

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA – VITERBO
FACOLTÀ DI CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI
ISTITUTO DI SCIENZE DELL'ANTICHITÀ

ARCHEOLOGIA SUBACQUEA

STUDI, RICERCHE E DOCUMENTI

I

ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO
LIBRERIA DELLO STATO
ROMA 1993

Osservazioni sul porto neroniano di Anzio e sulla tecnica romana delle costruzioni portuali in calcestruzzo

Questo lavoro propone l'analisi di alcune soluzioni tecnologiche adottate nell'ingegneria romana per la realizzazione di opere portuali e, più in generale, di strutture fabbricate in acqua. La conoscenza di queste tecnologie è ancora frammentaria, ma ha ricevuto negli ultimi anni notevole impulso grazie ai dati forniti dall'archeologia subacquea.

L'introduzione del calcestruzzo impresso profonde modificazioni alle tecniche di costruzione romane e, soprattutto nella variante «idraulica», investì in pieno anche i modi di realizzazione delle opere edilizie in acqua. L'uso di questo nuovo materiale richiese la messa a punto di procedimenti di cantiere particolari e fu condizionato (come spesso in edilizia) dalla disponibilità delle materie prime necessarie a comporlo, in particolar modo la pozzolana. Le sue possibilità tecniche sono ben dimostrate da realizzazioni portuali di grande impegno.

Il «sito campione» per la presente ricerca è costituito dall'importante complesso portuale di Anzio. I dati desunti sono posti a confronto anche con alcune osservazioni dirette effettuate su altri complessi della costa laziale (porto di Astura, porto-canale del lago di Paola al Circeo, porto ostiense di Claudio). Gli elementi così ottenuti sono poi comparati con le informazioni offerte dalla documentazione tecnica storica, in particolar modo quella relativa al cantiere del porto voluto nella stessa Anzio dal papa Innocenzo XII sullo scorcio del XVII secolo. Molto utile si dimostra anche il confronto con le norme generali dell'ingegneria portuale moderna.

Le indicazioni così formulate hanno inoltre consentito una lettura maggiormente documentata dei dettami di Vitruvio sul tema, l'interpretazione dei quali soffre ancora di incertezze dovute, tra l'altro, alla frammentarietà e difficile leggibilità dei resti archeologici.

ANZIO

L'opera portuale

Antium, secondo Livio, ebbe un porto già in età volsca (1). Il porto imperiale, secondo il noto passo di Svetonio, fu realizzato sotto Nerone con larghezza di mezzi (2). Le vicende del porto in età imperiale non sono note. Per trovarne menzione si deve scendere sino a Procopio; molto più tardi è sporadicamente ricordato a vario proposito (3).

Per i costanti incoraggiamenti e per i consigli offertimi, desidero ringraziare i professori C. F. Giuliani e P. A. Gianfrotta. Particolare gratitudine devo al dr. G. Balderi e, tra le altre collaborazioni fornitemi, mi limito a ricordare quelle del sig. F. Barone, del geom. T. Leti Messina, dell'arch. R. Mastracci, del Comune di Anzio, dei sigg. E. Garzia e G. Graziani, delle dott.sse M. Losito, D. Sparti e D. Gabarrini, oltre a quella della sig.ra D. De Sanctis.

(1) Cfr. Liv., II, 63, 6: ... *Caenonem, aliud oppidum...* Nell'area di sedime del porto sono stati più volte notati «allineamenti», la cui natura non è ancora accertata; al riguardo cfr. l'acquarello di C. Fontana *Veduta e Prospetto della Spiaggia Marina da Nettuno alla Torre di Capo d'Anzio* presso la Biblioteca Corsini dell'Accademia Nazionale dei Lincei, Codice Manosc. 662, *Piante Diverse*, t. 2, n. 27 (fig. 1), «legenda»: «C. Vestigie di muro antico che si stima recinto di una Darsena» e «D. Vestigie e porzione di altro muro antico circolare stimandosi altra Darsena» (la veduta è attribuita a Carlo Fontana da Rasi il quale ne pubblicò una copia a mano in *Documenti in Sommario al Discorso Istorico sul Porto e Territorio di Anzio*, n. VIII, p. 34); Lugli 1940, pp. 169 e ss. Una veduta simile, del sec. XVII, è al British Museum: Castagnoli, tav. XCVII, *Pianta di Nettuno e dintorni*. All'epoca della costruzione del neroniano il *Caenon* doveva comunque essere scomparso se Strab., V, 232: Ἄντιον, ἀλίμενος...

(2) Suet., *Nero*, 9, V. Riguardo alla destinazione del porto, non si può più accettare l'impostazione di Lanciani, p. 348, ripresa da Lugli 1940, pp. 166 e ss. (uso esclusivo della casa imperiale), ma è possibile ipotizzare che la costruzione si inscrivesse in un più ampio progetto di miglioramento delle rotte.

(3) Procop., *B.g.*, I, 26. Ad esempio nella *Tabula Peutingeriana Antium* è rappresentata, senza alcuna simbologia portuale. Secondo Schmiedt 1978, p. 163, il porto venne utilizzato sino al secolo IX; l'affermazione non è però documentata. Tra le sintesi storiche: Rasi; Ademollo; Nibby; Tomasetti; Zeri; Lugli 1940; Matini-Scrinarini, pp. 2 e ss.

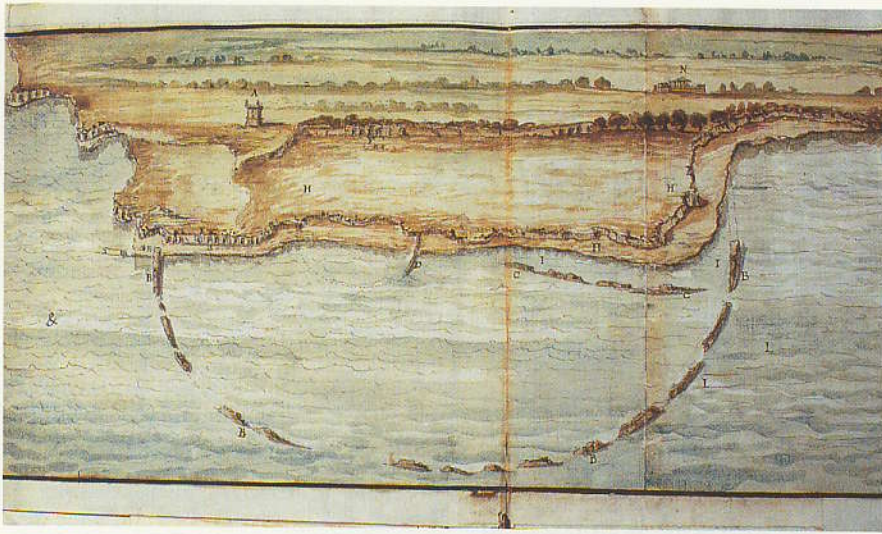


Fig. 1 - Veduta e Prospetto della Spiaggia Marina da Nettuno alla Torre di Capo d'Anzio, acquarello di C. Fontana (attr.ne Rasi), 1698, (part.), Biblioteca Corsini - Accademia dei Lincei, Codice Manosc. 662, Piante Diverse, Tomo 2, n. 27.

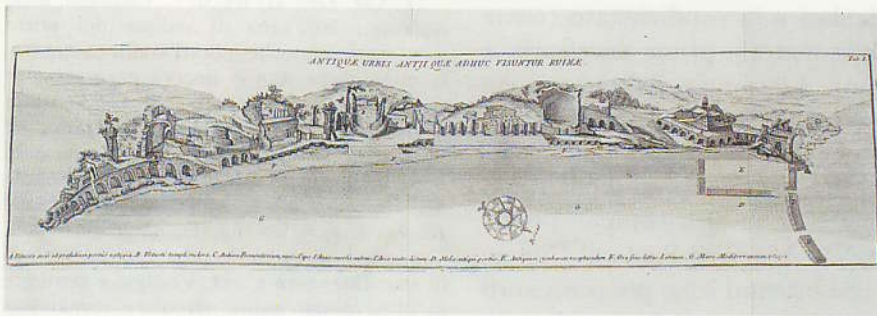


Fig. 2 - Anzio, le rovine sulla baia di ponente, da Volpi.

Disponiamo invece di ampia letteratura tecnica sul sito in dipendenza della costruzione dell'innocenziano: cartografia (figg.1-3) (4), relazioni tecniche (5), interventi sui moli (6), notizie sull'asportazione di materiali (7), insabbiamento (8), qualità nautiche ecc.

L'area di sedime del porto fu ottenuta in parte sfruttando l'insenatura naturale ad est del Capo d'Anzio ed in parte per conquista sul mare, radicando due moli al promontorio stesso (9).

La disposizione dei moli, già sostanzialmente documentata dalla cartografia dell'800, fu confermata dalla prima fotoaerea effettuata sul sito nel 1939 (10). È un porto a moli convergenti: il molo orientale si stacca da terra con andamento nord/sud, procedendo poi con leggera curvatura verso ovest. Il molo occidentale, a circa 100 metri dalla radice, piega decisamente verso est, proseguendo in modo parallelo alla costa attuale per circa 850 metri e sopravanzando la testata del molo est a proteggere la bocca del porto. Dalla fotografia aerea e da prospezioni dirette si scorge un considerevole «allargamento» delle rovine, in corrispondenza della (presumibile) zona di testata del molo ovest. L'apertura della bocca è ad est; non appaiono tracce di un

(4) Importanti al riguardo sono le raccolte di piante presso l'ASR, in: *Collezione Disegni e Piante I*, cart. 4, n. 169 (relativa alle fabbriche moderne), n. 170, n. 171 (progetto dell'ing. Marmorelli, vd. nota 32, fig. 35), n. 172, n. 174 (fig. 3), n. 175 (vd. nota 7), n.176, n.178, n. 179 (vd. nota 48); cart. 5, n. 181 (vd. nota 11); cart. 48, n. 39 (vd. nota 18); cart. 128, n. 46; cart. 106, n. 215; *Collezione Disegni e Piante II*, cart.131, n. 8 (vd. nota 6), e presso la Biblioteca Corsini, Accademia Nazionale dei Lincei, in: Codice Manosc. 661, *Piante e Disegni Diversi*, t. 1, n. 3, n. 54 (bis?); Codice Manosc. 662, *Piante Diverse*, t. 2, n. 17, n.20 (vd. nota 60), n. 27 (vd. nota 1, fig. 1).

(5) Fontana, pp. 15-19, 23-27; anche: Volpi, *caput IX, De Portu Antiati*, pp. 182-189; queste opere contengono anche le prime intuizioni sulla tecnica di costruzione del porto neroniano. Tra la letteratura moderna sui porti di Anzio, generalmente corredata di cartografia, si segnalano: Mareschal; Linotte; Blasi; Cialdi 1848; Costa. Si veda anche, tra l'altro: Bocci (part. la tav.I, *Carta del Paraggio d'Anzio rilevato dalla M.M.I. nel 1883*); Lugli 1940; altre opere sono qui citate *passim*.

(6) Venturoli: «...tratto M-P lungo metri 375, il qual tratto fu restaurato da Innocenzo XII, affinché servisse per uno dei bracci del nuovo porto» (da riferire alla pianta in ASR, *Collezione Disegni e Piante II*, cart. 131, n. 8); al riguardo cfr. anche la relazione del Padre Labat, qui in *Appendice*. Cfr. anche Venturoli, in nota 7. L'osservazione del monumento restituisce altre tracce di recenti interventi. Vd. anche Schmiedt 1972, pp. 104 e ss.

(7) Al riguardo Venturoli, p. 39: «...oltre l'escavazione annuale abbisogna al porto moderno il ricarico e il mantenimento della sua scogliera. A ciò si è provvisto sinora con facilità e con poca spesa pescando colle tenaglie, e riportando sulla scogliera innocenziana gli sparsi avanzi della scogliera del molo antico»; anche ASR, *Collezione Disegni e Piante I*, cart. 4, n. 175 (1823), *Indice delle cose notabili secondo lo Stato attuale*, n.13.13: «Scogliere di difesa del Molo basso [il molo del porto Innocenziano], le quali sono state e vengono attualmente ricaricate con Scogli che si estraggono dall'interno del Porto antico Neroniano». Al riguardo vd. anche la *Risposta del Tesorierato all'analogo ufficio commendatizio fattogli dal Camerlengato*, lettera del Tesoriere Generale B. Cristaldi (1826) e C. Fea, *Osservazioni sulla precedente lettera di Monsignor Tesoriere generale*, 1826, in Rasi, *op. cit.* in nota 1, nn. XXXIV.B e XXXIV.C, pp. 189-193; Nibby, p. 192.

(8) Cfr. Mareschal; Bocci, p. 14: « in data 18 ottobre 1710, l'Architetto Cav. Leti faceva contratti per l'estrazione delle arene dal nuovo Porto coll'obbligo di trasportarle entro il vecchio Porto!». Cfr. anche Rasi,

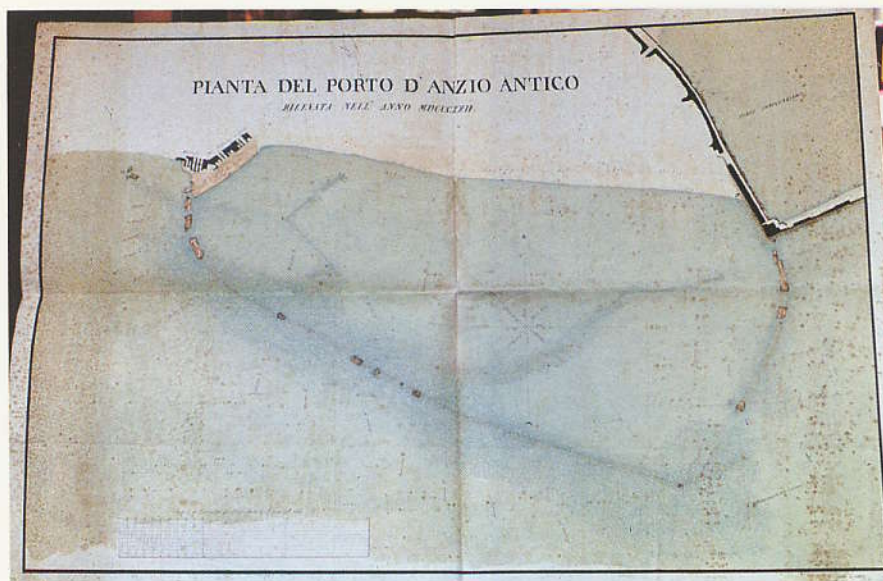


Fig. 3 - Pianta del porto d'Anzio antico rilevata nell'anno MDCCCXXII, ASR, Collezione Disegni e Piante I, cart. 4, n. 174.

antemurale (11). Questa disposizione apparve evidentemente ai costruttori la più favorevole per proteggere la rada dalla traversia principale, localmente costituita dai venti di mare del quadrante sud-occidentale (12). Il molo principale (ovest) è infatti opposto alla traversia dominante di Libeccio e di Ponente. Il molo secondario (est) è disposto contro lo Scirocco, vento regnante che costituisce la traversia secondaria. Questo sistema realizza un paradigma di ingegneria portuale (13).

È stato da molti ritenuto, nel tempo, che i moli del porto neroniano fossero costruiti con un sistema a *pilae* distanziate, collegate fra loro da archi, per evitare l'insabbiamento portato dalla Corrente Litorale. L'analisi tecnica dei resti dei moli induce però ad escludere l'impiego della struttura a *pilae* nel porto neroniano, come si vedrà oltre (14).

I moli

I moli sono oggi in massima parte ridotti in macerie, sommerse a profondità variabili tra 1 e 8 metri. Tra le rovine e sui fondali, fuori dall'area di sedime del porto, verso est, giacciono tuttavia diversi resti di crollo, di dimensioni anche notevoli, che conservano ampie pareti rivestite in laterizio (fig. 4). Restano invece affioranti dal livello massimo di marea, *in situ*, due porzioni del molo est e tre alla radice del molo ovest (15). Alla radice del molo ovest sono inoltre ben leggibili vasti elementi «a platea» realizzati in cementizio, su cui insistono, tra l'altro le cosiddette grotte. Al di fuori dell'area portuale vera e propria è situato un ulteriore nucleo murario *in situ*: si tratta di una piccola diga, qui denominata «moletto ad ovest», realizzata con materiali e tecniche assimilabili a quelli riscontrati sui moli del porto (vd. oltre).

pp. 33, 40 e Zeri, p. 289. La linea di spiaggia prima della costruzione del porto innocenziano si legge nella veduta di C. Fontana (*loc. cit.* in nota 1): «H. Sito del Porto Antico atterrato e ripieno».

(9) Cfr. con *Vitr.* 5, XII, 1 e 5, XII, 2.

(10) Lugli 1939, pp. 5-6, tavv. I-II: la ripresa voluta dal Lugli, realizzata a scopo sperimentale, rimane l'unica finalizzata alla ricerca archeologica sul porto di Anzio; Lugli 1940, pp. 166 e ss.; Schmiedt 1970, p. 134, tavv. XXII, CXXXIII; Gianfrotta.

(11) Una sorta di antemurale, da ritenersi di fantasia, appare invece in alcune piante ottocentesche, ad es.: ASR, *Collezione Disegni e Piante I*, cart. 5, n. 181, *Pianta del capo d'Anzio...*, (1820?).

(12) Una sintesi sulla disposizione dei porti antichi del Tirreno in Castagnoli, pp. 642 e s. Sulla disposizione del porto neroniano rispetto ai venti cfr. anche Schmiedt 1970, tav. CXXXIII. Sul regime locale dei venti cfr. la tabella in Bocci, p. 19.; cfr. anche i dati relativi a *Monte Circolo* in Istituto Idrografico della Marina, *Il vento e lo stato del mare lungo le coste italiane*, vol. I, Genova 1980.

(13) Cfr. Periani, parte I, p. 30; anche le definizioni generali in Coen Cagli-Melli: il porto neroniano è raffrontabile con il «paradigma» a p. 12, *Opere esterne di difesa*, fig. 5, n. 3; cfr. anche Greco, pp. 1124 e ss., *Disposizione delle opere di difesa foranea dei porti*, al «paradigma» C. I moli del porto neroniano possono definirsi, secondo la classificazione moderna, «opere foranee a paramento verticale», una forma atta a riflettere le onde anziché frangerle, *Id., ibidem*, «paradigma» 4, pp. 1128 e s.

(14) Secondo un'opinione diffusa, la conformazione «a *pilae*» era regolarmente usata nei porti impiantati su fondali sabbiosi. Circa i piloni nel porto neroniano cfr. ad es.: Fontana, pp. 15 e s.; Lucatelli; Oleson 1988, p. 149; De Fazio, pp. 38 e ss., pp. 75 e ss.; Nibby, p. 185; Zeri, p. 285; Dubois 1902, p. 463; Dubois 1907, p. 257; Lanciani, p. 348: «piers»; Schmiedt 1970, *Note introduttive*, pp. 134 e ss., pp. 136 e ss.; Piccarreta, nota 67 a p. 62; secondo Lugli 1940 il compito di dissabbiare il porto era affidato a fori circolari nelle strutture: ma vd. oltre a nota 42. Riguardo ai piloni dissenso in Mareschal.

La Corrente Litorale (o «di Montanari» o «Corrente Generale del Mediterraneo») non ha forza sufficiente a trasportare materiali; oggi ne viene messa in dubbio la stessa esistenza, cfr. Dainelli-Marinelli-Stefanini, p. 232. Per il regime delle coste cfr. Periani, parte I, pp. 26 e s., fig. 6; Cornaglia, p. 207. Si può comunque aggiungere che, secondo un'opinione moderna, la realizzazione di trafori nei moli dei porti non reca alcun giovamento al problema dell'insabbiamento: Cornaglia, pp. 231 e ss.



Fig. 4 - Anzio, porto neroniano: molo est, un crollo immerso rivestito in laterizio, da est.

Il materiale usato per realizzare questi elementi è *l'opus caementicium*, composto da malte pozzolaniche e scapoli tufacci e allettato in strati. Le linee di giunzione (orizzontali e verticali) e le marcate differenze, sia nello spessore sia nella qualità e colore dei materiali, rendono in qualche caso molto evidenti i rapporti stratigrafici tra le gettate. Le parti in elevazione dei moli, al di sopra del livello del mare, erano rivestite in paramento laterizio. Di questo si conservano attualmente scarsi resti sul lato est del blocco ovest I (fig. 5); un'altra porzione ne rimase fino a pochi anni fa sul lato ovest del blocco est I (16).

Caratteristica peculiare degli elementi *in situ* è il grande numero di cavità lasciate nel calcestruzzo dai legnami usati nella costruzione e rimasti annegati in opera; in molti casi è anche possibile osservarne i resti (fig. 6). La disposizione di queste tracce consente di tentare una lettura delle complesse relazioni esistenti tra gli elementi lignei, e di formulare alcune ipotesi restitutive sulle cassaforme di contenimento delle gettate e quindi sui metodi di lavoro del cantiere antico (17).

Il molo orientale

Solo due resti di esso emergono, per circa m 1,20, dalla linea massima di marea (blocchi est I e II) (figg. 7, 8). Il blocco I è oggi radicato a terra; il blocco II è staccato in mare (18).

I blocchi presentano numerose e complesse tracce lasciate dalle armature lignee che trattenevano dall'interno le paratie di costruzione. Per l'analisi strutturale il blocco II si presta bene ad essere usato come «campione». La sua porzione affiorante ha forma di parallelepipedo con larghezza di circa 6 metri. Il rilievo delle impronte ha

Per la morfologia della costa locale si rinvia all'*Atlante delle spiagge italiane*, Firenze 1985, foglio 158 (Latina). Un accenno all'insabbiamento del porto innocenziano in Lo Gatto, vol. I, p. 48. Il regime di costa locale è oggi alterato da barriere moderne.

(15) Qui detti «blocchi» (il termine non identifica entità strutturali). Le sigle di riferimento sono: per il molo est (da terra verso il largo): blocco est I-blocco est II-«lo Sconcioglio» (non *in situ*); per il molo ovest (dalla radice verso il largo): blocco ovest I-blocco ovest II-blocco ovest III.

(16) Cfr. Schmiedt 1972, foto n. 109 a p. 106.

(17) Cfr. con Fontana, p. 23; Linotte, fasc. XXIII, p. 235.

(18) Questo «passaggio», formatosi probabilmente in seguito ad antichi crolli, fu intenzionalmente allargato e approfondito in epoca moderna, vd. Venturoli. Il distacco sembra già vedersi nella stampa *Il vero ritratto di Nettuno*, presso l'ASR, Collezione *Disegni e Piante* I, cart. 48, n. 39, copia da originale del 1558 (cfr. Tomassetti, p. 371), probabilmente derivata da un disegno più antico.



Fig. 5 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, blocco I, resti del paramento in laterizio dell'elevato.



Fig. 6 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, blocco III, palificazioni allo scoperto dopo un crollo.

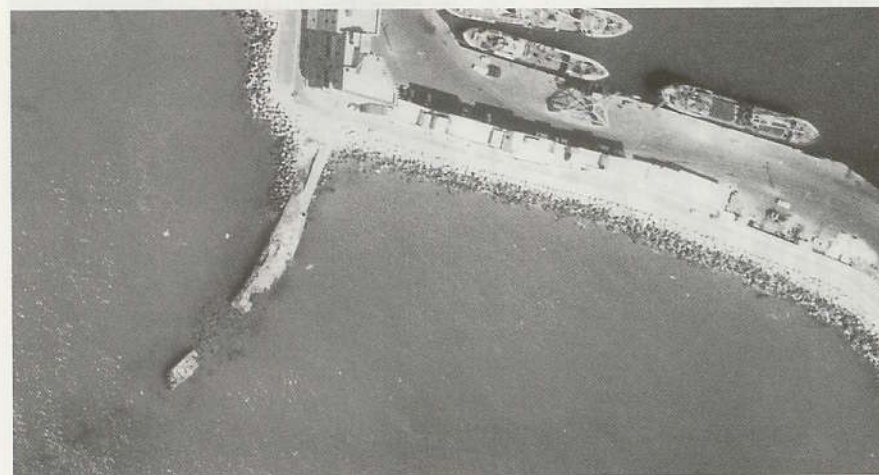


Fig. 7 - Anzio, porto neroniano: il molo est, blocchi I e II dall'aereo, foto S.A.R.A.- Nistri Roma, 1974 (cortes. Comune di Anzio), aut. SMA n. 425 del 22/5/1991.

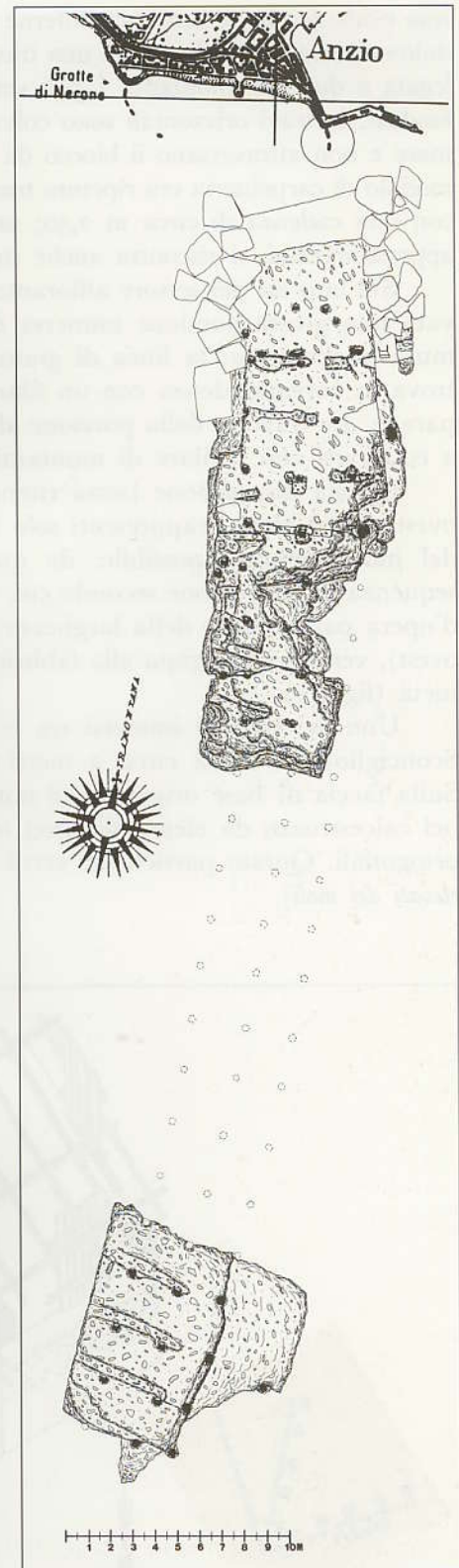


Fig. 8 - Anzio, porto neroniano: molo est, pianta dei resti emersi. In tratteggio: ipotesi di restituzione della palificazione verticale di costruzione.

reso evidente che le armature interne erano assemblate secondo un «modulo» ricorrente, costituito da una trave collocata in posizione orizzontale, legata a due pali montanti. I pali verticali attraversano il blocco fino al fondale; le travi orizzontali sono collocate a circa 1 metro sul livello del mare e non attraversano il blocco da parte a parte (figg. 9, 10). Questo modulo di carpenteria era ripetuto trasversalmente al molo in costruzione, con una cadenza di circa m 2,50; uno stesso intervallo, con le naturali approssimazioni, si riscontra anche sugli altri resti dei moli (19).

Sul lato est del settore affiorante del blocco in questione è conservata una grossa porzione immersa del basamento di un altro nucleo murario accostato: la linea di giunzione verticale tra i due settori si trova in corrispondenza con un filare di pali montanti, senza resti di paratie. Le traverse della porzione affiorante del molo non giungevano a collegarsi con il filare di montanti.

Questa disposizione lascia ritenere che la porzione affiorante — ovest — del blocco rappresenti solo la metà della larghezza originaria del molo. Sembra possibile, da queste considerazioni, arguire una sequenza di costruzione secondo cui, una volta realizzata una porzione d'opera pari a metà della larghezza prevista (è il caso della porzione ovest), veniva appoggiata alla fabbrica già solida l'armatura per l'altra metà (fig. 11).

Uno dei blocchi immersi tra le macerie del molo orientale («lo Sconcioglio») si trova circa 2 metri sotto il l.d.m. e giace ribaltato. Sulla faccia di base originaria si nota l'impronta in negativo lasciata nel calcestruzzo da elementi lignei tessuti — in piano — con incroci ortogonali. Questo particolare verrà analizzato più avanti (*Anzio, Gli elevati dei moli*).



9



10

Fig. 9 - Anzio, porto neroniano: molo est, blocco II, palo montante al piede d'opera.

Fig. 10 - Anzio, porto neroniano: molo est, impronte nel calcestruzzo di montanti e traverse di costruzione.

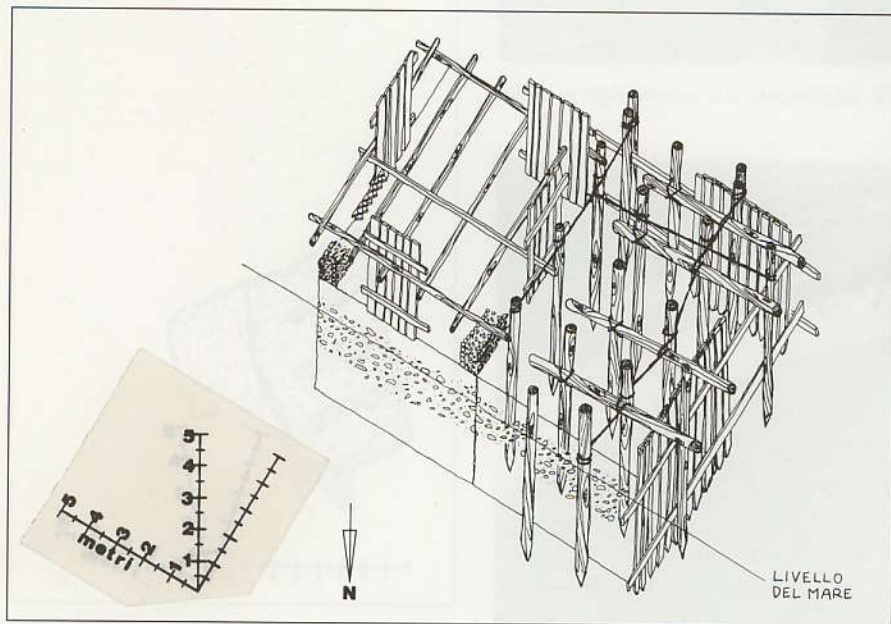


Fig. 11 - Anzio, porto neroniano: molo est, blocco II, assonometria ricostruttiva delle cassaforme di costruzione del molo e dell'alzato.

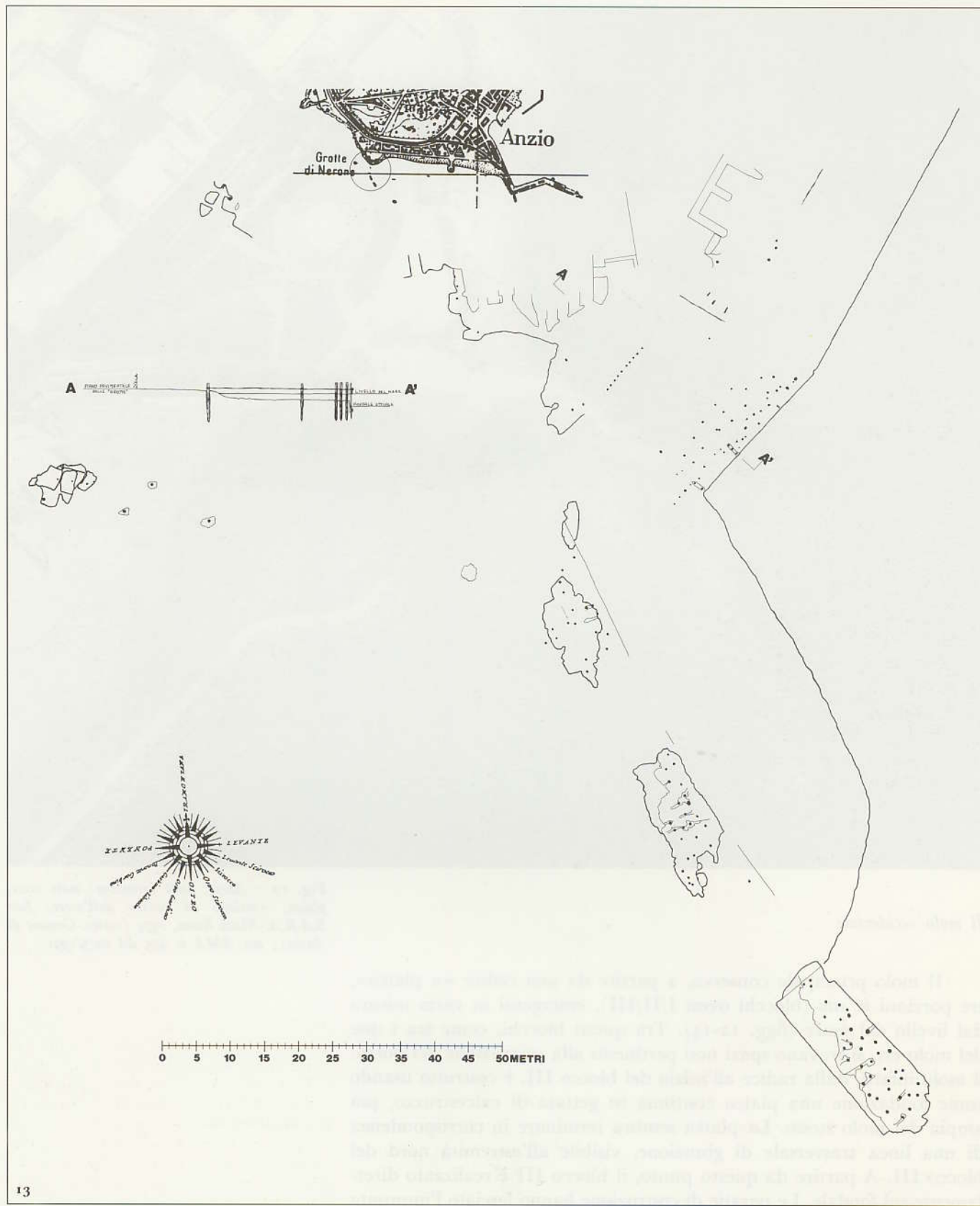
(19) Nel porto di Sidone la cadenza è di circa 2 metri, cfr. Schläger, p. 152.

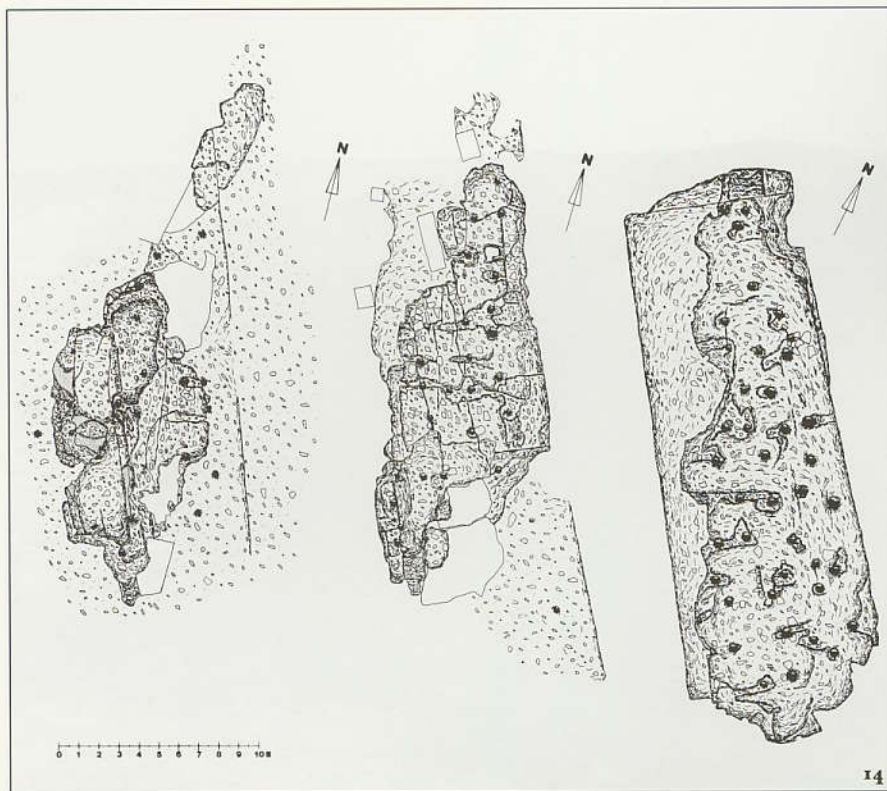


Il molo occidentale

Il molo principale conserva, a partire da una radice «a platea», tre porzioni *in situ* (blocchi ovest I/II/III), emergenti in varia misura dal livello del mare (figg. 12-14). Tra questi blocchi, come tra i due del molo est, si trovano spazi non pertinenti alla costruzione del porto: il molo infatti, dalla radice all'inizio del blocco III, è costruito usando come fondazione una platea continua in gettata di calcestruzzo, più ampia del molo stesso. La platea sembra terminare in corrispondenza di una linea trasversale di giunzione, visibile all'estremità nord del blocco III. A partire da questo punto, il blocco III è realizzato direttamente sul fondale. Le paratie di costruzione hanno lasciato l'impronta

Fig. 12 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, platea, «moletto ad ovest» dall'aereo, foto S.A.R.A.-Nistri Roma, 1974 (cortes. Comune di Anzio); aut. SMA n. 425 del 22/5/1991.





15

Fig. 13 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, platea, «moletto ad ovest», pianta generale dei resti; in evidenza le impronte lasciate dalle palificazioni di costruzione.

Fig. 14 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, piante particolari dei blocchi.

Fig. 15 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, blocco III, lato est, impronte del tavolato della cassaforma al piede d'opera.

nel cementizio al piede dell'opera, sul lato est (fig. 15), e alcune schegge di legno sul lato ovest (circa m -3 dal l.d.m.) (20).

Sui blocchi II e I sono visibili resti degli elevati. Le traverse orizzontali del blocco II, in particolare, si trovano alla quota di circa m 1,20 sul l.d.m. e sono immerse per metà in una gettata composta di malta e tufo gialli; su questo strato è stata disposta una gettata successiva di colore rosso bruno. Nel blocco I la sequenza è completa. In esso, al di sopra della platea, si riconoscono otto gettate, differenti per spessore e composizione.

Tra queste, oltre alle già menzionate gettate gialla e rosso-bruna (quest'ultima messa in opera in due strati omogenei sovrapposti) è steso un marcapiano in malta pozzolanica fine, dello spessore di cm 3-5 (figg. 16-20) (21). Questo marcapiano suggerisce la presenza di un piano di calpestio, poiché esso è steso su un livello che si trova alla stessa quota del piano pavimentale delle «grotte». Sul marcapiano poggia il nucleo in calcestruzzo dell'elevato.

Sul lato est del nucleo è ammorsata una muratura ad esso omogenea, con un esiguo resto di paramento in laterizio che, pur malridotto, appare assimilabile alle pareti delle grotte riconosciute come neroniane. Pertanto, con le dovute precauzioni, questo strato del blocco I potrebbe attribuirsi alla fase di costruzione del complesso portuale (22).

Nella gettata superiore del blocco ovest I sono annegati anche alcuni scheggioni di selce. È difficile dire se questo strato appartenga alla fase originaria del molo; può tuttavia notarsi che pezzame di selce si trova sparso in grande quantità nell'area circostante (23).

(20) Impronte analoghe nel porto di Sidone: Schläger, p. 151, foto n. 5; nel porto ostiense: Testaguzza, pp.72 e ss., pp. 106 e ss., foto a p. 114; nel porto di Cartagine: Yorke-Davidson, pp. 157-164; nel porto di Cosa: Gazda, p.74 e ss., figg. III-12/13, IV-11/12.

(21) Per un altro esempio di gettate sovrapposte cfr. Gazda.

(22) Nibby, p. 192, vide porzioni di opera mista. Oggi questo tipo di muratura si conserva solo su alcune pareti delle «grotte»: cfr. con le murature di «IV fase» in Matini-Scrinari, tav. M, n. 1.

(23) Pezzame della stessa natura si trova utilizzato in un ambiente tardo dell'adiacente complesso residenziale imperiale: può trattarsi di materiale di spoglio.



16



17



18



19

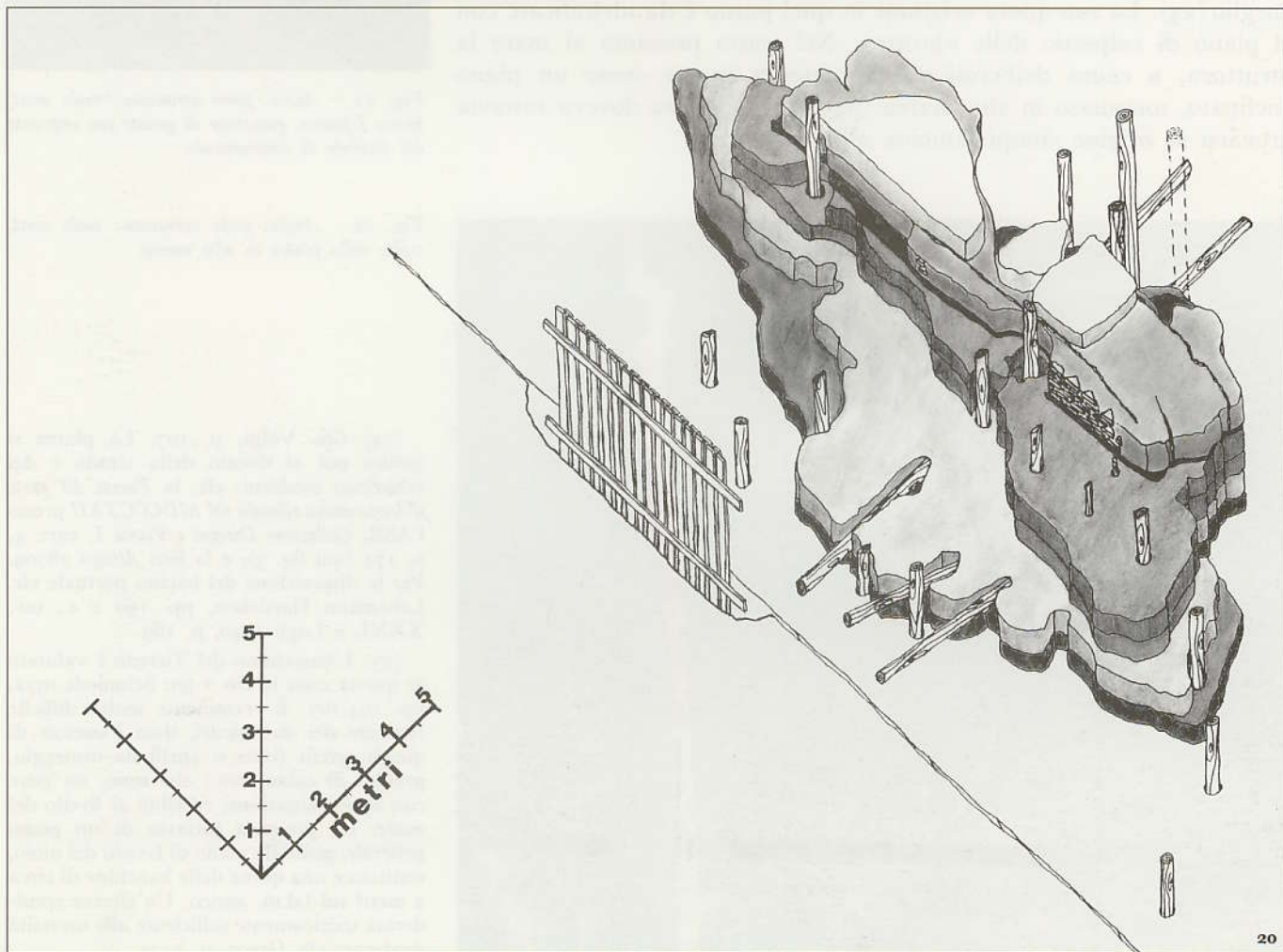
Fig. 16 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, blocco I da nord.

Fig. 17 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, blocco I, da sud.

Fig. 18 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, blocco I, giunzione tra il nucleo interno e la muratura di contenimento con resti di paramento in laterizio.

Fig. 19 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, blocco I, sovrapposizione di gettate in cementizio.

Fig. 20 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, blocco I, assonometria schematica dei volumi superstiti, con restituzione delle membrature lignee di costruzione.



20

La platea è fabbricata mediante varie gettate di calcestruzzo, saldamente accostate tra loro: sono visibili alcune linee di giunzione, una delle quali mostra le impronte lasciate dalle paratie di contenimento. Queste dunque, almeno in quel punto, sono state certamente rimosse col procedere del lavoro (fig. 21).

Le paratie erano ancorate verso terra, mediante pali montanti infissi nel fondo. I pali rimanevano poi annegati nelle gettate di riempimento: la faccia superiore della platea reca un filare di fori da palo nella fascia antistante alle «grotte», ed una forte concentrazione di palificate lungo il ciglio a fronte mare, nel punto di maggiore pressione del cementizio in fase di gettata (fig. 13). Molte cavità conservano resti del legname. È inoltre visibile l'impronta di un grosso pilone di sponda, che appare collocato per realizzare la leggera rotazione della platea verso l'interno della rada.

La platea, oltre che fondazione per la porzione di molo sopra delineata, costituiva nelle parti a mare il banchinamento e, verso terra, il piano di spiccato degli edifici; qui, rimasta all'asciutto, si è conservata meglio (24). La sua quota originale in quel punto è da identificare con il piano di calpestio delle «grotte». Nel tratto prossimo al mare la struttura, a causa dell'erosione, si presenta invece come un piano inclinato, sommerso in alta marea (figg. 12, 22); essa doveva tuttavia trovarsi in origine completamente all'asciutto (25).



Fig. 21 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, blocco I/platea, giunzione di gettate con impronta del tavolato di contenimento.

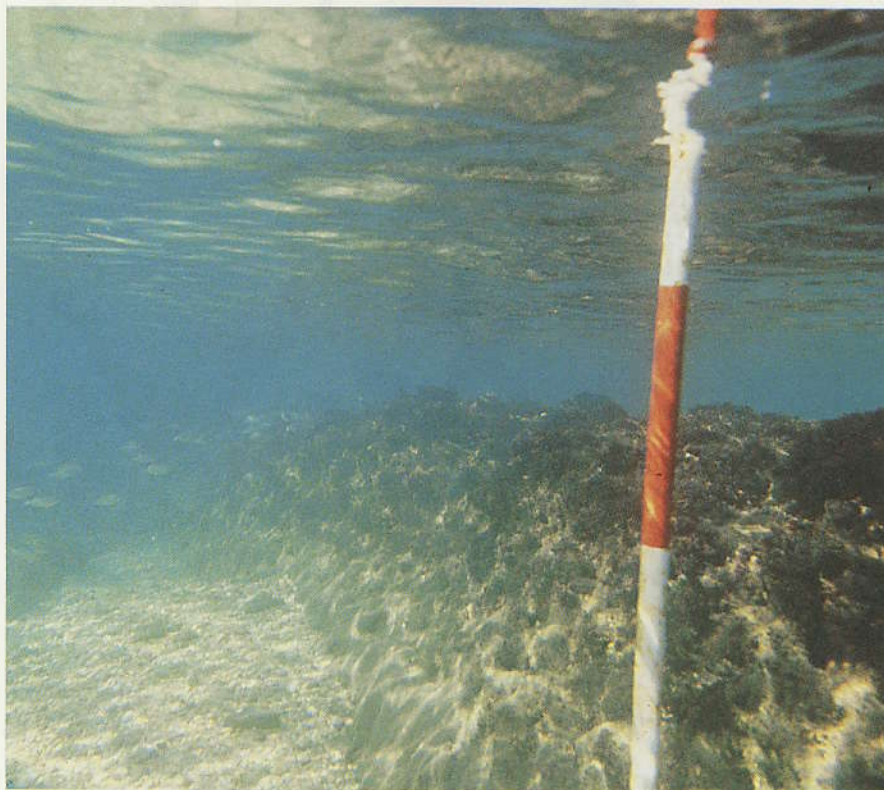


Fig. 22 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, ciglio della platea in alta marea.

(24) Cfr. Volpi, p. 107. La platea si inoltra poi al disotto della strada e dei fabbricati moderni: cfr. la *Pianta del porto d'Anzio antico rilevata nel MDCCCXXII* presso l'ASR, *Collezione Disegni e Piante I*, cart. 4, n. 174 (qui fig. 3), e la foto *Alinari 28709*. Per la disposizione del bacino portuale cfr. Lehmann Hartleben, pp. 190 e s., tav. XXXI, e Lugli 1940, p. 169.

(25) L'eustatismo del Tirreno è valutato in questa zona in cm + 50: Schmiedt 1972, pp. 104-107. È certamente molto difficile ricavare dei dati sicuri, data l'assenza di quegli arredi (bitte o anelli da ormeggio, gradini di calata ecc.) che sono, sia pure con approssimazione, riferibili al livello del mare. La presenza tuttavia di un piano generale, possibile piano di lavoro del molo, restituisce una quota delle banchine di circa 2 metri sul l.d.m. antico. Un'altezza considerata tecnicamente sufficiente alle necessità moderne: cfr. Greco, p. 1133.



Considerando che — come osservato — fino al limite nord del blocco III il molo occidentale risulta costruito su platea, si deve escludere che questo stesso tratto del molo fosse in origine attraversato da vie d'acqua navigabili o dissabbianti. Ne consegue che, pur non potendosi in linea teorica escludere che nei livelli superiori esistesse una qualche forma architettonica di arcuazione, una concezione strutturale a *pilae* e arcate del molo verrebbe a perdere in questo settore ogni presupposto funzionale (26).

La platea procede verso ovest doppiando il promontorio (fig. 23); la rotazione è sottolineata dal fronte circolare delle grotte. Anche gli edifici immediatamente ad ovest, fuori dal bacino portuale, sono fondati su di essa. In questo settore gli ambienti, severamente sezionati dal mare, rivelano più fasi edilizie. Il complesso è comunque impiantato su un piano generale di fondazione in calcestruzzo pozzolanico, gettato in cassaforme le cui paratie erano trattenute — dall'interno — per mezzo di un'ossatura di pali montanti piantati nella sabbia e travi orizzontali tessute per incroci ortogonali. Si conservano *in situ* resti delle membrature lignee originali (figg. 25, 26).

Tutto il fondale antistante, inoltre, è occupato da resti *in situ* di cementizio, sui quali si riconoscono i fori lasciati dai montanti di fabbrica (fig. 24).

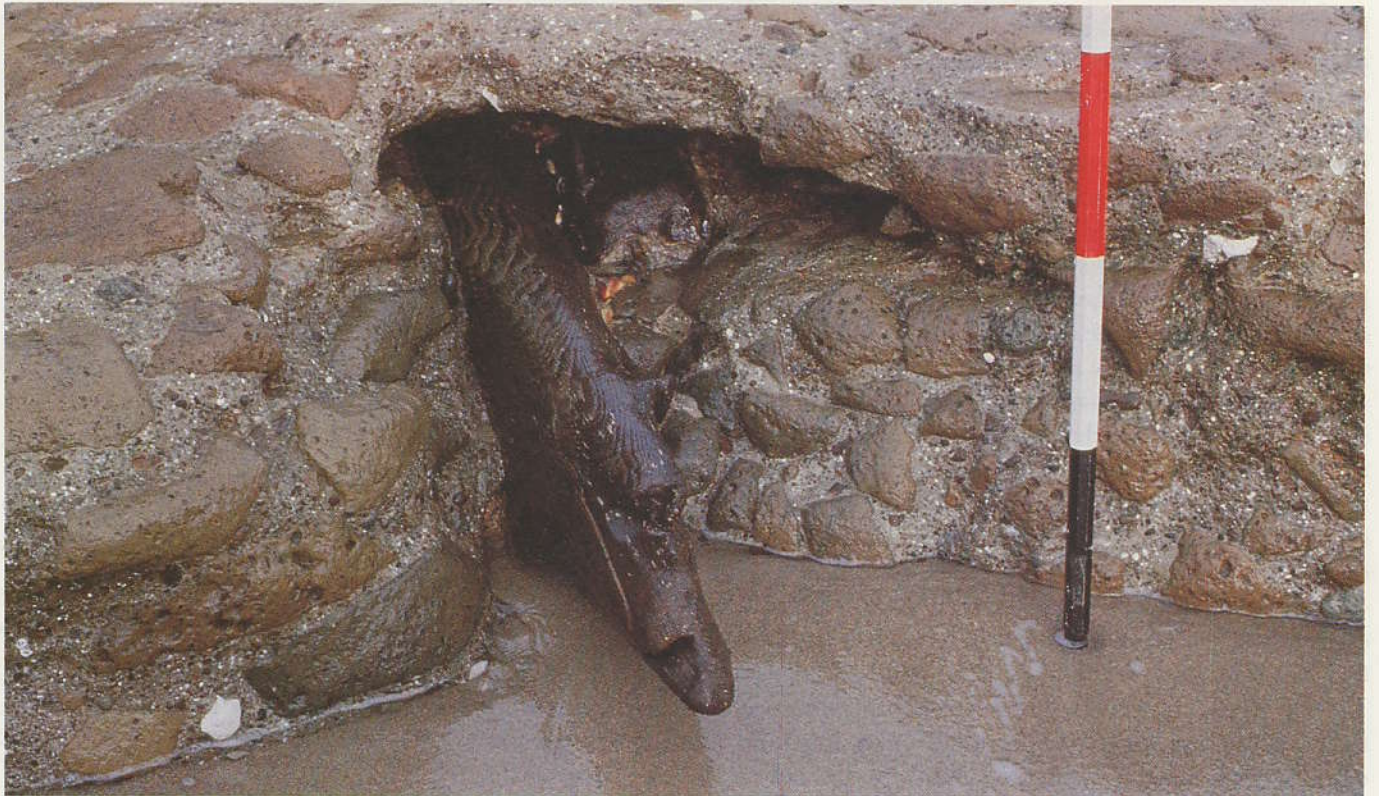
Le opere in questo settore erano dunque impiantate su un sottofondo sabbioso, forse direttamente sulla linea di battaglia. In questo caso sarebbero state, come oggi, lambite dall'acqua. Da ciò la necessità di armare solidamente la spiaggia, allo scopo di dotare le costruzioni,

Fig. 23 - Anzio, porto neroniano: molo ovest, le «grotte» verso ovest in foto d'epoca, Fondo Murgurgo, G.F.N., neg. G 3003.

(26) Lombardi, pp. 119 e s., ipotizzò che esistesse un canale di navigazione tra il porto e la villa. L'opinione dell'Autore si formò probabilmente anche in base alla restituzione del Volpi, *tab. I* (qui fig. 2), il quale aveva proposto una «darsena» alla radice del molo ovest. Vd. al riguardo Lugli 1940, p. 170: «porto secondario». La darsena è poi in Matini-Scrinarì, *tav. P; Eaed.* (alla *tav. O*) interpretano anche una veduta delle grotte, da Volpi, come «nucleo della villa prospiciente la darsena»: si tratta invece del fronte delle grotte che si affacciano sul bacino portuale, con tracce di incassi di fondazione sulla platea. Per i piloni nel porto d'Anzio vd. nota 14.



24



25

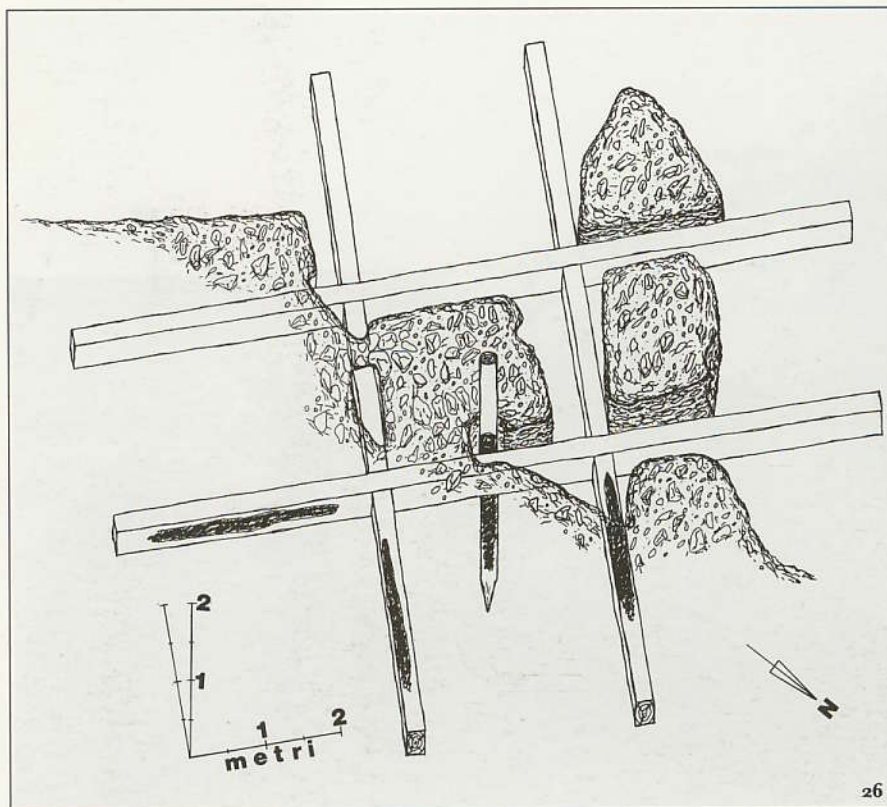


Fig. 24 - Anzio, ambienti sulla spiaggia ad ovest del porto neroniano; in secondo piano il «moletto ad ovest»; sullo sfondo le barriere moderne.

Fig. 25 - Anzio, fondazioni degli ambienti sulla spiaggia ad ovest del porto neroniano, particolare dei legnami superstiti delle cassafornate di costruzione.

Fig. 26 - Anzio, fondazioni degli ambienti sulla spiaggia ad ovest del porto neroniano, assonometria con restituzione della struttura lignea di costruzione. In nero i legnami superstiti.

oltre che di un piano di fondazione, anche di spazi di manovra e di una difesa adeguata dal mare. La quota originale di questo banchinamento potrebbe riferirsi, con modeste approssimazioni, al piano di calpestio riscontrabile sugli ambienti alla radice del molo principale e sul molo stesso. Ulteriori elementi utili discendono dall'analisi del «moletto ad ovest».

Il «moletto ad ovest»

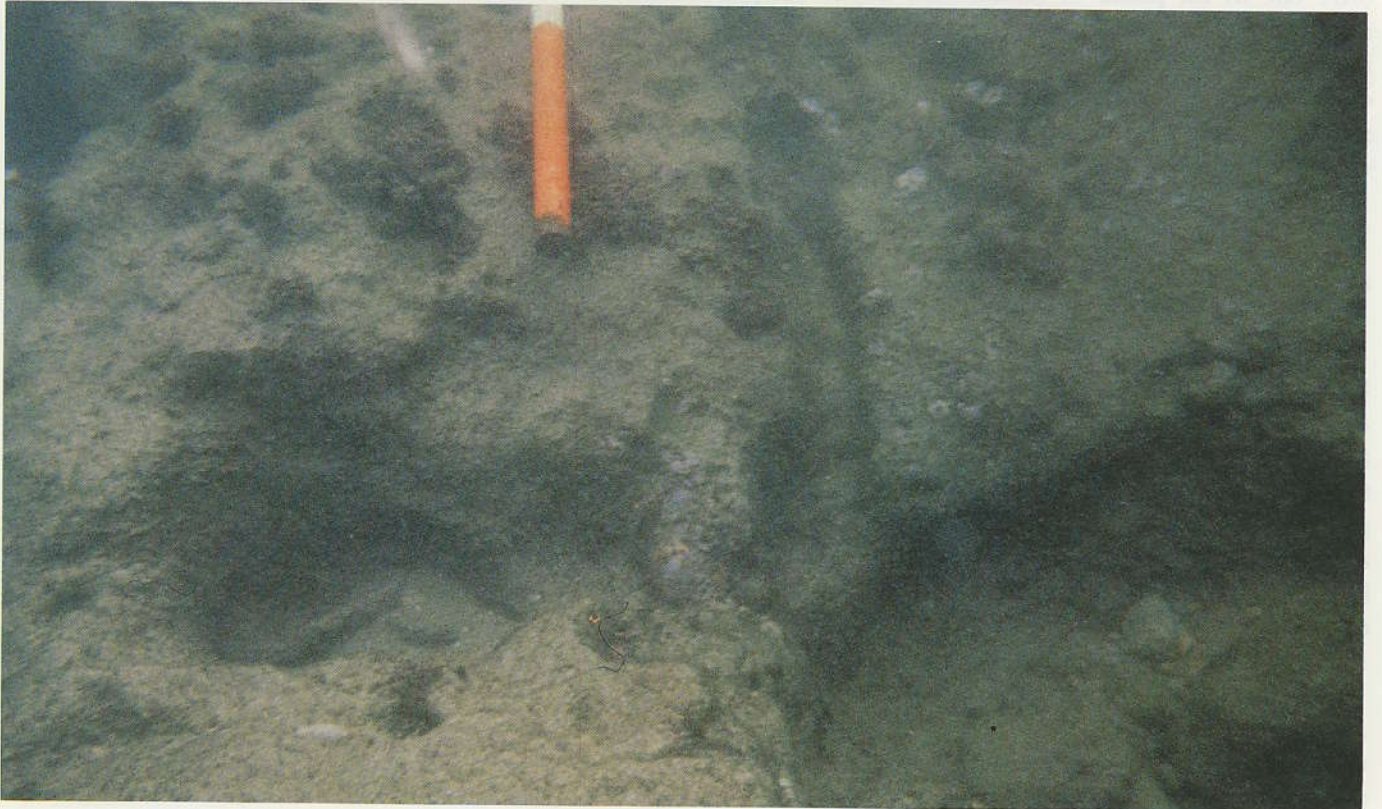
Si indica in questo modo un resto in calcestruzzo, emergente sul l.d.m. per circa m 160, situato fra le gettate di armatura del fondale, ad ovest del molo principale. È realizzato con materiali e tecniche analoghi a quelli osservati sui moli (lo strato superiore è in calcestruzzo rosso bruno simile a quello del molo ovest) e pertanto può porsi in relazione cronologica con la costruzione del porto. L'opera mostra alcune particolarità. Essa presenta, oltre ad impronte di montanti per l'intera altezza, alloggiamenti a quota intermedia per un secondo ordine di pali, probabilmente destinato alla prosecuzione dell'opera verso l'alto (fig. 27) (27).

Ancora più notevole è la fondazione «a platea» del «moletto». Al piede di esso, sul lato nord, si è osservata un'impronta in negativo molto netta, lasciata in un letto di malta ancora fresca dal piede della paratia di costruzione (lunghezza conservata circa m 4; lar-

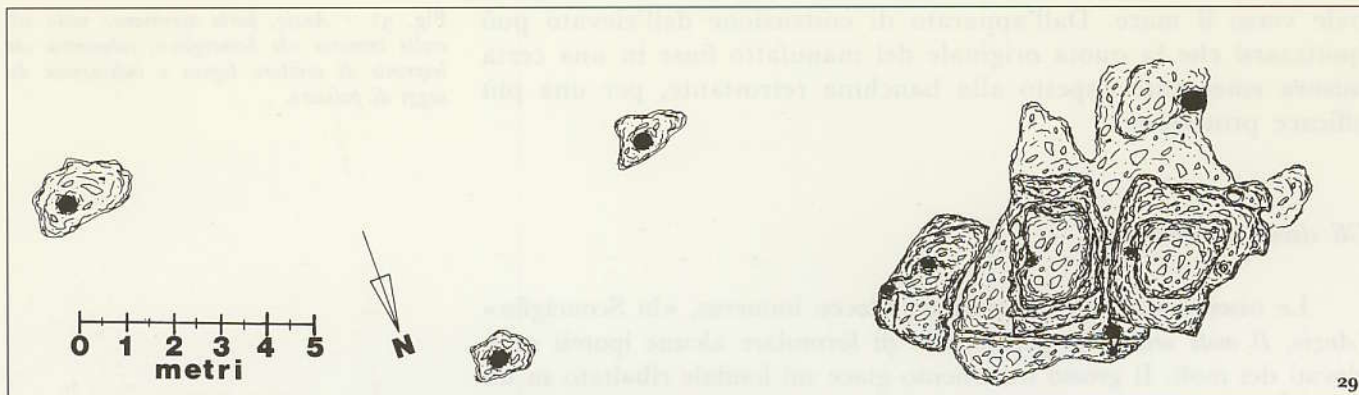
(27) Un'altra porzione del «moletto» si trova forse vicino al molo; si tratta di un blocco in cementizio, oggi inclinato, attraversato da un foro di montante. La porzione è forse *in situ* nella foto in Fondo Morpurgo, G.F.N., neg. G 3015. Il calpestio davanti alle grotte è più ampiamente conservato ancora nella foto Fondo Morpurgo, G.F.N., neg. G 3003 (qui fig. 23). Sia Nibby, p. 195, che R. Lanciani notarono i resti di palificate sulla spiaggia antistante alla villa; cfr. Matini-Scrinari, p. 12 tav. P, *Villa neroniana - pianta generale*, in cui è restituita graficamente una «banchina su palafitte». Cfr. anche Lanciani, p. 334. Non si può escludere che il banchinamento fosse esteso a tutta la baia antistante al complesso imperiale.



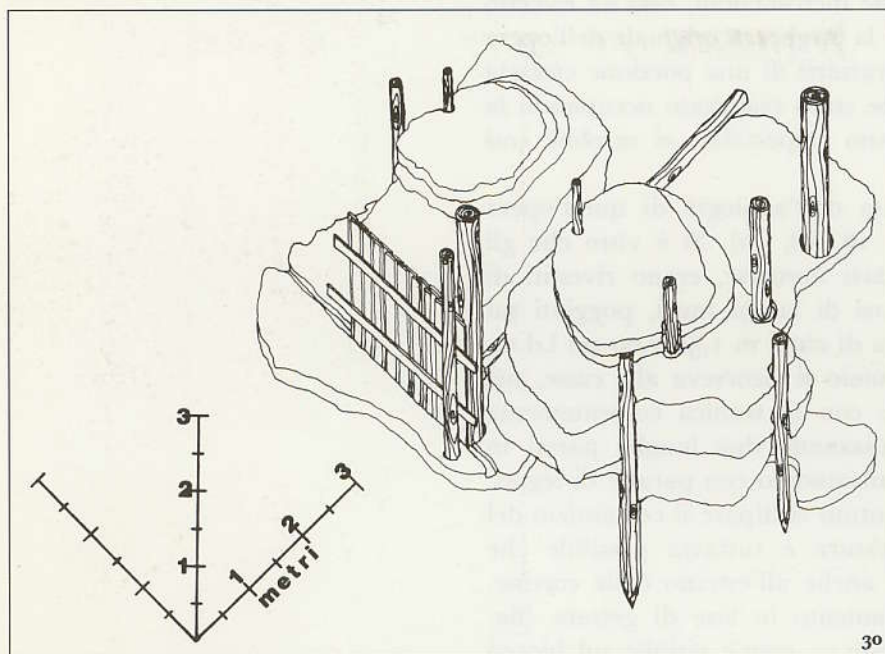
27



28



29



30

Fig. 27 - Anzio, il «moletto ad ovest», lato ovest.
 Fig. 28 - Anzio, il «moletto ad ovest», impronte nella malta lasciate dai montanti e dalla paratia di costruzione, da ovest.
 Fig. 29 - Anzio, il «moletto ad ovest», pianta.
 Fig. 30 - Anzio, il «moletto ad ovest», assonometria schematica dei volumi superstiti, con restituzione delle membrature lignee di costruzione.

ghezza circa cm 5; profondità circa cm 10). La paratia era trattenuta da una traversa e da un montante interni all'opera, e ricalzata da un montante esterno; la traccia della traversa è incerta, mentre l'impronta lasciata dai montanti nel cementizio è particolarmente nitida (figg. 28-30).

L'infissione del piede della paratia nella malta offriva garanzia di migliore tenuta della cassa nel punto più vulnerabile e consentiva così un risparmio sui pali di contenimento perimetrali. Questa tecnica, documentata anche dalla «banchina» di Astura (vd.) poteva evidentemente essere impiegata in condizioni di modesta profondità, per gettate dal fronte lungo.

Il «moletto», per struttura e posizione, appare inserito in modo organico nella sistemazione della zona di collegamento tra il porto e l'insediamento residenziale della baia ad ovest. Il nucleo conservato supera di pochi centimetri la quota generale di calpestio; potrebbe dunque trattarsi del testimone residuo del livello originale del banchinamento, del quale il «moletto» costituiva forse la fascia termi-

nale verso il mare. Dall'apparato di costruzione dell'elevato può ipotizzarsi che la quota originale del manufatto fosse in una certa misura emergente rispetto alla banchina retrostante, per una più efficace protezione.

Gli elevati dei moli

Le osservazioni effettuate su un blocco immerso, «lo Sconcioglio» (*Anzio, Il molo orientale*), permettono di formulare alcune ipotesi sugli elevati dei moli. Il grosso frammento giace sul fondale ribaltato su un lato. Sottoposto a saggi di pulitura dalle incrostazioni, esso ha rivelato due pareti opposte rivestite in laterizio; la larghezza originale dell'opera è risultata di circa 6 metri. Potrebbe trattarsi di una porzione crollata dell'elevato del molo. L'elevato sarebbe stato realizzato occupando la metà della superficie del molo: il piano calpestabile si sarebbe così ridotto a circa 6 metri.

L'identificazione è anche sostenuta dall'analogia di quest'opera con l'elevato del blocco ovest I (figg. 16, 18, 20). Si è visto che gli elevati dei moli, a differenza delle parti immerse, erano rivestiti di paramento in laterizio. Doveva trattarsi di larghi muri, poggiati sui basamenti in calcestruzzo ad una quota di circa m 1,50/2,00 sul l.d.m. Mentre per la struttura immersa del molo si ricorreva alle casse, nel caso degli elevati si poteva procedere con la tecnica correntemente usata per la muratura ordinaria, realizzando due lunghe pareti in laterizio e chiudendo i lati brevi in avanzamento con paratie di legno: nei «cassoni» così ottenuti si sarebbe potuto costipare il cementizio del nucleo. Data la larghezza della muratura è tuttavia possibile che venissero installate paratie di rinforzo anche all'esterno delle cortine, sui lati lunghi, ad evitarne lo spanciamento in fase di gettata (fig. 11) (28). Ciò, nonostante le cortine stesse — com'è visibile sul blocco ovest I — appaiano inspessite da un vero e proprio muro di cm 60 di spessore, qualitativamente omogeneo con il nucleo (fig. 18). Poiché l'impianto di puntoni esterni per queste paratie avrebbe presentato seri problemi, si sarebbe anche qui coadiuvato l'operazione «dall'interno», con la posa di graticci orizzontali, collocati forse in più ordini (29).

La frattura dello «Sconcioglio» è avvenuta in corrispondenza di uno di questi graticci. Sulla base del blocco, corrispondente con la linea di frattura, si nota l'impronta in negativo di un'orditura lignea ortogonale, tessuta orizzontalmente incrociando quattro pali con una traversina (fig. 31). La traccia della traversina potrebbe assimilarsi con un «foro da ponte» che si nota su un'altra parete in laterizio immersa, il quale presenta dimensioni più modeste di quelle «correnti» (fig. 4).

I montanti sporgenti dal masso immerso potevano poi coadiuvare le operazioni di costruzione (vd. le impronte dei piloni inglobati dalla cortina del blocco I del molo ovest, fig. 20). Altri pali erano posti in opera a quote intermedie (vd. il «moletto ad ovest», fig. 27). Le stesse traverse sporgenti dal cementizio sottostante potevano costituire un valido piano d'appoggio (30).

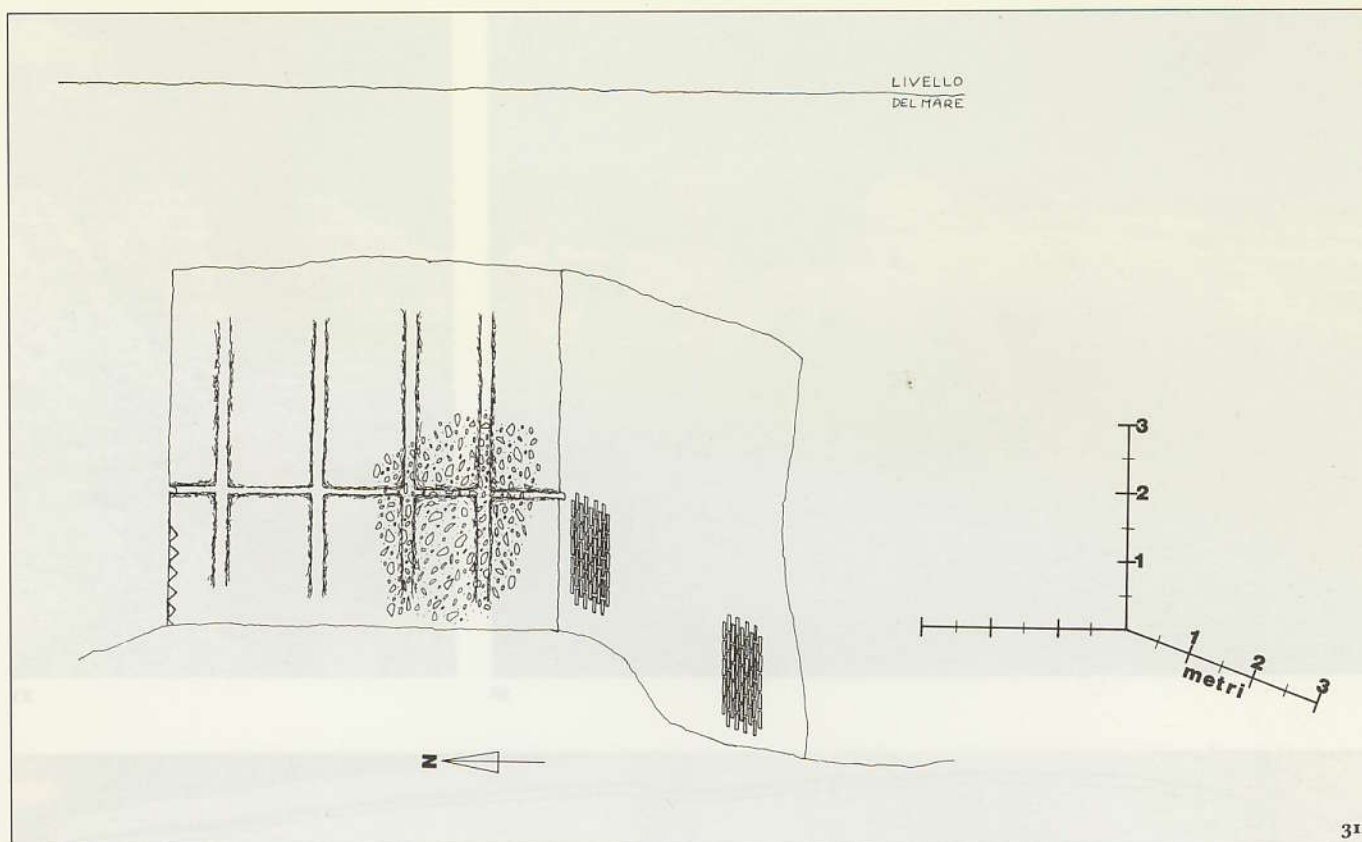
Fig. 31 — Anzio, porto neroniano: molo est, crollo immerso «lo Sconcioglio», volumetria con impronte di orditura lignea e indicazione dei saggi di pulitura.



(28) Cfr. Giuliani, p. 196 e fig. 8.1 - dis. 5.

(29) Per altri esempi di graticci a tessitura ortogonale cfr. Schläger, p. 156; Yorke-Davidson, p. 163.

(30) Al piede del blocco si nota un grosso frammento, probabile distacco della parte superiore, che presenta uno spigolo vivo in laterizio. Altri spigoli simili si osservano tra le rovine sparse del molo est. Dai dati oggi a disposizione non è possibile trarre da questi elementi deduzioni certe; sembra però possibile ipotizzare che l'elevato del molo fosse interrotto da aperture o feritoie ricorrenti, forse nella parte alta, che consentivano la vista verso est. In questo punto nel 1908 furono recuperate quattro colonne, di cui una integra lunga circa 4 metri: Lanciani, p. 335.



ASTURA

La «banchina»

Si ritiene interessante il confronto strutturale con la «banchina» del vicino porto di Astura, realizzata con una tecnica assimilabile a quella riscontrata sulla platea di Anzio (fig. 32) (31).

La particolare struttura delle cassaforme usate nella costruzione delle platee, infatti, attesta l'uso comune di paratie di contenimento di tipo «modulare», assemblabili in strutture di tre o anche due soli lati.

Si tratta di un'opera in calcestruzzo, costituito da malta pozzolanica e *caementa* tufacei di colore rosso bruno. Per la realizzazione venne sfruttato, sul lato a terra, un grosso muro preesistente (32), nel quale vennero scalpellati degli incavi. In questi furono alloggiati dei corti tenoni verticali; questi furono legati alle testate di travi orizzontali, le quali erano sostenute da pali montanti piantati nel fondale. Le travi orizzontali trattenevano la paratia di contenimento collocata sul lato a mare. Il piede della paratia era affogato in un primo getto di malta ancora fresca: la traccia dell'incasso, a forma di canaletta, corre a filo della gettata per tutta l'estensione della banchina. Un sistema dunque rapido ed economico (tav. I, figg. 33-35) (33).

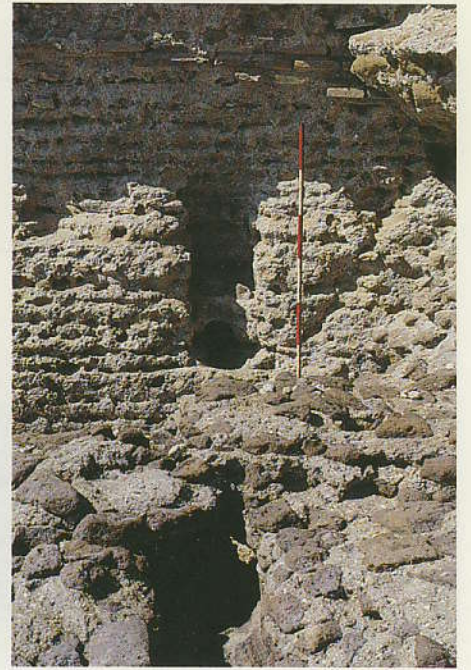
(31) In Piccarreta è la «gettata di rinforzo» n. 19, p. 36 e foto n. 49 a p. 35.

(32) Piccarreta, «muro n. 18», p. 34, fig. 42; è il muro del «canale perimetrale». Anche sui lati nord e ovest del perimetro della *basis villae* si osservano «banchine» di foderia della stessa fase, realizzate con paratie tenute da filari di traverse. Cassaforme simili erano usate per costruire banchine nel '700, cfr. l'*Istromento di Obbligo [...] di fare alcuni Lavori per la ristaurazione del Molo del Porto d'Anzo secondo la Pianta e Profilo fatto dal sig. Carlo Murena Architetto...* (1755), ASR, *Cammerale* III, b. 1530, vol. *Giustificazioni de pagamenti fatti pe[-] lavori del porto d'Anzo dalli 28 maggio 1751 a tutti li 24 luglio 1758*, fasc. 123, con allegato progetto (qui fig. 34) e nell'800, cfr. il *Progetto della Paratia dalla Pianta di una Porzione del Molo Innocenziano del Porto d'Anzio* dell'ing. Marmorelli (1819) per restauri del molo innocenziano, ASR, *Collezione Disegni e Pianta* I, cart. 4, n. 171 (qui fig. 35).

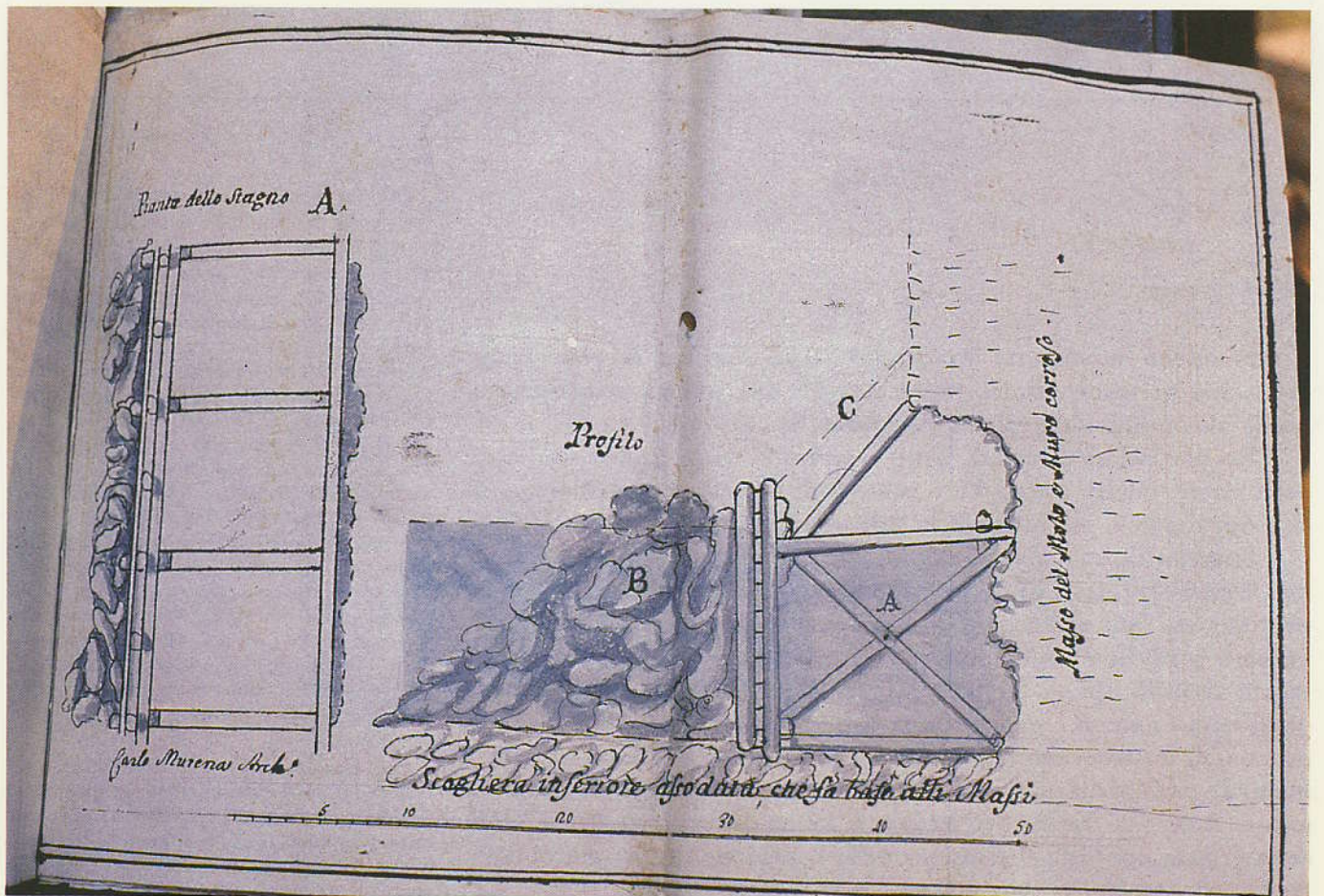
(33) Dai dati sull'eustatismo del mare ad Astura (cm + 60, Schmiedt 1972, pp. 108 e ss.), deve ritenersi che l'opera era realizzata in acqua molto bassa o almeno sulla battigia, condizioni che non rendono agevole lo scavo di trincee.



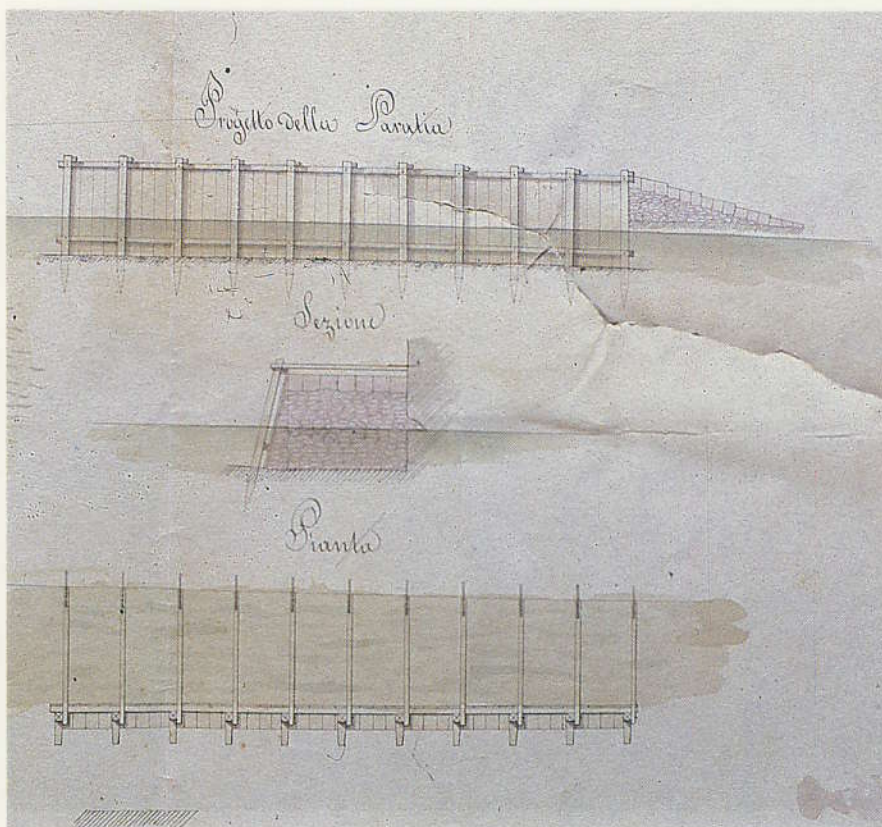
32



33



34



35

Il molo

La radice del molo nord del porto di Astura documenta invece un sistema «a riempimento» di spazi tra *pilae* distanziate (fig. 36). Questione interessante è l'effettiva sequenza dei due elementi.

Il molo è realizzato, in profondità modesta o addirittura sulla battigia, sfruttando cassaforme trattenute dall'interno, secondo un complesso procedimento così ricostruibile: tra *pilae* impostate su una fondazione (che sembra poggiare a sua volta su una platea) fu collocata una lunga trave orizzontale, disposta longitudinalmente e trattenuta da tenoni e *catenae* oblique vincolati alle *pilae* stesse. Sulla trave erano appoggiate numerose *catenae*, disposte ortogonalmente; l'orditura era poi sostenuta anche da un filare di *stipites* (fig. 37, tav. I).

Le *catenae* servivano a trattenere le due paratie collocate sui lati lunghi; nello spazio risultante fu versato un riempimento in strati di cementizi diversi da quello dei piloni, fino ad inglobare l'ossatura lignea.

Indipendentemente dall'intervallo tra le due fasi costruttive, si realizza comunque in questo settore del molo una sintesi di due sistemi (*pilae* - molo continuo): le stesse *pilae* non sono semplicemente inglobate dal successivo intervento, ma ne divengono un elemento strutturale portante nel procedimento di fabbricazione (34).

Fig. 32 - Astura, porto, la «banchina», da est.

Fig. 33 - Astura, porto, la «banchina», incasso dei tenoni nel muro retrostante; in primo piano impronta di una catena della cassaforma, da est.

Fig. 34 - Anzio, porto innocenziano, dall'Istrumento di Obbligo [...] di fare alcuni Lavori per la ristaurazione del Molo del Porto d'Anzo secondo la Pianta e Profilo fatto dal sig. Carlo Murena Architetto..., ASR, Camerale III, b. 1530, vol. Giustificazioni de pagamenti fatti pe[...] lavori del porto d'Anzo dalli 28 maggio 1751 a tutti li 24 luglio 1758, fasc. 123, progetto allegato.

Fig. 35 - Anzio, Pianta di una Porzione del Molo Innocenziano del Porto d'Anzio, Roma li 7 Novembre 1819. Giuseppe Marmorelli ing. Aspirante (part.), ASR.

(34) Per il porto di Astura cfr. Castagnoli; Piccarreta, pp. 62 e s. Il fatto che sia stato riempito lo spazio di risulta tra piloni ha indotto a considerare il molo come prodotto di due fasi edilizie distinte. Elemento tra i più forti in questo senso sarebbe il fatto che i lati ovest dei piloni II e III, poi ricoperti dalla gettata di colmatura dell'intervallo, fossero originariamente dotati di paramento in laterizio.

Lo stato della ricerca non consente in questa sede di offrire soluzioni definitive a questo interessante problema: alcuni indizi tecnici (la trave longitudinale, ad esempio, è installata nei piloni in corso d'opera) lasciano tuttavia spazio all'ipotesi che il molo sia stato quantomeno «ripensato» durante la costruzione, quando non addirittura progettato a tecnica «mista».

Il sistema montanti/traverse è anche coadiuvato da *catenae* oblique: utile risulta qui il confronto con la combinazione analoga nel porto di Cosa di cui Gazda, pp. 76 e s.



36



37



38

CIRCEII

Il porto-canale

Un'altra struttura che documenta l'uso di paratie assemblate secondo uno schema peculiare è la testata del molo nord del porto-canale che mette in comunicazione il lago di Paola con il mare. Si tratta di un'opera realizzata reimpiegando grossi crolli di calcestruzzo coricati sul fondale marino; questi nuclei murari conservano in più punti resti di paramento in reticolato di tufelli (fig. 38).

I blocchi sono sparsi nell'area da edificare; negli spazi di risulta fra essi è stata ordita una complessa maglia di travature in legno, orizzontali e montanti, destinata a trattenere le paratie. Su tutto l'insieme è stato poi gettato il calcestruzzo, ottenendo così un vasto plateato (tav. II). Il procedimento mostra tracce di fasi progressive, di cui sono indizio alcuni vuoti lasciati da paratie interne e qualche linea di giunzione tra le gettate; nondimeno, l'orditura principale attraversa completamente la struttura in senso nord/sud. Le travature orizzontali di tenuta — sistemate sopra il livello del mare — erano vincolate a pali montanti piantati nel fondale oppure, in qualche caso, incassati in alloggiamenti ricavati nelle superfici dei blocchi preesistenti scalzando il reticolato e scalpellando il nucleo (35).

Fig. 36 — Astura, porto, molo est, blocco I da sud.

Fig. 37 — Astura, porto, molo est, blocco I, il «pilone» I e la gettata di riempimento, lato sud.

Fig. 38 — Circeii, porto-canale del lago di Paola, particolare del reticolato dei blocchi reimpiegati.

(35) La posizione di questi blocchi riutilizzati non consente di stabilire se essi appartenessero ad una prima fase costruttiva del molo o se siano stati lì trasportati al momento del riuso; si può osservare che, date le grosse dimensioni, un trasporto non sarebbe risultato agevole. Un elemento potrebbe essere costituito dai resti di reticolato, i cui tufelli superstiti hanno il lato di cm 8.

Per la descrizione del porto-canale, le sue connessioni con la *Fossa Augusta* e l'attribuzione del complesso a Nerone cfr. Lugli 1928, *Introduzione*, pp. VIII e XIII, p. 31; Schmiedt 1970, tav. CXXXIX; sulla *fossa* di *Circeii* vd. Johannowsky.

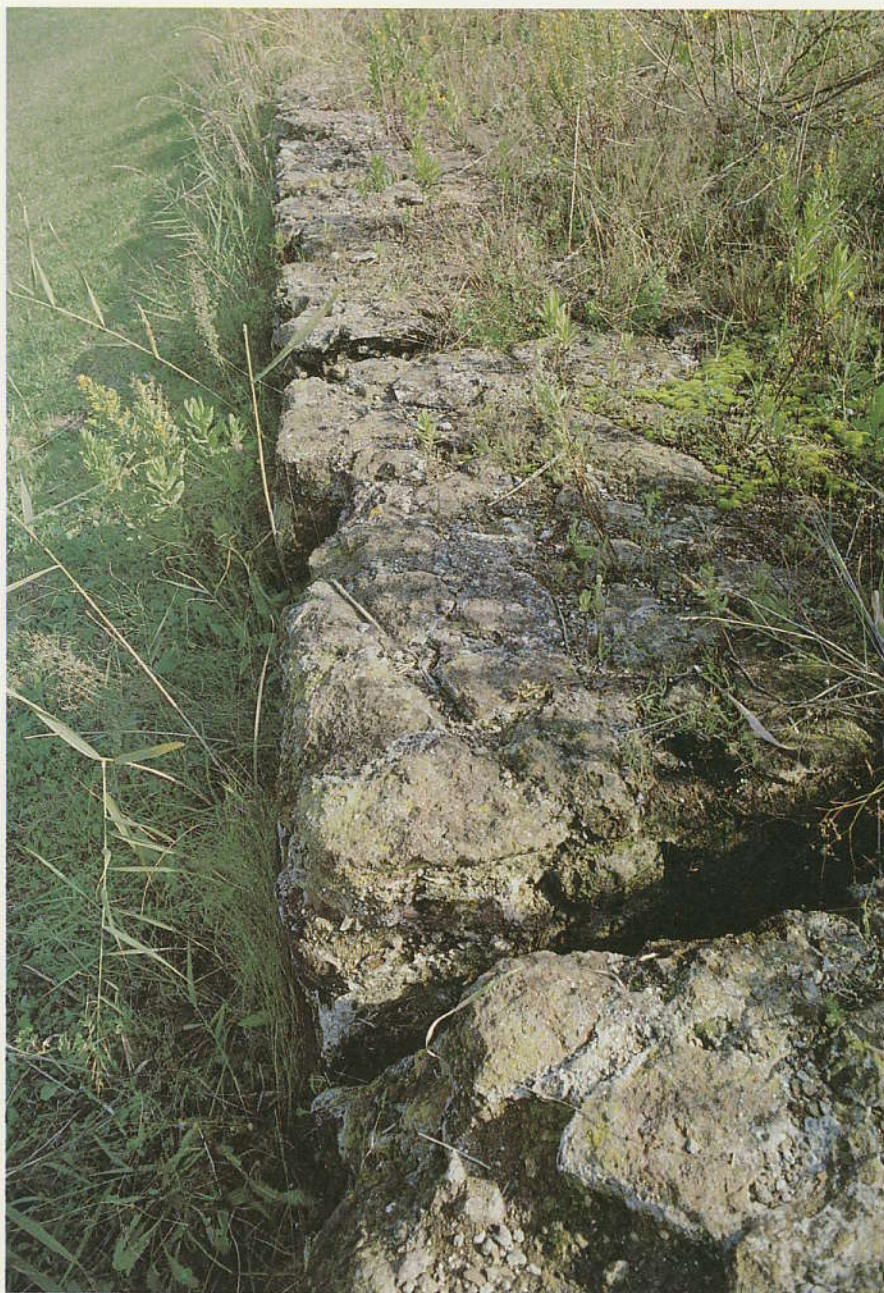


Fig. 39 - Porto ostiense, molo sinistro, impronte nel calcestruzzo di montanti e traverse di costruzione.

Fig. 40 - Porto ostiense, molo sinistro, restituzione assonometrica dei legnami di costruzione (grafico di riferimento da Testaguzza).

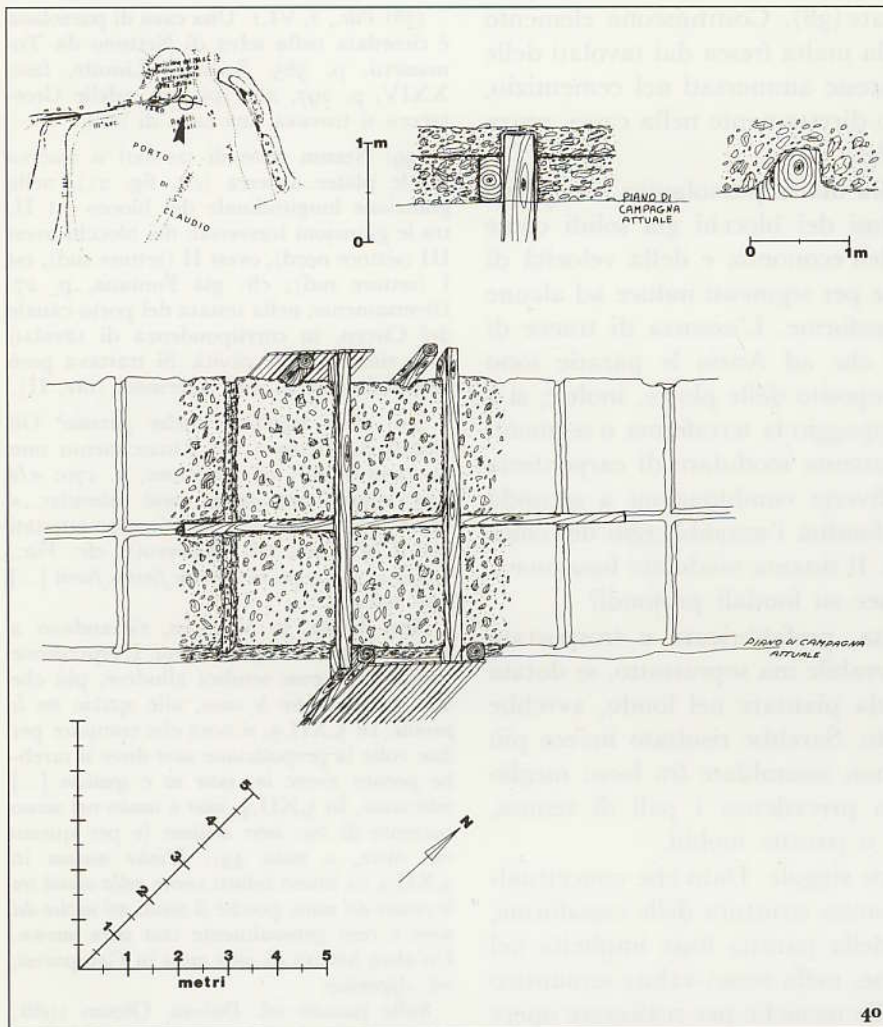
39

PORTO OSTIENSE DI CLAUDIO

Il molo sinistro

Il campione di molo presentato (figg. 39, 40) contribuisce a documentare l'impiego di paratie assemblate con gabbie interne. Sarà sufficiente osservare che le tracce lasciate dai legnami nel calcestruzzo restituiscono un graticcio molto regolare, in cui montanti e traverse sono disposti con una cadenza di circa 2 metri (36).

(36) Per il porto ostiense vd. Testaguzza.



LA TECNICA DI COSTRUZIONE DI OPERE IN ACQUA SECONDO VITRUVIO

I dati archeologici sin qui descritti possono ora porsi a confronto con i dettami di Vitruvio (37).

Si è detto del ruolo fondamentale delle opere di carpenteria, concepite per moduli formati da montanti e traverse, e di come queste ossature avessero lo scopo di esercitare, dall'interno, un'adeguata forza di contrasto alla pressione del cementizio sulle pareti delle cassaforme, *arcae*, in fase di gettata. Vitruvio descrive due tipi di *arca* per costruire direttamente in acqua: «allagata» e «stagnata». Il tipo allagato (e in modo particolare quello anziate), era certamente privo di fondo; sembra però che anche il tipo stagnato ne fosse privo, dato che dopo lo svuotamento potevano entrarvi le maestranze e costruire in modo tradizionale (*fundamenta fodiantur*).

Ad Anzio, l'impiego di abbondante pozzolana, il *pulvis* che consentiva al calcestruzzo di indurire velocemente anche in acqua, ha

(37) Sulla lingua e sulla comprensibilità tecnica del *De Architectura* vd. Callebat. Come letteratura specificamente inerente, o confrontabile, alle tecniche in uso in età romana per costruire in acqua con il calcestruzzo: *Vitr.*, 5, XII; del noto passo si propongono qui i brani salienti per comodità: *...Eae autem structurae, quae in aqua sunt futurae, videntur sic esse faciendae, uti portetur pulvis a regionibus, quae sunt a Cumis continuatae ad promunturium Minervae, isque misceatur, uti in mortario duo ad unum respondeant. Deinde tunc in eo loco, qui definitus erit, arcae stiptibus robusteis et calenis inclusae in aquam demittendae destinandaeque firmiter; deinde inter ea extrastilis inferior pars sub aqua exaequanda et purganda, et caementis ex mortario materia mixta, quemadmodum supra scriptum est, ibi congerendum, denique compleatur structura spatium, quod fuerit inter arcae. [...]. In quibus autem locis pulvis non nascitur, his rationibus erit faciendum, uti arcae duplices relatis tabulis et calenis conligatae in eo loco, qui finitus erit, constituantur, et inter destinatae creta in eronibus ex ulva palustri factis calcetur. Cum ita bene calcatum et quam densissime fuerit, tunc coeleis, rotis, tympanis conlocatis locus, qui ea septione finitus fuerit, exinaniatur sicceturque, et ibi inter septiones fundamenta fodiantur. [...]. Sin autem propter fluctus aut impetu aperti pelagi destinae arcae non potuerint continere... (Ora, queste opere, che sono destinate a stare in acqua, sembra che debbano fabbricarsi in questo modo, portando cioè la pozzolana dalla zona che si estende da Cuma al promontorio di Minerva, e mescolandola, in modo che nel trogolo si trovi in proporzione di due parti per una [di calce]. Quindi, in quel punto stabilito, si debbono affondare e bloccare con sicurezza delle cassaforme tenute insieme da montanti di quercia e tiranti trasversali; poi, nel vano interno, [lavorando] dalle traversine si deve livellare e pulire il fondale e gettare la malta, preparata come è spiegato sopra, mischiata al pezzame di pietra, fino a che lo spazio tra le paratie non sia riempito di calcestruzzo. [...] In quei luoghi invece, in cui non si trova la pozzolana, si dovrà seguire questo procedimento: nel punto che si sarà delimitato si impiantino delle paratie a doppia parete, tenute insieme da tavole riportate e traverse, e tra i montanti [interni alle paratie] si incalchi dell'argilla [confezionata] in panieri fatti d'alga di palude. Quando l'argilla sarà compressa al massimo, allora con pompe a vite, ruote e tamburi acquari [li] installati si svuotino e asciughino lo spazio circoscritto con questo recinto stagno, e tra le paratie si scavino le fondazioni. [...] Qualora invece, per via delle onde e della forza del mare aperto, le palificate non avessero potuto trattenere le cassaforme...). Come apparato filologico si sono qui utilizzati l'edizione Fensterbush; Callebat-Bouet-Fleury-Zuinghedau; Ginouves-Martin. Vd. anche *Castilionii*; *Baldus* (alle voci in ordine alfabetico); Perrault, pp. 99 e ss.*

permesso l'utilizzo di cassaforme allagate (38). Costituiscono elemento in questo senso le impronte lasciate nella malta fresca dai tavolati delle paratie e dai frammenti delle paratie stesse ammorsati nel cementizio, che attestano che questo è stato gettato direttamente nella cassa, senza paramento (vd. *Anzio, il molo occidentale*).

Sfruttando la rapidità di presa della malta pozzolanica, era possibile far progredire il cantiere servendosi dei blocchi già solidi come piano d'appoggio, a tutto vantaggio dell'economia e della velocità di esecuzione. L'ipotesi di una progressione per segmenti induce ad alcune considerazioni sulla struttura delle cassaforme. L'assenza di tracce di legno tra gettate accostate suggerisce che ad Anzio le paratie sono state, dove possibile, rimosse (39). A proposito delle platee, inoltre, si è osservato che, potendo sfruttare come appoggio la terraferma o segmenti d'opera già costruiti, si applicava un sistema modulare di carpenteria a paratie singole, da assemblare in diverse combinazioni a seconda delle esigenze. Operando in scarsa profondità l'assemblaggio dei componenti non presentava alcun problema. Il sistema modulare funzionava anche nella costruzione di opere foranee su fondali profondi?

Si deve considerare che una cassa, prefabbricata e trasportata intera, sarebbe stata scarsamente manovrabile ma soprattutto, se dotata di montanti — solidali alle pareti — da piantare nel fondo, avrebbe subito gravi danni dall'uso del battipalo. Sarebbe risultato invece più pratico battere i montanti di paratie non assemblate fra loro; meglio ancora sarebbe stato però piantare in precedenza i pali di tenuta, agganciando poi ad essi le cassaforme o paratie mobili.

Vitruvio non fa menzione di paratie singole. Dato che concettualmente questo elemento si iscrive nella stessa struttura delle cassaforme, sembra possibile ipotizzare che l'idea della paratia fosse implicita nel bagaglio tecnico delle maestranze e, forse, nello stesso valore semantico della terminologia. Nella trattazione delle tecniche per realizzare opere in acqua, del resto, Vitruvio procede per grandi linee: si può ritenere che i suoi dettami presupponessero da parte del lettore la conoscenza degli elementi basilari (40).

Le *arcae* andavano *inclusae* con elementi che (come suggerisce il verbo) dovevano essere esterni alla cassaforma: *stipitibus robusteis et catenis*.

Gli *stipites* sono evidentemente pali montanti, di quercia (perciò resistenti all'urto del battipalo e all'acqua), piantati lungo il perimetro esterno della cassa. È ipotizzabile che gli *stipites* fossero connessi con la cassaforma solo dopo l'infissione, proprio ad evitare di scardinare la struttura battendo un elemento ad essa solidale (41).

Più complesso è il discorso sulle *catenae*, sia per quanto riguarda la natura di queste membrature sia la loro posizione nell'ambito del sistema (42). Lo stesso Vitruvio (7,III,1) documenta un significato particolare del termine: *...catenis dispositis ad contignationes...* Egli indica che, nella costruzione di opere in acqua, esse potevano svolgere due funzioni, *includere* e *conligare*.

Le due azioni non sarebbero incompatibili tra loro: se si fosse trattato di travi poste orizzontalmente sulla sommità della cassa, le *catenae* avrebbero svolto entrambi i compiti. A questi si può aggiungere

(38) *Vitr.*, 2, VI,1. Una cava di pozzolana è ricordata nella selva di Nettuno da Tomassetti, p. 365. Secondo Linotte, fasc. XXIV, p. 297, alla spiaggia «delle Grottae» si trovava una cava di tufo.

(39) Nessun resto di tavolati si osserva tra le platee a terra (cfr. fig. 21), nella giunzione longitudinale del blocco est II, tra le giunzioni trasversali dei blocchi ovest III (settore nord), ovest II (settore sud), est I (settore sud); cfr. già Fontana, p. 27. Diversamente, nella testata del porto canale del Circeo, in corrispondenza di tavolati sono rimaste delle cavità. Si trattava però probabilmente di setti intermedi (tav. II).

(40) *Arca* significa anche *paratia*? Gli esegeti di Vitruvio nel Rinascimento non avevano dubbi: vd. *Castilionii*, p. 170: «*Id genus aquarum septi vulgus vocat cataractas...*» (*arceo = saepio*; sistemi a paratia sono attestati per il XV sec., vd. Depeyrot); cfr. *Vitr.*, 5,XII,4: *locus, qui ea septione finitus fuerit [...] inter septiones...*

Altri indizi, in Vitruvio, rimandano a questo valore del termine *arca*. L'espressione *spatium inter arcas* sembra alludere, più che allo spazio *dentro le casse*, allo spazio *tra le paratie*. In 5,XII,3, si nota che compare per due volte la preposizione *inter* dove si sarebbe potuto avere *in*: *inter ea et spatium [...] inter arcas*. In 5,XII,4, *inter* è usato nel senso corrente di *tra*: *inter destinatus* (e per questo vd. oltre, a nota 43). L'*inter murum* in 5,XII,5 va inteso infatti come *nella cavità tra le cortine del muro*, poiché il senso nel *nucleo del muro* è reso generalmente con *intra murum*. Un'altra lettura di *inter arcas* in Camporesi, vd. *Appendice*.

Sulle paratie vd. Dubois, Oleson 1988; Schläger. Per i sistemi moderni a paratia mobile: Periani, pp. 128 e ss. Per le *arcae* cfr. *Baldus, s.v. arca*; Linotte, fasc. XXIII, p. 229; Dubois, p. 449; Fensterbush, pp. 554 e s., note 330, 332.

(41) Osservazione già in Oleson 1988, p. 151. Per gli *stipites* cfr. Oxford Latin Dictionary (in seguito abbrev.: Old), *s.v. stipes*; Fensterbush, *loc. cit.* a nota 40: «Nach Festus ist *stipes* ein *fustus terrae defixus*».

(42) Per le *catenae* cfr.: *Baldus, s.v. catenae*: «*Lignea vincula sunt [...] (ossa vocat Albertus, nos vulgo centana dicimus) [...] tirantes, quasi trahentes...*»; Linotte, p. 229; Dubois 1902, p. 459; Lugli 1940, p. 168, interpreta le tracce lasciate dalle travi orizzontali come bocche di deflusso dell'acqua: le impronte si trovano però al di sopra della quota massima di marea. Analogamente anche Piccarreta, p. 62, per il porto di Astura. Fensterbush, *loc. cit.* a nota 40; Schläger, p. 153, fig. 6. Attualmente le tracce di *catenae* a Sidone sembrano situate sopra il livello del mare; Oleson 1985, p. 165; Gazda, p. 77 e figg. IV/ 2-11; anch'essa relativamente ad im-

un terzo, possibile ruolo svolto dalle estremità sporgenti delle travi nel costituire l'appoggio per ponteggi e paratie destinati alla costruzione dell'alzato.

Le *arcae* dovevano essere calate in acqua e *destinatae*. Il verbo *destinare* non presenta particolari ostacoli all'interpretazione. Sia che si trattasse di una cassaforma montata oppure di paratie da assemblare, questi elementi dovevano essere ancorati al fondale *firmiter*.

Qualche dubbio ha suscitato invece il mezzo di ancoraggio, per il quale Vitruvio usa (5,XII,5) il sostantivo derivato dal verbo: *Sin autem [...] destinatae arcae non potuerint continere...* La natura delle *destinatae* può ricavarsi dall'osservazione dei resti archeologici: mentre l'infissione di pali montanti sul perimetro della struttura risulterebbe chiara, meno lo sarebbe quella dei numerosi montanti interni alla cassaforma, se non si identificassero questi pali proprio con le *destinatae*, la cui funzione era di *continere*, «trattenere» la cassa. Questa, per essere montata sul posto, avrebbe avuto bisogno di un sistema di ancoraggio realizzato in precedenza; il modo più semplice poteva consistere nel piantare dei pali nel fondale, disposti in filari secondo la sagoma della struttura da realizzare. Una volta impiantata la palificata, ad essa si sarebbe potuto appoggiare le paratie e connetterle con il sistema delle *catenae* orizzontali; esse, oltre a vincolare le pareti tra loro, avrebbero costituito un buon mezzo per tenere le casse, così assemblate, bloccate verso il fondale (*catenis inclusae*) (43).

Vitruvio menziona poi altri elementi, dai quali (*ex*) si doveva operare per ripulire e livellare il fondale. L'espressione ci è giunta in varie lezioni: si accorda qui preferenza alla lezione *extrastillis*, che potrebbe sciogliersi in *ex transtillis*, considerando il termine come diminutivo dei *transtra* di cui Vitruvio in 4,II,1: *...ponuntur [...] sub tectis [...] et transtra et capreoli...* Sul piano tecnico, osservando la disposizione delle *catenae*, si nota che, stendendo su di esse un tavolato provvisorio, si sarebbe ottenuto un piano di lavoro che avrebbe grandemente facilitato tutte le attività del cantiere. Sembra così possibile considerare i *transtra* come elementi assimilabili alle *catenae* sistemate sulla sommità della cassaforma; la sfumatura semantica si spiegherebbe con il riferimento ad una specifica funzione accessoria delle *catenae* (44).

Ci si è sinora attenuti ai dettati vitruviani sulle casse allagate. Estendendo l'indagine alle norme relative alle casse stagnate si ottengono ulteriori elementi utili alla comprensione dei procedimenti del cantiere (45).

Le *arcae* a prova d'acqua dovevano essere *duplices*, cioè a pareti doppie. Ammettendo, in dipendenza dalle osservazioni formulate per le casse «semplici», che le pareti anche in questo caso fossero montate sul posto, va osservato che sarebbe stato necessario effettuare i collegamenti agli spigoli con grande precisione e robustezza.

Vitruvio spiega che le *arcae* dovevano essere *conligatae* (per mezzo di) *catenis* e *relatis tabulis*. Mentre per le *catenae* potrebbe trattarsi dello stesso sistema analizzato per le casse allagate, vale a dire traverse collocate sopra il livello del mare, per la giunzione degli spigoli immersi il sistema avrebbe potuto consistere in longheroni (*tabulae*), «riportati»

pronte di *catenae* sui moli del porto di *Cosa* sopra il livello del mare; Oleson 1988, p. 150. Cfr. anche le *catenae* usate nei piloni del ponte medievale di Cahors: Depuyrot, «pile 3».

Nei siti qui presi in esame, le impronte orizzontali lasciate dalle *catenae* si trovano del tutto o parzialmente immerse nel corpo delle gettate, ma sempre al di sopra del livello del mare. Gli strati di materiali sovrastanti, poi, sono a volte di qualità diversa (ad es. le gettate sovrapposte, *supra*, Anzio, il molo occidentale o la gettata contenente *caementa* testacei stesa sulla sottostante di tufo a *Cosa*, vd. nota 21). Osservando questi particolari si comprende come l'acqua costituisse un discriminare preciso nelle attività di costruzione, data l'estrema difficoltà di assemblare orditure complesse in immersione.

L'altezza massima della cassa non doveva superare di molto il livello dal mare, ad evitare gravi difficoltà nelle operazioni di gettata del cementizio che (cfr. Oleson 1988, p. 151) doveva essere scaricato direttamente sul fondo con tubazioni, pena l'affondamento differenziato tra i componenti e il dilavamento della malta. Per evitare questo inconveniente oggi si usano (per profondità comprese entro i 7 metri) cassette a fondo mobile, da aprire sul fondale: Greco p. 1133.

(43) Per il verbo *destino* cfr. Old, *s.v. destino*. Per le *destinatae*: *ibidem*, *s.v. destina*; Oleson 1985, p. 171; Oleson 1988, pp. 150 e ss.; Fensterbush, *loc. cit.* a nota 40. Ulteriori elementi utili alla comprensione del rapporto tra le *destinatae* e le paratie delle casse possono trarsi dal ruolo che Vitruvio assegna alle stesse *destinatae* a proposito delle *arcae duplices*: *...inter destinas [...] creta calcetur*. Dato che lo scopo dell'operazione è rendere stagna la paratia, lo spazio da riempire d'argilla è il vuoto tra le valve della doppia parete: l'espressione *inter destinas* deve indicare qui l'intervallo tra i pali montanti — già piantati in filari — ai quali venivano accostate le due pareti. In questo caso gli strumenti di bloccaggio, *tabulae relatae* e *catenae*, oltre a collegare le paratie della cassa, potevano essere usati per tenere unite le due valve di ogni singolo lato. Alle funzioni assegnate alle palificate interne può aggiungersi quello di ancorare (*destinare*, appunto) l'opera finita, impedendone lo slittamento su fondali sabbioso-argillosi e in pendenza? Cfr. con il metodo odierno di costruzione di moli con palafitte su fondali mobili, Coen Cagli-Melli, p. 15, fig. 20.

(44) Per i «*transtila*» cfr.: Baldus, *s.v. transtra*: «*Quae sint transtra ita docet Festus: "transtra et tabulae navium dicuntur, et tigna quae à pariete in parietem porriguntur"*»; Linotte, p. 230; Morgan, p. 162; Dubois 1902 p. 453; Forcellini, t. IV, *s.v. transtrum*: «*est lignum transversum in aedificiis...*» e *s.v. transtillum*: «*deminut. a transtrum, parvum transtrum, tigillum*». Secondo Fensterbush, *loc. cit.* a nota

(*relatae*) inchiodandoli orizzontalmente sulla faccia esterna delle paratie e lasciandoli sporgere ai lati. Le estremità avrebbero potuto essere poi legate fra loro direttamente in acqua, ad opera di *urinatores* (46).

Il procedimento di montaggio in acqua di una cassaforma si può riepilogare sinteticamente secondo questa sequenza: 1) impianto delle *destinae*, interne e perimetrali; 2) collocazione e fissaggio delle paratie, semplici o raddoppiate, sulle *destinae* perimetrali, a formare una cassa di quattro lati; 3) installazione delle *catenae* orizzontali, legate alle *destinae*; 4) legatura agli spigoli dei longheroni sporgenti; 5) infissione di *stipiles* a ridosso delle facce esterne della cassa.

Nel riprendere il tema della costruzione modulare dei moli a fondazione continua, si può ipotizzare che ad ogni porzione di molo già solida venissero accostate tre paratie o, in certi casi, due sole, in analogia con i procedimenti osservati sulle platee. La costruzione del molo poteva avanzare dunque per nuclei progressivi. Anche se è difficile, dai dati oggi disponibili, comprendere pienamente il tipo e i volumi della sequenza, si propende a ritenere che nel porto di Anzio abbia avuto luogo una progressione del cantiere da terra verso il largo, ottenuta mediante l'accostamento «a scacchiera», dei blocchi (47). Si sarebbe cioè realizzato un settore di molo pari a metà della larghezza definitiva, usando una cassaforma di quattro pareti. A fianco del blocco così ottenuto si sarebbero poi accostate tre paratie, raggiungendo la larghezza complessivamente prevista. Sempre mediante tre paratie si sarebbe potuto avanzare verso il largo di un altro blocco di metà larghezza; il quarto blocco, a questo punto, avrebbe potuto fabbricarsi con due sole paratie, e così via.

APPENDICE

Le tecniche edilizie usate nel porto innocenziano di Anzio attraverso la documentazione storico-archivistica.

Sui diversi interventi succedutisi nella costruzione, nei restauri e nelle modifiche delle installazioni del porto innocenziano si conserva ampia documentazione amministrativa e tecnica. Oltre che per la ricostruzione delle vicende del porto anziate, questo materiale è di notevole interesse poiché, dai dati ivi contenuti, è possibile effettuare confronti fra le tecniche antiche e quelle usate dalla fine del '600 fino alla metà dell'800 per le costruzioni in acqua, documentando aspetti della vita di cantieri che operarono nello stesso sito dell'opera romana, in condizioni di lavoro dunque molto simili (48).

Già in un capitolato d'appalto del 1697 «per la costruzione del muro nella fabbrica da farsi a Capo d'Anzio per ricovero delle barche secondo l'ordine già dato dal Papa Innocenzo XII», «Promette e s'obbliga detto mastro fare tutte le platee, e fondamenti, tanto fuori, quanto dentro mare con casse, e senza, che li saranno ordinati come sopra dell'istessa materia, cioè pietra, calce e puzzolana...» (49).

40, la lezione *extrastilis* va sciolta in *extrastilis* e interpretata come «per mezzo di strumenti» (per dragare il fondo). Per manovrare tali attrezzi, in ogni caso, bisognava pur stare comodamente in piedi al centro della cassa (lavorare cioè *ex transtillis* nell'interpretazione proposta sopra); in tal senso anche Oleson 1988, p. 150. Appare invece superata la perplessità di Dubois 1902, pp. 453 e s.: Vitruvio ha usato questa costruzione in altri passi, cfr. Callebat, p. 702. L'interpretazione di *extrastilis* come «per mezzo di strumenti» è seguita anche da Schläger, p. 155. Cfr. comunque Callebat-Bouet-Fleury-Zuinghedau, p. LVIII: «*extrastilis*» come «*locus desperatus*».

(45) Per le casse *duplices* cfr. Oleson 1985, pp. 165 e ss. L'Autore descrive un tipo di cassaforma costruita a terra e portata sul posto intera. La cassa ha le pareti raddoppiate e riempite, ma non era stagna: è infatti priva di fondo.

Per un interessante esempio di cassa — apparentemente non stagnata, ma dotata di un fondo di tavole — nel porto di Laurons cfr. Ximenes-Moerman. Un esempio di cassa stagnata è invece documentato nel lago di Nemi, sotto forma di «banchinamenti» a riva; al riguardo Giuliani, fig. 5.8 a p. 133 e fig. 5.9 a p. 134. Analogamente, doveva essere stagnata la cassa con cui fu realizzata parte della banchina fluviale a *Minturnae*: Dominic Ruegg, p. 221, documenta infatti un tratto di fondazione in acqua in *opus reticulatum*.

(46) Si accoglie la lezione *relatis*, proposta da Callebat-Bouet-Fleury-Zuinghedau, t. 2, s.v. *relatis*, come voce di *rebero* tra le altre (di cui Fensterbush, *loc. cit.* a nota 40), in quanto, dall'esame del contesto tecnico, essa appare preferibile. Interpretando infatti *rebero* come «riporto», nel senso di «applico sopra (inchiodando)» si ottiene un procedimento possibile, confortato dall'uso moderno dell'espressione (vd. G. Devoto-G.C. Oli, Nuovo Vocabolario Illustrato della Lingua Italiana, ed. 1987, s.v. *riportato* 1; cfr. con Linotte, fasc. XXIII, p. 232). Vd. anche *Castilionii*, p. 171, secondo cui le *tabulae relatae* sono assi connesse per mezzo incastri e mortase; interpretazione da correlare alla tecnica di costruzione delle *catractae* di cui a nota 40. Per gli *urinatores* cfr. Gianfrotta-Pomey, pp. 20 e s.

(47) Cfr. con Schläger, pp. 166 e ss.

(48) Cfr. la *Pianta del Porto Innocenziano d'Anzio col generale scandaglio dei fondali...* (1848), ASR, *Collezione Disegni e Pianta* I, cart. 4, n. 179.

(49) ASR, *Camerale* III, b. 1487, t. 1, doc. n. 1, capo 3.

Per amministrare il cantiere venne istituito dalla Camera Apostolica, ad Anzio, un «...Conto à parte di Mons. Tesoriere de denari da spendersi nella fabrica del muraglione al molo vecchio d'Anzo...» (50).

Nel registro contabile dell'amministrazione sono descritte le diverse voci di spesa: è quindi possibile desumerne le tecniche impiegate nei lavori. Ad esempio: «...per loro recognitione della Soprintendenza havuta nel taglio delli legnami fatto nelle Macchie di Nettuno per le Casse, che si devono buttare al nuovo molo d'Anzo.» (51); «...scudi 150 pagati à Giuseppe Volpetta à conto de legnami, che deve fare per le Casse dà porsì al detto molo.» (52); «...scudi 52 e baiocchi 50 pagati à Sebastiano Morazzo Ingegnere delle Casse del nuovo molo d'Anzo...» (53).

Si trattava evidentemente di una tecnica di costruzione simile a quella antica, consistente nel getto di calcestruzzo pozzolanico in cassaforme di legno. Le cassaforme erano però impermeabilizzate: «...scudi 60 pagati a n. Dieci calafati, a ciascuno sua rata acconto delle loro provvisioni à ragione di scudi 15 il mese in calafatare le Casse da gettarsi al nuovo molo di Anzo.» (54).

Le registrazioni contabili ci informano di altri particolari: «...robbe consegnate ad Anzo [...] cioè n. 5660 chiodi, ò siano perni di ferro per servizio de cassoni...» (55).

Le casse erano fabbricate a terra e poi deposte sul fondo marino su uno strato di pietrame appositamente scelto: «...scudi 9 e baiocchi 45 pagati al Padron Nicola Panonto per prezzo e nolo di carrettate 31 e mezza di sassi vivi piccoli per fare il letto alle Casse da vararsi al molo d'Anzo.» (56).

Per il riempimento si impiegava materiale di altra scelta: «Vi sono poi dà sodisfare il prezzo, e noli à diversi marinari per sassi vivi per fare la scogliera, e scaglia morta da riempire le Casse...» (57). Da queste registrazioni si può anche osservare che i materiali giungevano via mare.

Il sistema delle cassaforme doveva essere ben noto e collaudato: «...detta somma al Sig. Giovanni Battista Ricamonte per alcune spese fatte in occasione d'essersi portato à Viareggio con un Perito per levare la pianta delli lavori fatti alla Marina, e per havere il disegno, che trasmise di detti lavori il tutto per governo delle Casse del nuovo molo d'Anzo...» (58).

La tecnica in uso in quegli anni è spiegata, a grandi linee, da C. Fontana: «Le Casse moderne sono à un cotenuto d'un Corpo di Muro, e si compongono di legnami con armature ben fidate, con legni trasversali sì nella parte di sopra, come nel mezzo per ottenerne la buona collegazione, le quali dopo finite, e postesi vacanti nella superficie dell'Acqua dou'è destinata la sua residenza, vengono riempitivi di Muri, e la gravità de i medesimi le trasfonde nell'Acque...» (59).

La descrizione di questo sistema è confermata e arricchita di particolari dalla relazione del Padre Labat, testimone oculare del cantiere d'Anzio intorno al 1710: «...les nouveaux ouvrages auxquels on travailloit jour et nuit, [...] parce que la mer étant belle [...] On se sert de caissons pour faire les jettées; ce sont de coffres de charpente de

(50) ASR, *Camera III*, b. 1520, *Entrata et Uscita delle spese che si fanno ad Anzo dalli 8 Maggio 1697 à tutto Agosto 1700 per le Fabriche*, C 7, registrazione del 9/5/1697.

(51) *Ibidem*, C 8, registr. del 4/7/1697.

(52) *Ibidem*, C 7, registr. del 11/6/1697.

(53) *Ibidem*, C 18, registr. del 7/1/1698.

(54) *Ibidem*, C 26, registr. del 7/4/1698.

(55) *Ibidem*, C 22, registr. del 1/3/1698.

(56) *Ibidem*, C 41, registr. del 14/7/1698.

(57) *Ibidem*, C 36, registr. del 25/6/1698.

(58) *Ibidem*, C 56, registr. del 22/8/1698.

(59) Fontana, p. 25. Proprio il Fontana era autore del progetto di riadattamento del porto neroniano; Innocenzo XII preferì impiantare il porto nella baia adiacente, secondo il progetto presentato da A. Zinaghi.

dixhuit à vinct pieds en quarré bien et fortiment assemblés, garni de planches doubles, bien clouscés et calfatées; on unit par des pierres jettées avec prudence le fond de la sur sor le quel le caisson étant arrêté avec le cordages, et des anchres sur cet endroit, on le remplit de bonne maçonnerie dont les pierres sont posées à bain de mortier de chaux, et de poussolane. Le caisson enfoncé à mesure qu'on le charge de maçonnerie, et dès qu'il a touché le fond et qu'il y est bien affermi, on le lie avec des cercles de fer a ceux qui sont à sès côtes, et on jette quantité des grosses pierres et de quartiers dans la mer, a fin de l'appuyer du côté que la mer vient et on le couvre ainsi d'un avant-mur contre le quel le flots viennent se brisé, et se rompre avant de puvoir faire ressentir leur violence à l'ouvrage de maçonnerie. [...] Selon la largeur que l'on veut donner aux jettés, on met deux on trois caissons de front; ou les attache les uns aux autres avec des bandes de fer...» (60).

Sappiamo dunque che le casse avevano il fondo di tavole ed erano calafatate. Le pareti erano tenute insieme da traverse con funzione di *catenae*. Venivano costruite a terra e trasportate galleggianti al punto stabilito, dove erano ancorate; qui, su un fondale preparato con pietra persa, venivano affondate con lo stesso peso del calcestruzzo di riempimento. Il calcestruzzo era comunque idraulico.

Il sistema «a cassaforma» venne utilizzato anche in seguito, nei restauri e prolungamenti del molo occidentale del porto. L'architetto camerale M. Calamatta (attivo anche nel porto di Civitavecchia) fa riferimento nei suoi carteggi ai cassoni in mare (61).

Nell'800 le attività di costruzione e restauro continuarono con sistemi analoghi, ma con particolare impostazione progettuale. Nel «Ristretto», del progetto dell'architetto camerale G. Camporesi (1802) «...per il prolungamento del molo con la descrizione dei tre metodi di costruzione delle gettate e disegno del metodo da lui seguito», si legge: «...si dovranno dunque primieramente costruire cassoni e poi fonderli riempiendoli di muro, e riempirsi parimente di muro lo spazio dai medesimi racchiuso...» (fig. 41) (62). La tecnica proposta dal Camporesi sembra innovativa: egli intendeva recingere lo spazio da murare mediante tre cassoni riempiti di calcestruzzo, uno per lato, collegati al molo da prolungare la cui parete avrebbe costituito il quarto lato. Lo spazio interno di risulta sarebbe stato poi isolato, collegando tra loro i cassoni con paratie stagne, e svuotato dell'acqua; in esso si sarebbe poi costruita la porzione mancante del molo. Il progetto del Camporesi suona come una parafrasi del testo vitruviano «...doneque compleatur spatium, quod fuerit inter arcas...», che l'architetto camerale pare interpretare «letteralmente» come «spazio tra le (diverse) cassaforme» (63).

Il Soprintendente al porto, O. Buccelli, il 1° gennaio 1807 scriveva: «...occorre [...] una quantità di pece [...] dovendosi cominciare a calafatare le facciate e i cassoni, che dovendosi listonare per essersi assai ritirato il legname esigono quasi una doppia calafatura...» (64). Lo stesso Buccelli il 23 aprile 1807: «...la provvista della pece [...] per i sei pezzi di fondazione da gettarsi in estate...» (65).

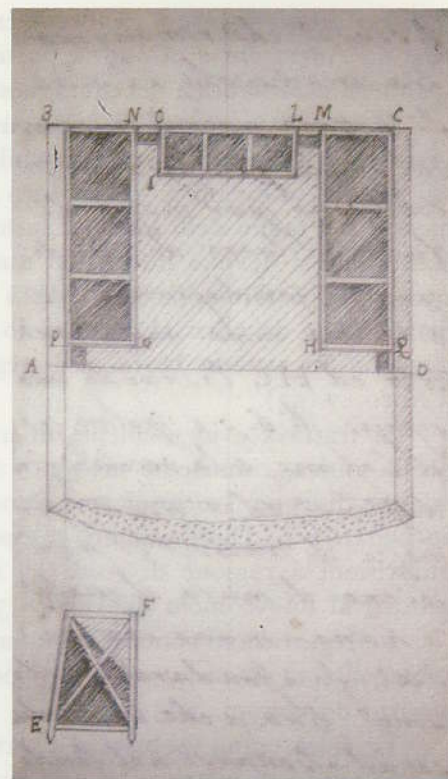


Fig. 41 - Anzio, progetto Camporesi per il prolungamento del molo innocenziano (part.).

(60) Bocci, p. 12, n. 1. Cfr. questo precedente con un progetto presso la Biblioteca Corsini, Accademia Nazionale dei Lincei, Codice Manosc. 662, *Piante diverse*, t. 2, n. 20.

(61) ASR, *Camerale* III, b. 1487, t. III, n. 48, lettere dal 12/4/1784 al 3/5/1784; *ibidem*, t. IV, n. 63, lettera del 14/4/1785; *ibidem*, t. V, n. 91, *Pianta del Porto d'Anzio con indicazione delle fondazioni fatte dal Calamatta fino a tutto l'Anno 1788, 1789*, con indice separato.

(62) ASR, *Camerale* III, b. 1508, fasc. 56, sez. 1, con disegno.

(63) *Vitr.*, 5, XII; cfr. con quanto esposto a nota 40.

(64) ASR, *Camerale* III, b. 1541, Carte non numerate.

(65) *Ibidem*.

G. Camporesi richiedeva poi per la fabbrica pozzolana, calce del Circeo, pietra ecc. (66). Lo stesso, il 16 luglio, elencava i materiali necessari: pozzolana, canovaccio, sego per il varo dei cassoni (67).

Da questa documentazione emerge che la preparazione delle cassaforme richiedeva molto tempo. Il cantiere proseguiva con una cadenza valutabile in due-tre cassoni l'anno (nonostante i propositi del Buccelli). Dalle ordinazioni di pece per calafatare si deduce che le cassaforme erano stagnate; la necessità di sego per il varo lascia intendere che esse erano assemblate a terra e poi calate in mare.

Nell'agosto (quindi nella buona stagione) del 1807 si procedette al varo dei cassoni. L'operazione tuttavia fallì. Camporesi: «...dopo la mareggiata sofferta il cassone si è affondato nel fondo del mare...» (68). Nel corso delle ricognizioni nel porto neroniano si sono trovati i resti di un manufatto che potrebbe identificarsi con questo cassone asportato dal mare.

Il relitto si presenta come una sorta di «zattera» lignea, priva di pareti, realizzata con un ordito di travi incrociate ortogonalmente sulle quali è steso un assito di tavole ben connesse. Su questo «pavimento» è uno strato di calcestruzzo, perfettamente aderente al legno e pertanto gettato fresco. Sembra che la cassa, non ancora riempita e dunque semigalleggiante, sia stata presa dal mare e trascinata dalla punta del molo moderno fino alla zona di testata del molo occidentale neroniano, dove si è incagliata fra le rovine ad una profondità di circa 4 metri (fig. 42).

In appendice alla relazione sul fallimento dell'operazione il Camporesi riportò i suggerimenti tecnici ricevuti da un ingegnere francese; il documento fornisce informazioni indirette sulla tecnica usata ad Anzio: «...Sostiene quindi che i cassoni debbano essere più piccoli per essere più presto riempiti, più forti per resistere al mare e di altra costruzione, e senza il fondo di tavole, ma bensì ricoperto di doppia fodera di canovaccio, onde il fiore della calce non sorta, ed il masso si faccia nel vergine: aggiunge poi finalmente, che per affondare con sicurezza, e regolarmente, debbono circondarsi colle botti piene d'acqua, e guarnirsi i lati con grossi passoni muniti di gran punte di ferro da battersi col mazzabecco nel fondo, e così restringere, e tener ferma, ed eguale la macchina nel terreno, di certo esser questa la pratica universalmente seguita in simili operazioni.» (69).

Anche in quell'epoca le cassaforme in uso ad Anzio erano dunque munite di un fondo di tavole, come il relitto di cui si è detto, e venivano affondate con il riempimento di calcestruzzo. L'ingegnere francese prescriveva invece che il fondo del cassone fosse costituito da un telo di canapa, un metodo che si trova tra gli enunciati di F. Di Giorgio Martini: «...et in el mezzo delle barche colligate si facci una cassa [...] della quale cassa li lati sieno di colligato legname, el fondo di questa sia di canapi intessuti a modo di rete, e sopra quello sia posto uno panno di canavaccio...» (fig. 43) (70).

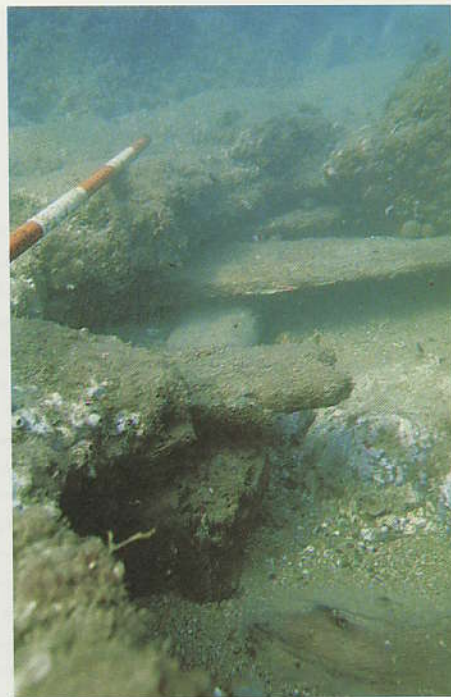


Fig. 42 - Anzio, porto neroniano, resti del cassone moderno.

(66) *Ibidem*, relazione del 31/6/1807.

(67) *Ibidem*.

(68) *Ibidem*, comunicazioni del 3 e ss., 6, 9 e 19 agosto (parte di quest'ultima documentazione è richiamata da Tomassetti, «Bibliografia», p. 367).

(69) *Ibidem*.

(70) Di Giorgio Martini, p. 490.

Vando il fondo del muret non fuit primo ma exaxo e inquit
 laqual cosa molti architecti a dato muret in quelle case
 facemli quattro orochoni lunghi secondo la lunghezza delle braccia de
 fatti & alquanto piu & simili muret della larghezza di un
 braccio in quella forma che debba essere l'edifitio in modo che le quattro
 orochone conieghano l'una colla con l'altra facemli uno quadrato. Et
 sopra aculem angulo sopra gli uno orochone et nel mezzo due bracci
 conieghano i facemli una chassa. Ma secondo l'istesso disegno in quello
 lecto di una massima figura atudifitio de qua chassa fanno iati
 di conieghano i angoli et fondo di quello sia dichinapi in modo di esse
 in quello et sopra quattro fondi pendenti due in quattro piedi et
 non tirato sopra gli uno chomunucchio come tenet questo acciaio et
 la chassa non etchi fuerit conieghato nella estremita et infine praet
 della chassa dopo di una et dichinat sopra una sulla superficie
 de muret apochi apochi la lara sia in balle dicendone mediante le
 orochone tanto che al fondo de muret quadrato Deut p melle et
 la chassa de muret de fondo de una chassa fuerit in chassa
 del fondo de muret in un pie et ad qua et p consequente al fondo de
 stabilit maxima in muret p che la chassa una in balle tempo si
 una fiduciam et dal muret non piu et il muret huerit in chassa
 ora d'istesso lecto muret e piu d'istesso quando conieghano in compo
 Et e dal muret et quando il fondo de muret fuit in muret primo come
 maggiore pendente et debba avere lecto et primo de la chassa si post
 Dopo quello ha da sopra et la chassa debba essere in chassa a muret
 Et apochi alle braccia debba essere sopra et apochi questa muret
 muret muret conieghano una et conieghano Ultimamente da muret ad
 et muret et muret et de sopra muret fondo muret in chassa
 chassa debba essere la lara post al muret in muret uno hamo p che
 altrimenti no piu essere in chassa di chassa. Altri modi de fondare
 muret ad una muret ma con questa muret utique muret
 conieghano et muret ultimamente supplendo col distansio al muret
 bene praet.

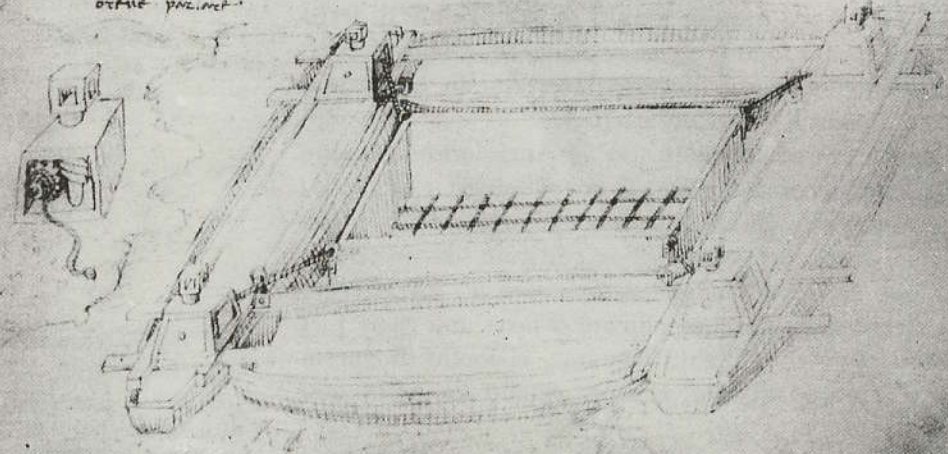
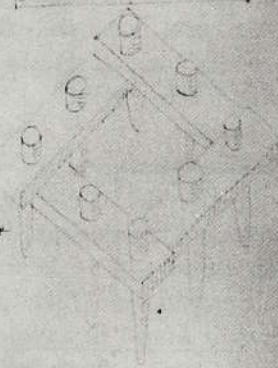
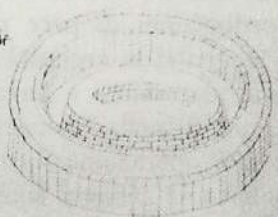


Fig. 43 - F. di Giorgio Martini, il cassone col fondo di canovaccio per costruzioni subacquee.

BIBLIOGRAFIA E ABBREVIAZIONI

- ASR = Archivio di Stato di Roma.
- Ademollo = A. Ademollo, *Anzio e Nettuno del secolo decimosesto al secolo decimottavo, narrazioni sincrone inedite e rare*, Roma 1886.
- Baldus = B. Baldus, *De verborum vitruvianorum significatione, Augustae Vindelicorum* 1612.
- BAR 257 = *Harbour Archaeology*, Proceedings of the First International Workshop on Ancient Mediterranean Harbours (ed. by A. Raban), (*Caesarea Maritima* 1983) Haifa 1985.
- BAR 404 = *Archaeology of Coastal Changes*, Proceedings of the First International Symposium *Cities on the sea - past and present* (ed. by A. Raban), (Haifa 1986) Haifa 1988.
- Blasi = B. Blasi, *Della strada ferrata Pia Cassia da Città della Pieve a Civitavecchia e del restauro del porto neroniano in Anzio*, Roma 1846.
- Bocci = D. Bocci, *Porto di Anzio*, Milano 1887.
- Callebat = L. Callebat, *La prose du «De Architectura» de Vitruve*, in *ANRW* II, I, 1982, pp. 696-722.
- Callebat-Bouet-Fleury-Zuinghedau = L. Callebat, P. Bouet, PH. Fleury, M. Zuinghedau, *Vitruve De Architectura Concordance*, Hildesheim-Zurich-New York 1984.
- Camporesi = G. Camporesi, «progetto» con disegno in ASR, *Camerale* III, b. 1508, fasc. 56, sez. 1, 1802.
- Castagnoli = F. Castagnoli, *Astura*, in *StRom* XI, 1963, 6.
- Castilionii = G.P. Castilionii, *In decem libros Marci Vitruvii Pollionis De Architectura annotationes*, Parisiis 1545.
- Cialdi 1848 = A. Cialdi, *Osservazioni idraulico-nautiche sui porti Neroniano e Innocenziano in Anzio*, Roma 1848.
- Cialdi 1866 = A. Cialdi, *Sul moto ondoso del mare e su le correnti di esso, specialmente su quelle littorali*, Roma 1866.
- Cohen Cagli-Melli = E. Cohen Cagli-A. Melli, *s.v. porto*, in *Enciclopedia Italiana*, XXVIII.
- Cornaglia = P. Cornaglia, *Sul regime delle spiagge e sulla regolazione dei porti*, Torino 1891.
- Costa = P. Costa, *Sul ripristinamento dell'antico Porto Neroniano nella città d'Anzio*, Roma 1870.
- Dainelli-Marinelli-Stefanini = G. Dainelli, O. Marinelli, G. Stefanini, *Esperienze sulle correnti del Tirreno*, Materiali per la conoscenza del Mediterraneo IV, in *Memorie Geografiche* (suppl. alla Riv. Geogr. Ital.), 22, 1913.
- De Fazio = G. De Fazio, *Intorno al migliore sistema di costruzione dei porti - Discorsi tre*, Napoli 1828.
- Depeyrot = G. Depeyrot, *Le pont vieux de Cahors, Etude architecturale et archéologique d'un pont médiéval*, in *CahASubaqu* III, 1974, pp. 151-161.
- Di Giorgio Martini = F. Di Giorgio Martini, *Trattati di architettura ingegneria e arte militare*, (a cura di) C. Maltese, Milano 1697, t. II, «Sesto Trattato», *Parti e forme di porti*.
- Dominic Ruegg = Bro. S. Dominic Ruegg, *Minturnae: A Roman River Seaport on the Garigliano River, Italy*, in BAR 404, pp. 209-228.
- Dubois 1902 = C. Dubois, *Observations sur un passage de Vitruve*, in *Mélanges d'Archéologie et d'Histoire*, Rome 1902, pp.439-467.
- Dubois 1907 = C. Dubois, *Pouzzoles antique*, *Bibl. des Ec. Fr. de Rome et d'Athènes* 98, 1907.
- Fensterbush = C. Fensterbush, *Vitruv, Zehn Bücher über Architektur*, Darmstadt 1964.
- Fontana = C. Fontana, *Antio e sue antichità*, Roma 1710.
- Gazda = E.K. Gazda, *The Port and Fishery: Description of the Extant Remains and Sequence of Construction*, in A.M. McCann et alii, *The Roman Port and Fishery of Cosa*, Princeton 1987, pp.74 e ss.
- Gianfrotta = P.A. Gianfrotta, *Anzio*, in (catalogo della mostra) «L'aerofotografia da materiale di guerra a bene culturale: le fotografie aeree della R.A.F.», Roma 1980, pp. 99 e ss.
- Gianfrotta-Pomey = P.A. Gianfrotta, P. Pomey, *Archeologia subacquea*, Milano 1981.
- Ginouvès-Martin = R. Ginouvès, R. Martin, *Dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine I, matériaux, techniques de construction, techniques et formes du décor*, Coll. Ec. Fr. de Rome et d'Athènes 84, 1985.
- Giuliani = C.F. Giuliani, *L'edilizia nell'antichità*, Roma 1990.
- Greco = L. Greco, *Costruzioni marittime*, in M. Pantaleo, *Manuale dell'ingegnere civile*, Roma 1960, pp. 1117 e ss.
- Johannowsky = W. Johannowsky, *Appunti su alcune infrastrutture dell'annona romana tra Nerone e Adriano*, in *BA* IV, 1990, pp. 1 e ss.
- Lanciani = R. Lanciani, *Wanderings in the Roman Campagna*, London 1909.
- Lehmann-Hartleben = K. Lehmann-Hartleben, *Die antiken Hafenanlagen des Mittelmeeres*, *Klio* XIV, Leipzig 1923.

- Linotte = L. Linotte, *Sul porto d'Anzio antico e moderno innocenziano, con varie riflessioni sul sistema adottato dagli antichi per la costruzione dei porti di mare*, in *Giornale Arcadico*, 1824, fasc. XXIII, pp. 225-246, 293-320, fasc. XXIV, pp. 3-48.
- Lo Gatto = D. Lo Gatto, *Opere marittime - manuale ad uso degli studenti, ingegneri e costruttori*, Torino 1904.
- Lombardi = F. Lombardi, *Anzio antico e moderno*, Roma 1865.
- Lucatelli = G. Lucatelli, *Del porto di Ostia e della maniera usata da' Romani nel fabbricare i porti del Mediterraneo - Dissertazione*, Roma 1750.
- Lugli 1928 = G. Lugli, *Circeii, Forma Italiae, R.I, II*, Roma 1928.
- Lugli 1939 = G. Lugli, *Saggi di esplorazione archeologica a mezzo della fotografia aerea*, Roma 1939, pp. 5-6.
- Lugli 1940 = G. Lugli, *Saggio sulla topografia dell'antica Antium*, in *RIA VII*, 1940, pp. 153 e ss.
- Mareschal = M. Mareschal, *Sopra il porto d'Anzio, «memoria» del 16/6/1740*, ASR, *Camerale III*, b. 1508, t. II, 21, parte 1.
- Matini-Scrinari = M.L. Morricone Matini, V. Santamaria Scrinari, *Mosaici antichi in Italia. Antium*, Roma 1975.
- Morgan = M.H. Morgan, *Vitruvius. The ten books on architecture*, Cambridge 1914.
- Nibby = A. Nibby, *Analisi storico-topografico-antiquaria della Carta de' dintorni di Roma*, Roma 1837, t. I, pp. 172-206.
- Oleson 1985 = J.P. Oleson, *Herod and Vitruvius: Preliminary Thoughts on Harbour Engineering at Sebastos: the Harbour of Caesarea Maritima*, in *BAR* 257, pp. 165-172.
- Oleson 1988 = J.P. Oleson, *The technology of Roman harbours*, in *IJNA* 17.2, 1988, pp. 147-157.
- Periani = P. Periani, *Progettazione ed esecuzione delle opere marittime*, Milano 1933.
- Perrault = C. Perrault, *Vitruve, les dix livres d'architecture, (traduction intégrale de Claude Perrault, 1673, revue et corrigée sur les textes latins et présentée par André Dalmas)*, Paris 1965.
- Piccarreta = F. Piccarreta, *Astura, Forma Italiae, R. I, 13*, Firenze 1977.
- Rasi = G.B. Rasi, *Sul porto e territorio di Anzio. Discorso Istorico*, Pesaro 1832 e *Id., Documenti in sommario al discorso sul porto e territorio di Anzio*, Pesaro 1833.
- Schläger = H. Schläger, *Die Texte Vitruvs im Lichte der Untersuchungen am Hafen von Side*, in *BjB*, 1971, pp. 150-161.
- Schmiedt 1970 = Istituto Geografico Militare, *Atlante aerofotografico delle sedi umane in Italia, Parte seconda: Le sedi antiche scomparse (a cura di G. Schmiedt)*, Firenze 1970.
- Schmiedt 1972 = G. Schmiedt, *Il Livello antico del mar Tirreno*, Firenze 1972.
- Schmiedt 1978 = G. Schmiedt, *I porti italiani nell'Alto Medioevo*, Spoleto 1978.
- Testaguzza = O. Testaguzza, *Portus*, Roma 1970.
- Tomassetti = G. Tomassetti, *La Campagna Romana antica, medioevale e moderna*, vol. II, (ed. agg. a cura di L. Chiumenti e F. Bilancia) Firenze 1979, pp. 365-407.
- Venturoli = G. Venturoli, *A sua Eccellenza R.ma Mons. Tesoriere Generale - Relazione sullo stato antico e moderno del porto d'Anzio*, 1838, ASR, *Camerale III*, b. 1508, f. 3150.
- Volpi = G.R. Volpi, *Vetus Latium Profanum, Patavii 1726, Tomus III in quo agitur de Antiatibus*.
- Yorke-Davidson = R.A. Yorke and D.P. Davidson, *Survey of Building Techniques at the Roman Harbours of Carthage and Some Other North African Ports*, in *BAR* 257, pp. 157-164.
- Ximenes-Moerman = S. Ximenes, M. Moerman, *The Roman Harbour of Laurons: Building and Structures*, in *BAR* 404, pp. 209-228.
- Zeri = A. Zeri, *Porto d'Anzio*, in (Min. della Marina) AA.VV., *Monografia storica dei porti dell'antichità nella penisola italiana*, Roma 1905.

Fig. 1. - *Ante, porta, scala f e sbandato*
 comunemente sottoposto al colmo soprano
 e sostenuto dalle travi lignee con la
 struttura (il profilo di spinnato f da Firenze
 da [sic] p.)

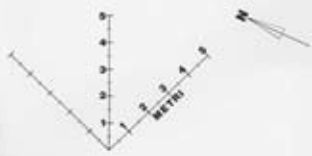
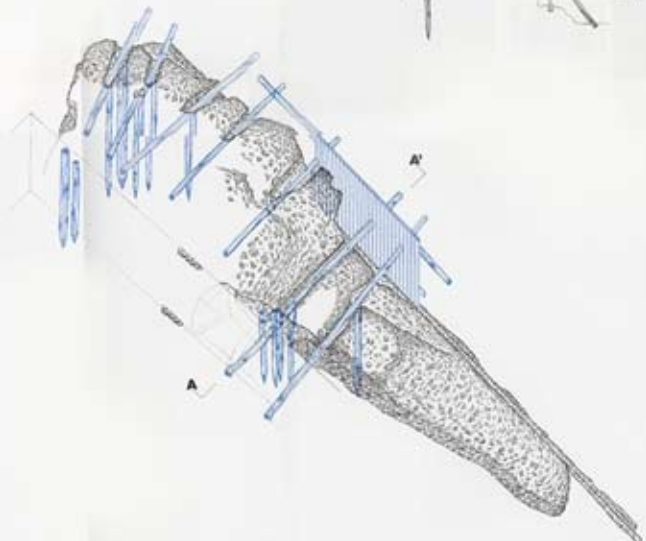
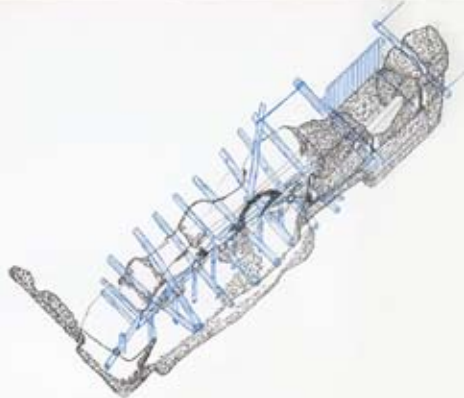


Fig. 17. General perspective of the 3D model of the stone structure, showing the main structural elements and the location of the stone blocks. The model is based on the data collected during the excavation of the stone structure in the area of the 3D model of the stone structure. The model is based on the data collected during the excavation of the stone structure in the area of the 3D model of the stone structure.

