

C0	31/10/08	Emesso per approvazione	SZ	GP	DL
REVISIONE	DESCRIZIONE			EL.	CON. APP.

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

**NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA
DI VENEZIA**

LEGGE N. 798 DEL 29-11-1984

CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04-10-1991

ATTO ATTUATIVO REP. 8249 DEL 28-12-2007 (PROGETTAZIONE)

**INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER
LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA**

CUP: D51B02000050001

PROGETTO ESECUTIVO

WBS: LN.L1.50

**BOCCA DI LIDO: SAN NICOLO' - TREPORTI
IMPIANTI
MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI
PREMESSE DI PROGETTO
CONDIZIONI METEOMARINE**

ELABORATO S. Zampierin	CONTROLLATO G. Pellegrini	APPROVATO D. Lesina
N. ELABORATO MV146P-PE-GBR-2001-C0	CODICE FILE MV146P-PE-GBR-2001-C0.doc	DATA 31 Ottobre 2008

CONSORZIO "VENEZIA NUOVA"

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE

VERIFICATO:
S. Pastore

CONTROLLATO:
M.T. Bratto



CONSORZIO VENEZIA NUOVA

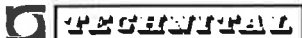
PROGETTAZIONE

PROGETTAZIONE

IL RESPONSABILE :


PROGETTAZIONE
SPECIALISTICA



	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 2
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	VENTO	5
3.	MOTO ONDOSI	12
	3.1. Moto ondoso al largo	12
	3.2. Moto ondoso alla barriera di Chioggia	22
	3.3. Moto ondoso alla barriera di Malamocco	30
	3.4. Moto ondoso alla barriera S. Nicolò	39
	3.5. Moto ondoso alla barriera di Treporti	47
4.	MAREE E PARAMETRI IDRODINAMICI	56
	4.1. Statistica dei gradienti medi di marea	56
	4.2. Determinazione della portata alle bocche	57
	4.3. Velocità della corrente in prossimità delle barriere	62
	4.4. Livelli di marea	69
5.	TEMPERATURA E SALINITA' DELL'ACQUA DI MARE	71
	5.1. Bocca di Chioggia	71
	5.2. Bocca di Malamocco	73
	5.3. Bocca di Lido	76
6.	TEMPERATURA E UMIDITÀ ARIA	79
	INDICE DELLE FIGURE	82
	INDICE DELLE TABELLE	85

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 4
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

Per la valutazione delle finestre operative degli interventi si è invece individuata la persistenza delle calme al di sotto di soglie prefissate, considerando solo dati consecutivi caratterizzati da valori minori del valore di soglia. In questo caso la durata viene espressa in giorni.

Per quanto riguarda la valutazione della velocità della corrente alle bocche e della sua frequenza di accadimento, non disponendo di un periodo sufficientemente lungo di misure dirette si è dovuto necessariamente passare attraverso l'analisi statistica delle maree e utilizzare un modello idrodinamico in grado di simulare l'andamento temporale e spaziale della propagazione delle maree attraverso le bocche di porto. Poiché il parametro che viene utilizzato per la caratterizzazione delle maree non subisce variazioni stagionali significative, l'analisi della corrente è stata eseguita solo su base annuale.

Nel presente documento si sono comunque riportati, per completezza e come termini di paragone, anche i risultati delle analisi relative agli eventi estremi utilizzate per la progettazione delle opere mobili.

- Lido S. Nicolò (Lat. 45°25'34"N, Long. 12°22'55"E), relativamente al periodo Novembre 1951 - Luglio 1977 (Fig. 2.2)

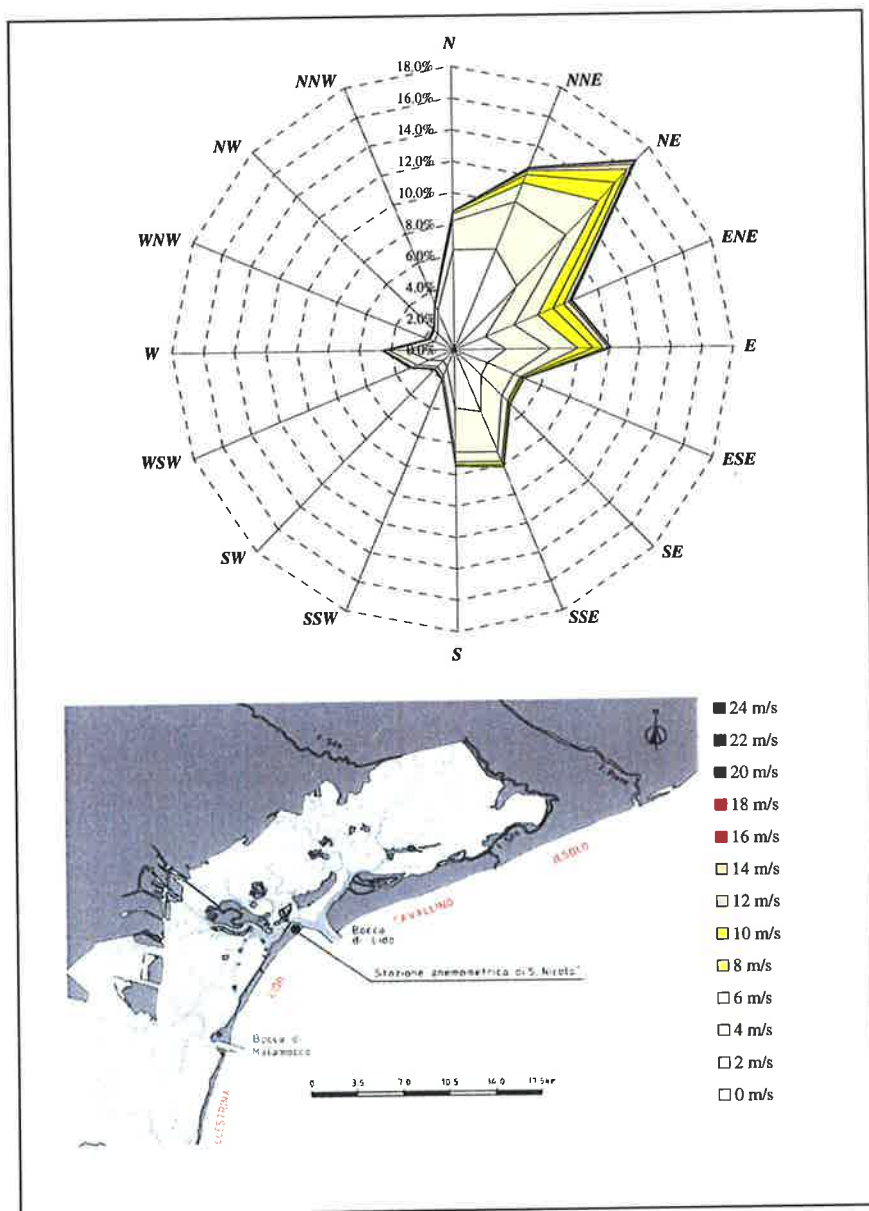


FIG. 2.2 DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DEL VENTO MISURATO A LIDO S. NICOLÒ (1951-1977)

Le due serie di dati risultano in buon accordo tra loro come evidenziato nelle figure sopra citate e nelle seguenti tabelle che riportano la distribuzione direzionale della velocità del vento suddivisa in classi di ampiezza pari a 2 m/s, ogni 22.5°.

Si osserva che i venti prevalenti appartengono al 1° quadrante con maggiori concentrazioni dalla direzione di NE corrispondente alla Bora.

Dir	VELOCITA' VENTO (m/s)												Tot.	
	≥ 0	≥ 1	≥ 3	≥ 5	≥ 7	≥ 9	≥ 11	≥ 13	≥ 15	≥ 17	≥ 19	≥ 21		≥ 23
	< 1	< 3	< 5	< 7	< 9	< 11	< 13	< 15	< 17	< 19	< 21	< 23		< 25
N	1.07	3.11	2.51	1.15	0.60	0.24	0.13	0.04	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00	8.91
NNE	0.72	2.81	3.35	2.35	1.43	0.79	0.38	0.19	0.15	0.08	0.03	0.01	0.00	12.30
NE	0.57	3.04	3.84	2.61	1.52	1.03	0.74	0.46	0.32	0.21	0.08	0.02	0.00	14.43
ENE	0.42	1.62	2.10	1.63	1.09	0.69	0.47	0.33	0.18	0.10	0.03	0.01	0.00	8.67
E	0.38	1.50	1.44	0.97	0.46	0.35	0.13	0.08	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	5.37
ESE	0.31	1.42	1.42	0.71	0.29	0.12	0.06	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	4.44
SE	0.44	1.86	2.17	1.08	0.41	0.15	0.03	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	6.25
SSE	0.36	1.63	1.81	0.93	0.31	0.13	0.05	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	5.24
S	0.33	1.78	1.65	0.78	0.28	0.13	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.97
SSW	0.33	1.09	0.88	0.46	0.19	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.03
SW	0.48	1.50	1.10	0.57	0.29	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05
WSW	0.39	1.39	1.15	0.62	0.27	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.92
W	0.47	2.02	1.94	0.74	0.19	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.41
WNW	0.44	1.61	1.36	0.39	0.09	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.82
NW	0.63	1.90	1.27	0.29	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20
NNW	0.78	2.63	1.27	0.23	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
Tot. Parz.	8.12	30.88	29.22	15.48	7.56	3.95	2.13	1.20	0.78	0.46	0.18	0.04	0.01	100.00
Tot. Cum.	8.12	39.00	68.22	83.70	91.26	95.21	97.34	98.53	99.32	99.77	99.95	100.0	100.0	

TAB. 2.1 DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DEL VENTO MISURATO ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA (1988-2003)

Dir	VELOCITA' VENTO (m/s)												Tot.	
	≥ 0	≥ 1	≥ 3	≥ 5	≥ 7	≥ 9	≥ 11	≥ 13	≥ 15	≥ 17	≥ 19	≥ 21		≥ 23
	< 1	< 3	< 5	< 7	< 9	< 11	< 13	< 15	< 17	< 19	< 21	< 23		< 25
N	0.40	5.95	1.85	0.43	0.14	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.82
NNE	0.23	6.68	3.28	1.30	0.56	0.26	0.13	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	12.52
NE	0.14	5.54	4.51	3.01	1.65	1.12	0.51	0.22	0.10	0.03	0.01	0.01	0.00	16.85
ENE	0.07	2.08	1.96	1.65	1.09	0.72	0.36	0.13	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	8.15
E	0.10	3.17	2.88	1.75	1.01	0.68	0.33	0.14	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	10.15
ESE	0.03	2.23	1.72	0.49	0.13	0.10	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	4.81
SE	0.05	2.32	1.83	0.51	0.16	0.08	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.97
SSE	0.11	4.19	2.78	0.65	0.22	0.11	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	8.11
S	0.09	3.65	2.79	0.63	0.20	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.43
SSW	0.05	1.13	0.61	0.18	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.03
SW	0.04	0.94	0.52	0.20	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78
WSW	0.06	1.70	0.78	0.34	0.10	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.02
W	0.07	2.94	1.09	0.31	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.54
WNW	0.09	1.27	0.29	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76
NW	0.07	1.37	0.28	0.08	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83
NNW	0.15	2.53	0.41	0.09	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.23
Tot. Parz.	1.74	47.69	27.67	11.68	5.52	3.28	1.46	0.58	0.26	0.07	0.03	0.01	0.00	100.00
Tot. Cum.	1.74	49.43	77.10	88.78	94.30	97.58	99.04	99.63	99.88	99.95	99.99	100.0	100.0	

TAB. 2.2 DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DEL VENTO MISURATO A LIDO S. NICOLÒ (1951-1977)

Per quanto riguarda gli eventi con velocità superiore ai 10 m/s si osserva che questi risultano sensibilmente maggiori nella stazione in mare aperto (circa il 4%) rispetto a quelli registrati nella stazione litoranea (circa 2.5%).

I dati registrati alla Piattaforma Acqua Alta sono stati ulteriormente analizzati per individuare le frequenze di accadimento su base mensile dei valori della velocità del

vento superiori a 5 e 10 m/s. I risultati sono riportati in Tab. 2.3 e Fig. 2.3.

Mese	Vv >= 5 m/s		Vv >= 10 m/s	
	% dati al mese	N° ore al mese	% dati al mese	N° ore al mese
Gennaio	32.8%	244	9.3%	69
Febbraio	27.6%	205	7.2%	54
Marzo	29.6%	220	5.3%	39
Aprile	38.6%	287	6.0%	44
Maggio	29.8%	222	2.7%	20
Giugno	28.4%	211	3.1%	23
Luglio	28.1%	209	3.6%	27
Agosto	26.9%	200	4.7%	35
Settembre	32.1%	239	5.4%	40
Ottobre	35.0%	261	7.6%	57
Novembre	38.0%	283	11.2%	84
Dicembre	37.0%	275	11.7%	87

TAB. 2.3 DISTRIBUZIONE SU BASE MENSILE DELLE MISURE REGISTRATE ALLA PIATTAFORMA CON Vv > 5 M/S E 10 M/S (PERIODO GEN. 88 - DIC. 03)

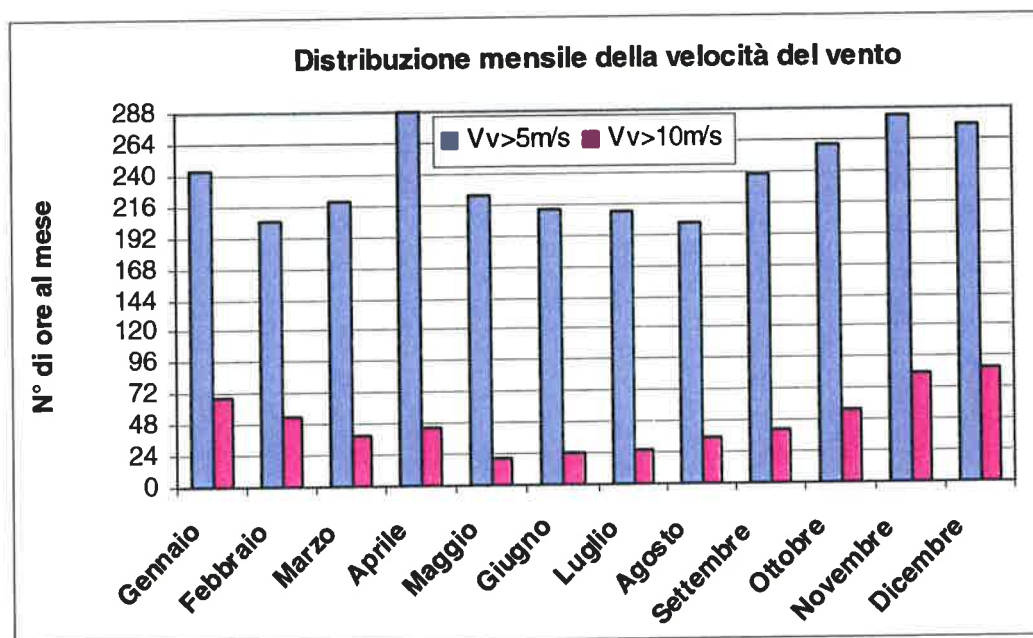


FIG. 2.3 DISTRIBUZIONE SU BASE MENSILE DELLE MISURE REGISTRATE ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA CON Vv > 5 M/S E 10 M/S (PER. GEN. 88 - DIC. 03)

Un'altra informazione utile che può essere dedotta dalle misure eseguite in natura

riguarda la persistenza stagionale degli eventi sopra una certa soglia e dei periodi di calma.

Nella seguente figura si riporta la distribuzione direzionale su base stagionale della velocità del vento al picco dell'evento, per gli eventi che hanno superato il valore $V_v = 10$ m/s per almeno 6 ore, e la loro durata con riferimento ai valori di soglia di 10 e 15 m/s.

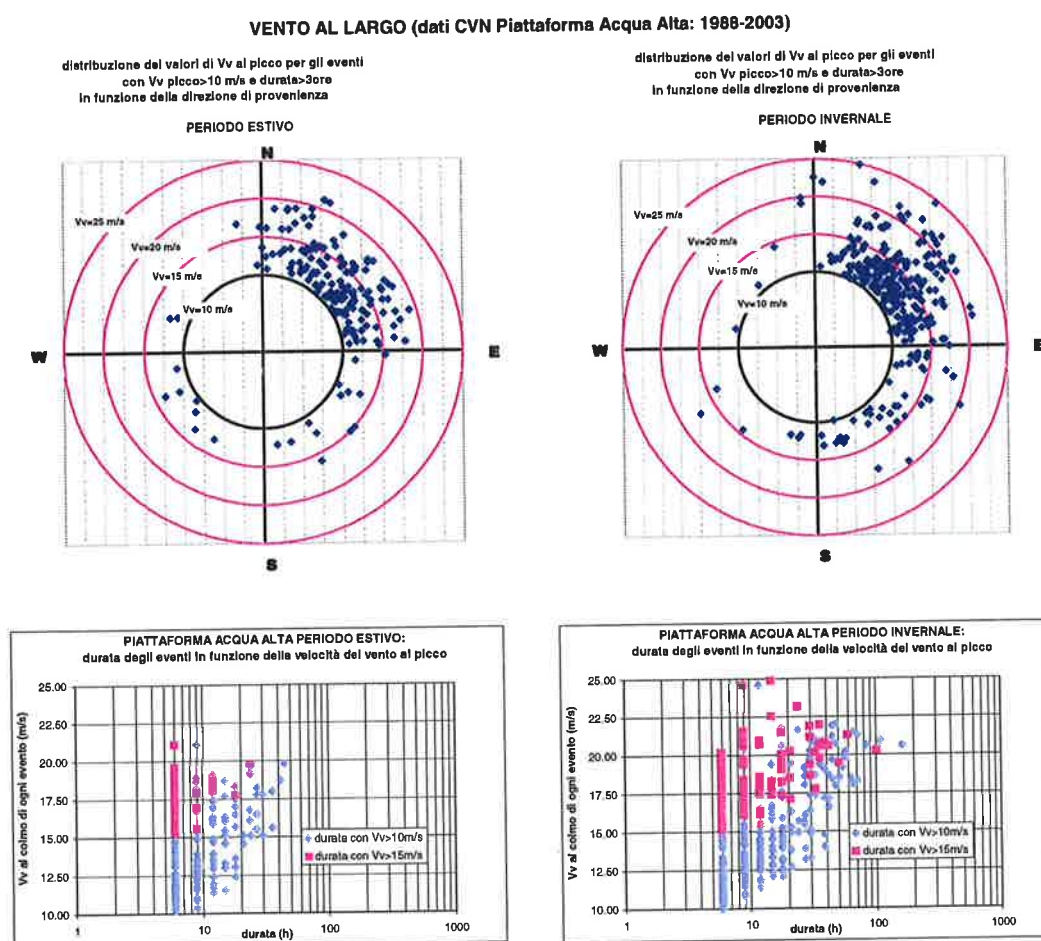


FIG. 2.4 DISTRIBUZIONE DIREZIONALE SU BASE STAGIONALE DEL VALORE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO AL PICCO PER GLI EVENTI CON V_v AL PICCO > 10 m/s E LORO DURATA ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA

La Tab. 2.4 riporta invece la persistenza media degli eventi sopra i 10 e i 15 m/s.

soglia Vv (m/s)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
10	12	6	2	1	1	0	0
15	2	1	0	0	0	0	0

soglia Vv (m/s)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
10	20	13	7	4	4	2	1
15	6	4	2	1	1	0	0

TAB. 2.4 PERSISTENZA DELLE TEMPESTE ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA

Si osserva che gli eventi più importanti, sia in termini di massima velocità del vento raggiunta che in termini di durata, si sono verificati nel periodo invernale e che comunque appartengono al settore di bora.

Per quanto riguarda la persistenza delle calme invece non si osservano particolari differenze stagionali. In Fig. 2.5 si riporta la persistenza media annuale delle calme di vento: il numero degli eventi caratterizzati da una velocità del vento inferiore ai 10 m/s risulta pari a 87, di cui il 50% circa hanno una durata minima di un giorno e mezzo.

soglia Vv (m/s)	durata in giorni					
	>0	>0.5	>1	>2	>4	>8
5.0	278	112	61	27	9	1
10.0	87	63	51	38	24	12

Persistenza delle calme
numero medio di eventi nell'anno con Vv < valore di soglia

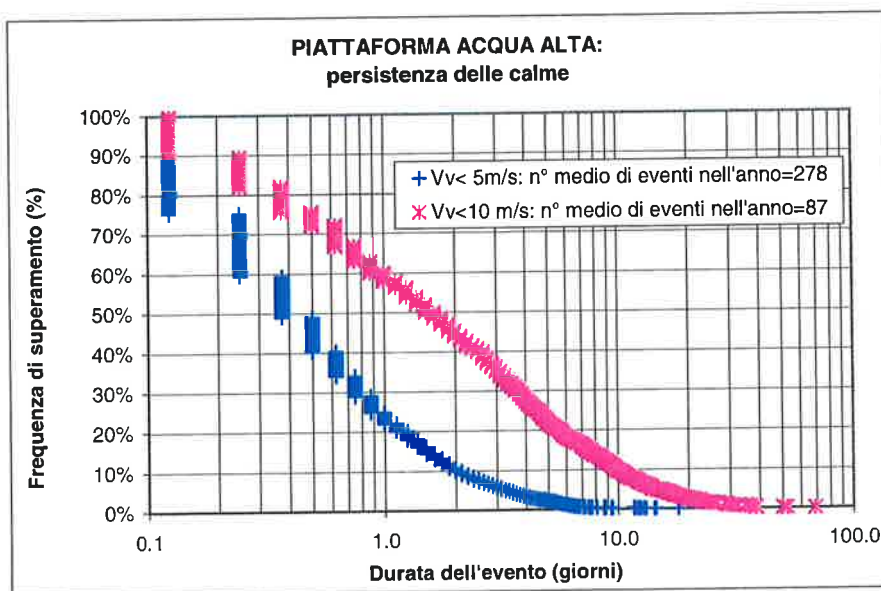


FIG. 2.5 PERSISTENZA DELLE CALME DI VENTO ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA

Statistica degli eventi estremi

La statistica degli eventi estremi è stata dedotta applicando il metodo di Gumbel ai valori massimi annuali registrati nelle due stazioni: i valori ottenuti sono illustrati in Fig. 2.6.

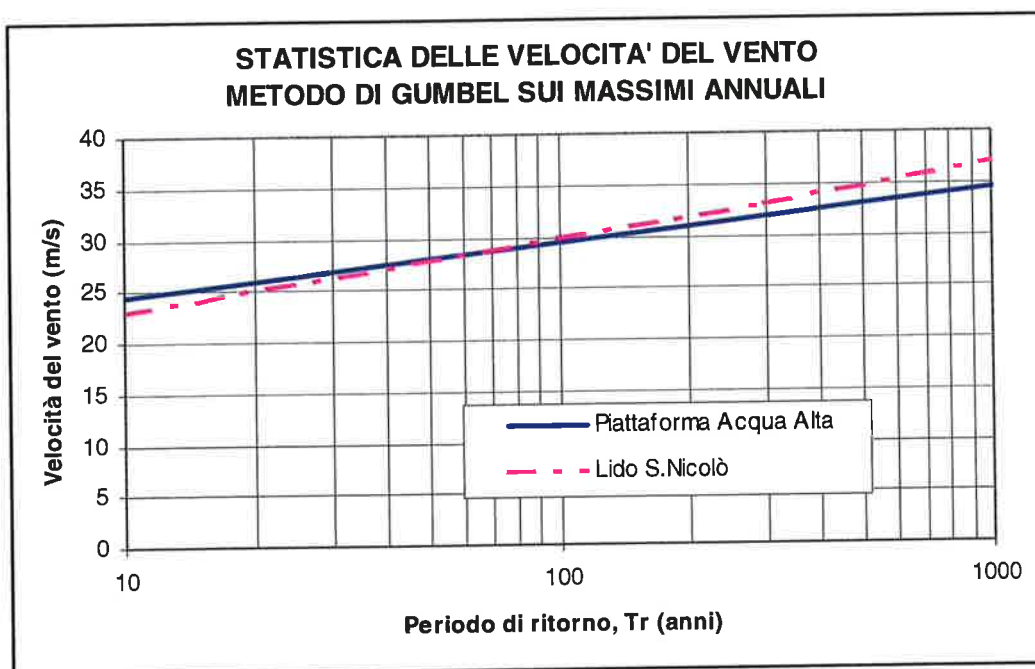



FIG. 2.6 VALORI ESTREMI DEL VENTO DEDOTTI DAI DATI MISURATI NELLE DUE STAZIONI ANEMOMETRICHE

Si assumono i seguenti valori estremi della velocità del vento:

Tr (anni)	10	100	300	1000
Velocità vento (m/s)	25.0	30.0	33.0	37.0

TAB. 2.5 VALORI ESTREMI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 12
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

3. MOTO ONDOSO

3.1. Moto ondoso al largo

Le caratteristiche del moto ondoso al largo in condizioni estreme sono state analizzate dettagliatamente nella Relazione Meteomarina e Morfologica allegata al Progetto definitivo degli interventi alle bocche lagunari per la regolazione dei flussi di marea e successive revisioni. In questa sede si approfondiscono le analisi relative alle misure direzionali di moto ondoso in corrispondenza della Piattaforma Acqua Alta del CNR (Lat. 45°18'48"N, Long. 12°30'54"E), situata a circa 8 miglia dalla costa su fondali di 17 m. In questa stazione sono state effettuate le prime misure di moto ondoso dal CNR, poi proseguite dal Consorzio Venezia Nuova.

Il clima del moto ondoso è stato dedotto dalle misure direzionali eseguite dal Consorzio Venezia Nuova nel periodo da Ottobre 1987 a Dicembre 2003, mediante un sensore acustico abbinato ad un correntometro elettromagnetico.

Nella Tab. 3.1 è riportata la distribuzione direzionale del moto ondoso suddivisa in classi di altezza d'onda di 0.5 m per settori di 10° di ampiezza, relativa all'intero periodo di osservazione. Si osserva che gli eventi di calma, caratterizzati da un valore dell'altezza d'onda significativa inferiore a 0.25 m, sono il 38%, quelli con altezza superiore al metro sono circa il 11%, mentre l'1.4% delle registrazioni presenta valori superiori ai 2.0 m.

Il relativo diagramma polare, depurato degli eventi di calma, è rappresentato in Fig. 3.1 si osserva che gli eventi di Bora sono centrati sulla direzione 60°N, mentre quelli di Scirocco sui 140°N.

Hs (m)	≥ 0	≥ 0.25	≥ 0.75	≥ 1.25	≥ 1.75	≥ 2.25	≥ 2.75	≥ 3.25	≥ 3.75	≥ 4.25	Tot.
DIREZIONE °N	< 0.25	< 0.75	< 1.25	< 1.75	< 2.25	< 2.75	< 3.25	< 3.75	< 4.25	< 4.75	
0	0.65	0.79	0.22	0.13	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	1.88
10	0.74	1.18	0.42	0.19	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63
20	1.02	1.03	0.27	0.14	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	2.52
30	0.78	1.02	0.26	0.13	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27
40	1.01	1.74	0.45	0.14	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	3.39
50	1.38	2.27	0.93	0.41	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	5.14
60	1.23	2.35	1.07	0.63	0.31	0.11	0.02	0.00	0.00	0.00	5.71
70	1.07	2.22	1.02	0.55	0.29	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00	5.31
80	1.71	2.47	0.71	0.35	0.15	0.09	0.03	0.00	0.00	0.00	5.51
90	1.47	2.04	0.60	0.26	0.08	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	4.48
100	1.14	1.69	0.45	0.15	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	3.51
110	1.40	1.92	0.51	0.12	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	4.01
120	1.66	2.70	0.86	0.25	0.08	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	5.56
130	1.90	2.93	1.12	0.35	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	6.42
140	2.53	3.54	0.83	0.20	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	7.21
150	3.11	3.58	0.48	0.11	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	7.37
160	2.02	2.31	0.29	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.73
170	1.29	1.05	0.14	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.53
180	0.70	0.66	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46
190	0.66	0.82	0.12	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64
200	0.85	0.77	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71
210	0.61	0.65	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34
220	0.69	0.66	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44
230	0.93	0.48	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49
240	0.74	0.34	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13
250	0.71	0.30	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04
260	0.84	0.31	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17
270	0.67	0.29	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
280	0.44	0.17	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62
290	0.30	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46
300	0.28	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42
310	0.39	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54
320	0.56	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71
330	0.65	0.24	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91
340	0.63	0.32	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98
350	0.93	0.70	0.11	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78
Tot. Parz.	37.66	44.06	11.39	4.42	1.68	0.58	0.17	0.03	0.00	0.00	100.00
Tot. Cum.	37.66	81.72	93.11	97.53	99.21	99.79	99.96	100.00	100.00	100.00	

DATI PTF CNR DA OTTOBRE 1987 A DICEMBRE 2003: 40388 dati

TAB. 3.1 STATISTICA DIREZIONALE DEL MOTO ONDOSO ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA (DATI TRIORARI OTT. 1987 - DIC. 2003)

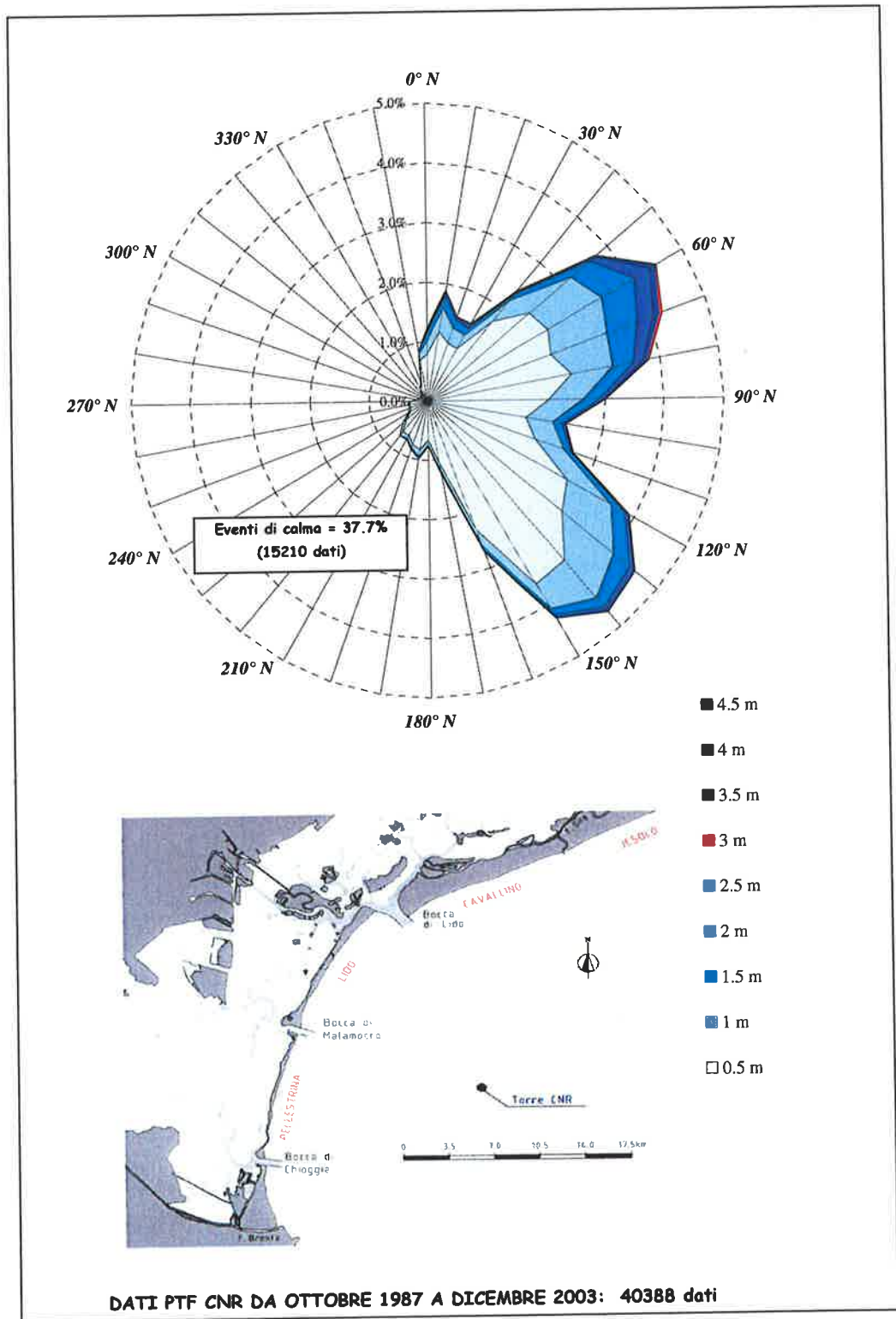


FIG. 3.1 CLIMA DEL MOTO ONDOSO ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA DEDOTTO DALLE MISURE ESEGUITE NEL PERIODO OTT. 1987 - DIC. 2003

La Fig. 3.2 riporta la probabilità di non superamento delle diverse classi di altezza significativa e la loro interpolazione nel piano di Weibull: l'altezza d'onda con periodo di ritorno annuale risulta pari a 3.4 m, quelle con periodo di ritorno di 5 e 10 anni risultano rispettivamente pari a 4.0 e 4.3 m. Questi ultimi due valori in via cautelativa sono stati incrementati del 10%, pertanto nel progetto delle opere alle bocche si assumono i seguenti valori delle altezze d'onda al largo della costa:

Tr = 5 anni Hs = 4.4 m

Tr = 10 anni Hs = 4.7 m

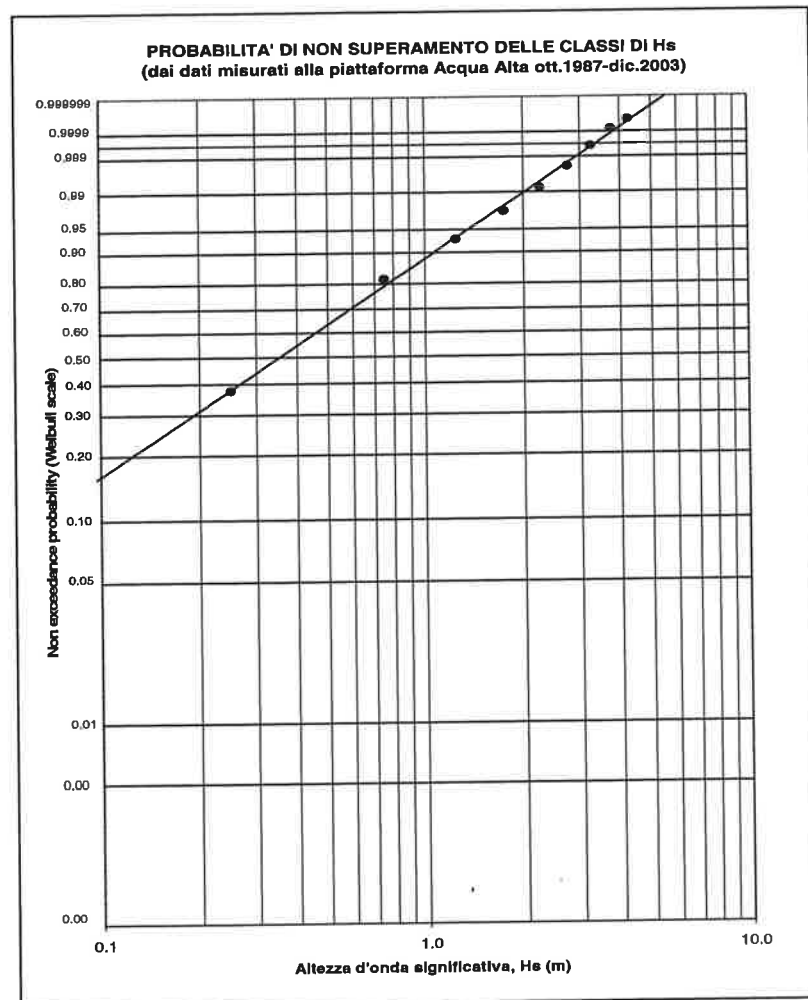


FIG. 3.2 PROBABILITÀ DI NON SUPERAMENTO DELL' ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA (OTT. 1987 – DIC. 2003)

Limitando l'analisi delle registrazioni a valori di Hs superiori ad 1.0 m e definendone la frequenza di accadimento su base mensile, le mareggiate risultano più frequenti nel periodo autunnale ed invernale, come evidenziato in Tab. 3.2 e Fig. 3.3.

Mese	% dati al mese	N° ore al mese
Gennaio	17.22	128
Febbraio	9.98	68
Marzo	11.02	82
Aprile	11.51	83
Maggio	6.07	45
Giugno	5.28	38
Luglio	3.96	29
Agosto	3.75	28
Settembre	7.85	57
Ottobre	16.88	126
Novembre	18.73	135
Dicembre	18.09	135

TAB. 3.2 DISTRIBUZIONE SU BASE MENSILE DEGLI EVENTI REGISTRATI ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA CON Hs>1.0 M (PERIODO OTT. 87 – DIC. 00)

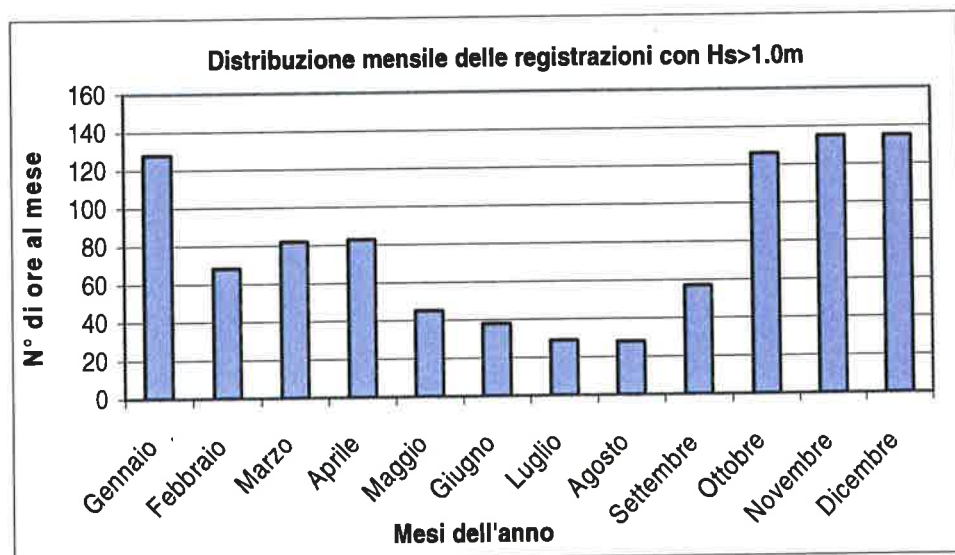



FIG. 3.3 DISTRIBUZIONE SU BASE MENSILE DEGLI EVENTI REGISTRATI ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA CON Hs>1.0 M (PERIODO OTT. 87 – DIC. 00)

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 17
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

Per stabilire la correlazione tra altezza d'onda e periodo si sono utilizzate le registrazioni effettuate dal CVN alla Piattaforma Acqua Alta ed i risultati ottenuti con il modello numerico *Hiswa*, suddividendo i dati nei due settori principali di Bora e Scirocco. Tale suddivisione si rende necessaria poiché, soprattutto nei confronti del periodo, le onde provenienti dai due settori hanno caratteristiche molto differenti: per il settore di Bora, pur essendo presenti venti particolarmente intensi, il periodo è limitato dal fetch e dai bassi fondali; per il settore di Scirocco si riscontrano invece periodi più elevati legati alle mareggiate estreme che si generano nell'Adriatico centrale su alti fondali e che, propagandosi verso il litorale veneziano, mantengono pressoché invariato il periodo riducendosi in altezza per l'attrito sul fondo.

Poiché le registrazioni si riferiscono ad onde con altezza significativa inferiore ai 4.0 m, per i valori estremi si sono utilizzati i risultati del modello *Hiswa*. Occorre osservare che i risultati del modello sono prossimi al limite inferiore dei periodi per ciascuna classe di altezza d'onda. Infatti per Bora corrispondono al picco della mareggiata che, per la limitazione dei fondali e avendo considerato eventi estremi, non sono lontani dal limite di frangimento.

Per Scirocco i risultati dipendono dal valore del periodo che è stato associato all'onda al contorno del modello: essendo stati utilizzati i valori inferiori dei periodi registrati alla stazione dell' ENEL ubicata in prossimità di Punta della Maestra (condizione che risulta cautelativa per l'analisi delle onde estreme di Scirocco) anche alla Piattaforma tali valori sono rappresentativi della fascia inferiore.

In Fig. 3.4 sono riportate le correlazioni tra periodo e altezza d'onda desunte dalle misure dirette, e dai risultati del modello *Hiswa*.

Per le onde al largo vengono assunte le seguenti relazioni:

- settore di Bora: $T_p = 4.0 \sqrt{H_s}$
- settore di Scirocco: $T_p = 4.5 \sqrt{H_s}$

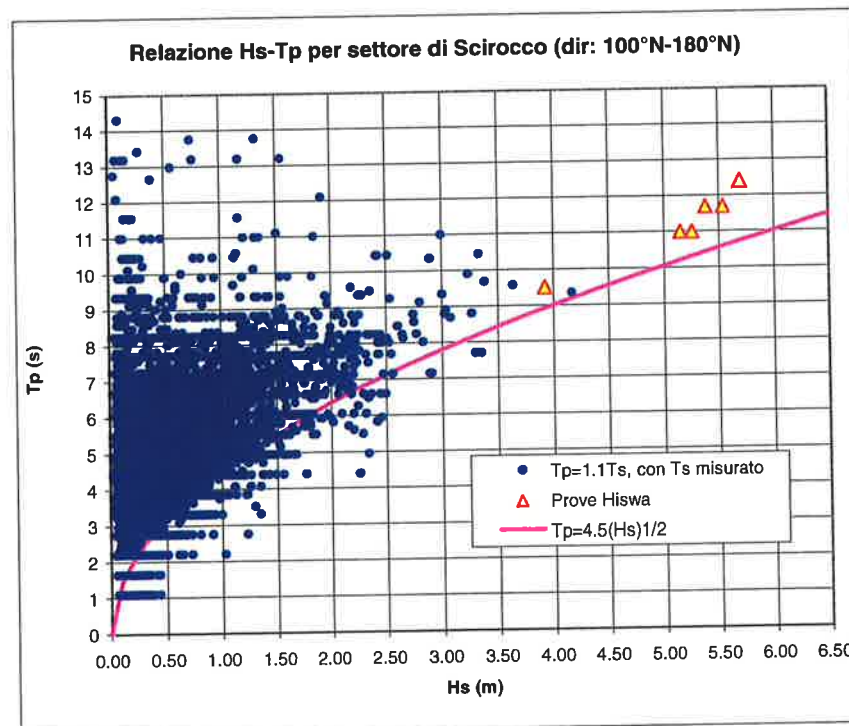
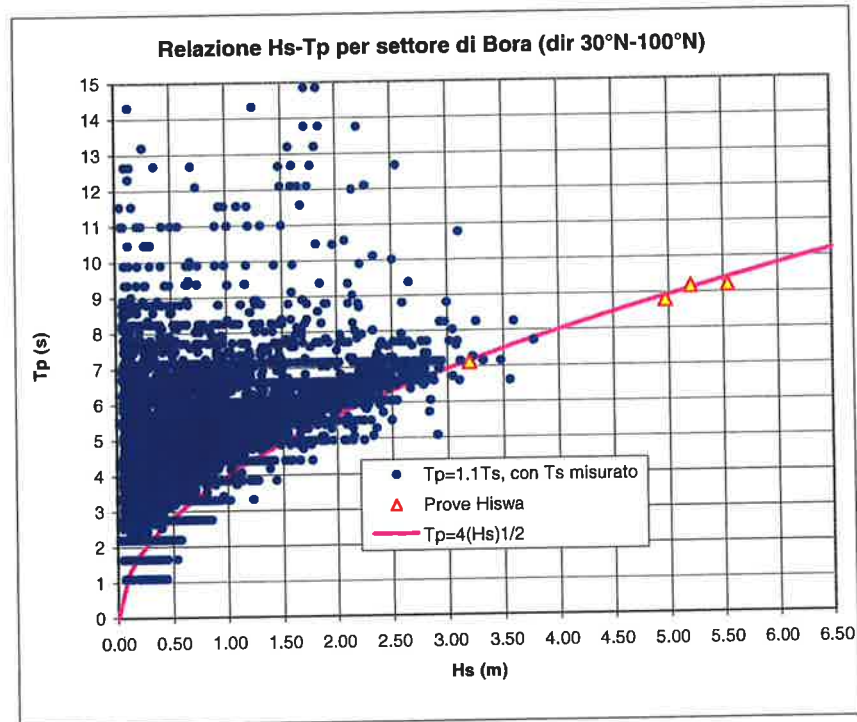


FIG. 3.4 RELAZIONE TRA PERIODO E ALTEZZA D'ONDA ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA

Un'altra informazione utile che può essere dedotta dalle misure eseguite in natura riguarda la persistenza stagionale delle mareggiate e dei periodi di calma.

Nella seguente figura si riporta la distribuzione direzionale su base stagionale delle altezze d'onda al picco per le mareggiate che hanno superato il valore $H_s = 1.0$ m per almeno 6 ore e la loro durata con riferimento ai valori di soglia di 1.0 e 2.0 m.

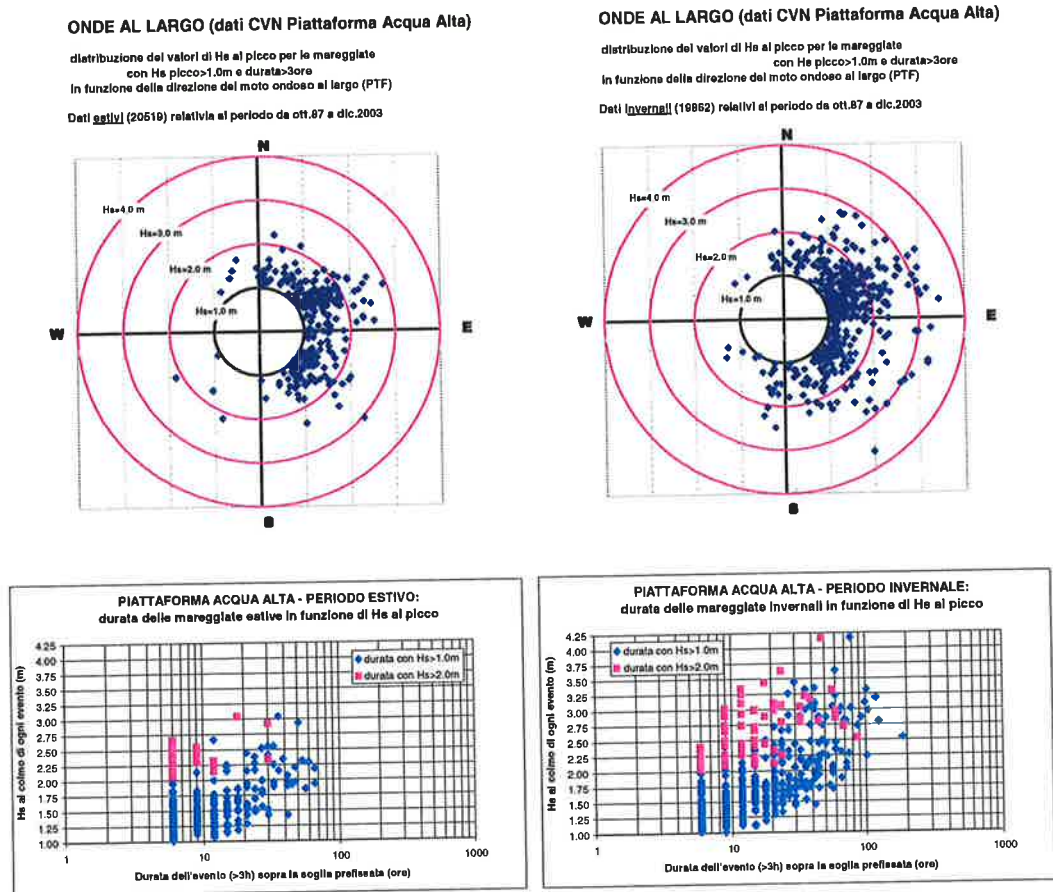


FIG. 3.5 DISTRIBUZIONE DIREZIONALE SU BASE STAGIONALE DEL VALORE DELL'ALTEZZA D'ONDA AL PICCO PER GLI EVENTI CON H_s AL PICCO > 1.0M E LORO DURATA AL LARGO

La Tab. 3.3 riporta la persistenza media delle mareggiate con H_s al picco maggiore di 1.0 e 2.0 m.

Persistenza delle mareggiate
numero medio di eventi d'estate con Hs al picco >= valore di soglia

soglia Hs (m)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
1.00	19	12	6	3	2	1	0
2.00	1	1	0	0	0	0	0

Persistenza delle mareggiate
numero medio di eventi d'inverno con Hs al picco >= valore di soglia

soglia Hs (m)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
1.00	32	24	15	10	7	4	2
2.00	6	5	3	2	1	1	0

TAB. 3.3 PERSISTENZA DELLE MAREGGIATE ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA

Si osserva che le mareggiate più importanti, sia in termini di altezza d'onda raggiunta che per la loro persistenza al di sopra di una determinata soglia, si verificano nel periodo invernale.

Per quanto riguarda la persistenza delle calme invece non si osservano particolari differenze stagionali. Come mostra la Fig. 3.6, il 50% degli eventi per cui Hs si mantiene inferiore ad 1.0 m ha una durata minima di 1 giorno e mezzo.

soglia Hs (m)	durata in giorni					
	>0	>0.5	>1	>2	>4	>8
1.00	93	68	54	39	23	11
2.00	44	35	28	23	17	11

Persistenza delle calme
numero medio di eventi nell'anno con Hs < valore di soglia

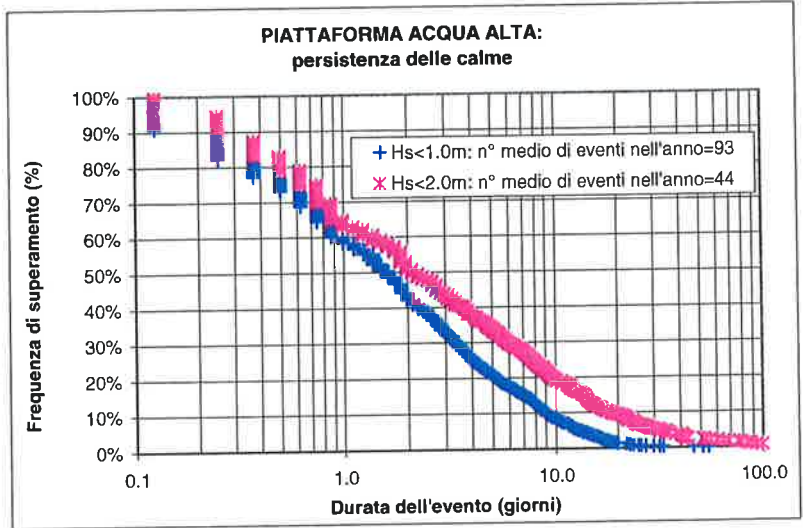
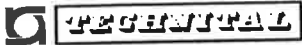


FIG. 3.6 PERSISTENZA DELLE CALME ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA

Statistica combinata dei valori estremi di onde e livelli

I valori estremi dell'altezza d'onda al largo sono state definiti sulla base dei risultati delle simulazioni eseguite con il modello di rifrazione spettrale *Hiswa*

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 21
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

applicato all'intero Nord Adriatico. Tuttavia i valori estremi di altezza d'onda (H_s) e di livello del mare (h) non possono essere evidentemente considerati indipendenti (nel qual caso la probabilità combinata potrebbe essere calcolata semplicemente moltiplicando le probabilità disgiunte) ma, d'altra parte, non si può nemmeno ipotizzare una dipendenza lineare, per cui alle massime altezze siano sempre corrispondenti i massimi livelli (caso teorico nel quale la probabilità combinata sarebbe esattamente corrispondente al valore inferiore tra le due probabilità disgiunte).

Lo studio della statistica combinata è stato svolto con l'obiettivo di individuare coppie di valori H_s - h caratterizzate dalla stessa probabilità di superamento o periodo di ritorno: queste coppie individuano una curva di equiprobabilità nel piano H_s - h che, in corrispondenza dei due assi, converge ai valori di H_s ed h individuati con le statistiche disgiunte degli estremi.

Essendo nota la componente astronomica, è stata ricostruita la correlazione tra il sovrizzo di tempesta (marea meteorologica) e l'altezza d'onda. Ipotizzando per ciascuna classe di altezza d'onda una distribuzione dei livelli attorno al valore medio di tipo gaussiano e sommando alla componente meteorologica del livello quella astronomica, è stato quindi possibile effettuare una valutazione di massima della probabilità condizionata al superamento di determinate soglie di livello. A favore di sicurezza, per la componente astronomica si è considerata una sopraelevazione di 50 cm (corrispondente alle maree di sizigie).

I valori di probabilità combinata sono presentati nella seguente figura.

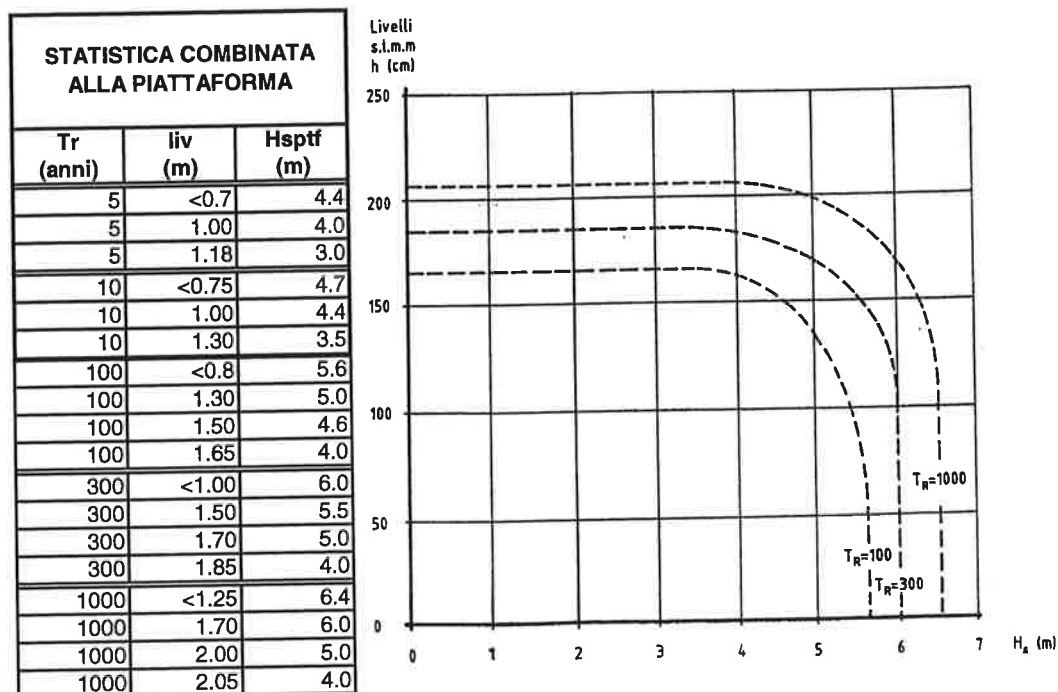


FIG. 3.7 STATISTICA COMBINATA ALTEZZE D'ONDA (H_s) E LIVELLI DEL MARE (h) ALLA PIATTAFORMA ACQUA ALTA

3.2. Moto ondoso alla barriera di Chioggia

Alla bocca di Chioggia sono state eseguite misure dirette di moto ondoso mediante un sensore acustico subacqueo posizionato in prossimità dell'estremo sud della futura ubicazione della barriera nel periodo dall'Ottobre 1987 al Dicembre 1994.

Sulla base di tali misure è possibile valutare la riduzione subita dal moto ondoso dal largo (in corrispondenza della Piattaforma Acqua Alta), all'interno della bocca. Come illustrato in Fig. 3.8, in condizioni ricorrenti di moto ondoso si ha una riduzione mediamente pari al 50%, arrivando in alcuni casi a valori pari all'80%. I valori di $H_s > 1.75$ m sono stati misurati per eventi provenienti dal settore di scirocco (dir alla piattaforma $> 90^\circ N$).

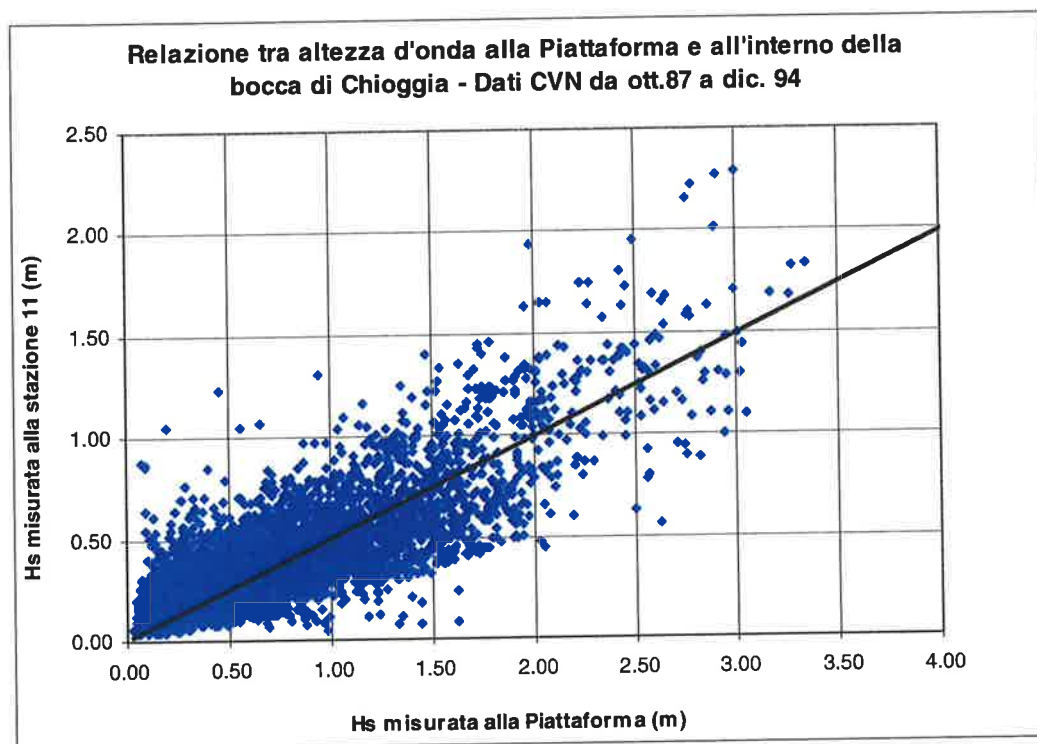


FIG. 3.8 RIDUZIONE DELL'ALTEZZA D'ONDA DAL LARGO ALL'INTERNO DELLA BOCCA DI CHIOGGIA

Poiché le prove eseguite su modello fisico hanno evidenziato che il moto ondoso lungo la futura barriera presenta delle concentrazioni proprio sul lato sud, le misure effettuate alla stazione 11 possono considerarsi rappresentative del moto ondoso ricorrente in configurazione attuale nella zona della futura barriera. Una volta ultimata la diga esterna si avrà una sensibile riduzione degli eventi provenienti da scirocco. Sulla base delle misure precedenti alla costruzione della diga l'altezza d'onda con periodo di ritorno annuale risulta pari a 1.90 m.

La Fig. 3.9 illustra la correlazione tra altezza d'onda significativa ed il corrispondente periodo in prossimità della futura ubicazione della barriera.

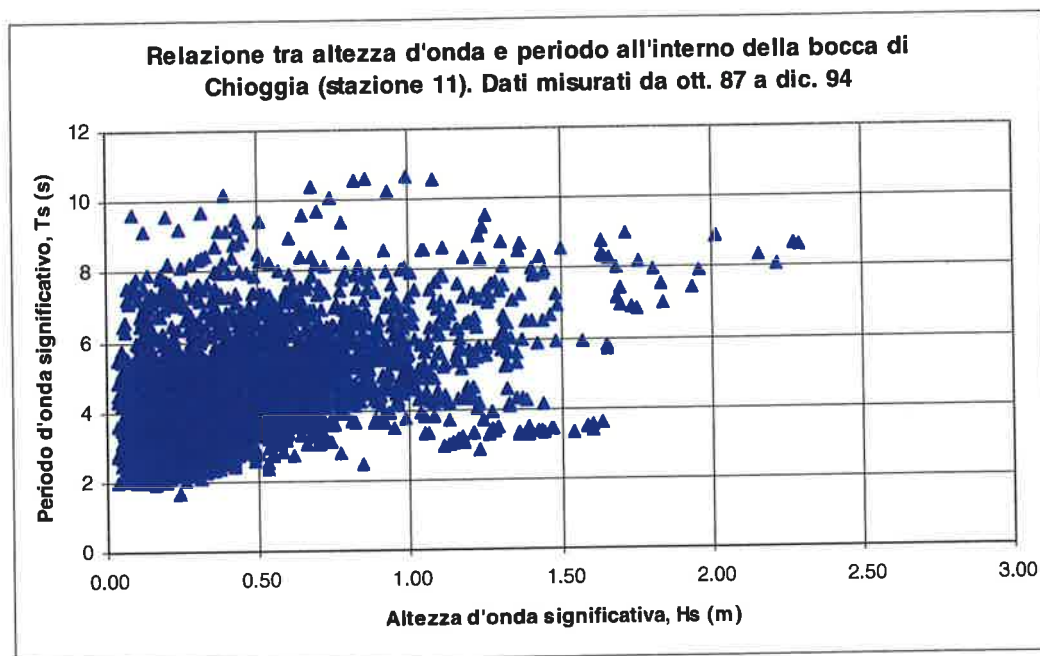


FIG. 3.9 RELAZIONE TRA ALTEZZA D'ONDA E PERIODO ALLA FUTURE BARRIERA DI CHIOGGIA

Nelle tabelle seguenti si riporta la frequenza campionaria congiunta dell'altezza d'onda H_s e del corrispondente periodo T_s , sia per l'intero campione di dati, sia suddividendo il campione in periodo invernale (da Ottobre a Marzo) ed estivo (da Aprile a Settembre).

N° tot dati registrati		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
Hs (m)	≥ 0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Ts (s)	< 0.125	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	≥ 2.125 < 2.375	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	193	386	5	0	0	0	0	0	0	0	584
3	869	4277	197	11	4	15	11	0	0	0	5384
4	254	1431	630	100	31	14	3	1	0	0	2464
5	75	341	395	178	43	9	0	0	0	0	1041
6	13	77	124	88	46	26	4	2	0	0	380
7	9	52	58	36	23	15	6	6	1	0	206
8	4	24	12	17	8	8	6	7	1	2	89
9	0	5	9	1	4	4	1	2	1	2	29
10	1	2	1	4	1	1	0	0	0	0	10
11	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
Tot. Parz.	1418	6595	1431	437	162	92	31	18	3	4	10191
Tot. Cum.		8013	9444	9881	10043	10135	10166	10184	10187	10191	

% dati registrati		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
Hs (m)	≥ 0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Ts (s)	< 0.125	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	≥ 2.125 < 2.375	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.89	3.79	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.73
3	8.53	41.97	1.93	0.11	0.04	0.15	0.11	0.00	0.00	0.00	52.83
4	2.49	14.04	6.18	0.98	0.30	0.14	0.03	0.01	0.00	0.00	24.18
5	0.74	3.35	3.88	1.75	0.42	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	10.21
6	0.13	0.76	1.22	0.86	0.45	0.26	0.04	0.02	0.00	0.00	3.73
7	0.09	0.51	0.57	0.35	0.23	0.15	0.06	0.06	0.01	0.00	2.02
8	0.04	0.24	0.12	0.17	0.08	0.08	0.06	0.07	0.01	0.02	0.87
9	0.00	0.05	0.09	0.01	0.04	0.04	0.01	0.02	0.01	0.02	0.28
10	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
11	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Tot. Parz.	13.91	64.71	14.04	4.29	1.59	0.90	0.30	0.18	0.03	0.04	100
Tot. Cum.		78.63	92.67	96.96	98.55	99.45	99.75	99.93	99.96	100.00	
% sup		21.37	7.33	3.04	1.45	0.55	0.25	0.07	0.04	0.00	

N° ore all'anno		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
Hs (m)	≥ 0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Ts (s)	< 0.125	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	≥ 2.125 < 2.375	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	166	332	4	0	0	0	0	0	0	0	502
3	747	3676	169	9	3	13	9	0	0	0	4628
4	218	1230	542	86	27	12	3	1	0	0	2118
5	64	293	340	153	37	8	0	0	0	0	895
6	11	66	107	76	40	22	3	2	0	0	327
7	8	45	50	31	20	13	5	5	1	0	177
8	3	21	10	15	7	7	5	6	1	2	77
9	0	4	8	1	3	3	1	2	1	2	25
10	1	2	1	3	1	1	0	0	0	0	9
11	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	3
Tot. Parz.	1219	5669	1230	376	139	79	27	15	3	3	8760
Tot. Cum.		6888	8118	8494	8633	8712	8739	8754	8757	8760	
sup		1872	642	266	127	48	21	6	3	0	

Elaborazione misure alla stazione 11 (ott. 1987- dic. 1994)

 TAB. 3.4 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI CHIOGGIA -
STATISTICA ANNUALE

N° tot dati registrati in inverno		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	151	217	3	0	0	0	0	0	0	0	371
3	672	2213	100	10	4	15	11	0	0	0	3025
4	202	892	372	66	23	13	3	1	0	0	1572
5	70	246	256	132	36	9	0	0	0	0	749
6	13	69	94	70	36	23	4	2	0	0	311
7	9	49	55	31	17	14	6	6	1	0	188
8	4	24	12	13	7	8	6	7	1	2	84
9	0	5	9	1	3	4	1	2	1	2	28
10	1	2	1	4	1	1	0	0	0	0	10
11	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
Tot. Parz.	1122	3717	902	329	129	87	31	18	3	4	6342
Tot. Cum.		4839	5741	6070	6199	6286	6317	6335	6338	6342	

% dati registrati in inverno		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.38	3.42	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.85
3	10.60	34.89	1.58	0.16	0.06	0.24	0.17	0.00	0.00	0.00	47.70
4	3.19	14.06	5.87	1.04	0.36	0.20	0.05	0.02	0.00	0.00	24.79
5	1.10	3.88	4.04	2.08	0.57	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	11.81
6	0.20	1.09	1.48	1.10	0.57	0.36	0.06	0.03	0.00	0.00	4.90
7	0.14	0.77	0.87	0.49	0.27	0.21	0.09	0.09	0.02	0.00	2.96
8	0.06	0.38	0.19	0.20	0.11	0.13	0.09	0.11	0.02	0.03	1.32
9	0.00	0.08	0.14	0.02	0.05	0.06	0.02	0.03	0.02	0.03	0.44
10	0.02	0.03	0.02	0.06	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
11	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
Tot. Parz.	17.69	58.61	14.22	5.19	2.03	1.37	0.49	0.28	0.05	0.06	100
Tot. Cum.		76.30	90.52	95.71	97.75	99.12	99.61	99.89	99.94	100.00	
% sup		23.70	9.48	4.29	2.25	0.88	0.39	0.11	0.06	0.00	

N° ore all'anno in inverno		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	104	150	2	0	0	0	0	0	0	0	256
3	464	1528	69	7	3	10	8	0	0	0	2089
4	140	616	257	46	16	9	2	1	0	0	1086
5	48	170	177	91	25	6	0	0	0	0	517
6	9	48	65	48	25	16	3	1	0	0	215
7	6	34	38	21	12	10	4	4	1	0	130
8	3	17	8	9	5	6	4	5	1	1	58
9	0	3	6	1	2	3	1	1	1	1	19
10	1	1	1	3	1	1	0	0	0	0	7
11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
Tot. Parz.	775	2567	623	227	89	60	21	12	2	3	4380
Tot. Cum.		3342	3965	4192	4281	4341	4363	4375	4377	4380	
sup		1038	415	188	99	39	17	5	3	0	

Elaborazione misure alla stazione 11 (ott. 1987- dic. 1994)

 TAB. 3.5 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI CHIOGGIA -
STATISTICA INVERNALE

N° tot dati registrati in estate		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	42	169	2	0	0	0	0	0	0	0	213
3	197	2064	97	1	0	0	0	0	0	0	2359
4	52	539	258	34	8	1	0	0	0	0	892
5	5	95	139	46	7	0	0	0	0	0	292
6	0	8	30	18	10	3	0	0	0	0	69
7	0	3	3	5	6	1	0	0	0	0	18
8	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	5
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	296	2878	529	108	33	5	0	0	0	0	3849
Tot. Cum.		3174	3703	3811	3844	3849	3849	3849	3849	3849	

% dati registrati in estate		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.09	4.39	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53
3	5.12	53.62	2.52	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.29
4	1.35	14.00	6.70	0.88	0.21	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	23.17
5	0.13	2.47	3.61	1.20	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.59
6	0.00	0.21	0.78	0.47	0.26	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79
7	0.00	0.08	0.08	0.13	0.16	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
8	0.00	0.00	0.00	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. Parz.	7.69	74.77	13.74	2.81	0.86	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	100
Tot. Cum.		82.46	96.21	99.01	99.87	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
% sup		17.54	3.79	0.99	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

N° ore all'anno in estate		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	48	192	2	0	0	0	0	0	0	0	242
3	224	2349	110	1	0	0	0	0	0	0	2684
4	59	613	294	39	9	1	0	0	0	0	1015
5	6	108	158	52	8	0	0	0	0	0	332
6	0	9	34	20	11	3	0	0	0	0	79
7	0	3	3	6	7	1	0	0	0	0	20
8	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	6
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	337	3275	602	123	38	6	0	0	0	0	4380
Tot. Cum.		3612	4214	4337	4374	4380	4380	4380	4380	4380	
sup		768	166	43	6	0	0	0	0	0	

Elaborazione misure alla stazione 11 (ott. 1987- dic. 1994)

 TAB. 3.6 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI CHIOGGIA -
STATISTICA ESTIVA

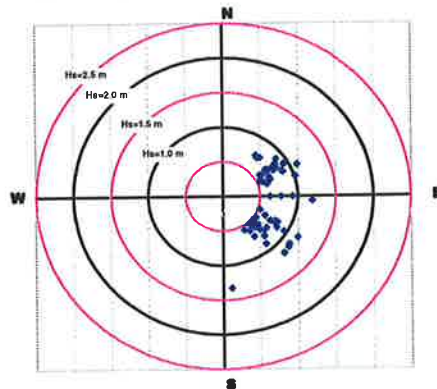
Un'altra informazione utile che può essere dedotta dalle misure eseguite in natura riguarda la persistenza stagionale delle mareggiate e dei periodi di calma.

In Fig. 3.10 si riporta la distribuzione stagionale delle altezze d'onda al picco per le mareggiate che hanno superato il valore $H_s = 0.5$ m per almeno 6 ore in funzione della direzione di provenienza del moto ondoso al largo, mentre la Tab. 3.7 riporta la persistenza delle mareggiate sopra una determinata soglia nella stagione estiva ed in quella invernale.

BARRIERA DI CHIOGGIA (dati della stazione 11)

distribuzione dei valori di H_s al picco per le mareggiate con H_s picco > 0.5m e durata > 3ore in funzione della direzione del moto ondoso al largo (PTF)

Dati estivi (3849) relativi al periodo da ott.87 a dic.94


BARRIERA DI CHIOGGIA (dati della stazione 11)

distribuzione dei valori di H_s al picco per le mareggiate con H_s picco > 0.5m e durata > 3ore in funzione della direzione del moto ondoso al largo (PTF)

Dati invernali (6342) relativi al periodo da ott.87 a dic.94

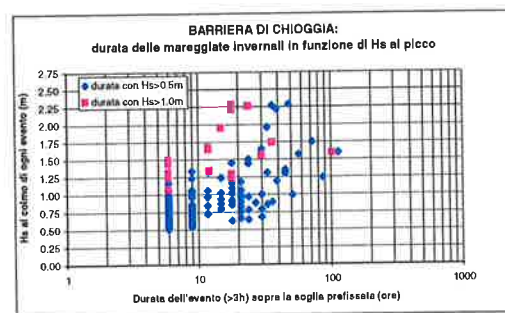
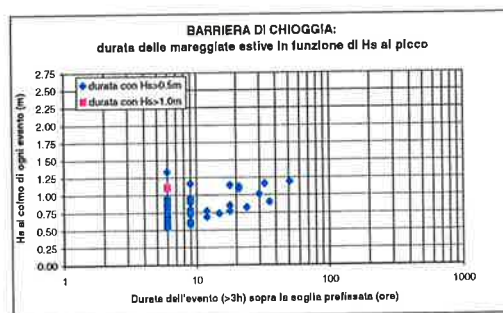
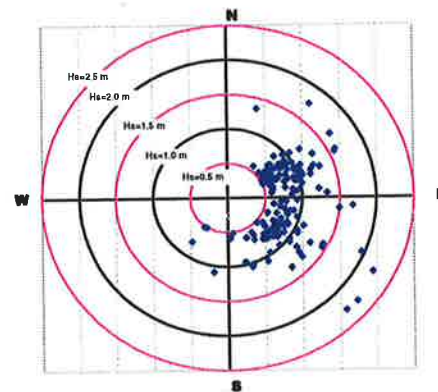


FIG. 3.10 CHIOGGIA: DISTRIBUZIONE DIREZIONALE SU BASE STAGIONALE DEL VALORE DELL'ALTEZZA D'ONDA AL PICCO PER GLI EVENTI CON H_s AL PICCO > 0.5 M E LORO DURATA

Persistenza delle mareggiate
numero medio di eventi d'estate con H_s al picco >= valore di soglia

soglia H_s (m)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
0.50	24	10	4	3	2	0	0
0.75	3	3	2	0	0	0	0
1.00	0	0	0	0	0	0	0

Persistenza delle mareggiate
numero medio di eventi d'inverno con H_s al picco >= valore di soglia

soglia H_s (m)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
0.50	38	22	12	8	5	3	1
0.75	13	6	4	3	2	0	0
1.00	4	3	2	1	1	0	0

TAB. 3.7 PERSISTENZA DELLE MAREGGIATE ALLA FUTURA BARRIERA DI CHIOGGIA

Si osserva che le mareggiate più importanti, sia in termini di altezza d'onda raggiunta che per la loro persistenza al di sopra di una determinata soglia, si verificano nel periodo invernale e comunque per il settore di scirocco. Il numero di eventi che superano la soglia $H_s = 0.5$ m d'inverno è circa una volta e mezzo rispetto a quello invernale.

Per quanto riguarda la persistenza delle calme invece non si osservano particolari differenze stagionali. Come mostra la Fig. 3.11 mediamente in un anno si sono verificati 275 eventi con $H_s < 0.5$ m, di questi circa il 30% ha durata minima di 1 giorno.

soglia H_s (m)	durata in giorni					
	>0	>0.5	>1	>2	>4	>8
0.50	275	121	79	40	15	3
0.75	220	104	71	44	21	7
1.00	194	90	62	40	22	10

Persistenza delle calme
numero medio di eventi nell'anno con $H_s <$ valore di soglia

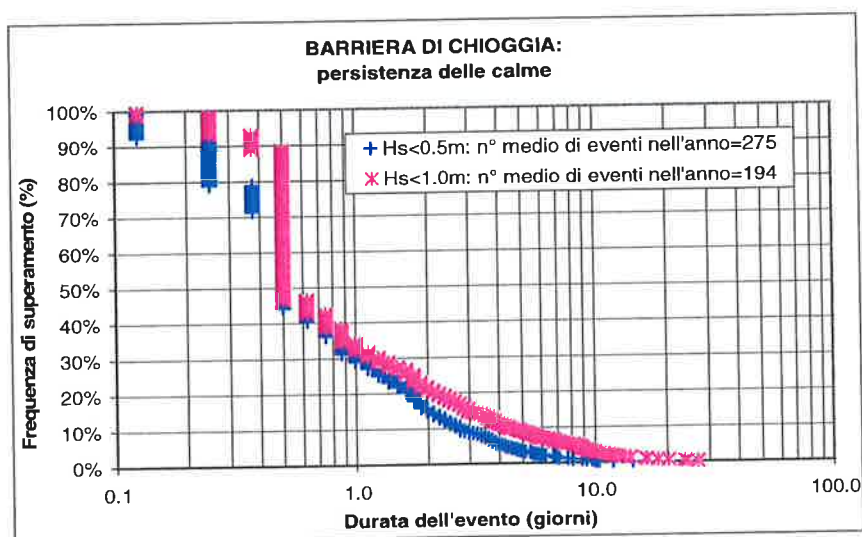



FIG. 3.11 PERSISTENZA DELLE CALME ALLA BARRIERA DI CHIOGGIA

Onde estreme

Per definire le onde di progetto alla barriera si è fatto riferimento ai risultati ottenuti nel modello fisico della bocca di Chioggia in scala 1:60 nell'ultima

 TECHNITAL	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 30
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

configurazione esaminata nell'ambito dello studio B.6.53 in condizioni di paratoie sollevate. Le prove hanno evidenziato una riduzione delle onde provenienti dal settore di scirocco (sia di breve che di lungo periodo) dovuta alla presenza della diga, mentre per la direzione di bora si è osservata una forte concentrazione del moto ondoso sul lato sud della barriera. Si assumono quindi i seguenti fattori di riduzione di Hs alla barriera rispetto alla piattaforma e al punto C2 (ubicato all'esterno della bocca di Chioggia in prossimità dei generatori d'onda).

Settore	Dalla PTF	Da C2
Bora	67÷57%	70%
Scirocco	45÷43%	50%

TAB. 3.8 FATTORE DI RIDUZIONE DELL'ALTEZZA D'ONDA ALLA BARRIERA DI CHIOGGIA RISPETTO ALLA PIATTAFORMA E AL PUNTO C2

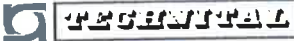
Riassumendo alla barriera di Chioggia si considerano le seguenti condizioni di moto ondoso e livelli.

STATISTICA COMBINATA ALLA PIATTAFORMA			STATISTICA COMBINATA IN C2				STATISTICA ALLA BARRIERA			
Tr (anni)	liv (m)	Hsptf (m)	BORA		SCIROCCO		BORA		SCIROCCO	
			Tp (s)	Hs C2 (m)	Tp (s)	Hs C2 (m)	Hs (m) corta	Hs (m) lunga	Hs (m) corta	Hs (m) lunga
5	<0.7	4.4	8.4	4.2	9.4	4.0	2.9	1.1	2.0	1.0
5	1.00	4.0	8.0	3.8	9.0	3.6	2.7	0.8	1.8	0.7
5	1.18	3.0	6.9	3.0	7.8	2.8	2.1	0.5	1.4	0.5
10	<0.75	4.7	8.7	4.4	9.8	4.2	3.1	1.1	2.1	1.1
10	1.00	4.4	8.4	4.2	9.4	4.0	2.9	1.1	2.0	1.0
10	1.30	3.5	7.5	3.4	8.4	3.2	2.4	0.6	1.6	0.6
100	<0.8	5.6	9.5	4.9	10.6	4.9	3.4	1.2	2.5	1.2
100	1.30	5.0	8.9	4.6	10.1	4.4	3.2	1.2	2.2	1.1
100	1.50	4.6	8.6	4.3	9.7	4.1	3.0	1.1	2.1	1.0
100	1.65	4.0	8.0	3.8	9.0	3.6	2.7	0.8	1.8	0.7
300	<1.00	6.0	9.8	5.1	11.0	5.2	3.5	1.3	2.6	1.3
300	1.50	5.5	9.4	4.8	10.6	4.7	3.4	1.2	2.4	1.2
300	1.70	5.0	8.9	4.6	10.1	4.4	3.2	1.2	2.2	1.1
300	1.85	4.0	8.0	3.8	9.0	3.6	2.7	0.8	1.8	0.7
1000	<1.25	6.4	10.1	5.2	11.4	5.5	3.6	1.3	2.8	1.4
1000	1.70	6.0	9.8	5.1	11.0	5.2	3.6	1.3	2.6	1.3
1000	2.00	5.0	8.9	4.6	10.1	4.4	3.2	1.2	2.2	1.1
1000	2.05	4.0	8.0	3.8	9.0	3.6	2.7	0.8	1.8	0.7

TAB. 3.9 STATISTICA COMBINATA ONDE-LIVELLI ALLA BARRIERA DI CHIOGGIA

3.3. Moto ondoso alla barriera di Malamocco

Alla bocca di Malamocco sono state eseguite misure dirette di moto ondoso mediante un sensore acustico subacqueo posizionato in prossimità dell'estremo

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 31
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

nord della futura ubicazione della barriera nel periodo dall'Ottobre del 1987 all'Aprile del 1994, con alcune interruzioni nei periodi estivi.

In Fig. 3.12 viene riportata la riduzione subita dal moto ondoso dal largo (in corrispondenza della Piattaforma Acqua Alta), alla stazione in esame.

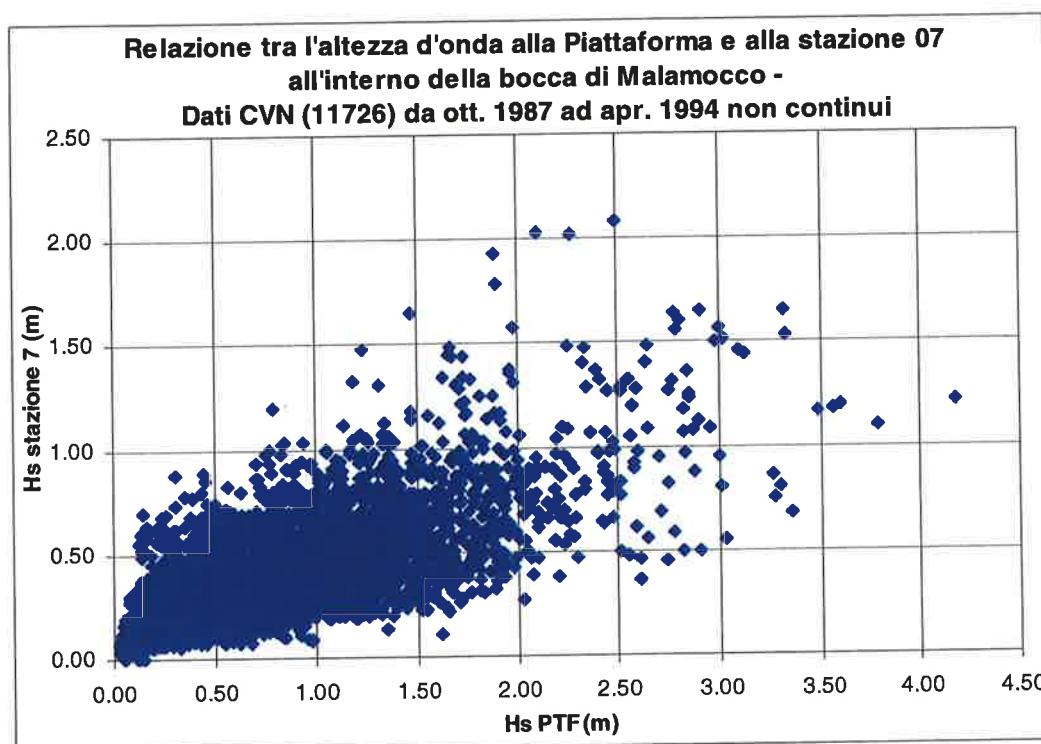


FIG. 3.12 RIDUZIONE DELL'ALTEZZA D'ONDA DAL LARGO ALL'INTERNO DELLA BOCCA DI MALAMOCCO

Poiché le prove eseguite su modello fisico e le simulazioni con modello numerico hanno evidenziato che il moto ondoso lungo la futura barriera presenta, per gli eventi provenienti dal settore di bora, delle notevoli concentrazioni nella zona centro-nord della barriera rispetto all'estremità nord (ubicazione stazione 7), si è ricostruito un nuovo campione di dati che fosse rappresentativo delle peggiori condizioni di moto ondoso che si possono verificare lungo lo sviluppo della barriera. L'onda con periodo di ritorno annuale risulta pari a 2.30 m.

La Fig. 3.13 illustra la correlazione tra altezza d'onda significativa (campione modificato) ed il corrispondente periodo in prossimità della futura ubicazione

della barriera.

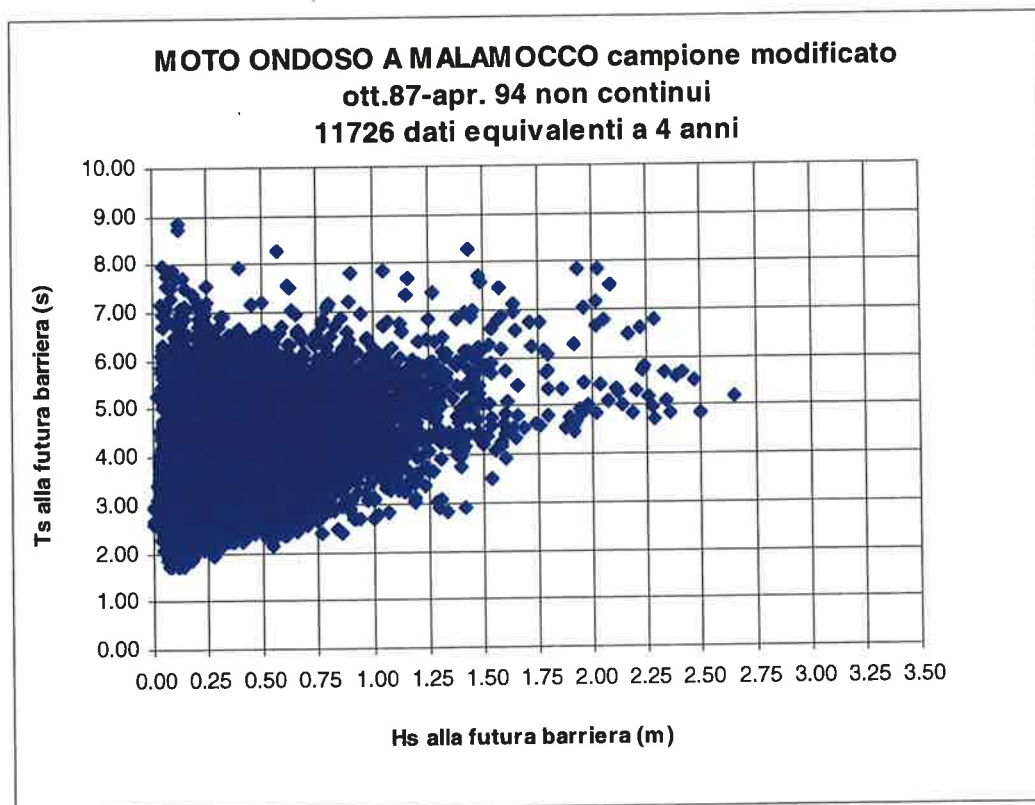


FIG. 3.13 RELAZIONE TRA ALTEZZA D'ONDA E PERIODO ALLA FUTURA BARRIERA DI MALAMOCCO

Nelle tabelle seguenti si riporta la frequenza campionaria congiunta dell'altezza d'onda H_s e del corrispondente periodo T_s , sia per l'intero campione di dati, sia suddividendo il campione in periodo invernale (da Ottobre a Marzo) ed estivo (da Aprile a Settembre).

$$H_s \text{ barriera} = \text{MAX} [H_s \text{ staz.07}, \text{MIN}(0.8 * H_{s\text{ptf}}, 2 * H_{s\text{staz.07}})]$$

N° tot dati registrati

		Valore centrale della classe Hs (m)											Tot. parz.	
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75		
Hs (m)	Ts (s)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	≥ 2.375	≥ 2.625	
		< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	< 2.625	< 2.875	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	230	414	24	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	672
3	1000	3437	612	123	26	12	2	0	0	0	0	0	0	5212
4	440	1946	737	264	116	36	16	1	1	0	0	0	0	3557
5	125	628	423	249	129	58	30	9	14	8	1	1	1	1675
6	41	147	108	68	55	37	23	5	1	3	3	0	0	491
7	9	33	11	13	6	4	8	5	4	3	0	0	0	96
8	6	3	3	0	2	1	3	0	3	0	0	0	0	21
9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	1853	6608	1918	721	334	148	82	20	23	14	4	1	1	11726
Tot. Cum.		8461	10379	11100	11434	11582	11664	11684	11707	11721	11725	11726		

% dati registrati

		Valore centrale della classe Hs (m)											Tot. parz.	
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75		
Hs (m)	Ts (s)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	≥ 2.375	≥ 2.625	
		< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	< 2.625	< 2.875	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.96	3.53	0.20	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.73
3	8.53	29.31	5.22	1.05	0.22	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.45
4	3.75	16.60	6.29	2.25	0.99	0.31	0.14	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	30.33
5	1.07	5.36	3.61	2.12	1.10	0.49	0.26	0.08	0.12	0.07	0.01	0.01	0.01	14.28
6	0.35	1.25	0.92	0.58	0.47	0.32	0.20	0.04	0.01	0.03	0.03	0.03	0.00	4.19
7	0.08	0.28	0.09	0.11	0.05	0.03	0.07	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.82
8	0.05	0.03	0.03	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
9	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. Parz.	15.80	56.35	16.36	6.15	2.85	1.26	0.70	0.17	0.20	0.12	0.03	0.01	0.01	100
Tot. Cum.		72.16	88.51	94.66	97.51	98.77	99.47	99.64	99.84	99.96	99.99	100.00		100.00
% sup		27.84	11.49	5.34	2.49	1.23	0.53	0.36	0.16	0.04	0.01	0.00		0.00

N° ore all'anno

		Valore centrale della classe Hs (m)											Tot. parz.	
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75		
Hs (m)	Ts (s)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	≥ 2.375	≥ 2.625	
		< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	< 2.625	< 2.875	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	172	309	18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	502
3	747	2568	457	92	19	9	1	0	0	0	0	0	0	3894
4	329	1454	551	197	87	27	12	1	1	0	0	0	0	2657
5	93	469	316	186	96	43	22	7	10	6	1	1	1	1251
6	31	110	81	51	41	28	17	4	1	2	2	2	0	367
7	7	25	8	10	4	3	6	4	3	2	0	0	0	72
8	4	2	2	0	1	1	2	0	2	0	0	0	0	16
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	1384	4937	1433	539	250	111	61	15	17	10	3	1	1	8760
Tot. Cum.		6321	7754	8292	8542	8652	8714	8729	8746	8756	8759	8760		8760
sup		2439	1006	468	218	108	46	31	14	4	1	0		0

TAB 3.10 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI MALAMOCCO - STATISTICA ANNUALE

$H_s \text{ barriera} = \text{MAX} [H_s \text{ staz.07}, \text{MIN}(0.8 * H_{s\text{ptf}}, 2 * H_{s\text{staz.07}})]$

N° tot dati registrati in inverno		Valore centrale della classe Hs (m)										Tot. parz.	
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50		2.75
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	≥ 2.375	≥ 2.625	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	< 2.625	< 2.875	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	201	211	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	428
3	866	1703	275	91	23	12	2	0	0	0	0	0	2972
4	416	1297	406	157	89	27	15	1	1	0	0	0	2409
5	117	492	317	186	93	37	26	8	14	8	1	1	1300
6	37	116	84	52	45	31	20	4	1	3	3	0	396
7	9	27	10	11	3	4	7	5	3	3	0	0	82
8	5	2	3	0	2	1	3	0	3	0	0	0	19
9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	1653	3848	1108	500	255	112	73	18	22	14	4	1	7608
Tot. Cum.		5501	6609	7109	7364	7476	7549	7567	7589	7603	7607	7608	

% dati registrati in inverno		Valore centrale della classe Hs (m)										Tot. parz.	
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50		2.75
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	≥ 2.375	≥ 2.625	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	< 2.625	< 2.875	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.64	2.77	0.17	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.63
3	11.38	22.38	3.61	1.20	0.39	0.16	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.06
4	5.47	17.05	5.34	2.06	1.17	0.35	0.20	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	31.66
5	1.54	6.47	4.17	2.44	1.22	0.49	0.34	0.11	0.18	0.11	0.01	0.01	17.09
6	0.49	1.52	1.10	0.68	0.59	0.41	0.26	0.05	0.01	0.04	0.04	0.00	5.21
7	0.12	0.35	0.13	0.14	0.04	0.05	0.09	0.07	0.04	0.04	0.00	0.00	1.08
8	0.07	0.03	0.04	0.00	0.03	0.01	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.25
9	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. Parz.	21.73	50.58	14.56	6.57	3.35	1.47	0.96	0.24	0.29	0.18	0.05	0.01	100.00
Tot. Cum.		72.31	86.87	93.44	96.79	98.26	99.22	99.46	99.75	99.93	99.99	100.00	
% sup		27.69	13.13	6.56	3.21	1.74	0.78	0.54	0.25	0.07	0.01	0.00	

N° ore all'anno in inverno		Valore centrale della classe Hs (m)										Tot. parz.	
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50		2.75
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	≥ 2.375	≥ 2.625	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	< 2.625	< 2.875	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	116	121	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	246
3	499	980	158	52	13	7	1	0	0	0	0	0	1711
4	239	747	234	90	51	16	9	1	1	0	0	0	1387
5	67	283	183	107	54	21	15	5	8	5	1	1	748
6	21	67	48	30	26	18	12	2	1	2	2	0	228
7	5	16	6	6	2	2	4	3	2	2	0	0	47
8	3	1	2	0	1	1	2	0	2	0	0	0	11
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	952	2215	638	288	147	64	42	10	13	8	2	1	4380
Tot. Cum.		3167	3805	4093	4240	4304	4346	4356	4369	4377	4379	4380	
sup		1213	575	287	140	76	34	24	11	3	1	0	

TAB. 3.11 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI MALAMOCCO -
STATISTICA INVERNALE

$$H_s \text{ barriera} = \text{MAX} [H_s \text{ staz.07}, \text{MIN}(0.8 \cdot H_{s\text{ptf}}, 2 \cdot H_{s\text{staz.07}})]$$

N° tot dati registrati in estate		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	29	203	11	1	0	0	0	0	0	244
3	134	1734	337	32	3	0	0	0	0	2240
4	24	649	331	107	27	9	1	0	0	1148
5	8	136	106	63	36	21	4	1	0	375
6	4	31	24	16	10	6	3	1	0	95
7	0	6	1	2	3	0	1	0	1	14
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	200	2760	810	221	79	36	9	2	1	4118
Tot. Cum.		2960	3770	3991	4070	4106	4115	4117	4118	

% dati registrati in estate		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.70	4.93	0.27	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.93
3	3.25	42.11	8.18	0.78	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	54.40
4	0.58	15.76	8.04	2.60	0.66	0.22	0.02	0.00	0.00	27.88
5	0.19	3.30	2.57	1.53	0.87	0.51	0.10	0.02	0.00	9.11
6	0.10	0.75	0.58	0.39	0.24	0.15	0.07	0.02	0.00	2.31
7	0.00	0.15	0.02	0.05	0.07	0.00	0.02	0.00	0.02	0.34
8	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. Parz.	4.86	67.02	19.67	5.37	1.92	0.87	0.22	0.05	0.02	100
Tot. Cum.		71.88	91.55	96.92	98.83	99.71	99.93	99.98	100.00	
% sup		28.12	8.45	3.08	1.17	0.29	0.07	0.02	0.00	

N° ore all'anno in estate		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	31	216	12	1	0	0	0	0	0	260
3	143	1844	358	34	3	0	0	0	0	2383
4	26	690	352	114	29	10	1	0	0	1221
5	9	145	113	67	38	22	4	1	0	399
6	4	33	26	17	11	6	3	1	0	101
7	0	6	1	2	3	0	1	0	1	15
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	213	2936	862	235	84	38	10	2	1	4380
Tot. Cum.		3148	4010	4245	4329	4367	4377	4379	4380	
sup		1232	370	135	51	13	3	1	0	

TAB. 3.12 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI MALAMOCCO -
STATISTICA ESTIVA

Un'altra informazione utile che può essere dedotta dalle misure eseguite in natura

riguarda la persistenza stagionale delle mareggiate e dei periodi di calma.

In Fig. 3.14 si riporta la distribuzione stagionale delle altezze d'onda al picco per le mareggiate che hanno superato il valore $H_s = 0.5$ m per almeno 6 ore in funzione della direzione di provenienza del moto ondoso al largo, mentre la Tab. 3.12 riporta la persistenza delle mareggiate sopra una determinata soglia nella stagione estiva ed in quella invernale.

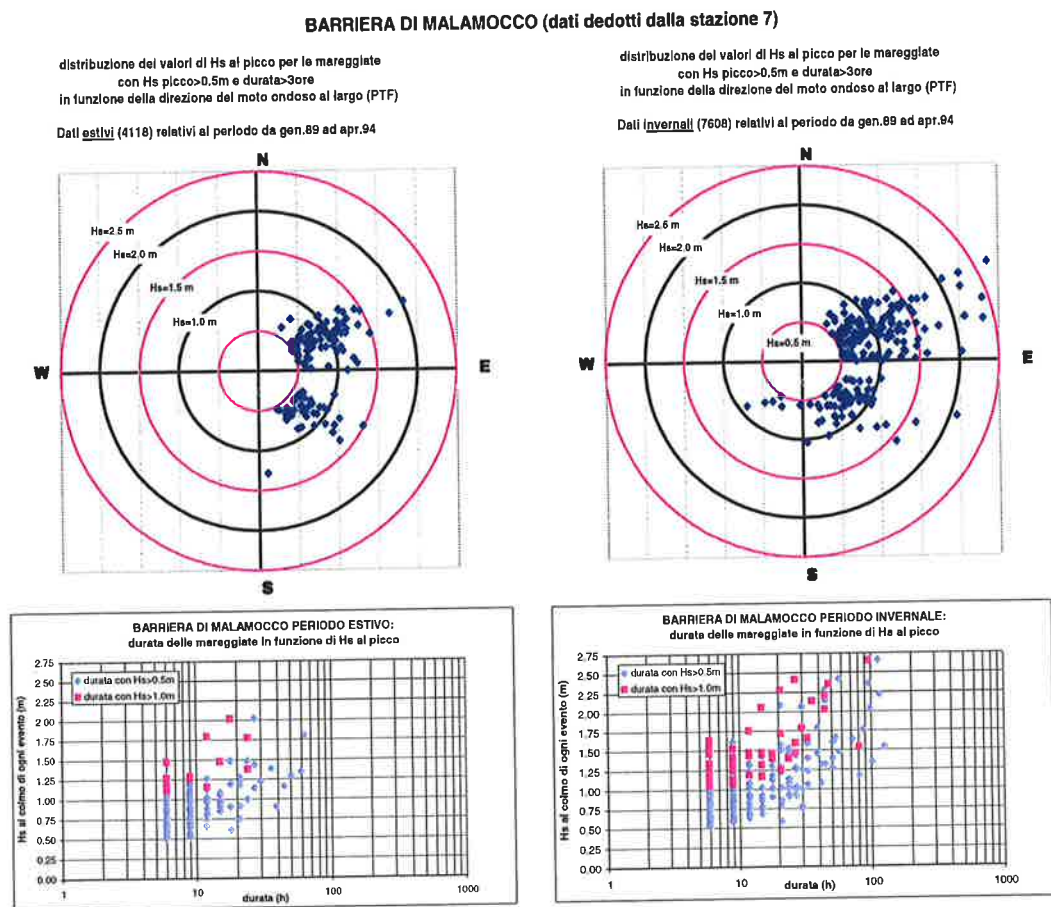


FIG. 3.14 MALAMOCCO: DISTRIBUZIONE DIREZIONALE E STAGIONALE DEL VALORE DELL'ALTEZZA D'ONDA AL PICCO PER GLI EVENTI CON H_s AL PICCO > 0.5M

Persistenza delle mareggiate
numero medio di eventi d'estate con H_s al picco >= valore di soglia

soglia H_s (m)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
0.50	42	23	9	6	3	2	1
0.75	15	9	4	2	1	1	0
1.00	5	3	1	1	0	0	0

Persistenza delle mareggiate
numero medio di eventi d'inverno con H_s al picco >= valore di soglia

soglia H_s (m)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
0.50	44	27	16	12	8	5	3
0.75	23	15	8	5	4	2	1
1.00	11	7	5	3	2	1	1

TAB. 3.13 PERSISTENZA DELLE MAREGGIATE ALLA BARRIERA DI MALAMOCCO

Si osserva che le mareggiate più importanti, sia in termini di altezza d'onda raggiunta che per la loro persistenza al di sopra di una determinata soglia, si verificano nel periodo invernale e comunque per il settore di bora. Mediamente il numero di eventi che superano la soglia $H_s = 0.5$ m è lo stesso d'estate e d'inverno, mentre quelli che superano la soglia $H_s = 1.0$ m d'estate sono circa la metà di quelli invernali.

Per quanto riguarda la persistenza delle calme invece non si osservano particolari differenze stagionali. Come mostra la Fig. 3.15 in un anno gli eventi per cui H_s si mantiene inferiore 0.5 m per almeno 1 giorno sono 240, di cui circa il 45% ha durata minima di 1 giorno.

soglia H_s (m)	durata in giorni					
	>0	>0.5	>1	>2	>4	>8
0.50	240	124	76	39	13	4
0.75	184	118	78	45	20	7
1.00	155	106	71	45	23	10

Persistenza delle calme
numero medio di eventi nell'anno con $H_s <$ valore di soglia

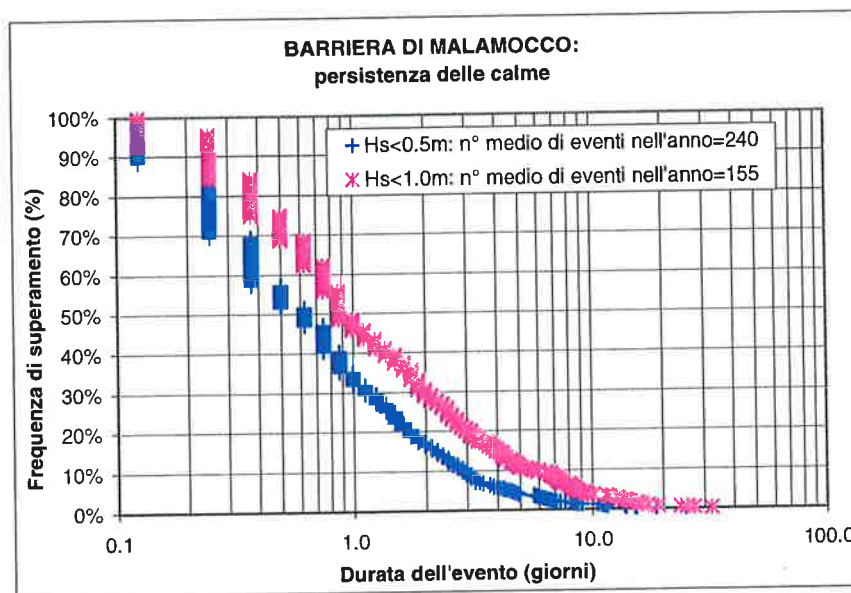



FIG. 3.15 PERSISTENZA DELLE CALME ALLA BARRIERA DI MALAMOCCO

Onde estreme

Per definire le onde di progetto si fa riferimento ai risultati ottenuti nell'ambito

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 38
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

dello studio B.6.54 da prove su modello fisico della bocca di Malamocco in scala 1:80 e da simulazioni condotte con modello numerico *Gemma* per valutare l'effetto della distribuzione direzionale dell'energia di cui non si tiene conto nel modello fisico.

Le analisi hanno evidenziato una riduzione delle onde provenienti dal settore di scirocco dovuta alla presenza della diga esterna, mentre per la direzione di bora si è osservata una forte concentrazione del moto ondoso al centro della barriera. Si assumono quindi i seguenti fattori di riduzione di Hs alla barriera rispetto alla piattaforma e al punto M2 (ubicato all'esterno della bocca di Malamocco in prossimità dei generatori d'onda).

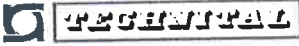
Settore	Dalla PTF	Da M2
Bora	65÷60%	70%÷67%
Scirocco	40÷36%	43%

TAB. 3.14 FATTORE DI RIDUZIONE DELL'ALTEZZA D'ONDA ALLA BARRIERA DI MALAMOCCO RISPETTO ALLA PIATTAFORMA E AL PUNTO M2

Riassumendo alla barriera di Malamocco si considerano le seguenti condizioni di moto ondoso e livelli.

STATISTICA COMBINATA ALLA PIATTAFORMA			STATISTICA COMBINATA IN M2				STATISTICA ALLA BARRIERA			
Tr (anni)	liv (m)	Hs (m)	BORA		SCIROCCO		BORA		SCIROCCO	
			Tp (s)	Hs M2 (m)	Tp (s)	Hs M2 (m)	Hs (m) corta	Hs (m) lunga	Hs (m) corta	Hs (m) lunga
5	<0.7	4.4	8.4	4.0	9.4	4.0	2.8	0.4	1.7	0.4
5	1.00	4.0	8.0	3.7	9.0	3.7	2.6	0.3	1.6	0.3
5	1.18	3.0	6.9	2.8	7.8	2.8	2.0	0.2	1.2	0.2
10	<0.75	4.7	8.7	4.3	9.8	4.3	3.0	0.5	1.8	0.5
10	1.00	4.4	8.4	4.0	9.4	4.0	2.8	0.4	1.7	0.4
10	1.30	3.5	7.5	3.3	8.4	3.3	2.3	0.2	1.4	0.2
100	<0.8	5.6	9.5	4.9	10.6	4.9	3.4	0.8	2.1	0.8
100	1.30	5.0	8.9	4.5	10.1	4.5	3.2	0.6	1.9	0.6
100	1.50	4.6	8.6	4.2	9.7	4.2	2.9	0.5	1.8	0.5
100	1.65	4.0	8.0	3.7	9.0	3.7	2.6	0.3	1.6	0.3
300	<1.00	6.0	9.8	5.2	11.0	5.2	3.6	0.9	2.2	0.9
300	1.50	5.5	9.4	4.8	10.6	4.8	3.4	0.7	2.1	0.7
300	1.70	5.0	8.9	4.5	10.1	4.5	3.2	0.6	1.9	0.6
300	1.85	4.0	8.0	3.7	9.0	3.7	2.6	0.3	1.6	0.3
1000	<1.25	6.4	10.1	5.4	11.4	5.4	3.8	1.0	2.3	1.0
1000	1.70	6.0	9.8	5.2	11.0	5.2	3.6	0.9	2.2	0.9
1000	2.00	5.0	8.9	4.5	10.1	4.5	3.2	0.6	1.9	0.6
1000	2.05	4.0	8.0	3.7	9.0	3.7	2.6	0.3	1.6	0.3

TAB. 3.15 STATISTICA COMBINATA ONDE-LIVELLI ALLA BARRIERA DI MALAMOCCO

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 39
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

3.4. Moto ondosso alla barriera S. Nicolò

L'analisi delle onde frequenti è stata determinata sulla base delle misure registrate alla stazione 27, ubicata lungo il canale di San Nicolò, nel periodo dal Gennaio 1989 al Gennaio 1992 con alcune interruzioni, per un totale di dati equivalente a 2 anni di registrazioni complete.

Le prove eseguite su modello fisico in configurazione attuale hanno evidenziato che nel caso di onde al generatore con altezza significativa inferiore a 4.3 m le onde misurate alla sonda 27 A di Fig. 3.16 non sono sempre risultate le maggiori nella zona della futura barriera. Poiché le onde misurate in natura sono basse si è stabilito di moltiplicare i dati misurati per il fattore 1.20 in modo da generare un campione rappresentativo del moto ondosso ricorrente nella zona della futura barriera durante l'esecuzione delle opere. Di seguito si riportano le elaborazioni eseguite sulle altezze d'onda alla stazione 27 amplificate del 20%.

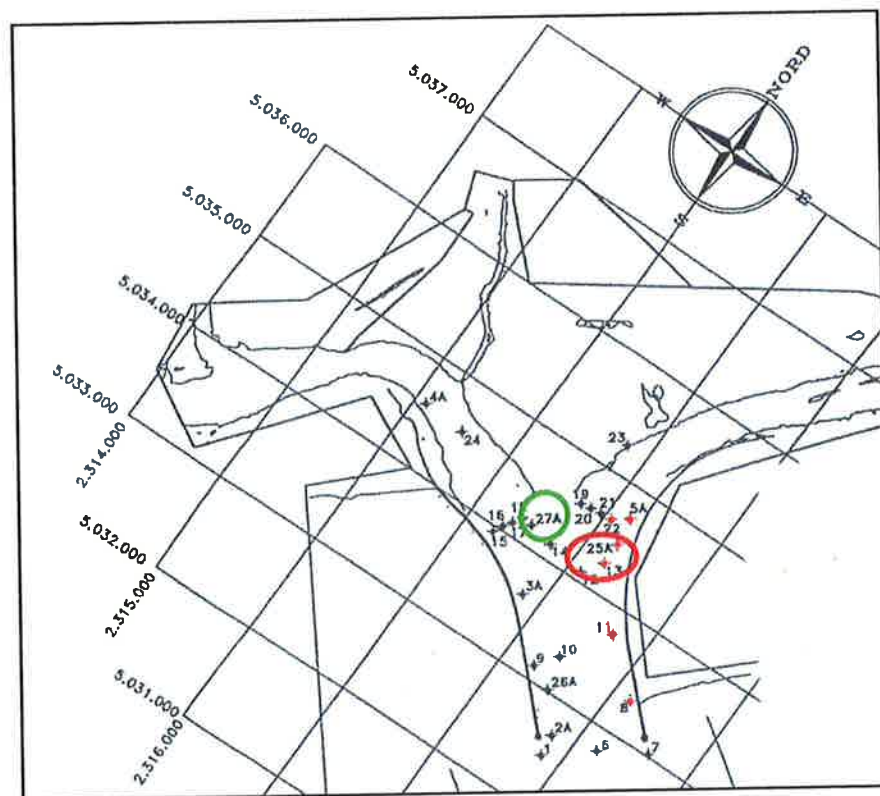



FIG. 3.16 UBICAZIONE DELLE SONDE NEL MODELLO FISICO DI LIDO IN CONFIGURAZIONE ATTUALE

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 40
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

La Fig. 3.17 illustra la correlazione tra altezza d'onda significativa (campione modificato) ed il corrispondente periodo in prossimità della futura ubicazione della barriera.

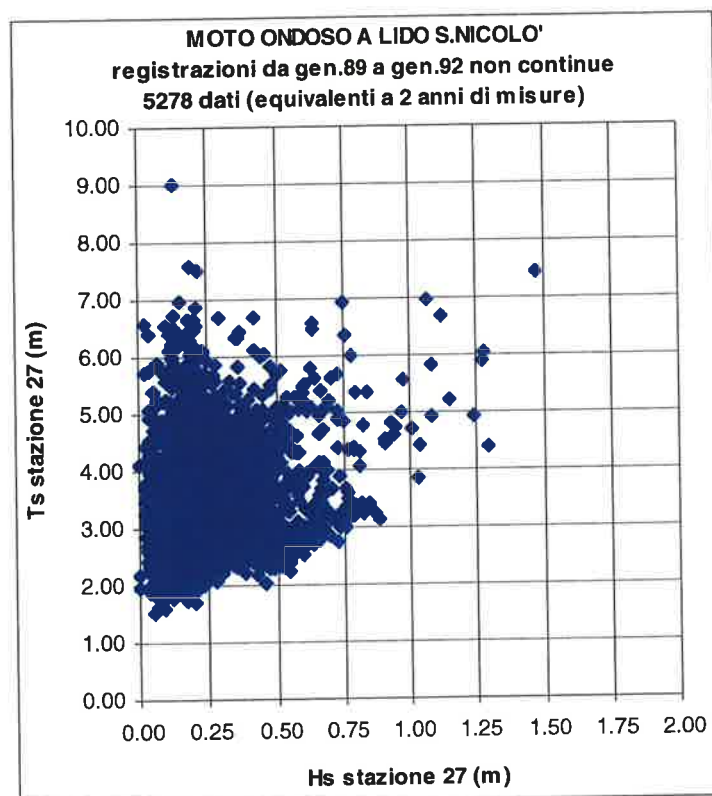


FIG. 3.17 RELAZIONE TRA ALTEZZA D'ONDA E PERIODO ALLA FUTURA BARRIERA DI LIDO SAN NICOLÒ

Nelle tabelle seguenti si riporta la frequenza campionaria congiunta dell'altezza d'onda H_s e del corrispondente periodo T_s , sia per l'intero campione di dati, sia suddividendo il campione in periodo invernale (da Ottobre a Marzo) ed estivo (da Aprile a Settembre).

L'altezza d'onda con periodo di ritorno annuale risulta pari a 1.45 m.

N° tot dati registrati
Hs*1.2

		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	59	458	63	6	0	1	0	0	0	587
3	334	2352	301	64	21	4	1	0	0	3078
4	146	783	119	65	12	2	2	0	0	1129
5	83	241	34	11	5	4	2	0	0	380
6	17	53	8	5	1	0	0	0	0	84
7	3	10	2	1	1	0	0	0	0	17
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	643	3898	528	152	40	11	5	1	0	5278
Tot. Cum.		4541	5069	5221	5261	5272	5277	5278	5278	

% dati registrati

		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.12	8.68	1.19	0.11	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	11.12
3	6.33	44.56	5.70	1.21	0.40	0.08	0.02	0.02	0.00	58.32
4	2.77	14.84	2.25	1.23	0.23	0.04	0.04	0.00	0.00	21.39
5	1.57	4.57	0.64	0.21	0.09	0.08	0.04	0.00	0.00	7.20
6	0.32	1.00	0.15	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59
7	0.06	0.19	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
8	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
9	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. Parz.	12.18	73.85	10.00	2.88	0.76	0.21	0.09	0.02	0.00	100
Tot. Cum.		86.04	96.04	98.92	99.68	99.89	99.98	100.00	100.00	
	% sup	13.96	3.96	1.08	0.32	0.11	0.02	0.00	0.00	

N° ore all'anno

		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	98	760	105	10	0	2	0	0	0	974
3	554	3904	500	106	35	7	2	0	0	5109
4	242	1300	198	108	20	3	3	0	0	1874
5	138	400	56	18	8	7	3	0	0	631
6	28	88	13	8	2	0	0	0	0	139
7	5	17	3	2	2	0	0	0	0	28
8	2	2	0	0	0	0	0	0	0	3
9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	1067	6470	876	252	66	18	8	2	0	8760
Tot. Cum.		7537	8413	8665	8732	8750	8758	8760	8760	
	sup	1223	347	95	28	10	2	0	0	

TAB. 3.16 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI LIDO SAN NICOLÒ - STATISTICA ANNUALE

N° tot dati registrati in inverno Hs*1.2

		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	Ts (s)	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		53	289	54	5	1	1	0	0	403
3		325	1215	179	59	20	3	2	1	1804
4		144	426	81	57	9	2	1	0	720
5		46	120	14	7	5	3	2	0	197
6		6	16	6	3	1	0	0	0	32
7		1	5	2	1	1	0	0	0	10
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0
9		0	0	1	0	0	0	0	0	1
10		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.		575	2071	337	132	37	9	5	1	3167
Tot. Cum.			2646	2983	3115	3152	3161	3166	3167	

% dati registrati in inverno

		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	Ts (s)	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	
1		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2		1.67	9.13	1.71	0.16	0.03	0.03	0.00	0.00	12.72
3		10.26	38.36	5.65	1.86	0.63	0.09	0.06	0.03	56.96
4		4.55	13.45	2.56	1.80	0.28	0.06	0.03	0.00	22.73
5		1.45	3.79	0.44	0.22	0.16	0.09	0.06	0.00	6.22
6		0.19	0.51	0.19	0.09	0.03	0.00	0.00	0.00	1.01
7		0.03	0.16	0.06	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.32
8		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9		0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
10		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. Parz.		18.16	65.39	10.64	4.17	1.17	0.28	0.16	0.03	100.00
Tot. Cum.			83.55	94.19	98.36	99.53	99.81	99.97	100.00	
	% sup		16.45	5.81	1.64	0.47	0.19	0.03	0.00	

N° ore all'anno in inverno

		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	Ts (s)	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		73	400	75	7	1	1	0	0	557
3		449	1680	248	82	28	4	3	1	2495
4		199	589	112	79	12	3	1	0	996
5		64	166	19	10	7	4	3	0	272
6		8	22	8	4	1	0	0	0	44
7		1	7	3	1	1	0	0	0	14
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0
9		0	0	1	0	0	0	0	0	1
10		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.		795	2864	466	183	51	12	7	1	4380
Tot. Cum.			3659	4126	4308	4359	4372	4379	4380	
	sup		721	254	72	21	8	1	0	

TAB. 3.17 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI LIDO SAN NICOLÒ - STATISTICA INVERNALE

N° tot dati registrati in estate Hs*1.2		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	13	165	6	0	0	0	0	0	0	184
3	44	1116	107	6	1	0	0	0	0	1274
4	8	338	54	8	1	0	0	0	0	409
5	1	158	19	4	1	0	0	0	0	183
6	2	42	4	2	0	2	0	0	0	52
7	0	6	1	0	0	0	0	0	0	7
8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	68	1827	191	20	3	2	0	0	0	2111
Tot. Cum.		1895	2086	2106	2109	2111	2111	2111	2111	

% dati registrati in estate		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.62	7.82	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.72
3	2.08	52.87	5.07	0.28	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	60.35
4	0.38	16.01	2.56	0.38	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	19.37
5	0.05	7.48	0.90	0.19	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	8.67
6	0.09	1.99	0.19	0.09	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	2.46
7	0.00	0.28	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
8	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. Parz.	3.22	86.55	9.05	0.95	0.14	0.09	0.00	0.00	0.00	100
Tot. Cum.		89.77	98.82	99.76	99.91	100.00	100.00	100.00	100.00	
	% sup	10.23	1.18	0.24	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	

N° ore all'anno in estate		Valore centrale della classe Hs (m)								Tot. parz.
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	27	342	12	0	0	0	0	0	0	382
3	91	2316	222	12	2	0	0	0	0	2643
4	17	701	112	17	2	0	0	0	0	849
5	2	328	39	8	2	0	0	0	0	380
6	4	87	8	4	0	4	0	0	0	108
7	0	12	2	0	0	0	0	0	0	15
8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	141	3791	396	41	6	4	0	0	0	4380
Tot. Cum.		3932	4328	4370	4376	4380	4380	4380	4380	
	sup	448	52	10	4	0	0	0	0	

TAB. 3.18 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI LIDO SAN NICOLÒ - STATISTICA ESTIVA

Un'altra informazione utile che può essere dedotta dalle misure eseguite in natura riguarda la persistenza stagionale delle mareggiate e dei periodi di calma.

In Fig. 3.18 si riporta la distribuzione stagionale delle altezze d'onda al picco per le mareggiate che hanno superato il valore $H_s = 0.5$ m per almeno 6 ore in funzione della direzione di provenienza del moto ondoso al largo, mentre la Tab. 3.19 riporta la persistenza delle mareggiate sopra una determinata soglia nella stagione estiva ed in quella invernale.

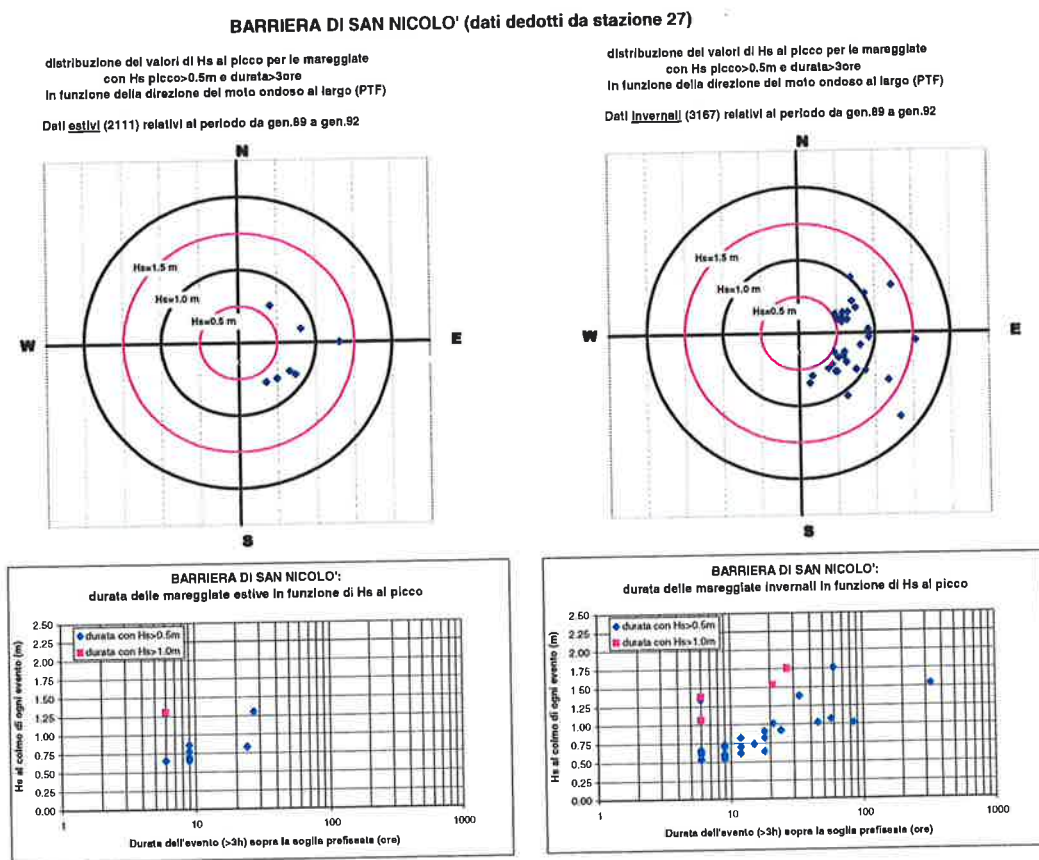


FIG. 3.18 SAN NICOLÒ: DISTRIBUZIONE DIREZIONALE SU BASE STAGIONALE DEL VALORE DELL'ALTEZZA D'ONDA AL PICCO PER GLI EVENTI CON H_s AL PICCO > 0.5M E LORO DURATA

Persistenza delle mareggiate
numero medio di eventi d'estate con H_s al picco \geq valore di soglia

soglia H_s (m)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
0.50	4	3	1	1	1	0	0
0.75	1	1	1	0	0	0	0
1.00	1	0	0	0	0	0	0

Persistenza delle mareggiate
numero medio di eventi d'inverno con H_s al picco \geq valore di soglia

soglia H_s (m)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
0.50	17	12	7	4	3	3	2
0.75	8	6	5	4	3	1	0
1.00	2	1	1	1	1	0	0

TAB. 3.19 PERSISTENZA DELLE MAREGGIATE ALLA BARRIERA DI SAN NICOLÒ

Si osserva che le mareggiate più importanti, sia in termini di altezza d'onda raggiunta che per la loro persistenza al di sopra di una determinata soglia, si verificano nel periodo invernale.

Per quanto riguarda la persistenza delle calme invece non si osservano particolari differenze stagionali. Come mostra la Fig. 3.19 gli eventi per cui Hs si mantiene inferiore 0.5 m sono circa 160 in un anno, di cui il 50% ha una durata minima di 1 giorno.

soglia Hs (m)	durata in giorni					
	>0	>0.5	>1	>2	>4	>8
0.50	161	111	74	50	23	7
0.75	121	91	66	46	28	11
1.00	106	84	61	44	29	13

Persistenza delle calme
numero medio di eventi nell'anno con Hs < valore di soglia

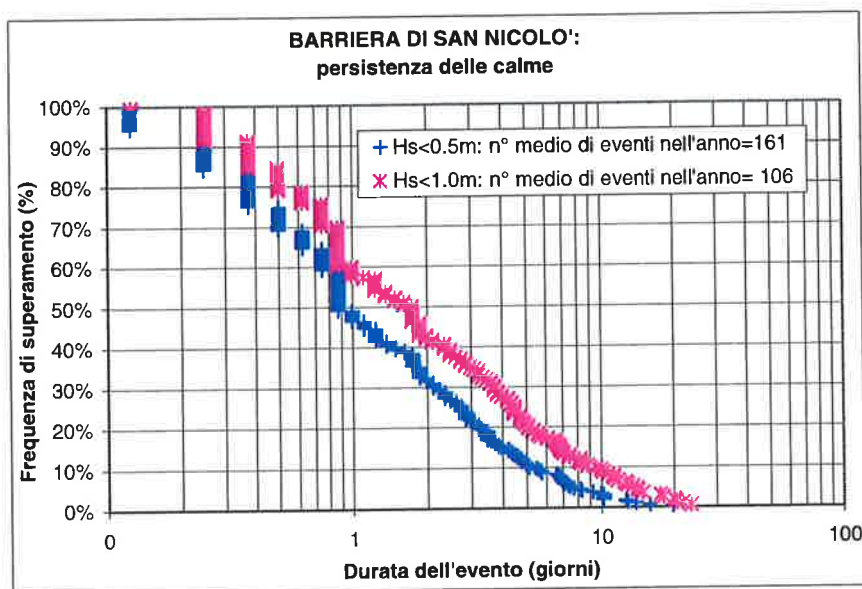



FIG. 3.19 PERSISTENZA DELLE CALME ALLA BARRIERA DI SAN NICOLÒ

Onde estreme

Per l'esame della penetrazione delle onde estreme all'interno della bocca di Lido e la sua definizione alla barriera si sono utilizzati da un lato i risultati dei modelli numerici *Pharos* e *Gemma*, dall'altro quelli delle prove sul modello fisico

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 46
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

dell'intera bocca realizzato presso il Centro Sperimentale di Voltabarozzo in scala 1:64 in diverse configurazioni.

Entrambi i modelli hanno evidenziato che, nel caso di onda monodirezionale, le onde che penetrano maggiormente in corrispondenza della barriera di San Nicolò sono quelle provenienti da 135°N. Tenendo conto della distribuzione direzionale dell'energia le onde alla barriera si riducono sensibilmente. Viceversa la direzione peggiore per il settore di Bora risulta essere la 95°N per la quale si ottiene la stessa penetrazione sia nel caso di onda monodirezionale che multidirezionale.

I risultati delle prove su modello fisico hanno sostanzialmente confermato quanto osservato con il modello numerico: le onde maggiori alla barriera di San Nicolò sono state misurate per il settore di Scirocco.

Le altezze d'onda maggiori sono state misurate sul lato nord della barriera per il settore di Scirocco, mentre per il settore di Bora si osserva una distribuzione pressoché uniforme lungo la barriera.

Sulla base delle analisi eseguite si sono definiti i seguenti valori del fattore di riduzione dell'altezza significativa massima alla barriera rispetto a quella alla Piattaforma Acqua Alta ed a L2 (punto a circa 2.5 km dall'ingresso della bocca, coincidente con l'ubicazione dei generatori di moto ondoso).

Settore	Dalla PTF	Da L2
Bora	35%	41÷44%
Scirocco	40%	43÷47%

TAB. 3.20 FATTORE DI RIDUZIONE DELL'ALTEZZA D'ONDA ALLA BARRIERA DI SAN NICOLÒ RISPETTO ALLA PIATTAFORMA E A L2

Nel definire le onde estreme di progetto nel caso di eventi provenienti dal settore di Scirocco, si è considerato anche l'incremento dell'altezza d'onda generato dal vento locale che, tenuto conto delle dimensioni della bocca e del suo orientamento, non può essere trascurato.

In conclusione alla barriera di Treporti si devono considerare le condizioni di moto ondoso e livelli di marea riportate nella seguente Tab. 3.21.

STATISTICA COMBINATA ALLA PIATTAFORMA			STATISTICA COMBINATA IN L2				ALLA BARRIERA DI SAN NICOLÒ			
Tr (anni)	liv (m)	Hs (m)	BORA		SCIROCCO		BORA		SCIROCCO	
			Tp (s)	Hs L2 (m)	Tp (s)	Hs L2 (m)	Hs (m) corta	Hs (m) lunga	Hs (m) corta	Hs (m) lunga
5	<0.7	4.4	8.4	3.7	9.4	4.2	1.5	0.7	1.9	0.8
5	1.00	4.0	8.0	3.4	9.0	3.8	1.4	0.6	1.7	0.7
5	1.18	3.0	6.9	2.6	7.8	3.0	1.1	0.4	1.4	0.5
10	<0.75	4.7	8.7	3.9	9.8	4.4	1.6	0.8	2.0	0.9
10	1.00	4.4	8.4	3.7	9.4	4.2	1.5	0.7	1.9	0.8
10	1.30	3.5	7.5	3.0	8.4	3.4	1.2	0.5	1.6	0.6
100	<0.8	5.6	9.5	4.6	10.6	4.9	2.0	0.9	2.4	1.0
100	1.30	5.0	8.9	4.1	10.1	4.6	1.8	0.8	2.2	0.9
100	1.50	4.6	8.6	3.8	9.7	4.3	1.6	0.7	2.0	0.9
100	1.65	4.0	8.0	3.4	9.0	3.8	1.4	0.6	1.8	0.7
300	<1.00	6.0	9.8	4.8	11.0	5.2	2.1	1.0	2.6	1.1
300	1.50	5.5	9.4	4.5	10.6	4.8	1.9	0.9	2.4	1.0
300	1.70	5.0	8.9	4.1	10.1	4.6	1.8	0.8	2.2	0.9
300	1.85	4.0	8.0	3.4	9.0	3.8	1.4	0.6	1.9	0.7
1000	<1.25	6.4	10.1	5.1	11.4	5.4	2.2	1.1	2.8	1.2
1000	1.70	6.0	9.8	4.8	11.0	5.2	2.1	1.0	2.7	1.1
1000	2.00	5.0	8.9	4.1	10.1	4.6	1.8	0.8	2.3	0.9
1000	2.05	4.0	8.0	3.4	9.0	3.8	1.4	0.6	2.0	0.7

TAB. 3.21 STATISTICA COMBINATA ONDE E LIVELLI ALLA BARRIERA DI SAN NICOLÒ

3.5. Moto ondoso alla barriera di Treporti

L'analisi delle onde frequenti è stata determinata sulla base delle misure registrate alla stazione 25, ubicata lungo il canale di Treporti, nel periodo dal Gennaio 1989 all'Aprile 1994, per un totale di dati equivalente a 4 anni di registrazioni complete.

Le prove eseguite su modello fisico in configurazione attuale (Fig. 3.16) hanno evidenziato che il moto ondoso misurato alla sonda 25A risulta sempre leggermente maggiore di quello misurato dalle sonde disposte lungo la futura barriera di Treporti. Le misure effettuate in natura nella stazione 25 possono quindi considerarsi rappresentative del moto ondoso ricorrente nella zona della futura barriera durante l'esecuzione delle opere.

Nella Fig. 3.20 vengono riportati i valori misurati in funzione dell'altezza d'onda al largo (in corrispondenza della Piattaforma Acqua Alta), mentre la figura successiva illustra la relazione tra altezza d'onda significativa ed il corrispondente periodo.

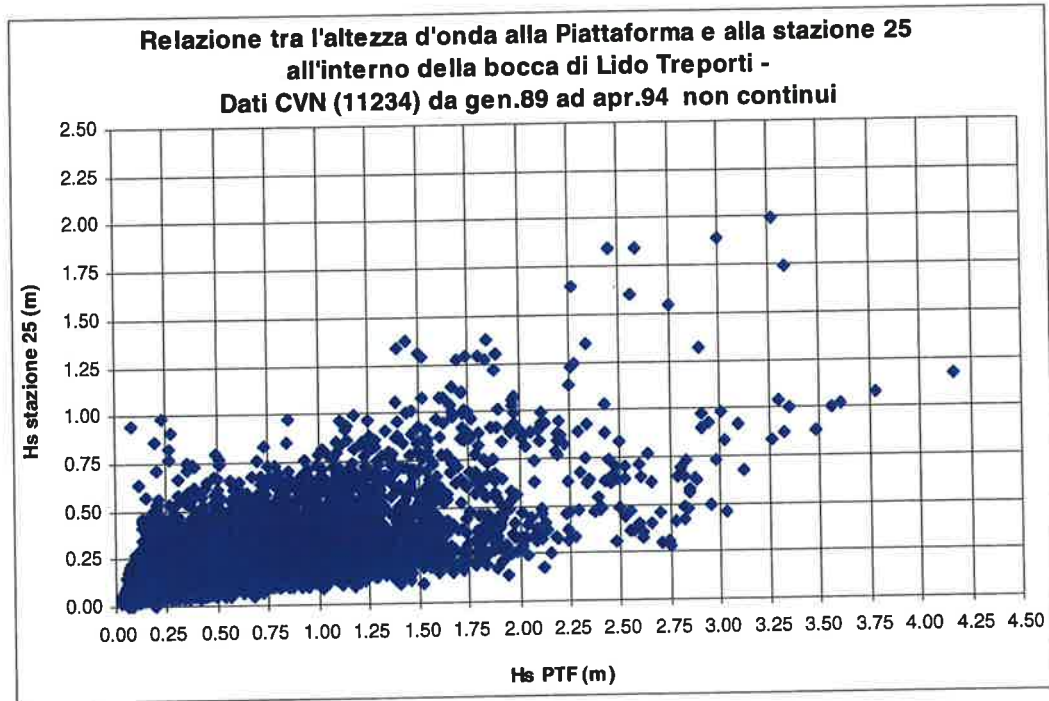


FIG. 3.20 RIDUZIONE DI HS DAL LARGO ALLA BARRIERA DI TREPORTI

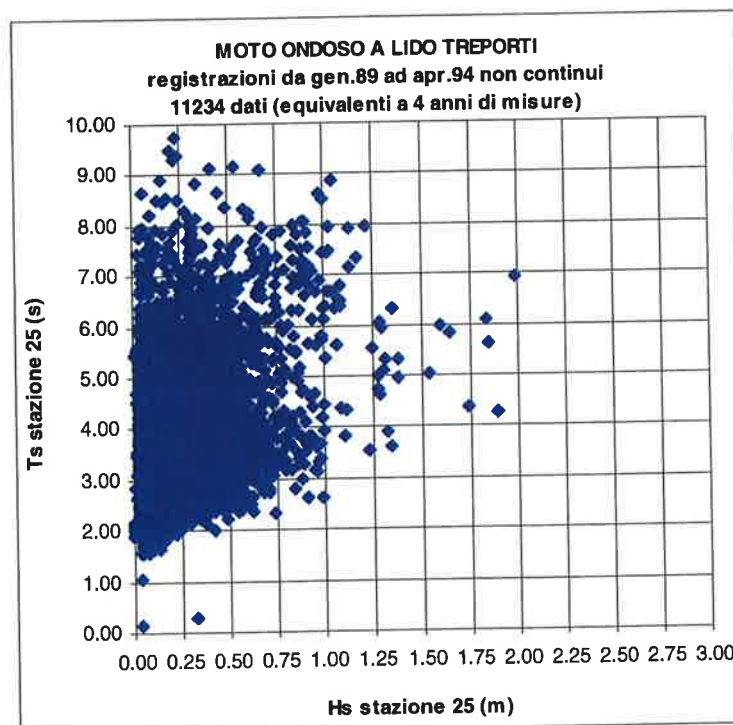


FIG. 3.21 RELAZIONE TRA HS E TS ALLA BARRIERA DI TREPORTI

Nelle tabelle seguenti si riporta la frequenza campionaria congiunta dell'altezza d'onda Hs e del corrispondente periodo Ts, sia per l'intero campione di dati, sia suddividendo il campione in periodo invernale (da Ottobre a Marzo) ed estivo (da Aprile a Settembre). L'altezza d'onda con periodo di ritorno annuale risulta pari a 1.60 m.

N° tot dati registrati

		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.	
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25		
Hs (m)	Ts (s)	≥ 0.00 < 0.125	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	≥ 2.125 < 2.375	
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	2	1240	947	17	1	0	0	0	0	0	0	2205
3	3	2258	2818	241	40	8	0	0	0	0	0	5365
4	4	697	1201	193	67	19	3	0	1	1	0	2182
5	5	229	452	128	29	5	5	3	0	0	0	851
6	6	84	147	102	39	12	4	1	3	0	0	392
7	7	25	44	38	32	18	2	0	0	0	0	160
8	8	10	21	9	9	7	2	0	0	0	0	58
9	9	1	8	3	1	3	0	0	0	0	0	16
10	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tot. Parz.		4546	5641	731	218	72	16	4	4	2	0	11234
Tot. Cum.			10187	10918	11136	11208	11224	11228	11232	11234	11234	

% dati registrati

		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.	
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25		
Hs (m)	Ts (s)	≥ 0.00 < 0.125	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	≥ 2.125 < 2.375	
0	0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1	1	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
2	2	11.94	8.43	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.63
3	3	20.10	25.08	2.15	0.36	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.76
4	4	6.20	10.69	1.72	0.60	0.17	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	19.42
5	5	2.04	4.02	1.14	0.26	0.04	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	7.58
6	6	0.75	1.31	0.91	0.35	0.11	0.04	0.01	0.03	0.00	0.00	3.49
7	7	0.22	0.39	0.34	0.28	0.16	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	1.42
8	8	0.09	0.19	0.08	0.08	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52
9	9	0.01	0.07	0.03	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14
10	10	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Tot. Parz.		40.47	50.21	6.51	1.94	0.64	0.14	0.04	0.04	0.02	0.00	100
Tot. Cum.			90.68	97.19	99.13	99.77	99.91	99.95	99.98	100.00	100.00	
	% sup		9.32	2.81	0.87	0.23	0.09	0.05	0.02	0.00	0.00	

N° ore all'anno

		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.	
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25		
Hs (m)	Ts (s)	≥ 0.00 < 0.125	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	≥ 2.125 < 2.375	
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	2	967	738	13	1	0	0	0	0	0	0	1719
3	3	1761	2197	188	31	6	0	0	0	0	0	4183
4	4	544	937	150	52	15	2	0	1	1	0	1701
5	5	179	352	100	23	4	4	2	0	0	0	664
6	6	66	115	80	30	9	3	1	2	0	0	306
7	7	19	34	30	25	14	2	0	0	1	0	125
8	8	8	16	7	7	5	2	0	0	0	0	45
9	9	1	6	2	1	2	0	0	0	0	0	12
10	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tot. Parz.		3545	4399	570	170	56	12	3	3	2	0	8760
Tot. Cum.			7944	8514	8684	8740	8752	8755	8758	8760	8760	
	sup		816	246	76	20	8	5	2	0	0	

TAB. 3.22 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI TREPORTI -
STATISTICA ANNUALE

N° dati registrati

periodo invernale		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	Tot. parz.
Hs (m)	Ts (s)	≥ 0.125 < 0.125	≥ 0.375 < 0.375	≥ 0.625 < 0.625	≥ 0.875 < 0.875	≥ 1.125 < 1.125	≥ 1.375 < 1.375	≥ 1.625 < 1.625	≥ 1.875 < 1.875	≥ 2.125 < 2.125	
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	638	315	11	0	0	0	0	0	0	0	964
2	1296	1141	164	29	3	0	0	0	0	0	2633
3	492	601	104	40	10	3	0	1	1	0	1252
4	180	275	85	20	3	2	3	0	0	0	568
5	67	112	80	32	11	4	1	3	0	0	310
6	22	40	33	22	16	1	0	0	1	0	135
7	6	21	8	8	5	2	0	0	0	0	50
8	0	8	3	1	3	0	0	0	0	0	15
9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	2701	2516	488	152	51	12	4	4	2	0	5930
Tot. Cum.		5217	5705	5857	5908	5920	5924	5928	5930	5930	

% dati registrati

periodo invernale		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
Hs (m)	Ts (s)	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
		≥ 0.00 < 0.125	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	≥ 2.125 < 2.375
0	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1	10.76	5.31	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.26
2	21.85	19.24	2.77	0.49	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.40
3	8.30	10.13	1.75	0.67	0.17	0.05	0.00	0.02	0.02	0.00	21.11
4	3.04	4.64	1.43	0.34	0.05	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	9.58
5	1.13	1.89	1.35	0.54	0.19	0.07	0.02	0.05	0.00	0.00	5.23
6	0.37	0.67	0.56	0.37	0.27	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	2.28
7	0.10	0.35	0.13	0.13	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84
8	0.00	0.13	0.05	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25
9	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. Parz.	45.55	42.43	8.23	2.56	0.86	0.20	0.07	0.07	0.03	0.00	100
Tot. Cum.		87.98	96.21	98.77	99.63	99.83	99.90	99.97	100.00	100.00	
	% sup	12.02	3.79	1.23	0.37	0.17	0.10	0.03	0.00	0.00	

N° ore in inverno

periodo invernale		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
Hs (m)	Ts (s)	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
		≥ 0.00 < 0.125	≥ 0.125 < 0.375	≥ 0.375 < 0.625	≥ 0.625 < 0.875	≥ 0.875 < 1.125	≥ 1.125 < 1.375	≥ 1.375 < 1.625	≥ 1.625 < 1.875	≥ 1.875 < 2.125	≥ 2.125 < 2.375
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	471	233	8	0	0	0	0	0	0	0	712
2	957	843	121	21	2	0	0	0	0	0	1945
3	363	444	77	30	7	2	0	1	1	0	925
4	133	203	63	15	2	1	2	0	0	0	420
5	49	83	59	24	8	3	1	2	0	0	229
6	16	30	24	16	12	1	0	0	1	0	100
7	4	16	6	6	4	1	0	0	0	0	37
8	0	6	2	1	2	0	0	0	0	0	11
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	1995	1858	360	112	38	9	3	3	1	0	4380
Tot. Cum.		3853	4214	4326	4364	4373	4376	4379	4380	4380	
	sup	527	166	54	16	7	4	1	0	0	

 TAB. 3.23 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI LIDO TREPONTI
- STATISTICA INVERNALE

N° dati registrati
periodo estivo

		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	Tot. parz.
Hs (m)	≥ 0.00	≥ 0.125	≥ 0.375	≥ 0.625	≥ 0.875	≥ 1.125	≥ 1.375	≥ 1.625	≥ 1.875	≥ 2.125	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	602	632	6	1	0	0	0	0	0	0	1241
3	962	1677	77	11	5	0	0	0	0	0	2732
4	205	600	89	27	9	0	0	0	0	0	930
5	49	177	43	9	2	3	0	0	0	0	283
6	17	35	22	7	1	0	0	0	0	0	82
7	3	4	5	10	2	1	0	0	0	0	25
8	4	0	1	1	2	0	0	0	0	0	8
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	1845	3125	243	66	21	4	0	0	0	0	5304
Tot. Cum.		4970	5213	5279	5300	5304	5304	5304	5304	5304	

% dati registrati
periodo estivo

		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
Hs (m)	≥ 0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	
0	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
2	11.35	11.92	0.11	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.40
3	18.14	31.62	1.45	0.21	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.51
4	3.87	11.31	1.68	0.51	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.53
5	0.92	3.34	0.81	0.17	0.04	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	5.34
6	0.32	0.66	0.41	0.13	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.55
7	0.06	0.08	0.09	0.19	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
8	0.08	0.00	0.02	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
9	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tot. Parz.	34.79	58.92	4.58	1.24	0.40	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	100
Tot. Cum.		93.70	98.28	99.53	99.92	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
% sup		6.30	1.72	0.47	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

N° ore in estate

		Valore centrale della classe Hs (m)									Tot. parz.
Hs (m)	≥ 0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	
Ts (s)	< 0.125	< 0.375	< 0.625	< 0.875	< 1.125	< 1.375	< 1.625	< 1.875	< 2.125	< 2.375	
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	497	522	5	1	0	0	0	0	0	0	1025
3	794	1385	64	9	4	0	0	0	0	0	2256
4	169	495	73	22	7	0	0	0	0	0	768
5	40	146	36	7	2	2	0	0	0	0	234
6	14	29	18	6	1	0	0	0	0	0	68
7	2	3	4	8	2	1	0	0	0	0	21
8	3	0	1	1	2	0	0	0	0	0	7
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot. Parz.	1524	2581	201	55	17	3	0	0	0	0	4380
Tot. Cum.		4104	4305	4359	4377	4380	4380	4380	4380	4380	
sup		276	75	21	3	0	0	0	0	0	

TAB. 3.24 ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA FUTURA BARRIERA DI LIDO TREPORI
- STATISTICA ESTIVA

Un'altra informazione utile che può essere dedotta dalle misure eseguite in natura riguarda la persistenza stagionale delle mareggiate e dei periodi di calma.

In Fig. 3.22 si riporta la distribuzione stagionale delle altezze d'onda al picco per

le mareggiate che hanno superato il valore $H_s = 0.5$ m per almeno 6 ore in funzione della direzione di provenienza del moto ondoso al largo, mentre la Tab. 3.25 riporta la persistenza delle mareggiate sopra una determinata soglia nella stagione estiva ed in quella invernale.

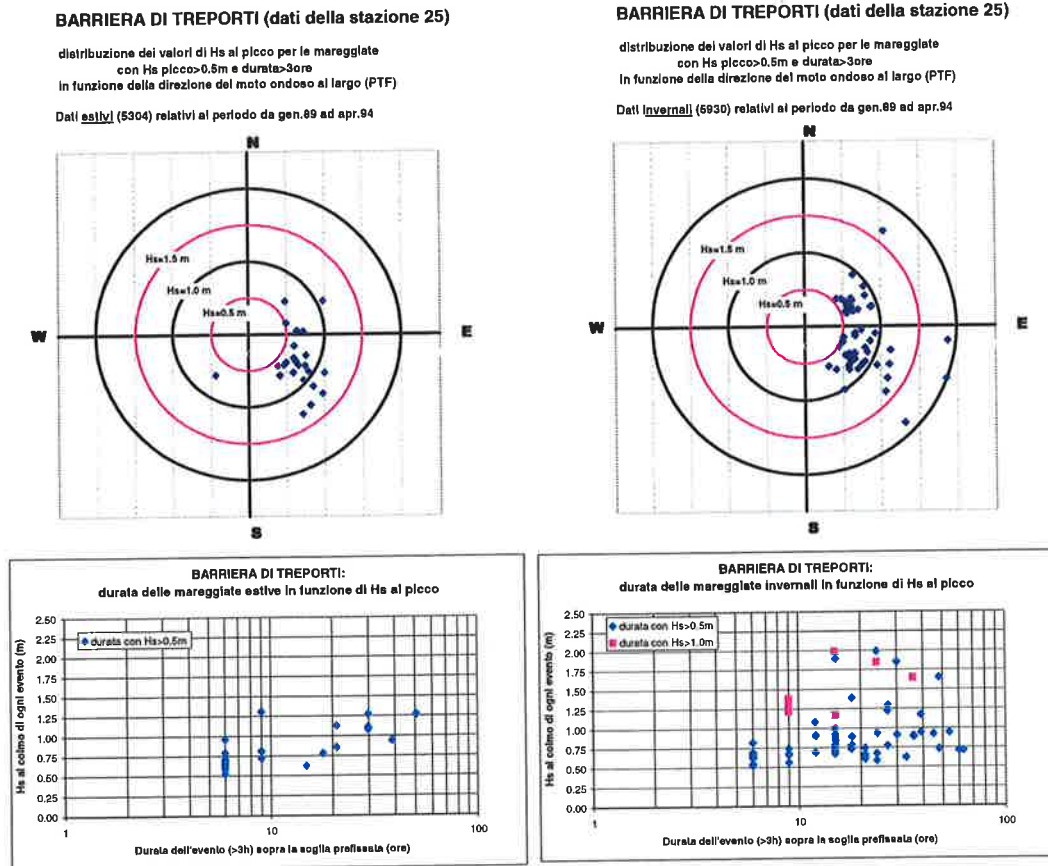


FIG. 3.22 TREPORTI: DISTRIBUZIONE DIREZIONALE E STAGIONALE DEL VALORE DELL'ALTEZZA D'ONDA AL PICCO PER GLI EVENTI CON H_s AL PICCO > 0.5 M E LORO DURATA

Persistenza delle mareggiate
numero medio di eventi d'estate con H_s al picco \geq valore di soglia

soglia H_s (m)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
0.50	6	3	2	2	1	1	0
0.75	2	2	1	0	0	0	0
1.00	0	0	0	0	0	0	0

Persistenza delle mareggiate
numero medio di eventi d'inverno con H_s al picco \geq valore di soglia

soglia H_s (m)	durata in ore						
	>3	>6	>12	>18	>24	>36	>48
0.50	14	12	9	6	4	2	1
0.75	5	4	2	1	1	0	0
1.00	2	2	1	1	0	0	0

TAB. 3.25 PERSISTENZA DELLE MAREGGIATE ALLA BARRIERA DI TREPORTI

Si osserva che le mareggiate più importanti, sia in termini di altezza d'onda

raggiunta che per la loro persistenza al di sopra di una determinata soglia, si verificano nel periodo invernale e comunque per il settore di scirocco. Gli eventi che superano la soglia $H_s = 0.5$ m d'inverno sono mediamente pari al doppio di quelli estivi.

Per quanto riguarda la persistenza delle calme invece non si osservano particolari differenze stagionali. Come mostra la Fig. 3.23 il 50% degli eventi per cui H_s si mantiene inferiore 0.5 m ha una durata di 1 giorno.

soglia H_s (m)	durata in giorni					
	>0	>0.5	>1	>2	>4	>8
0.50	116	81	58	35	20	10
0.75	94	71	50	33	18	10
1.00	85	66	46	30	18	9

Persistenza delle calme ($H_s <$ valore di soglia): numero medio di eventi all'anno

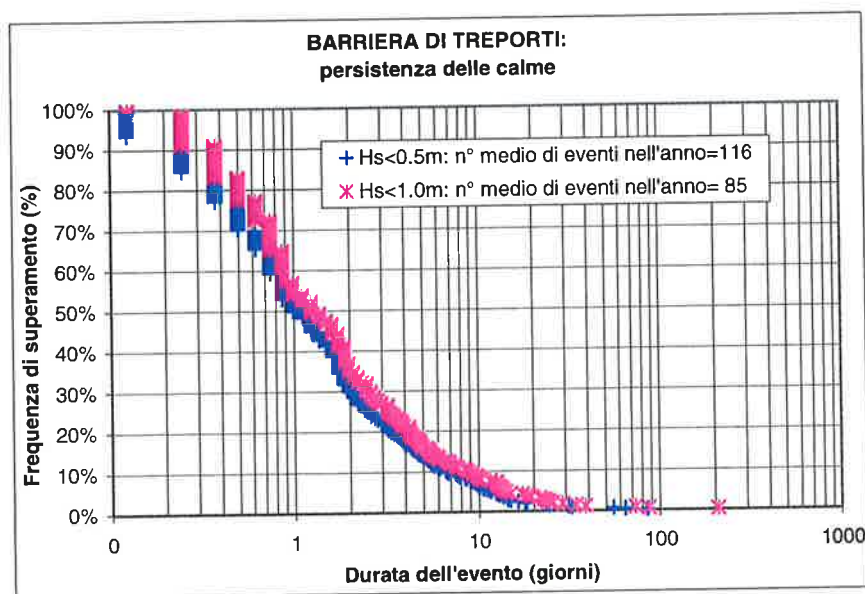
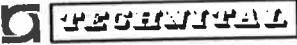


FIG. 3.23 PERSISTENZA DELLE CALME ALLA BARRIERA DI TREPORTI

Onde estreme

Per l'esame della penetrazione delle onde estreme all'interno della bocca di Lido e la sua definizione alla barriera si sono utilizzati da un lato i risultati dei modelli numerici Pharos e Gemma, dall'altro quelli delle prove sul modello fisico

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 54
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

dell'intera bocca realizzato presso il Centro Sperimentale di Voltabarozzo in scala 1:64 in diverse configurazioni.

Entrambi i modelli hanno evidenziato che, nel caso di onda monodirezionale, le onde che penetrano maggiormente in corrispondenza della barriera di Treporti sono quelle provenienti da 135°N. Tenendo conto della distribuzione direzionale dell'energia le onde alla barriera si riducono comunque di circa l'80%. Viceversa la direzione peggiore per il settore di bora risulta essere la 85°N per la quale si ottiene la stessa penetrazione sia nel caso di onda monodirezionale che multidirezionale.

I risultati delle prove su modello fisico hanno sostanzialmente confermato quanto osservato con il modello numerico: le onde maggiori alla barriera di Treporti sono state misurate per il settore di Scirocco.

Le altezze d'onda maggiori sono state misurate nella zona centro-orientale della barriera per il settore di Bora e in quella centro-occidentale per il settore di Scirocco.


Sulla base delle analisi eseguite si sono definiti i seguenti valori del fattore di riduzione dell'altezza significativa massima alla barriera rispetto a quella alla Piattaforma Acqua Alta ed a L2 (punto a circa 2.5 km dall'ingresso della bocca, coincidente con l'ubicazione dei generatori di moto ondoso).

Settore	Dalla PTF	Da L2
Bora	35%	41÷44%
Scirocco	35%	37÷41%

TAB. 3.26 FATTORE DI RIDUZIONE DELL'ALTEZZA D'ONDA ALLA BARRIERA DI TREPOTI RISPETTO ALLA PIATTAFORMA E A L2

Nel definire le onde estreme di progetto nel caso di eventi provenienti dal settore di Scirocco, si è considerato anche l'incremento dell'altezza d'onda generato dal vento locale che, tenuto conto delle dimensioni della bocca e del suo orientamento, non può essere trascurato.

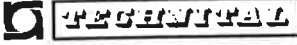
In conclusione alla barriera di Treporti si devono considerare le condizioni di

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 55
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

moto ondoso e livelli di marea riportate nella seguente Tab. 3.27.

STATISTICA COMBINATA ALLA PIATTAFORMA			STATISTICA COMBINATA IN L2				ALLA BARRIERA DI TREPORTI			
Tr (anni)	liv (m)	Hs (m)	BORA		SCIROCCO		BORA		SCIROCCO	
			Tp (s)	Hs L2 (m)	Tp (s)	Hs L2 (m)	Hs (m) corta	Hs (m) lunga	Hs (m) corta	Hs (m) lunga
5	<0.7	4.4	8.4	3.7	9.4	4.2	1.5	0.7	1.7	0.9
5	1.00	4.0	8.0	3.4	9.0	3.8	1.4	0.6	1.5	0.8
5	1.18	3.0	6.9	2.6	7.8	3.0	1.1	0.3	1.2	0.5
10	<0.75	4.7	8.7	3.9	9.8	4.4	1.6	0.8	1.9	1.0
10	1.00	4.4	8.4	3.7	9.4	4.2	1.5	0.7	1.8	0.9
10	1.30	3.5	7.5	3.0	8.4	3.4	1.2	0.5	1.5	0.6
100	<0.8	5.6	9.5	4.6	10.6	4.9	2.0	1.1	2.3	1.2
100	1.30	5.0	8.9	4.1	10.1	4.6	1.8	0.9	2.1	1.1
100	1.50	4.6	8.6	3.8	9.7	4.3	1.6	0.8	1.9	1.0
100	1.65	4.0	8.0	3.4	9.0	3.8	1.4	0.6	1.8	0.8
300	<1.00	6.0	9.8	4.8	11.0	5.2	2.1	1.2	2.4	1.3
300	1.50	5.5	9.4	4.5	10.6	4.8	1.9	1.1	2.2	1.2
300	1.70	5.0	8.9	4.1	10.1	4.6	1.8	0.9	2.1	1.1
300	1.85	4.0	8.0	3.4	9.0	3.8	1.4	0.6	1.8	0.8
1000	<1.25	6.4	10.1	5.1	11.4	5.4	2.2	1.3	2.5	1.4
1000	1.70	6.0	9.8	4.8	11.0	5.2	2.1	1.2	2.4	1.3
1000	2.00	5.0	8.9	4.1	10.1	4.6	1.8	0.9	2.1	1.1
1000	2.05	4.0	8.0	3.4	9.0	3.8	1.4	0.6	1.8	0.8

TAB. 3.27 STATISTICA COMBINATA ONDE E LIVELLI ALLA BARRIERA DI TREPORTI

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 56
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

4. MAREE E PARAMETRI IDRODINAMICI

La valutazione delle portate che possono passare attraverso i canali di bocca e delle corrispondenti velocità della corrente è stata effettuata utilizzando un modello numerico della laguna a partire da maree di caratteristiche prefissate. Non disponendo infatti di un periodo sufficientemente lungo di misure dirette (limitato a circa 2.5 anni) da consentire una valutazione statistica significativa delle portate che transitano alle bocche di porto, si è dovuto necessariamente passare attraverso l'analisi statistica delle maree per le quali si ha a disposizione un campione di misure della durata di 50 anni. Inoltre, la possibilità di utilizzare un modello idrodinamico ha permesso di valutare l'influenza degli interventi stessi sull'idrodinamica alle bocche.

4.1. Statistica dei gradienti medi di marea

Il parametro strettamente collegato alle portate che transitano nei canali delle bocche di porto è il gradiente medio della marea definito come il rapporto tra l'ampiezza di marea e il tempo che intercorre tra il raggiungimento del cavo e quello della cresta, se si è in fase di flusso, o quello tra la cresta ed il cavo, se si è in fase di riflusso.

Dal campione delle misure del mareografo storico di Punta della Salute per ogni marea si è calcolato il gradiente medio in flusso ed in riflusso e la loro frequenza di superamento. Si è inoltre valutata la statistica dei valori estremi a partire da tempi di ritorno di 5 anni applicando il metodo di Gumbel ai valori massimi annuali.

Si è osservato che solo per eventi frequenti i valori in riflusso risultano leggermente superiori a quelli in flusso e che tale tendenza si inverte per valori del periodo di ritorno superiori ai 5 anni. Per tale motivo e per una maggiore snellezza operativa, si è stabilito di far riferimento ad un'unica statistica, quella dei gradienti medi in flusso di cui si riportano i risultati in Fig. 4.1.

Nell'ipotesi di marea semidiurna l'evento con ricorrenza annuale è caratterizzato da una frequenza di superamento pari allo 0.13%, cui corrisponde un gradiente medio pari a 18.7 cm/h.

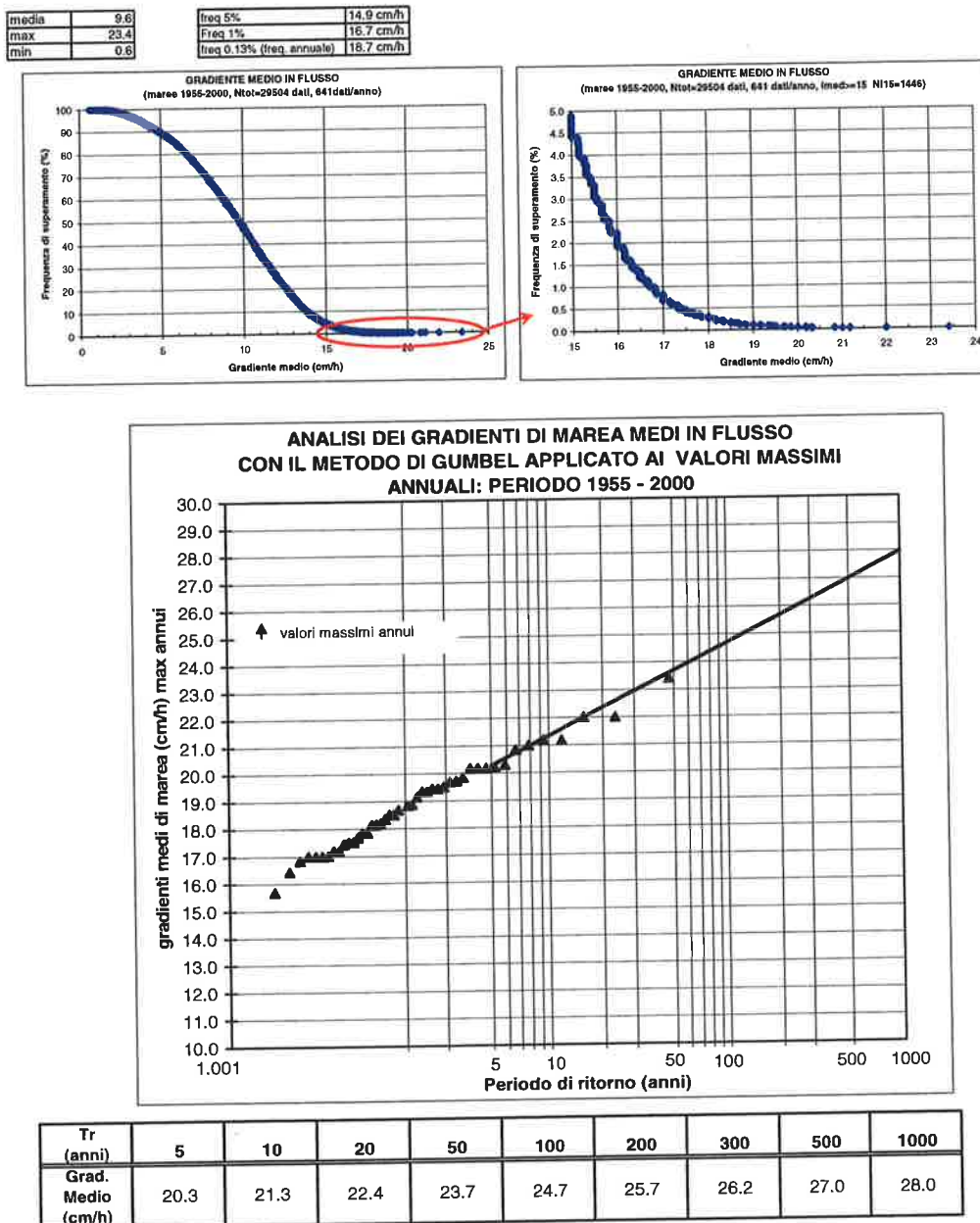



FIG. 4.1 FREQUENZA DI SUPERAMENTO E VALORI ESTREMI DEL GRADIENTE MEDIO DI MAREA IN FLUSSO

4.2. Determinazione della portata alle bocche

La determinazione della portata e del conseguente campo di moto è stata effettuata mediante il modello idrodinamico *Delft3D-Flow* in condizioni di moto vario. Tale modello si basa su una schematizzazione a maglia curvilinea e le

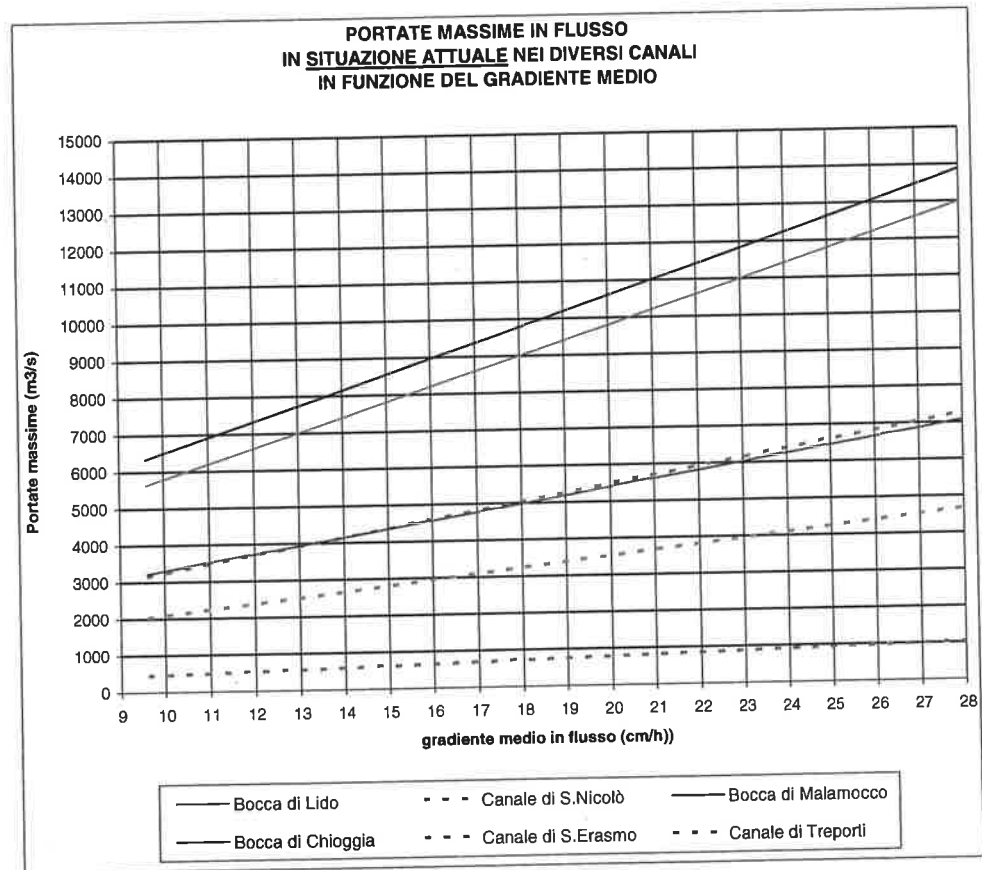
	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 58
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

equazioni del moto sono risolte secondo un algoritmo di calcolo alle differenze finite. Le simulazioni sono state eseguite con un'onda di marea semplificata di tipo sinusoidale con periodo di 12 ore e livello medio coincidente con il livello medio mare, per diversi valori del gradiente medio a seconda del periodo di ritorno considerato. Il modello è stato applicato sia alla laguna nella configurazione antecedente la costruzione delle opere complementari (definita per semplicità situazione "attuale") sia alla configurazione finale corrispondente alla realizzazione di tutte le opere alle bocche per la regolazione dei flussi di marea. E' stato in tal modo possibile individuare delle relazioni di tipo lineare tra il gradiente medio della marea in input e la portata massima transitante alle bocche di porto.

Le simulazioni effettuate in situazione "attuale" sono state utilizzate per la calibrazione e validazione del modello idrodinamico sulla base di campagne di misura delle portate transitanti alle bocche (studio C.1.5 e studio C.2.2), mentre le simulazioni eseguite nella configurazione con gli interventi realizzati sono state utilizzate per ricavare i valori della corrente da utilizzare nella progettazione e, nel caso specifico, per definire le condizioni operative limite dei mezzi di sostituzione delle paratoie.

Di seguito è riportata, per la configurazione "attuale", la relazione fra gradiente medio e portata massima in flusso ottenuta con l'utilizzo del modello idrodinamico precedentemente descritto. Per completezza si riportano i risultati fino a tempi di ritorno elevati, anche se non verranno utilizzati in sede di progettazione dei mezzi di sostituzione delle paratoie.

Si osserva che, a parità di gradiente medio di marea, le maggiori portate transitano attraverso la bocca di Malamocco, mentre a Lido risultano leggermente minori (circa 1.000 m³/s in meno). A Chioggia le portate sono circa la metà di quelle transitanti a Malamocco e risultano praticamente coincidenti con quelle del canale di San Nicolò.



VALORI DELLE PORTATE IN SITUAZIONE ATTUALE										
freq. sup. (%)	Tr (anni)	i medio (cm/h)	LIDO				MALAMOCCO Q (m ³ /s)	CHIOGGIA Q (m ³ /s)	TOTALE Q (m ³ /s)	
			bocca (m ³ /s)	S.Nicolò 56%	S.Erasmo 8%	Treporti 36%				
50%		9.60	5640	3158	451	2030	6336	3216	15192	
		14.90	7760	4346	621	2794	8509	4329	20598	
5%										
0.13%	1	18.70	9280	5197	742	3341	10067	5127	24474	
		5	20.30	9920	5555	794	3571	10723	5463	26106
		10	21.30	10320	5779	826	3715	11133	5673	27126
		20	22.40	10760	6026	881	3874	11584	5904	28248
		50	23.70	11280	6317	902	4061	12117	6177	29574
		100	24.70	11680	6541	934	4205	12527	6387	30594
		200	25.70	12080	6765	966	4349	12937	6597	31614
		300	26.20	12280	6877	982	4421	13142	6702	32124
		500	27.00	12600	7056	1008	4536	13470	6870	32940
		1000	28.00	13000	7280	1040	4680	13880	7080	33960

FIG. 4.2 BOCHE DI PORTO: RELAZIONE TRA IL GRADIENTE MEDIO E LA PORTATA MASSIMA IN FLUSSO NELLA SITUAZIONE "ATTUALE"

Le misure dirette di portata eseguite negli ultimi 3 anni nell'ambito dello studio C.1.5 insieme con le contemporanee misure delle maree a Punta della Salute hanno permesso di verificare l'attendibilità dei risultati ottenuti con il modello numerico in situazione attuale, confrontandoli con i valori sperimentali.

Nelle seguenti figure vengono riportati i confronti tra i dati sperimentali e la relazione adottata tra il gradiente medio e la portata massima nelle bocche di porto

sulla base dei risultati del modello idrodinamico in situazione “attuale”. Per quanto riguarda Chioggia e Malamocco, le misure sono state effettuate nel canale di bocca, mentre a Lido, a causa delle dimensioni della bocca, le misure si riferiscono ai 3 canali che collegano la bocca alla laguna (in questa sede sono riportate solo quelle di San Nicolò e di Treporti, perché a S. Erasmo coprono un periodo molto breve).

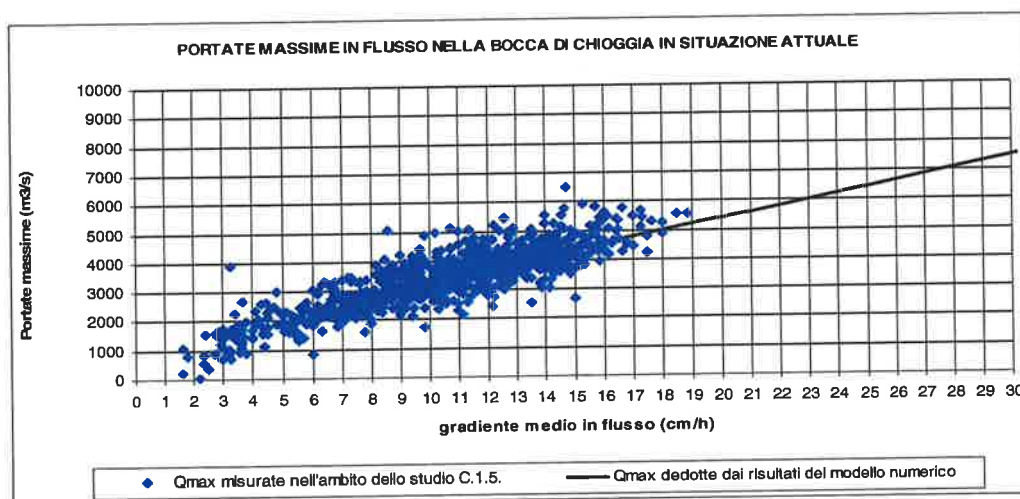


FIG. 4.3 CONFRONTO FRA I DATI SPERIMENTALI E LA RELAZIONE ADOTTATA TRA GRADIENTE MEDIO E PORTATA MASSIMA ALLA BOCCA DI CHIOGGIA

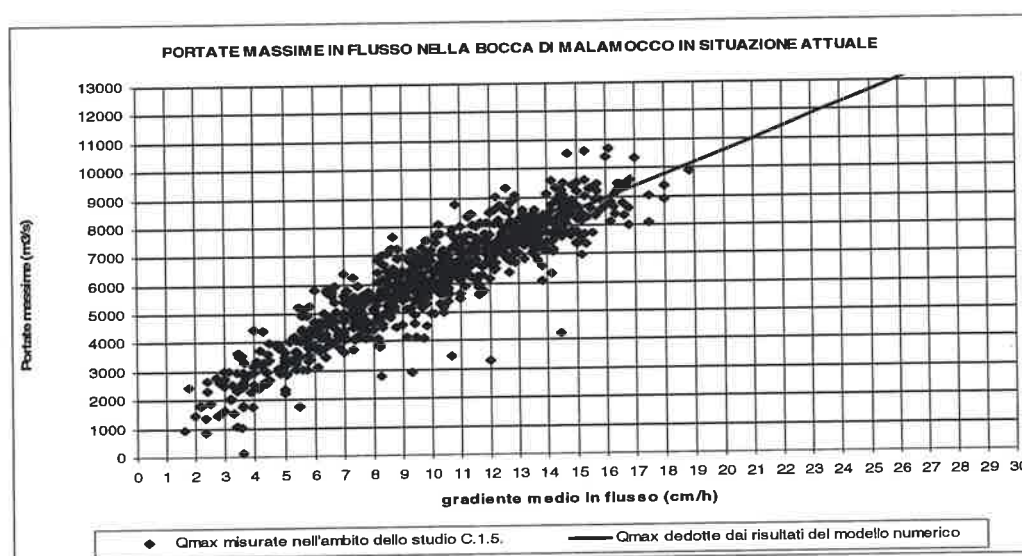


FIG. 4.4 CONFRONTO FRA I DATI SPERIMENTALI E LA RELAZIONE ADOTTATA TRA GRADIENTE MEDIO E PORTATA MASSIMA ALLA BOCCA DI MALAMOCCO

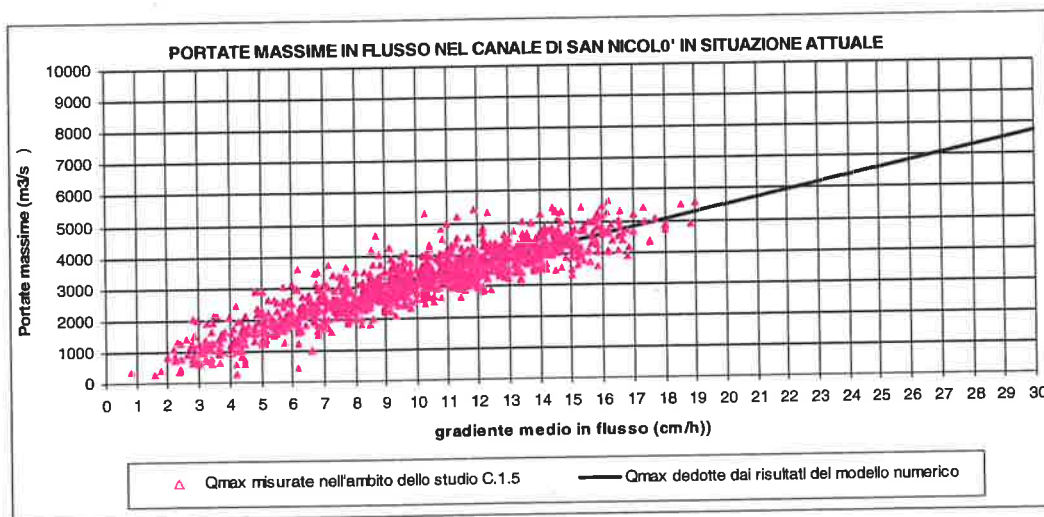


FIG. 4.5 CONFRONTO FRA I DATI SPERIMENTALI E LA RELAZIONE ADOTTATA TRA GRADIENTE MEDIO E PORTATA MASSIMA AL CANALE DI SAN NICOLÒ

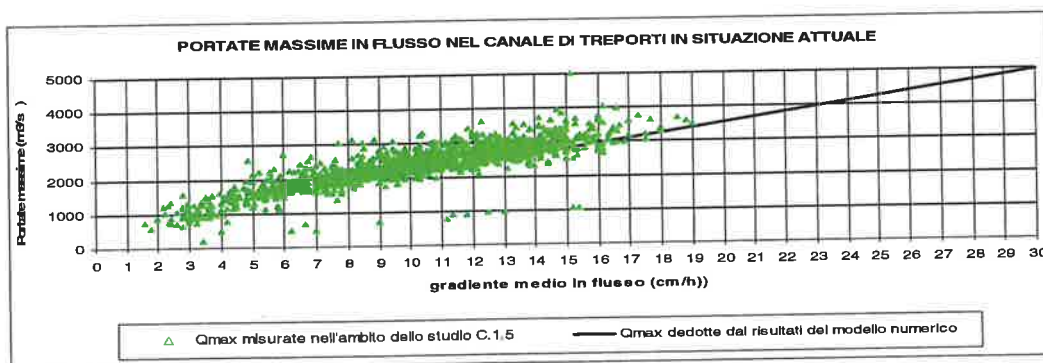



FIG. 4.6 CONFRONTO FRA I DATI SPERIMENTALI E LA RELAZIONE ADOTTATA TRA GRADIENTE MEDIO E PORTATA MASSIMA AL CANALE DI TREPONTI

Il confronto con i dati sperimentali a disposizione conferma la validità del modello nel riprodurre le condizioni idrodinamiche generate dalla propagazione delle maree nelle bocche di porto. Si sottolinea che la dispersione dei dati attorno ai risultati del modello numerico è da ricondursi al fatto che le maree reali non sono sinusoidi perfette e, nel caso di maree con componente meteorologica importante, possono essere caratterizzate da livelli medi diversi dal livello medio mare. Tuttavia, sulla base di un'analisi del grado di incertezza del modello e delle misure stesse, si è ritenuto ragionevole procedere con la relazione individuata per maree sinusoidali caratterizzate da un livello medio pari al livello medio mare.

 PREMESSE	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 62
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

4.3. Velocità della corrente in prossimità delle barriere

Successivamente il modello è stato applicato alla configurazione con gli interventi per tenere conto degli effetti indotti dalla presenza delle opere in termini di portata e sull'idrodinamica locale.

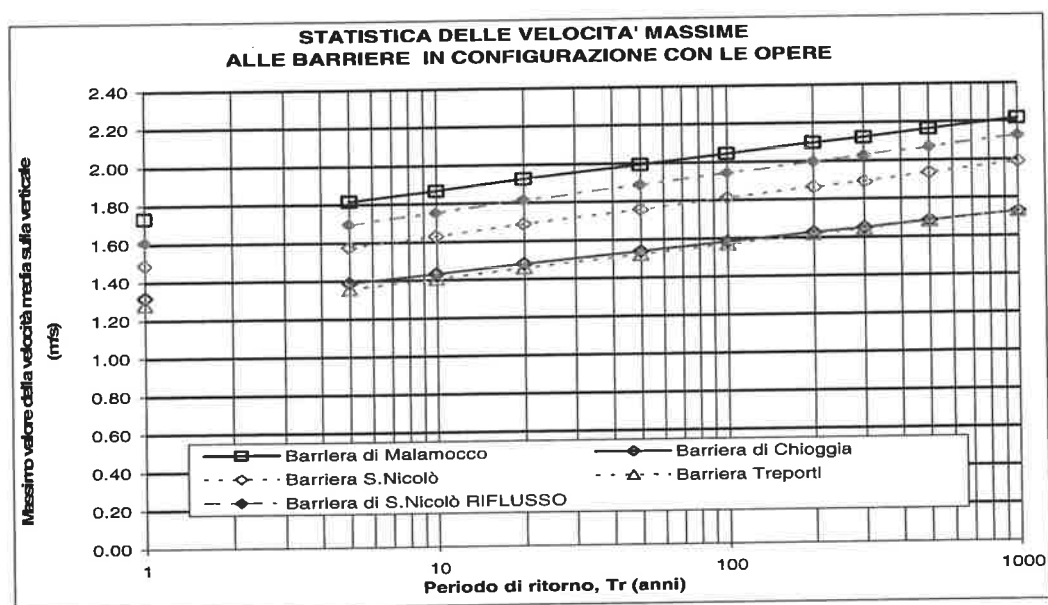
Si è visto che l'unica bocca che risente in modo sostanziale, in termini di riduzione della portata transitante, della presenza delle opere è la bocca di Malamocco, con una riduzione media di circa il 15%. Molto diversa è la situazione per le altre due bocche per le quali, a Lido, si verifica addirittura un lieve incremento della portata massima (circa +1%), mentre per Chioggia una lieve riduzione (circa -3%). Tale situazione non sorprende in quanto è alla bocca di Malamocco che sono stati previsti gli interventi più massicci per l'aumento delle capacità dissipative della bocca e quindi era prevedibile una lieve riduzione dei valori di portata e conseguentemente dei volumi scambiati mare-laguna. D'altra parte, a fronte di una diminuzione della portata transitante alle Bocche, la presenza delle opere comporta una riduzione della sezione liquida attraverso cui transita la portata. I risultati del modello idrodinamico mostrano che gli interventi non comportano un incremento significativo dei valori assoluti delle velocità in corrispondenza delle barriere rispetto alla situazione "attuale".

Per quanto riguarda le velocità da considerare nella progettazione dei mezzi di rimozione dei sedimenti, si è cercato di adottare, dove possibile, una stessa statistica valida sia per le condizioni di flusso che di riflusso. Infatti, mentre da un lato, a parità di gradiente medio di marea, la portata in flusso risulta maggiore della portata in riflusso, dall'altro anche la sezione liquida in flusso è maggiore perché il livello della marea in bocca al momento del raggiungimento della massima portata in flusso è più elevato di quello in riflusso. A priori non è quindi possibile stabilire quale sia la condizione peggiore.

Il modello idrodinamico mostra che per le barriere di Chioggia, Malamocco e Lido Treporti le velocità massime in flusso e riflusso, a parità di gradiente di marea, risultano praticamente coincidenti, mentre a Lido San Nicolò, la velocità in riflusso risulta circa pari a circa 1.1 volte quella in flusso.

Nota la statistica dei gradienti, è stato quindi possibile definire per ogni bocca la

statistica delle velocità alla barriera (Fig. 4.7). Tale statistica si riferisce al valore massimo nel tempo e nello spazio della velocità media lungo la verticale, nell'area delle barriere. Inoltre, si sottolinea che questa statistica risulta valida anche per tutta l'area di protezione dei fondali in prossimità della barriera ad esclusione di fenomeni di accelerazioni localizzate evidenziati più avanti. La barriera in cui si riscontrano le maggiori velocità è quella di Malamocco, seguita da quella di San Nicolò in condizioni di riflusso, mentre a Chioggia e Treporti le velocità risultano circa pari al 77% di quelle a Malamocco.



freq. Sup. (%)	Tr (anni)	i medio (cm/h)	Velocità alle barriere (m/s) in flusso - con opere				riflusso	
			Chioggia	Malamocco	S. Nicolò	Treporti	S. Nicolò	S. Nicolò
50.00%		9.60	0.92	1.26	1.00	0.84	1.10	1.10
5.00%		14.90	1.15	1.53	1.29	1.10	1.40	1.40
0.13%	1	18.70	1.32	1.73	1.49	1.28	1.61	1.61
	5	20.30	1.39	1.82	1.58	1.36	1.70	1.70
	10	21.30	1.43	1.87	1.63	1.41	1.75	1.75
	20	22.40	1.48	1.92	1.69	1.46	1.81	1.81
	50	23.70	1.54	1.99	1.76	1.52	1.89	1.89
	100	24.70	1.58	2.04	1.81	1.57	1.94	1.94
	200	25.70	1.63	2.10	1.87	1.62	2.00	2.00
	300	26.20	1.65	2.12	1.89	1.64	2.03	2.03
	500	27.00	1.68	2.16	1.94	1.68	2.07	2.07
	1000	28.00	1.73	2.22	1.99	1.73	2.13	2.13

FIG. 4.7 STATISTICA DELLE VELOCITÀ MEDIE SULLA VERTICALE ALLE BARRIERE

Per completezza si riportano nella tabella seguente i valori delle velocità medie sulla verticale validi per la progettazione delle barriere.

Velocità media sulla verticale alle barriere (m/s)	Tempo di ritorno (anni)			
	1	10	100	1000
Chioggia flusso/riflusso	1.3	1.4	1.6	1.7
Malamocco flusso/riflusso	1.7	1.9	2.0	2.2
Lido San Nicolò riflusso	1.6	1.8	1.9	2.1
Lido Treporti flusso/riflusso	1.3	1.4	1.6	1.7

TAB. 4.1 VALORI DELLA VELOCITÀ MEDIA SULLA VERTICALE ALLE BARRIERE IN FUNZIONE DEL PERIODO DI RITORNO

Si rammenta che i valori indicati in precedenza rappresentano una condizione estrema circoscritta nel tempo (la massima portata si mantiene pressoché costante per una durata di circa 1-2 ore) e nello spazio (si riferiscono alla zona in prossimità della barriera nella quale si verifica il massimo flusso) e questo garantisce una elevata flessibilità operativa: sarà sufficiente accettare brevi attese (1-2 ore), o pianificare opportunamente l'orario di arrivo dei mezzi nella zona delle operazioni, per poter usufruire, nel caso di operazioni brevi, di finestre temporali con condizioni più moderate. Occorre tuttavia tener presente che, nel caso di marea semidiurna, in 3 ore si passa da una velocità nulla al massimo valore, dipendente dal gradiente della marea, e che in 1 ora e mezza si raggiunge l'80% del valore massimo.

Di seguito si riportano a titolo di esempio i campi di corrente lungo i canali di bocca che si producono in condizioni di massimo flusso e massimo riflusso di una marea con ricorrenza annuale.

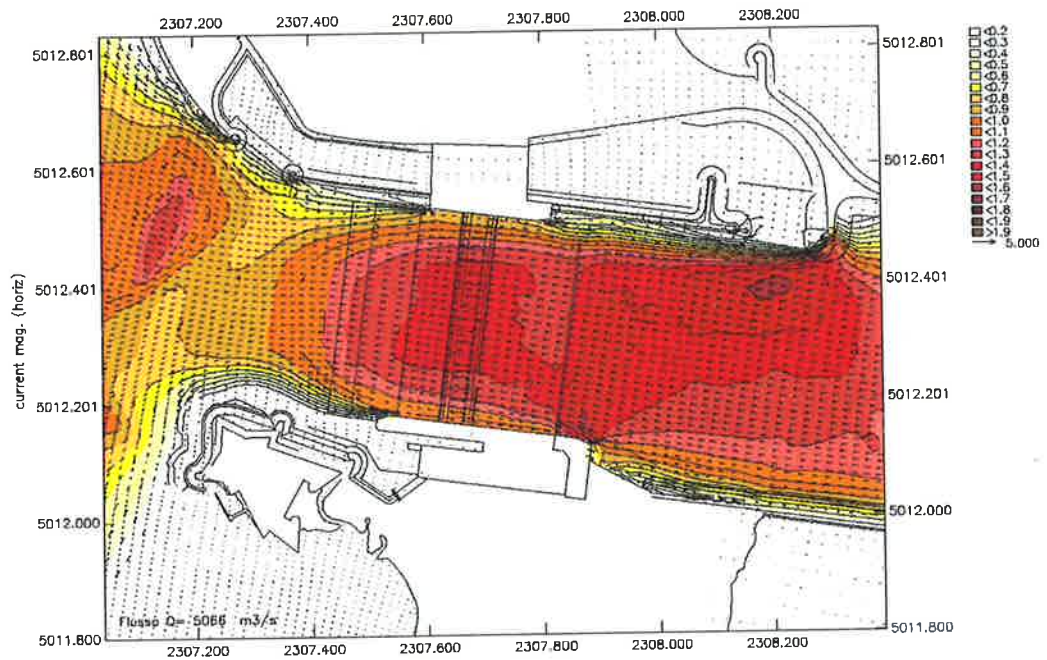


FIG. 4.8 CAMPI DI CORRENTE (M/S) ALLA BOCCA DI CHIOGGIA (TR=1 ANNO)
NELLA SITUAZIONE CON GLI INTERVENTI – CONDIZIONI DI FLUSSO

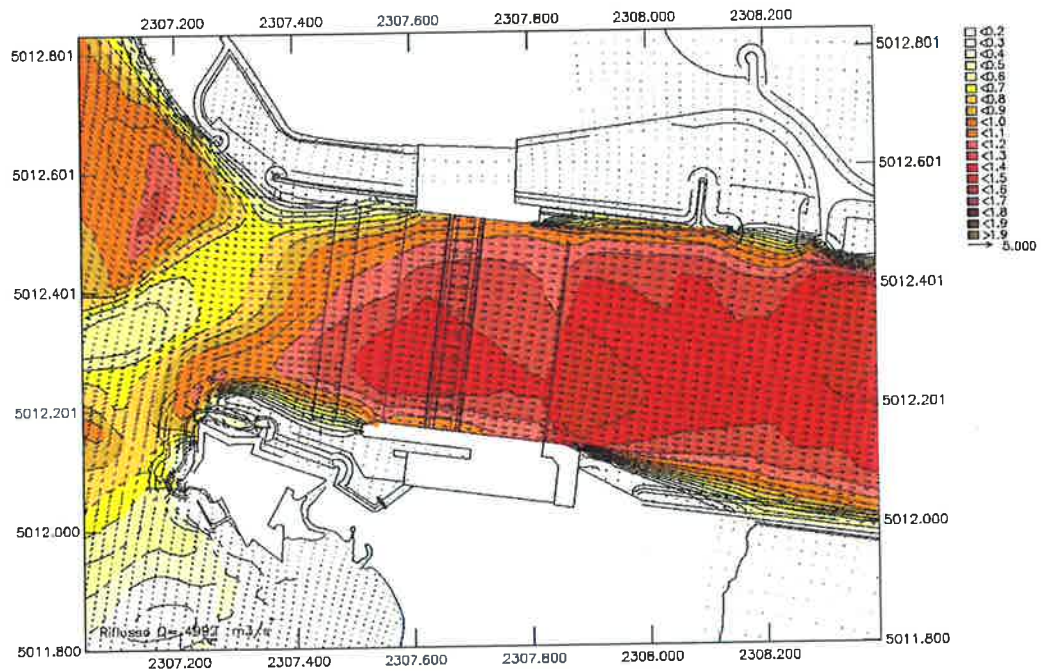


FIG. 4.9 CAMPI DI CORRENTE (M/S) ALLA BOCCA DI CHIOGGIA (TR=1 ANNO)
NELLA SITUAZIONE CON GLI INTERVENTI – CONDIZIONI DI RIFLUSSO

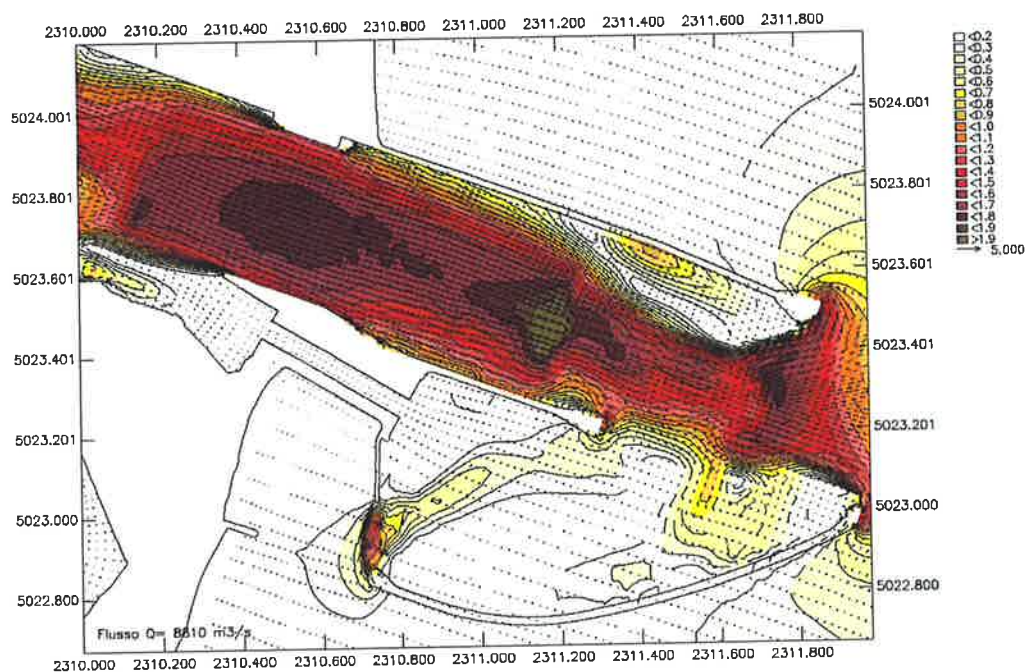


FIG. 4.10 CAMPI DI CORRENTE (M/S) ALLA BOCCA DI MALAMOCCO (Tr=1 ANNO)
NELLA SITUAZIONE CON GLI INTERVENTI – CONDIZIONI DI FLUSSO

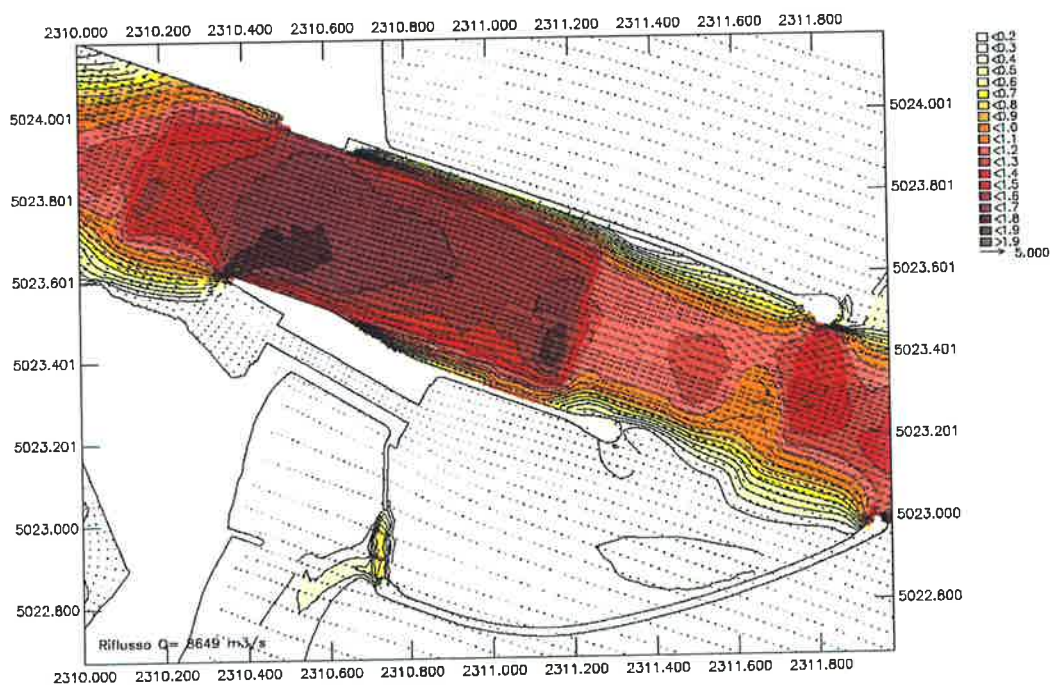


FIG. 4.11 CAMPI DI CORRENTE (M/S) ALLA BOCCA DI MALAMOCCO (Tr=1 ANNO)
NELLA SITUAZIONE CON GLI INTERVENTI – CONDIZIONI DI RIFLUSO

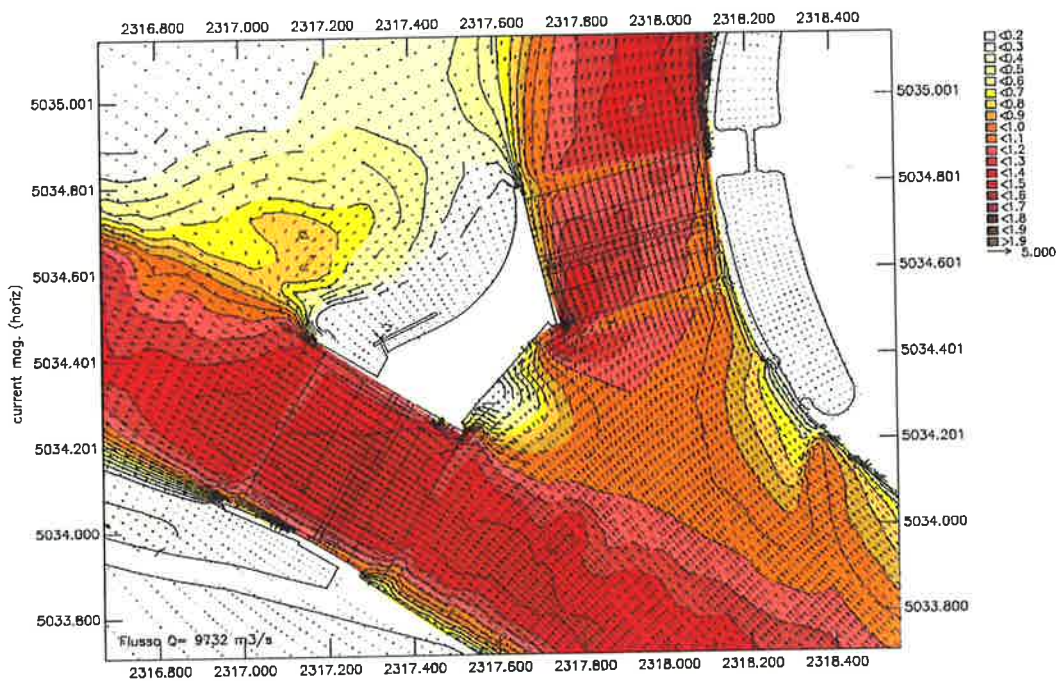


FIG. 4.12 CAMPI DI CORRENTE (M/S) ALLA BOCCA DI LIDO (TR=1 ANNO) NELLA SITUAZIONE CON GLI INTERVENTI – CONDIZIONI DI FLUSSO

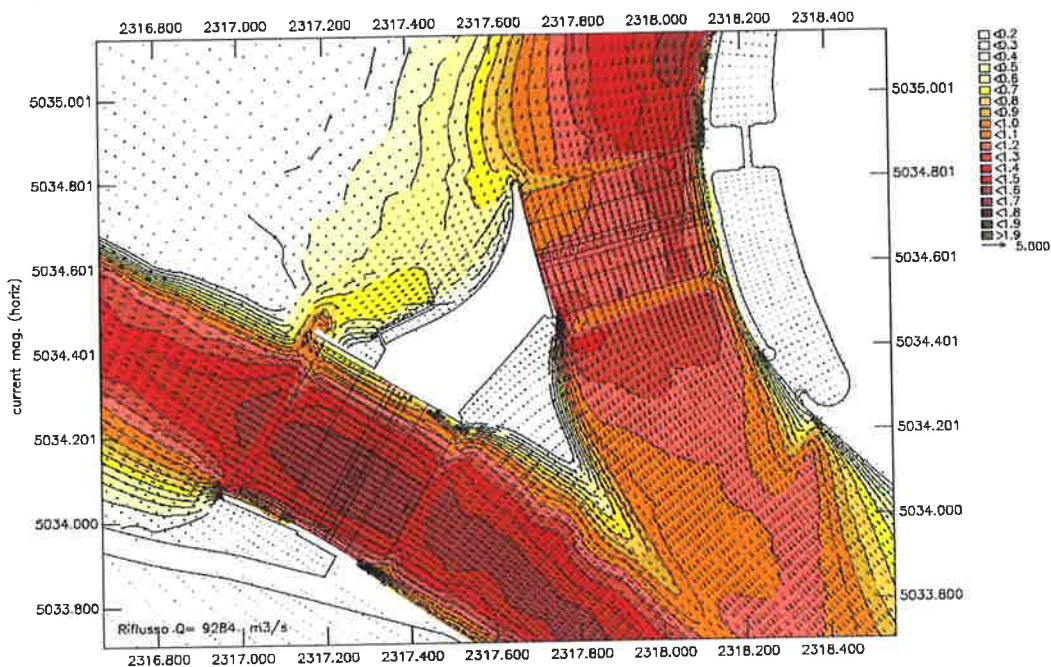


FIG. 4.13 CAMPI DI CORRENTE (M/S) ALLA BOCCA DI LIDO (TR=1 ANNO) NELLA SITUAZIONE CON GLI INTERVENTI – CONDIZIONI DI RIFLUSSO

Come già accennato in precedenza, si possono notare in alcuni casi dei fenomeni localizzati di accelerazione della corrente in prossimità della barriera. Infatti, sia per Malamocco in condizioni di riflusso (vedi Fig. 4.11) che per Treporti in condizioni di flusso (vedi Fig. 4.12), la configurazione planimetrica delle opere di spalla determina una brusca deviazione del flusso con conseguente distacco della vena fluida accompagnata da una accelerazione localizzata della corrente di cui non si è tenuto conto nella statistica riportata in precedenza.

Si ricorda infine che le velocità della corrente sinora riportate sono velocità medie sulla verticale. Per quanto riguarda la distribuzione della velocità lungo la verticale, per i canali è verosimile assumere una dipendenza logaritmica della velocità lungo la normale al fondo, con termini variabili da punto a punto in funzione della scabrezza del fondale. All'aumentare della scabrezza si incrementa la resistenza al fondo e di conseguenza il profilo si discosta maggiormente da una distribuzione uniforme e aumenta il rapporto fra la velocità massima e la velocità media lungo la verticale. Cautelativamente, dalla letteratura si assume che tale rapporto sia costante e pari a 1.22, ottenendo così, in funzione del periodo di ritorno i valori di velocità massima riportate in Tab. 4.2.

Velocità massima sulla verticale alle barriere (m/s)	Tempo di ritorno (anni)			
	1	10	100	1000
Chioggia flusso/riflusso	1.60	1.75	2.00	2.10
Malamocco flusso/riflusso	2.10	2.30	2.55	2.70
Lido San Nicolò riflusso	2.00	2.15	2.40	2.60
Lido Treporti flusso/riflusso	1.55	1.70	2.00	2.10

TAB. 4.2 VALORI DELLA VELOCITÀ MASSIMA SULLA VERTICALE ALLE BARRIERE IN FUNZIONE DEL PERIODO DI RITORNO, ASSUNTA PARI A 1.22 LA VELOCITÀ MEDIA LUNGO LA VERTICALE

4.4. Livelli di marea

Nel progetto il livello dell'acqua è riferito al livello medio mare (l.m.m), il cui riferimento (0.00 m s l.m.m.) attualmente si trova 23 cm sopra il livello misurato a Punta della Salute, dove è collocato il mareografo storico di Venezia. Nella situazione attuale il livello a Punta della Salute durante la marea è praticamente uguale (a parte uno sfasamento temporale) a quello delle bocche di porto: pertanto nel dimensionamento delle opere in esame si farà riferimento alla statistica dei livelli misurati a Punta della Salute, per i quali si hanno a disposizione le registrazioni orarie a partire dal 1955 (Fig. 4.14).

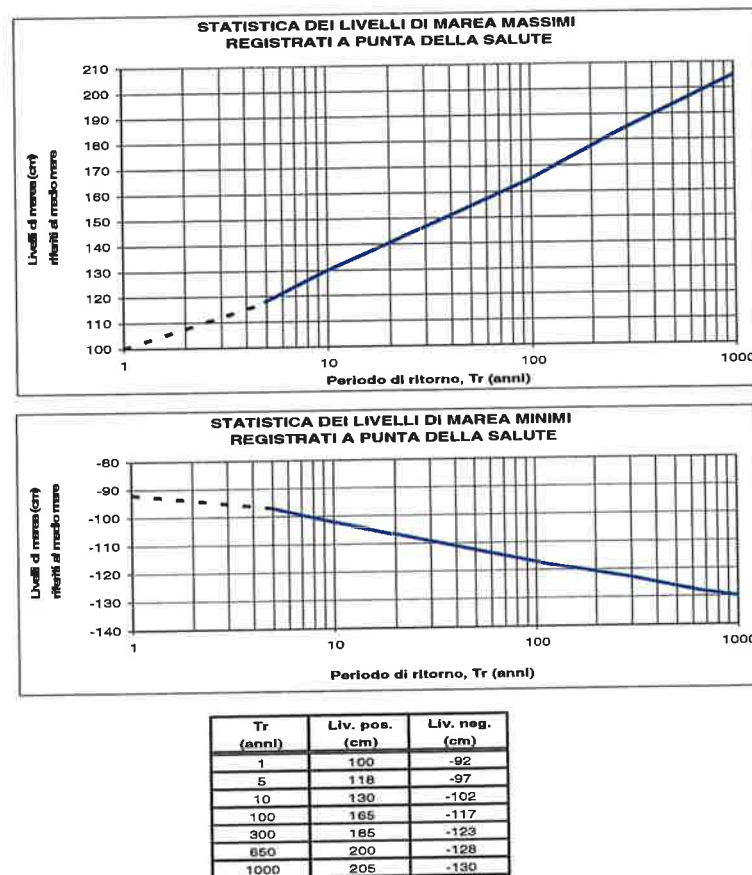
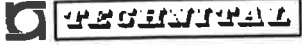


FIG. 4.14 STATISTICA DEI LIVELLI DI MAREA MASSIMI E MINIMI REGISTRATI A PUNTA DELLA SALUTE

Ai livelli di marea positivi va poi aggiunto l'eustatismo, il cui valore massimo considerato nel progetto delle opere mobili è di 60 cm. Totale valore viene

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 70
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

utilizzato solo nelle verifiche in condizioni eccezionali in corrispondenza di eventi millenari.

Per le verifiche in condizioni operative massime si fa riferimento allo scenario previsto per il 2100 assumendo, in accordo con il documento del Co.Ri.La del Novembre 1999 “Scenari di crescita del livello del mare per la Laguna di Venezia”, un incremento del livello medio mare di 22 cm.

In questo documento infatti lo Scenario probabile cautelativo (SPC) di crescita relativa del livello medio mare a Venezia (somma di 1.5 – 1.7 mm/anno di eustatismo + 0.4 mm/anno di subsidenza naturale), calcolato a partire dal 1990, prevede una crescita di 22 cm per il 2100.

5. TEMPERATURA E SALINITA' DELL'ACQUA DI MARE

Per un arco di tempo di circa due anni a partire dal Dicembre 1988 sono stati raccolti ed elaborati i dati di temperatura e salinità dell'acqua in corrispondenza della bocche.

Le misure sono state effettuate mediante strumenti posizionati sul fondale ad una profondità di circa 8.0 m.

5.1. Bocca di Chioggia

La Tab. 5.1 la Fig. 5.1 riportano la distribuzione mensile dei valori della temperatura dell'acqua registrata in corrispondenza della bocca di Chioggia.

Il massimo valore della temperatura è stato registrato ad Agosto e risulta pari a circa 28°C, mentre la minima si è registrata in Febbraio e risulta pari a circa 1°C. I valori medi superano i 20°C nei mesi estivi (da Giugno a Settembre), mentre d'inverno (da Dicembre a Marzo) risultano inferiori ai 10°C.

MESE	Tmax °C	Tmin °C	Tmed °C
Gen.	11	2	7
Feb.	10	1	6
Mar.	13	5	9
Apr.	15	11	13
Mag.	22	12	17
Giu.	25	18	21
Lug.	27	19	23
Ago.	28	21	25
Sett.	25	18	22
Ott.	20	13	18
Nov.	18	6	13
Dic.	13	4	8

TAB. 5.1 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA TEMPERATURA DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI CHIOGGIA

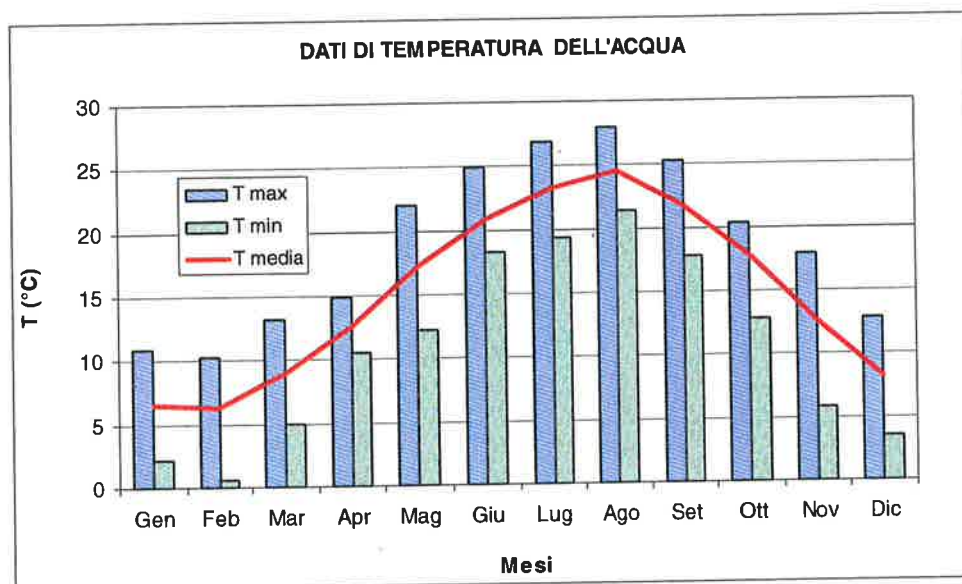


FIG. 5.1 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA TEMPERATURA DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI CHIOGGIA

I valori della distribuzione mensile della salinità, espressa in psu, sono riportati nella Tab. 5.2 e diagrammati in Fig. 5.2.

MESE	Smax psu	Smin psu	Smed psu
Gen.	38.49	29.37	35.58
Feb.	38.27	32.51	36.05
Mar.	38.80	30.94	35.97
Apr.	39.18	24.32	35.90
Mag.	40.04	28.38	35.76
Giu.	39.38	28.77	36.46
Lug.	39.80	28.70	36.19
Ago.	40.91	26.22	37.48
Sett.	40.76	30.60	36.47
Ott.	39.47	29.30	35.31
Nov.	39.04	31.70	35.81
Dic.	38.81	28.30	35.07

TAB. 5.2 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA SALINITÀ DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI CHIOGGIA

Come evidenziato nella Fig. 5.2 la variabilità mensile del valore massimo e di quello medio è molto contenuta: i valori massimi si mantengono tra i 38 e i 41 psu, mentre quelli medi variano da un minimo di 35 ad un massimo di 37.5.

Maggiore variabilità si osserva per i valori minimi che variano da 26 a 38 psu.

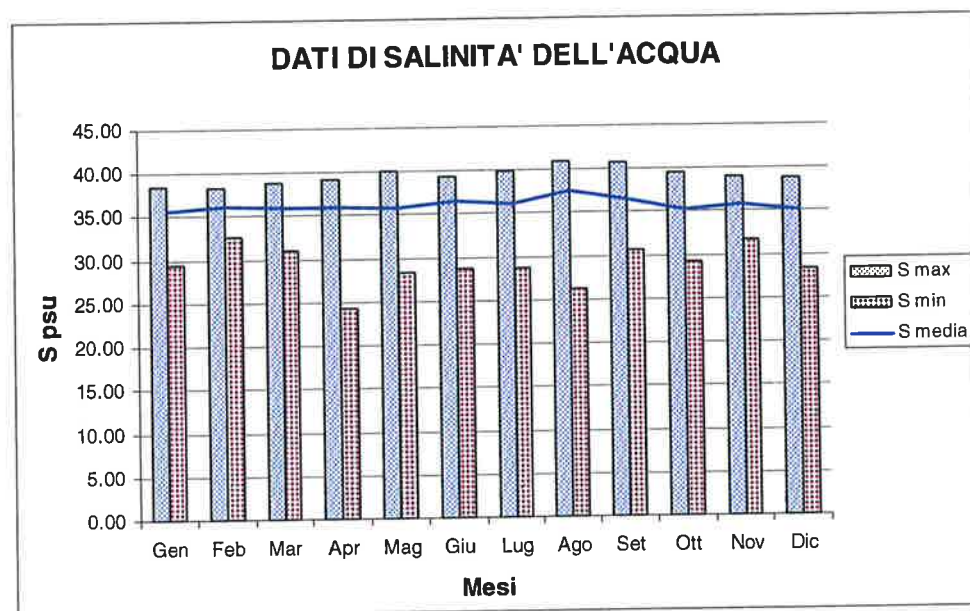


FIG. 5.2 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA SALINITÀ DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI CHIOGGIA

5.2. Bocca di Malamocco

La Tab. 5.3 e la Fig. 5.3 riportano la distribuzione mensile dei valori della temperatura dell'acqua registrata in corrispondenza della bocca di Malamocco.

Come evidenziato nella figura il massimo valore della temperatura è stato registrato ad Agosto e risulta pari a circa 27°C, mentre la minima si è registrata in Febbraio e risulta pari a circa 1°C.

I valori medi superano i 20°C nei mesi estivi (da Maggio a Settembre), mentre d'inverno (da Dicembre a Febbraio) risultano inferiori ai 10°C.

MESE	Tmax °C	Tmin °C	Tmed °C
Gen.	10	4	7
Feb.	10	1	6
Mar.	13	6	10
Apr.	15	11	13
Mag.	22	13	17
Giu.	25	18	21
Lug.	26	18	23
Ago.	27	22	24
Sett.	25	19	22
Ott.	21	10	17
Nov.	18	7	13
Dic.	13	5	8

TAB. 5.3 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA TEMPERATURA DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI MALAMOCCO

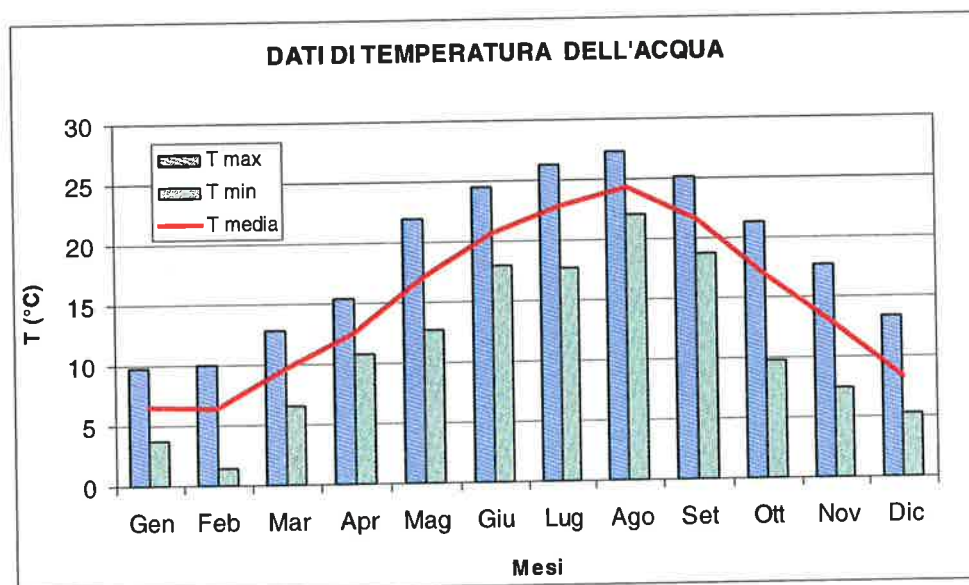


FIG. 5.3 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA TEMPERATURA DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI MALAMOCCO

I valori della distribuzione mensile della salinità, espressa in psu, sono riportati

nella Tab. 5.4 e diagrammati in Fig. 5.4.

MESE	Smax psu	Smin psu	Smed psu
Gen.	40.98	32.10	38.22
Feb.	43.50	29.38	37.96
Mar.	41.50	28.00	38.46
Apr.	46.76	20.73	37.86
Mag.	47.98	20.65	36.37
Giu.	48.46	32.30	37.97
Lug.	40.98	30.26	37.75
Ago.	44.95	23.18	37.23
Sett.	47.94	24.30	37.38
Ott.	48.91	29.43	37.59
Nov.	40.10	28.90	37.24
Dic.	47.06	28.20	37.62

TAB. 5.4 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA SALINITÀ DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI MALAMOCCO

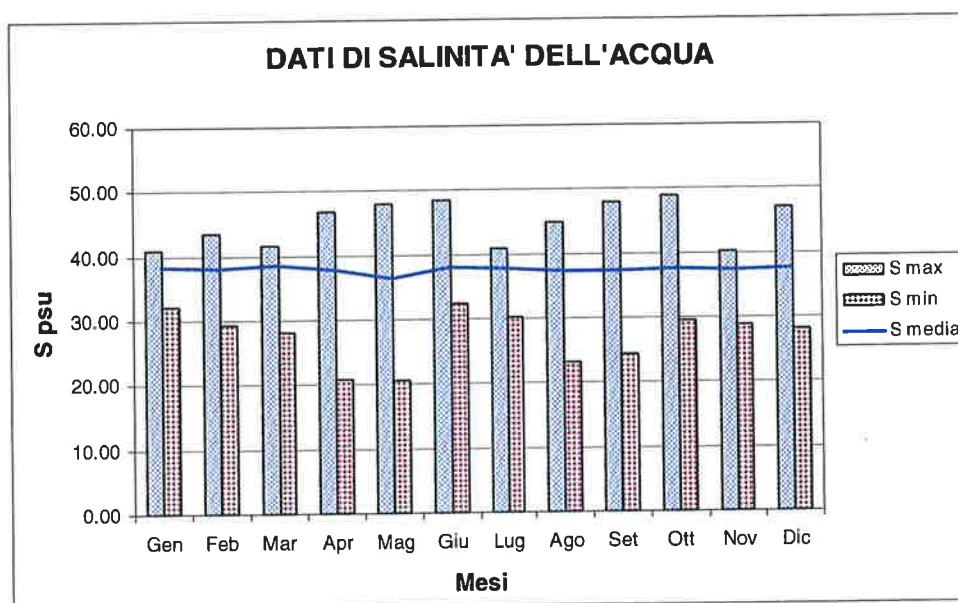


FIG. 5.4 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA SALINITÀ DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI MALAMOCCO

La variabilità mensile dei valori massimi e minimi ha un'escursione contenuta entro i 10 psu: i valori massimi della salinità variano tra 40 e 50 psu, mentre quelli minimi variano tra i 23 e i 32 psu circa.

Il valore medio si mantiene pressoché costante nell'anno e pari a 38 psu.

5.3. Bocca di Lido

La Tab. 5.5 e la Fig. 5.5 riportano la distribuzione mensile dei valori della temperatura dell'acqua registrata in corrispondenza della bocca di Lido.

MESE	Tmax °C	Tmin °C	Tmed °C
Gen.	10	4	7
Feb.	10	1	7
Mar.	13	7	9
Apr.	16	11	13
Mag.	22	13	18
Giu.	25	18	21
Lug.	26	20	24
Ago.	28	23	24
Sett.	25	19	22
Ott.	20	15	18
Nov.	16	7	11
Dic.	14	5	9

TAB. 5.5 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA TEMPERATURA DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI LIDO

Il massimo valore della temperatura è stato registrato ad Agosto e risulta pari a circa 28°C, mentre la minima si è registrata in Febbraio e risulta pari a circa 1°C.

I valori medi superano i 20°C nei mesi estivi (da Giugno a Settembre), mentre d'inverno (da Dicembre a Marzo) risultano inferiori ai 10°C.

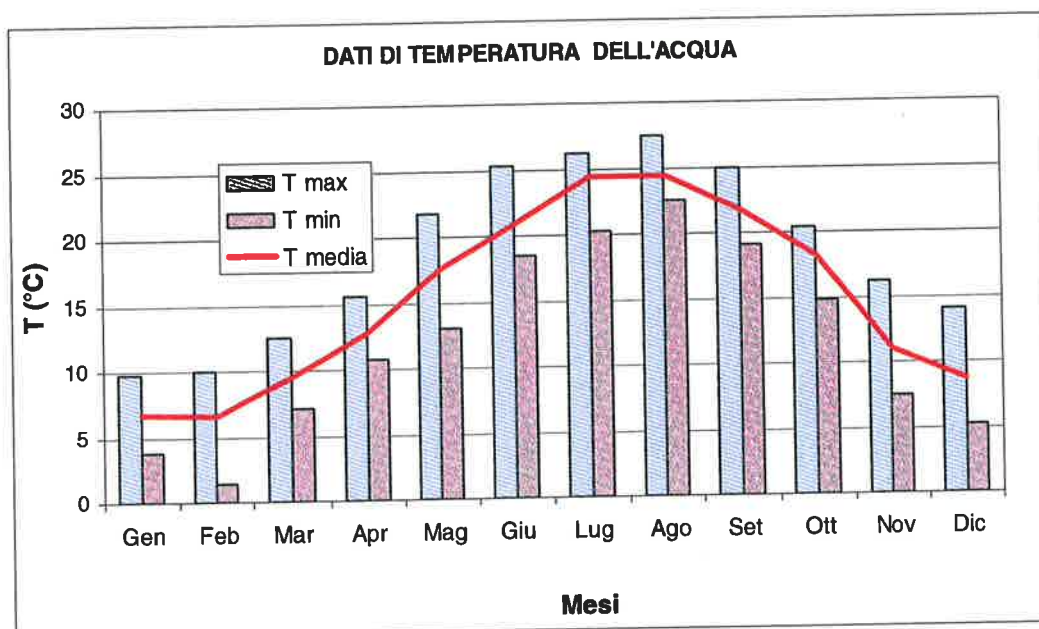


FIG. 5.5 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA TEMPERATURA DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI LIDO

I valori della distribuzione mensile della salinità, espressa in psu, sono riportati nella Tab. 5.6 e diagrammati in Fig. 5.6.

La variabilità mensile del valore massimo e di quello medio è molto contenuta: i valori massimi si mantengono tra i 38.5 e i 40 psu, mentre quelli medi si mantengono pressoché costanti nell'anno e pari a 36 psu.

Maggiore variabilità si osserva per i valori minimi che variano da 25 a 33 psu circa.

MESE	Smax psu	Smin psu	Smed psu
Gen.	39.83	28.39	36.59
Feb.	39.42	25.27	37.07
Mar.	39.39	32.10	36.73
Apr.	39.37	28.63	36.31
Mag.	39.24	26.59	35.42
Giu.	38.52	32.69	36.38
Lug.	38.71	32.38	35.79
Ago.	39.49	30.90	36.38
Sett.	39.31	32.03	36.28
Ott.	38.87	28.90	35.98
Nov.	39.18	27.83	36.14
Dic.	39.64	29.12	35.95

TAB. 5.6 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA SALINITÀ DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI LIDO

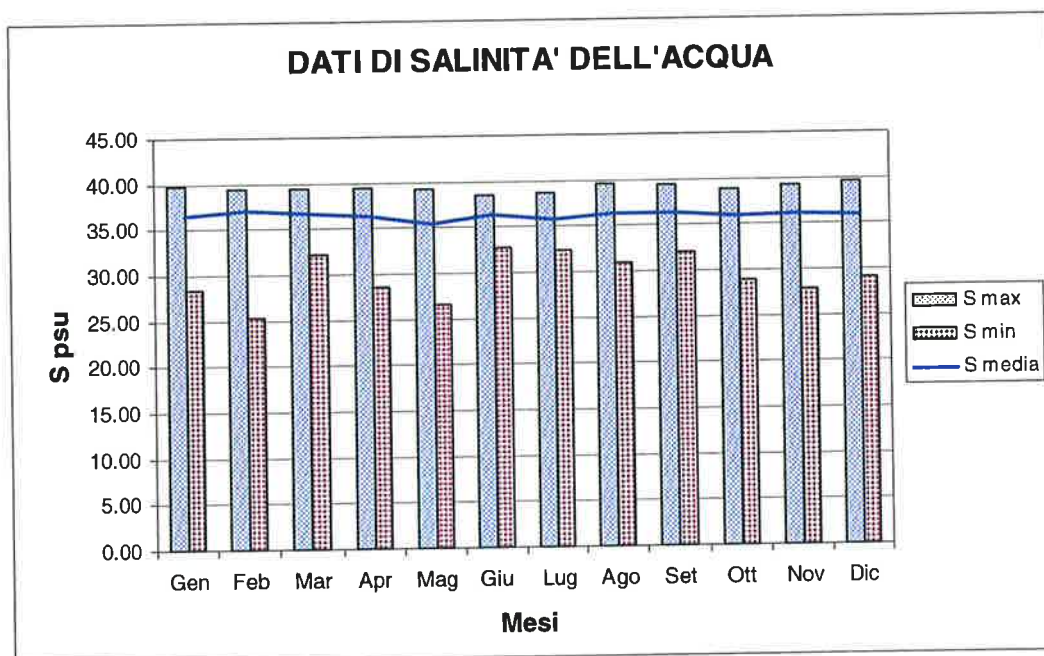


FIG. 5.6 DISTRIBUZIONE MENSILE DELLA SALINITÀ DELL'ACQUA ALLA BOCCA DI LIDO

6. TEMPERATURA E UMIDITÀ ARIA

Sono stati raccolti ed elaborati i dati di temperatura dell'aria ed umidità relativa registrati alla stazione meteorologica dell'Istituto Bioclimatologico del Lido (Lat. N 45°26', Long. E 12°19'25") con intervallo di acquisizione di 1 ora per il periodo 1978-1987.

La Tab. 6.1 contiene i valori della temperatura massima e minima mensile e dell'umidità dell'aria associata, mentre la Tab. 6.2 riporta, sempre su base mensile, i valori medi dei due parametri.

MESE	Tmax °C	U %	Tmin °C	U %
Gen.	13.20	47.00	-9.20	64.00
Feb.	17.70	34.00	-5.20	77.00
Mar.	18.10	38.00	-4.80	56.00
Apr.	20.80	44.00	0.50	82.00
Mag.	27.10	60.00	6.00	78.00
Giu.	30.40	50.00	10.90	85.00
Lug.	32.40	70.00	12.40	100.00
Ago.	34.80	45.00	11.20	80.00
Sett.	29.40	25.00	10.40	94.00
Ott.	24.00	50.00	3.80	68.00
Nov.	21.10	74.00	-1.80	74.00
Dic.	14.00	95.00	-5.00	81.00

TAB. 6.1 VALORI DELLA TEMPERATURA MASSIMA E MINIMA MENSILE E CORRISPONDENTI VALORI DELL'UMIDITÀ RELATIVA (DATI ISTITUTO BIOCLIMATOLOGICO DEL LIDO PERIODO 1978-1987)

Come evidenziato nella Fig. 6.1 il massimo valore della temperatura è stato registrato ad Agosto e risulta pari a circa 35°C, mentre la minima si è registrata in Gennaio e risulta pari a circa -9.°C.

I valori medi superano i 20°C nei mesi estivi (da Giugno a Settembre), mentre d'inverno (da Dicembre a Febbraio) risultano inferiori ai 5°C.

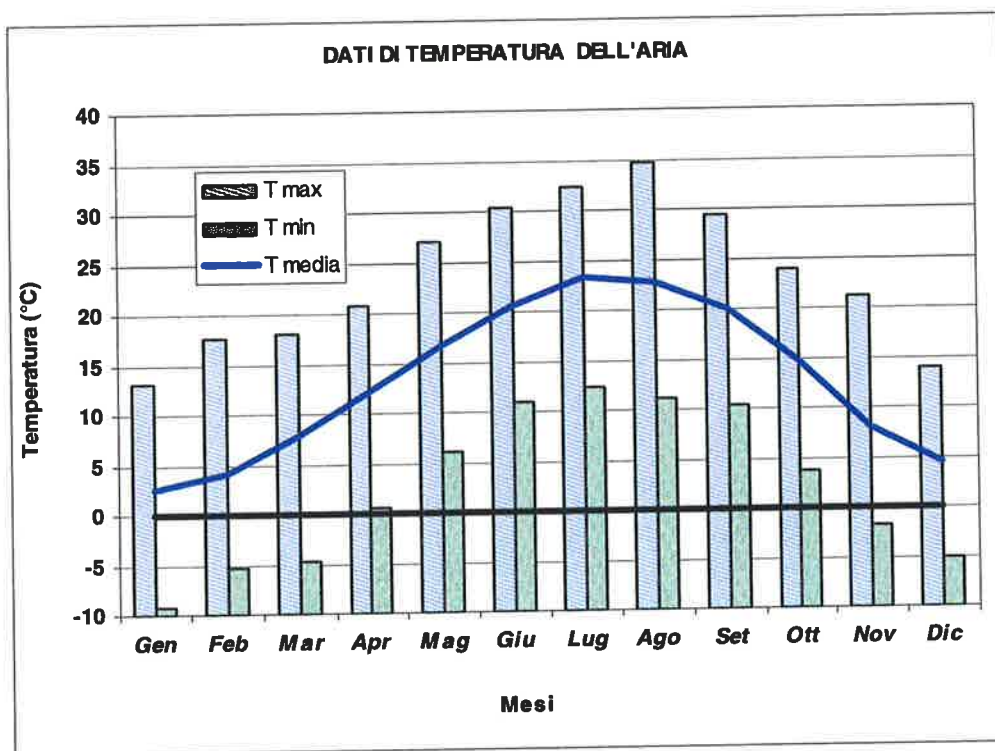




FIG. 6.1 VALORI DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA SU BASE MENSILE (DATI ISTITUTO BIOCLIMATOLOGICO DEL LIDO PERIODO 1978-1987)

L'umidità media mensile varia dal 76%, in Luglio, al 87% in Dicembre come indicato nella seguente Tab. 6.2.

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 81
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

MESE	Tmed °C	Umed %
Gen.	2.63	82.74
Feb.	4.08	80.58
Mar.	7.89	82.67
Apr.	12.06	79.91
Mag.	16.59	80.14
Giu.	20.61	78.87
Lug.	23.26	76.34
Ago.	22.73	77.45
Sett.	19.97	81.09
Ott.	14.78	84.14
Nov.	8.13	85.08
Dic.	4.57	87.12

TAB. 6.2 VALORI MEDI MENSILI DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA E DELL'UMIDITÀ RELATIVA (DATI ISTITUTO BIOCLIMATOLOGICO DEL LIDO PERIODO 1978-1987)

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 82
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 2.1	Distribuzione direzionale del vento misurato alla Piattaforma Acqua Alta (1988-2003)	5
Fig. 2.2	Distribuzione direzionale del vento misurato a Lido S.Nicolò (1951-1977).....	6
Fig. 2.3	Distribuzione su base mensile delle misure registrate alla Piattaforma acqua alta con $V_v > 5$ m/s e 10 m/s (per. Gen. 88-dic 03).....	8
Fig. 2.4	Distribuzione direzionale su base stagionale del valore della velocità del vento al picco per gli eventi con V_v al picco > 10 m/s e loro durata alla piattaforma acqua alta	9
Fig. 2.5	Persistenza delle calme di vento alla Piattaforma Acqua Alta	10
Fig. 2.6	Valori estremi del vento dedotti dai dati misurati nelle due stazioni anemometriche	11
Fig. 3.1	Clima del moto ondoso alla piattaforma acqua alta dedotto dalle misure eseguite nel periodo : Ott. 1987 - Dic. 2003	14
Fig. 3.2	Probabilità di non superamento dell' altezza d'onda significativa alla Piattaforma Acqua Alta (Ott. 1987 - Dic 2003).....	15
Fig. 3.3	Distribuzione su base mensile degli eventi registrati alla Piattaforma acqua alta con $H_s > 1.0$ m (periodo Ott. 87 - Dic 00)	16
Fig. 3.4	Relazione tra periodo e altezza d'onda alla piattaforma Acqua Alta	18
Fig. 3.5	Distribuzione direzionale su base stagionale del valore dell'altezza d'onda al picco per gli eventi con H_s al picco > 1.0 m e loro durata al largo	19
Fig. 3.6	Persistenza delle calme alla Piattaforma Acqua Alta	20
Fig. 3.7	Statistica combinata altezze d'onda (H_s) e livelli del mare (h) alla Piattaforma Acqua Alta	22
Fig. 3.8	Riduzione dell'altezza d'onda dal largo all'interno della bocca di Chioggia.....	23
Fig. 3.9	Relazione tra altezza d'onda e periodo alla future barriera di Chioggia.....	24
Fig. 3.10	Chioggia: Distribuzione direzionale su base stagionale del valore dell'altezza d'onda al picco per gli eventi con H_s al picco > 0.5 m e loro durata	28
Fig. 3.11	Persistenza delle calme alla barriera di Chioggia	29


	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 83
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

Fig. 3.12	Riduzione dell'altezza d'onda dal largo all'interno della bocca di Malamocco.....	31
Fig. 3.13	Relazione tra altezza d'onda e periodo alla futura barriera di Malamocco	32
Fig. 3.14	Malamocco: Distribuzione direzionale e stagionale del valore dell'altezza d'onda al picco per gli eventi con Hs al picco>0.5m.....	36
Fig. 3.15	Persistenza delle calme alla barriera di Malamocco	37
Fig. 3.16	Ubicazione delle sonde nel modello fisico di Lido in configurazione attuale	39
Fig. 3.17	Relazione tra altezza d'onda e periodo alla futura barriera di Lido San Nicolò.....	40
Fig. 3.18	San Nicolò: Distribuzione direzionale su base stagionale del valore dell'altezza d'onda al picco per gli eventi con Hs al picco>0.5m e loro durata	44
Fig. 3.19	Persistenza delle calme alla barriera di San Nicolò	45
Fig. 3.20	Riduzione di Hs dal largo alla barriera di Treporti	48
Fig. 3.21	Relazione tra Hs e Ts alla barriera di Treporti.....	48
Fig. 3.22	Treporti: Distribuzione direzionale e stagionale del valore dell'altezza d'onda al picco per gli eventi con Hs al picco>0.5m e loro durata	52
Fig. 3.23	Persistenza delle calme alla barriera di Treporti.....	53
Fig. 4.1	Frequenza di superamento e valori estremi del gradiente medio di marea in flusso	57
Fig. 4.2	Bocche di porto: Relazione tra il gradiente medio e la portata massima in flusso nella situazione "attuale"	59
Fig. 4.3	Confronto fra i dati sperimentali e la relazione adottata tra gradiente medio e portata massima alla bocca di Chioggia	60
Fig. 4.4	Confronto fra i dati sperimentali e la relazione adottata tra gradiente medio e portata massima alla bocca di Malamocco	60
Fig. 4.5	Confronto fra i dati sperimentali e la relazione adottata tra gradiente medio e portata massima al canale di San nicolò	61
Fig. 4.6	Confronto fra i dati sperimentali e la relazione adottata tra gradiente medio e portata massima al canale di Treporti	61
Fig. 4.7	Statistica delle velocità medie sulla verticale alle barriere	63
Fig. 4.8	Campi di corrente (m/s) alla bocca di Chioggia (Tr=1 anno) nella situazione con gli interventi – Condizioni di flusso.....	65


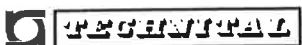

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 84
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

Fig. 4.9	Campi di corrente (m/s) alla bocca di Chioggia (Tr=1 anno) nella situazione con gli interventi – Condizioni di riflusso	65
Fig. 4.10	Campi di corrente (m/s) alla bocca di Malamocco (Tr=1 anno) nella situazione con gli interventi – Condizioni di flusso	66
Fig. 4.11	Campi di corrente (m/s) alla bocca di Malamocco (Tr=1 anno) nella situazione con gli interventi – Condizioni di riflusso	66
Fig. 4.12	Campi di corrente (m/s) alla bocca di Lido (Tr=1 anno) nella situazione con gli interventi – Condizioni di flusso	67
Fig. 4.13	Campi di corrente (m/s) alla bocca di Lido (Tr=1 anno) nella situazione con gli interventi – Condizioni di riflusso	67
Fig. 4.14	Statistica dei livelli di marea massimi e minimi registrati a Punta della Salute	69
Fig. 5.1	Distribuzione mensile della temperatura dell'acqua alla bocca di Chioggia.....	72
Fig. 5.2	Distribuzione mensile della salinità dell'acqua alla bocca di Chioggia	73
Fig. 5.3	Distribuzione mensile della temperatura dell'acqua alla bocca di Malamocco...	74
Fig. 5.4	Distribuzione mensile della salinità dell'acqua alla bocca di Malamocco	75
Fig. 5.5	Distribuzione mensile della temperatura dell'acqua alla bocca di Lido	77
Fig. 5.6	Distribuzione mensile della salinità dell'acqua alla bocca di Lido	78
Fig. 6.1	Valori della temperatura dell'aria su base mensile (dati Istituto Bioclimatologico del Lido periodo 1978-1987)	80

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 85
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 2.1	Distribuzione direzionale del vento misurato alla Piattaforma Acqua Alta (1988-2003)	7
Tab. 2.2	Distribuzione direzionale del vento misurato a Lido S. Nicolò (1951-1977).....	7
Tab. 2.3	Distribuzione su base mensile delle misure registrate alla Piattaforma con $V_v > 5$ m/s e 10 m/s (periodo Gen. 88-Dic 03)	8
Tab. 2.4	Persistenza delle tempeste alla Piattaforma Acqua Alta.....	10
Tab. 2.5	Valori estremi della velocità del vento	11
Tab. 3.1	Statistica direzionale del moto ondoso alla Piattaforma Acqua Alta (dati triorari Ott. 1987 - Dic. 2003).....	13
Tab. 3.2	Distribuzione su base mensile degli eventi registrati alla Piattaforma acqua alta con $H_s > 1.0$ m (periodo Ott. 87 - Dic 00).....	16
Tab. 3.3	Persistenza delle mareggiate alla Piattaforma Acqua Alta	20
Tab. 3.4	Onde in corrispondenza della futura barriera di Chioggia: statistica annuale	25
Tab. 3.5	Onde in corrispondenza della futura barriera di Chioggia: statistica invernale....	26
Tab. 3.6	Onde in corrispondenza della futura barriera di Chioggia: statistica estiva	27
Tab. 3.7	Persistenza delle mareggiate alla futura barriera di Chioggia	28
Tab. 3.8	Fattore di riduzione dell'altezza d'onda alla barriera di Chioggia rispetto alla Piattaforma e al punto C2	30
Tab. 3.9	Statistica combinata onde-livelli alla barriera di Chioggia.....	30
Tab 3.10	Onde in corrispondenza della futura barriera di Malamocco: statistica annuale	33
Tab. 3.11	Onde in corrispondenza della futura barriera di Malamocco: statistica invernale.....	34
Tab. 3.12	Onde in corrispondenza della futura barriera di Malamocco: statistica estiva	35
Tab. 3.13	Persistenza delle mareggiate alla barriera di Malamocco.....	36
Tab. 3.14	Fattore di riduzione dell'altezza d'onda alla barriera di Malamocco rispetto alla Piattaforma e al punto M2.....	38
Tab. 3.15	Statistica combinata onde-livelli alla barriera di Malamocco	38
Tab. 3.16	Onde in corrispondenza della futura barriera di Lido San Nicolò: statistica annuale	41

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GBR-2001-C0	Pag. n. 86
	Rev.		PREMESSE DI PROGETTO CONDIZIONI METEOMARINE	

Tab. 3.17	Onde in corrispondenza della futura barriera di Lido San Nicolò: statistica invernale.....	42
Tab. 3.18	Onde in corrispondenza della futura barriera di Lido San Nicolò: statistica estiva	43
Tab. 3.19	Persistenza delle mareggiate alla barriera di San Nicolò.....	44
Tab. 3.20	Fattore di riduzione dell'altezza d'onda alla barriera di San Nicolò rispetto alla Piattaforma e a L2	46
Tab. 3.21	Statistica combinata onde e livelli alla barriera di San Nicolò	47
Tab. 3.22	Onde in corrispondenza della futura barriera di Treporti: statistica annuale.....	49
Tab. 3.23	Onde in corrispondenza della futura barriera di Lido Treporti: statistica invernale.....	50
Tab. 3.24	Onde in corrispondenza della futura barriera di Lido Treporti: statistica estiva	51
Tab. 3.25	Persistenza delle mareggiate alla barriera di Treporti	52
Tab. 3.26	Fattore di riduzione dell'altezza d'onda alla barriera di Treporti rispetto alla Piattaforma e a L2.....	54
Tab. 3.27	Statistica combinata onde e livelli alla barriera di Treporti.....	55
Tab. 4.1	Valori della velocità media sulla verticale alle barriere in funzione del periodo di ritorno	64
Tab. 4.2	Valori della velocità massima sulla verticale alle barriere in funzione del periodo di ritorno, assunta pari a 1.22 la velocità media lungo la verticale	68
Tab. 5.1	Distribuzione mensile della temperatura dell'acqua alla bocca di Chioggia.....	71
Tab. 5.2	Distribuzione mensile della salinità dell'acqua alla bocca di Chioggia	72
Tab. 5.3	Distribuzione mensile della temperatura dell'acqua alla bocca di Malamocco...74	
Tab. 5.4	Distribuzione mensile della salinità dell'acqua alla bocca di Malamocco	75
Tab. 5.5	Distribuzione mensile della temperatura dell'acqua alla bocca di Lido	76
Tab. 5.6	Distribuzione mensile della salinità dell'acqua alla bocca di Lido	78
Tab. 6.1	Valori della temperatura massima e minima mensile e corrispondenti valori dell'umidità relativa (dati Istituto Bioclimatologico del Lido periodo 1978-1987)	79
Tab. 6.2	Valori medi mensili della temperatura dell'aria e dell'umidità relativa (dati Istituto Bioclimatologico del Lido periodo 1978-1987).....	81