano Territoriale Paesistico dei Campi Flegrei 1999, 78-86

Legge Regionale della Campania n° 33 del 01/09/1993. Le Norme di salvaguardia prevedono per il comune di Bacoli tre zone di protezione progressiva[14]:

- Zona A: *Area di riserva integrale*, il promontorio di Punta Pennata;
- Zona B: *Area di riserva generale* che comprende il promontorio di Miseno, il lago di Miseno, l'area di Baia con i fondi di Baia e l'area archeologica, il lago del Fusaro e l'area di Mezza Chiaia. *Area di riserva marina*, che comprende gli

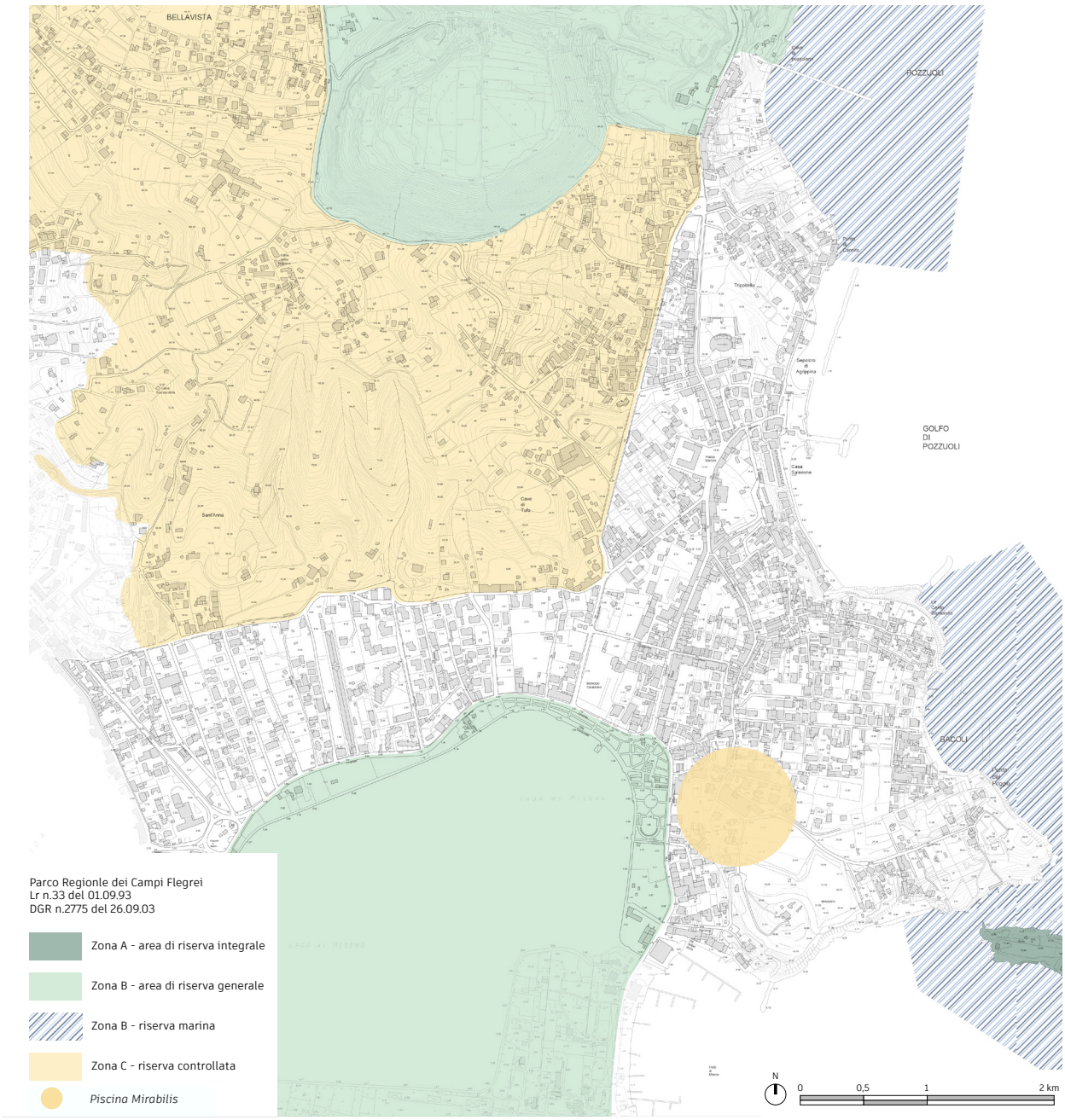


Figura 6. - *Zonizzazione del Parco Regionale dei Campi Flegrei.* Rielaborazione su base cartografica: per il territorio di Bacoli Aerofogrammetria comunale 2012.

[14] Nuova Perimentazione Parco Regionale dei Campi Flegrei 2000, 279-287

specchi acquei prospicienti il promontorio del castello di Baia, il Poggio e Pennata, tutto il capo Miseno, Torregaveta.

- Zona C: *Area di riserva controllata*. (Fig. 6)

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI): è un documento che si propone di prevedere scenari di rischio e di associare ad essi limitazioni nell'uso del suolo e nelle tipologie di intervento. Attraverso l'organizzazione del territorio in chiave geomorfologica, mitiga il rischio idrogeologico circoscrivendo l'azione umana e prevenendo un uso incoerente ed antitetico con la dinamica degli elementi naturali e la delocalizzazione gli insediamenti e manufatti incompatibili.
Sono state individuate le seguenti classi di rischio idraulico e idrogeologico[15]:

- R1 moderato: possibili danni sociali ed economici marginali;
- R2 medio: possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche;
- R3 elevato: possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio - economiche, danni al patrimonio culturale;
- R4 molto elevato: possibili perdite di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio - economiche.

Le strategie attuate per la mitigazione del rischio sono: intervenire sulle cause dei fenomeni franosi o di esondazione attraverso opere di bonifica e di sistemazione idrogeologica, oppure attraverso la razionalizzazione delle pratiche agricole o di utilizzo del suolo. Intervenire direttamente sui fenomeni, così da poter prevenire la loro riattivazione o limitarne l'evoluzione, riducendo gli elementi di rischio mediante azioni di evacuazione di aree instabili, trasferimento dei centri abitati soggetti a pericolo e limitazione dell'espansione urbanistica in zone pericolose.

[15] Vedi sitografia

Ridurre la vulnerabilità con interventi di tipo tecnico come il consolidamento degli edifici e installazione di misure di protezioni quali reti o strutture paramassi. All'interno del comune di Bacoli sono state individuate le seguenti principali aree di rischio frana R4: alcuni tratti dei costoni dei fondi di Baia, di punta Pennata, punta del Poggio, castello aragonese, Baia-Scalandrone e punta Epitaffio, ed il promontorio di Miseno; R3: parte dei fondi di Baia, Trippitello, valloni di s. Anna, parte di punta Pennata; R2: Bellavista, parte dei valloni di s. Anna. Le aree interessate dal rischio idraulico sono in zona Torre di Cappella (rischio molto elevato e pericolosità elevata), zona via Nerva (rischio molto elevato e pericolosità elevata), Fondi di Baia (rischio moderato da alluvionamento) ed i valloni di s. Anna (rischio da elevato a medio e pericolosità da flusso iperconcentrato e di trasporto liquido e solido) L'area di rischio moderato è stata inoltre estesa ad una consistente porzione di Torregaveta e alla fascia costiera a Sud di Cuma, presso il Lago Fusaro[16].

Piano di tutela del Suoli e delle Risorse Idriche: è stato approvato nel 2012 e unitamente agli altri *Piani Stralcio di Bacino* si configura come un *Piano integrato* finalizzato alla gestione sostenibile delle risorse. Gli obiettivi sono legati alla protezione dei suoi e delle acque come risorse limitate e non rinnovabili e come ecosistema; salvaguardia dei valori naturalistici ed ambientali; difesa dai processi erosivi, alluvionali e di inquinamento, conservazione dell'indice di permeabilità dei suoli; salvaguardia dai fenomeni di allagamento derivanti da nuove impermeabilizzazioni.

Piano Regolatore Generale Acquedotti della Regione Campania*:* con questo piano viene indicato che tutti gli atti di pianificazione e progettuali che prevedono il collettamento di acque in fognatura o in acque superficiali dovranno verificare la compatibilità del sistema di smaltimento di valle con i nuovi carichi

[16] Bacoli Piano Urbanistico Comunale 2017, relazione illustrativa, 23-24

idrici. Le acque di prima pioggia devono essere opportunamente pretrattate prima del collettamento ai depuratori in apposite vasche. I collettori fognari devono essere dotati di vasche di accumulo o di prima pioggia a perfetta tenuta per evitare infiltrazioni nel suolo, da costruire immediatamente a valle degli scaricatori di piena. Nell'utilizzo delle acque a scopi non potabili si deve privilegiare l'uso di acque opportunamente trattate provenienti dagli impianti di depurazione, rispetto alle acque provenienti da corpi idrici superficiali e sotterranei.

***Piano Regolatore Generale Comunale**:* nel 1970, sulla base di una nuova fotogrammetria aerea, fu assegnata alla firma del prof. ing. Luigi Cosenza la redazione del Piano, adottato nel novembre del 1972 e definitivamente approvato, con sostanziali modifiche da parte della Regione Campania, nel giugno del 1976[17]. Tale Piano è ancora oggi in vigore, pertanto, appare notevolmente datato sia sul piano culturale sia della sensibilità ambientale, anche perché ricalcava le impostazioni razionaliste degli anni '40 ed era, già allora, meno attento al dibattito urbanistico della fine degli anni '60. Tuttavia, ha costituito una tappa importante per il comune fino alla prima approvazione del PTP dei Campi Flegrei nel 1996, quando gran parte degli interventi previsti furono bloccati.
Complessivamente il piano prevede la conservazione del nucleo urbano storico, consolidando aree di più recente edificazione attraverso limitati completamenti e due ampie tipologie di ampliamenti, uno di iniziativa privata e l'altro di edilizia pubblica. La maggiore estensione del territorio è stata adibita a verde vincolato ed a zona archeologica vincolata, ma in molte di queste zone, nonostante il vincolo di inedificabilità, sono state realizzate costruzioni abusive (Fig. 7).

[17] PRG Comune di Bacoli norme di attuazione 1984

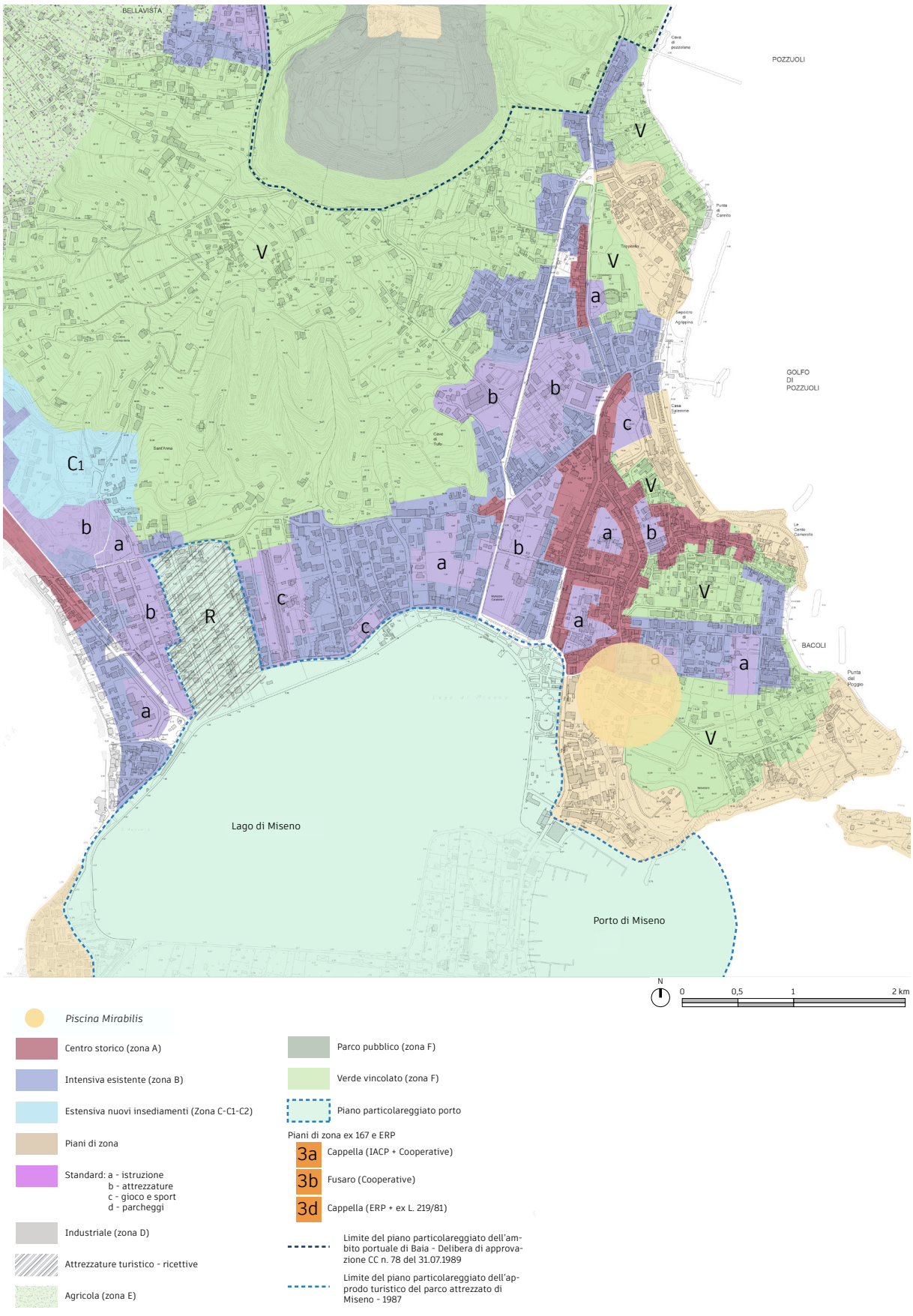


Figura 7. - *Piano Regolatore Generale vigente e sua attuazione.* Rielaborazione su base cartografica: per il territorio di Bacoli Aerofogrammetria comunale 2012.

3.2 Il Grand Tour nei Campi Flegrei

Con il Grand Tour inizia lo sviluppo dei viaggi improntati all'esperienza e all'erudizione, fenomeno diffusosi in tutta Europa dal XVII secolo e destinato a durare fino ai primi del Novecento. Consiste in un viaggio culturale che mira ad approfondire e perfezionare la propria conoscenza del mondo, che prevedeva il ritorno senza limiti temporali nella città di origine dopo aver visitato luoghi nobilitati dall'arte e dalla storia. Grazie alle scoperte di Ercolano e Pompei nacque un'irrefrenabile moda per l'antico tra l'aristocrazia di tutta Europa, promossa soprattutto dai Regnanti di Napoli, i Borbone, in particolare da Carlo III. Dalla metà del Settecento si può affermare con certezza, attraverso le testimonianze di migliaia di opere d'arte che, per i Campi Flegrei, sono passati alcuni dei più grandi artisti.

Pozzuoli e il suo territorio limitrofo appare come uno dei luoghi privilegiati della geografia culturale europea, occupando un posto di rilievo nell'Italia

Figura 8. - Turner, J.M.W. (1798) *In viaggio con Enea. L'approdo a Cuma e l'incontro con la Sibilla.* Olio su tela. 71.8 x 97.2 cm. Yale Center for British Art, Paul Mellon Collection.

Antica e nelle peregrinazioni virgiliane, come negli "*itinerarium deliciae*" e nelle "*deliciae Italiae*" che, a partire da questo momento, si affiancano nella classica biblioteca di viaggio a Plinio, Silio Italico, Strabone, etc, con guide, memorie ed itinerari di moderna compilazione in numero prodigioso, sull'onda del successo di quel mito[18]. Oltre all'immensa produzione letteraria si è aggiunta un'ancora più vasta produzione grafica che spazia dalle mappe alle *gouaches*[19], illustrando l'intera regione, i singoli luoghi e monumenti che la compongono. Questo non significa che l'area flegrea non avesse suscitato in precedenza notevole interesse, fin dal XII secolo il suo fascino si era mantenuto vivo, e il *De Balneis Puteolanis* di Pietro da Eboli[20] (1197), prima guida della zona dedicata all'imperatore Federico II, aveva conosciuto un'ampia divulgazione, molte edizioni miniate e innumerevoli riduzioni, imitazioni e traduzioni, tra cui dodici edizioni quattrocentesche.

L'immagine *tòpos* della terra flegrea ribollente di fuoco e magma, all'epoca dell'eruzione del Monte Nuovo (1538), era già una realtà sedimentata che emergeva nelle antiche memorie mitologiche e nell'iconografia delle miniature, dove sono presenti profonde cavità rupestri, alte montagne dalle cime rosse a causa dei crateri ardenti e improvvisi declivi, restituivano l'iperbole dell'antica terra agitata dai vulcani e costellata di rovine. Lungo le sponde del litorale di Baia, sulle acropoli delle antiche città, o sulle rive dell'Averno, i ruderi flegrei apparivano in parte consumati dal tempo, ma sono rimasti per lo più nella loro originaria configurazione architettonica. Probabilmente non hanno risentito dei diffusi riusi medievali, delle continue spoliazioni, delle alterazioni e delle aggiunte che in altre città come Roma, avevano profondamente compromesso lo studio filologico di molte rovine. Per Pozzuoli, Baia e Cuma, invece, la storia sembrava essersi fermata ai fasti romani, in quanto le incursioni barbaresche da un lato e

[18] Giannetti 1985, 225

[19] Forma francese con cui è spesso indicata, anche in contesti italiani, la pittura a guazzo (sia come tecnica sia come dipinto)

[20] Pietro da Eboli fu un poeta italiano e cronista vissuto tra il XII e XIII secolo. Compose poemi sia di tipo storico-encomiastico sia didascalico.

il bradisismo dall'altro avevano reso, fin dal medioevo, questi luoghi malsicuri e scarsamente frequentati[21].

L'eruzione del Monte Nuovo ha segnato una svolta in quanto ha creato uno spartiacque tra il ritratto 400-500esco del luogo eseguito ad opera degli artisti italiani del Rinascimento e quello dei disegnatori e architetti stranieri, soprattutto fiamminghi, che spingerano sempre più a sud le proprie ricerche allontanandosi da Roma. Questi artisti del nord erano cresciuti all'ombra delle cattedrali gotiche e dei centri commerciali del Nord Europa, dove la memoria classica si fa sentire soprattutto attraverso le opere di Strabone, Orazio, Properzio e Marziale. Hanno costruito un nuovo ritratto dell'antico, in cui il punto di vista dei luoghi si discosta dalla realtà oggettiva, dall'idea di ciò che viene "visto", per focalizzare l'attenzione sull'osservazione della natura e del paesaggio, caratterizzato dalle rovine, consumato dal mare a causa del bradisismo; esso evoca stretti legami tra natura e storia, tra presente e passato. Da queste suggestioni è nato un nuovo significato di "monumento", riferito non solo alle rovine gloriose, ma anche a questa natura mirabile.

Era l'epoca dei *descrittori*, e dei loro fondatori Fabio Giordano[22] e Benedetto De Falco[23], il cui amore per l'antico, se avesse incontrato l'esigenza interiore, avrebbe trovato anche uno sfondo, saldamente radicato in una dottrina adeguata, per la sua solidità e diversità, con il compito di studiarlo e comprenderlo. Anche Ferrante Loffredo[24], Scipione Mazzella[25] e Giulio Cesare Capaccio[26] hanno seguito il percorso da loro tracciato, nei quali i trattati sulle antichità flegree, quando sono emersi dopo il catastrofico terremoto del 1538, sono stati affettuosamente riconosciuti da esperte illustrazioni. Francesco de Hollanda[27] e Francesco Villamena[28] hanno saputo rappresentare in disegni e immagini luoghi e monumenti con l'affascinante bellezza caratteristica delle antiche Cuma, Baia e Pozzuoli[29].

Nel castello weimariano di Tiefurt, si possono osservare immagini del teatro di Pozzuoli, del tempio di Mercurio di Baia, della tomba di Agrippina a Bacoli, queste testimoniano il soggiorno presso i Campi Flegrei della duchessa Anna Amalia[30] e

[21] Di Liello 2017, 135-136

di Herder[31]; egli l'avrebbe definita:

> "*La regione da cui sono sorte tutte le antiche favole poetiche intorno al Paradiso e all'Inferno*." (Goethe 1787)

Il ruolo dei Campi Flegrei nella cultura europea del Settecento doveva ancora essere indicato nel saggio sui viaggiatori del XVI e XVII secolo, o nelle intuizioni e nei rilievi che Ferdinando Bologna[32] avrebbe trascritto in un saggio sulle scoperte di Ercolano e Pompei.

Se il Grand Tour d'Italia nell'immaginario collettivo è un viaggio necessario per tutti gli aristocratici e gli intellettuali europei, allora il viaggio di Johann Wolfgang von Goethe[33] ne rappresenta l'archetipo. I Campi Flegrei lo hanno affascinato particolarmente, stimolandogli profonde riflessioni che lo hanno portato a scoprirsi un meticoloso scienziato e un curioso geologo; Goethe ha aiutato a comprendere le variazioni del paesaggio italiano attraverso i secoli. Nel marzo

---

[22] Fabio Giordano nacque a Napoli nel 1539, si dedicò fin da giovane allo studio del latino e del greco; volse le sue attenzioni alle materie giuridiche, divenendo in breve tempo un rinomato giureconsulto. A questo periodo della sua vita risale la prima pubblicazione di alcune sue poesie. Morì a Napoli, intorno al 1609.

[23] Benedetto De Falco fu letterato napoletano del XVI sec., pubblicò una descrizione dei luoghi antichi di Napoli (1535), un Rimario (1535), che è il primo rimario italiano non limitato a un singolo autore, e varie altre opere per lo più d'argomento grammaticale.

[24] Ferrante Loffredo nacque nei primissimi anni del Cinquecento, fu avviato alla carriera militare e militò, al comando di una compagnia di cavalieri, nell'esercito ispano-imperiale che combatteva i Francesi in Lombardia e in Piemonte. Fu molto vicino al viceré Toledo. Morì nel 1573.

[25] Scipione Mazzella nacque a Napoli intorno alla metà del XVI secolo. Scrittore e storico, iniziò a pubblicare alla metà degli anni Ottanta e fu in contatto con l'ambiente letterario e intellettuale di Cosenza. Si dedicò anche all'attività editoriale. Morì nei primi anni del XVII secolo.

[26] Giulio Cesare Capaccio nacque a Salerno nel 1552. Venne avviato agli studi filosofici dai padri domenicani, si mostrò interessato soprattutto all'erudizione antiquaria. Nel 1592 abbandonò improvvisamente Napoli e si ritirò a vivere a Campagna, dove si diede all'insegnamento letterario.

[27] Francesco de Hollanda nacque a Lisbona nel 1517, è stato pittore, teorico dell'arte, miniaturista; fu il maggior esponente della cultura rinascimentale nel Portogallo. La sua importanza culturale e storica è legata alla sua opera teorica ed in particolare al trattato *De Pintura Antiga* in cui espone una completa teoria estetica incentrata sul Neoplatonismo e sulla figura di Michelangelo. Morì nel 1585.

[28] Francesco Villamena fu pittore, disegnatore e incisore, nacque ad Assisi nel 1566 e morì a Roma nel 1626, dove si stabilì per la prima volta verso il 1590. Svolse negli anni successivi una intensa attività incisoria, ha inciso composizioni proprie e ha riprodotto opere di Raffaello, Caliari, Barocci, Muziano, Giulio Romano e altri.

[29] Vitucci 1977, 407-408

1787 Goethe ha limitato la sua visita dei Campi Flegrei in un viaggio frettoloso a Pozzuoli, visitando il tratto dagli Astroni alla Solfatara; esperienza non priva di effetto, infatti è stata suscitatrice di pensieri sulle *Vicende della natura e della storia*. Una visione rapida e memorabile perché il significato delle rovine non è affatto idilliaco, ma è segnato da una profonda malinconia, da un esistenzialismo immediato e folgorante della stessa terra.

3.2.1 Raffigurazioni della *Piscina Mirabilis* durante il Grand Tour

Oggi come allora entrare all'interno di questo monumento suscita una grande sensazione di stupore, la stessa che ha affascinato gli intellettuali che hanno intrapreso l'esperienza del Grand Tour. Gli imponenti pilastri cruciformi e il susseguirsi delle navate configurano la spazialità interna della *Piscina Mirabilis*, conferendole l'aspetto di una cattedrale sotterranea.

Letterati, cartografi, pittori e incisori hanno percorso la scalinata originaria per immergersi in questo luogo carico di cultura e storia, che li ha spinti ad imprimere nella loro memoria l'immagine che avevano dinanzi attraverso disegni e incisioni. Le produzioni grafiche sono state poi pubblicate come testimonianza dello stato di conservazione dell'epoca, per tramandare e diffondere la conoscenza della *Piscina Mirabilis*.

Inoltre, all'interno è possibile scorgere numerosi graffiti appartenenti ad uomini

---

[30] Anna Amalia, figlia del duca Carlo di Brunswick e di una sorella di Federico il Grande, nacque nel 1739 e morì nel 1807. Si impegnò a mantenere nella vita dei circoli della corte un tono di costante ed elevata intellettualità. A Weimar, a Tiefurt, al Belvedere ispirò la costruzione di nuovi edifici e giardini e promosse la fondazione di nuove istituzioni culturali, come il museo e il teatro; inoltre favorì il sorgere di una fiorente vita musicale.

[31] Herder nacque a Mohrungen nel 1744 e morì a Weimar nel 1803, è stato un filosofo, teologo e letterato tedesco. Nel 1762 si trasferì a Königsberg per studiarvi medicina; ma subito si rivolse alla teologia. A Riga nel 1764 iniziò la sua attività pubblicistica.

[32] Ferdinando Bologna fu storico dell'arte, nato a L'Aquila nel 1925. Dopo gli studi a Roma è stato, giovanissimo, funzionario della Soprintendenza di Napoli; un costante interesse per l'arte meridionale emerge nella sua ricerca e nelle mostre curate a Napoli e a Salerno.

[33] Johann Wolfgang von Goethe, poeta, narratore, drammaturgo tedesco, nacque a Francoforte sul Meno nel 1749 e morì a Weimar nel 1832. Genio fra i più poderosi e poliedrici della storia moderna, si manifestò in un'epoca in cui ormai risultava operante la consapevolezza d'una acquisita libertà di sentimenti e di espressione. Studiò legge a Lipsia, dove iniziò a comporre poesie e commedie, e dal 1770 proseguì gli studi a Strasburgo. Sono anni decisivi di letture e di riflessioni, che segneranno la prodigiosa produzione del quinquennio successivo.

illustri dell'epoca, i quali hanno lasciato una firma nel rivestimento di cocciopesto. Tra i famosi visitatori vi sono stati anche Mozart, Goethe, Dumas.

Di seguito vengono riportate alcune delle stampe che sono state pubblicate durante il XVIII e il XIX secolo.

Figura 9. - *Zuccagni Orlandini, A. (1845). La Piscina Mirabilis nella provincia di Napoli.* Incisione su rame all'acquaforte. 295 x 380 mm. *Atlante illustrativo, ossia Raccolta dei principali monumenti italiani antichi, del Medio evo e moderni, e di alcune vedute pittoriche.* Vol. 2. Firenze.

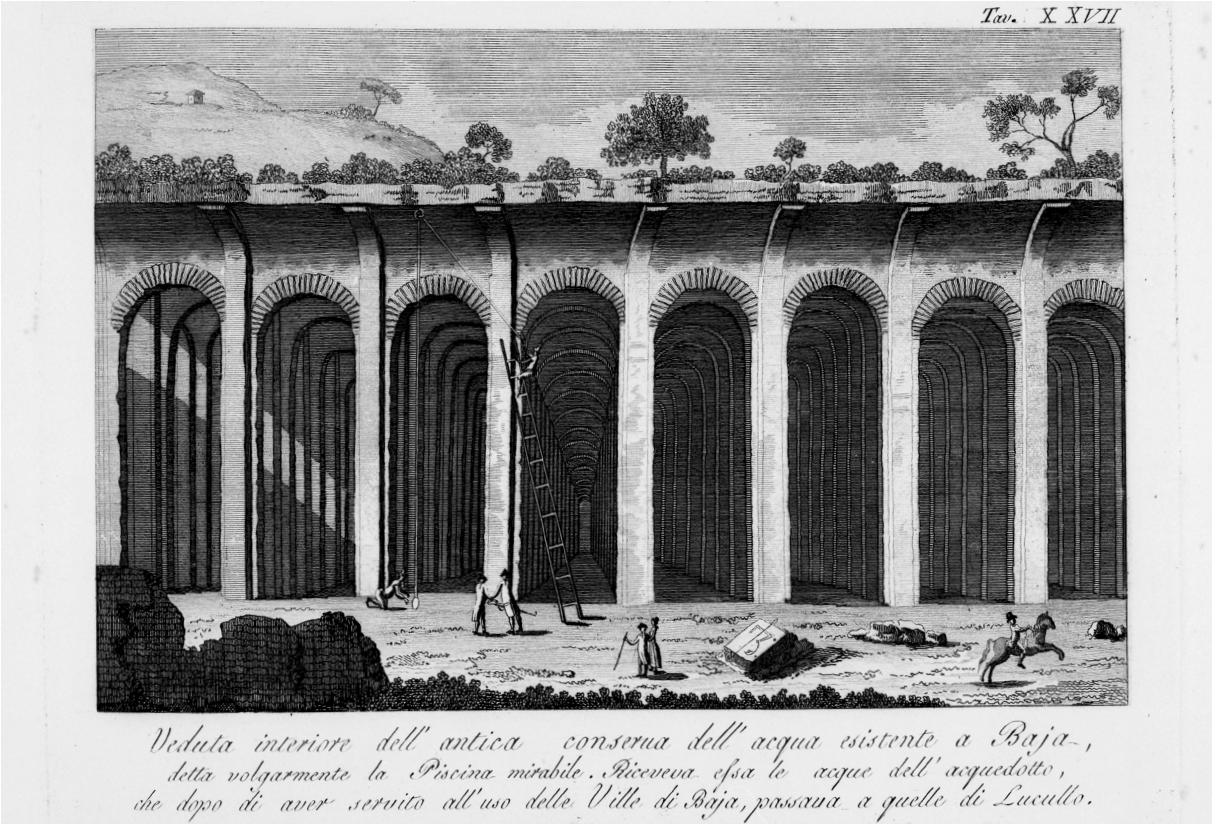


Figura 10. - Olivieri, B. (1770). *Veduta interiore dell' antica conserva dell' acqua esistente a Baia.* Acquaforte/bulino. 187 x 250 mm. Petrucci, C.A. (1953). *Catalogo generale delle stampe tratte dai rami incisi posseduti dalla calcografia nazionale.* Roma. Libreria dello Stato. 88.

Figura 11. - Morghen, F. (1766). *Vista a Ponente della Famosa Piscina Mirabile.* Incisione. 290 x 390 mm. The British Museum.

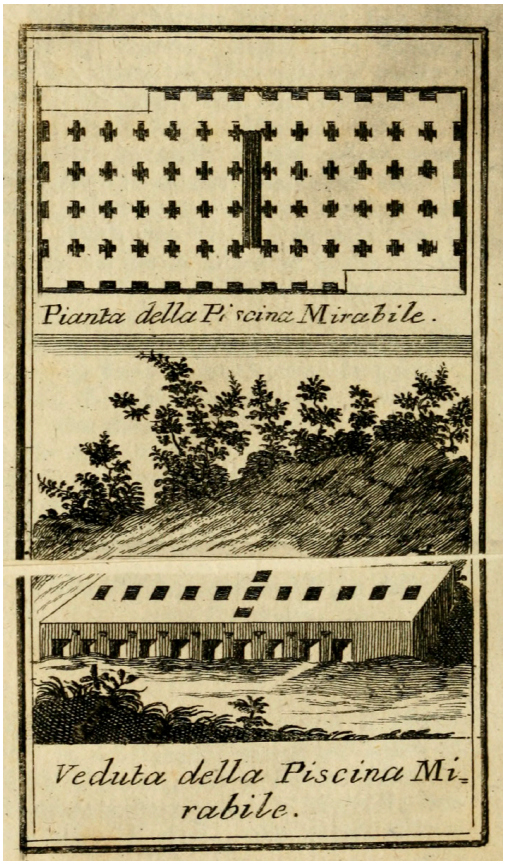


Figura 12. - Sarnelli, P. (1769). *La guida de' forestieri, curiosi di vedere, e di riconoscere le cose più memorabili di Pozzuoli, Baia, Cuma, Miseno, Gaeta, ed altri luoghi circonvicini. Napoli. 86.*

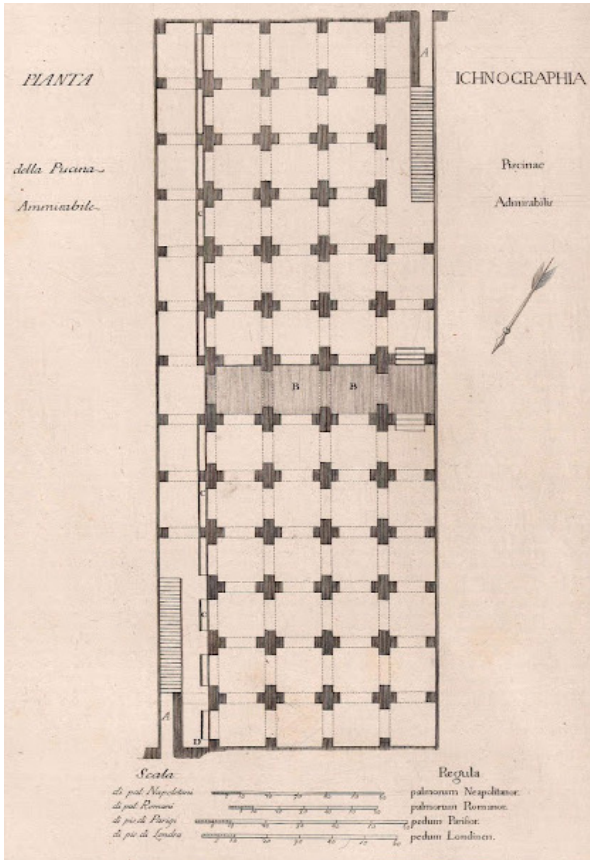


Figura 13. - Rajola, T; Fiorillo, N. (1768). *Pianta della Piscina Mirabile, piano terra della vaschetta Piscina Mirabilis a Bacoli.* Paoli, P.A. (1768). *Avanzi delle antichità esistenti a Pozzuoli Cuma e Baia.* Napoli. tav. LXII.

Figura 14. - Gigante, G. (1822). *Veduta della Piscina Mirabile Bacoli.* Disegno a matita e penna. 330 x 210 mm. Certosa e Museo Nazionale di San Martino. Napoli.

Figura 15. - Natali, G. B. III; Volpato, G. (1768). *Piscina Mirabilis.* Paoli, A.P. (1768). *Avanzi delle antichità esistenti a Pozzuoli Cuma e Baia.* Napoli.

4. La *Piscina Mirabilis*

4.1 Analisi architettonica

Fin dai tempi delle prime civiltà, dal III millennio a.C. circa, in tutta la regione del Mediterraneo e del Vicino Oriente, la popolazione si è affidata alla raccolta del deflusso delle piogge in impianti di stoccaggio dell'acqua, ovvero in cisterne impermeabilizzate da uno strato di intonaco di calce, costruite nei pavimenti delle case. Questi primi sistemi venivano utilizzati per raccogliere il deflusso dalle colline, dai cortili aperti e dai tetti, per scopi domestici[1]. Le antiche tecnologie idriche delle cisterne erano caratterizzate da semplicità, facilità di funzionamento e assenza di controlli complessi, aspetti che dovrebbero essere considerati come potenziali modelli di tecnologie idriche sostenibili per il presente e il futuro. Durante i tempi biblici, le cisterne venivano anche usate come camere sotterranee, nascondigli per i fuggitivi, luoghi di sepoltura e come celle di prigione; sono diventate la caratteristica essenziale di una città ben progettata, in tempi più contemporanei. L'incremento demografico durante l'epoca romana ha portato ad un aumento delle dimensioni e alla combinazione delle cisterne con le imponenti costruzioni di trasporto dell'acqua. I serbatoi romani, invece, erano di solito posti in basso nel terreno o sotterranei, tipicamente coperti per mezzo di volte sostenute da file di colonne, pilastri o muri forati per permettere all'acqua di circolare; apparivano come una sorta di sala ipostila sotterranea. Durante i secoli dell'età imperiale romana, i serbatoi sono stati realizzati con diverse forme architettoniche e tecniche di muratura: archi trasversali voltati a botte, gruppi di pilastri portanti e muri realizzati in pietra e mattone.

[1] Mays; Antoniou; Angelakis 2013, 1923

4.1.1 Analisi e rilievo del sito

> *La fornitura di un'abbondante riserva di acqua dolce sufficiente per i bisogni della guarnigione era una parte necessaria dei preparativi militari per lo stazionamento della Classis Praetoria Misenas nel Bacino Miseno, e i Romani costruirono un grande serbatoio insieme ad altre opere portuali già nel bacino di Augusto che è architettonicamente e monumentalmente una delle più belle strutture del suo genere.* (Maiuri 1958, 98)

L'edificio chiamato *Piscina Mirabilis*, in riferimento all'imponenza della sua pianta e al notevole effetto architettonico, si trova a sud del Comune di Bacoli, a circa 300 m dal punto più vicino alle spiagge del porto interno di Miseno, e ad un'altezza di circa 30-40 m slm. I romani hanno scavato, per una profondità di 15 m, un immenso serbatoio rettangolare nel banco di tufo lungo 72 m e largo 25 m. La volta è sostenuta da archi, le cui dimensioni sono di circa 7 m di altezza e 5 m di larghezza, e 48 pilastri cruciformi, i quali presentano il fusto principale di un metro quadrato e i bracci 60 cm x 60 cm. I pilastri sono disposti in 4 file lungo l'asse longitudinale maggiore e in 12 file su quello minore, creando rispettivamente 5 navate più lunghe e 13 più corte, che conferiscono all'edificio l'aspetto maestoso di una cattedrale. Gli intervalli sull'asse lungo dell'edificio sono uguali, mentre gli intervalli sull'asse corto trasversale rivelano che la distanza tra i muri esterni e la linea adiacente di pilastri sull'asse lungo, è di un metro meno rispetto alle altre linee. Presenta due ingressi a gradini, l'ingresso principale a nord-ovest (Fig. 1, 2), e uno secondario a sud-est (Fig. 3), il quale risulta chiuso per motivi di sicurezza. La struttura non è interamente sotterranea, in quanto solo le pareti nord-ovest, sud-ovest-est sono poste nel fianco della collina.

La *Piscina Mirabilis* viene considerata uno dei più grandi serbatoi romani mai conosciuti fino ad ora con una capacità volumetrica di 12.600 m^3 di acqua, proveniente da Serino, che si riversava all'interno tramite un'apertura posta vicino all'ingresso nord-ovest (Fig. 4).

Figura 1. - *Ingresso nord-ovest dall'esterno.*
Sopralluogo maggio 2021.

Figura 2. - *Vista della Piscina dal pianerottolo delle scale di ingresso a nord-ovest.*
Sopralluogo maggio 2021.

Figura 3. - *Ingresso a sud-est, non agibile.*
Sopralluogo maggio 2021.

Figura 4. - *Localizzazione del probabile punto di immissione dell'acqua del Serino.*
Sopralluogo maggio 2021.

Proprio al centro dell'impianto si trova una vasca profonda 1,10 m, usata come piscina limaria (Fig. 5) per la pulizia periodica del serbatoio, e inclinata verso una piccola apertura all'estremità sud (Fig. 6).

Figura 5. - *Piscina limaria posta al centro dell'impianto romano.*
Sopralluogo maggio 2021.

Figura 6. - *Piccola apertura posta sul fondo della piscina limaria, finalizzato all'esportazione dei sedimenti durante la fase di decantazione dell'acqua.* Sopralluogo maggio 2021.

La navata centrale presenta una serie di aperture nelle volte, una delle teorie afferma che attraverso esse l'acqua veniva sollevata tramite motori idraulici sulla terrazza di copertura del serbatoio, e successivamente incanalata verso il porto e verso l'abitato[2]. Altre teorie ipotizzano l'esistenza di un condotto di uscita posto in corrispondenza dell'entrata sud-est non ancora scoperto a causa delle stratificazioni successive.

Le pareti della *Piscina Mirabilis* sono state realizzate in *opus reticolatum*, con corsi di livellamento in mattoni (Fig. 7a, 7b), e con la tecnica dei pilastri in tufo, entrambi ricoperti da uno spesso strato impermeabile di *opus signinum* (Fig. 8a, 8b).

[2] Maiuri 1958, 100. vedi. Sarnelli, P. (1769). 172-179. Panvini, P. (1818). 117-121.

Figura 7a. - *Opus reticolatum del muro vicino all'ingresso nord-ovest.* Sopralluogo maggio 2021.

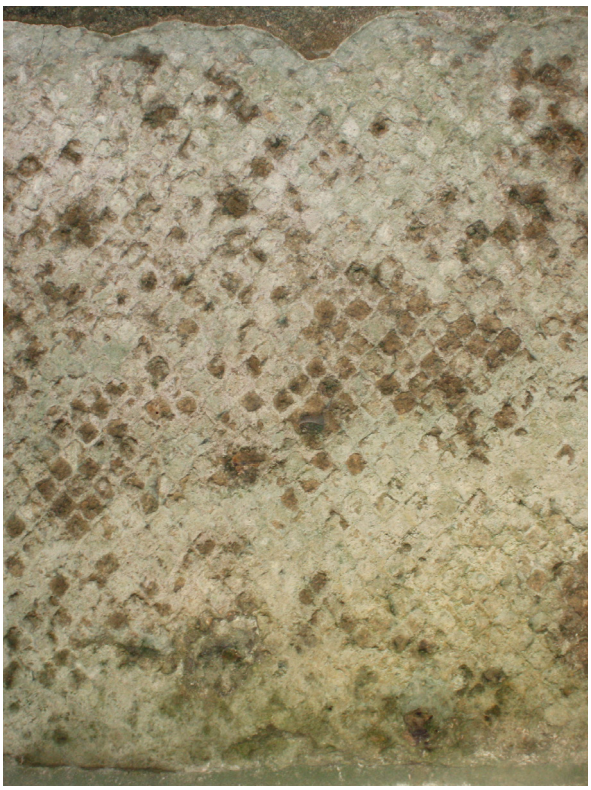


Figura 7b. - *Opus reticolatum di una campata interna.* Sopralluogo maggio 2021.

Figura 8a. - *Opus signinum e strato di calcare.* Sopralluogo maggio 2021.

Figura 8b. -*Particolare stratificazioni: opus reticolatum, opus signinum, e calcare.* Sopralluogo maggio 2021.

La quota del pavimento è rimasta al livello originario, sia in quello dell'area principale che in quello della piscina limaria, e la prova è dimostrata da un segno di inondazione sui pilastri a circa 1,5 m sopra il pavimento e dal fatto che dopo una pioggia molto forte nel 1968 alcuni centimetri di acqua giacevano stagnanti sul pavimento[3]. L'acqua è rimasta fino alla dispersione per evaporazione dopo diversi giorni, in quanto non c'era alcun segno di drenaggio o infiltrazione attraverso il pavimento, o qualsiasi apertura speciale.

Lungo il lato esterno nord-ovest, nel corso del I secolo d.C., sono stati realizzati 12 ambienti, utilizzati probabilmente come botteghe e depositi. Sono caratterizzati da una copertura voltata e da una struttura in *opus reticolatum* con corsi di mattoni; nel secondo si conserva una parte di pavimento con tessere di mosaico a forma di labirinto e un pannello centrale intarsiato di bianco con tessere policrome in pietra calcarea (Fig. 9, 10).

Figura 9. - *Fotografie dei 12 ambienti esterni di epoca successiva.* Sopralluogo maggio 2021.

Figura 10. -*Particolare di uno dei 12 ambienti esterni.* Sopralluogo maggio 2021.

[3] Paget 1959, 16. vedi. Damiano, N. et al. (2010), 38-49.

Segue una descrizione più dettagliata delle 5 navate della *Piscina*:

- ***Navata A***: posta a nord-est, è formata dal muro esterno a est e dalla linea di pilastri, il cui pavimento è sollevato di 0.50 m sopra il livello del pavimento generale. C'è una curva concava di grande diametro per il pavimento contro il muro, il cui scopo rimane irrisolto. All'estremità nord-occidentale della navata A costruita addossata al muro nord-est, c'è una scala di accesso con 42 gradini, attualmente usata come ingresso principale; non presentando muro di protezione antico verso l'interno, è stata inserita dalla Soprintendenza una scala metallica posta al di sopra di quella originale per consentire un accesso in sicurezza. Le aperture, o pozzi di luce nelle pareti laterali sono situati sopra il livello del suolo; quelle nel muro nord-est nella navata A sono state bloccate dall'aggiunta dell'arcata. L'illuminazione è concentrata in modo da lasciare particolarmente scuro l'angolo sud-ovest, dove si trova l'arco bloccato.
- ***Navata B***: gli archi che sostengono il tetto nella navata A corrono longitudinalmente, mentre nella navata B corrono sull'asse minore dell'edificio. Non ci sono luci sul tetto, né finestre nelle pareti di fondo di questa navata.
- ***Navata C:*** è la navata centrale dell'edificio, presenta una luce sul tetto tra ogni linea trasversale di pilastri, e una finestra nella parete sud-ovest.
- ***Navata D***: una copia speculare della navata B, con l'eccezione che c'è una finestra nella parete sud-ovest. Non ci sono luci sul tetto.
- ***Navata E***: l'arco longitudinale a supporto del tetto è simile a quello della navata A. Ci sono lucernari tra le linee trasversali dei pilastri e finestre tra le linee di altri pilastri. All'estremità sud-occidentale della navata, c'è una scala di accesso simile a quella nell'angolo opposto dell'edificio, ma avente 38 gradini.

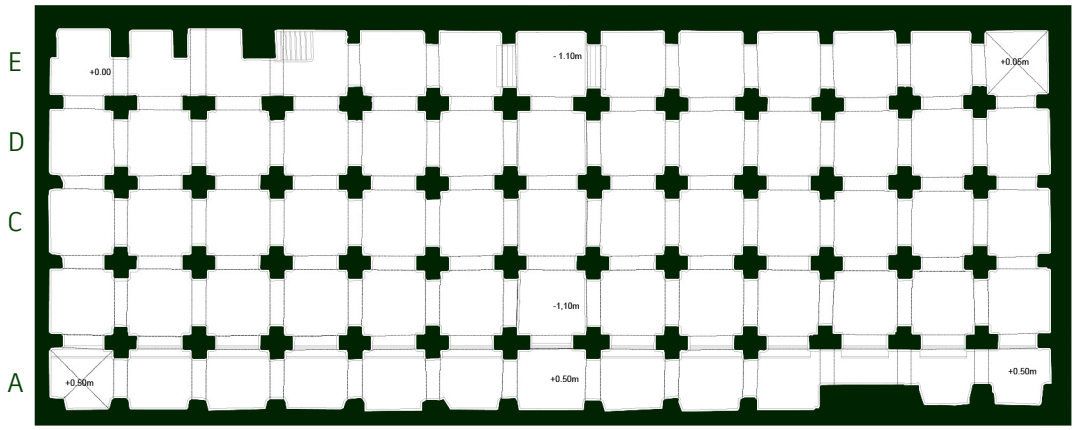
Una rampa di scale, posta a destra dell'ingresso nord-ovest, consente l'accesso alla copertura della *Piscina Mirabilis*. Attualmente risulta praticabile solo per opere di manutenzione, pertanto non è visitabile da parte degli utenti. Le aperture nelle volte a botte sono chiuse grazie all'utilizzo di grate metalliche ordinarie.

Figura 11. - *Scale di accesso alla terrazza, ora non praticabile*. Sopralluogo maggio 2021.

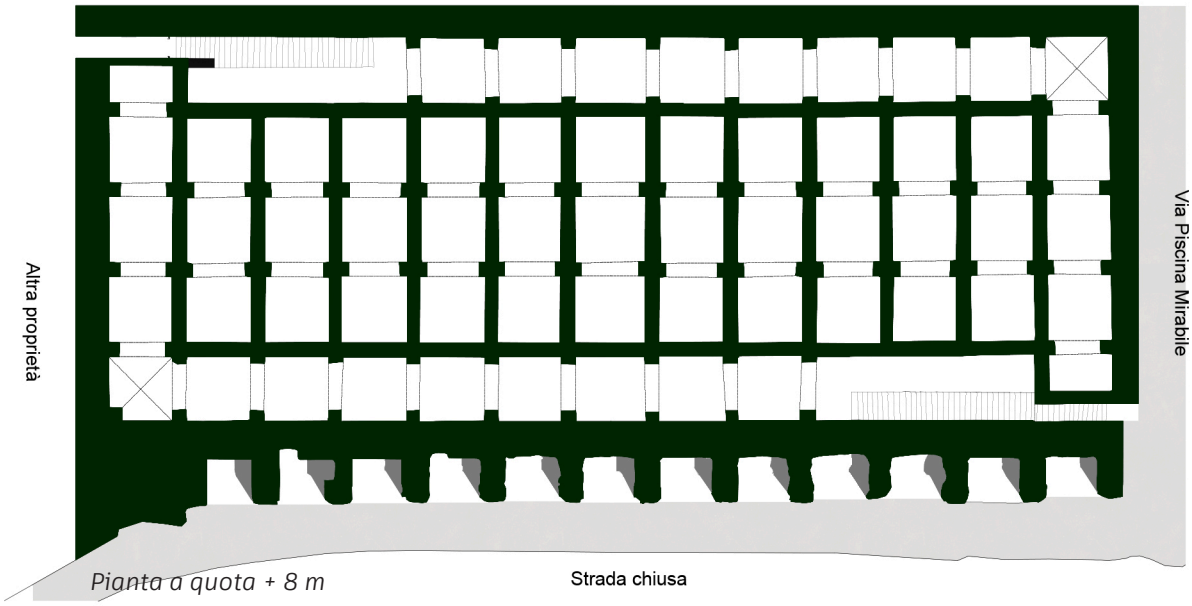
Figura 12. - *Terrazza, particolari grate di chiusura delle aperture*. Sopralluogo maggio 2021.

Figura 13. - *Terrazza, particolari grate di chiusura delle aperture*. Sopralluogo maggio 2021.

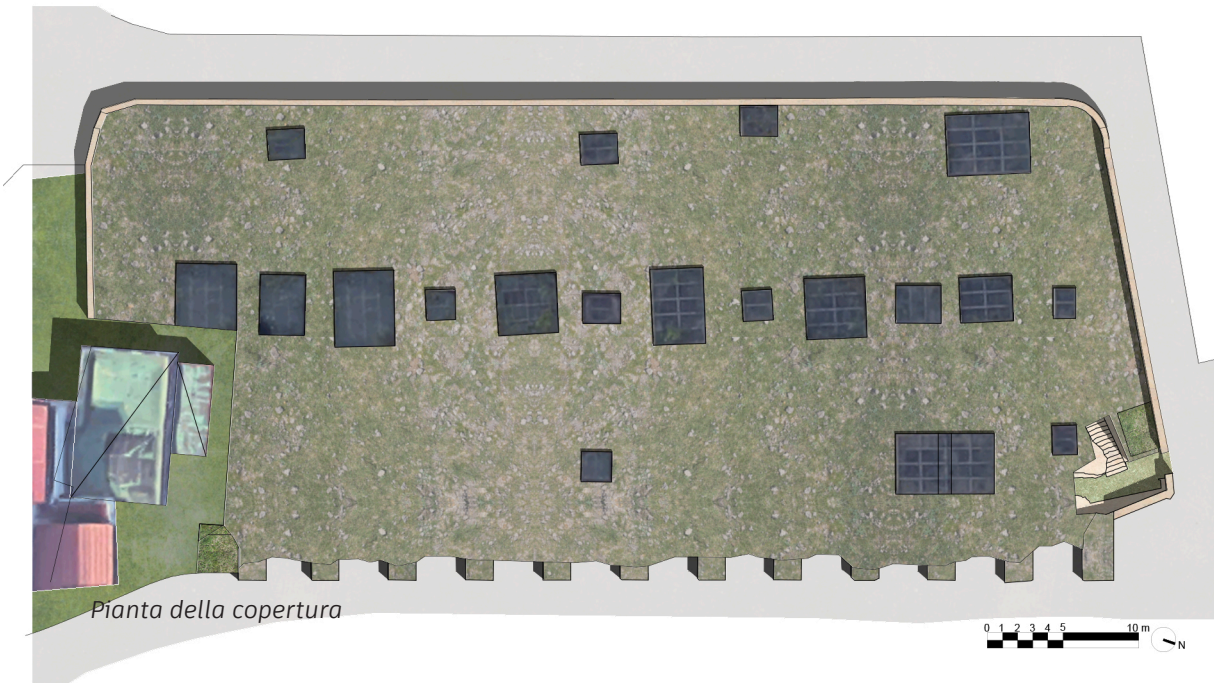
Figura 14. - *Vista di una campata interna da una grata della terrazza*. Sopralluogo maggio 2021.



Pianta a quota + 1,50 m



Pianta a quota + 8 m



Pianta della copertura

Figura 15. - *Restituzione grafica del rilievo effettuata in data 12/05/2021 e 18/03/2022.* Integrazione parti mancanti su fonte fornita dal Parco Archeologico dei Campi Flegrei.

Prospetto nord -ovest

Sezione A-A'

Sezione B-B'

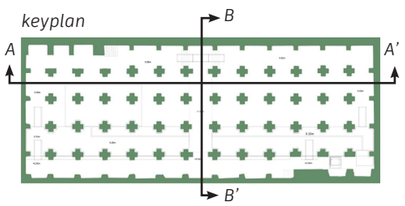


Figura 16. - *Restituzione grafica del rilievo effettuata in data 12/05/2021 e 18/03/2022.* Integrazione parti mancanti su fonte fornita dal Parco Archeologico dei Campi Flegrei.

4.1.2 Analisi delle tecniche costruttive e dei materiali

Sulla base delle testimonianze attualmente conosciute[4] il passaggio dall'*opus incertum* all'*opus reticulatum* avviene nell'ultimo quarto del I secolo a. C. Il ricorso a questa nuova disposizione delle pietre, inserite in modo che la facciavista fosse un *quadrato sulla punta*, poneva il problema dell'accostamento degli angoli. Il problema è stato risolto in un primo momento con l'utilizzo di catene angolari di mattoni con taglio a dente di sega, che meglio si inserivano nel disegno reticolato. L'opera reticolata è stata generalmente impiegata nell'Italia centrale e centromeridionale alla fine dell'età repubblicana; Vitruvio considerava questo tipo di muratura il più rappresentativo della sua epoca. Nei centri vesuviani sono stati rivestiti monumenti pubblici e privati di Ercolano, innumerevoli edifici di Pompei, dove la migliore espressione dell'opera reticolata si ha nel muro meridionale del *Macellum*. Nell'area in cui l'*opus reticulatum* si è sviluppato, esso resta in uso per tutto il I secolo, diradandosi, fino a scomparire, soppiantato dal crescente uso del mattone. All'epoca di Antonio Pio (138-161 d.C.) risalgono gli ultimi esempi di opera reticolata.

Con *opus mixtum*, ovvero opera mista, si intendono i paramenti nei quali venivano impiegati insieme pietre e mattoni. Questa tecnica è stata impiegata a Pompei in concorrenza e in opposizione all'*opus reticolatum*, fino all'eruzione del Vesuvio nel 79 d.C; al contrario dell'opera reticolata, la tecnica mista non scomparirà del tutto, poiché sarà usata sistematicamente in Gallia e nel resto della penisola italiana. Nell'opera mista il paramento in pietra con fasce alternate di mattoni può presentarsi con rapporti molto diversi: nella maggior parte dei casi le fasce corrispondevano all'altezza di una giornata di lavoro e lo spazio compreso tra una fascia e l'altra coincideva con i vari piani dell'impalcatura, dimostrati dai fori per i pali della struttura[5].

---

[3] Adam, J.P. (1996) Rivoira, G.T. (1921). Cozzo, G. (1997). Giovannoni, G. (1931). Pellati, F. (1940). Lugli, G. (1957).

[5] De Feo, Napoli 2007, 131-138. vedi. Giuliani, C. F. (2006).

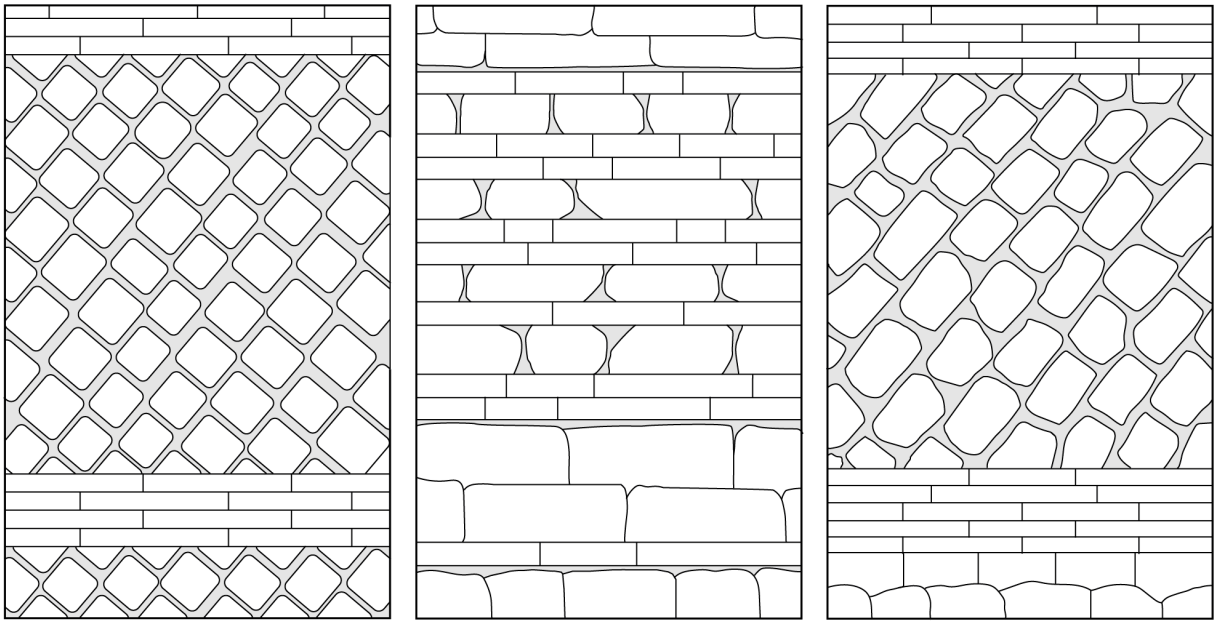


Figura 17. - *Schema costruttivo dei diversi opus che si sono susseguiti nei secoli.*

Figura 18. - *Campata interna della Piscina in cui è evidente l'utilizzo della tecnica romana dell'opus reticolatum.* Sopralluogo maggio 2021.

Sezione A-A'

Sezione B-B'

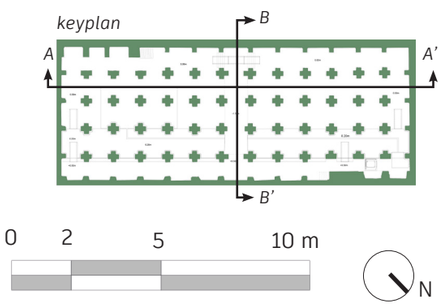
LEGENDA

Opus reticolatum

Opus vitatum

Opus incertum

Figura 19. - *Tecniche costruttive riscontrabili all'interno della Piscina Mirabilis. Prospetto nord-ovest, sezione longitudinale A-A' e trasversale B-B'.*



L'uso intensivo della muratura e delle malte di calce ha portato i romani a rivestire le pareti interne con intonaci, con lo scopo di proteggere e decorare le strutture portanti. L'applicazione di spessi strati di intonaci è accertata in Campania dal III secolo a.C.; alcuni esempi pompeiani sono sopravvissuti al cambiamento di gusto dei proprietari, attestando la buona qualità dei rivestimenti. Vitruvio raccomanda che un intonaco di buona qualità doveva essere costituito da sette strati successivi, di diversa composizione: un primo strato grossolano, tre strati di malta con sabbia e infine tre strati di malta mista a polvere di marmo. Plinio, invece, ne raccomandava solo cinque: tre strati di malta di sabbia e due di calce e marmo. Nella pratica più comune i rivestimenti esterni e interni si componevano solo di tre strati sovrapposti. Il primo strato veniva applicato direttamente alla struttura muraria, il quale aderiva con facilità ai muri; era composto di calce di sabbia non vagliata, in modo da conservare una certa granulosità. Un altro sistema prevedeva l'introduzione di frammenti ceramici o marmorei; tale metodo conferiva all'intonaco una certa solidità durante la presa, evitando il formarsi di crepe e aumentando l'aderenza del secondo strato. La seconda applicazione, dallo spessore di circa 2-4 cm era costituita da una malta di sabbia più fine vagliata; successivamente la superficie di questo strato veniva lisciata con il frettazzo, che permetteva la posa di un intonaco di finitura molto accurata. L'ultimo strato molto sottile, di 1-2 mm, era costituito da calce pura accuratamente lisciata[6].

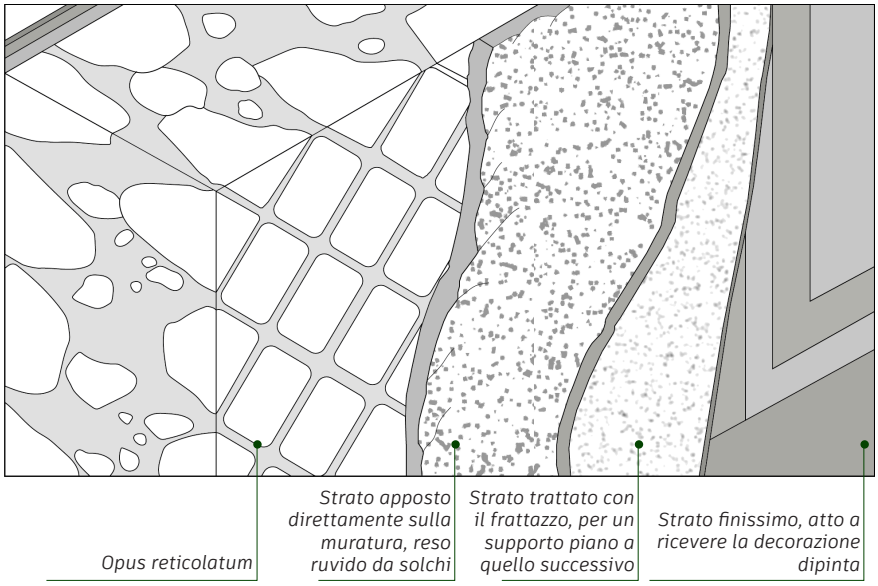


Figura 20. - *Muratura in opera reticolata rivestita di stucco.* Rielaborazione da: Adam 1996, 236.

[6] Adam 1996, 235-238

Analizzando nel dettaglio la *Piscina Mirabilis*, alcuni studiosi (Rispoli, C.; Graziano, S.F.; De Bonis, A.; Cappelletti, P.; Esposito, R.; Talamo, P.) hanno eseguito un'importante ricerca, in collaborazione con gli archeologi e la Soprintendenza Archeologia della Campania; si sono occupati della caratterizzazione di antiche malte idrauliche presenti all'interno della *Piscina Mirabilis*[7]. Sono stati raccolti e analizzati sedici campioni di malta, undici dai pilastri e cinque dai muri.
Al fine di una corretta identificazione del tipo di malta è stata utilizzata un'analisi visiva macroscopica, la quale ha mostrato malte di colore marrone chiaro, con aggregati grossolani di diametro variabile da 4 mm fino a 12 mm, costituiti da cocciopesto e frammenti di tufo vulcanico[8]. Si nota inoltre la presenza di frequenti noduli bianchi di 2-4 mm, costituiti da calce reagita, apparentemente prodotti dalla lunga reazione della calce con materiali pozzolanici. Altri campioni, invece, mostrano l'aggregato grossolano costituito solo da tufo vulcanico e scorie pomice; sono sempre presenti noduli bianchi[9].

I materiali rinvenuti da coloro che si sono occupati dello studio sopra citato sono i seguenti:

- *Aggregato a grana grossa* (d > 4 mm): I romani si riferivano generalmente agli aggregati di macerie di dimensioni decimetriche come i *caementa*, costituiti principalmente da frammenti di tufo e cocciopesto. Il tufo vulcanico mostra una matrice cineritica predominante, che incorpora pomice, frammenti litici e fenocristalli, e mostra una tessitura piroclastica a grana fine.
- *Cocciopesto*: I frammenti di cocciopesto mostrano un diametro anche superiore a 12 mm. È un aggregato che si ottiene mescolando una parte di calce, due parti di sabbia e una parte di pozzolana o polvere, ottenuta dalla macinazione di materiali ceramici, come piastrelle, mattoni e ceramiche per ottenere la granulometria desiderata[10].

[7] Rispoli et al. 2015, 268-69
[8] De' Gennaro, et al. 2000, 17-35
[9] Vola, et al. 2011, 561-562
[10] Collepardi et al. 2009

- *Scoria e pomice*: entrambi questi clasti sono presenti nel tufo e formano particelle discrete all'interno della matrice di cemento. La pomice mostra forme arrotondate, con la tipica tessitura pomicea. Le scorie mostrano un bordo di reazione con la calce, sfumando gradualmente nella massa del calcestruzzo.
- *Grani bianchi*: sono grumi induriti di calce reagiti con l'acqua.
- *Fenocristalli*: sono cristalli magmatici presenti sia nella massa di base che nell'aggregato vulcanico. Essi provengono probabilmente dalla sabbia fine di cocciopesto utilizzata nell'impasto, o dall'aggregato di tufo frantumato durante la preparazione dell'impasto per il getto della malta.
- *Matrice cementizia*: definita dai Romani come *opus caementitium*. Si tratta di un materiale idraulico composto dal prodotto della reazione di acqua, calce (o calce idraulica) e materiali pozzolanici. La pozzolana è un materiale che per natura possiede qualità straordinarie, si trova nella zona vulcanica dei Campi Flegrei e nelle terre circostanti il Vesuvio; il suo potenziale emerge nella fase di indurimento che avviene anche in presenza di acqua.

In conclusione, gli esami mineralogici eseguiti dagli studiosi sui campioni di malta della *Piscina* confermano la provenienza dal Tufo Giallo Napoletano. L'aggregato principale è il cocciopesto, caratterizzato da una miscela di calce, pozzolana e una parte dell'inerte formato da tegole, mattoni e ceramiche frantumate; è proprio la presenza di cocciopesto che conferisce idraulicità alla malta.

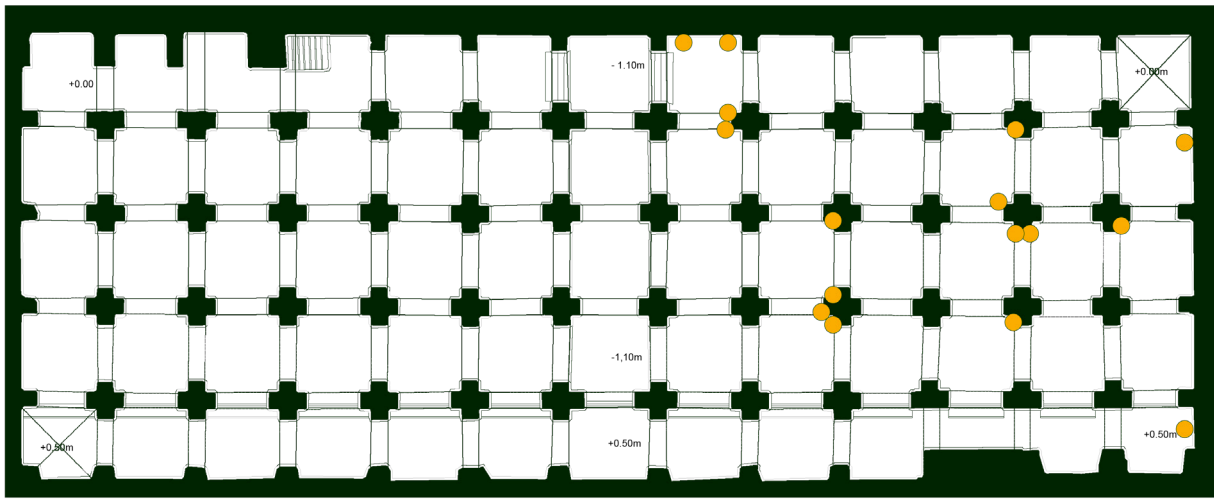


Figura 21. - *Localizzazione 16 campioni di malta da parte degli studiosi. Restituzione grafica del rilievo effettuato in data 12/05/2021 e 18/03/2022.* Integrazione parti mancanti su fonte fornita dal Parco Archeologico dei Campi Flegrei.

4.1.3 Analisi dello stato di conservazione

La struttura della *Piscina Mirabilis* è rimasta incustodita ed abbandonata per molti secoli dopo la sua dismissione, per poi essere riscoperta durante il Grand Tour da alcuni illustri viaggiatori, che ne hanno promosso l'interesse. Fino allo scorso anno veniva gestita soltanto da un'anziana signora del luogo, la quale aveva assunto il ruolo di "assuntore di custodia", responsabile dell'apertura del sito ai visitatori. Il monumento risulta ricoperto da erbacce ed oscurato da una folta vegetazione spontanea alla quale nessuno ha mai posto alcun rimedio, diventando un ambiente umido e cupo.

Dall'analisi eseguita durante i sopralluoghi, e soprattutto grazie al fotoinserimento, è stato possibile identificare e classificare le diverse tipologie di degrado che sono presenti all'interno e all'esterno della *Piscina Mirabilis*; le sezioni prese in esame sono una longitudinale (A-A') a nord-ovest, e una trasversale (B-B') a sud-est.

La naturale esposizione agli agenti atmosferici, ai possibili incendi e ai terremoti, l'abbandono e la conseguente mancanza di manutenzione portano i manufatti di carattere storico ad essere soggetti ad un progressivo degrado.

Ogni intervento di restauro o recupero necessita di attente ed approfondite verifiche preliminari per la mappatura del degrado dei materiali della costruzione in esame. A tale scopo, nel 2006, la Norma UNI 11182 – *Materiali lapidei naturali ed artificiali. Descrizione della forma di alterazione. Termini e definizioni* ha descritto una nomenclatura standardizzata e condivisa, che riguarda il degrado di tipo macroscopico. Tale norma ha ampliato, aggiornato e sostituito il precedente lessico NOR.MA.L (Normativa per i Manufatti Lapidei).

Il degrado è un deterioramento chimico-fisico, graduale e irreversibile, dei materiali che costituiscono gli elementi architettonici o strutturali, portandoli alla perdita delle proprie caratteristiche, come la forma, il colore, la resistenza e la durabilità, fino a determinare una diminuzione parziale o totale della loro condizione e funzione originaria.

Le possibili cause che portano i manufatti allo stato di degrado si suddividono tra

cause naturali e cause non naturali. Le prime possono essere ad azione prolungata intrinseche, come carenze tecnico-costruttive, od estrinseche, come l'azione dell'acqua e del vento, le escursioni termiche, gli agenti atmosferici, l'umidità di condensazione e di risalita capillare, e le variazioni morfologiche; sono presenti anche cause naturali ad azione occasionale come il sisma.
Le seconde possono essere anch'esse intrinseche, ma riguardano l'inadeguatezza progettuale tecnica, tecnologica, di posizionamento e di dimensionamento, o estrinseche come le azioni dell'uomo. Alcune delle suddette cause hanno contribuito alle condizioni di degrado della *Piscina Mirabilis*, riportate nella tabella che segue.

Come già detto in precedenza, il tufo giallo è il materiale da costruzione del sito in esame ed è il più diffuso nell'area dei Campi Flegrei e napoletana; la natura porosa lo rende, da un lato, facilmente lavorabile e adatto per ogni tipologia di costruzione, grazie soprattutto alle sue elevate caratteristiche tecniche come leggerezza, tenacità e resistenza a compressione. Dall'altro lato, invece, facilita l'innesco e il diffondersi dei fenomeni disgregativi. Presenta, infatti, elevati valori della porosità, dei coefficienti di assorbimento capillare, ed è inoltre costituito da elementi eterogenei di diversa natura (litici, pomicei, cristallini e vetrosi) assemblati e cementati da fasi cristalline ed amorfe, le quali risultano poco resistenti all'ambiente acido che si può determinare nei contesti urbani[11].
Nelle opere realizzate con il tufo, i fenomeni di degrado più comunemente riscontrabili sono riconducibili alla decoesione degli elementi costituenti; si manifestano con il distacco e conseguente caduta di granuli e frammenti di piroclastite di varia forma e dimensione. A questi fenomeni disgregativi, si uniscono spesso efflorescenze biancastre, macchie e incrostazioni scure dovute ad attività biologica e/o a depositi superficiali.

Di seguito verranno classificate e descritte puntualmente le principali forme di degrado riscontrate all'interno e all'esterno della *Piscina Mirabilis*[12]:

[11] De Gennaro, Fuscaldo 2017, 5

Alterazione cromatica: variazione del colore originale del materiale, può manifestarsi in zone ampie o essere localizzata in piccole porzioni del manufatto. È visibile a occhio nudo sulle superfici e definibile attraverso la tinta, la chiarezza, la saturazione del colore. Le cause possono essere dovute da biodeteriogeni, inquinanti atmosferici, radiazioni solari o dall'affioramento di macchie.

Tutte le superfici delle campate trasversali e longitudinali sono interessate dal suddetto degrado.

Alveolizzazione: si manifesta attraverso la formazione di cavità visibili, sulla superficie della pietra, di forma e dimensioni variabili dovute alla natura del materiale o agli effetti degli agenti atmosferici su alcuni tipi di pietra. Le cause possono essere dovute dal movimento dell'acqua all'interno del substrato o dall'azione disgregatrice esercitata dalla pressione di cristallizzazione dei sali all'interno dei pori del materiale lapideo.

Questa tipologia di degrado si riscontra sul muro di cinta della *Piscina*, limitrofo al passaggio carraio.

Concrezione: formazione di un deposito compatto, di estensione limitata, sviluppato preferenzialmente in una sola direzione, non coincidente con la superficie lapidea, che può assumere forma stalattitica o stalagmitica. Le cause possono essere dovute dall'infiltrazione dell'acqua o dalla presenza di umidità protratta nel tempo.

La concrezione è localizzata maggiormente sui lati dei pilastri cruciformi.

Crosta: modifica dello strato superficiale della pietra di spessore variabile, riconoscibile per la consistenza molto dura e il colore scuro. Si distacca spontaneamente dal substrato che generalmente si mostra disgregato e pulverulento. Le cause possono essere dovute dall'azione di microrganismi e di inquinanti, ossidazione o dai residui della combustione di oli derivanti dal petrolio.

Degrado localizzato su alcuni lati dei pilastri, si può notare dall'evidente colore nero presente.

Disgregazione: progressiva disgregazione del materiale che si manifesta con la caduta progressiva di materiale pulverulento o scaglie minute, tipica specialmente di arenaria e laterizi. Le cause possono essere dovute da biodeteriogeni, infiltrazioni di acqua, risalita capillare o dalla reazione tra i materiali edilizi e atmosfera.

Come la concrezione, questa tipologia di degrado è presente sia in alcuni punti dei pilastri, sia nella parte degli archi che costituiscono le campate.

Distacco: soluzione di continuità tra strati superficiali del materiale: prelude alla caduta degli strati stessi. Nel caso di materiali lapidei naturali le parti distaccate assumono spesso forme specifiche in funzione delle caratteristiche strutturali e tessi turali. Le cause possono essere dovute da fenomeni di umidità ascendente o presenza di formazioni saline ed efflorescenze.

Anche il distacco è una forma di degrado la cui presenza ricorre spesso sulle superfici dei pilastri cruciformi, degli archi e in alcune zone basse della *Piscina*.

Efflorescenza: accumuli di sali che si formano sulla superficie di una muratura o al suo interno nelle soluzioni di continuità del materiale. Costituiscono la manifestazione più caratteristica dell'umidità di risalita capillare e se trascurate favoriscono la formazione di distacchi, lacune, esfoliazione e polverizzazione del substrato. Le cause possono essere dovute dall'umidità da risalita capillare, presenza di solfati, azione del vento che accelera l'evaporazione superficiale dell'acqua o dal degrado di interfaccia tra tufo e intonaco.

Questo fenomeno si concentra nelle campate centrali longitudinali, in modo esteso.

Erosione: asportazione di materiale dalla superficie provocata dall'usura per calpestio o dall'esposizione alle intemperie e in particolare all'azione meccanica di vento e pioggia battente, ai cicli di gelo e disgelo e alla salsedine. Le cause possono essere dovute dall'erosione meccanica da pioggia battente, dall'erosione per abrasione degli strati corticali provocata da vento o dall'aggressione chi-

mica da inquinanti.

La forma di degrado sopra descritta caratterizza notevolmente la muratura dei dodici ambienti esterni alla *Piscina*, lungo il lato nord-est.

Fratturazione o fessurazione: formazione di soluzioni di continuità nette e con un preciso andamento, con rotazione o spostamento reciproco tra le parti. Le cause possono essere dovute dal dissesto dell'apparato murario di supporto, degrado di interfaccia tra laterizi e malte o dalla presenza di carbonato di calcio nella muratura.

Nel caso specifico della *Piscina* le fessurazioni sono localizzate nelle volte a botte create dalle campate e nella parte più alta degli archi.

Incrostazione: deposito stratiforme, compatto e generalmente aderente al substrato, composto da sostanze inorganiche o da strutture di natura biologica. Le cause possono essere dovute dalla presenza di biodeteriogeni.

I pilastri cruciformi a sostegno della struttura sono notevolmente interessati dal suddetto fenomeno disgregativo.

Macchia: variazione di colore localizzata in un punto preciso, spesso dovuta a depositi di ruggine o rame ossidato in seguito alla presenza di grappe, chiodi

o perni metallici oppure a infiltrazioni d'acqua. Le cause possono essere dovute da biodeteriogeni, ossidazione di elementi metallici o da atti di vandalismo.

Alcune zone della muratura esterna e numerose campate interne della *Piscina Mirabilis* presentano macchie sulla superficie.

Patina: alterazione limitata alle modificazioni naturali della superficie dei materiali non collegabili a manifesti fenomeni di degradazione e percepibili come una variazione del colore originario del materiale. Nel caso di alterazioni indotte artificialmente si usa di preferenza il termine "patina artificiale".

La patina è il degrado più esteso presente all' interno del serbatoio romano, la quale ricopre in modo esteso le pareti delle campate sia longitudinali che trasversali.

Patina biologica: strato sottile e uniforme di colore verde, nero, grigio o marrone, spesso bagnato e soffice al tatto, formato dall'accumulo di muffe, funghi, alghe, licheni o batteri. Le cause possono essere dovute dall'azione di microrganismi autotrofi, presenza di umidità o dalle caratteristiche morfologiche del substrato.

Degrado che risulta caratterizzare aree estese delle campate interne, soprattutto la quarta trasversale e quelle centrali longitudinali.

Presenza di vegetazione: presenza di piante infestanti superiori come erba, arbusti, cespugli o rampicanti, spesso localizzati nei giunti di malta di una muratura, in cavità o accumuli di terriccio trasportanti dal vento. Può provocare gravi danni in seguito all'azione meccanica delle radici. Le cause possono essere dovute da accumuli di umidità o dall'attacco di organismi autotrofi come batteri unicellulari, alghe, licheni, piante superiori.

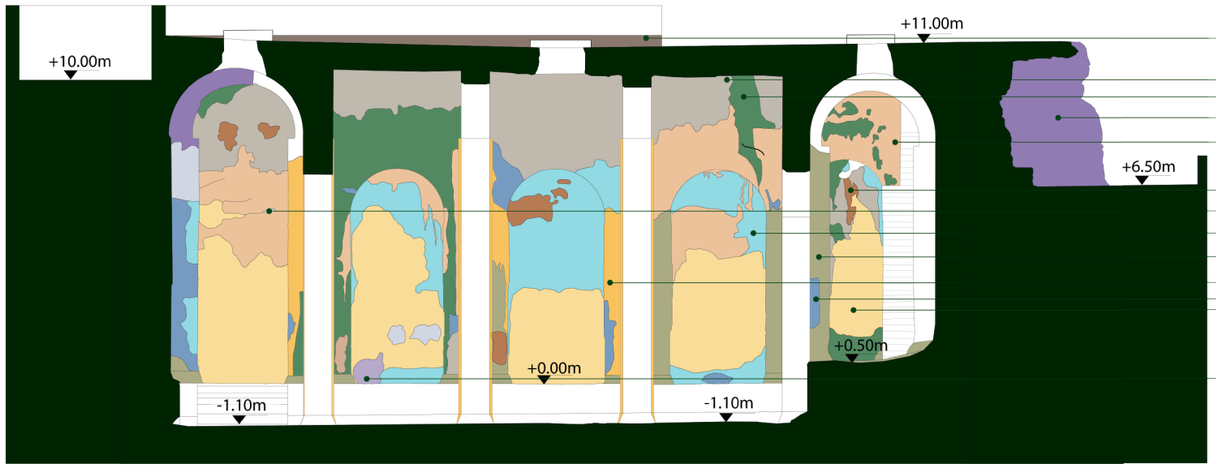
La pavimentazione interna originale è la superficie più interessata dalla presenza di vegetazione, cosi come le zone di intersezione tra piano orizzontale e pareti verticali.

Scagliatura: formazione di scaglie, parti distaccate di forma irregolare, dallo spessore consistente e non uniforme, in corrispondenza di soluzioni di continuità del materiale originario. Le cause possono essere dovute dall'esposizione agli agenti atmosferici o dalla presenza di umidità nella muratura (cristallizzazione dei sali solubili).

Degrado localizzato principalmente lungo gli spigoli dei pilastri cruciformi.

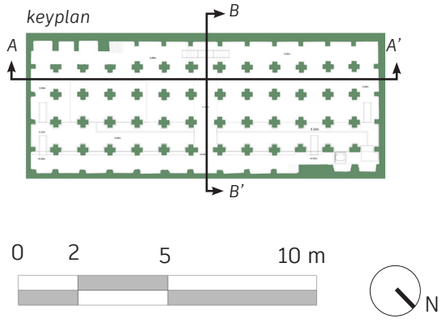
[12] Classificazione dei diversi degradi della Piscina Mirabilis secondo la norma UNI 11182.

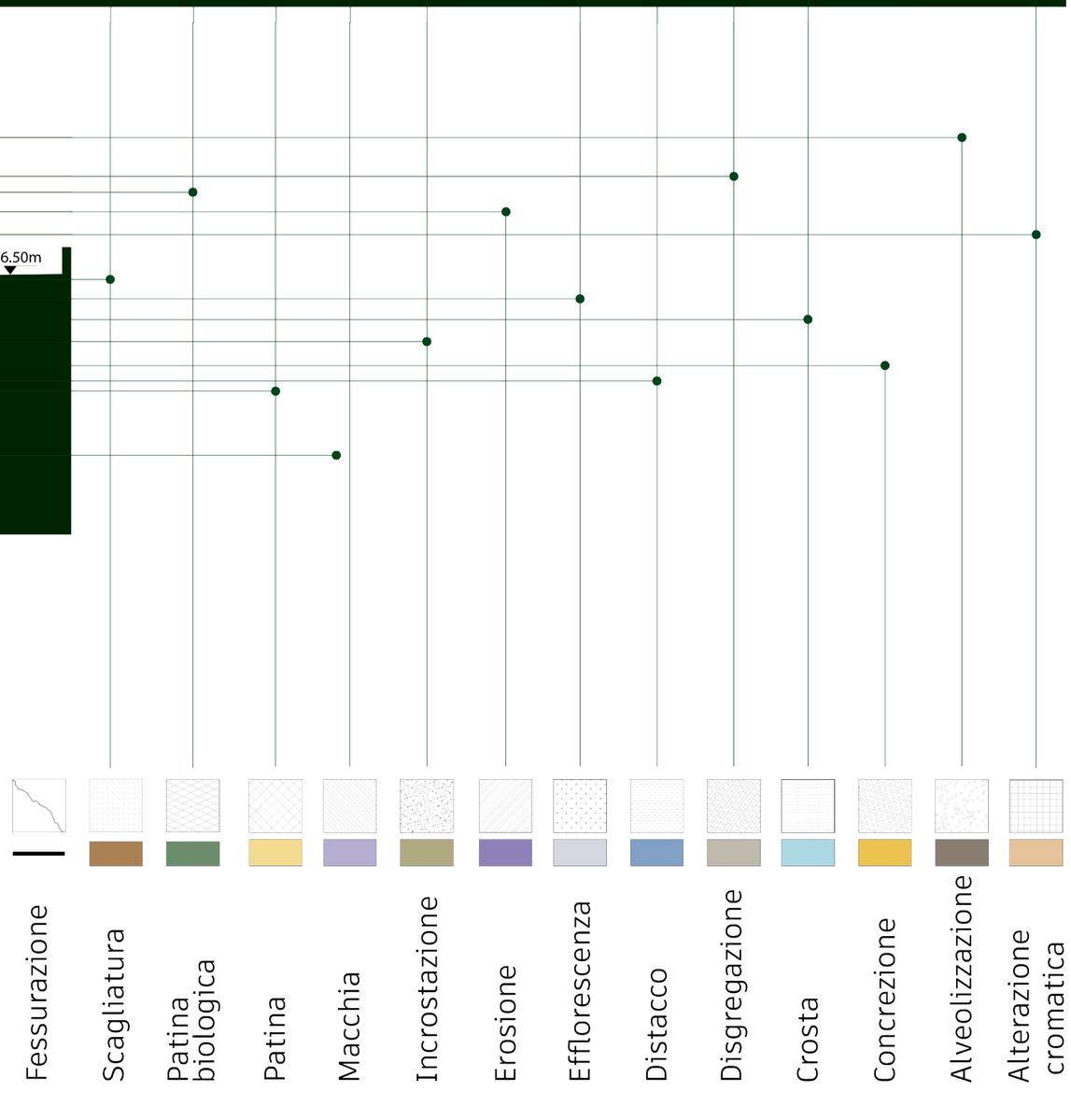
Sezione A-A'



Sezione B-B'

Figura 22. - *Restituzione grafica del rilievo effettuata in data 12/05/2021 e 18/03/2022.* Integrazione parti mancanti su fonte fornita dal Parco Archeologico dei Campi Flegrei.





In conclusione, dalle analisi emerge che in entrambe le sezioni si riscontrano alcuni degradi caratterizzanti tutte le campate, come l'alterazione cromatica, la patina biologica, la patina superficiale e la macchia; la patina biologica non è presente soltanto nella campata centrale della sezione B-B'. Degrado come la crosta non è presente solo nelle prime tre campate della sezione longitudinale; la disgregazione si concentra maggiormente nella parte alta degli archi, mentre il distacco e la concrezione sono localizzati sui pilastri cruciformi; in alcuni punti il materiale si presenta scagliato.
All'esterno le manifestazioni di degrado riscontrate sono l'erosione, vicino all'ingresso e relativo specialmente ai dodici ambienti sul lato sud-ovest, e l'alveolizzazione caratterizzante il tufo giallo del muro di cinta della *Piscina Mirabilis*.

Attraverso i sopralluoghi è stato possibile osservare e comprendere quali siano le criticità che presenta il manufatto. I diversi fenomeni disgregativi sono dovuti principalmente all'umidità e all'infiltrazione d'acqua piovana che contribuisce alla proliferazione della vegetazione. La causa proviene dalle aperture situate sulla copertura, che attualmente sono protette da grate metalliche per garantire la sicurezza degli addetti alla manutenzione, ma non proteggono l'interno della *Piscina* dagli agenti atmosferici. Inoltre, la presenza della disgregazione determina la condizione di non accessibilità alla terrazza in copertura, quindi non usifruibile dai visitatori, in quanto ritenuta non in sicurezza.
Il percorso di visita attuale consente la fruizione solo per metà della superificie, utilizzando la piscina limaria come limite dell'area; tale restrizione è dettata dalla possibile caduta di parti di intonaco dall'intradosso delle volte a botte, dagli archi e dalle superfici laterali. Nell'area considerata maggiormente degradata è presente anche un secondo ingresso, opposto a quello attuale, che per le medesime motivazioni di sicurezza non è praticabile.

4.1.4 I restauri nel Novecento

Gli archivi della Soprintendenza hanno registrato la presenza di alcuni interventi di restauro nella prima metà del XX secolo[13].

La prima campagna di lavori ha portato a termine lo scavo del monumento tra il 1910 e poco oltre il 1926; nel medesimo anno è stato eseguito il restauro delle lesioni del secondo e terzo arco che sostengono la volta della prima navata. Le pareti dei pilastri sono state anch'esse restaurate, con malta di calce e pozzolana locale, insieme alle pareti in *opus reticulatum*.

Gli scavi successivi risalenti al 1929 sono stati eseguiti per assicurarsi che l'originale scala di accesso, sottostante alla scala posta in epoca moderna, non si fosse abbassata di quota. La scala originale è stata poi ricoperta da uno strato di cemento e cocciopesto per uno spessore di 3 cm.

Nel 1936 i lavori si concentrarono sul consolidamento degli archi danneggiati, eseguito per ricostruire le parti mancanti delle volte con malta idraulica e tufo; le lesioni degli estradossi sono state chiuse con cemento e calcestruzzo. È stato anche creato uno strato di cocciopesto dello spessore di 10 cm nelle zone delle volte ricostruite e delle lesioni chiuse. Nelle parti delle volte non restaurate è stato aggiunto uno strato di cemento e cotto, necessario per fermare lo sgretolamento.

Un ulteriore restauro, avvenuto nella prima metà del secolo scorso, ha interessato il consolidamento di alcuni pilastri di tufo e delle volte oltre al riempimento di alcune crepe.

Solamente nel 2007 è stato preso in considerazione un nuovo progetto per consolidare e impermeabilizzare la terrazza del tetto della *Piscina*; non essendo stato portato a termine, la terrazza resta ancora oggi inaccessibile.

[13] Rispoli et al. 2015, 266-67

5. Ipotesi di restauro e valorizzazione

L’archeologia in Italia possiede sia un ruolo importante che una dimensione territoriale significativa, confrontandosi spesso con la pressione antropica circostante e con i cambiamenti socio-culturali, che la portano ad essere soggetta a processi di trasformazione. La gestione di questi processi dovrebbe mirare alla tutela dei siti e le modalità con cui essi avvengo, ossia la valorizzazione, fornire chiavi interpretative della storia del luogo e delle popolazioni. La difficoltà a garantire una fruizione capillare di queste tracce ha portato la Direzione Generale Archeologia a istituire, oltre ai musei e siti con apertura regolamentata, anche forme alternative come quelle che hanno interessato il nostro sito di studio.
L'ipotesi di progetto mira sia alla conservazione della Piscina Mirabilis in quanto bene munumentale di inestimabile valore storico e archeologico sia alla restituzione della struttura ipogea alla comunità di Bacoli, perché diventi un luogo che promuove la cultura attraverso la propria essenza archeologica e la destinazione d'uso proposta, cioè quella museale. Il luogo in cui è inserito il bene coincide con il centro storico del Comune, pertanto è circondato dall'edificato in parte adagiato sulla struttura stessa della Piscina. La proposta di riutilizzo della terrazza si concentra sul recupero di questo spazio facendolo diventare area verde e spazio per i servizi alla visita.
Gli interventi si integrano all'esistente con lo scopo di garantire la fruizione ai visitatori in sicurezza includento l'intero bacino di utenza senza compromettere o alterare l'essenza della *Piscina Mirabilis*, la cui singolarità risiede anche nella sua storia; essendo stata per molti anni abbandonata, il visitatore può ammirarla nella sua integrità e origanlità dall'epoca romana. La scelta di inserire vasche e canali a pelo libero consente di evocare l'antica funzione della *Piscina* di serbatoio terminale di un acquedotto e di spiegare il percorso che l'acqua compiva all'interno della struttura ipogea.

5.1 Casi studio

Yerebatan Sarnici: a Istanbul situata nel sud-ovest di Hagia Sofia si trova la Yerebatan Sarnici, si tratta di una magnifica Basilica Cisterna costruita nell'anno 542 d.C., per volontà dell'imperatore bizantino Giustiniano (527-565 d.C.) per soddisfare le esigenze di approvvigionamento idrico. L'edificio ha una struttura gigantesca rettangolare lunga 140 m e larga 70 m, al cui interno sono presenti 336 colonne, ognuna di 9 metri di altezza. Queste colonne sono erette a intervalli regolari di 4,80 m, disposte in 12 file ciascuna da 28 unità. I capitelli sono un misto tra gli stili ionico, dorico e corinzio o addirittura di colonne non decorate, mentre i muri perimetrali sono di mattoni ed hanno uno spessore di 4 metri. La maggior parte dei materiali e delle colonne sono elementi di riuso, come testimoniano le due enormi teste di gorgone rovesciate che fungono da base a due delle colonne di sostegno della volta. Con una superficie totale di 9.800 mq, la cisterna era alimentata da un acquedotto che portava acqua dalla foresta di Belgrado, distante 19 km dalla città, e aveva una capacità di stoccaggio dell'acqua stimata di 100.000 tonnellate.

Durante il dominio di Bisanzio, la Cisterna Basilica serviva a soddisfare il fabbisogno idrico della regione, ma sopratutto il fabbisogno idrico del grande palazzo dove risiedeva l'imperatore che si estendeva per un'ampia area. Dopo la conquista della città di Istanbul nel 1453, la cisterna era utilizzata per fornire approvvigionamento idrico al Palazzo Topkapi, dove risiedevano i sultani. Tuttavia,

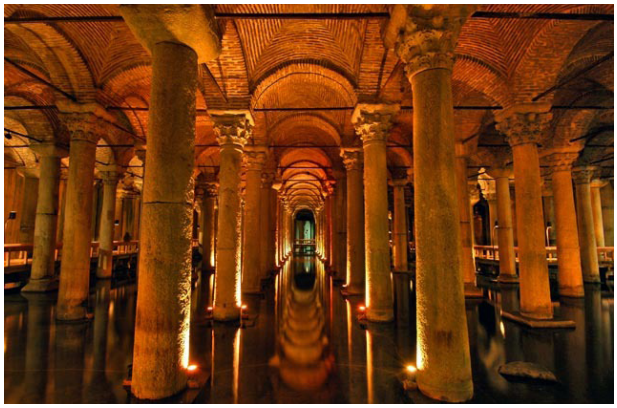


Figura 1. - *La cisterna-basilica di Istanbul.*

Figura 2. - *La cisterna-basilica di Istanbul.*

gli ottomani preferivano l'acqua corrente all'acqua a pelo libero perciò stabilirono i propri impianti idrici nella città; da questo momento la cisterna non è stata più utilizzata. Durante la metà del XVI secolo, un viaggiatore olandese P. Gyllius, venuto a Istanbul per fare ricerche sulle rovine di Bisanzio, riscoprì il sito, lo misurò e identificò le colonne, pubblicando poi in seguito le informazioni acquisite nel suo diario di viaggio influenzando molti viaggiatori.
La cisterna è stata oggetto di ripetuti lavori di ristrutturazione sin dalla sua istituzione. Ristrutturata due volte durante il regno dell'Impero Ottomano, la cisterna è stata riparata per la prima volta durante il governo di Ahmed III (1723) dall'architetto Kayserili Mehmet Ağa. La seconda riparazione è stata effettuata durante il governo del sultano Abdulhamid II (1876-1909). Nel 1968 sono state riparate le crepe nella muratura e le colonne danneggiate; nel 1987 la cisterna è stata ripulita dal Comune di Istanbul. Durante quest'ultima campagna di restauro, sono state rimosse tonnellate di fango dalla cisterna ed è stato creato un percorso di visita attraverso la costruzione di piattaforme che sostituissero le barche un tempo utilizzate per visitare la cisterna. La cisterna è stata aperta al pubblico nelle condizioni attuali il 9 settembre 1987. Un'altra pulizia approfondita è stata effettuata nel maggio 1994.
Attualmente il sito della Basilica Cisterna è sede di un museo e di numerosi eventi nazionali e internazionali.

Cisterna Borbonica di Formia: anche nota come "Il cisternone" risale al I secolo a.C., è stata abbandonata per molti secoli dopo che la città aveva iniziato il declino in seguito alla caduta dell'impero romano. La cisterna è una struttura ipogea, situata nel comune di Formia presso il quartiere popolare di Castellone. Presenta una pianta avente una geometria irregolare, forse perchè frutto dell'adattamento a morfologie preesistenti, di superficie di circa 1200 m^2. La sua larghezza varia da 5 a 25 m, la lunghezza ha una dimensione massima di 65 m, mentre l'altezza è di circa 7,5 m. La pianta si divide in 4 navate coperte da volte a pseudo-crociera sostenute da 53 pilastri centrali e 36 addossati alle pareti late-

rali. Per quanto concerte i materiali, i pilastri e le pareti sono in *opus incertum*, rivestite in *opus signinum*, come la pavimentazione, mentre le volte sono realizzate in *opus caementicium*[1]. La sua funzione principale era di immagazzinamento dell'acqua prima dell'immissione di quest'ultima nella rete di distribuzione urbana sia a scopo civile che militare per la Flotta Romana Tirrenica che rimase a *Sinus Formianus* fino al 62 d.C., il volume della riserva idrica è di circa 7000 m^3, una risorsa strategica e preziosa. La funzionalità idrica dell'opera, considerando che doveva rifornire una porzione importante dell'antica *Formiae* nel periodo di massima espansione, rimane ancora poco chiaro, ma era importante che garantisse ingenti e costante portate idriche.

Oltre ad un paragone tipologico e architettonico con la *Piscina Mirabilis*, esiste anche un nesso storico che lega Formia a Miseno, che consiste nel trasferimento della Flotta romana quando è stato istituito l'approdo sui laghi di Lucrino e Averno, spostamento che è avvenuto gradualmente per quasi un secolo.

Durante il periodo di abbandono il cisternone è stato le fondamenta del quartiere Castellone, di origine medievale; tuttavia, la presenza della cisterna non era ignota alla popolazione che praticava l'apertura di botole per prelevare l'acqua dalla struttura sotterranea. Il cisternone è stato riscoperto nel 1860 da un pittore locale, Pasquale Mattej, la sua esplorazione non ebbe alcun seguito fino al 1930 quando, durante l'apertura di uno scavo per la riparazione di una fognatura, il podestà di Formia, Felice Tonnetti, si interessò al sito e ne eseguì un primo rilievo. Il quartiere trovandosi nei pressi della linea ferroviaria, nella Seconda Guerra Mondiale è stato pesantemente devastato dai bombardamenti. Solo nel maggio del 1985 un gruppo di giovani studenti intraprese una campagna esplorativa per eseguire il rilievo dell'intera struttura sia a livello metrico che fotografico. In seguito allo studio il cisternone è stato oggetto di un intervento di restauro e recupero durato 5 anni fino alla sua apertura al pubblico nel 2003. La fruibilità e la visibilità del sito è stata raggiunta dopo aver svuotato lo spazio da

[1]Miele 2020, 398

seimila metri cubi di liquami che avevano sostituito l'acqua nel corso del tempo, succssivamente è stato effettuato un lungo lavoro di estrazione del fango, un sedime sottile e permeabile difficile da rimuovere ma che ha il vantaggio di aver consentito la conservazione della struttura[2]. Infine, è stata sistemata l'accessibilità attraverso l'inserimento della scala di accesso e di passerelle sull'acqua, e un progetto illuminotecnico che, oltre a illuminare artificialmente l'ambiente, valorizza l'effetto visivo complessivo di stupore.

Figura 3. - *Cisternone romano.*

Figura 4. - *Cisternone romano.*

Napoli sotterranea: Consiste in un'escursione a 40 m di profondità che si articola in cunicoli e cisterne dall'epoca greca a quella moderna, una visita possibile da oltre 30 anni grazie alla sua associazione che si impegna nel recupero, nella valorizzazione e nella pubblica fruizione dei beni culturali ipogei di Napoli. Le ricerche hanno trovato tracce di scavi sotterranei risalenti alla fine dell'epoca preistorica, ma le prime cave vere e proprie risalgono al III secolo a.C. periodo in cui i Greci estraevano i blocchi di tufo utili alla costruzione delle mura e dei templi, oltre che alcune serie di ipogei funerari. È stato durante l'epoca romana, più precisamente l'epoca augustea, in cui la rete di cunicoli si sviluppò in modo impressionante dotando la città di gallerie varie e di una rete complessa di acquedotti. Queste condotte sotterranee provenivano dalle sorgenti di Serino, che ad un certo punto del loro percorso si dividevano per condurre le acque a Napoli

[2] Guado 2017, 106

e a Miseno, quindi alla *Piscina Mirabilis*.

I cunicoli sono larghi appena 50 cm, lo spazio sufficiente al passaggio dell'uomo, più nello specifico dei pozzari ossia gli incaricati della pulizia e manutenzione. Nonostante la sua estensione, all'inizio del XVI secolo l'acquedotto romano con la sua varietà di cisterne non era più in grado di soddisfare il crescente fabbisogno della città in continua espansione. A fronte di questa necessità il nobile napoletano Cesare Carmignano costrì il nuovo acquedotto che prese il suo nome (vedi pag. 51-52). La rete di approvvigionamento idrico è stata abbandonata agli inizi del XX secolo durante un'epidemia di colera, per essere poi utilizzata nello stesso secolo come rifugio antiaereo durante la Seconda Guerra Mondiale per proteggere la popolazione dai bombardamenti, una sorte che accomuna spesso le strutture ipogee come visto in precedenza. Si possono osservare all'interno delle cavità l'impianto di illuminazione e i resti di svariati oggetti che testimoniano l'accoglienza di centinaia di persone e le diffcoltà che hanno dovuto affrontare.

La visita prevede l'attraversamento dei cunicoli dei pozzari per giungere a tre cisterne di diversa epoca e dimensione: le prime, di dimensioni minori, sono di origine greca mentre la terza, più grande, era il punto in cui veniva convogliata l'acqua proveniente da entrambi gli acquedotti. La valorizzazione di quest'opera idraulica avviene tramite una serie di passerelle che sovrastano le cisterne riempite per pochi centimetri, sottili specchi d'acqua che arricchiti da puntuali fasci di luce evocano l'antica funzione degli spazi.

Attualmente solo una parte delle cavità è raggiungibile da visitatori e studiosi, perchè sono ancora ostruite dai detriti scaricati abusivamente nei pozzi che col-

Figura 5. - *Cisterna romana. Napoli sotterranea.*

legavano strade e palazzi al sottosuolo.

All'interno del percorso di visita è presente una zona dedicata agli orti ipogei, una sperimentazione nata in occasione dell'Expo 2015 Milano aperta sia al pubblico che ai ricercatori universitari e botanici. Il microclima interno allo spazio presenta un'umidità dell'aria e una temperatura ambientale favorevole alla crescita della vegetazione, e l'unico elemento fondamentale assente, la luce solare, è sostituito da speciali lampade in grado garantire la trasformazione delle molecole di anidride carbonica e di ancqua in glucosio e ossigeno. Un intento che cerca far crescere la vegetazione a scopo alimentare anche in ambienti sfavorevoli o addirittura nell'ottica di insediamenti umani oltre il pianeta terra.

5.2. La situazione odierna

La *Piscina Mirabilis* fino al 2020, era affidata alle cure di una anziana signora, Filomena Illiano, che fino all'età di oltre ottant'anni ha svolto il ruolo di *assuntore di custodia*. Negli ultimi due anni invece, il Parco Archeologico dei Campi Flegrei, diretto da Fabio Pagano, ha introdotto il sito alla gestione del primo esperimento di partenariato pubblico privato avviato dal Mistero per i Beni e le Attività Culturali e per il Turismo; opportunità introdotta dall'art. 151 comma 3 del D. LGS 50/2016 del codice dei contratti pubblici, secondo cui:

> «*Per assicurare la fruizione del patrimonio culturale della Nazione e favorire altresì la ricerca scientifica applicata alla tutela, il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo può attivare forme speciali di parte nariato con enti e organismi pubblici e con soggetti privati, dirette a con sentire il recupero, il restauro, la manutenzione programmata, la gestione, l'apertura alla pubblica fruizione e la valorizzazione di beni culturali immobili, attraverso procedure semplificate di individuazione del partner privato*»[3].

[3] Vedi sitografia

È una norma molto interessante in quanto potrebbe aprire nuove opportunità di recupero e restituzione alla collettività di patrimonio culturale spesso in abbandono e in stato di degrado; inoltre, per effettuare questi interventi verrebbe incrementata l'occupazione e lo sviluppo fondato sulla cultura. Contemporaneamente alla *Piscina Mirabilis*, sempre all'interno del Parco Archeologico dei Campi Flegrei è stato soggetto allo stesso esperimento anche il Tempio di Serapide, più conosciuto come *Macellum,* di Pozzuoli

L'ente a cui è stata affidata la gestione è l'ATS StraMirabilis, un'associazione temporanea costituita da tre soggetti no profit selezionati privilegiando la cosidetta "imprenditoria di prossimità" così da promuovere lo sviluppo locale. Si tratta di far convergere diverse esperienze e molteplici competenze maturate dai soggetti partner, in un'azione unica volta alla promozione di un "bene comune".
I tre enti che compongono l'associazione sono:

- L' *Associazione culturale Misenum*, presente da anni sul territorio di Bacoli e Miseno, promuove escursioni e visite guidate alla scoperta dei principali siti archeologici della storia flegrea;
- La *Cooperativa Sociale Tre Foglie*, nata a Bacoli nell'ambito del progetto per la prmozione e la fruizione del *Parco Cerillo – Oasi di Ambiente & Cultura*, un bene comune dall'inestimabile valore ambientale e culturale per la cittadina, tanto da rappresentarne la rinascita;
- *Coop4Art consorzio di Cooperative Sociali*, è un insieme di diverse cooperative tra cui *La Paranza Onlus Cooperativa Sociale* nata nel 2006 nel Rione Sanità di Napoli, con lo scopo di creare opportunità di lavoro attraverso la valorizzazione del patrimonio culturale. La Paranza gestisce il sito delle *Catacombe di Napoli*, la sua buona riusciuta ha generato un vero e proprio modello di sviluppo dal basso, probabilmente replicabile in altri contesti.

Lo scopo principale della StraMirabilis, insieme alle altre collaborazioni[4], è creare

[4] Le partnership con cui collaborano sono: Societing 4.0 , Aret 'a Chies coffe&bistrot , Azienda Agricola Piscina Mirabile , Associazione BAIAExperience , Pio Monte della Misericordia , Slow Food Campi Flegrei , Terme Stufe di Nerone , I.C. Plinio il Vecchio-Gramsci.

un centro di rinnovato impegno culturale intorno alla *Piscina Mirabilis* attraverso un modello di gestione alternativo che offra la possibilità alle piccole e medie imprese sociali di essere gli attori principali del processo di rigenerazione culturale, economica e sociale del proprio territorio.
La messa in opera del progetto di partenariato sarebbe dovuta iniziare durante la stagione estiva del 2020, ma la crisi sanitaria ha bloccato l'inizio ritardandolo a fine maggio 2021. Tuttavia, dopo un solo anno i risultati sembrano essere promettenti, lo testimoniano la progressiva crescita dei visitatori e il numero enorme di iniziave promosse. Dai territori flegrei emerge un segnale valido di come questo modello di gestione possa portare anche in altre zone d'Italia alla rigenerazione culturale, sociale ed economica partendo dai giovani e dalla piccole e medie imprese locali.

5.3. Ipotesi di restauro e conservazione

La *Piscina Mirabilis* essendo stata abbandonata per tanti secoli e mai ricovertita ad una funzione che non fosse rudere o più romanticamente museo di sè stesso, conserva la sua struttura pressochè intatta. Una patina avvolge interamente l'interno dello spazio sia sull'opera reticolata che nelle zone in cui si è conservato il rivestimento idraulico. Questo velo temporale dovrà essere conservato, intervenendo con azioni di restauro solo nei punti in cui il tessuto è pesantemente danneggiato oppure in zone pulverulente in cui i residui sono ormai prossimi a staccarsi. Di conseguenza gli interventi necessari si focalizzerebbero soprattutto sulle operazioni di messa in sicurezza e consolidamento delle parti disgregate o decoese. La concrezione viene conservata anch'essa perchè rappresenta una testimonianza del livello dell'acqua mantenuto all'interno alla *Piscina* durante la sua utilizzazione. La restante parte degli interventi si limiterebbero ad un controllo ed una manutenzione periodica. Le fessurazioni si concentrano sul soffitto delle volte, che è anche la zona più disgregata del complesso, per esse si prevede la stuccatura delle lesioni con calce idraulica se in

Figura 6. - *Patina che avvolge interamente le campate della Piscina, rappresenta lo scorrere del tempo.* Sopralluogo maggio 2021.

Figura 7. - *Crosta nera su un pilastro, eroso dal fuoco.* Sopralluogo maggio 2021.

Figura 8. - *Fessurazioni presenti sull'intradosso delle volte a botte.*
Sopralluogo maggio 2021.

Figura 9. - *Vegetazione caratterizzante la maggior parte della pavimentazione originaria interna.* Sopralluogo maggio 2021.

profondità. In considerazione dell'ipotesi di valorizzazione, l'operazione più ingente riguarderebbe la rimozione sia della vegetazione che è prosperata nella pavimentazione e in alcune pareti grazie al clima interno umido e alla pioggia che entra nei fori presenti sulla copertura, sia della crosta nera localizzata su un pilastro in particolare che è stato eroso dal fuoco durante un principio di incendio. Il fine ultimo dell'intervento non è riportare la struttura a nuovo ma garantirne la conservazione compresi tutti i segni del tempo trascorso e le tracce che possono aiutare gli storici e gli archeologi a comprendere meglio il funzionamento di questo antico serbatoio; inoltre, viene garantita la possibilità di valorizzazione del bene attraverso la fruizione da parte dei visitatori in sicurezza.

5.4. Ipotesi di valorizzazione

Parallelamente all'avviso di manifestazione di interesse da parte del MiBACT per la valorizzazione del sito in esame, la società di beneficienza denominata *Re-use Italy* si è interessata alla *Piscina Mirabilis*, la quale ha indetto un concorso: *Re-use the Roman Ruin Piscina Mirabilis, Bacoli (Naples)*. L'obiettivo della competizione è attirare l'attezione del pubblico sul tema delle rovine degli edifici storici dimenticati del paesaggio culturale italiano, mostrando come il progetto architettonico possa essere fondamentale per iniziare il processo di rinnovamento e riqualificazione dell'ambiente storico. La destinazione d'uso dettata dal concorso era quella di museo d'arte contemporanea e gli spazi di servizio necessari per una fruizione adeguata e completa.

Nella proposta di progetto gli obiettivi e le destinazioni d'uso, presentati sia dal concorso che all'interno del disciplinare d'uso fornito dal MiBACT, si fondono per creare un ambiente che garantisca la fruizione all'intero bacino di utenza, compatibilmente con la struttura romana e rispettando il rapporto dell'esistente con il paesaggio circostante. Lo spazio interno alla *Piscina Mirabilis* verrà suddiviso per ospitare due tipologie di allestimenti: una mostra permanente relativa alla storia del bene stesso, dell'acquedotto che lo alimentava in epoca

romana e del suo rapporto con il territorio di Bacoli e dei Campi Flegrei; una mostra temporanea che interesserà la maggior parte dello spazio e che verrà rinnovata ciclicamente a discrezione dei gestori. I supporti sui quali verranno affisse le opere di varia natura e i panelli esplicativi, sono posizionati lungo il perimetro tra le campate scandite dai pilastri addossati alle pareti, mentre nella zona centrale creano dei punti di sosta attorno a nuclei espositivi. La struttura è in vetro temperato trasparente dello spessore di 10 mm per non limitare la visuale sulle pareti perimetrali e sull'ambiente circostante, la lastra è sostenuta da un supporto cubico in tufo locale di lato 50 cm posizionato a terra. Una tipologia di arredo museale utilizzato anche nel Museo d'Arte di San Paolo (MASP) in Brasile, è stata scelta per la possibilità di posizionamento senza intaccare la pavimentazione originaria e per la permeabilità visiva del materiale.

Il percorso di visita inizia accedendo dalla scala attualmente utilizzata sul lato nord-ovest, affianco alla quale il progetto prevede l'aggiunta di un ascensore panoramico, sfruttando un'apertura nel soffitto già esistente tra quelle utilizzate per prelevare l'acqua dall'alto. La trasparenza dell'ascensore panoramico rende più leggero l'inserimento del volume verticale all'interno della struttura ipogea, conservando la sensazione di stupore e meraviglia del visitatore durante la discesa nella *Piscina*. In questo modo anche coloro che sono impossibilitati all'uso delle scale possono fruire il sito, sistema pensato in sostituzione del servoscala presente oggi che rallenterebbe il flusso di utenza. Rimuovendo il servoscala e la scala metallica di sicurezza, posta al di sopra di quella originaria, in favore di una soluzione più compatibile con il manufatto storico, viene restituito l'accesso tramite la scala romana. L'unico elemento moderno che viene inserito nuovamente sarà un parapetto metallico a staffe e barre in acciaio analogo a quello delle rampe e della passerella. La prima navata alla quale si accede si trova ad una quota di 50 cm superiore rispetto al restante piano di calpestio della *Piscina*, pertanto è stato necessario sviluppare un sistema di rampe che permettesse di superare il dislivello. Al fine di armonizzare la differenza di quota è stata inserita nella seconda campata una nuova pavimentazione flottante, rialzata in media di 25 cm

attraverso supporti metallici regolabili con testina autolivellante, per adattarsi meglio all'inclinazione irregolare della pavimentazione esistente. I due salti di quota di 25 cm l'uno verranno superati dal visitatore mediante l'utilizzo di rampe con telaio a staffe e barre piane in acciao inox, il cui piano di calpestio è costituito da lastre accoppiate di sicurezza in vetro temperato e presentano un corrimano in lastra di vetro temperato infrangibile; inoltre, esse rispettano un'inclinazione pari o inferiore all'8%, seguendo le indicazioni fornite dalla normativa vigente.
La finitura della nuova pavimentazione è composta da doghe, ottenute dai residui di lavorazione del legno in un'ottica di sostenibilità, aventi dimensioni di 23 x 140 mm per una lunghezza massima di 3 m. Il sistema scelto è adatto agli ambienti esterni in cosiderazione delle condizioni di elevata umidità presenti nel sito e della scelta progettuale conservativa di non prevedere un sistema di riscaldamento dell'interno. Le doghe sono agganciate ai piedini metallici, che presentano un diametro di 20 cm, attraverso ganci in acciaio inox. Nei siti archeologici dei Fori Imperiali a Roma e nel Parco Archeologico di Paestum vicino al Tempio di Hera è stata utilizzata una pavimentazione simile per le passerelle di collegamento.

Come meglio spiegato in precedenza, la *Piscina Mirabilis* era in origine un luogo adibito alla conservazione dell'acqua potabile per il rifornimento delle navi e delle ville, pertanto l'acqua è l'elemento fondamentale alla base della concezione del bene. Al fine di trasmettere e spiegare l'impiego dell'acqua all'interno dello spazio, è stato ideato un percorso che segue le orme del passaggio che l'acqua compiva in antichità, dalla sua immissione a quando veniva, secondo opinioni contrastanti, o issata dall'alto o incanalata verso un condotto di uscita non ancora scoperto nella parete sud-est. L'ingresso, infatti, è stato conservato lungo il lato nord-ovest in quanto il punto di immissione dell'acqua, che proveniva dall'acquedotto del Serino, è posizionato nella prima campata affianco alla scala. L'acqua inizia il suo percorso tramite un serbatoio che riversa il fluido in una prima vasca a pelo libero, da questa inizia una canalizzazione visibile dai fruitori che si immette nella piscina limaria, la quale verrà riempita per circa la metà della sua

profondità. Da qui una seconda canalizzazione collega la piscina limaria ad una seconda vasca , sempre a pelo libero, di dimensione maggiori. La scelta di utilizzare la pavimentazione flottante ha un duplice vantaggio: permette di inserire la canalizzazione in muratura grezza in tufo locale con una sezione rettangolare, alta 15 cm e visibile, tra le doghe del sistema; di far passare al di sotto la canalizzazione in pressione di ritorno per il funzionamento della pompa idraulica a circuito chiuso.

La centralità planimetrica della vasca di decantazione crea un passaggio obbligato nella prima navata; al fine di rendere lo spazio fruibile in modo più libero e nell'ottica di un percorso di visita circolare, il progetto prevede il posizionamento di una passerella che superi la piscina limaria nella quinta e ultima navata in corrispondenza della scala. La passerella presenta la medesima struttura e materiali utilizzati per le rampe; è lunga in totale 9 m, suddivisa in tre parti, le due lastre a confine della vasca sono appoggiate tramite quattro supporti sulle pedate, mentre la lastra centrale è provvista di altri quattro supporti posti sul fondo della vasca a garantirne la stabilità.

La *Piscina Mirabilis* attualmente è illuminata solo attraverso la luce naturale che, grazie alle aperture sulla copertura, crea dei suggestivi fasci di luce verticali. Fino ad oggi la *Piscina* viene visitata solo in alcune fasce orarie diurne e specialmente in alta stagione turistica, cioè quando le ore di luce sono maggiori rispetto a quelle di buio. La proposta progettuale prevede la possibilità di accedere al sito sia durante le ore diurne sia durante quelle serali e soprattutto consentendo la fruizione tutto l'anno. All'interno del sito le campate sono scandite da archi con altezze differenti: quelli più bassi misurano all'imposta 5,50 m, mentre quelli più alti misurano 8 m; questi ultimi all'imposta presentano uno sporto di 25 cm che consente il posizionamento di apparecchi illuminotecnici, tali da ricreare dall'alto l'effetto dei fasci verticali naturali che si possono attualmente osservare. Inoltre, verrà istallato un sistema di illuminazione artificiale sui pannelli espositivi con fasce a LED sulla sommità dello stesso, per consentire un'opportuna lettura e visione dei contenuti.

La struttura della *Piscina Mirabilis* è costituita da una parte fuori terra che differisce da una quota di + 1,20 m nel punto più basso, a + 5 m nel punto più alto, variazione dovuta all'andamento delle quote altimetriche del terreno che costeggia il suo perimetro. Nell'attuale ingresso esterno si osserva una rampa di scale formata da 14 gradini che consente l'accesso alla copertura, oggi non visitabile. Il progetto prevede il riutilizzo della copertura inserendo servizi a supporto della visita: la biglietteria, che al suo interno consente la discesa alla Piscina tramite l'ascensore, il bookshop, i servizi igienici e il punto di ristoro. La nuova struttura è formata da due parellelepipedi sfalsati aventi una larghezza pari a 10 m, una lunghezza pari a 15 m e un'altezza di 4,20 m (interna 3,50 m). Circa la metà della loro superficie perimetrale è composta da chiusure verticali trasparenti, mentre la parete di congiunzione dei due blocchi necessita di chiusure verticali opache poichè ospita gli ambienti di servizio, quali: servizi igienici, spogliatoio, cucina, magazzino e locale tecnico.

Per garantire l'accesso alla copertura a tutti gli utenti, il progetto prevede l'inserimento di una rampa nel punto avente la quota stradale più alta, ossia un dislivello dal piano stradale alla copertura di 1,20 m. La lunghezza della rampa è stata calcolata tenendo conto della nuova pavimentazione flottante, prevista in copertura, con un'altezza di 15 cm, che si aggiungono al dislivello dovuto al terreno, portando la quota da superare a 1,35 m. La misura risultante della rampa, rispettando la normativa vigente, è di 18,90 m compreso il pianerottolo di sosta e quello di sbarco. La scala esterna esistente rimane utilizzabile come accesso all'ingresso tramite la scala originaria all'interno della *Piscina*, per coloro che preferiscono non usufruire dell'ascensore.

L'articolazione della superficie esterna è suddivisa dalla nuova pavimentazione pedonale, che accompagna il visitatore ai servizi, e da diverse zone destinate a verde. Le aperture esistenti, chiuse ora da grate metalliche, vengono coperte tramite lucernari aeranti in acciaio inox e vetro opaco, che permettono una microventilazione costante dell'aria garantendo l'impermeabilità durante le piogge, e la possibilità di mantenere l'illuminazione naturale e suggestiva prove-

niente dall'alto all'interno della *Piscina Mirabilis*. Il nuovo fabbricato in copertura necessita della chiusura di tre aperture in corrispodenza dei locali tecnici e di servizio; i restanti lucernari vengono inglobati nell'altezza della nuova pavimentazione così da permettere il libero passaggio senza ostacoli.
La pavimentazione esterna progettata è la medesima prevista all'interno della *Piscina Mirabils*, scelta anche per la durabilità nel tempo senza la necessità di specifici trattamenti superficiali o di manutenzione, grazie ad una membrana protettiva contro lo sporco; inoltre, resiste anche alle alte temperature e ai raggi UV. Il pavimento interno al nuovo fabbricato appartiene alla stessa tipologia degli altri scelti, ma presenta dei pannelli di finitura in gres porcellanato con moduli di 50 x 100 cm.

La copertura è sostenuta da pilastri, costituiti da profilati metallici a sezione circolare con un diametro interno di 20 cm e un interasse di 5 m, i quali a loro volta sostengono delle travi con profilo metallico HEA. Lo sfalsamento dei volumi crea due zone coperte speculari, una di fronte alla biglietteria e una adiacente al punto di ristoro con funzione di dehor, verso il punto panoramico che guarda il golfo. Per contribuire all'efficientamento energetico del progetto sono stati previsti in copertura dei pannelli fotovoltaici solari ibridi, per permettere la produzione sia di energia elettrica che di acqua calda.
L'illuminazione esterna intende accompagnare il fruitore lungo il percorso, dal nuovo accesso stradale alla zona biglietteria e punto di ristoro, delineando la superficie pavimentata, mentre le zone esterne coperte presentano dei sistemi di illuminazione incassati nella copertura.

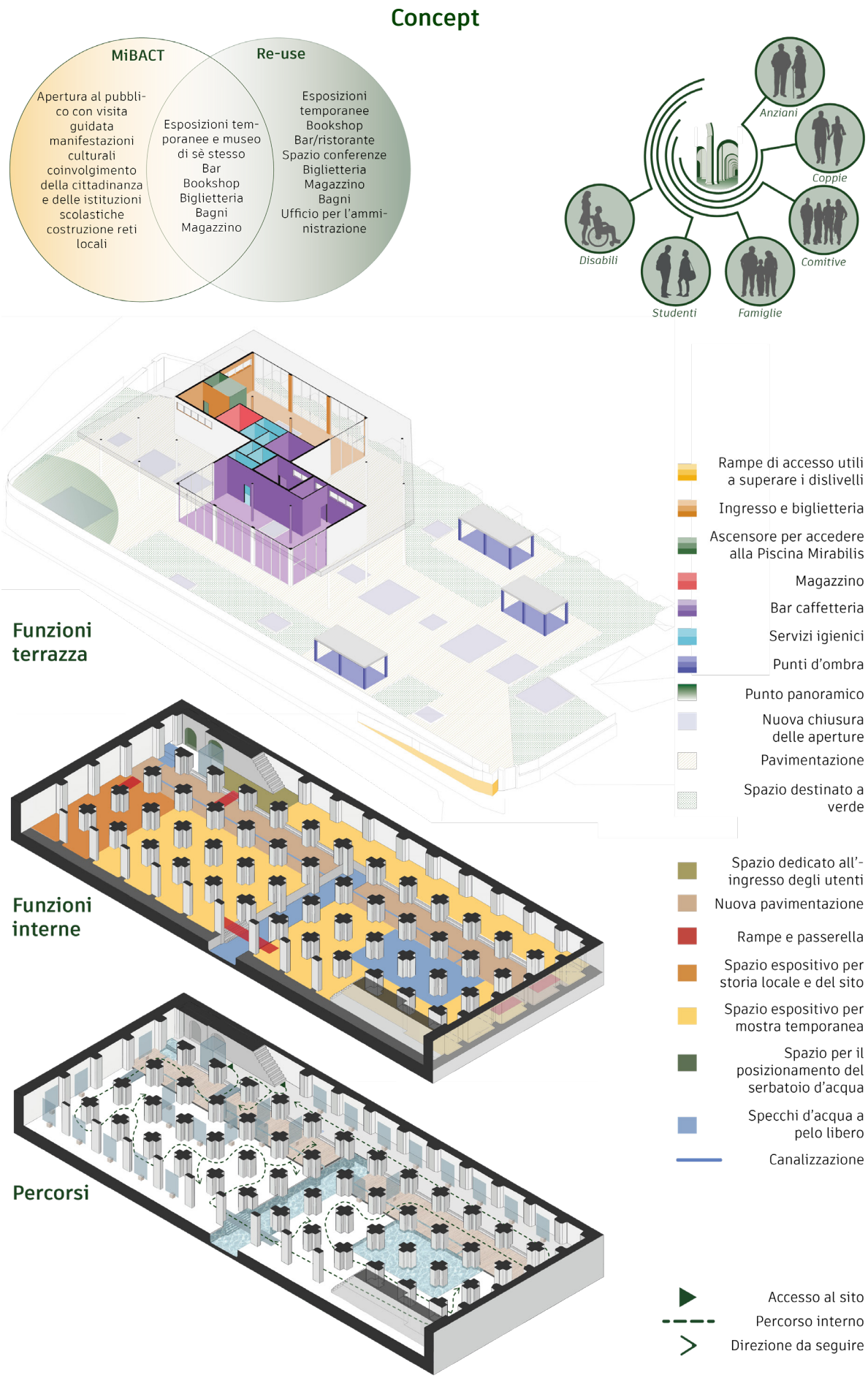
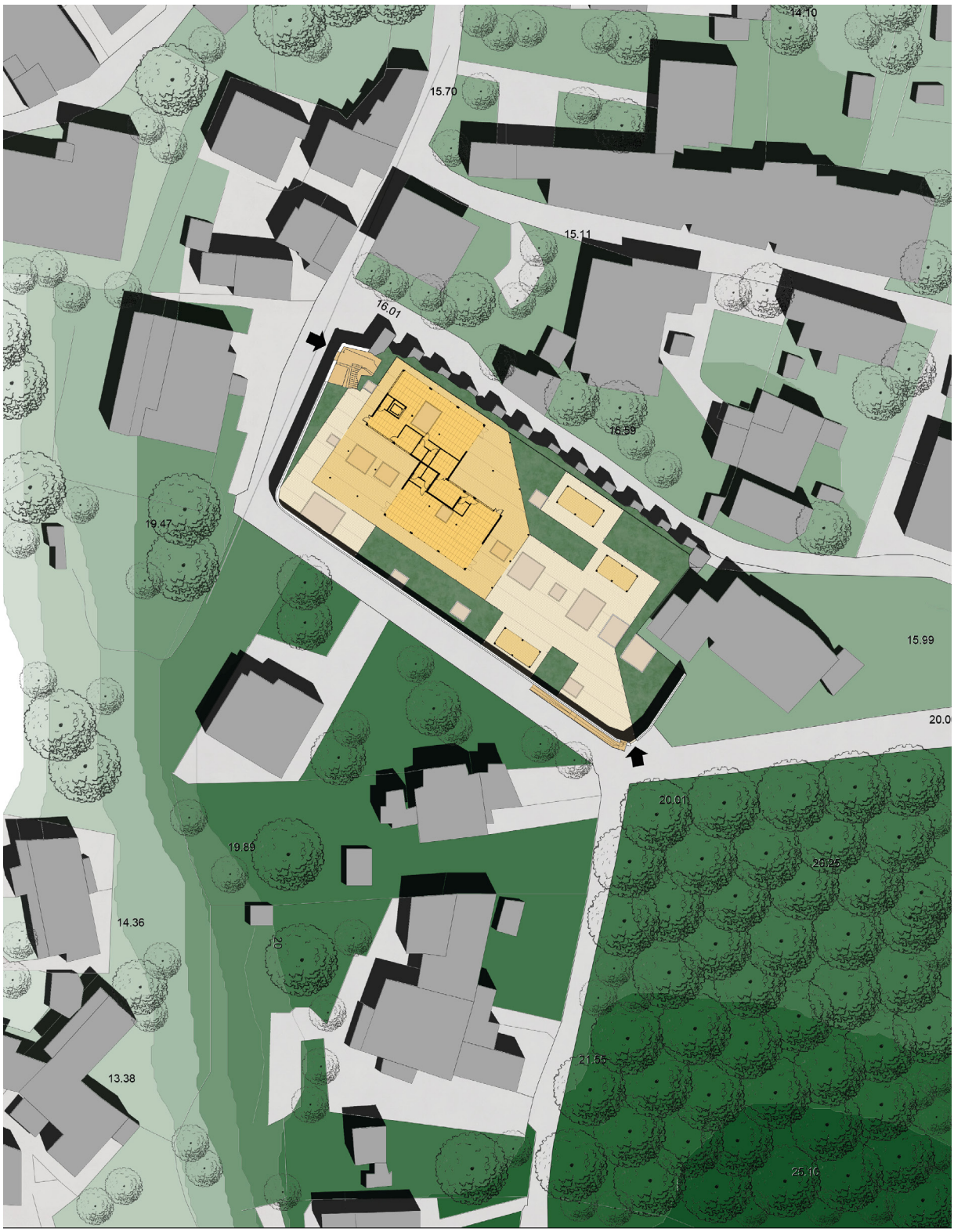


Figura 10. - *Concept di progetto per l'interno e la copertura della Piscina Mirabilis.*

Masterplan



Ingresso alla Piscina Mirabilis
Ingresso alla terrazza
Uscita
Accessi esterni
Edificato esistente
Nuovo intervento

Sezione A-A'

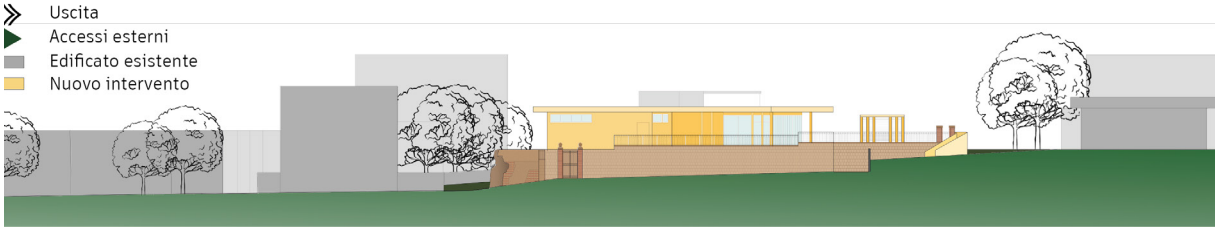
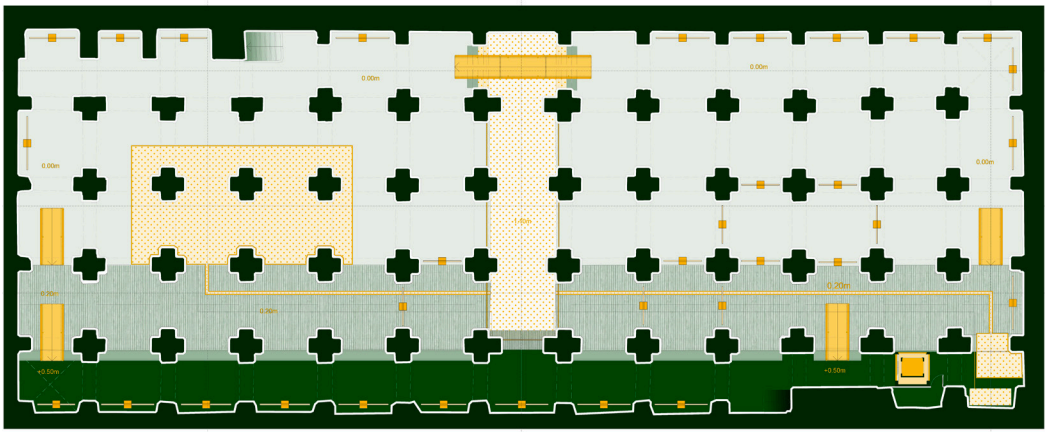


Figura 11. - *Masperplan di progetto della Piscina Mirabilis.*

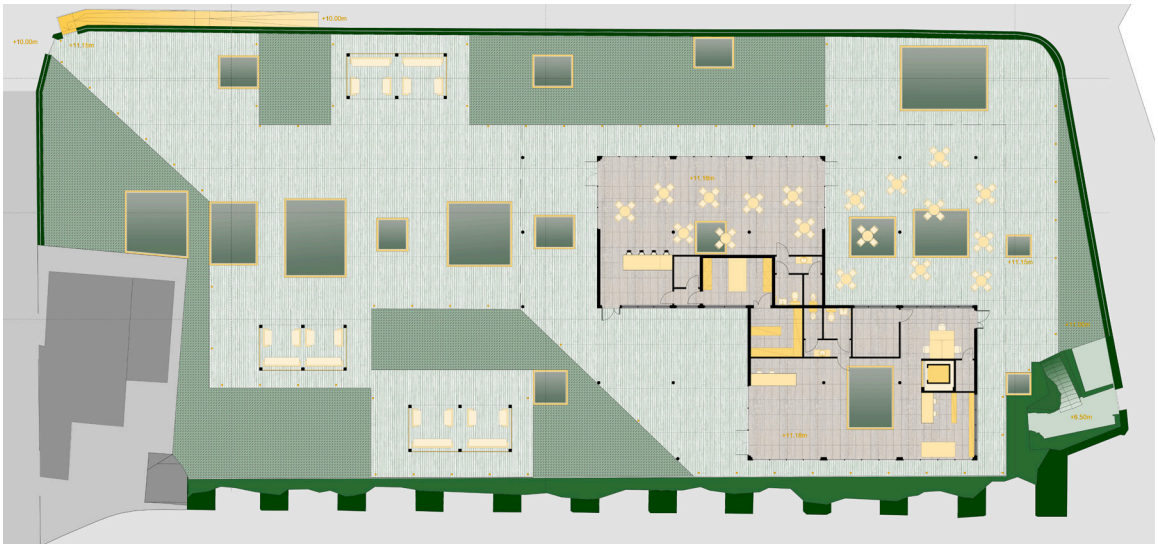


LEGENDA

- *Pavimento originale a quota +0.50 m*
- *Pavimento originale a quota 0.00 m*
- *Nuova pavimentazione a quota +0.20 m*
- *Nuovo intervento*
- *Vasche e canalizzazione a pelo libero*

0 2 5 10 m

Pianta a quota + 1,50 m



LEGENDA

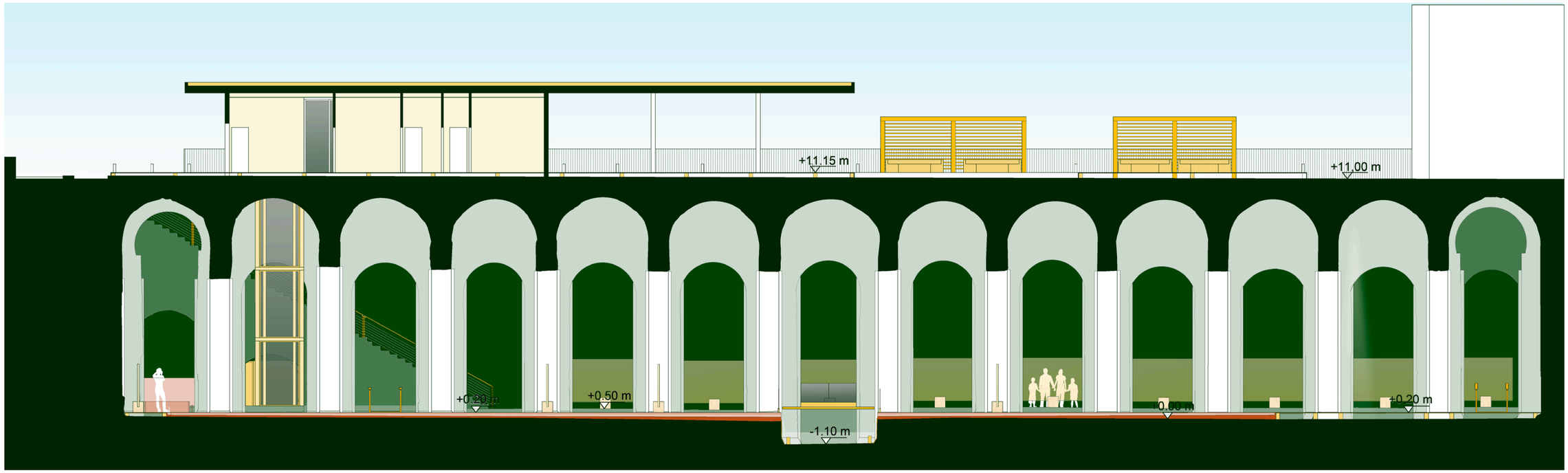
- *Costruzione originale in tufo*
- *Nuovi lucernari per chiusura aperture*
- *Nuova pavimentazione esterna*
- *Aiuole*
- *Nuovo intervento*
- *Nuova pavimentazione interna*

0 2 5 10 m

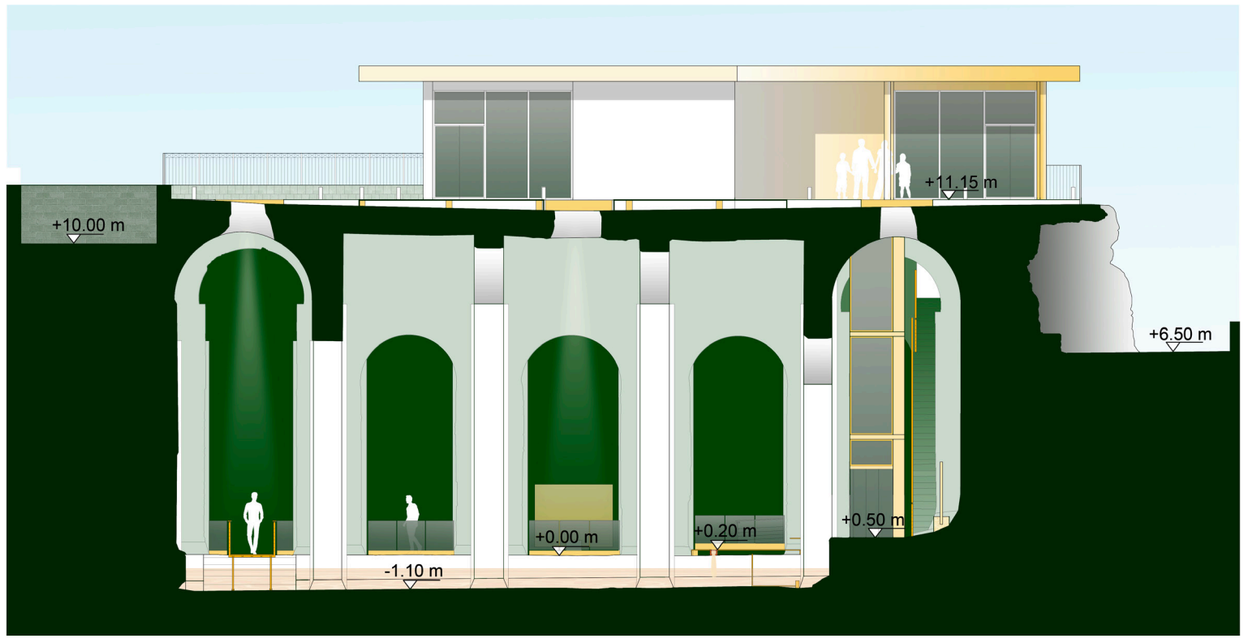
Pianta copertura

Figura 12. - *Piante di progetto per l'interno della Piscina Mirabilis e per la copertura.*

Sezioni di progetto

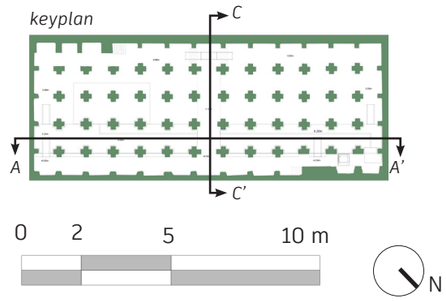


Sezione A-A'

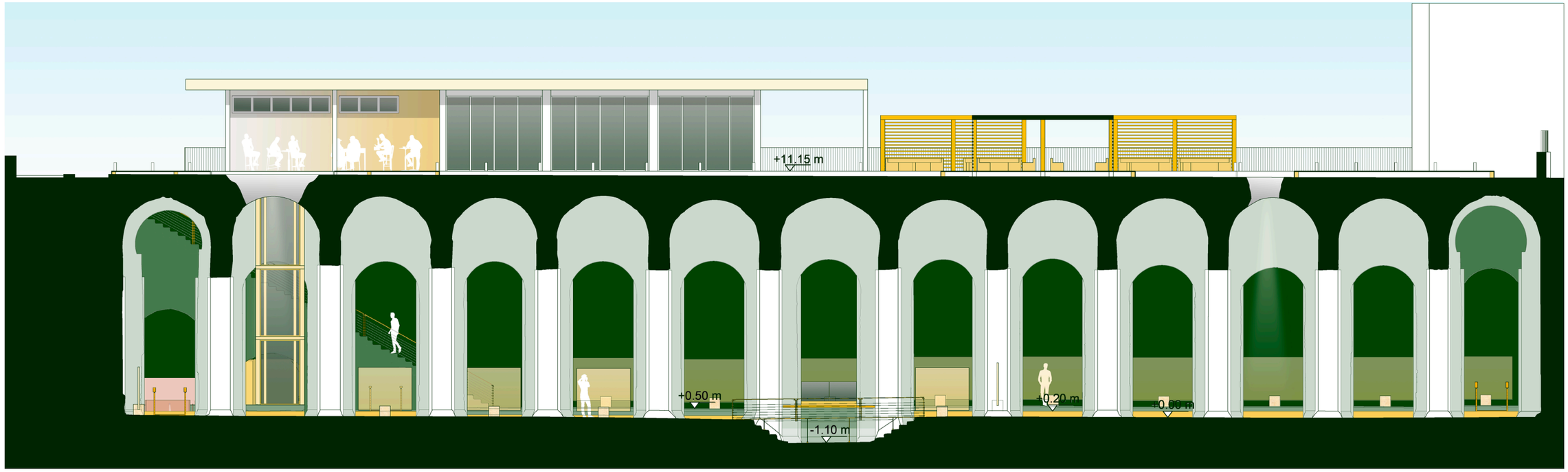


Sezione C-C'

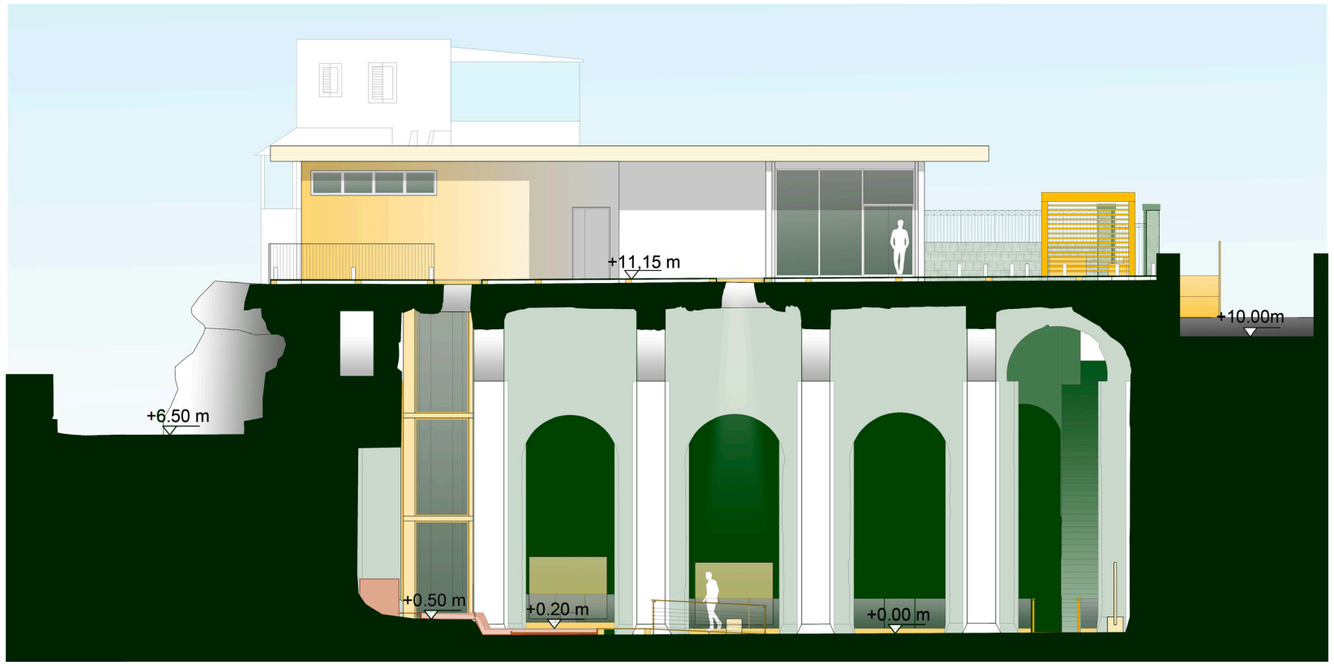
Figura 13a. - *Sezioni di progetto della Piscina Mirabilis.*



Sezioni di progetto

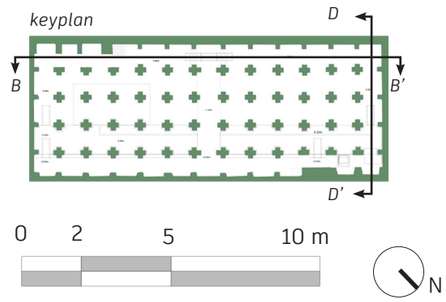


Sezione B-B'



Sezione D-D'

Figura 13b. - *Sezioni di progetto della Piscina Mirabilis.*



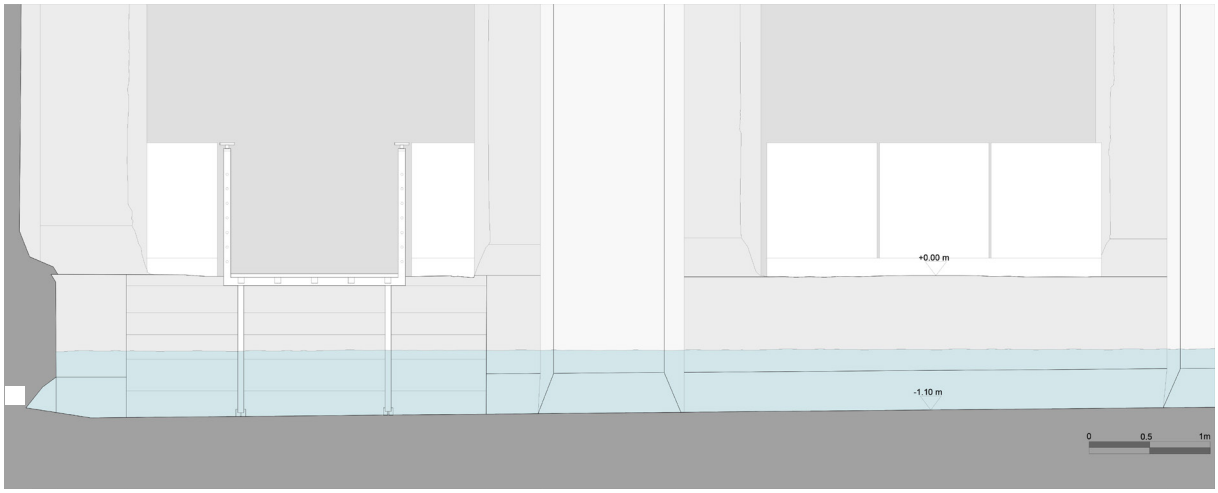


Figura 14. - *Particolare della passerella della piscina limaria, sezione trasversale.*

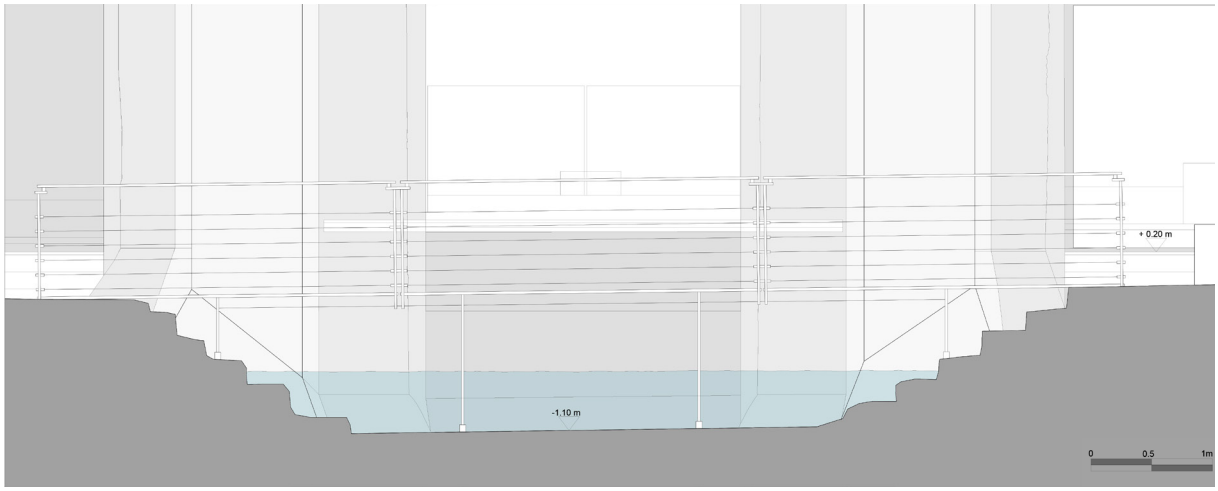


Figura 15. - *Particolare della passerella della piscina limaria, sezione longitudinale.*

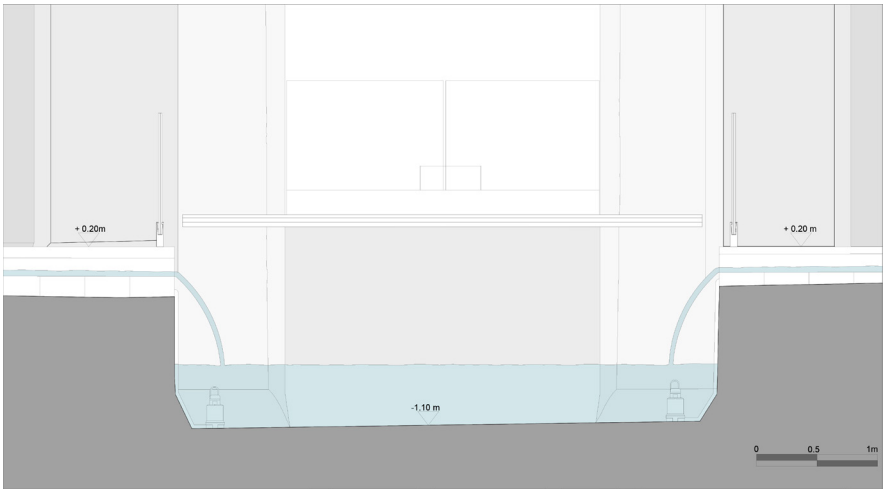


Figura 16. - *Particolare della piscina limaria.*

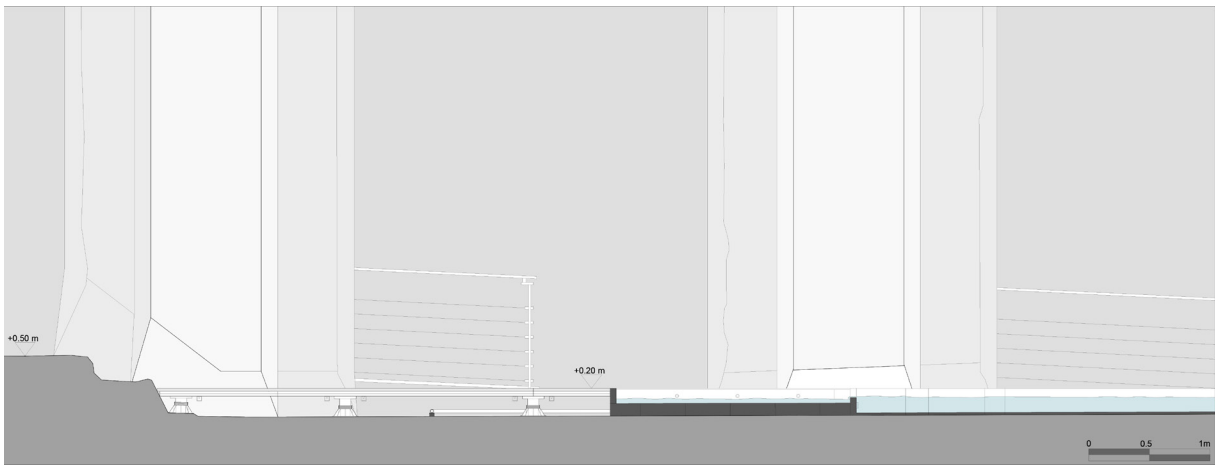


Figura 17. - *Particolare della vasca centrale.*

Particolare 1

Figura 18. - *Particolare (1) della vasca iniziale di accumulo.*

Particolare 2

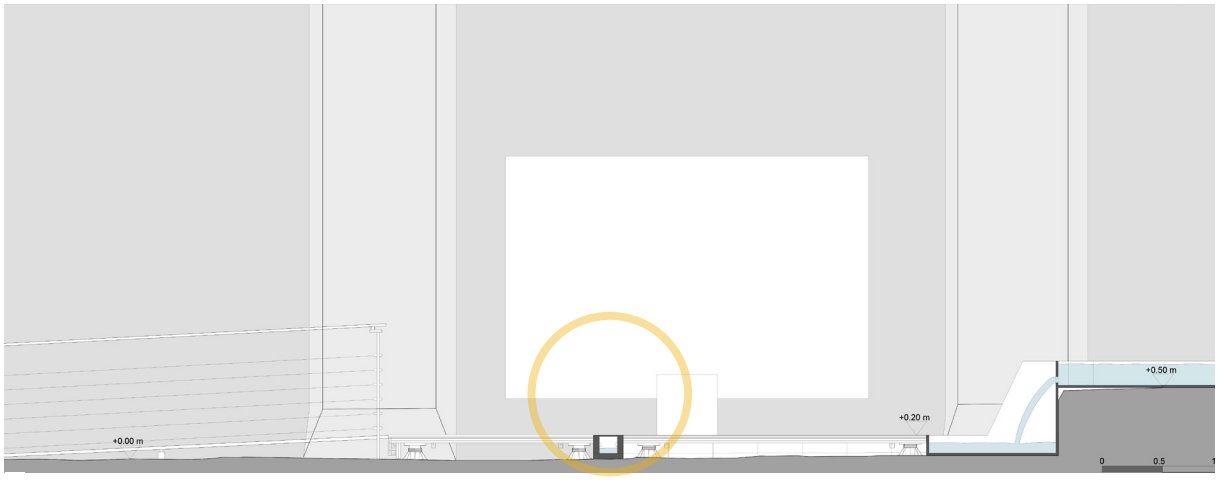


Figura 19. - *Particolare (2) della vasca iniziale di accumulo.*

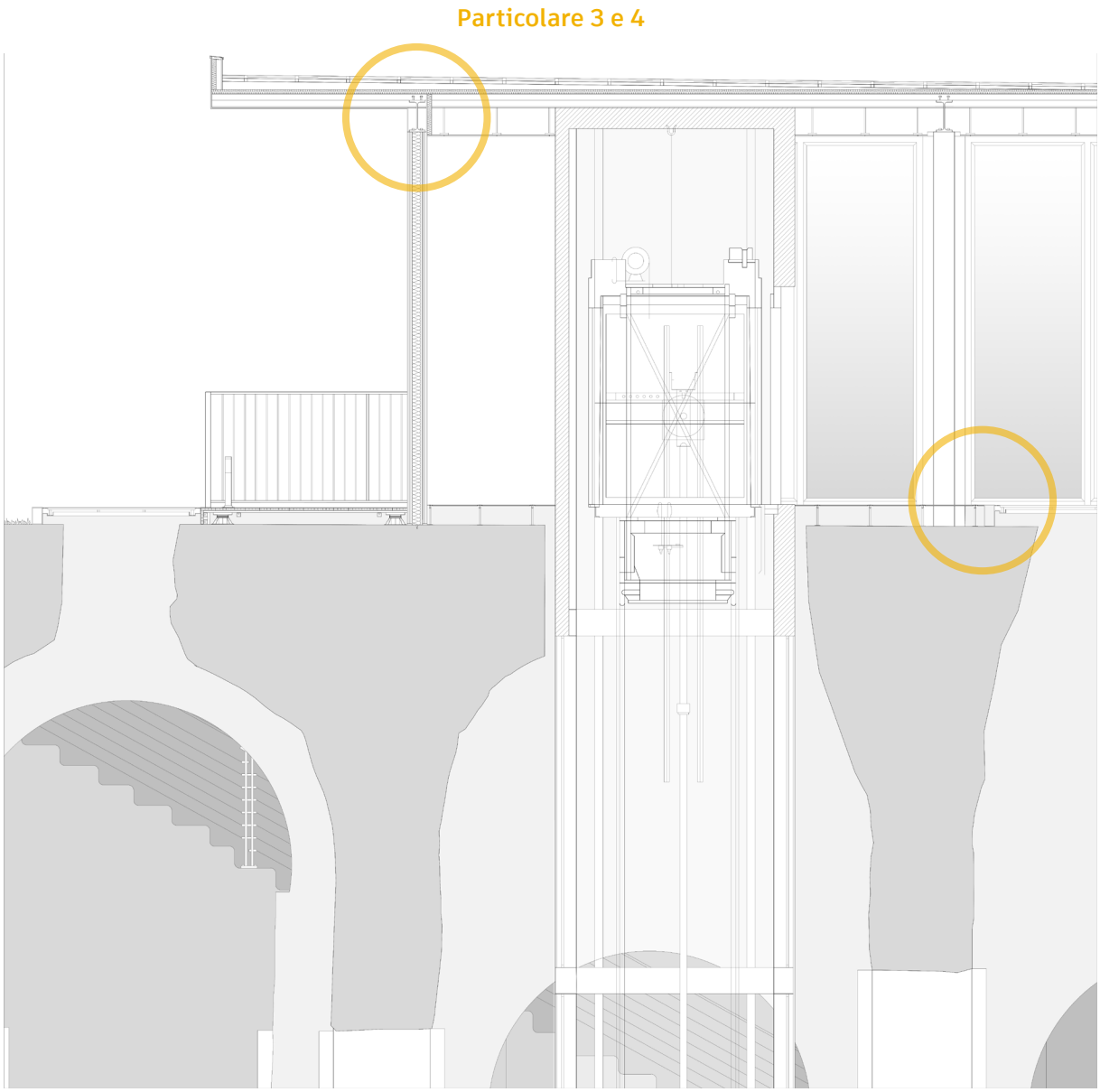


Figura 20. - *Particolari (3, 4) della nuova costruzione. Sezione A-A'.*

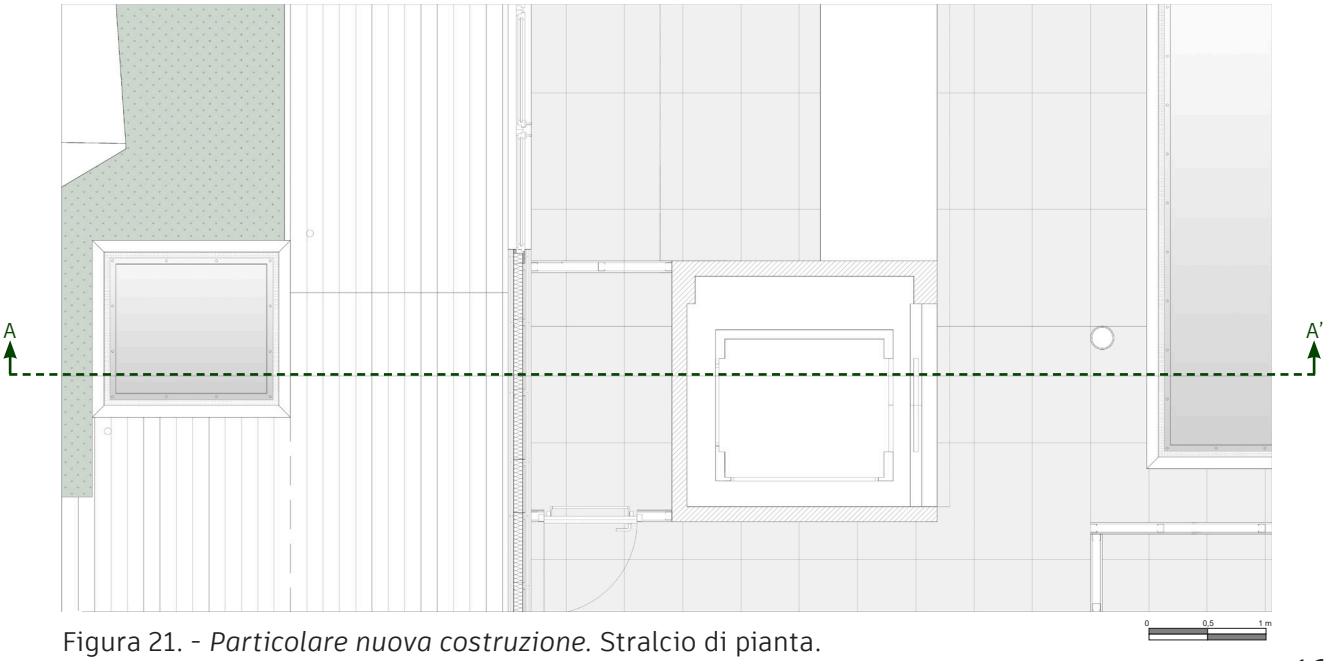
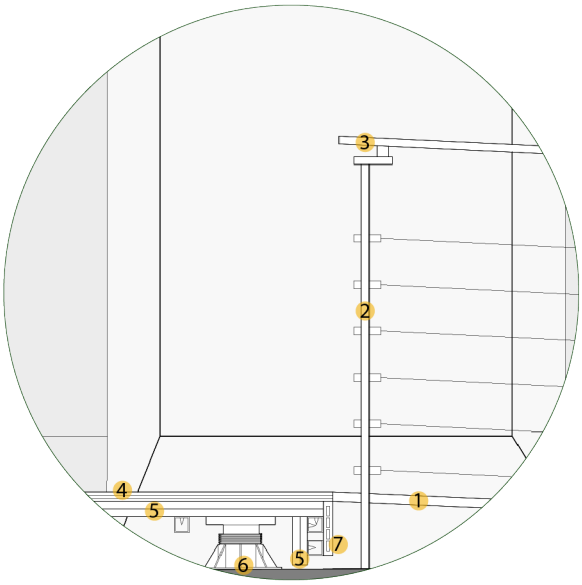


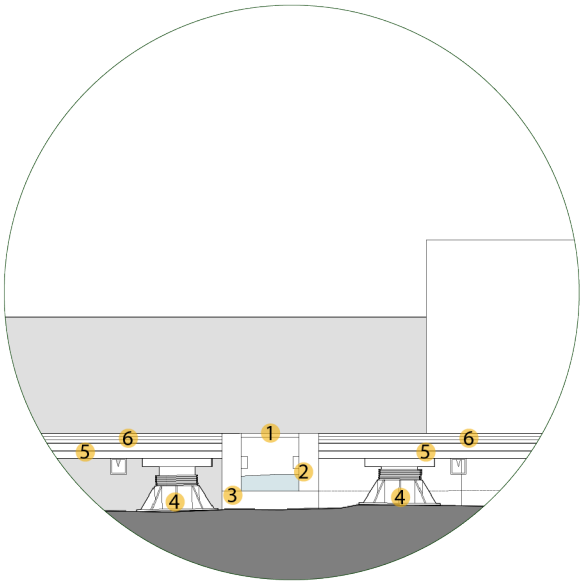
Figura 21. - *Particolare nuova costruzione.* Stralcio di pianta.

Particolare 1



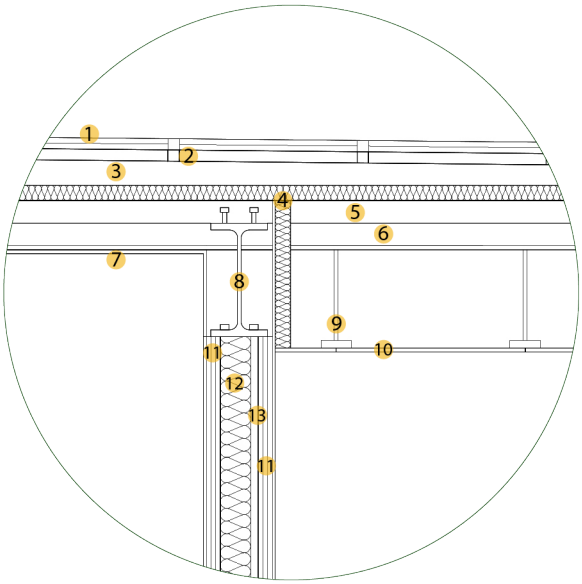
1- Lastre accoppiate di sicurezza in vetro temperato, sp. 2 cm
2- Telaio a staffe con barre piane in acciaio inox, sp. 2 cm
3- Lastra di vetro temprato infrangibile, sp. 2 cm
4- Doga in legno e resina termoplastica, sezione di 2,5x14 cm
5- Profilo di supporto in alluminio, sp. 4 cm
6- Piede regolabile in polipropilene con testina autolivellante, Ø 21 cm
7- Doga di finitura in legno e resina termoplastica, sezione di 2,5x14 cm

Particolare 2



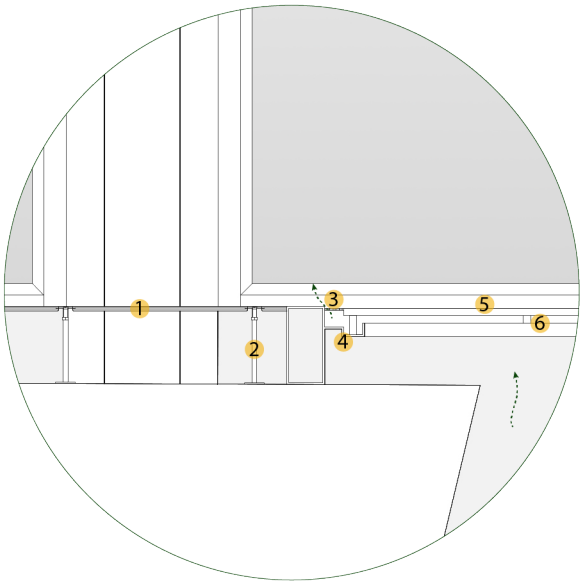
1- Lastra in policarbonato, sp. 5 mm
2- Illuminazione LED, Ø 3 cm
3- Blocco di tufo
4- Piede regolabile in polipropilene con testina autolivellante, Ø 21 cm
5- Profilo di supporto in alluminio, sp. 4 cm
6- Doga in legno e resina termoplastica, sezione di 2,5x14 cm

Particolare 3

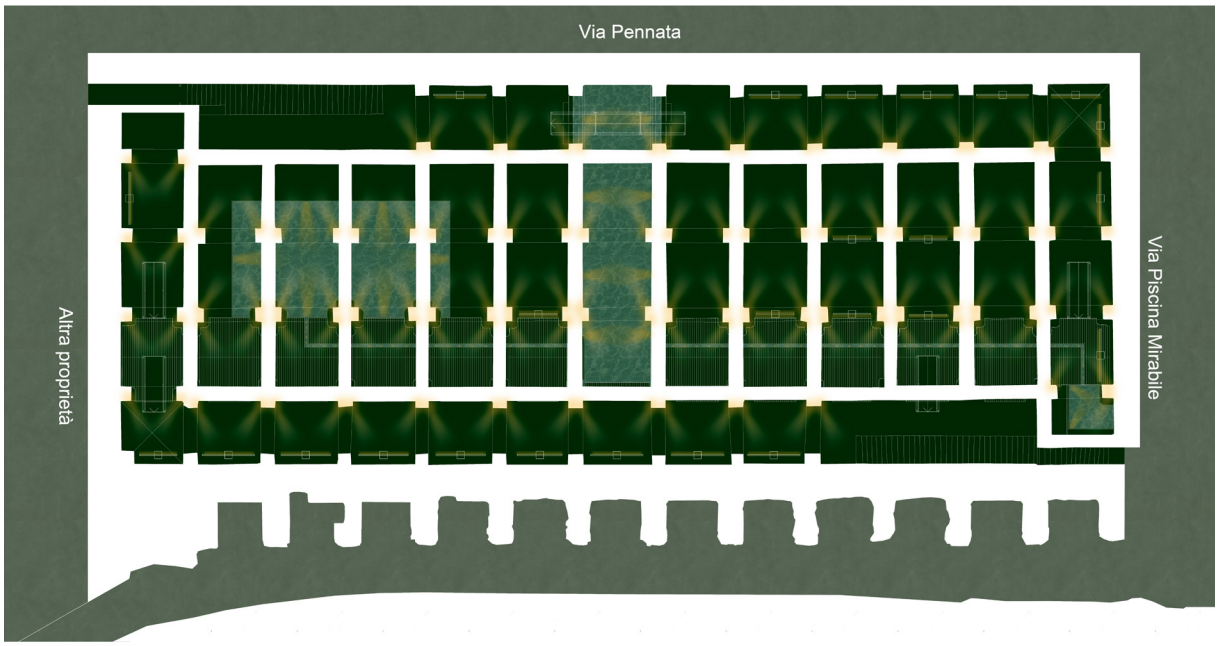


1- Lastra metallica, sp. 1 cm
2- Staffa in alluminio, sezione 3x3 cm
3- Massetto di pendenza 1%
4- Polistirene espanso, sp. 4 cm
5- Massetto alleggerito, sp. 6 cm
6- Lamiera gracata
7- Lastra metallica di finitura, sp. 1 cm
8- Trave HEA 300
9- Barre in acciaio filettate, Ø 1 cm
10- Lastra in cartongesso, 60x60 cm
11- Lastre metalliche di finitura, sp. 4 cm
12- Polistirene espanso, sp 8 cm
13- Profilo metallico a C

Particolare 4

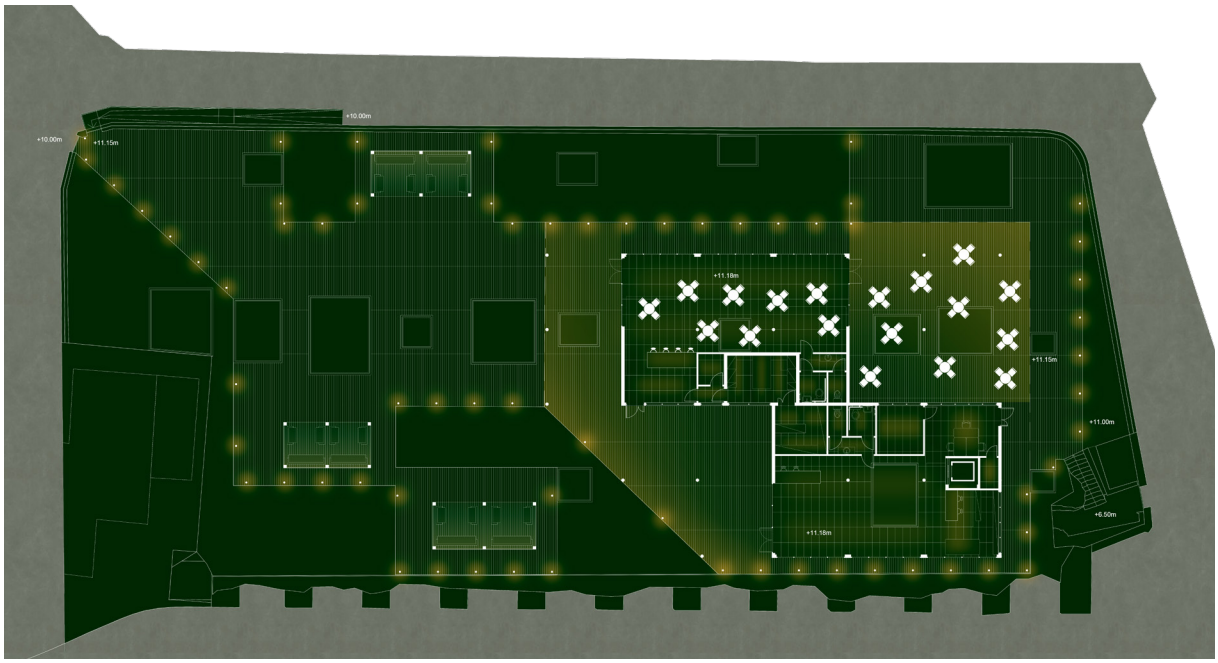


1- Pannello flottante in gres porcellanato da 50x100 cm, sp. 15 mm
2- Struttura di appoggio in acciaio zincato
3- Grata di aerazione metallica, L. 5 cm
4- Profilo metallico di supporto, sp. 5 mm
5- Vetro temperato, sp. 2 cm
6- Supporti cilindrici in alluminio per il vetro, Ø 2 cm



Pianta a quota + 8 m

0 2 5 10 m



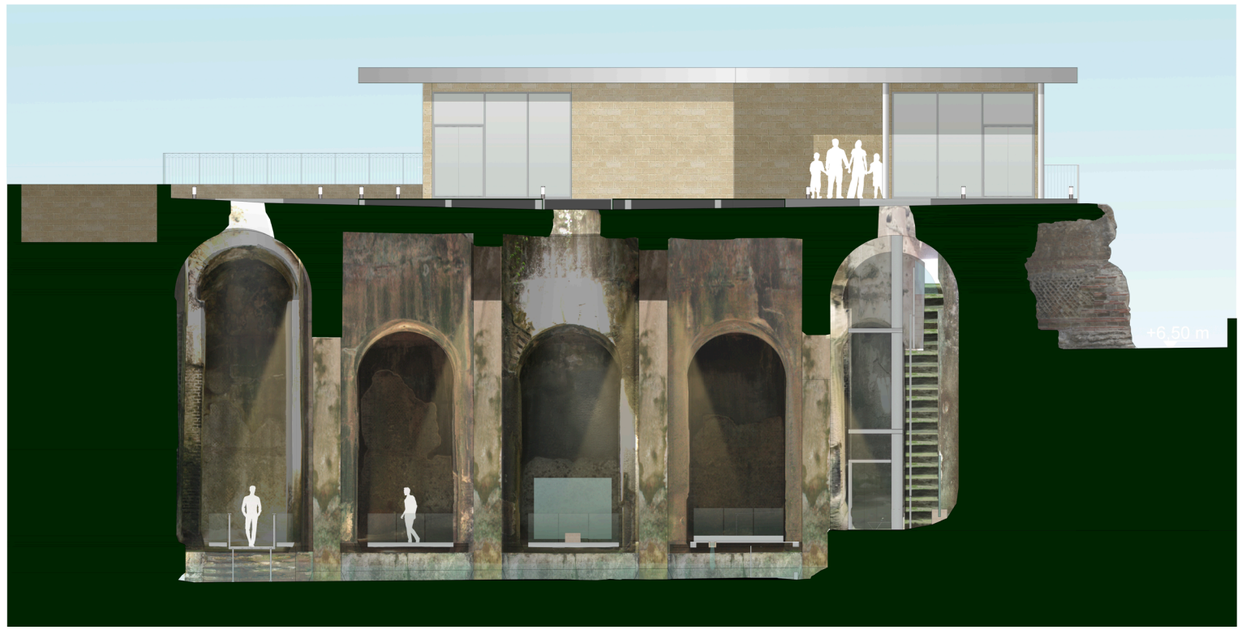
Pianta copertura

0 2 5 10 m

Figura 22. - *Piante di progetto per l'illuminazione dell'interno e della copertura della Piscina Mirabilis.*

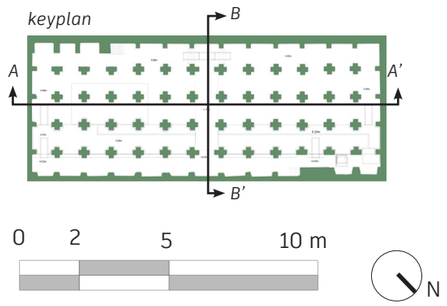
Render

Sezione A-A'



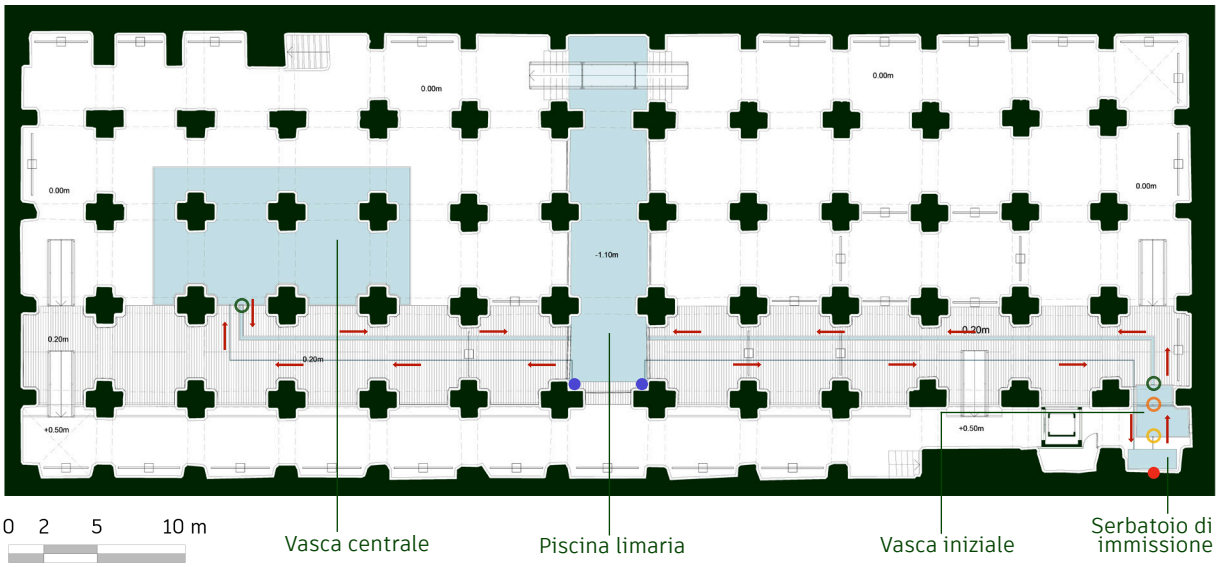
Sezione B-B'

Figura 23. - *Render. Sezione longitudinale A-A' e trasversale B-B'.*



5.5 Valorizzazione attraverso l'acqua a scopo evocativo

All'interno della *Piscina Mirabilis* si prevede il reinserimento dell'acqua a scopo evocativo, sfruttando la presenza della piscina limaria profonda 1.10 m, e inserendo due nuovi specchi d'acqua collegati tramite delle canalizzazioni (Fig. 24). La vasca iniziale di accumulo, alta 20 cm e realizzata con materiale metallico, si collega alla piscina limaria tramite una canalizzazione lunga 32 m, mentre la vasca centrale, con la stessa altezza e materiale dell'altra, è collegata con un percorso di 21 m.



Pianta a quota + 1,50 m

LEGENDA

- *Luce a battente, diametro di 3 cm*
- *Luce a battente, diametro di 5 cm*
- *Stramazzo*
- *Punto di adduzione*
- *Direzione dell'acqua*
- *Vasche con acqua a pelo libero*
- *Canalizzazione con movmento dell'acqua per gravità*
- *Canalizzazione in pressione*
- *Pompe idrauliche*

Figura 24. - *Vasche a pelo libero e percorso delle canalizzazioni di collegamento.*

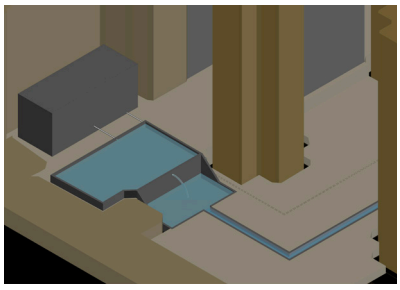


Figura 25. - *Vasca iniziale di accumulo e serbatoio di immissione, con luci a battente con diamtero di 3 cm e 5 cm e stramazzo verso la canalizzazione.*

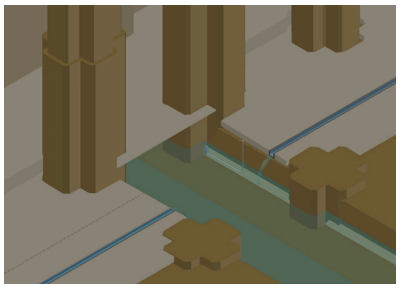


Figura 26. - *Immissione dell'acqua dalle canalizzazioni alla piscina limaria e posizionamento delle pompe idrauliche e rispettive tubazioni sotto la pavimentazione.*

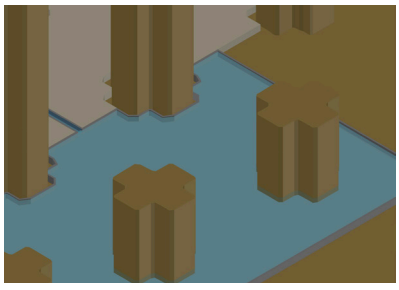


Figura 27. - *Vasca centrale con stramazzo per immissione dell'acqua dalla canalizzazione.*

Per dimensionare la portata d'acqua utile allo scopo del progetto è stato utilizzato lo studio delle correnti a pelo libero, relativi ad una parte dell'ingegneria idraulica che tratta i canali a cielo aperto. Le correnti a pelo libero sono una tipologia di moto che l'acqua ha nei fiumi, nei canali artificiali o nelle condotte non in pressione, in cui la superficie superiore del fluido è a contatto con l'atmosfera terrestre, che viene considerata a pressione costante, definendo una superficie isobarica detta "superficie libera" o appunto "pelo libero".

Il canale artificiale è stato progettato secondo la portata massima che può veicolare: la portata è il volume di acqua che attraversa la sezione della canalizzazione ortogonalmente alla direzione del movimento del fluido, in un'unità di tempo, espressa in m^3/sec o in l/s. Il canale artificiale progettato presenta una sezione quadrata di 15 cm x 15 cm, caratterizzato dai seguenti dati:

A	=	Area della sezione liquida	m^2
P	=	Perimetro bagnato	m
B	=	Larghezza al pelo libero	m
R	=	Raggio idraulico A/P	m
Y	=	Profondità idraulica A/B	m
V	=	Velocità media della corrente	m/s
Q	=	Portata liquida	m^3/s

L' area A della sezione liquida è il prodotto tra la base della canalizzazione e l' altezza del fluido: *b* si riferisce alla base della canalizzazione e *h* rappresenta l'altezza del fluido.

$$= b \cdot h$$

$$= 0{,}15 \times 0{,}04$$

$$= 0{,}006 \quad m^2$$

Il raggio idraulico R, indica il rapporto tra l'area bagnata A e il perimetro bagnato P. Il fondo viene approssimato piatto in quanto il canale è a sezione quadrata.

$$= \frac{A}{P} = \frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h}$$

$$= \frac{0{,}15 \cdot 0{,}04}{0{,}15 + 2 \cdot 0{,}04}$$

$$= 0{,}026 \quad m$$

La portata Q di una corrente attraverso una sezione si può calcolare tramite la formula di Gauckler-Strickler, usata per le condotte in pressione e correnti a pelo libero in cui:

Ks	=	Coefficiente di Gauckler-Strickler [$m^{1/3}/s^{-1}$]
A	=	Area bagnata [m^2]
$R^{2/3}$	=	Raggio idraulico
$i^{1/2}$	=	Pendenza della condotta

Il coefficiente di Gauckler-Strickler indicato con ks, è un parametro usato nello studio dei flussi dei condotti, dei canali e dei fiumi; varia rispetto alla scabrezza della superficie di riferimento. La scabrezza quindi indica l'irregolarità media di una superficie: nel caso specifico del progetto della canalizzazione nuova, il materiale utilizzato è muratura grezza in tufo locale[5]; questa tipologia presenta un valore di ks pari a 65 $m^{1/3}/s^{-1}$. La scelta di utilizzare il suddetto materiale consente di avere una corrente abbastanza lenta da poter essere apprezzata dai visitatori. La granulometria del sedimento, la tipologia del rivestimento, il grado e la tipologia di vegetazione, la morfologia del canale, gli alluvionamenti e le erosioni, la presenza di trasporto solido, le ostruzioni locali e il tirante idrico influenzano il valore della scabrezza. Quindi il valore della portata massima per il canale progettato è il seguente, riportando i dati necessari al calcolo:

Area sezione bagnata	0,006	m^2
Raggio idraulico	0,026	m
b canale	0,15	m
h canale	0,04	m
i canale	0,3	%
Ks	65	$m^{1/3}/s^{-1}$

Dai calcoli eseguiti la portata massima dell'acqua risulta essere 1,9 l/s, i quali scorrono nelle canalizzazioni ad una velocità media di 0,31 m/s, adatta al percorso di visita.

[5]Marchi, Rubatta 1981, 570.

Portata massima

$= Ks \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$

$= 65 \cdot 0{,}006 \cdot 0{,}026^{2/3} \cdot 0{,}003^{1/2}$

$= 0{,}0019 \quad m^3/s$

$= 1{,}9 \quad l/s$

Velocità media della corrente

$= Ks \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$

$= 65 \cdot 0{,}026^{2/3} \cdot 0{,}003^{1/2}$

$= 0{,}31 \quad m/s$

L'acqua, che viene messa in circolo grazie ad un serbatoio posto in una nicchia sotto le scale a nord-ovest, è mantenuta in funzione attraverso due elettropompe ad immersione (Fig. 25a) poste ai lati della piscina limaria. Ogni pompa servirà una tubazione che collegherà, una la vasca iniziale di accumulo e l'altra la vasca centrale, passando al di sotto della nuova pavimentazione flottante. osservando le curve caratteristiche delle elettropompe proposte, il dislivello massimo raggiungibile con una portata di 1,9 l/s è di circa 3 m, misura pienamente sufficiente per colmare il dislivello tra la quota della piscina limaria e delle canalizzazioni. Le tubazioni delle pompe sono costituite da materiale composito, presentano un diametro da 1 1/4'' circa 3 cm, pari al diametro della mandata delle elettropompe installate e un'alimentazione è di 240 V, simile a quelle utilizzate per le reti domestiche; sono silenziose tali da non disturbare l'atmosfera museale.

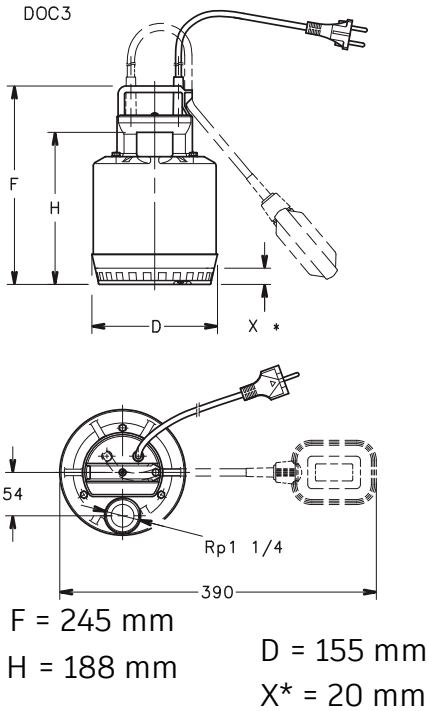


Figura 28a - *Elettropompa ad immersione.*

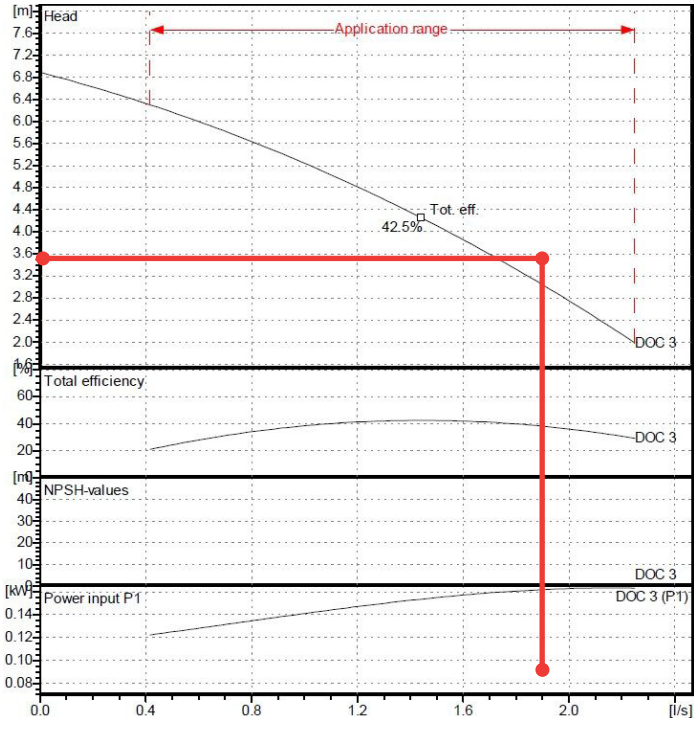
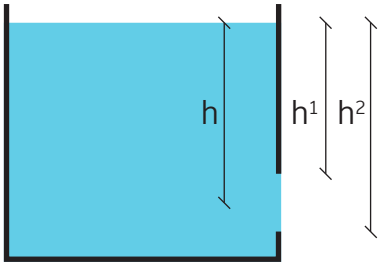


Figura 28b - *Curva caratteristica per elettropompa ad immersione.*

Per quanto concerne il dimensionamento delle luci che immetteranno l'acqua dal serbatoio alla vasca di accumulo iniziale a pelo libero, è stata utilizzata una luce a battente a spigolo vivo a sezione circolare con un diametro di 3 cm (Fig. 26 - Sezione 1). Sopra tale luce si mantiene un battente di acqua di 1 m, costante nel tempo, in modo tale che la portata d'acqua in uscita rimanga di 1,9 l/s. Inoltre, una prima parte della vasca iniziale deve superare il dislivello di 30 cm per raggiungere l'altra parte che si trova a quota 0; il passaggio della medesima portata è garantito da un'ulteriore luce a battente avente un diametro di 5 cm e un battente d'acqua di 13 cm (Fig. 26 - Sezione 2).



h = distanza fra il baricentro della luce ed il pelo libero

h^1 = distanza fra la sommità superiore della luce ed il pelo libero

μ = coefficiente di contrazione = 0,61

Per il dimensionamento delle aree delle luci necessarie e i rispettivi raggi, sono state utilizzate le seguenti formule:

Sezione 1

Area della luce

$$S = \frac{Q}{\mu \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot h}}$$

= 0,0019095 / 0,61 * √ (2*9,8*1)

= 0,000707 m^2

Raggio della luce

$R = \sqrt{S} / \pi$

= √ 0,000707 / 3,14

= 0,015 m

Verifica della portata

$Q = \mu \cdot S\sqrt{} \cdot (2 \cdot g \cdot h)$

= 0,61 * (π*0,015^2) * √ (2*9,8*1)

= 0,001910 m^3/s

Sezione 2

Area della luce

$$S = \frac{Q}{\mu \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot h}}$$

= 0,0019095 / 0,61 * √ (2*9,8*0,13)

= 0,001961 m^2

Raggio della luce

$R = \sqrt{S} / \pi$

= √ 0,001961 / 3,14

= 0,025 m

Verifica della portata

$Q = \mu \cdot S\sqrt{} \cdot (2 \cdot g \cdot h)$

= 0,61 * (π*0,025^2) * √ (2*9,8*0,13)

= 0,001912 m^3/s

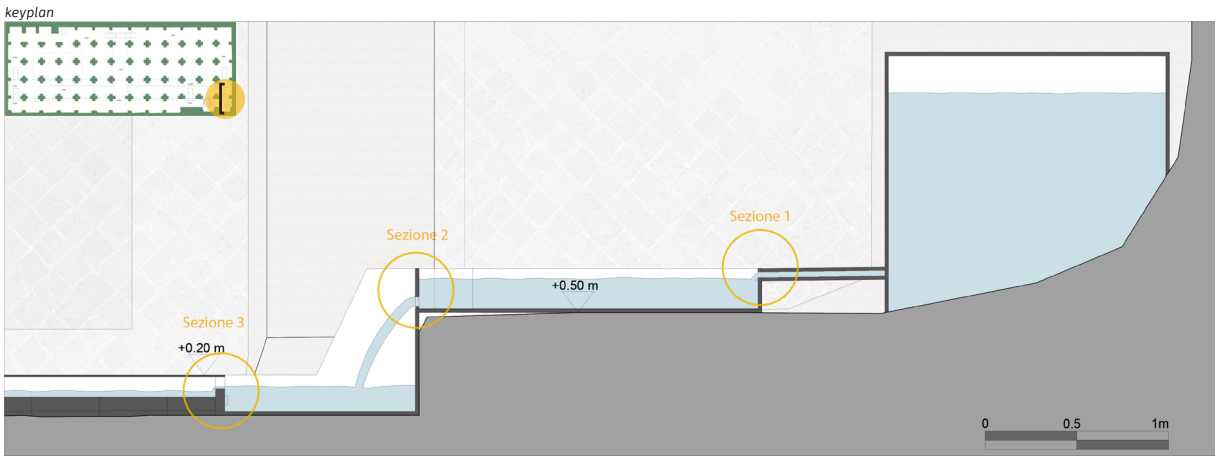
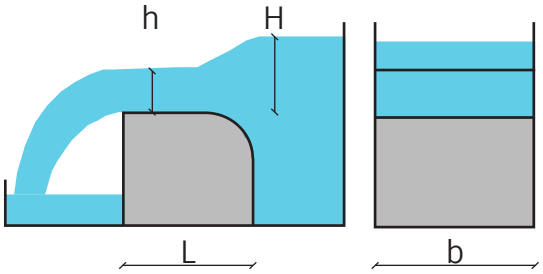


Figura 29 - *Particolare vasca iniziale di accumulo e serbatoio, con luce a battente a spigolo vivo.*

Per collegare la vasca iniziale di accumulo (Fig. 26 - Sezione 3) e la vasca centrale (Fig. 27 - Sezione 4) alle rispettive canalizzazioni, è stata utilizzata una bocca a stramazzo a parete grossa. La larghezza della soglia misura 0.15 m, la medesima della canalizzazione, ed è stata mantenuta un'altezza del fluido indisturbato a monte della soglia di 0.04 m, in modo tale da produrre un getto di acqua all'interno delle canalizzazioni sottostanti.



b	=	larghezza della soglia	=	0,15 m
L	=	lunghezza della soglia	=	0,02 m
H	=	altezza del fluido indisturbato a monte della soglia (carico)	=	0,04 m
h	=	altezza della vena fluida sopra la soglia	=	0,01 m

Verifica della portata

$$Q = 0{,}385 \cdot b \cdot \sqrt{(2 \cdot g)} \cdot H^{3/2}$$

$$= 0{,}385 * 0{,}15 * \sqrt{(2*9{,}8)} * 0{,}04^{3/2}$$

$$= 0{,}002045 \quad m^3/s$$

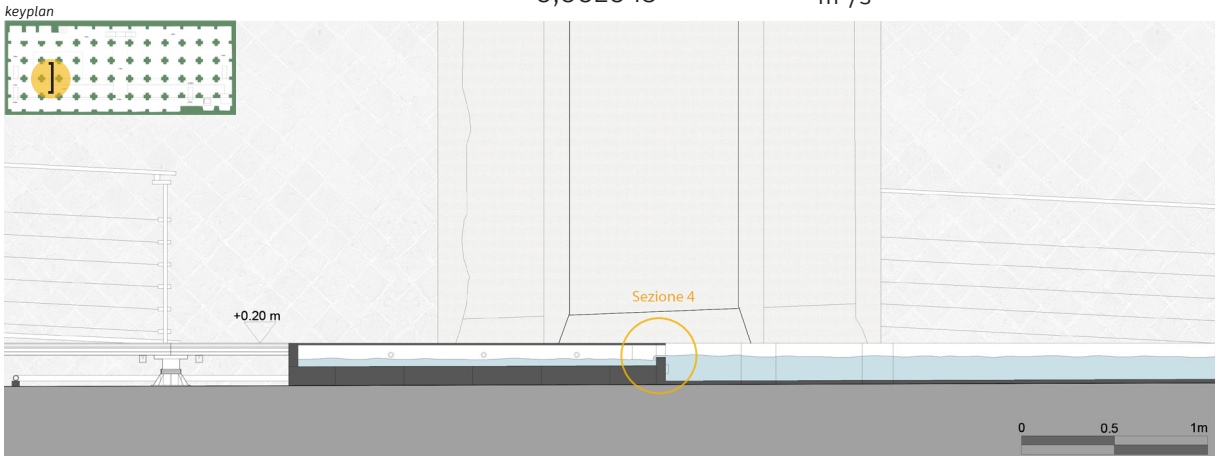
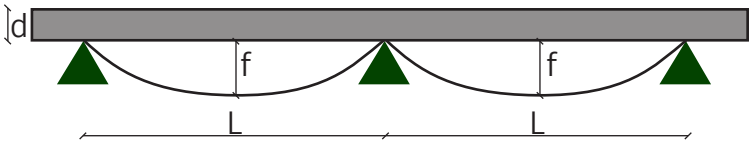


Figura 30 - *Particolare vasca centrale con bocca a stramazzo a parete grossa.*

Ai fini progettuali è stato necessario il calcolo della distanza massima tra gli appoggi per le tubazioni sospese affinché non si superi una freccia prestabilita (f), Viene assimilato al calcolo della deformazione di una trave a sezione circolare cava, appoggiata, sottoposta a un carico uniformemente distribuito pari al peso proprio sommato a quello del liquido (acqua) in esso contenuto.
Nel caso specifico della *Piscina Mirabilis*, tenendo conto del materiale utilizzato per le tubazioni (pvc), del diametro della sezione, dello spessore del condotto e della freccia, la distanza massima degli appoggi risulta essere di 2,595 m.



d	=	Diametro esterno tubazione	=	40 mm
s	=	Spessore tubazione	=	8 mm
f	=	Freccia massima	=	30 mm

$$L = \sqrt[4]{\frac{384}{5} \cdot \frac{f \cdot E \cdot J}{q}} \quad m$$

L	=	Distanza tra due appoggi consecutivi
f	=	freccia massima, intermedia tra i due appoggi
E	=	Modulo elastico del materiale della tubazione
J	=	Momento di inerzia della sezione della tubazione
q	=	Carico distribuito

Un aspetto su cui si è posta attenzione riguarda la variazione di volume dell'acqua nelle vasche quando il fluido corre all'interno del circuito: una volta accese le due pompe il livello di acqua presente nella piscina limaria si abbasserà di una certa quantità per riempire i due circuiti e si rialzerà una volta spente le pompe (cioè l'acqua per gravità ritornerà alla piscina limaria).
Il volume di acqua presente nei circuiti e nelle vasche (considerata solo l'altezza dello stramazzo) è di 4,93 mc, quello della piscina limaria è di 45,1 mc. La variazione di volume risulta essere di 0,06 m. Invece, quando le pompe vengono accese e l'acqua circola nei circuiti in pressione, la variazione di volume è di 0,001 m.

h acqua piscina limaria	0,55	m
Superficie piscina limaria	82	mq
V. piscina limaria	45,1	mc
V. circuiti in pressione	0,024 + 0,017	mc
=	0,041	mc
V. circuiti non in pressione	0,213 + 0,142	mc
	0,355	mc
Vasca iniziale (solo stramazzo)	0,336	mc
Vasca centrale (solo stramazzo)	4,2	mc

Differenza tra volume piscina limaria e circuiti	45,1 - 0,041	=	45,059	mc
Altezza dell'acqua durante la variazione	45,059 / 82	=	0,549	m
Abbassamento dell'acqua per riempire i due circuiti	0,55 - 0,5495	=	**0,001**	m
Volume vasche e circuiti	0,041 + 0,355 + 0,336 + 4,2	=	4,93	mc
Volume presente nella P.L. quando le pompe sono spente	45,1 + 4,93	=	50,03	mc
Altezza totale dell'acqua nella P.L.	50,03 / 82	=	0,61	m
Innalzamento dell'acqua nella P.L una volta spente le pompe	0,61 - 0,55	=	**0,060**	m

Conclusioni

Valorizzare un'architettura storica è una sfida che parte dalla conoscenza, compito reso ancora più arduo quando ci si trova dinnanzi ad un sito archeologico, ossia un bene culturale che possiede una storia e una stratificazione significativa e sfaccettata. Il percorso intrapreso è iniziato da questo, dal conoscere: il luogo, la storia, la società in cui la *Piscina Mirabilis* è stata costruita, così come le tecniche costruttive, lo scopo della sua esistenza e le conseguenze delle trasformazioni avvenute durante il susseguirsi dei secoli. L'importanza di avere uno sguardo di insieme del bene, nel suo contesto più ampio, è evidente fin dalla definizione funzionale dello stesso: il sito ipogeo è il fulcro dell'interesse culturale, ma la creazione di spazi ricreativi e di servizi annessi può diventare un'occasione per incoraggiare la diffusione della cultura del bene e la sua fruizione. Pertanto, all'interno della Piscina è stato inserito uno spazio espositivo permanente che introduca il visitatore alla stessa conoscenza, utile anche alla stesura di questo elaborato. La restante area espositiva è dedicata ad allestimenti temporanei così da promuovere opere locali o l'arte di giovani promettenti, oppure ancora cogliere occasioni di prestiti da altri poli museali.

La *Piscina Mirabilis* è un luogo identitario per la popolazione, infatti, la sua fruizione attraverso esposizioni temporanee è rafforzata dalla proposta di messa in sicurezza della terrazza, che diventa uno spazio usufruibile anche per coloro che desiderano accedere al punto ristoro e alle zone d'ombra studiate nell'articolazione dello spazio esterno. Inoltre, sono stati inseriti dei sistemi di rampe e un ascensore così da poter garantire l'accessibilità a tutte le persone, pur conservando una delle due entrate originarie per coloro che possono e desiderano intraprendere l'esperienza.

L'antica funzione della *Piscina Mirabilis* consisteva nella conservazione dell'acqua; perciò, la presenza di quest'ultima è un elemento imprescindibile per la concezione della struttura. Da molto tempo il sito ha perso la sua vocazione originaria, infatti, la proposta di valorizzazione, che parte dall'essenza della Piscina, non

poteva esimersi dal reintrodurre l'acqua all'interno del percorso di visita. Dato che il volume occupato dall'acqua in antichità si estendeva per tutta la superficie, sono state scelte alcune aree strategiche per evocare l'antica presenza. La piscina limaria, è stata riempita per metà della sua altezza ed è stato creato un percorso che mostrasse il tragitto compiuto dall'acqua, dal punto di immissione attraverso il foro posizionato al fianco della scala d'ingresso, fino alla parete apposta, in un punto non ancora scoperto. La linearità delle vasche e delle canalizzazioni che si snodano per tutta la lunghezza del sito, evocano lo scorrere dell'acqua che diventa percepibile e apprezzabile sia visivamente sia attraverso il suono del lento scorrere dell'acqua.
La maestosità e la suggestione degli ambienti è stata conservata attraverso pochi ma necessari interventi che superassero le barriere architettoniche e attraverso l'inserimento dell'acqua, non solo nei racconti di una memoria passata ma anche nella proposta di un percorso di visita futuro.

Le analisi condotte hanno evidenziato il forte legame che esiste tra la *Piscina Mirabilis* e l'insieme dei siti archeologici limitrofi, alcuni con funzioni analoghe, raggruppanti sotto la direzione di un'unica istituzione, il Parco Archeologico dei Campi Flegrei. Una realtà in continuo sviluppo a cui lo studio cerca di contribuire attraverso la progettazione e attraverso nuove forme di gestione come il partenariato, che ha permesso l'inizio di un percorso di rinnovamento che mira alla divulgazione della cultura locale e romana, non solo attraverso siti emblematici che vantano milioni di visitatori ma anche tramite piccole realtà storiche cariche di significato e potenziale.

Bibliografia

Capitolo 1 – Infrastrutture idriche

Orsini, B. (1805). *Saggio di idraulica in Commercio di Sesto Giulio Frontino degli acquedotti delle città di Roma*. Perugia. Nella stamperia camerale di Carlo Baduel. 28.

Secchi, A. (1865). *Intorno ad alcuni avanzi di opere idrauliche antiche rinvenuti nella città di Alatri*. Roma. Tipografia delle Belle Arti.

Bernardelli, R. (1971). «Il tripartitore di acqua di Porta Vesuvio a Pompei». *Studi Urbinati, Nuova Serie B*, 1-2, t. III.

De Vos, M e A. (1976). *Guida archeologica di Pompei*. Verona. La Rocca.

Parker, J. H. (1876). *The Aqueducts of Ancient Rome*. Oxford. James Parker and Co.

Di Tucci, P. (1880). *Nuovo esame dei ruderi dell'acquedotto di Betilieno presso Alatri*. Roma. Salviucci.

Betocchi, A. (1881). *Le acque e gli acquedotti di Roma antica*. Roma. Tip. Elzeviriana.

Lanciani, R. (1881). *I comentarii di Frontino intorno le acque e gli acquedotti*. Roma. Saluiucci.

Forbes, R. S. (1899). *The roman aqueducts*. Roma.

Cardini, M. (1902). *L'igiene pubblica di Roma antica fino all'età imperiale*. Prato. Studio Bibliografico A. Polla.

Rivoira, G. T. (1921). *Architettura romana*. Milano. Ulrico Hoepli.

Cozzo, G. (1927). *Ingegneria romana*. Roma. Libreria Editrice Mantegazza.

Paribeni, R. (1930). *I fori imperiali. Bergamo*. Istituto Nazionale L.U.C.E.

Giovannoni, G. (1931). *Contributo allo studio della tecnica delle costruzioni romane*. Roma.

Corsetti, G. (1937). *Acquedotti di Roma*. Roma. Palombi.

Ward-Perkins, J. (1937). *The Career of Sex. Julius Frontinus*. *ClassQuat XXXI*. 102-105.

Pellati, F. (1940). *L'ingegneria idraulica ai tempi dell'impero romano*. Roma. Istituto di studi romani.

Forbes, R. J. (1955). *Studies in Ancient Technology*. Vol 1. Leiden. Brill.

Lugli, G. (1957*). La tecnica edilizia romana*. Roma. Giovanni Bardi Editore.

Hodges, H. (1970). *Technology in the ancient world*. Londra. The Penguin Press.

Giovannoni, G. (1972). *La tecnica della costruzione presso i romani*. Roma. Scienze e lettere.

Paribeni, R. (1974). *L'età di Cesare e di Augusto*. Roma. Cappelli.

Landels, J. G. (1978). *Engineering in the Ancient World*. Londra. Constable.

Evans, H. B. (1982). *Agrippa's water plan*. in *AJA* vol. 86. 401-411.

Panimolle, G. (1983). *Gli acquedotti di Roma antica*, vol. 1. Roma. Cassa di risparmio di Roma. 33-59; 245-250.

Panimolle, G. (1983). *Gli acquedotti di Roma antica*. Vol. 2*, Giovanni Battista Piranesi nel contesto degli acquedotti di Roma antica*. Roma. Cassa di risparmio di Roma. 65-83.

Cenerini, F. (1985). «L'acqua nell'amministrazione pubblica romana.» in *Catalogo della mostra Acquedotto 2000. Bologna, l'acqua del duemila ha duemila anni* (Bologna, 23 marzo – 30 giugno 1985). Bologna, 19-24.

Giacomini, P. (1985). «La rete idrica nelle città antiche» in *Catalogo della mostra Acquedotto 2000. Bologna, l'acqua del duemila ha duemila anni* (Bologna, 23 marzo – 30 giugno 1985). Bologna, 25-30.

Lanciani, R. (1986). *Rovine e scavi di Roma antica*. Roma. Quasar. 168-169.

Trevor Hodge, A. (1985). «Siphons in Roman Aqueducts». *Scientific American*, 6 (252).

Castellani, V.; Dragoni, W. (1989). «Opere idrauliche ipogee nel mondo romano. Origine, sviluppo e impatto nel territorio». *L'universo*, 2.

Ashby, T. (1991). *Gli acquedotti dell'antica Roma*. Roma. Quasar. 19-62.

Brunn, C. (1991). *The water supply of ancient Rome: a study in roman imperial administration*. Helsinki. Societas Scientiarum Fennica.

Trevor Hodge, A. (1992). *Roman Aqueducts & Water Supply*. London. Duckworth

Bodon, G.; Riera, I.; Zanovello, P. (1994). *Utilitas necessaria: sistemi idraulici nell' Italia romana*, progetto quarta dimensione. A cura di I. Riera. Milano. Progetto quarta dimensione.

Evans, H. B. (1994). *Water distribution in ancient Rome: the evidence of Frontinus*. Ann Arbor. University of Michigan Press. 13-64; 135-148.

Aicher, P. J. (1995). *Guide to the Aqueducts of ancient Rome*, vol. 3. Wauconda.

Lombardi, L.; Corazza, A. (1995). *Le Terme di Caracalla*. Roma. Fratelli Palombari Editori. 22-29; 58-73.

Mucci, A. (1995). *Il sistema degli antichi acquedotti romani*. Roma. Palombi. 7-48.

Adam, J. P. (1996). *L'arte di costruire presso i romani: materiali e tecniche*. Milano. Longanesi.

Evans, H.B. (1997). *Water distribution in ancient Rome: the evidence of Frontinus*. University of Michigan Press. Ann Arbor.

Gros, P. (a cura di) (1997). *Vitruvio De Architectura*. Torino. Einaudi Editore.

Pavia, C. (1999). *Guida di Roma sotterranea*. Roma. Gangemi Editore. 53-73.

Lo Cascio, E. (a cura di) (2000). *Roma imperiale. Una metropoli antica*. Roma. Carocci editore. 137-172.

Bossalino, F.; Dazzi, V. (a cura di) (2002). Vitruvius Pollio*: De Architectura: Libri X*. Roma. Kappa. Libro VIII, 285-317.

Antico Gallina, M. (a cura di) (2004). *Acque per l'utilitas, per la salubritas, per l'amoenitas*. Milano. Et. 2-45.

Dickermann, J.A. (2005). *Pompeji. Archäologie und Geschichte*. München. Beck. Trad. It.: *Pompei*. Bologna: Il Mulino, 2007. 26-30.

Tolle-Kastenbein, R. (2005). Archeologia dell'acqua. Milano. Longanesi editore.
Argenziano, P. (2006). «De aquaeductu Urbis Romae di Sesto Giulio Frontino». in *Atti del I Convegno Nazionale di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 8-9 marzo), vol. 2. Napoli, 831-837.

Conforto, M.L.; Nicolucci, S. *(2008*). «Per una storia dell'ingegneria idraulica nell'antichità». in *Atti del II Convegno Nazionale di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 7-8-9 aprile 2008), vol. 1. Napoli. 421-430.

Lugli, G.; Garcia Baraco, M. E. (a cura di) (2010). *Acque urbane in Roma antica: fonti-sorgenti-acque-strutture*. Roma. Scienze e Lettere. 89-95

Montuono, G. M. *(2010).* «La 'macchina' delle terme romane; architettura e funzioni». in *Atti del III Convegno Nazionale di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 19-20-21 aprile), vol.1. Napoli, 399-410.

Pace, P. (2010). *Acquedotti di Roma e il De Aquaeductu di Frontino*. 3a ed. Roma. Betmultimedia.

Conforto, M. L. *(2016).* «L'arte di costruire nella Roma imperiale». in *Atti del VI Convegno di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 22-23 aprile), vol. 1. Napoli, 159-168.

Lombardi, L.; Santucci, E.; Leoni, B. (2017). «La distribuzione dell'acqua nella città di Roma: tecnologia e castellum aquae». in *Atti del Convegno Nazionale. Tecnica di idraulica antica* (Roma, 18 novembre 2016), suppl., *Geologia dell'Ambiente*, 3, 28-31.

Monteleone, M. C. (2020). «Le reti di distribuzione di acqua potabile in epoca romana. Fistule ritrovate e quantità d'acqua erogata in due case pompeiane». in *Atti del VIII Convegno di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 11 dicembre), vol. 1. Napoli, 173-188.

Capitolo 2 – I Campi Flegrei e l'Acquedotto del Serino

Lettieri, P. A. (1560). *Rapporto sugli acquedotti napoletani*. in Giustiniani, L. (1803). *Dizionario geografico ragionato del Regno di Napoli,* vol 3. Napoli. Editori Vincenzo Manfredi e Giovanni de Bonis.

De Joria, A. (1817). *Guida di Pozzuoli e contorno*. Napoli. De Bonis.

Abate, F. (1849). *Intorno all'Acquedotto Claudio*. Napoli. Annali civili del Regno delle due Sicilie.

Abate, F. (1864). *Studi sull'acquedotto Claudio e progetto per fornire d'acqua potabile la città di Napoli*. Napoli. Stamperia del Giornale di Napoli.

Abate, F. (1883). *Acquedotto di Napoli*. Napoli. Società veneta per imprese e costruzioni pubbliche.

Maiuri, A. (1934). *Campi Flegrei*. Roma. Istituto Poligrafico dello Stato.
Sgobbo, I. (1934). «I nuclei monumentali delle terme romane di Baia per la prima volta riconosciuti». in A*tti del III convegno nazionale di studi romani.* Roma. 294-309.

Elia, O. (1938). «Un tratto dell'Acquedotto detto "Claudio" in territorio di Sarno». Aa. Vv. *Campania Romana. Studi e materiali*. Napoli. 99-112.

Sgobbo, I. (1938). «Serino. L'acquedotto romano della Campania: "Fontis Augustei Aquaeductus"». *Notizie degli scavi*. 75-97.

Maiuri, A. (1951). *Terme di Baia: scavi, restauri e lavori di sistemazione*. Bollettino d'arte, vol. 36 (4). 359-364.

Bellucci, A. (1961). «Gli archi dell'Acquedotto Claudio ai Ponti Rossi». *Partenope*, 2 (2). 81-94.

Vitucci, G. (1977). «I Campi Flegrei nell'archeologia e nella storia». in *Atti dei convegni Lincei* (Roma, 4-7 maggio), vol. 33. Roma, 181-189, 406-409.

Ward-Perkins, J.B. (1981). *Roman Imperial Architecture*. New Haven, London. Yale University Press. 97-101; 157-169.

Rosi, M.; Sbrana, A. (1983). «The Phlegraean Fields structural evolution, volcanic history and eruptive mechanism». *Journal of volcanology and geothermal research*, 17. 273-288.

Lanza, P.; Piciocchi, L. (1985). «L'acquedotto sotterraneo del Carmignano». in *Atti del II convegno nazionale di speleologia urbana* (Napoli, 1-3 marzo). Napoli. 69-80.

Pavesio, B. (1985). *Da Serino al Biferno. Storia di un acquedotto*. Napoli. Adriano Galline Editore. 33-128.

Lirer, L.; Luongo, G.; Scandone, R. (1987). «On the Volcanological evolution of Campi Flegrei». *Transactions of the american geophysical union*, 68. 226-234.

Mariniello, A. (1988). «Il tracciato dell'acquedotto Augusteo nel tratto Napoli-Miseno». *Speleologia in cavità artificiali*, 3, 34-36.

Sear, F. (1989). *Roman Architecture*. Londra. B.T. Batsford. 42-94.

Amalfitano, P.; Camodeca, G.; Medri, M. (1990). *Campi Flegrei. Un itinerario archeologico*. Venezia. Marsilio.

Buccaro, A. (a cura di) (1991). *Il borgo dei Vergini. Storia e struttura di un ambito urbano*. Napoli. CUEN Editrice.

Scurati Manzoni, P. (1991). *L'architettura romana. Dalle origini a Giustiniano*. Milano. Guerini Studio. 12-33; 53-55.

Miccio, B.; Potenza, U. (1994). *Gli acquedotti di Napoli*. Napoli. A.M.A.N. ù

Pescatori Colucci, G. (1996). «L'acquedotto di Serino: "Fontis Augustei Aquaeductus"». Pescatori Colucci, G.; Cuozzo, E; Barra, F. (a cura di). *Storia illustrata di Avellino e dell'Irpinia*. Pratola Serra. Sellino e Barra editori. 129-144.

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.)». A*nnali di archeologia e storia antica dipartimento di studi del mondo classico e del mediterraneo antico,* 4, 191-199.

Amato, L. et. al. (2001). «The Crypta Neapolitana; a roman tunnel of the early imperial age». in *Proceedings of Archi2000* (Parigi, 10-12 settembre). Parigi.

Montuono, G.M. (2002). «L'acquedotto romano del Serino e la città di Napoli». Starace, F. (a cura di) *L'acqua e l'architettura. Acquedotti e fontane del Regno di Napoli*. Lecce. Edizione Del Grifo.

Catalano, R. (2003). *Acqua e acquedotti romani, fontis augustei aqueductus*. Napoli. Arte tipografica editrice. 131-135.

Varriale, I. (2004). «Costa flegrea e attività bradisismica dall'antichità ad oggi». in *Atti del IV seminario Rotte e porti del Mediterraneo dopo la caduta dell'Impero Romano d'Occidente. Continuità e innovazioni tecnologiche e funzionali* (Genova, 18-19 giugno). Genova, 291-310.

Del Prete, S. (2005). «Gli acquedotti ipogei e le miniere». Russo, N. et al. (a cura di). *Grotte e speleologia della Campania*. Avellino. Sellino ed. 191-204.

Doring, M.; Uliano, F. (2005). *Campi Flegrei. Opere idrauliche d'epoca romana: la battaglia del Gauro: le viti del Gauro e del Massico.* Quarto Flegreo. Concetto stampa. 7-29.

De Biase, O. (2006). *L'acqua del Serino, Sorgenti e Acquedotti*. Manocalzati. Stampa Editoriale s.r.l.

Del Prete, S.; Varriale, R. (2007). «Breve rassegna sui principali acquedotti ipogei della Campania». *Opera Ipogea*. *Storia Cultura Civiltà Ambiente*, 1, 75-84.

Salvatori, S. (2008). «Il porto dell'antica Puteoli: evoluzione dell'ingegneria marittima in età romana». in *Atti del II Convegno Nazionale di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 7-8-9 aprile 2008), vol. 1. Napoli, 431-440.

Montuono, G.M. (2008). «L'approvvigionamento idrico della città di Napoli. L'acquedotto del Serino e il Formale Reale in un manoscritto della Biblioteca Nazionale di Madrid». in *Atti del II Convegno Nazionale di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 7-8-9 aprile), vol. 2. Napoli, 1029-1050.

De Feo, G. et. al. (2009). «The ancient aqueduct from Serino to Beneventum, in southern Italy: a technical and historial approach». in *IWA specialty conference: 2nd international symposium on water and wasterwater technologies in ancient civilizations* (Bari, 28-30 maggio). Bari, 1-10.

De Rosa, L. (2009). «Il ruolo degli acquedotti nella politica imperiale in Italia». Storchi, A.; Marino, G.; Merola, D. (a cura di), *Interventi imperiali in campo economico e sociale. Da Augusto al tardoantico*. Bari: Edipuglia, 79-95.

Morachiello, P.; Fontana, V. (2009). *L'architettura del mondo romano*. Roma-Bari. Laterza. 205-239.

De Feo, G.; De Gisi, S. *(2010).* «La storia, il percorso e le opere dell'acquedotto Augusteo di Serino». in *Atti del III Convegno Nazionale di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 19-20-21 aprile), vol. 2. Napoli, 745-754.

Keenan-Jones, D. (2010). *The Aqua Augusta. Regional water supply in roman and late antique Campania*. Sidney. Cambridge. Cambridge University Press.

Petrosino, M. et al. (2010). «L'acquedotto augusteo: esplorazione di cavità artificiali nella provincia di Napoli». in *Atti del II Convegno Regionale di Speleologia, Campania Speleologica* (Caselle in Pittari 3-6 giugno), vol.1. Caselle in Pittari, 223-227.

Ferrari, G.; Lamagna, R. (2011). «Il bimillenario dell'acquedotto augusteo di Serino». in *Atti del XXI Congresso Nazionale di Speleologia, Sessione Attività di esplorazione e ricerca, EUT* (Trieste, 2-5 giugno). Trieste, 387-398.

Ferrari, G.; Lamagna, R. (2012). «Aqua Augusta Campaniae, Speco a La Pietra (Pozzuoli)». *Opera Ipogea, journal of speleology in artificial cavities*, 2, 31-42.

Ferrari, G.; Lamagna, R. (2013). «The Augustean Aqueduct in the Phlegrean Fields (Naples, southern Italy) ». in *Atti del XVI Congresso internazionale di Speleologia* (Brno, 21-28 luglio). Brno, 200-205.

Varriale, R. (2013). «L'acquedotto d'età romana del Serino in Campania (50 a.C.; Idec d.C.). Nuove indagini speleologiche e ricostruzione topografica del percorso dell'antico acquedotto nel sottosuolo del centro antico di Napoli». *Opera Ipogea, journal of speleology in artificial cavities*, 2, 13-29.

Ferrari, G. (2014). «L'acquedotto su archi a Pozzuoli: un equivoco iconografico?». *Proculus 89*, 9-19.

Ferrari, G.; Lamagna, R. (2014). «Crypta neapolitana: non solo un tunnel». *Trasporti & Cultura*, 40, 89-93.

Ferrari, G; Lamagna, L. (2015). «Aqua Augusta Campaniae: considerazioni sulle morfologie degli spechi in area flegrea». in *Atti del XXII Congresso Nazionale di Speleologia "Condividere i dati" sessione nelle tracce del tempo: la grotta abitata da animali e uomini* (Petrosa-Auletta 30 maggio – 2 giugno), Petrosa-Auletta, 1-6.

Ferrari, G.; Lamagna, R. (2015). «The campanian aqueduct stairway rediscovered». in *Hypogea 2015, proceedings of international congress of speleology in artificial cavities*, (Roma, 11-17 marzo), Roma, 159-169.

Buccaro, A. *(2016).* «L'acquedotto augusteo di Neapolis: ipotesi sul tracciato urbano attraverso la cartografia storica e i nuovi rinvenimenti». in *Atti del VI Convegno di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 22-23 aprile), vol. 2. Napoli, 573-588.

Colussi, F.; Leggieri, C. *(2016).* «L'acquedotto augusteo del Serino nell'area Vergini-Sanità a nord di Neapolis: identificazione e studio di due ponti-canale». in *Atti del VI Convegno di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 22-23 aprile), vol. 2. Napoli, 589-598.

Ferrari, G; Lamagna, R. (2016). «Aqua augusta della campania: lo speco di Macrinus». Camodeca, G.; Giglio, M. (a cura di), *Puteoli. Studi di storia ed archeologia dei Campi Flegrei*. Napoli. Università degli studi di Napoli "l'Orientale", Dipartimento Asia, Africa e Mediterraneo. 273-296.

Ferrari, G.; Lamagna, R. (2016). «L'acquedotto augusteo della Campania nei Campi Flegrei (Napoli). Oltre 100 chilometri per rifornire città e basi militari». *L'archeologia sotterranea*, 13, 24-33.

Potenza, U. (2016). «L'acqua di Serino e l'acquedotto Augusteo». *L'acqua online*, 1-7.

Carro, D. (2017). «Classis Misenensis. L'antica presenza navale romana quale importante fattore delle robuste tradizioni nautiche fiorite nella Baia di Napoli». Aveta, A; Marino, B. G.; Amore, R. (a cura di), *La Baia di Napoli. Strategie integrate per la conservazione e la fruizione del paesaggio culturale*, vol. 1. Napoli. Artstudiopaparo, 397-403.

Guidone, I.; Knight, P. (2017). «Indagini preliminari a punta le cento camerelle, Bacoli (Napoli)». in *Atti del III Convegno Regionale di Speleologia, Campania Speleologica* (Napoli, 2-4 giugno). Napoli, 159-168.

Colussi, F.; Leggieri, C. (2018). «L'acquedotto augusteo del Serino a nord di Neapolis nell'area compresa tra la Sanità e i Ponti Rossi». in *Atti del VII Convegno di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 23-24 aprile), vol. 1. Napoli, 93-104.

Ferrari, G.; Lamagna, R.; Rignoni, E. (2018). «Il Parco archeologico di Baia (Bacoli): note preliminari sulle opere idrauliche di età romana nel settore dell'Ambulatio (Napoli-Campania)». *Opera Ipogea. Journal of Speleology in Artificial Cavities*, vol. 1, 59-75.

Capriuoli, F.; Colussi, F.; Leggieri, C. (2020). «Il paesaggio a nord di Neapolis: la necropoli ellenistica e l'acquedotto del Serino. Il racconto con le moderne tecnologie». in *Atti del VIII Convegno di Storia dell'Ingegneria* (Napoli, 11 dicembre), vol.1. Napoli, 449-462.

Patrizio, S. (2020). «L'acquedotto Augusteo di Neapolis. Il consiglio nazionale delle ricerche ci porta alla scoperta dell'acquedotto romano». *Arpa Campania e Ambiente*, 41.

Capitolo 3 – Il contesto archeologico e urbano

Boriello, M; D'Ambrosio, A. (1979). *Baiae-Misenum*. Vol. 14. Firenze. Leo S. Olschki editore. 118-122.

Race, G. (1981). *Bacoli Baia Cuma Miseno. Storia e mito*. Bacoli. Il punto di partenza. 34, 113-151.

Pane, R. (1981-82). *Virgilio e i Campi Flegrei. Mostra fotografica a cura della Regione Campania. Comitato per le celebrazioni virgiliane*. Napoli. Adriano Gallina Editore.

Race, G. (1983). *Baia Pozzuoli Miseno. L'impero sommerso*. Bacoli. Il punto di partenza. 149-150, 168, 249-322.

Amalfitano, P. (1986). «Il destino della Sibilla. Mito, scienza e storia dei Campi Flegrei». in *Atti del convegno internazionale di studi sui Campi Flegrei promosso dalla Fondazione Napoli Novantanove (Napoli, 27-28 settembre)*. Napoli. 59-69, 225-261.

Benini, A. (2001). «*Recenti indagini a Bacoli e Miseno.*» in *Forma Maris - Forum Internazionale di Archeologia Subacquea*. Gianfrotta, P.; Maniscalco, F. (a cura di). (Pozzuoli 22-24 settembre 1998) Napoli. 51-56.

Pappalardo, U.; Russo, F. (2001). «Il Bradisismo dei Campi Flegrei (Campania): dati geomorfologici ed evidenze archeologiche.» = *Forma Maris - Forum Internazionale di Archeologia Subacquea*. Gianfrotta, P.; Maniscalco, F. (a cura di). (Pozzuoli 22-24 settembre 1998) Napoli. 211-222.

De Caro, S. (2002). *I Campi Flegrei, Ischia, Vivara. Storia e archeologia*. Napoli. Electa. 37-39, 131-138.

D'Antonio, M. (2003). *Campi Flegrei. Guida alla scoperta delle terre di fuoco*. Napoli. Massa Editore.

Benini, A. (2004). «Storia, archeologia e tutela dei beni archeologici sommersi: l'esempio dei Campi Flegrei.» in Giacobelli, M. (a cura di) *Lezioni Fabio Faccena*. Vol. 2. Bari. 35-43.

Giuliani, A. (2011). *La viabilità antica nei Campi Flegrei. Un nostalgico tour su antiche strade della regione flegrea con l'individuazione di un agro marciano. Uno studio sulla flotta romana di Miseno. Spunti di ricerca ed ampia raccolta icono-cartografica*. Youcanprint edizioni. 11-30, 137-174.

Cicala, L.; Illiano, G. (2017). «Paesaggio archeologico e paesaggi urbani tra Bacoli e Miseno». Aveta, A; Marino, B. G.; Amore, R. (a cura di), *La Baia di Napoli. Strategie integrate per la conservazione e la fruizione del paesaggio culturale*, vol. 1. Napoli. Artstudiopaparo, 358-362.

Capitolo 4 – La *Piscina Mirabilis*

Sarnelli, P. (1769). *La guida de' forestieri, curiosi di vedere, e di riconoscere le cose più memorabili di Pozzuoli, Baja, Cuma, Miseno, Gaeta, ed altri luoghi circonvicini*. Napoli. 172-179.

Panvini, P. (1818). *Il forestiere alle antichità e curiosità naturali di Pozzuoli, Cuma, Baja e Miseno, in tre giornate dell'abate Pasquale Panvini*. Napoli. 117-121.

Maiuri, A. (1949). «I Campi Flegrei dal sepolcro di Virgilio all'antro di Cuma». *Itinerari dei musei, gallerie e monumenti d'Italia*, 32, 99-101.

Paget, R. F. (1959). «Piscina Mirabilis». Vergilius, 16, 11-20. http://www.jstor.org/stable/41591643.

Adam, J. P. (1996). *L'arte di costruire presso i romani: materiali e tecniche*. Milano. Longanesi.

Della Monica, G. (1996). *La Piscina Mirabile: la cattedrale sotterranea. Bacoli.* Bacoli. Grafica Montese.

Bono, P.; Boni, C. (1997). «Water supply of Rome in antiquity and today». *Environ. Geol.* 27, 126-134.

De' Gennaro, M. et al. (2000). «Genesis of zeolites in the Neapolitan Yellow Tuff: geological, vulcanological and mineralogical evidence.» *Springer-Verlag 2000*. Contrib. Mineral Petrol 139. 17-35.

Giuliani, C. F. (2006). *L'edilizia nell'antichità*. Roma. Carocci editore.

De Feo, G.; Napoli, R. M. A. (2007). «Historical development oh the Augustan acqueductin Southern Italy: twenty centuries of works from Serino to Naples.» *Water Sci. Technol. Water Supply* 7(1). 131-138.

Collepardi, M.; Collepardi, S.; Troli, R. (2009). Il nuovo calcestruzzo. Villorba. 5a ed. Grafiche Tintoretto. 533.

UNI-EN 11305:2009 – Beni culturali – Malte storiche – Linee guida per la caratterizzazione mineralogico-petrografica, fisica e chimica delle malte.

De Feo, G. et al. (2010). «The greatest water reservoirs in the ancient Roman world and the "Piscina Mirabilis" in Misenum». *Water Science & Technology: Water Supply*, IWA Publishing, 350-358.

Damiano, N. et al. (2010). «Cisterne romane sotto il Castello di Baia». in *Atti del II Convegno Regionale di Speleologia, Campania Speleologica* (Caselle in Pittari 3-6 giugno), vol.1. Caselle in Pittari, 38-49.

Vola, G. et al. (2011) «Petrographic quantitative analysis of pozzolanic mortars from ancient Roman marine concrete cores, drilled by ROMACONS team 2006-2009.» in *Rendiconti Online Società Geologica Italiana*. Vol. 11. 561-562.

Mays, L.; Antoniou, G.P.; Angelakis, A. N. (2013). «History of Water Cisterns: Legacies and Lessons Water». *MDPI journal*, 5(4), 1916-1940.

Rispoli, C. et al. (2015). «Piscina Mirabilis: characterization of geomaterials». in *1st International Conference on Metrology for Archaeology* (Benevento, 22-23 ottobre). Benevento, 266-270.

Di Liello, S. (2017). «Tra l'artificio e il mirabile: le antichità flegree in età moderna». Aveta, A; Marino, B. G.; Amore, R. (a cura di), *La Baia di Napoli. Strategie integrate per la conservazione e la fruizione del paesaggio culturale*, vol. 2. Napoli. Artstudiopaparo, 135-139.

Capitolo 5 – Ipotesi di restauro e valorizzazione

Chow, Ven Te. (1959). *Open-channel hydraulics. Caldwell.* New York. McGraw-Hill.

Carbonara, G. (1996). *Trattato di restauro architettonico.* Torino. UTET.

Brandi, C. (2000). *Teoria del restauro*. Torino. Einaudi

Carbonara, G. (2000). «Restauro archeologico». *Costruire in Laterizio* 8 (78). Roma. 36-41.

Rishel, J. B. (2002). *Water pumps and pumping systems*. New York. McGraw-Hill.

Musso, S. F; Torsello, B. P. (2003). *Tecniche di restauro architettonico*. Torino. UTET.

Della Torre, S. (2005). «La conservazione programmata: dalla riflessione teorica alla realtà del processo edilizio». Giusti, M.A. (a cura di) *Mura di Lucca*. Firenze. Alinea.

Billeci, B.; Gizzi, S.; Scudino, D. (a cura di) (2006). «Il rudere tra conservazione e reintegrazione». in *Atti del convegno internazionale Sassari*, (Roma, 26-27 settembre 2003). Roma. Gangemi.

Romeo, E. (2007). *Instaurare, reficere, renovare*. Torino. Celid.

Dezzi Bardeschi, M. (2009). *Restauro: punto e da capo. Frammenti per una (impossibile) teoria*. Locatelli, V. (a cura di) Milano. FrancoAngeli.

Manacorda, D. (2010). «Archeologia tra ricerca tutela e valorizzazione». in *Il Capitale culturale: Studies on the Value of Cultural Heritage*, vol. I. Macerata. Eum.

Torsello, B. P. et al. (a cura di) (2010). *Che cos'è il restauro?: nove studiosi a confronto*. Venezia. Marsilio.

Fanizzi, L. (2014). «Analisi del moto uniforme in condotte a pelo libero: il caso delle sezioni circolari». *L'ambiente*. 8-12.

Federico, S. G. (2014). «Conservazione e valorizzazione di cisterne romane: il caso di Sorrento.» in V Convegno di Storia dell'Ingegneria. (Napoli, 19-20 maggio) Napoli. Cuzzolin.

Romeo, E.; Morezzi, E.; Rudiero, R. (2014). *Riflessioni sulla conservazione del patrimonio archeologico*. Roma. Aracne.

Gaudo, G. (2017). «Il Cisternone romano di Formia nell'ingegneria idraulica dell'antica Roma», in *Atti del Convegno Nazionale. Tecnica di idraulica antica* (Roma, 18 novembre 2016), suppl., *Geologia dell'Ambiente*, 3, 103-106.

Romeo, E.; Morezzi, E. (a cura di) (2019). *Che almeno ne resti il ricordo. Memoria, evocazione, conservazione dei beni architettonici e paesaggistici*. Roma. Write Up Site.

Mattone, M.; Frullo, N. (2020). «Conservare e valorizzare il patrimonio sotterraneo: casi studio piemontesi a confronto». Pascariello, M. I.; Veropalumbo, A. (a cura di), *La Città Palinsesto. Tracce, sguardi e narrazioni sulla complessità dei contesti urbani storici,* vol. 2. Napoli: Federico II University Press. 799-805.

Miele, P. (2020). «La cisterna monumentale romana di Formiae (I sec. a.C.): storia della "riscoperta" degli ambienti ipogei nel sottosuolo di un quartiere popolare e considerazioni di carattere idraulico.» *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia,* vol. 107. Ispra. 397-410.

Morezzi, E.; Vagnarelli, T. (2020). «Patrimonio sotterraneo emerso e sommerso. Il sistema dei rifugi antiaereo della Seconda Guerra Mondiale a Torino tra conservazione e valorizzazione». Pascariello, M. I.; Veropalumbo, A. (a cura di), *La Città Palinsesto. Tracce, sguardi e narrazioni sulla complessità dei contesti urbani storici,* vol. 2. Napoli: Federico II University Press, 807-816. Rappresentazione, conoscenza, conservazione.

Romeo, E.; Rudiero, R. (2020). «Rovine e frammenti classici nei contesti urbani: dall'interpretazione dell'interpretazione storica agli attuali strumenti di lettura e divulgazione». Pascariello, M. I.; Veropalumbo, A. (a cura di), *La Città Palinsesto. Tracce,*

sguardi e narrazioni sulla complessità dei contesti urbani storici, vol. 2. Napoli: Federico II University Press, 661-668. Rappresentazione, conoscenza, conservazione.

Sitografia

Capitolo 1 - Infrastrutture idriche

Figura 6. https://it.m.wikipedia.org/wiki/File:Aqua_Claudia_01.jpg

Figura 9c. https://www.grandenapoli.it

Figura 13. https://ermakvagus.com/Europe/Italy/Pompeii/vesuvius.html

Capitolo 2 - I Campi flegrei e l'Acquedotto del Serino

https://www.ulixes.it/acquedotto-romano-di-serino.html

http://www.storico.org/impero_romano/acquedotto_serino.html

https://terradipalma.wordpress.com/2019/10/04/lacquedotto-augusteo/

http://terredicampania.it/reportage-in-campania/serino-acquedotto-storia-piscinamirabilis/

https://www.openhousenapoli.org/location/location.php?l=8

https://www.positanonews.it/2020/12/lacquedotto-augusteo-nei-campi-flegrei-a-2010-anni-dalla-apertura/3453156/

Figura 1. https://www.lapuntaseccastampeantiche.com/Napoli-Cuma-Campi-Flegrei-1712

Figura2. https://www.maremagnum.com/stampe/baia-veduta-di-baja-e-del-suo-porto/131074566

Figura 4. https://www.ancientportsantiques.com/a-few-ports/puteoli/

Figura 5. https://www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/14428217

Figura 6. https://www.quicampiflegrei.it/2020/09/23/classis-misenensis/

Figura 7. http://www.campiflegrei.it/desktop/mappa_3.htm

Figura 8. https://www.frammentirivista.it/tempio-serapide-macellum-pozzuoli/

Figura 17. https://napoli.repubblica.it/cronaca/2021/04/16/news/comuni_napoli_terminati_lavori_alla_galleria_laziale-296781543/

Capitolo 3 - Il contesto archeologico e urbano

https://www.cittametropolitana.na.it/pianificazione-territoriale

http://www.pafleg.it/it/4388/localit/65/piscina-mirabile

https://sabap.na.it/

http://sit.regione.campania.it/portal/portal/default/Home;jsessionid=1FEABCD-68DF86ABFC21B5B1758C56FD1

https://www.ilfattoquotidiano.it/2015/11/05/piscina-mirabilis-il-tempio-dellacqua-che-non-ce/2187589/

https://bacoli.it/video/documentari/piscina-mirabile-tappa-della-puntata-under-italy-di-darius-arya.html

https://geologicampania.it/leggi/regione-campania-piano-stralcio-per-lassetto-idrogeologico/

https://programmazionestrategica.beniculturali.it/progetto/campi-flegrei-itinerari-bacoli-miseno/

http://www.vesuvioweb.com/it/2012/09/julius-beloch-cartografia-antica-della-terra-vesuviana-1890/

https://www.genteeterritorio.it/pozzuoli-e-il-grand-tour-ditalie/

Figura 1. http://www.vesuvioweb.com/it/2012/09/julius-beloch-cartografia-antica-della-terra-vesuviana-1890/

Figura 8. *https://www.giovannifighera.it/in-viaggio-con-enea-17-lapprodo-a-cuma-e-lincontro-con-la-sibilla/*

Nota 15. http://www.difesa.suolo.regione.campania.it

Capitolo 4 - La *Piscina Mirabilis*

http://piscinamirabilisbacoli.it/it

https://www.comune.bacoli.na.it/hh/index.php

https://fondoambiente.it/news/viaggio-nellitalia-virtuosa-piscina-mirabilis-o-la-cattedrale-dellacqua/

https://www.napolitoday.it/zone/pozzuoli/bacoli/piscina-mirabilis-degrado-crolli.html

http://rastaflegrea.blogspot.com/2009/10/bacoli-degrado-di-cento-camerelle-e.html
https://www.reuseitaly.com/competitions/reuse-the-roman-ruin-piscina-mirabilis/
https://storico.beniculturali.it/mibac/opencms/MiBAC/sito-MiBAC/Luogo/MibacUnif/Luoghi-della Cultura/visualizza_asset.html?id=150354&pagename=57
http://musei.beniculturali.it/musei?mid=825&nome=piscina-mirabilis
https://www.romanoimpero.com/search?q=piscina+mirabilis
https://bacoli.it/video/documentari/piscina-mirabile-o-cattedrale-di-bacoli-su-freedom-con-roberto-giacobbo.html
https://bacoli.it/visitare/monumenti/piscina-mirabile.html
https://www.dhi.ac.uk/mozartwords/?lang=ita&letter=38&bd=191&anchor=202#kw
http://www.campiflegrei.it/mobile/Campi%20Flegrei%20e%20Grand%20Tour.html

Capitolo 5 - Ipotesi di restauro e conservazione

Nota 1. https://storico.beniculturali.it/mibac/opencms/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/MibacUnif/Appalti/visualizza_asset.html?id=200585&pagename=230
https://www.knauf.it/ricerca/2//ORDITURE
https://www.tecnodeck.it/
https://www.pavimentouniflair.it/
https://www.arredilsrl.it/it/copertura-bocche-di-lupo-acciaio-inox-vetro
https://www.sporteimpianti.it/principale/tsport/rubriche-tsport/accessibilita/universal-design-la-rampa-nei-luoghi-culto-storici/
https://www.dezeen.com/2015/10/29/lina-bo-bardi-glass-easel-revived-exhibition-brazilian-art-sao-paulo-museum-of-art/
https://www.formiae.it/siti/cisternone-romano/
https://radioformia.it/il-cisternone-romano-tra-mito-e-leggenda-progetto-per-recupero-e-valorizzazione/

https://www.gnosis.it/it/progetto/83/percorso-archeologico

https://www.napolisotterranea.org/

https://masp.org.br/

Figura 1. https://archeokids.tumblr.com/

Figura 2. https://www.archetravel.com/blog/cisterna-basilica-istanbul-guida-visita/

Figura 3. https://www.archilovers.com/projects/

Figura 4. https://www.formiae.it/siti/cisternone-romano/

Figura 5. https://www.napoli-turistica.com/galleria-borbonica-napoli/

Figura 28. *https://www.anchorpumps.com/*

Ringraziamenti

Giunte alla conclusione del nostro percorso accademico, riteniamo doveroso effettuare dei ringraziamenti verso le persone e le figure che ci hanno permesso di arrivare a questo importante traguardo della nostra vita.

Ringraziamo il Professor Emanuele Morezzi, relatore di questo elaborato, per averci dato la possibilità di affrontare un tema che ci appassiona: il restauro; grazie per averci dato preziosi e puntuali consigli durante il periodo di stesura.
Ringraziamo il Professor Vezza per averci introdotte al mondo dell'ingegneria idraulica, conferendo un valore aggiunto alla nostra proposta progettuale.

Vorremmo dedicare un ringraziamento speciale alle nostre famiglie, per il supporto che non ci hanno mai fatto mancare, permettendoci di intraprendere quest'esperienza universitaria, insegnandoci a credere nelle nostre capacità e in noi stesse.

Grazie a Andrea e Matteo, i nostri fidanzati, per aver gioito con noi per i nostri successi e per averci supportate e sopportate nei momenti di difficoltà; siete stati la nostra forza.

Alle nostre amiche e amici di sempre, che hanno saputo comprendere l'impegno e la dedizione che abbiamo destinato a questi anni, regalandoci momenti di spensieratezza e svago, soprattutto quando ne avevamo più bisogno.