

Ostia 1.10.2018

# L'Ingegneria del Mare in Italia

(retrospettiva storica)

Leopoldo Franco



“Ho bisogno del mare perché mi insegna” (P. Neruda)

**Il mare interessa numerose discipline,  
inclusa l'arte e la letteratura...**

**L'uomo deve sfruttarne le risorse,  
ma anche difendersi dal mare**

**L'ingegneria del mare ha la peculiarità del forte condizionamento delle  
modalità costruttive e della carenza di codici di progetto per la varietà ed  
incertezza delle forzanti meteo-marine e delle risposte strutturali.**

**Progetti sempre diversi verificati con uso di MODELLI (fisici e matematici)  
Combinazione di teoria ed esperienza (anche sul campo!)**

**Richieste dosi essenziali di buonsenso, fantasia ed intuito**



# Archeologia marittima in Mediterraneo



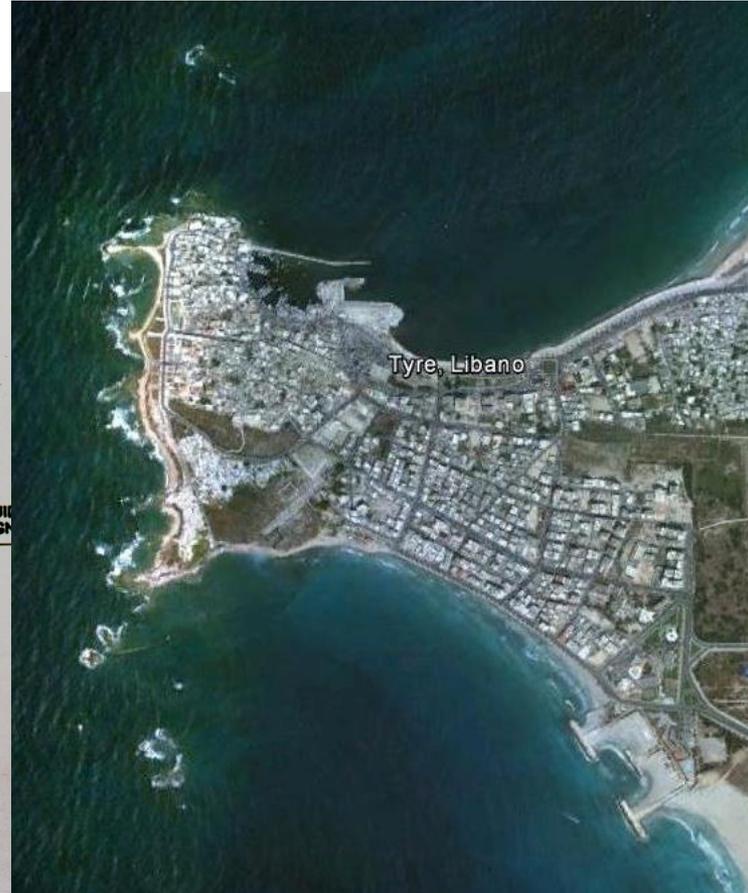
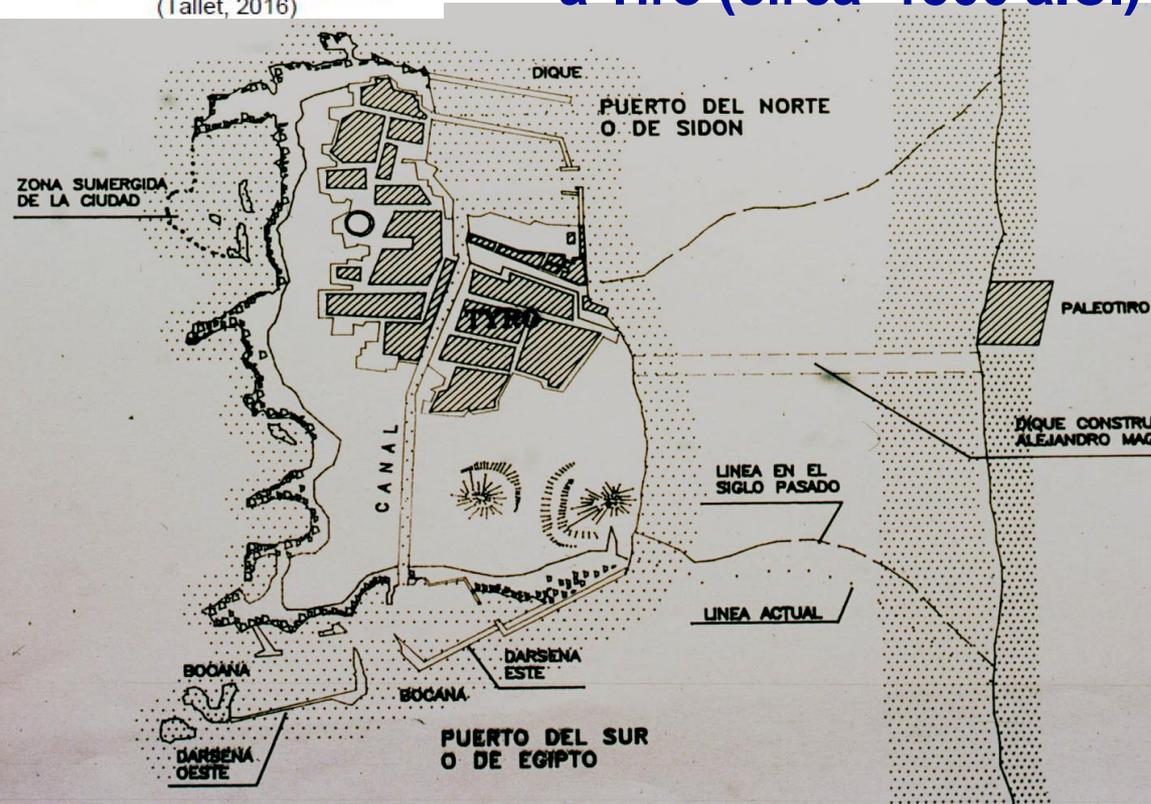
**Nuovo censimento di 4500 porti antichi di A. de Graauw : [www.AncientPortAntiques.com](http://www.AncientPortAntiques.com)**

## Prima struttura marittima nota in Egitto (Cheope 2570 a.C.)



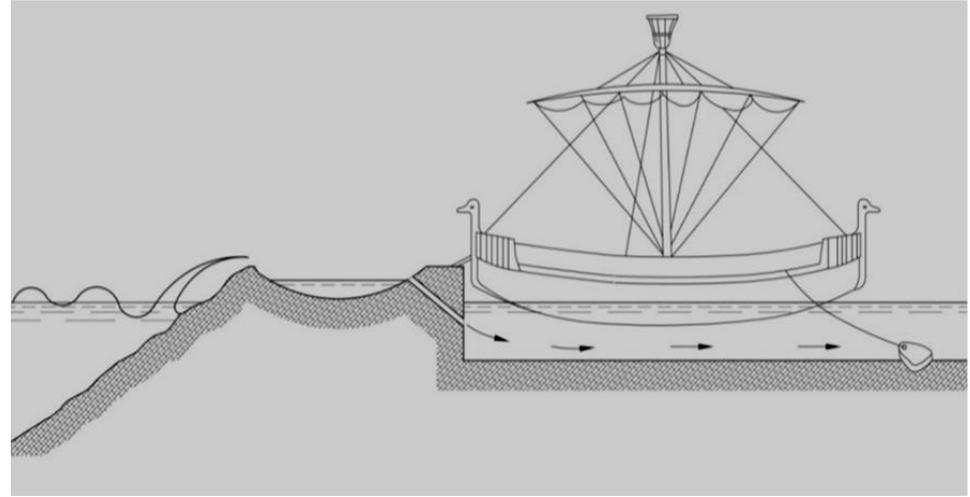
Fig. 29. Wadi al-Jarf breakwater  
(Tallet, 2016)

## Porti fenici multipli a Tiro (circa 1500 a.C.)



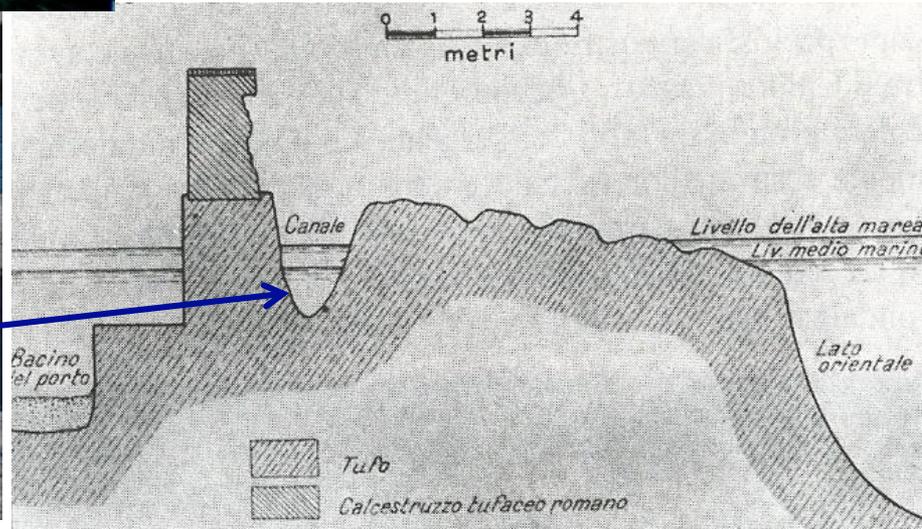
## Sidone, Libano (circa 1500 a.C.)

**Sistema antinsabbiamento con raccolta volumi idrici delle onde tracimanti su rampa rocciosa e rilascio controllato nel porto**

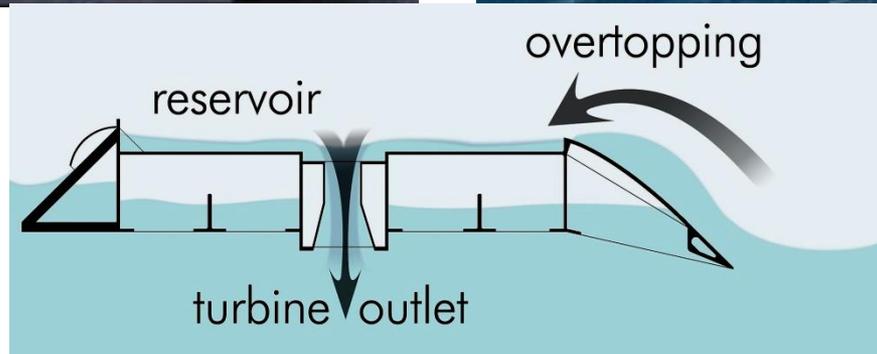


**“Tagliata Etrusca”,  
Ansedonia  
(2° sec. a.C.)**

**Canale di drenaggio dei sormonti  
ondosi nel porto romano di Ventotene  
scavato nella roccia (Augusto, 14 a.C.)**



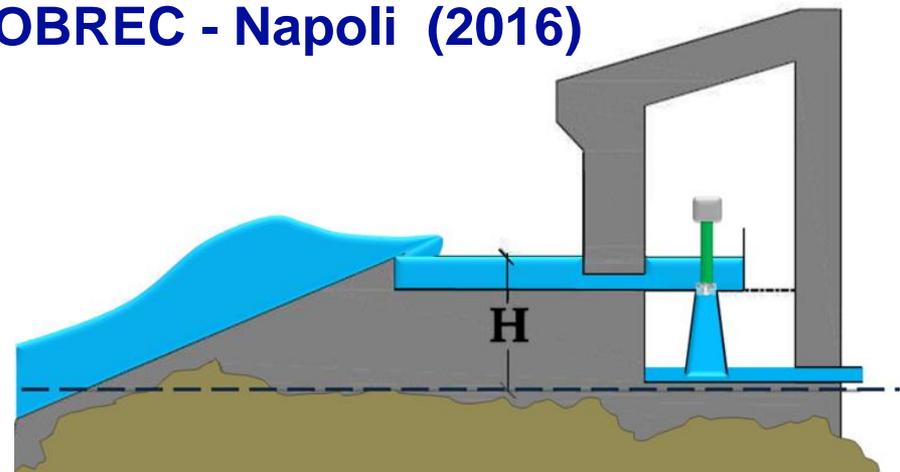
# Energia dalle onde tracimanti: Seawave Slot-cone Generator (2002)



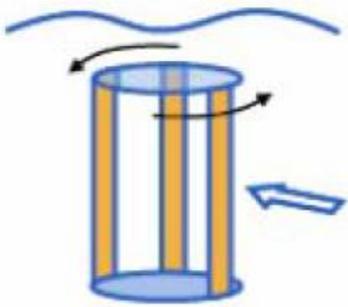
## Wave Dragon (2003)



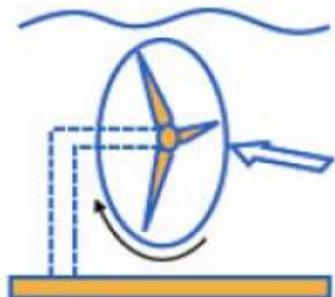
## OBREC - Napoli (2016)



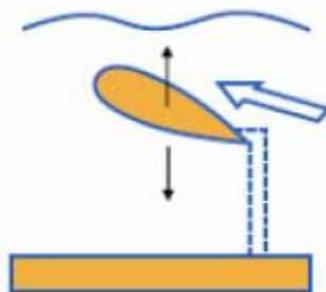
# Dispositivi per la produzione di energia dalle correnti e dalle onde marine



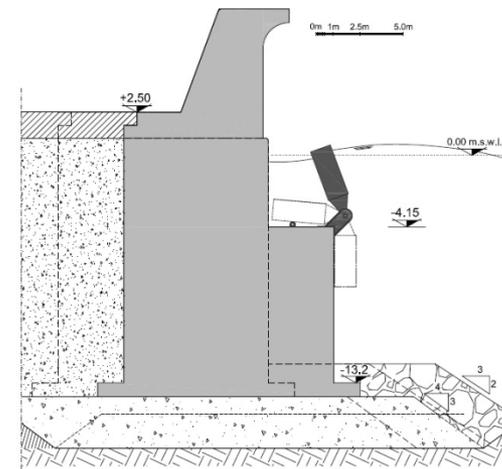
a) Vertical Axis



b) Horizontal Axis



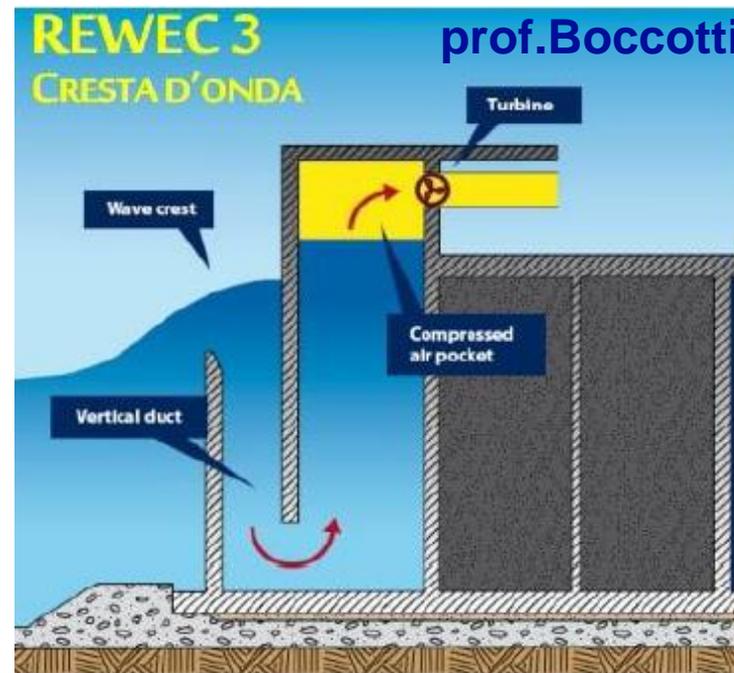
c) Reciprocating Hydrofoils



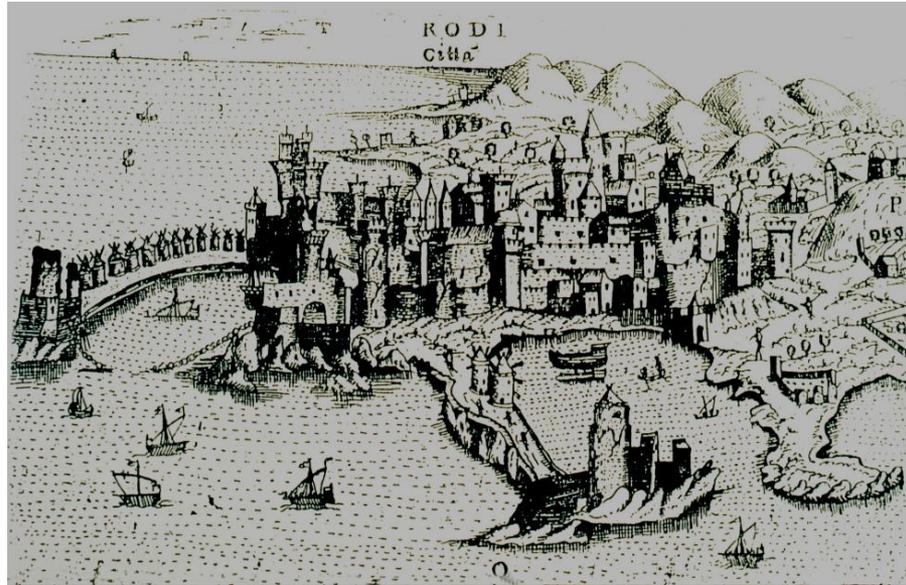
**SYNCRES**  
(prof.Sammarco-Bellotti)



**PELAMIS**



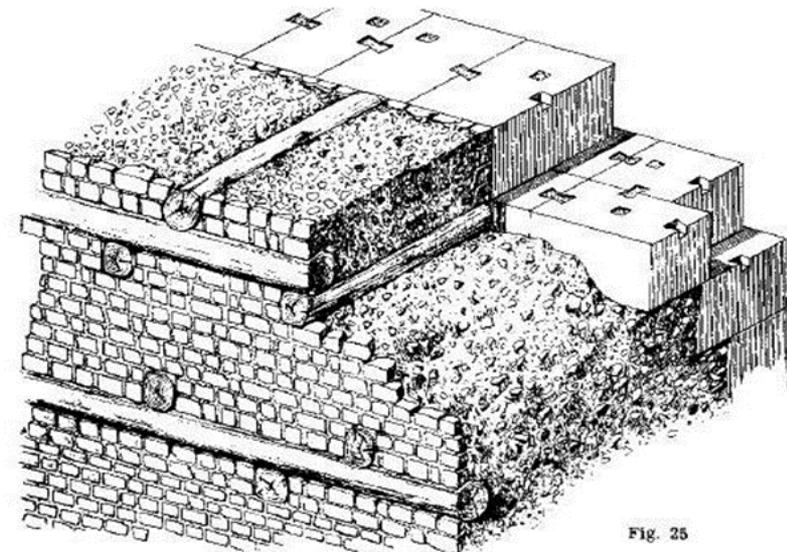
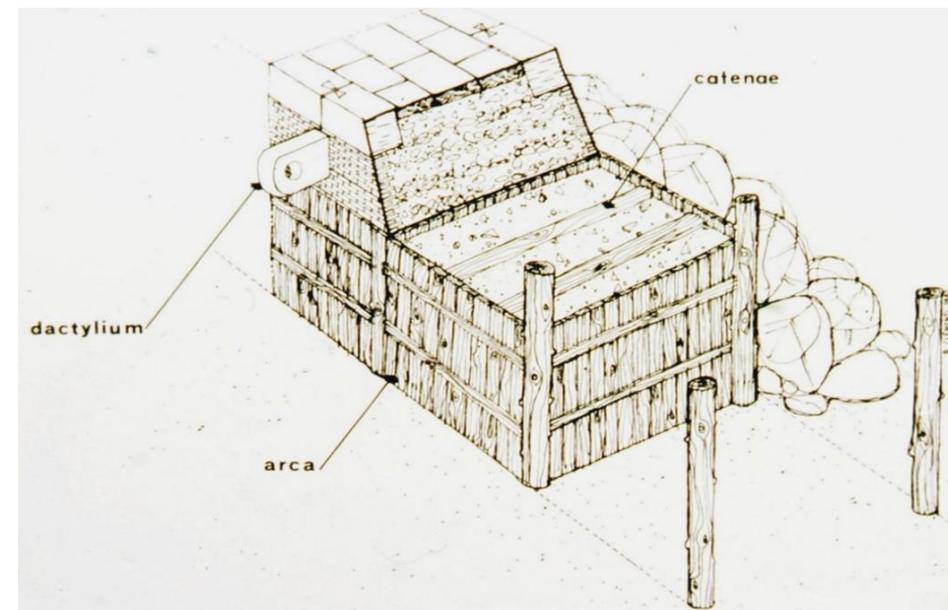
# I mulini a vento sul molo del porto greco di Rodi (IV sec. a.C.) e moderne turbine eoliche sulle dighe frangiflutti e in mare aperto



## Moli romani con calcestruzzo pozzolanico a Cosa-Ansedonia (II sec. a.C)



## Aeroporto Fiumicino: diga romana ottenuta con zavorramento nave di Caligola

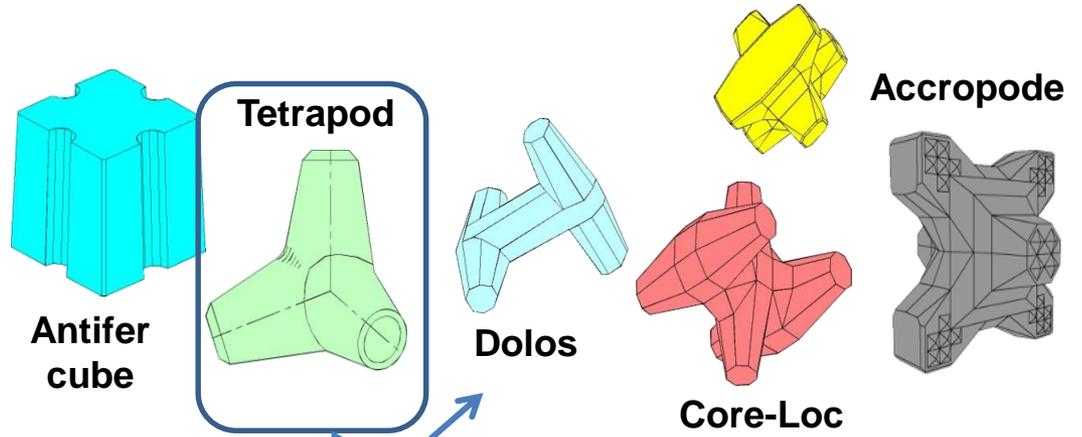


tecniche costruttive moli romani (Vitruvio, De Architectura 27 a.C.)

Llanes, Asturias

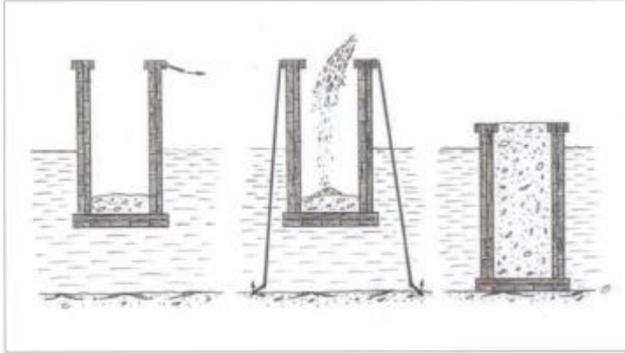


# Blocchi frangiflutti di calcestruzzo (pozzolanico)



# Cassoni cellulari galleggianti per dighe frangiflutti

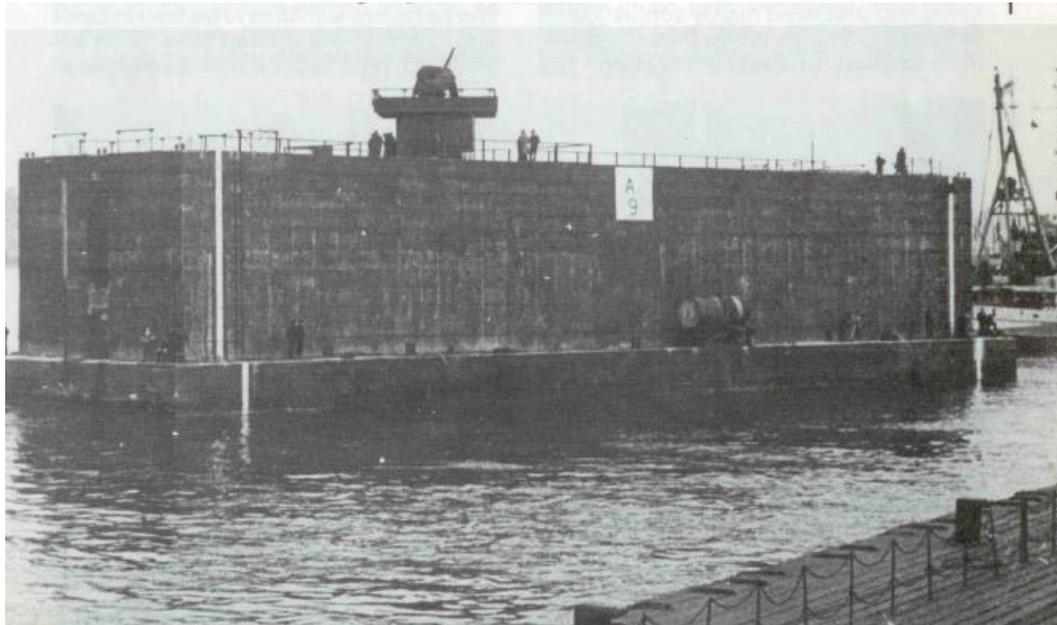
**Cesare 55 a.C. - Brindisi**



**Erode a  
Cesarea  
18 a.C**



**Tanger MED, Morocco**



**Arromanches (Normandia):  
cassoni per il D-Day 1944**

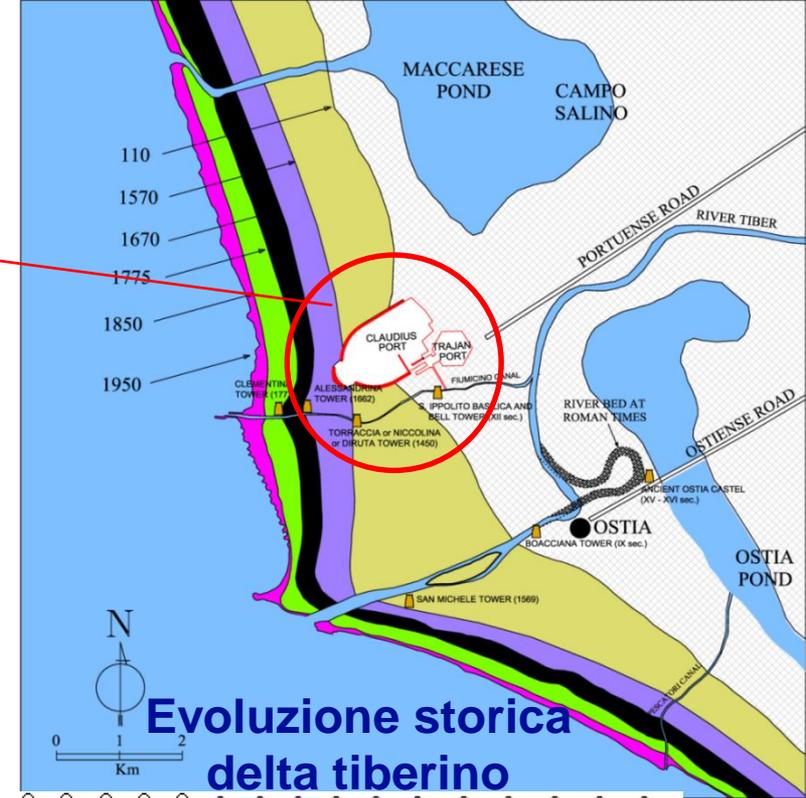


**Diga Kamaishi anti-tsunami a -65 m**

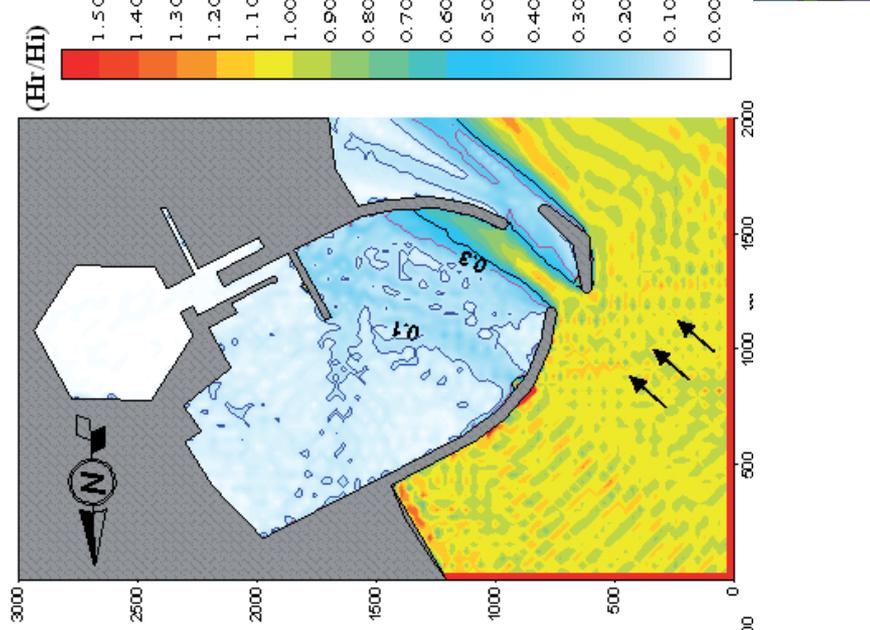
# Porto imperiale ostiense (Portus) di Claudio e Traiano (50-100 d.C.)



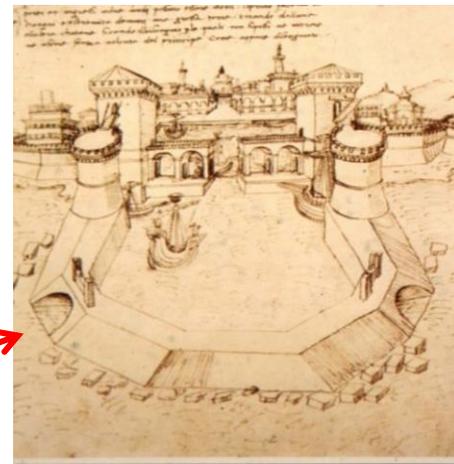
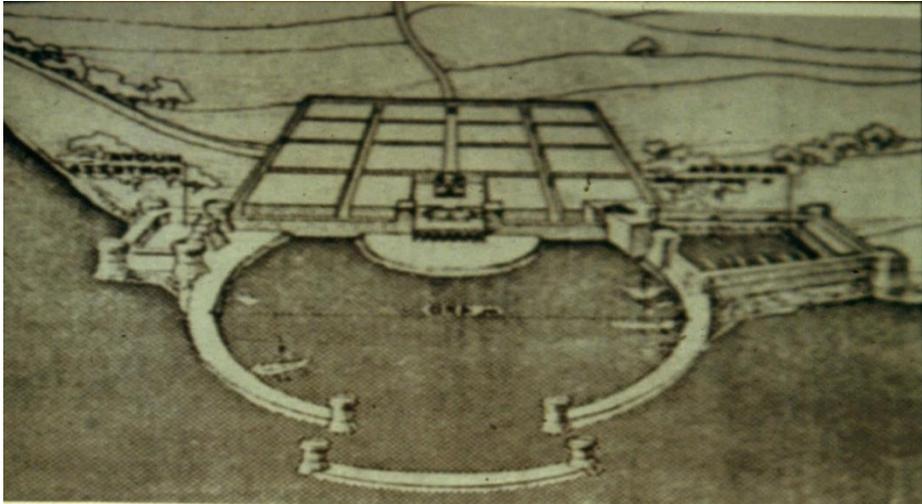
Sesterzio  
Nerone



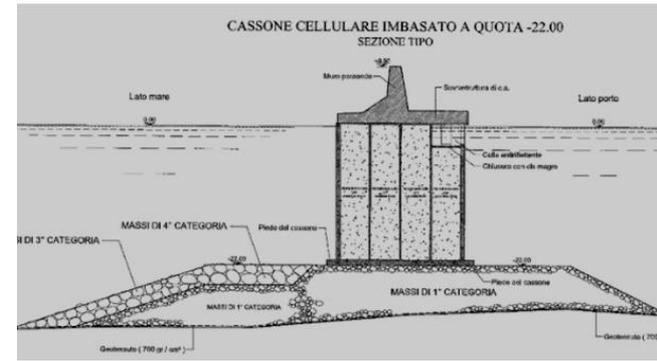
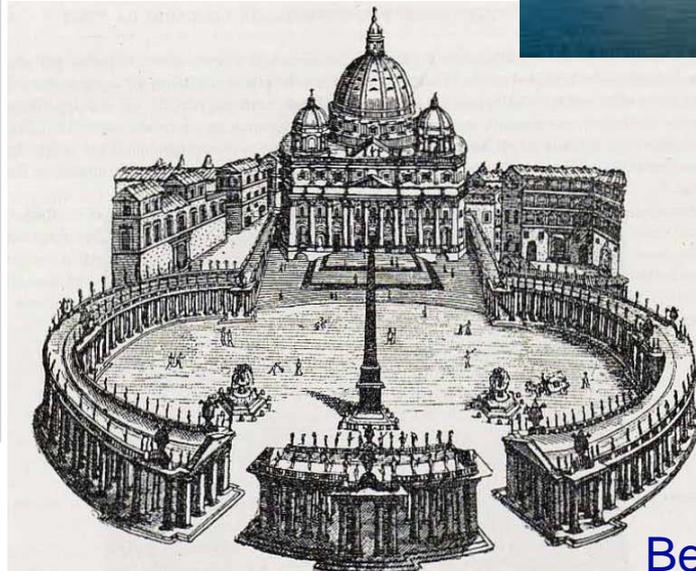
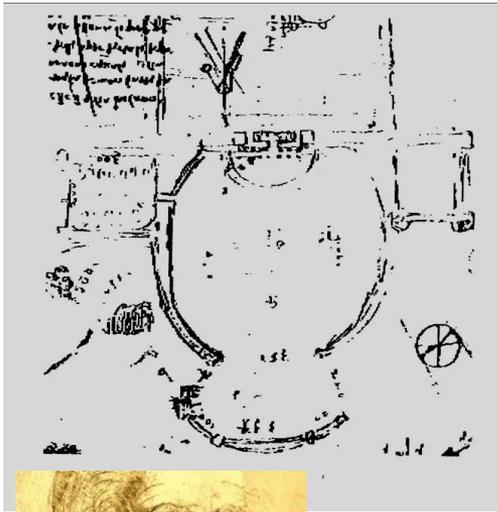
Noli A., Franco L.: *The ancient ports of Rome: new insights from engineers*,  
Archaeologia Maritima Mediterranea n.6, 2009



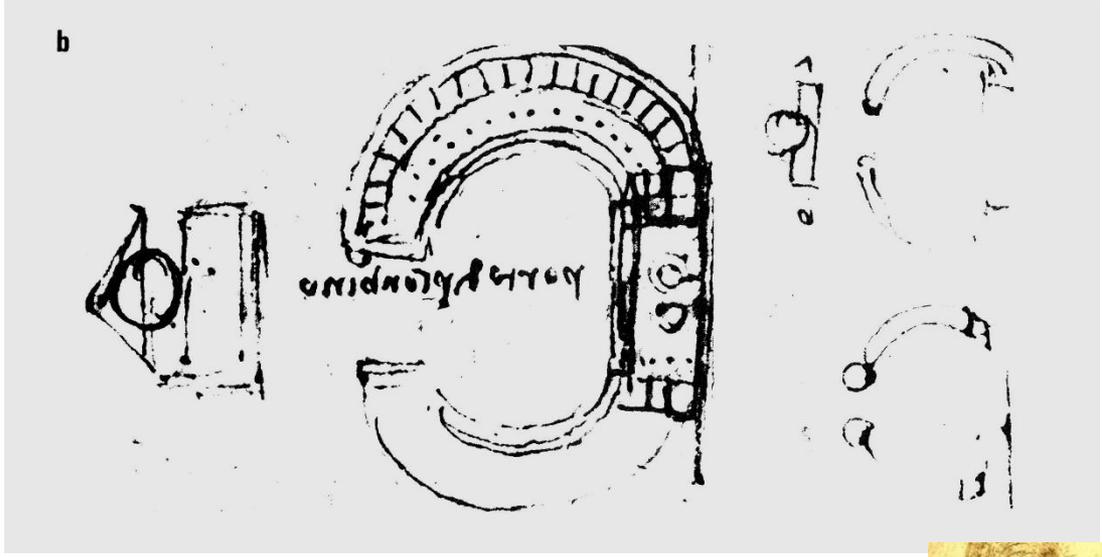
**Porto di Civitavecchia** (Apollodoro per Traiano 108 d.C.)  
 modello urbanistico della città-porto ideale nel Rinascimento  
 (L.B.Alberti 1452 e Di Giorgio Martini 1475)



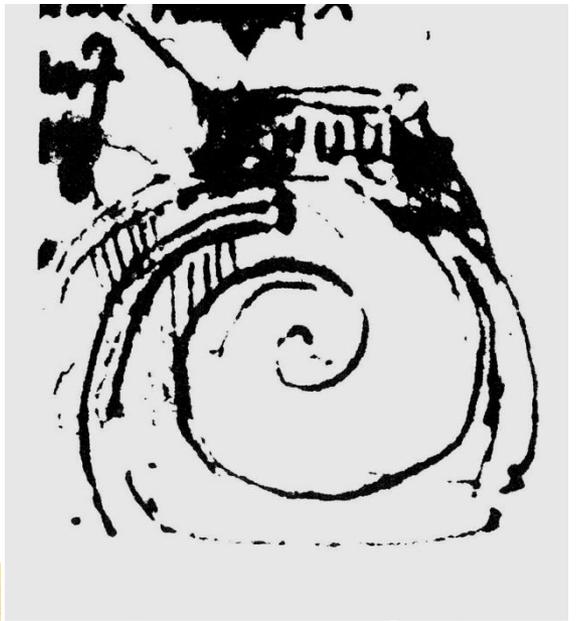
Aperture nella diga



Bernini 1667 Piazza S.Pietro

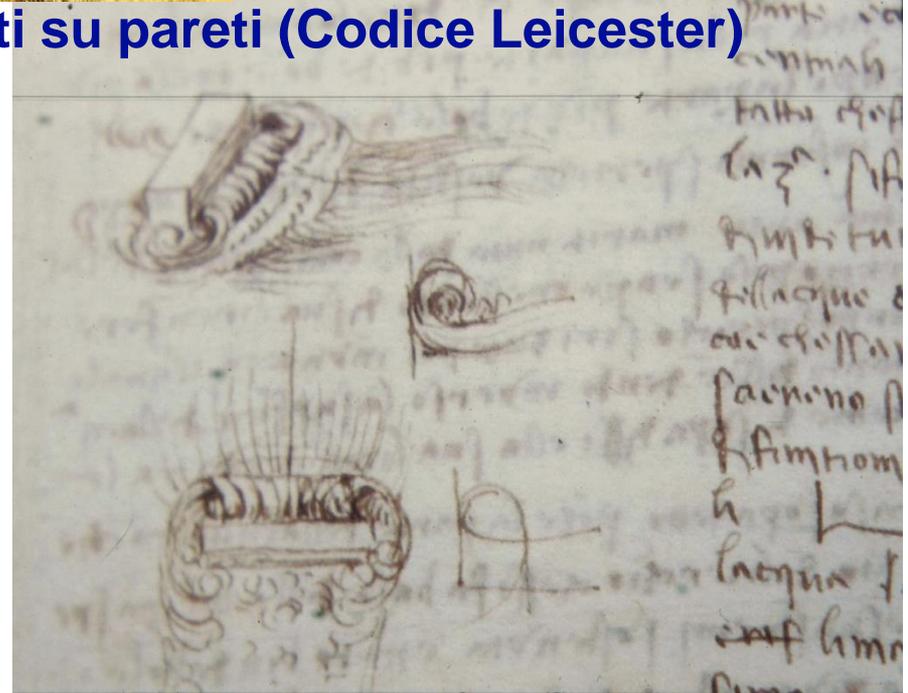


**Porto di Piombino (Codice Madrid, f.88v)**



**Porto a spirale**

**Studio di onde frangenti ed impatti su pareti (Codice Leicester)**





## Curve di equilibrio delle spiagge, tombolo del Circeo

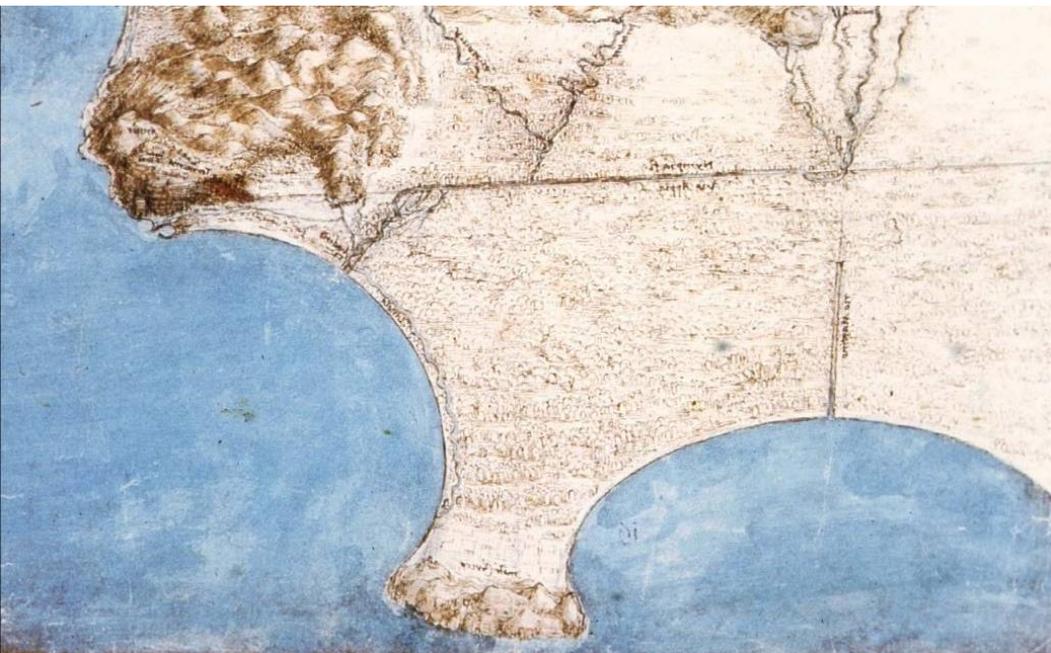
«l'arena obbedisce alle torture, ovvero  
alle circolazioni de' ritrosi dell'acqua»



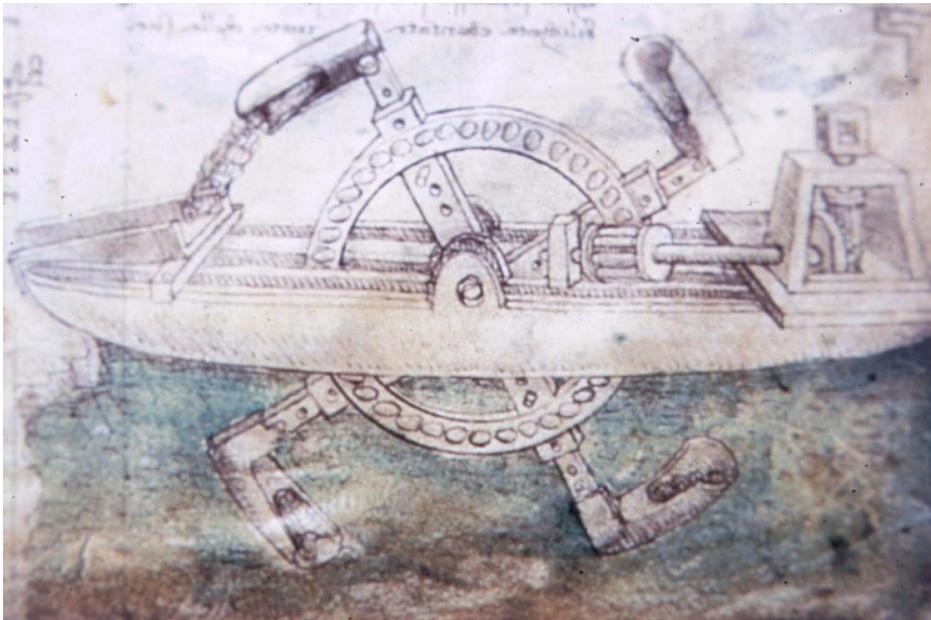
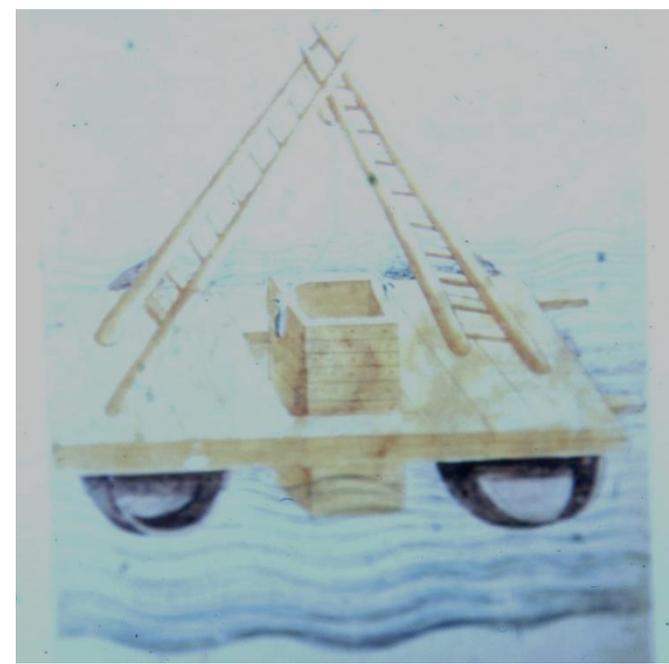
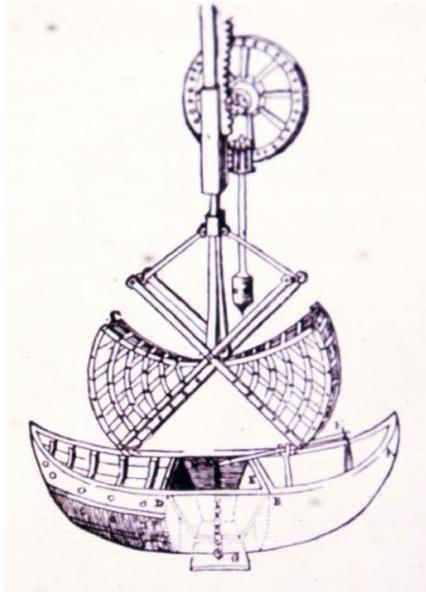
## Ponte-canale del Naviglio Piccolo (Milano)

*“il gran peso della barca che passa  
per il fiume sostenuto dall'arco del  
ponte, non cresce peso ad esso  
ponte perché la barca pesa di punto  
quanto il peso che tale barca caccia  
dal suo sito”*

**(Leonardo, codice Atlantico)**



# Macchine ed attrezzature per lavori marittimi



**La prima draga inventata  
da un ingegnere genovese (15° sec.)**

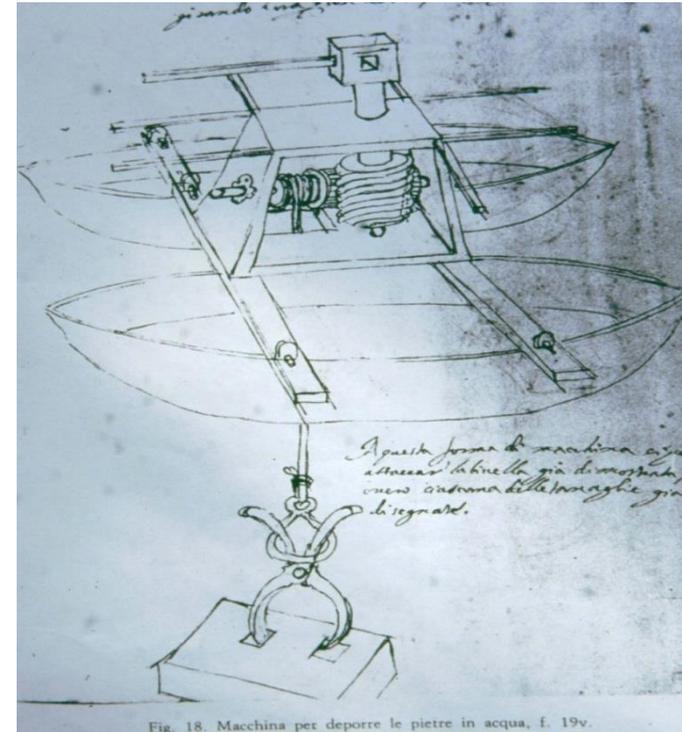


Fig. 18. Macchina per deporre le pietre in acqua, f. 19v.

# Creatività nel progetto dei porti turistici (canoni progettuali Vitruviani: **SOLIDITA'** + **FUNZIONALITA'** + **BELLEZZA**)

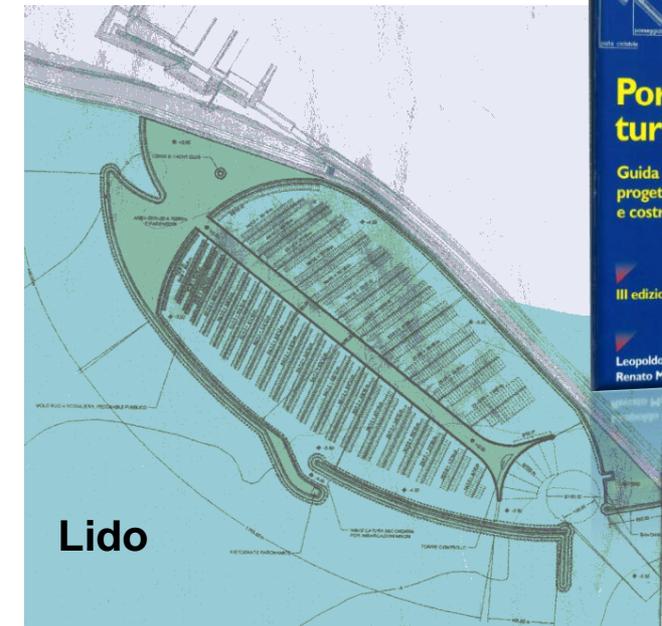
Dalaman



Canouan



Lido

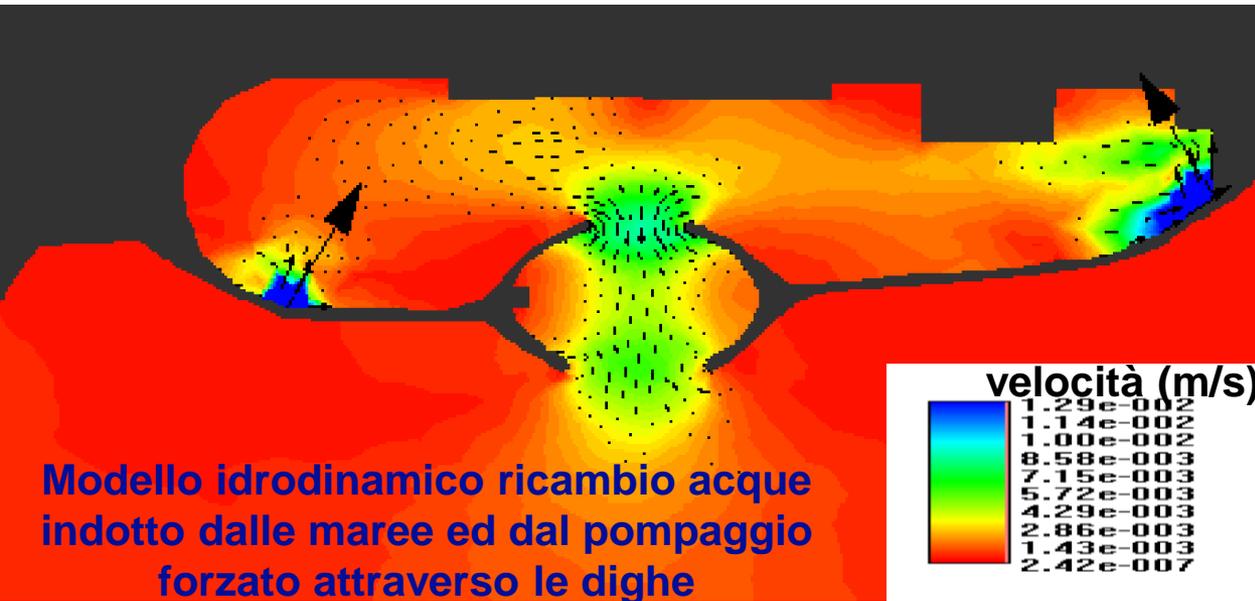


Ostia-Roma

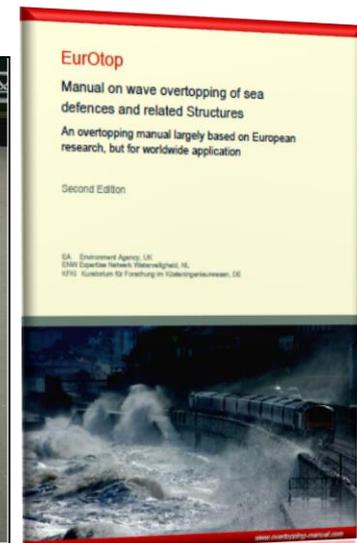
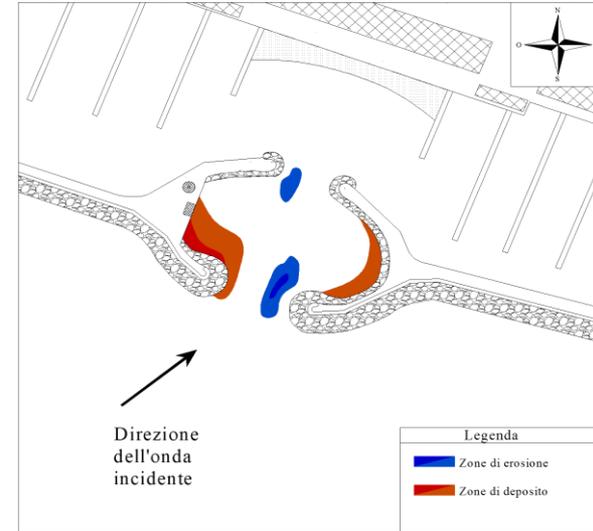


# Porto Turistico di Roma a Ostia

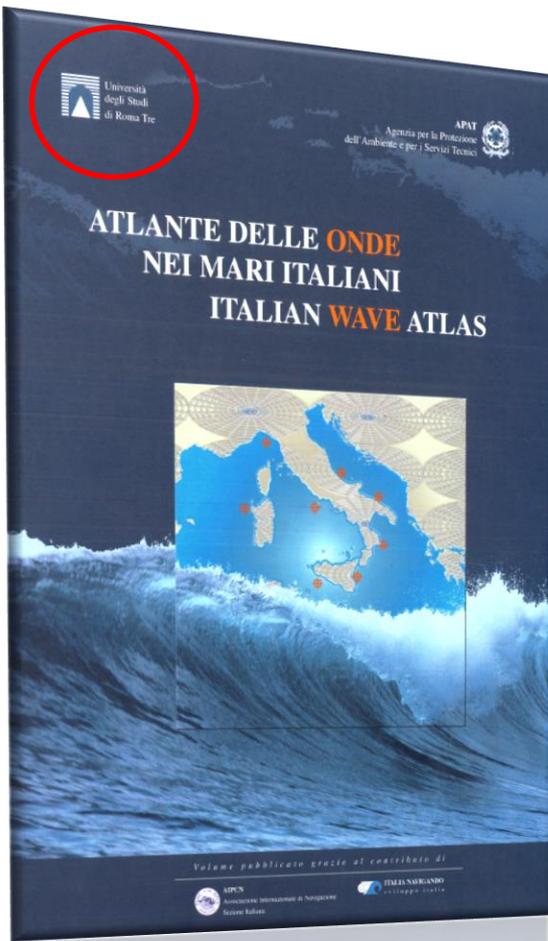
promotore ATI - progetto MODIMAR 1998 - costruzione GLF 2000



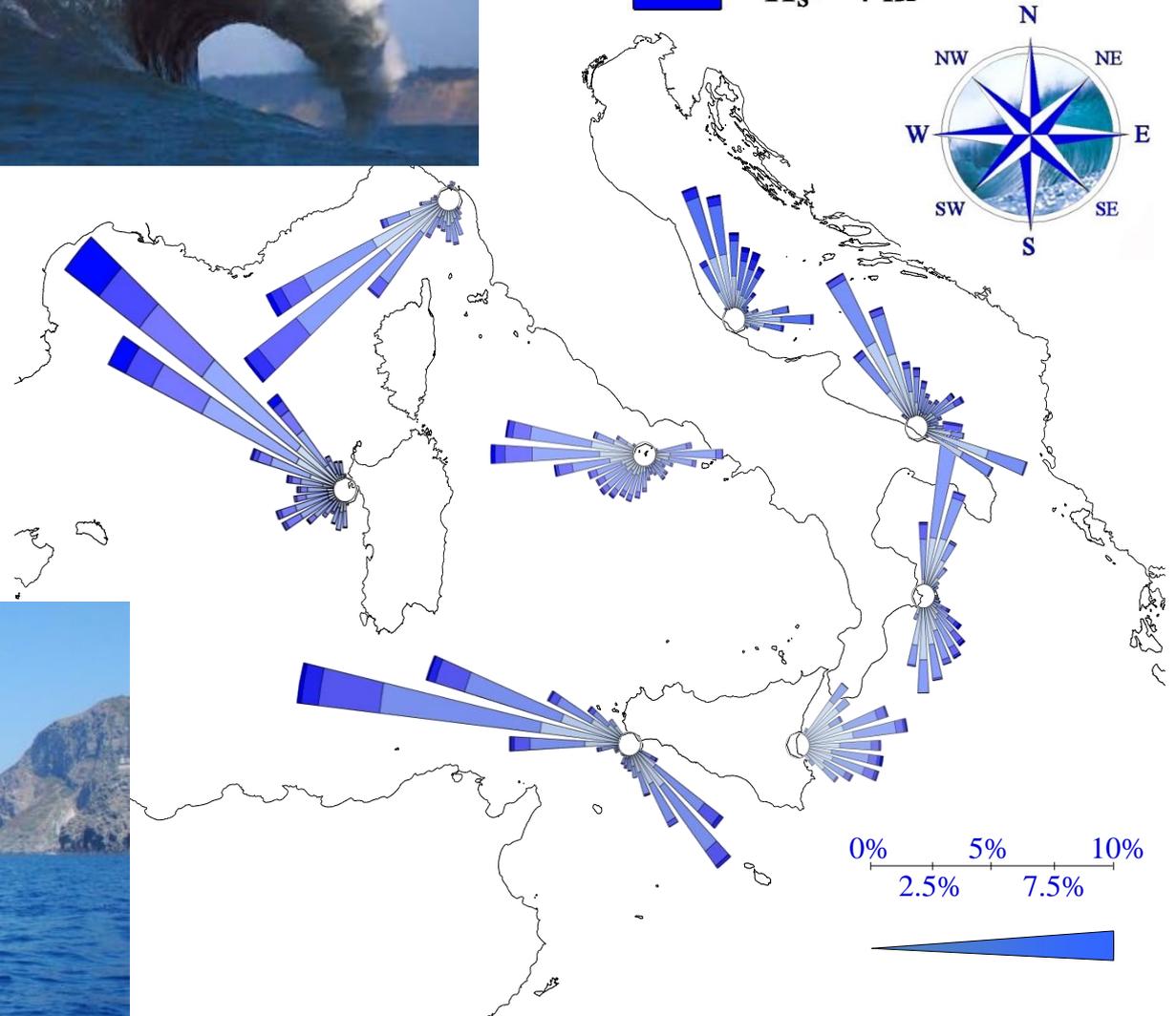
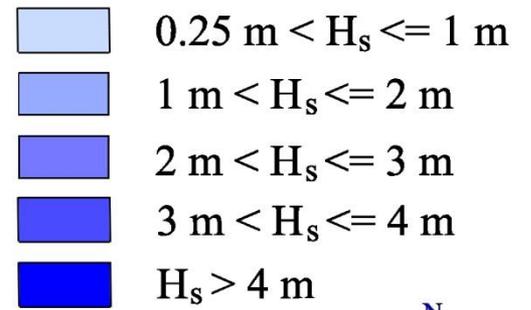
## Insabbiamento imboccatura



Monitoraggio della tracimazione ondosa sulla diga - progetto europeo CLASH 2003



# MISURE ONDAMETRICHE RETE RON DAL 1989



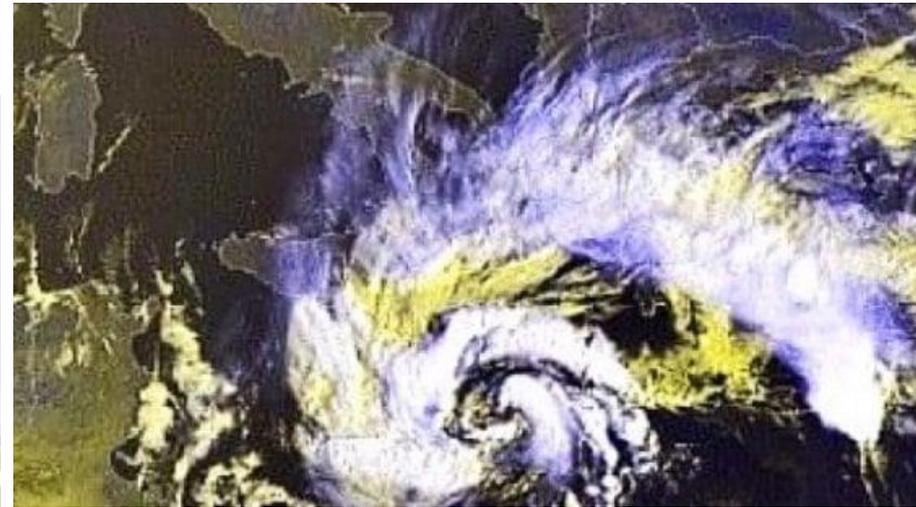
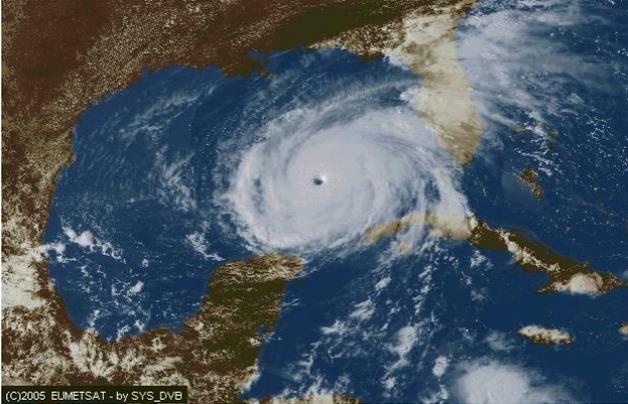
# CATASTROFI NATURALI RECENTI:

TSUNAMI SUMATRA 2004

URAGANO KATRINA 2005

TSUNAMI GIAPPONE 2011

TIFONE JEBI 2018



29-9-18: primo "MEDICANE"  
ciclone tropicale mediterraneo

# 津波

## TSUNAMI

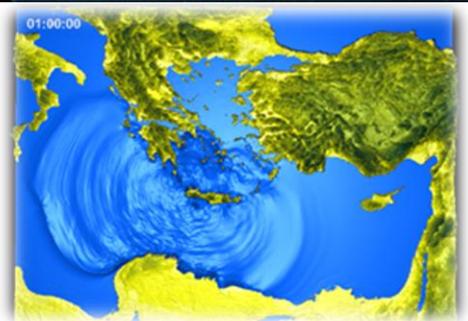
Lunghe onde d'impulso generate da terremoti sottomarini o da frane



In Italia 80 tsunami in 2000 anni



Stromboli 2002



Giappone 2011

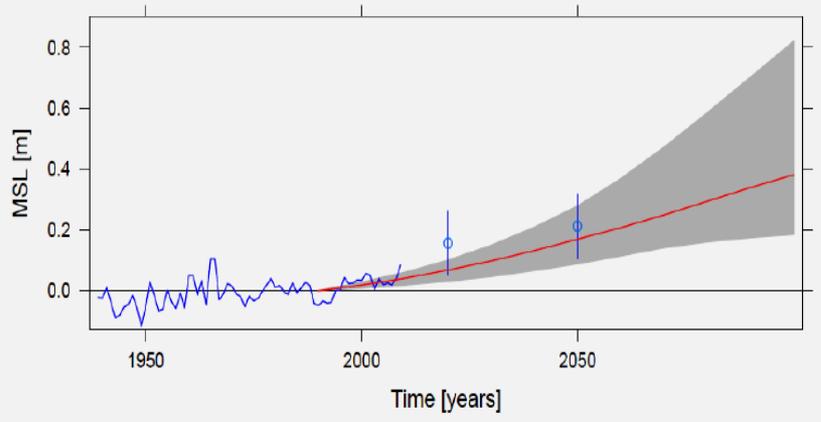
Modelli in vasca e numerici (Bellotti, Cecioni, Di Risio, De Girolamo, Romano, Sammarco et al. 2005-15)



“Si avviò alle vicine spiagge del mare rifluente e camminando sulla superficie spumosa dei flutti vibranti si immerse nel fondo asciutto del mare”

(Apuleio, Amore e Psiche)

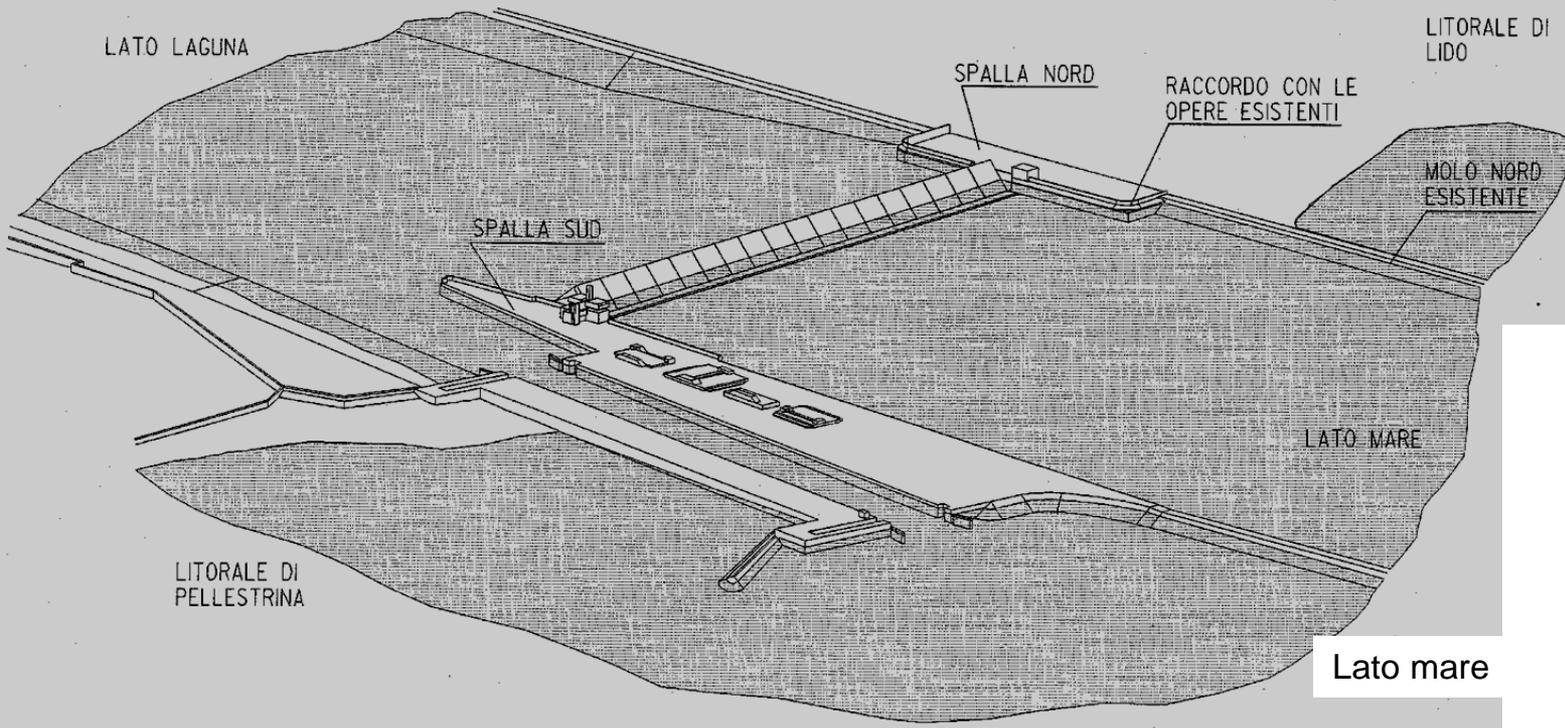
# Innalzamento del livello marino



# VENEZIA - MOSE BARRIERE MOBILI CONTRO L'ACQUA ALTA



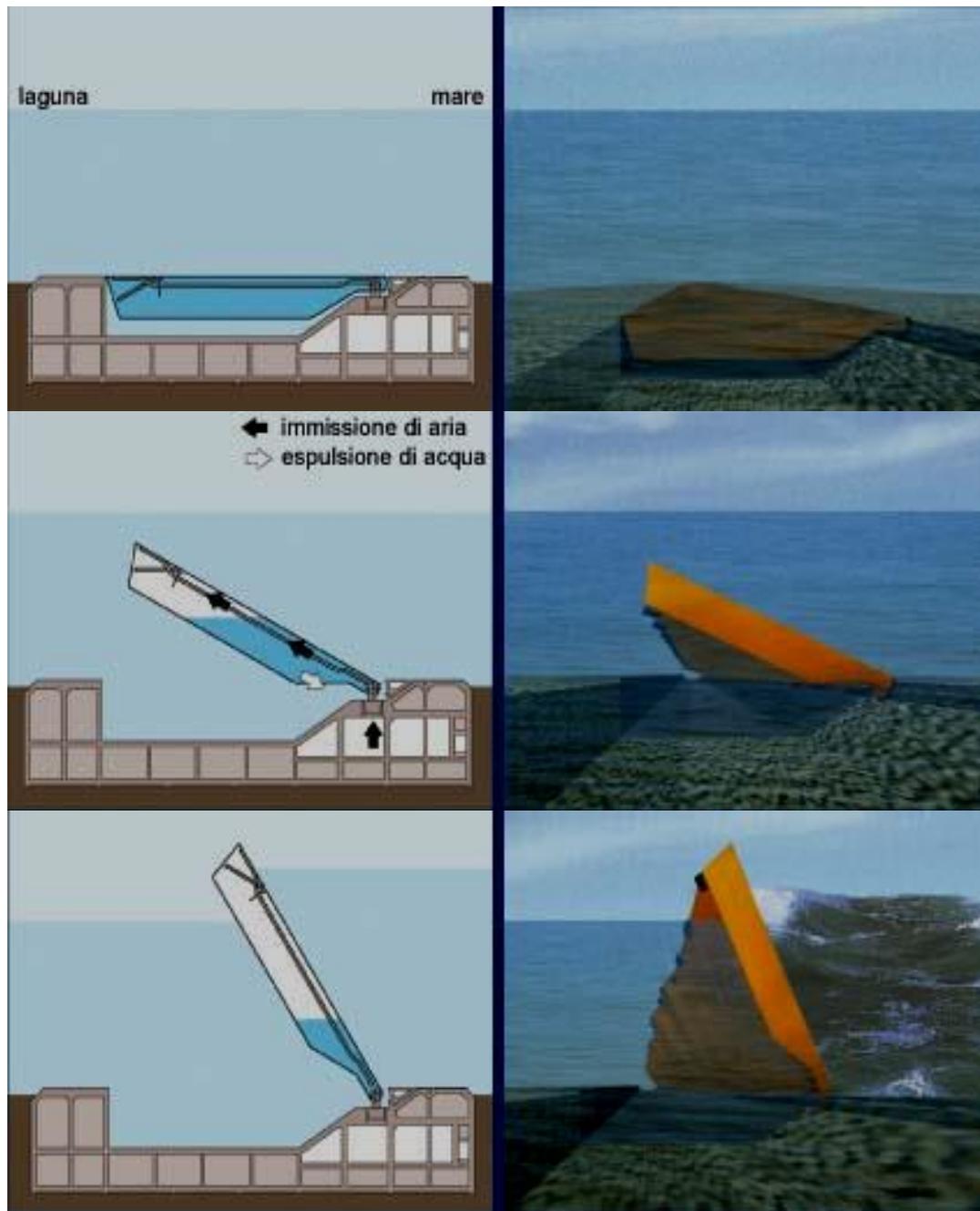
# Bocca di Malamocco

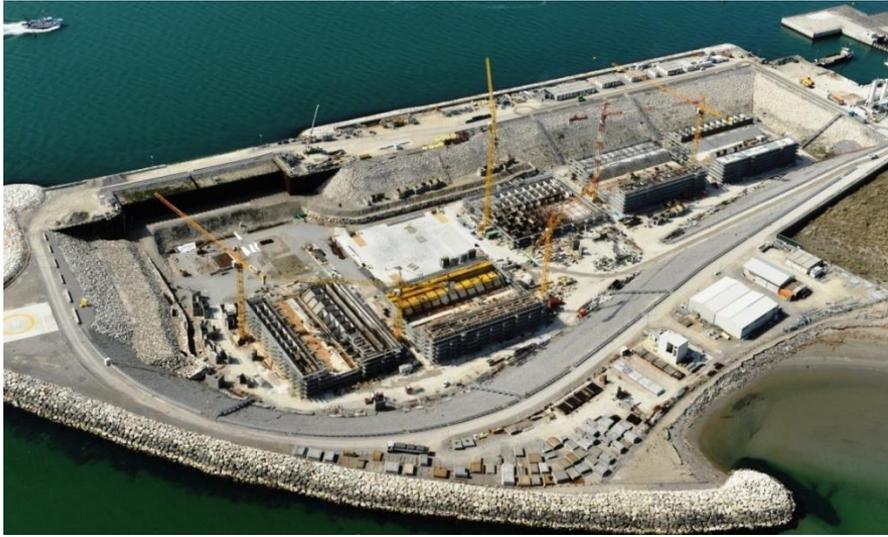


# Bocca di Lido: inaugurazione



# Funzionamento della paratoia incernierata sul cassone sommerso al fondo della bocca lagunare





## Costruzione e varo dei cassoni per la barriera di Chioggia (CVN 2014)





# Barriere distaccate emerse e sommerse a difesa delle spiagge

## Primo progetto di "spiaggia sospesa" Ostia centro 1990

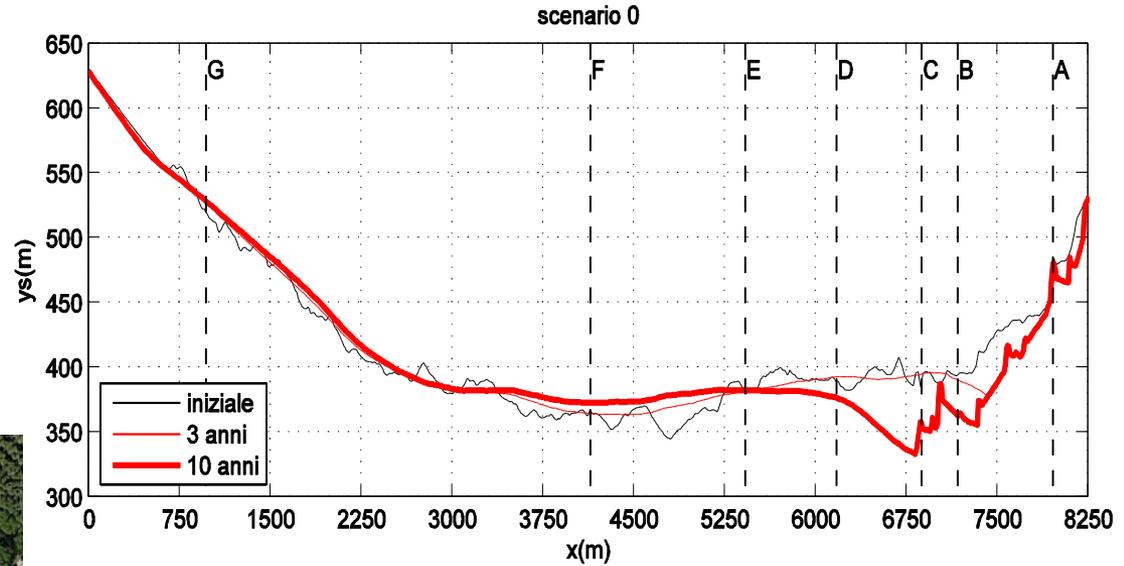


Ostia ponente (XX sec.)

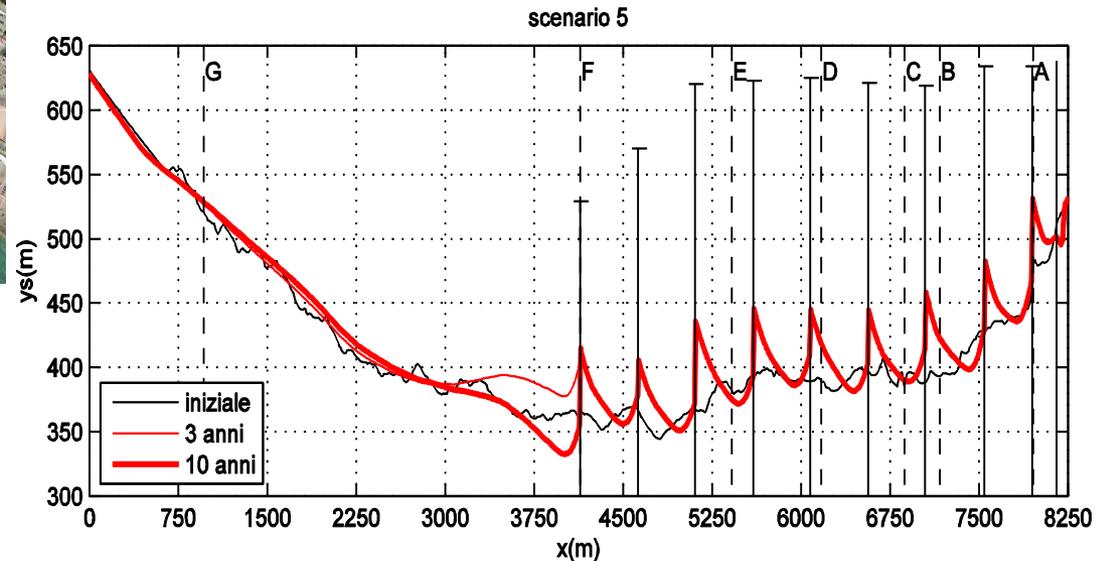
## Erosione e protezione ad Ostia levante



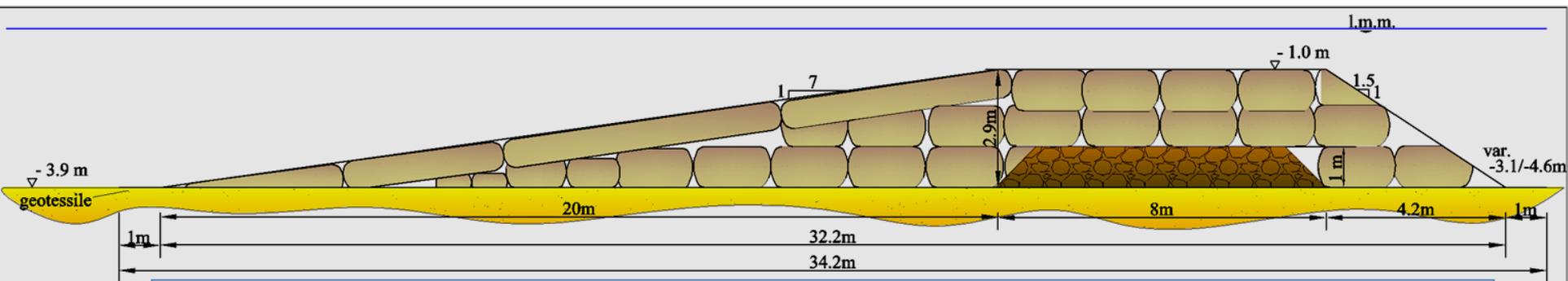
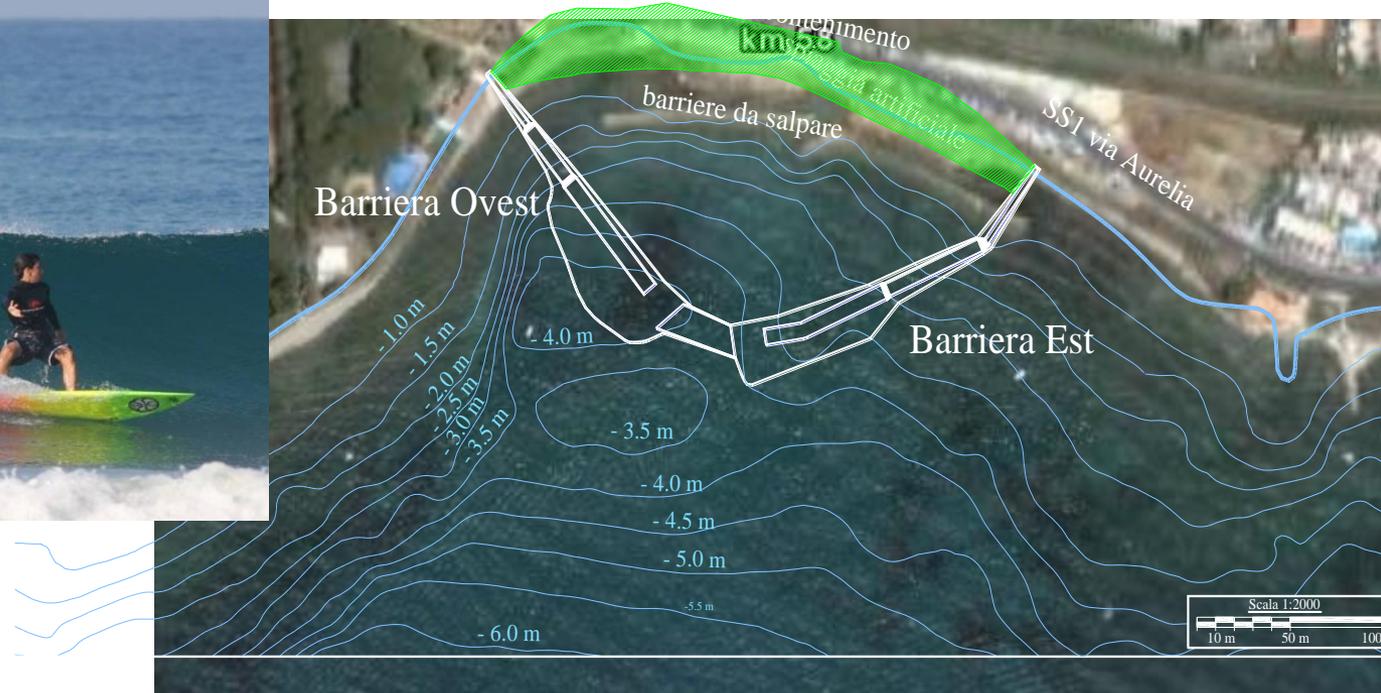
Noi siamo qui



## modello matematico linea di spiaggia Regione Lazio – ARDIS 2011



# Progetto di surf reef artificiale a S.Severa - S.Marinella (Regione Lazio)

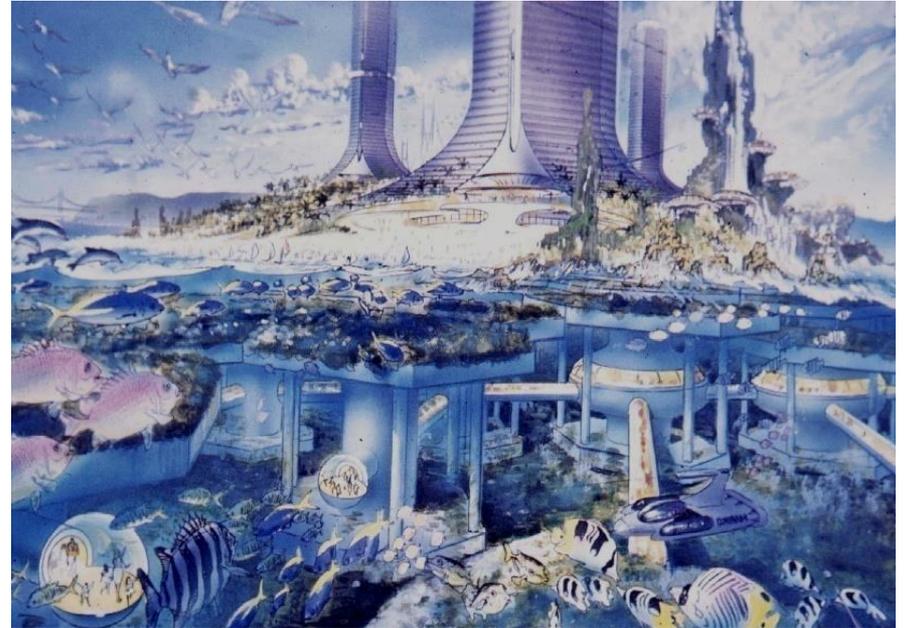
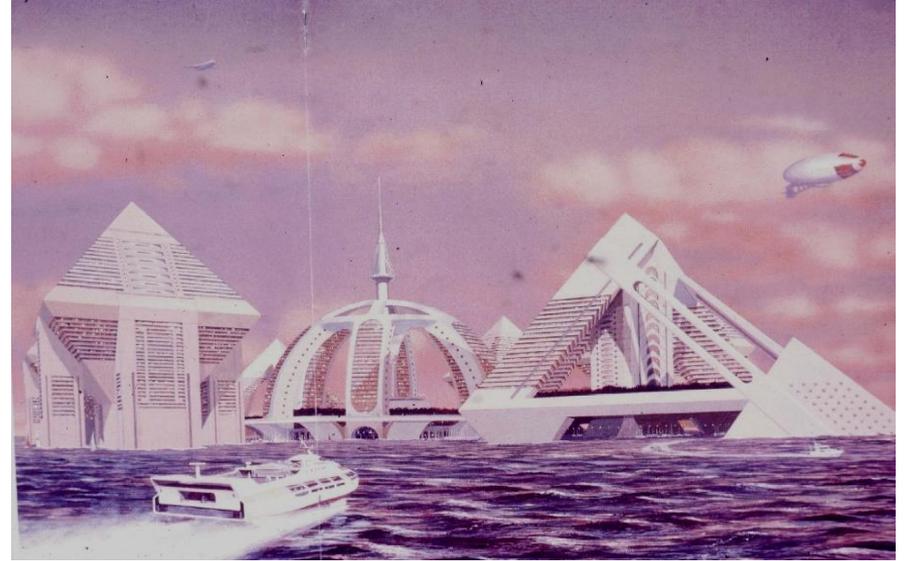


“Sii sempre come il mare che , infrangendosi contro gli scogli, trova sempre la forza di riprovarci” (Jim Morrison)

# Avveniristiche realizzazioni di ingegneria marittima negli Emirati



# Futuri sviluppi dell'ingegneria marittima (isole galleggianti, città sottomarine)



**Lezione in barca a vela  
Civitavecchia**



**Ispezione subacquea cassone forato  
Porto Torres**



**Rilievo da deltaplano  
Spiaggia Feniglia**



**Sciara del fuoco  
Stromboli**



**Grazie per  
l'attenzione**



**Modello porto di Haifa (Wallingford)**