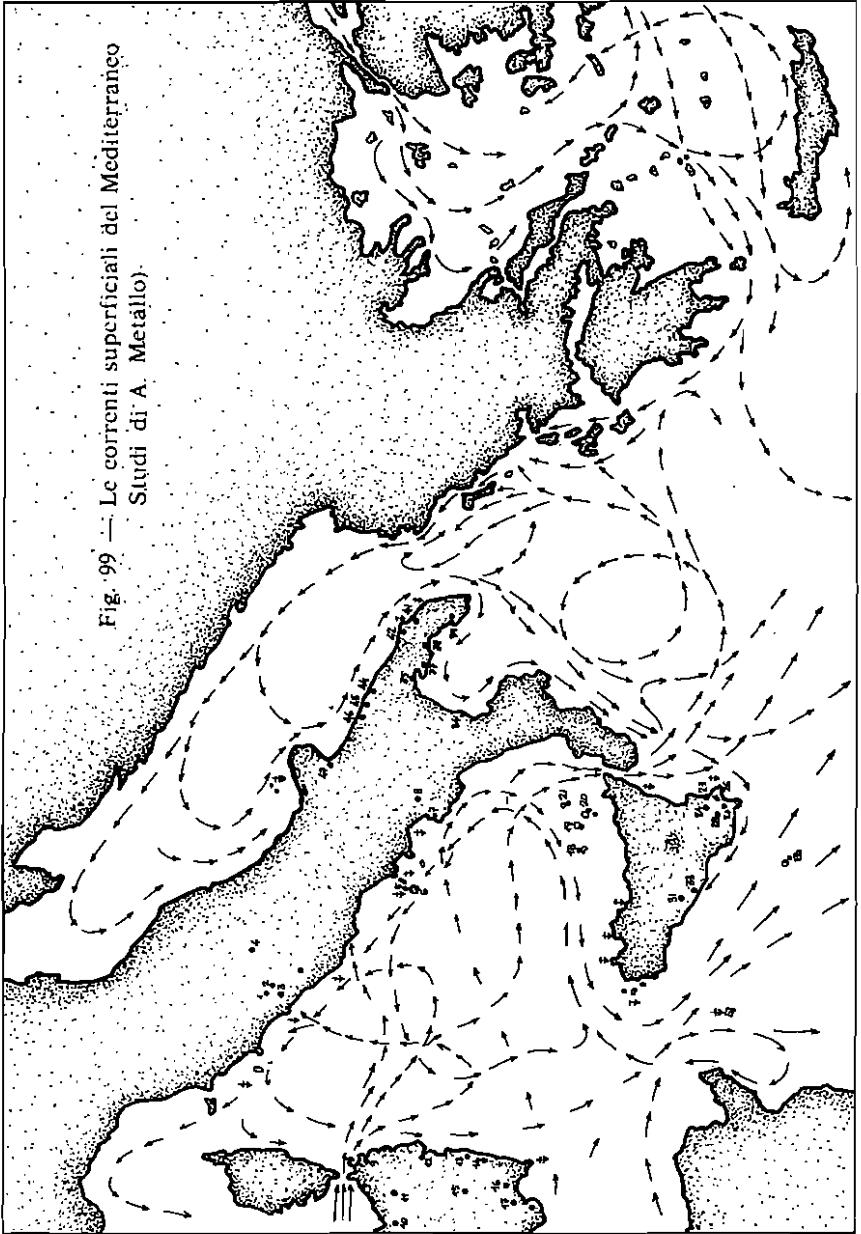


**6**  
**MECCANICA**  
**DEI FLUIDI**

Fig. 99 — Le correnti superficiali del Mediterraneo  
Studi di A. Metálio).



## LA MECCANICA DEI FLUIDI

### a) *Le correnti superficiali marine* (Fig. 99)

Già verso il XV sec. a.C. le marinerie antiche, ed in special modo quella micenea, sfruttarono per la navigazione costiera le correnti superficiali del Mediterraneo delle quali avevano tale padronanza da scorazzare fra l'Egeo, lo Ionio, il Tirreno e l'Adriatico mantenendo regolari contatti e collegamenti fra i vari fondaci dislocati lungo le loro rotte e sviluppando una rete commerciale di tali proporzioni quali non si ebbe fino al VII sec. a.C.

Gli studi condotti dal Metallo (1) e da altri hanno permesso di conoscere queste correnti e dall'esame di esse appaiono ora con maggior chiarezza le ragioni di determinate rotte sia nel periodo in cui la navigazione poteva considerarsi di « deriva » (periodo in cui le correnti superficiali marine diventavano una componente di forza motrice molto importante per le navi a fondo pressoché piatto) (2) sia nel periodo in cui le navi munite di chiglia a dorso (3) potevano essere indirizzate con più accentuata forza motrice derivante dall'uso più sofisticato delle vele e dei remi.

Fra il XV ed il XII sec. a.C. la Corsica e la Sardegna si raggiungevano soltanto utilizzando le correnti del circuito ciclonico tirrenico che lambendo le coste meridionali d'Etruria, costeggiavano le isole toscane e raggiunta la Corsica e la Sardegna discendevano poi verso il canale di Sicilia e verso le Lipari.

Le Lipari si raggiungevano dalla Sardegna ma non era possibile raggiungere la Sardegna dalle Lipari (4).

Non si poteva raggiungere la Sardegna dalla Sicilia occidentale. Invece dalla Sardegna era possibile raggiungere la Tunisia, Malta e la Sicilia (occidentale e meridionale).

Era facile scendere dal Bosforo verso le Cicladi, Creta e Rodi. Una corrente che costeggiava la Grecia meridionale permetteva di risalire l'Adriatico, oppure di girare verso il Gargano, di riportarsi poi verso lo Ionio.

---

(1) Di A. Metallo vedi le « carte mensili delle correnti superficiali marine nel campo stabile del Mediterraneo.

(2) Navigazione e rotte micenee nello Ionio e nel Tirreno.

(3) Navigazione e rotte fenicie nel Mediterraneo.

(4) E. Contu, *Ceramica Sarda di età nuragica a Lipari, Meligunis-Lipara*, IV, 1980 a proposito del ritrovamento di ceramica sarda a Lipari e al non ritrovamento di ceramica liparese in Sardegna.

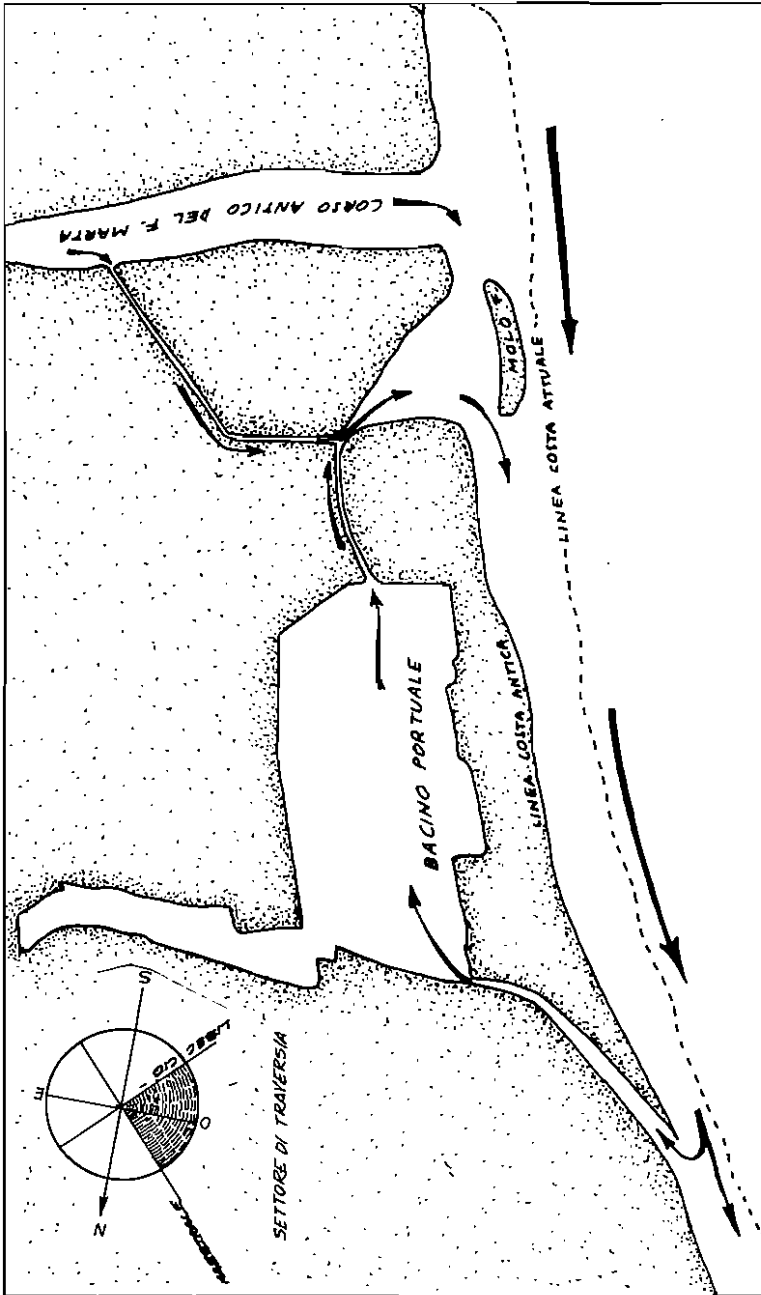


Fig. 100 — Circolazione dell'acqua nel porto etrusco alla foce del fiume Marta

Una corrente proveniente sempre dal Bosforo portava verso l'Egitto, verso il golfo della Gran Sirte, e verso la Tunisia.

La disposizione dei fondaci micenei segue fedelmente il percorso di queste correnti, ma anche la colonizzazione greca dall'VIII sec. in poi se ne avvalse.

Alla luce di queste conoscenze risulta valido l'errare per mare di Ulisse secondo l'itinerario fissato da Omero ma non altrettanto valido quello di Enea fissato da Virgilio il quale evidentemente si rifaceva alle rotte di età romana che nulla avevano più in comune con le rotte del XII sec. a.C. (5).

Difficile per la navigazione di « deriva » superare le « Colonne d'Ercole » per le forti correnti in entrata prodotte dalla maggiore evaporazione d'acqua del bacino del Mediterraneo. Difficile risalire il Bosforo per il maggior apporto d'acqua in entrata nel Mediterraneo dovuto ai grandi fiumi sfocianti nel mar Nero.

E' stata avanzata l'ipotesi che i Fenici abbiano utilizzato le controcorrenti (a due/tre metri al di sotto di quelle superficiali) per l'uscita dalle « Colonne d'Ercole » calando con contrappesi le vele sotto la chiglia della nave per captarle ed uscire dallo stretto (6).

#### b) *Circolazione dell'acqua nei porti*

L'antico porto etrusco alla foce del fiume Marta, nell'area romana di Martanum (Fig. 100) (7) utilizzava un canale per l'immissione dell'acqua (canale a) nel bacino. Un canale per l'uscita (canale b), serviva all'entrata e dall'uscita delle navi e collegava il porto all'avamposto, ed un canale (il c) per induzione costringeva l'acqua del bacino portuale ad uscire verso l'avamposto.

Il canale c) infatti derivava dall'antico corso del fiume Marta ed introduceva quindi un grosso getto d'acqua sulla bocca dell'avamposto. Questo getto d'acqua per induzione si trascinava anche l'acqua proveniente dal bacino portuale, generando una circolazione forzata quanto mai utile ad impedire l'insabbiamento del bacino che per quanto artificiale era pur sempre di origine lagunare. La circolazione dell'acqua (uscita dal bacino — rientro nel bacino) avveniva per 9/10 mesi l'anno in senso orario,

---

(5) La rotta Azio Brindisi, ad esempio, fu praticata solo dopo l'VIII sec. a.C., precedentemente la rotta seguiva il percorso via Tremiti, Gargano, Brindisi.

(6) Franco Pratico in *Repubblica* del 10 luglio 84.

(7) B. Frau, *Martanum*, in « I porti etruschi di Tarquinia », GAR 1980.

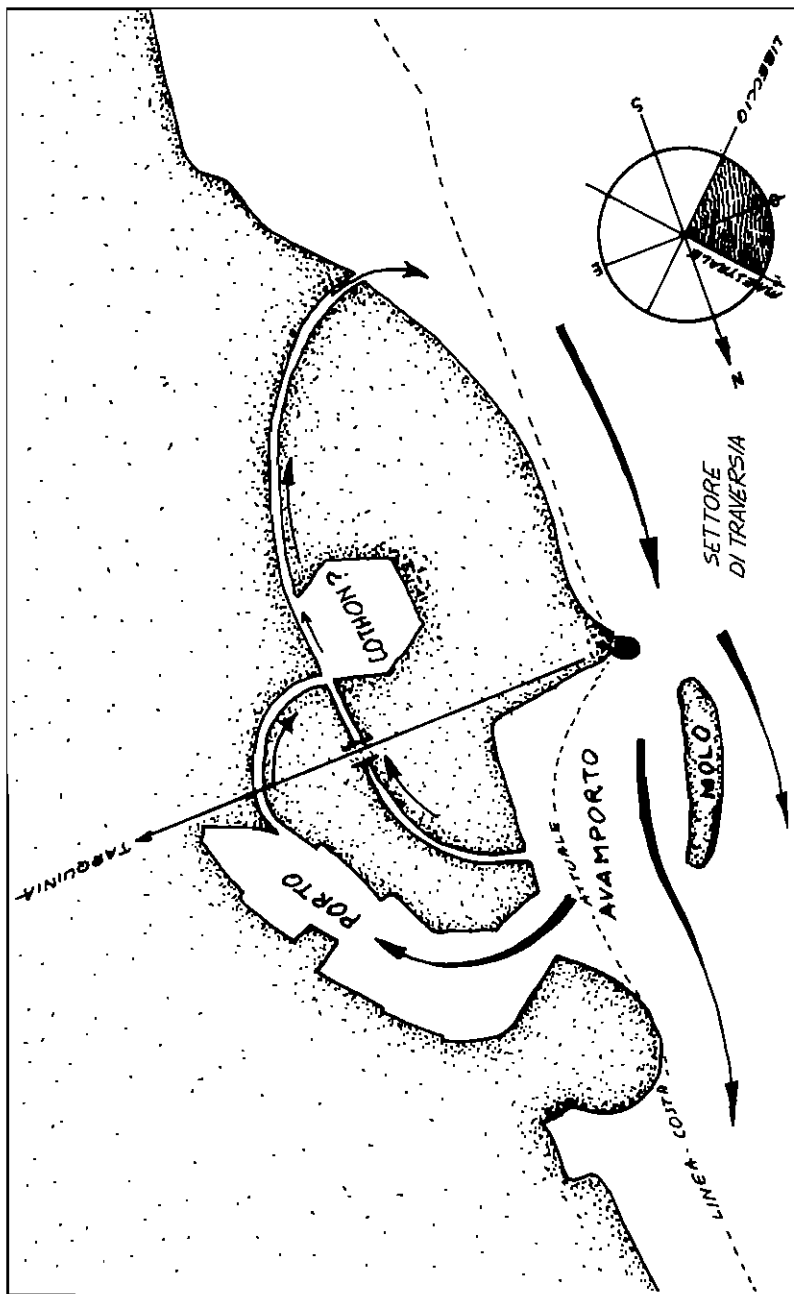


Fig. 101 — Circolazione dell'acqua nel porto greco-etrusco di Graviscae

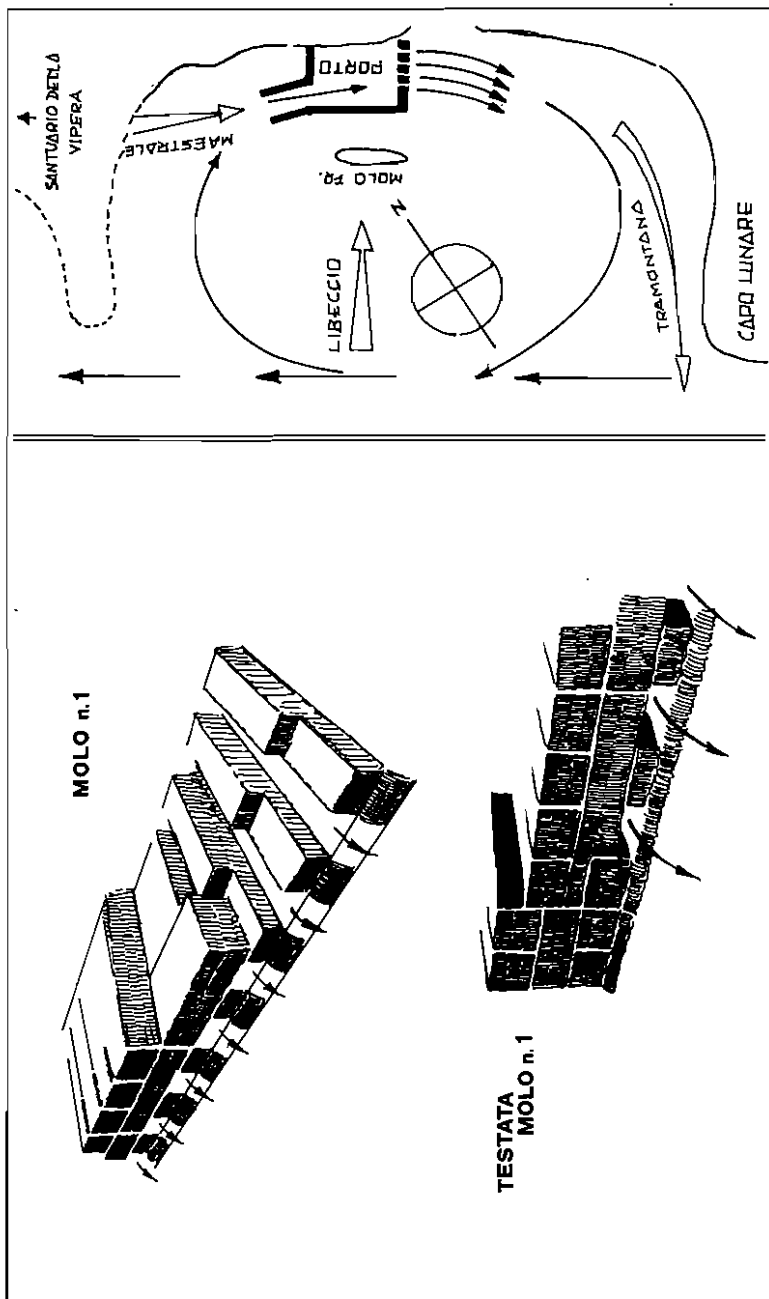


Fig. 102 — Circolazione dell'acqua nel porto etrusco di Castrum Novum

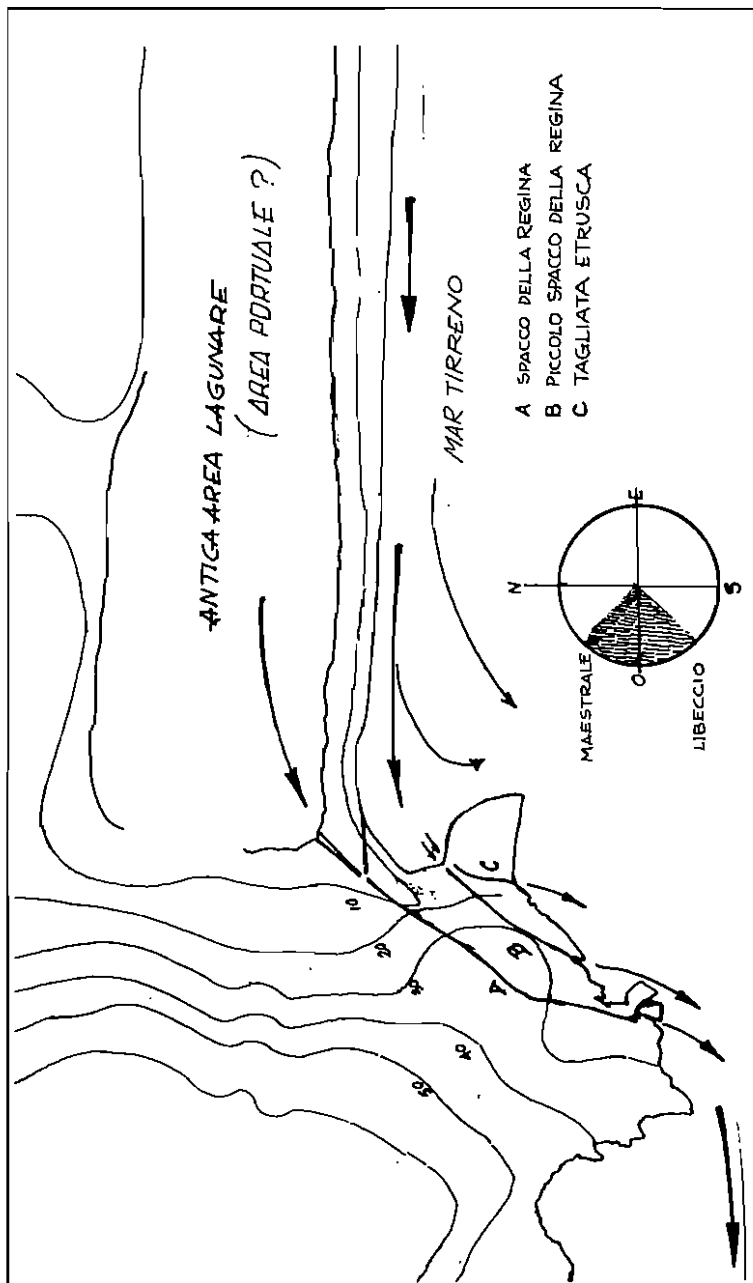


Fig. 103 — Circolazione dell'acqua nell'area portuale di Ansedonia



per gli altri mesi si aveva una circolazione in senso nord-sud.

Ad impedire che questo normale fluire delle correnti costiere potesse venir ostacolato ed alterasse così la situazione costiera stessa il « molo frangiflutti » era distanziato dalla costa, e parallelo ad essa, per circa 100/150 metri.

Impianti analoghi erano utilizzati per i porti gemelli di GRAVISCAE e di PYRGI (8) (9) del V sec. a.C. A Graviscae il molo frangiflutti risultava distanziato dalla costa da 100 a 300 metri e così pure Pyrgi sui 300 metri.

Le massicciate che ora si rilevano a Pyrgi a sud del molo frangiflutti e che hanno forma di imbuto-canale sono da attribuire all'età romana. Esse hanno avuto ed hanno ancora effetti devastanti sul litorale a sud del castello. In epoca etrusca nell'area fuoruscivano due scogliere naturali che però non impedivano la circolazione costiera superficiale delle correnti.

A Graviscae due/tre canali congiungevano l'area portuale e l'avamposto al « cothon » ed alla costa meridionale (Fig. 101).

Analogamente a Pyrgi, ove tracce del canale meridionale di uscita si rilevano a sud dei tempi A e B.

Una variante notevole a questi impianti si rileva nel piccolo porto etrusco di Castrum Novum, databile alla fine del V sec. a.C. (10) ove a parte la diga frangiflutti sempre distanziata dal fronte del porto si hanno moli costruiti in aree non lagunari. Nel porto la circolazione dell'acqua è consentita da una serie di dieci/quindici canalette ricavate sotto il molo n. UNO (Fig. 102).

A Cosa (Ansedonia) la « Spaccata della Regina » sembra debba essere considerata opera attinente lo sfruttamento delle correnti costiere ai fini della circolazione indotta dell'acqua nell'area portuale lagunare del lago di Burano che funzionava probabilmente come bacino portuale (11) (Fig. 103).

### c) Circolazione dell'acqua nelle piscine

Per quanto sia attribuita alle esperienze derivanti dalla presenza romana in Cilicia nel III sec. a.C. al tempo della guerra contro Antioco di Siria, la costruzione delle piscine tenne conto di varie leggi di idrodinamica e non è improbabile che la loro progettazione e costruzione sia stata affidata a maestranze

(8) B. Frau, *Il porto di Graviscae*, GAR 1980.

(9) In atto studi e ricerche del SESTAM (una sez. del GAR) nell'area di Pyrgi.

(10) B. Frau, *Un porto etrusco del V sec. a.C.... a Castrum Novum*, 1979.

(11) B. Frau, *...ed una piscina romana del II sec. a.C. a Castrum Novum*, 1979.

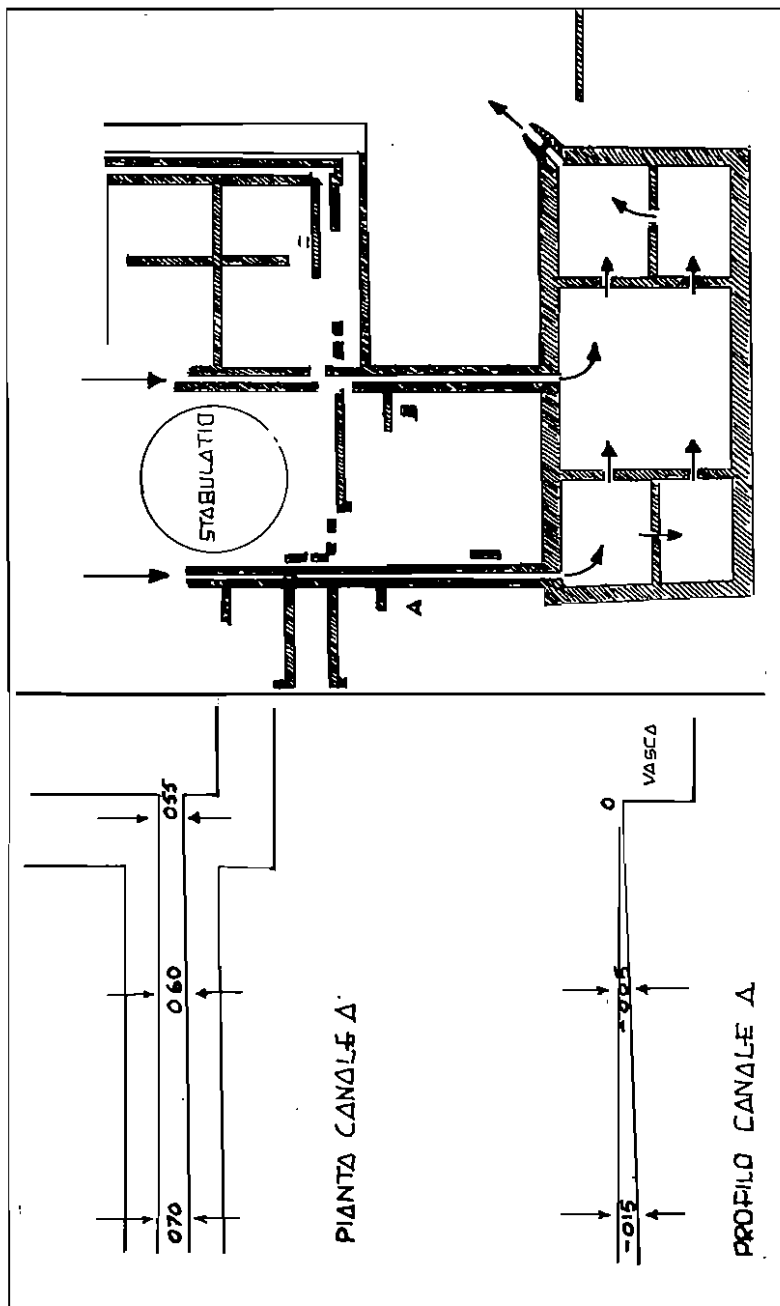


Fig. 104 — Circolazione dell'acqua nella piscina romana di Castrum Novum

etrusche.

Prendo ad esempio proprio la piscina al fosso delle Guardiole costruita nell'area della più antica area portuale etrusca di *Castrum Novum* due secoli dopo l'abbandono del porto (12).

E' da notare come l'acqua entri nelle vasche a), b), c), d), e) della piscina trapezoidale attraverso i canali A e B e ne esca attraverso il canale C sfruttando l'alta marea che oggi porta l'acqua a salire di circa 20/22 cm., secondo i dettami di Columella (13), (Fig. 104a).

Ma la caratteristica più importante ai fini dell'immissione dell'acqua è dovuta alla particolare struttura dei canali A e B i quali vanno restringendosi e sviluppano una leggerissima pendenza in salita man mano che si avvicinano alla bocca di ingresso delle vasche provocando l'accelerazione del corso dell'acqua (Fig. 104b).

Questa accelerazione provocava un piccolo salto dell'acqua nelle vasche interne ed il loro stato di quiete per le successive sei ore.

---

(12) M. Mac Ann in *The Ancient Port of Cosa*, in «*Archeol.*», XXII 1970.

(13) Columella, *De Re Rustica*, XVII, 3/11.

## CONCLUSIONE

Il quadro sin qui tracciato delle conoscenze di tecnologia meccanica antica nell'età ellenistica e romana è ben lungi dall'essere esauriente.

Giorno dopo giorno le nostre conoscenze si vanno arricchendo per nuove scoperte, per nuovi reperti, per nuovi studi e per nuove intuizioni.

Quelle che ho esposto sono soltanto delle NOTE succinte e limitate anche se avverto l'esigenza di un'opera più organica e completa che possa con maggiore incisività affiancarsi alle varie discipline tecniche che specie in questi ultimi decenni presentano con sempre maggiore assiduità agli scavi ed alle scoperte archeologiche.

Mi preme far notare come questi nuovi contributi culturali tendano ad offrire una immagine sostanzialmente nuova e diversa dagli stereotipi quadri di vita delle antiche civiltà che ripetutamente ci vengono offerti.

Si affacciano elementi di conoscenza per i quali i fattori pratici hanno indubbia prevalenza su quelli che sinora sono stati preminenti di natura etico-religiosa.

Esistono però molti angoli di questa nuova cultura positiva che debbono ancora essere esplorati affinché possa risultarne più vantaggiosa la lettura archeologica.

Può darsi che in una prospettiva molto prossima anche queste zone d'ombra verranno illuminate.

Per ora, preso atto della favorevole accoglienza riservata alla prima edizione di queste mie « note » redatte su tre volumetti nel 1980, ho accettato l'invito a curarne una seconda edizione, riveduta e più ampia, in unico volume.

# INDICE

Premessa 3

## 1 STRUMENTI DI MISURA

Il Mesolabio di Eratostene 12 — Un regolo calcolatore 15 — L'estrattore di radice cubica 17 — Strumenti fenicio-punici per la navigazione 19 — Strumenti di livello 35 — Un contamiglia 40 —

## 2 LA MISURA DEL TEMPO

Orologi anaforici 46 — Gli Analemmi 52 — L'orologio anaforico (*da Vitruvio*) di Ctesibio 56 — Orologio anaforico di Archimede 71 — Il meccanismo di Anticytera 71 —

## 3 LA TRASMISSIONE DI NOTIZIE

Apparecchi di segnalazione 91 — Apparecchi per criptografare 96 —

## 4 I MEZZI DI SOLLEVAMENTO

Teorie di Vitruvio sulla composizione delle forze 100 — Manovre e sollevamento dei pennoni navali 103 — Macchine per il sollevamento dell'acqua 105 — I « Legni corti » di Erodoto 114 — La grue di Callia da Arado 117 — Le « Mani di ferro » di Archimede 119 — Ganci, Epotidi e Corvi 122 — Scatola di montaggio per una balista 126 — Il Polyspaston 132 — Il Pentaspaston 138 — Il Trispaston 143 — Navi posamassi e navi battipalo 147 — Gli impianti di sollevamento dell'Anfiteatro Flavio 151 — Altri impianti di sollevamento dell'Anfiteatro Flavio 153 —

## 5 STRUMENTI PNEUMATICI E MUSICALI

Il lanciafiamme di Tucidite 168 — La pompa penumatica di Ctesibio 177 — L'organo di Ctesibio 179 — I vasi di risonanza 195 — Note di teoria musicale greca 196 — Le notazioni musicali 200 —

## 6 MECCANICA DEI FLUIDI

La meccanica dei fluidi 206  
Conclusione 215