



REGIONE PUGLIA



CITTA' di GALLIPOLI
PROVINCIA DI LECCE

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE CON AMPLIAMENTO DI PORTO GAIO

MARINA DI GALLIPOLI

PROGETTO DEFINITIVO

ISTANZA CONCESSIONE DEMANIALE MARITTIMA
(D.P.R. 509/97 E L.R. N.17/2015)

COMMITTENTE

Porto Gaio S.r.l.



TAVOLA

SM02

TITOLO

STUDIO METEO-MARINO
relazione di calcolo della diga a scogliera del molo di tramontana

PROGETTISTI

OPERE PORTUALI, RETROPORTUALI E MARITTIME E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
ing. Mirarco Walter
ing. Cariddi Pierpaolo
d_progetti DONATI D'ELIA Associati

STUDIO IDRO-GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO
geol. Gianfreda Francesco

STUDIO ARCHEOLOGICO
dott. Cossa Angelo

COLLABORATORE
ing. Filieri Andrea

INDICE

1.0	PREMESSA.....	2
2.0	CONDIZIONI DI MOTO ONDOSI ASSUNTE	3
3.0	CALCOLO DEL PESO DELL'ELEMENTO DI MANTELLATA.....	4
4.0	VERIFICA DEL LIVELLO DI TRACIMAZIONE	7

1.0 PREMESSA

L'opera marittima di difesa principale del nuovo porto Gaio a Gallipoli è la diga a scogliera frangiflutti di Tramontana.

La diga in questione interessa diverse profondità; in particolare, essa raggiunge la profondità 10 m in testata e la profondità 6 m in prossimità della radice.

La presente relazione di calcolo si occupa di determinare, per il tratto di diga sulla profondità maggiore, il peso dei massi di cava naturali che costituiscono la mantellata (il rivestimento esterno della diga) e di verificare che il livello di tracimazione sia compatibile con la destinazione d'uso della parte interna dell'opera.

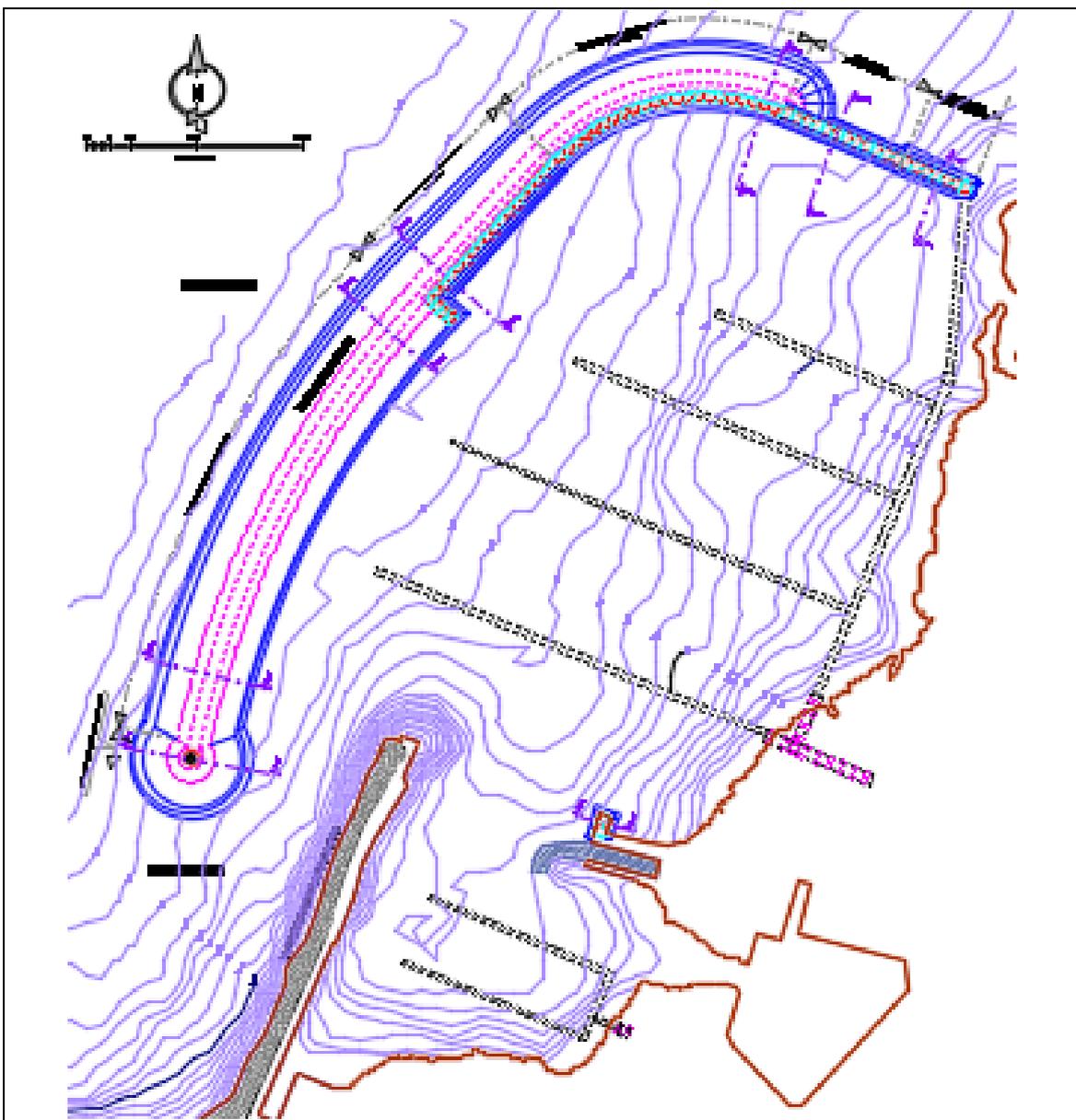


Figura 1. Planimetria di progetto e diga di Tramontana

2.0 CONDIZIONI DI MOTO ONDO SO ASSUNTE

Lo studio specialistico meteomarinario ha consentito di determinare le condizioni del moto ondoso in prossimità della diga di Tramontana. In particolare, in stretta prossimità alla diga di Tramontana, sono stati scelti due punti rappresentativi (Figura 2).

I due punti sono stati scelti in modo da rappresentare quanto si verifica dinanzi all'imboccatura portuale (punto A) e le condizioni che si hanno dinanzi al molo di nuova costruzione (punto B).



Figura 2. Punti selezionati per lo studio del moto ondoso nell'area di interesse

Per determinare le condizioni del moto ondoso nell'area di studio sono stati scelti opportuni stati di mare rappresentativi del moto ondoso al largo del paraggio di Gallipoli; per essi è stata simulata la propagazione in corrispondenza dei punti A e B con il modello numerico SWAN per la batimetria già detta.

E' stata simulata anche la propagazione delle condizioni di moto ondoso estreme (Tabella 1) con periodo di ritorno pari a 1, 5 e 50 anni da largo sino in corrispondenza dei punti A e B.

I risultati della simulazione della propagazione sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2: risultati della propagazione del moto ondoso da largo verso riva in prossimità di Porto Gaio

Punto al largo			A			B		
Hs (m)	Tp (s)	Dir (N)	Hs (m)	Tp (s)	Dir (N)	Hs (m)	Tp (s)	Dir (N)
Condizioni estreme Tr = 1 anno								
3.9	10.5	337.5	2.57	8.4	15	2.58	8.4	18
Condizioni estreme Tr = 5 anni								
4.9	11.8	337.5	3.49	8.9	20	3.49	9.9	22
Condizioni estreme Tr = 50 anni								
6.2	13.2	337.5	4.38	11.0	22	4.70	11.4	25
Condizioni estreme Tr = 100 anni								
6.6	13.6	337.5	4.63	11.4	22	4.96	11.0	25

Nel prosieguo, il calcolo viene condotto per le condizioni che si verificano al punto B innanzi alla diga di Tramontana per Tr = 100 anni.

3.0 CALCOLO DEL PESO DELL'ELEMENTO DI MANTELLATA

La diga a scogliera ha paramento esterno con pendenza 1:2, al suo piede la profondità è pari a 10 m e ha quota della berma della cresta a + 3.80 sul l.m.m.

Come detto la mantellata è prevista in scogli naturali e pertanto si utilizzano le formule di Van der Meer per scogliere in massi naturali non tracimabili.

Poiché, come si è visto nella relazione di studio meteomerino, l'altezza d'onda significativa massima, Hs, con periodo di ritorno 100 anni al piede della diga è pari a 5,0 m circa, il periodo d'onda medio, Tm, viene assunto pari a 9 s.

Formule di Van der Meer (1988)

Le formule di stabilità statica di Van der Meer risultano valide per mantellate in massi naturali

- **per onde plunging**

$$H_s / \Delta D_{n50} = 6,2 \cdot P^{0,18} \cdot (S / \sqrt{N})^{0,2} \cdot (\xi_m)^{-0,5} \quad (1)$$

- **per onde surging**

$$H_s / \Delta D_{n50} = 1,0 \cdot P^{-0,13} \cdot (S/\sqrt{N})^{0,2} \cdot \sqrt{\cot g \alpha} \cdot (\xi_m)^P \quad (2)$$

ove $\xi = tg\alpha / \sqrt{H_s/L}$. La zona *collapsing* è presente all'intersezione delle equazioni per onde surging e plunging. Il valore di ξ_m in corrispondenza di tale intersezione è dato da:

$$\xi_{mc} = (6,2 \cdot P^{0,31} \cdot \sqrt{tg\alpha})^{1/(P+0,5)} \quad (3)$$

Il valore di P si desume dalla Figura 3.

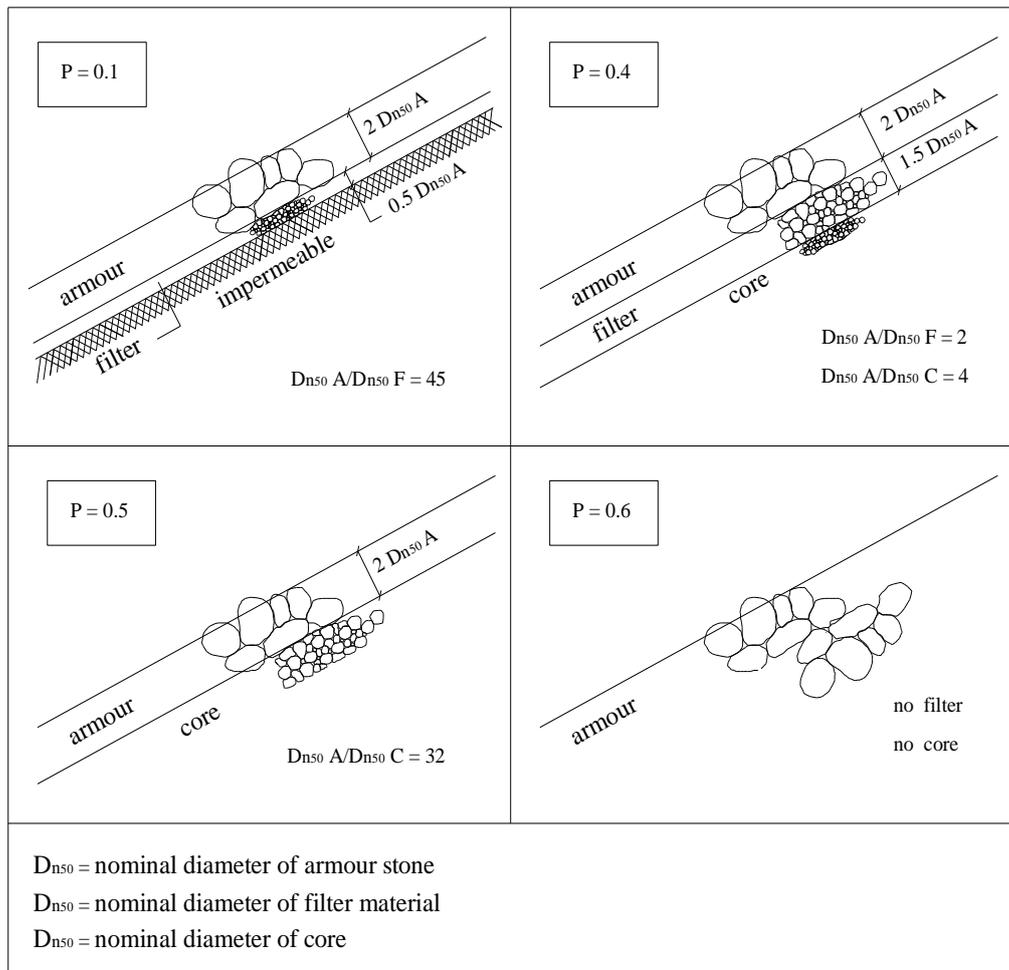


Figura 3. Valori del coefficiente di permeabilità per diversi tipi di strutture

Per $\cotg\alpha = 2$, $P = 0.40$, $N = 10000$ (numero medio d'onde nella mareggiata equivalenti ad una mareggiata con durata pari a circa 24 ore) ed $S=2$ (livello di danneggiamento)

$$W_{50} = 13.700 \text{ kg circa, con } D_{n50} = 1,73 \text{ m}$$

In conclusione la mantellata avrà pendenza 1:2 e sarà costituita da un doppio strato di massi naturali di cava di peso medio caratteristico $W_{50} = 13.700 \text{ kg}$ (di IV categoria con peso di 14 ton).

3.1 Spessore della mantellata e del sottostrato

Lo spessore r dello strato di copertura e dei sottostrati può essere determinato mediante la seguente formula:

$$r = nK_{\Delta}l \quad (\text{con } n_{\min} = 2)$$

$$\text{ove } l = (W/\gamma)^{1/3}.$$

Tabella 3: Valori del coefficiente di K_{Δ} e della percentuale di vuoti P per diversi tipi di mantellata

Tipo di elemento	Numero di strati	Collocamento in opera	K_{Δ}	P
Massi naturali				
A spigoli arrotondati				
A spigoli vivi	2	Alla rinfusa	1.02	38
A spigoli vivi	2	Alla rinfusa	1.15	37
Cubo modificato	3	Alla rinfusa	1.10	40
Tetrapodo	2	Alla rinfusa	1.10	47
Quadripolo	2	Alla rinfusa	1.04	50
Esapodo	2	Alla rinfusa	0.95	49
Tribar	2	Alla rinfusa	1.15	47
Dolos	2	Alla rinfusa	1.02	54
Tribar	2	Alla rinfusa	1.00	63
Massi naturali	1	Uniforme	1.13	47
	granulometria assortita	Alla rinfusa	-	37

Nel caso in esame, lo spessore della mantellata, costituita da due strati di massi naturali a spigoli vivi, risulta pari a 3,50 m.

3.2 Sottostrato

Il sottostrato posto direttamente sotto la mantellata, deve avere lo spessore minimo di due massi. In sede di dimensionamento preliminare, questi devono pesare circa 1/10 del peso dell'elemento della mantellata ($W/10$). Pertanto i massi che compongono lo strato filtro sono scogli di I cat.(40%) e II cat.(60%). Lo spessore del sottostrato è pari a quello derivante da 2 massi sovrapposti; pertanto, esso è assunto pari a 1,7 m circa.

3.3 Nucleo

Il nucleo della diga a scogliera sarà composto da tout venant di cava.

3.4 Larghezza della cresta

Ai soli fini della stabilità ed escludendo ogni considerazione sulla tracimazione, si può assumere una larghezza di cresta minima pari a quella ottenibile affiancando 3 massi di mantellata ($n = 2$). La larghezza della cresta può essere ottenuta mediante la seguente relazione:

$$B = nK_{\Delta}l \quad (\text{con } n_{\min} = 2)$$

ove $l = (W / \gamma)^{1/3}$ e $B =$ larghezza della cresta. Si ottiene dunque, $B = 3,60$ m.

4.0 VERIFICA DEL LIVELLO DI TRACIMAZIONE

La verifica del livello di tracimazione consiste nella preliminare determinazione della portata media di tracimazione che si verifica per un dato evento di moto ondoso incidente ortogonalmente l'asse della diga a scogliera e per la geometria assegnata all'opera e nel successivo confronto tra la portata ottenuta e il valore soglia (Figura 1) legato alla destinazione funzionale dell'area a tergo della diga.

CRITICAL VALUES OF AVERAGE OVERTOPPING DISCHARGES

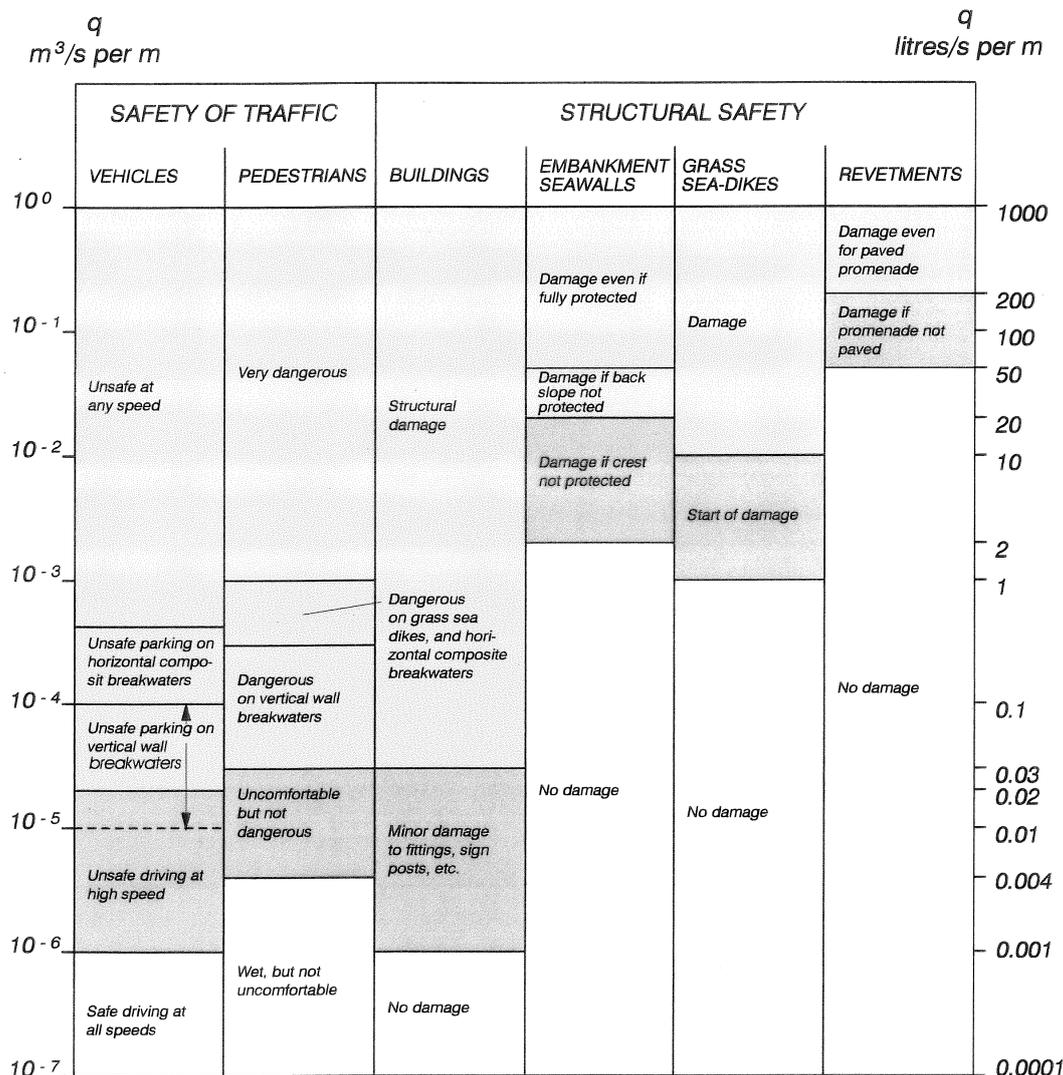


Figura 1. Valori critici della portata media unitaria di tracimazione (Burcharth e Hughes, 2003)

Nel caso in questione, la sezione 3-3 rappresenta una diga a scogliera con paramento esterno a pendenza 1:2, una berma (cresta) di larghezza 3,60 m con un muro paraonde con quota massima + 4,50 m sul l.m.m.

Con riferimento alla sezione 3-3 di progetto definitivo, risulta applicabile la formula di Pedersen e Burcharth (1992) per la determinazione della portata media di tracimazione.

La formula è la seguente:

$$\frac{q T_{om}}{L_{om}^2} = 3.2 \cdot 10^{-5} \left(\frac{H_s}{R_c} \right)^3 \frac{H_s^2}{A_c B \cot \alpha} \quad (3)$$

ove il significato dei simboli è indicato nella Figura 2.

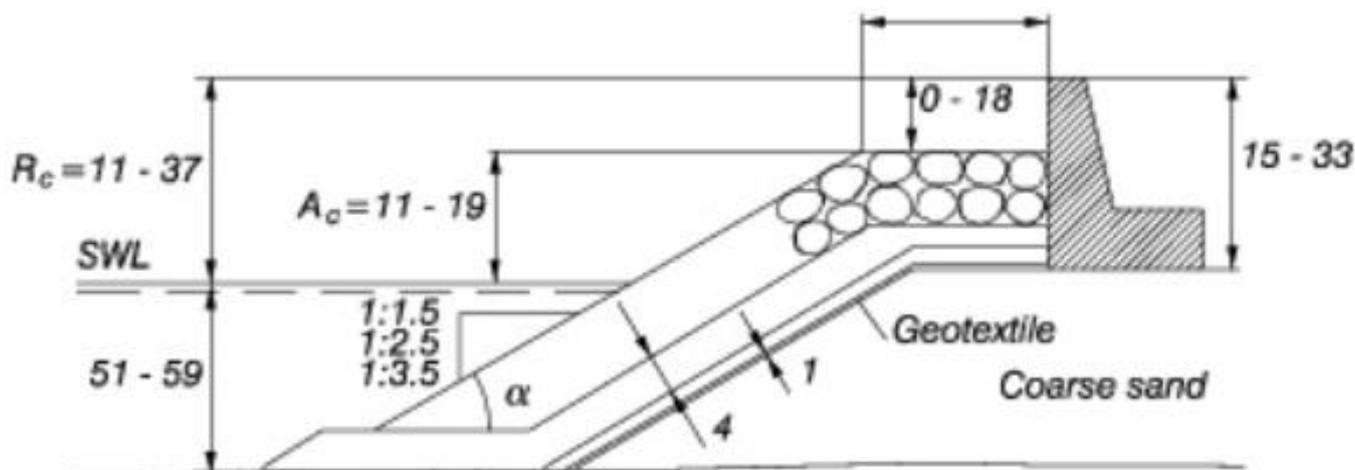


Figura 2. Definizione dei simboli adottati (Pedersen e Burcharth, 1992)

Per moto ondoso con periodo di ritorno $T_r = 5$ anni e la geometria della diga appena detta, si ottiene una portata media di tracimazione, q , pari a 0,009 mc/m/s. Il valore ottenuto non espone veicoli e persone posti a tergo del muro paraonde a un livello di pericolosità molto elevato.

Nel caso invece si verifici una mareggiata con $T_r = 50$ anni e oltre, il traffico veicolare e pedonale a tergo del muro paraonde andrà interdetto; per $T_r = 50$ anni si ottiene $q = 0.06$ mc/m/s.

BIBLIOGRAFIA UTILE

1. Pedersen, J., and Burcharth, H. F. 1992. "Wave Forces on Crown Walls," *Proceedings of the 23rd International Coastal Engineering Conference*, American Society of Civil Engineers, Vol 2, pp 1489-1502

2. USACE, US Army Corps of Engineers (2002). Report Number: EM 1110-2-1100 <http://chl.erdc.usace.army.mil/cem>

3. USACE, US Army Corps of Engineers (1984). 4th ed., 2 Vol., U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, U.S. Gov. Printing Office, Washington, D.C., 1088 p.

4. U. Tomasicchio e G.R. Tomasicchio (2011). *Manuale di Ingegneria Portuale e Costiera*. HOEPLI