



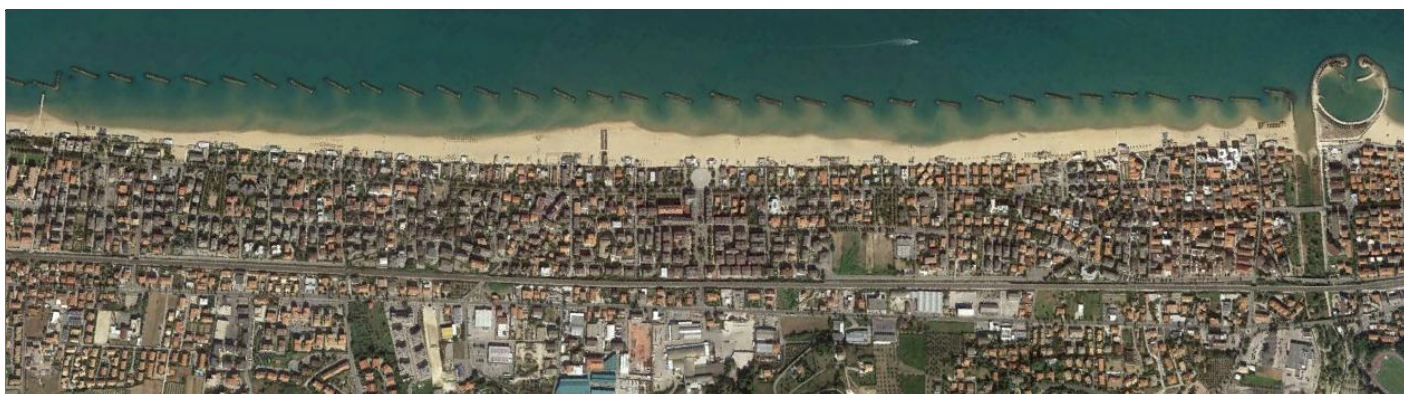
COMUNE DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)

Centrale Unica di Committenza

CUC FRANCAVILLA

SETTORE III

Attività Tecniche e Ambientali



PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA

N.:		Titolo elaborato:	Scala:
4	R.04	Studio Meteomarino Preliminare	—
			Data:
			LUGLIO 2017

Progettista:

S.A.I.L. - Studio Associato d'Ingegneria Linguiti
Ing. Fabio Linguiti
Ing. Antonio Fabozzi
Ing. Pietro Forno

Il R.U.P.:

arch. Maurizio Basile

N. REV.	DATA	DESCRIZIONE AGGIORNAMENTO	REDATTO	CONTROLLATO
AGGIORNAMENTI				

Riproduzione vietata ai sensi di legge se non autorizzata dal progettista

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	IL PARAGGIO OGGETTO DI STUDIO	3
	2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL PARAGGIO, SETTORE DI TRAVERSIA DI ESPOSIZIONE AL CLIMA ONDOSI	3
	2.2 FETCHES GEOGRAFICI ED EFFICACI	4
3	CLIMA DEL MOTO ONDOSI AL LARGO.....	9
	3.1 DATI METEOMARINI A DISPOSIZIONE	9
	3.2 TRASPOSIZIONE GEOGRAFICA AL LARGO DEL PARAGGIO.....	10
	3.3 ANALISI STATISTICA DEL MOTO ONDOSI SULLA BASE DEI DATI REGISTRATI E TRASPOSTI.....	17
4	STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI DI LARGO	34
	4.1 VALUTAZIONE DEI MASSIMI VALORI D'ALTEZZE D'ONDA PER DETERMINATI PERIODI DI RITORNO	34
5	DETERMINAZIONE DELLE CONDIZIONI DI ONDA MORFOLOGICA	52

1 PREMESSA

Il presente studio meteo marino è finalizzato alla caratterizzazione preliminare del clima ondoso a cui è soggetto il tratto di costa in esame, ed è così articolato:

- Definizione del settore di traversia di largo;
- Reperimento ed analisi statistica-probabilistica di serie storiche ondametriche;
- Studio della propagazione del moto ondoso da largo;
- Definizione dei valori del moto ondoso da utilizzare nei calcoli di progetto.

2 IL PARAGGIO OGGETTO DI STUDIO

2.1 Inquadramento geografico del paraggio, settore di traversia di esposizione al clima ondosso

Le opere in progetto saranno realizzate nel territorio del Comune di Francavilla al mare (CH), lungo la fascia costiera compresa tra il confine a Nord con il Comune di Pescara e la Foce del Fiume Alento a Sud.

Il paraggio in esame è collocato sulla costa adriatica abruzzese e la costa è orientata lungo la direzione Nord-Ovest / Sud-Est.

La definizione del settore di traversia geografico caratterizza in via preliminare l'esposizione "potenziale" al moto ondosso. A tale scopo, individuata una posizione al largo del paraggio in acque profonde (-100m s.l.m.m.), vengono delimitati con un sistema di coordinate polari le distese di mare libero per distinti settori, limitando l'estensione delle stesse a non più di 500 km.

Il settore di traversia geografico del paraggio in esame risulta molto ampio, in quanto è esteso da 330°N (promontorio del Monte Conero, Ancona) fino a 120°N (promontorio del Gargano, Foggia).

In detto settore geografico, raffigurato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, si individuano due sub-settori caratterizzati da valori di fetch che superano i 200Km fino a raggiungere i 450Km (Vedi paragrafo successivo). Più precisamente il settore Nord/Nord-Ovest, che riguarda la costa Veneta (330°N-360°N), è caratterizzato da valori di fetches compresi tra 235Km e 360Km, mentre il settore Orientale (80°N-120°N) è caratterizzato da valori di fetches che vanno da un minimo di 255Km fino a raggiungere 450Km. Per quanto riguarda il settore che riguarda le coste croate (10°N-80°N) quest'ultimo risulta essere caratterizzato da valori di fetches compresi tra 160Km e 210Km, quindi valori più contenuti.



Fig. 1 - Settore di traversia geografico del paraggio di Francavilla al mare (CH)

2.2 Fetches geografici ed efficaci

L'estensione della superficie del mare sulla quale si esplica "effettivamente" l'azione di trasferimento energetico dal vento al mare, che genera il moto ondoso è definita come *fetch efficace* o *effettivo*.

Il valore del *fetch* efficace relativo ad una determinata direzione è funzione dell'estensione dei *fetch* geografico che si misura lungo la direzione considerata, nonché risulta funzione dei fetches geografici associati alle direzioni contigue a quella considerata. In questo modo i *fetch efficaci* tengono conto del fatto che alla

generazione del moto ondoso contribuiscono, oltre alla superficie marina individuata nella direzione media ϕ_w lungo la quale spira il vento, anche le porzioni di mare calcolate dalle direzioni comprese in un settore di $\pm\theta$ rispetto alla direzione media di azione del vento.

Il calcolo dei *fetch efficaci* può essere eseguito in base alla seguente relazione:

$$F_{e,w} = \frac{\sum_{\phi_i=\phi_w-\theta}^{\phi_w+\theta} F_i \cos^{n+1}(\phi_i - \phi_w)}{\sum_{\phi_i=\phi_w-\theta}^{\phi_w+\theta} \cos^n(\phi_i - \phi_w)} \quad (1)$$

nella quale i simboli che compaiono rappresentano i seguenti parametri:

$F_{e,w}$	lunghezza del fetch efficace relativa alla direzione ϕ_w ;
F_i	lunghezza del fetch geografico relativa alla direzione i-esima ϕ_i ;
ϕ_w	direzione media (riferita al nord geografico) di possibile provenienza del vento responsabile del fenomeno di generazione del moto ondoso lungo la traversia;
$\phi_w - \theta \leq \phi_i \leq \phi_w + \theta$	direzione i-esima (riferita al nord geografico) relativa ad un settore di $2 \cdot \theta$ considerato nell'intorno della direzione ϕ_w ;
θ	ampiezza del settore di possibile provenienza del moto ondoso (il metodo di Saville prevede un valore di $\theta = \pm 45^\circ$ mentre quello di Seymour fa riferimento ad un valore di $\theta = \pm 90^\circ$);
n	termine esponenziale definito in funzione della legge di distribuzione direzionale degli spettri di moto ondoso che caratterizzano il sito in esame (solitamente si assume $n = 2$).

L'equazione (1) deriva dalla teoria di ricostruzione indiretta del moto ondoso nota come metodo S.M.B. (Sverdrup, Munk e Bretshneider, 1947) e dai suoi successivi aggiornamenti (Saville 1954, Seymour 1977, Smith 1991). Detto procedimento di fatto impone che la distribuzione dello spettro di energia del moto ondoso abbracci un settore di $\pm 90^\circ$ rispetto a ciascuna direzione di vento considerata e che ogni direzione, compresa in tale settore, fornisca un contributo energetico proporzionale al quadrato del coseno dell'angolo che essa forma con la direzione in cui spira il vento.

Per il calcolo della relazione esistente tra la direzione del vento e quella del moto ondoso generato, si fa riferimento al criterio introdotto da Donelan.

Nell'ipotesi che:

- la direzione media del moto ondoso corrisponde alla direzione della componente spettrale associata al periodo di picco;
- il moto ondoso generato dal vento è ben definito e rappresentabile tramite le relazioni introdotte dalla campagna oceanografica JONSWAP (JOint North Sea WAve Project, Hasselmann 1976);

I valori dei fetches geografici ed efficaci al largo del paraggio di Francavilla al mare sono riportati in Tab. 1. Gli stessi fetches sono riportati anche in forma grafica (in diagramma polare) in Fig. 2.

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

DD (°N)	Fetch geografici (Km)	Fetch efficaci (Km)
0	236	165
10	196	168
20	169	168
30	160	168
40	164	172
50	172	180
60	186	192
70	207	206
80	255	216
90	337	220
100	441	214
110	454	198
120	132	173
130	103	142
140	72	110
150	40	80
160	27	54
170	17	36
180	15	24
190	13	18
200	13	14
210	12	12
220	12	12
230	12	12
240	12	12
250	13	13
260	15	16
270	17	20
280	18	28
290	24	40
300	31	57
310	41	78
320	58	101
330	102	123
340	360	143
350	270	157

Tab. 1 – Paraggio di Francavilla al mare (CH): Valori numerici in Km dei fetches geografici ed effettivi

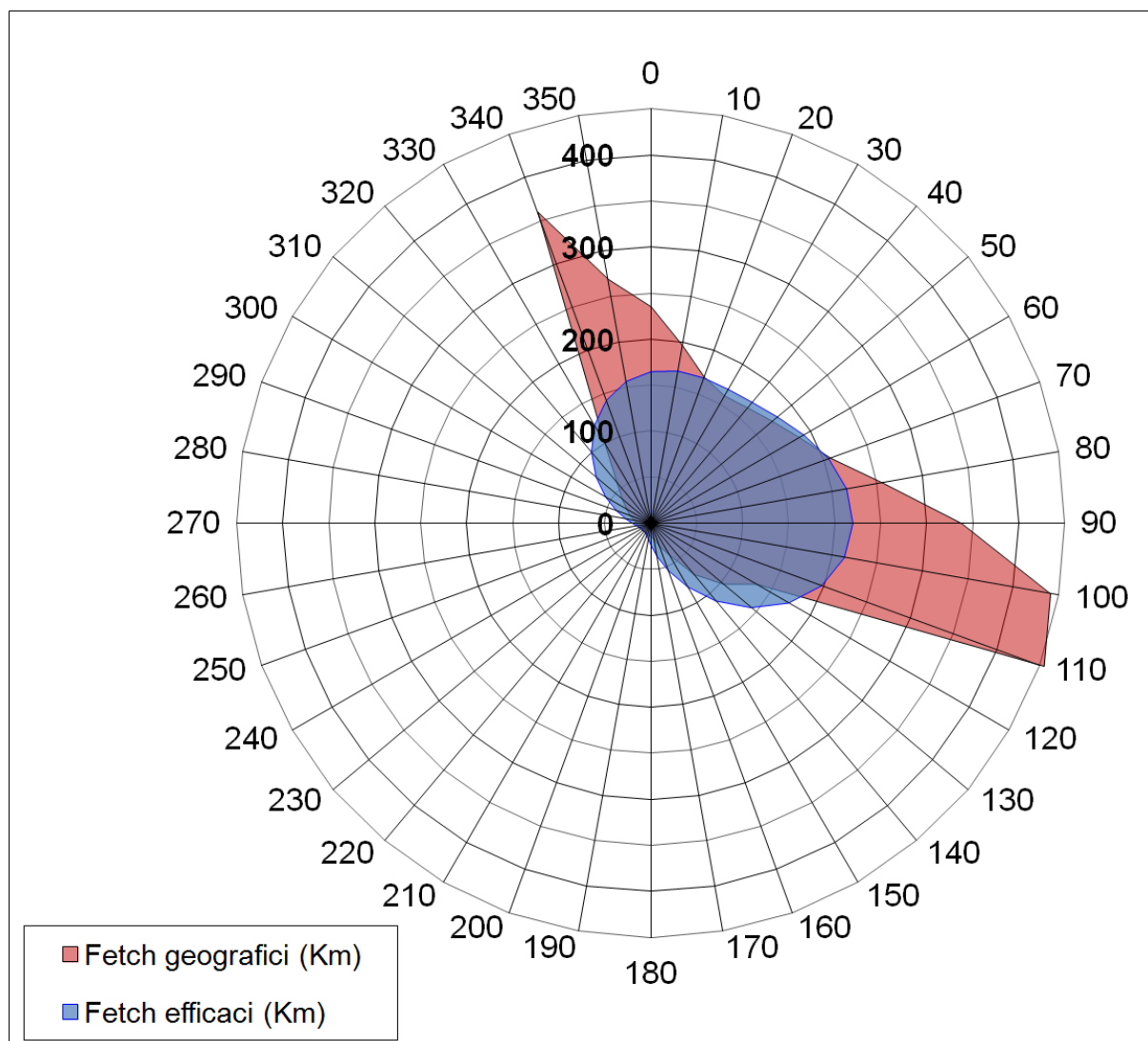


Fig. 2 - Paraggio di Francavilla al mare (CH): Diagramma polare dei fetches

3 CLIMA DEL MOTO ONDOSO AL LARGO

3.1 Dati meteomarini a disposizione


In questo paragrafo si espone sul reperimento e successiva all'analisi dei dati di moto ondoso disponibili nella zona d'interesse.

Per i dati ondametrici si è fatto riferimento alle registrazioni della boa ondometrica della RON ubicata al largo di Ortona, che oltre ad essere molto vicina al sito in esame, è anche caratterizzata da una popolazione di dati ondametrici opportunamente lunga (è in funzione dal 1989) e presenta la stessa esposizione. La stazione ondometrica di Ortona, originariamente faceva parte della Rete Ondometrica Nazionale, attualmente è gestita dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Essa è costituita da una boa ondometrica direzionale (tipo Datawell Wavec MKI) di tipo accelerometrica, posizionata su fondali di circa 100 m (coordinate geografiche 42°24.4'N;14°32.2' E).

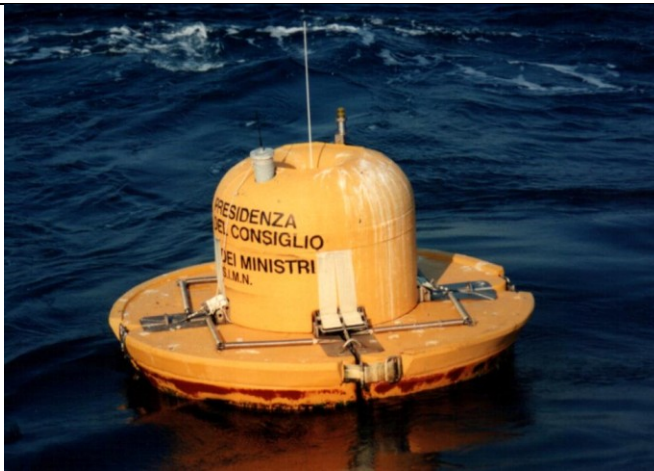
I dati ondametrici rilevati alla Stazione ondometrica ai quali si è fatto riferimento sono quelli compresi tra il 01/07/1989 ed il 18/05/2011.

Buoy model

<http://dati.isprambiente.it/id/ron/buoyModel-89>



rdfs:label	Buoy model
ispra:structure	Polyethylene
ispra:diameter	2.50
ispra:mooringType	Float inverse catenary
ispra:manufacturer	Datawell - Wavec
ispra:hullType	Directional pitch-roll
ispra:positioningSystem	ARGOS
rdf:type	ispra:Model



3.2 Trasposizione geografica al largo del paraggio

La trasposizione geografica dei dati ondametrici - registrati da una stazione ondamentrica (nel caso specifico stazione ondamentrica di Ortona) - al largo del paraggio oggetto di studio tiene conto della distanza tra la boa ondamentrica di riferimento ed il punto al largo del paraggio in esame. Detta trasposizione consente, quindi, di trasferire la serie di dati ondametrici misurati da una stazione ondamentrica nel punto al largo del litorale in esame. Partendo dalle registrazioni ondamentriche della Boa ondamentrica reale di Ortona si determinano, per l'ondometro virtuale a largo di Francavilla al mare, i corrispondenti valori di altezza d'onda, periodo e direzione di propagazione del moto ondoso.

Si puntualizza che, essendo il punto al largo del paraggio oggetto di studio (boa ondamentrica virtuale di Francavilla) molto vicino alla boa ondamentrica di Ortona (circa 18Km - Fig. 3), i dati registrati dalla stazione ondamentrica di Ortona sono ben rappresentativi del clima ondoso al largo di Francavilla e quindi potrebbe anche non

essere necessaria la trasposizione geografica. Puntualizzato quanto dovuto, nel presente paragrafo si procederà comunque ad effettuare detta trasposizione.

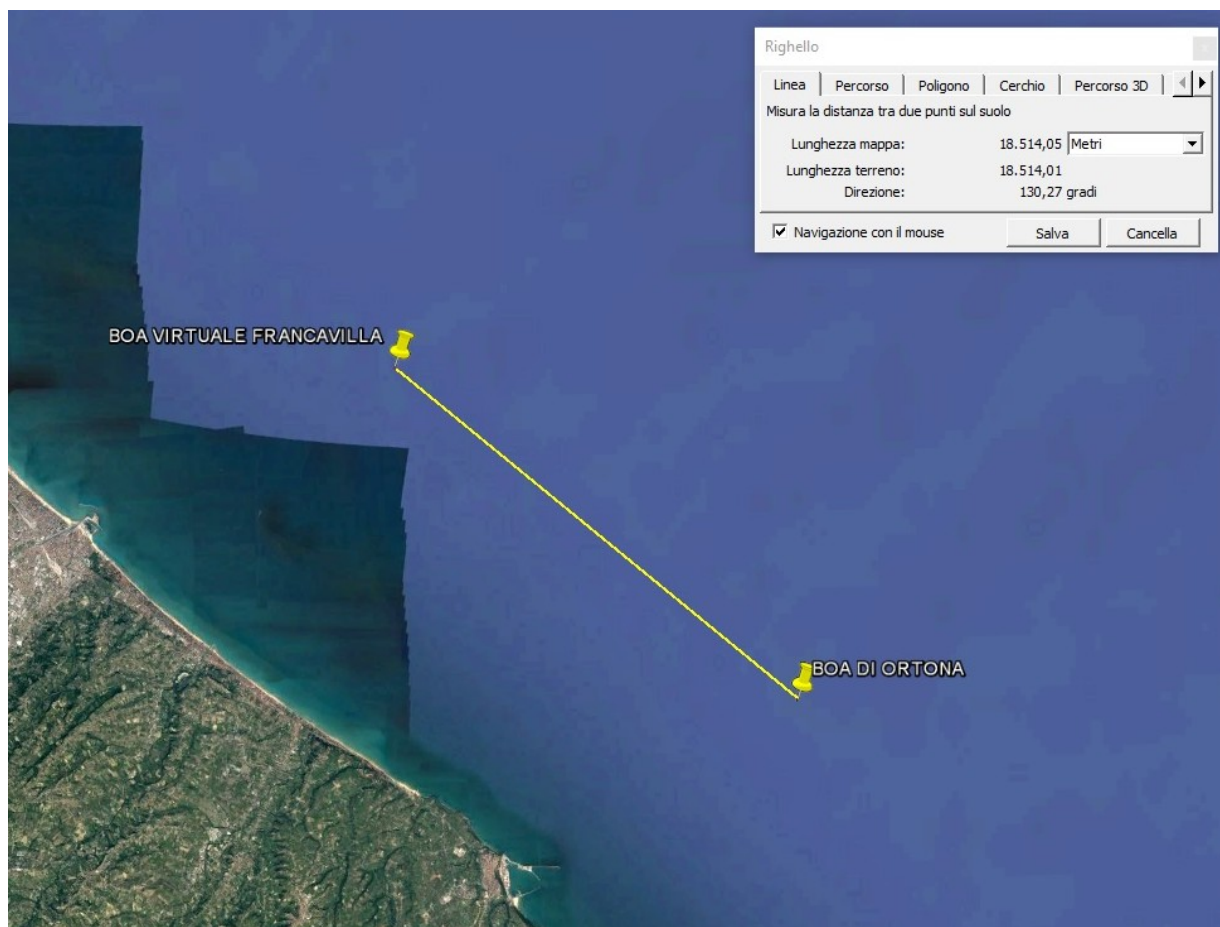


Fig. 3 – Distanza tra la boa ondometrica reale di Ortona e il punto al largo del paraggio di Francavilla al mare

La taratura dei valori di altezza d'onda e periodo tra i due ondometri viene eseguita sulla base di algoritmi basati sui fetches efficaci.

In Tab. 2 si riportano i valori dei fetches geografici ed efficaci relativi alla boa ondometrica di Ortona (CH). In Fig. 4 sono riportati i valori dei fetches in forma grafica (in diagramma polare).

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarino preliminare

DD (°N)	Fetch geografici (Km)	Fetch efficaci (Km)
0	226	171
10	188	172
20	167	170
30	176	169
40	173	171
50	176	178
60	176	188
70	186	200
80	244	209
90	343	211
100	426	204
110	<u>440</u>	188
120	107	163
130	84	134
140	58	103
150	45	75
160	25	52
170	22	35
180	19	24
190	17	18
200	14	15
210	13	13
220	13	13
230	12	12
240	11	13
250	12	15
260	15	19
270	18	25
280	23	35
290	31	50
300	44	69
310	60	91
320	84	114
330	147	136
340	378	153
350	272	165

Tab. 2 –Valori numerici in Km dei fetches geografici ed efficaci relativi alla boa di Ortona (CH)

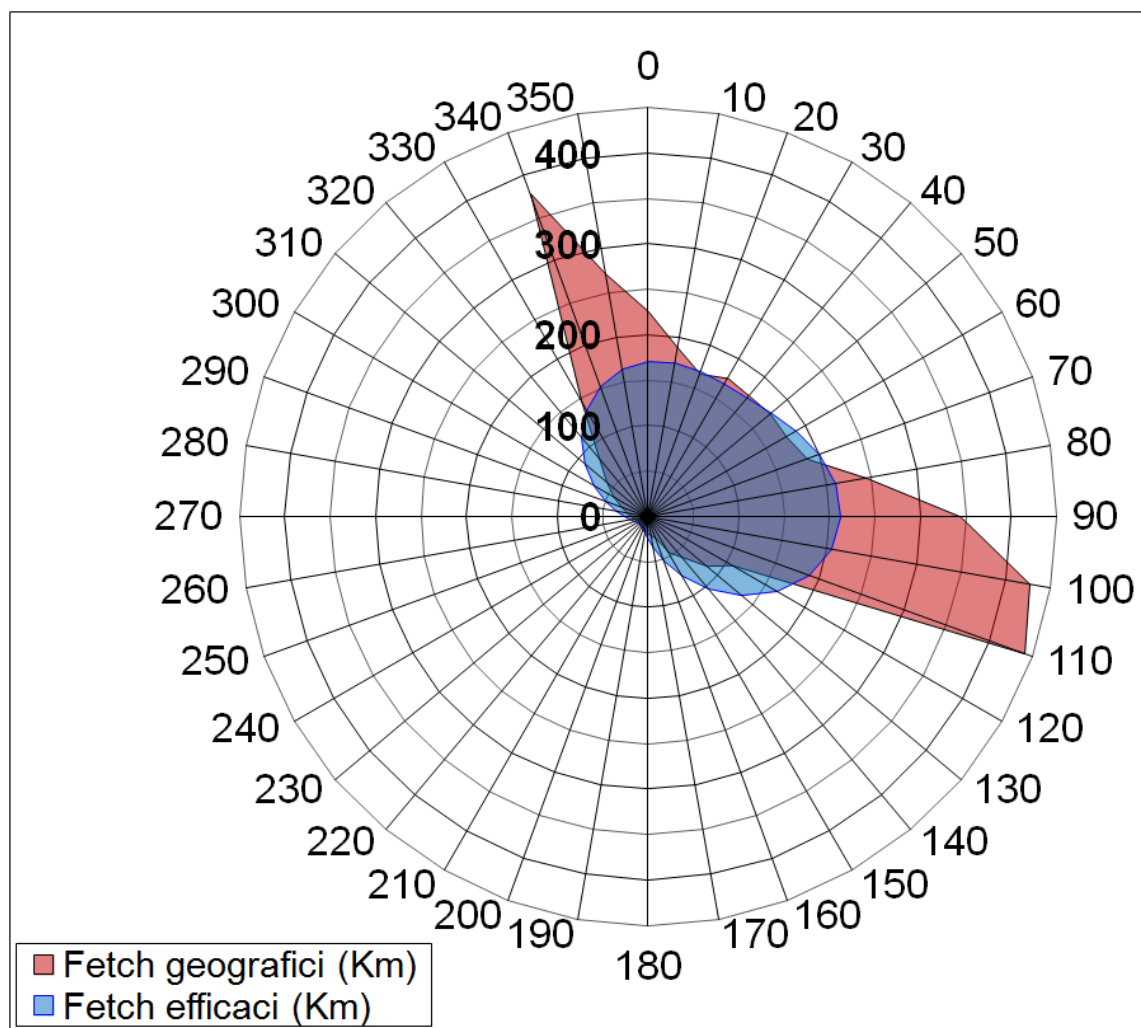


Fig. 4 – Boa ondamentrica di Ortona (CH): Diagramma polare dei fetches

Nel caso di fetches limitati, le relazioni che permettono di calcolare l'altezza d'onda significativa H_{m0} ed il periodo di picco T_m in funzione della lunghezza del fetch e della velocità del vento sono le seguenti:

$$\frac{gH_m}{U^2} = 1.6 * 10^{-3} \left(\frac{gF}{U} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2a)$$

$$\frac{gT_m}{U^2} = 2.857 * 10^{-1} \left(\frac{gF}{U} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2b)$$

dove:

- g = accelerazione di gravità (9.81 m/s^2)
- U = velocità del vento [ft]
- F = fetch efficace [Km]
- H = altezza dell'onda [m]

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

- T= periodo di picco [s]

Indicando con gli apici O e P rispettivamente le grandezze relative al punto di misura (Ondametro di Ortona) ed al punto di trasposizione (ondametro virtuale al largo del litorale di Francavilla al mare), le relazioni (2a) e (2b) permettono di stabilire, rispettivamente, la ricercata corrispondenza tra le altezze d'onda ed i periodi di picco relativi al punto di misura O ed al punto di trasposizione P; per cui dalla (2a) e dalla (2b) da si ottengono le seguenti espressioni:

$$\frac{H^P_{m0}}{H^O_{m0}} = \left(\frac{F^P}{F^O} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3a)$$

$$\frac{T^P_{m0}}{T^O_{m0}} = \left(\frac{F^P}{F^O} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (3b)$$

I risultati delle suddette elaborazioni sono riportati nella seguente Tab. 3 e mostrano, come era da aspettarselo, che i coefficienti di taratura sono prossimi all'unità (min 0.90 - max 1.03). Se poi si osservano i valori relativi al settore geografico del paraggio in esame (330°N-120°N) gli stessi sono praticamente pari a 1, infatti il valore massimo resta 1.03 mentre il minimo è 0.95.

Dir [N°]	fetches efficaci [Km]		Coeff. di taratura		Dir [N°]	fetches efficaci [Km]		Coeff. di taratura	
	ORTONA	FRANCAVILLA	x H	x T		ORTONA	FRANCAVILLA	x H	x T
360	171	165	0,981	0,987	180	24	24	0,998	0,999
10	172	168	0,987	0,992	190	18	18	0,976	0,984
20	170	168	0,993	0,995	200	15	14	0,961	0,974
30	169	168	0,998	0,999	210	13	12	0,957	0,971
40	171	172	1,002	1,002	220	13	12	0,960	0,973
50	178	180	1,006	1,004	230	12	12	0,963	0,975
60	188	192	1,010	1,006	240	13	12	0,957	0,971
70	200	206	1,013	1,009	250	15	13	0,941	0,960
80	209	216	1,017	1,011	260	19	16	0,918	0,945
90	211	220	1,020	1,013	270	25	20	0,900	0,932
100	204	214	1,023	1,015	280	35	28	0,896	0,929
110	188	198	1,025	1,017	290	50	40	0,903	0,934
120	163	173	1,028	1,018	300	69	57	0,915	0,942
130	134	142	1,030	1,020	310	91	78	0,929	0,952
140	103	110	1,032	1,021	320	114	101	0,942	0,961
150	75	80	1,032	1,021	330	136	123	0,954	0,969
160	52	54	1,028	1,019	340	153	143	0,965	0,976
170	35	36	1,017	1,012	350	165	157	0,973	0,982

Tab. 3- Coefficienti di taratura

Per quanto concerne le direzioni di propagazione del moto ondoso, per un determinato paraggio, la direzione media β del moto ondoso, relativa alla direzione media di provenienza del vento ϕ_w , è individuata come il valore che rende massima la funzione:

$$f(\phi_w) = F_{e, \phi_w}^{0.28} \cdot (\cos \phi_w)^{0.44} \quad (4)$$

Pertanto, imponendo le condizioni $f'(\beta) = 0$ e $f''(\beta) < 0$, è possibile individuare per ogni fetch efficace associato ad una determinata direzione di provenienza del vento la relativa direzione del moto ondoso generato.

Quindi, dal punto di vista operativo, si determinano per entrambi i siti "O" e "P" (di misura e trasposizione) le deviazioni tra le direzioni del vento ed il mare. Successivamente, tenuto conto che i due paraggi sono soggetti contemporaneamente alla stessa mareggiata, generata dalle stesse condizioni di vento, si deduce che, nota la direzione del moto ondoso registrata all'ondametro di misura "O" (nel caso in esame Ortona), si calcola la direzione del vento che lo ha generato e che è comune a quella del sito di trasposizione "P" (nel caso in esame Francavilla), determinando in tal modo la corrispondente direzione del moto ondoso. I risultati delle elaborazioni sono sintetizzati nelle seguenti Fig. 5 e Fig. 6.

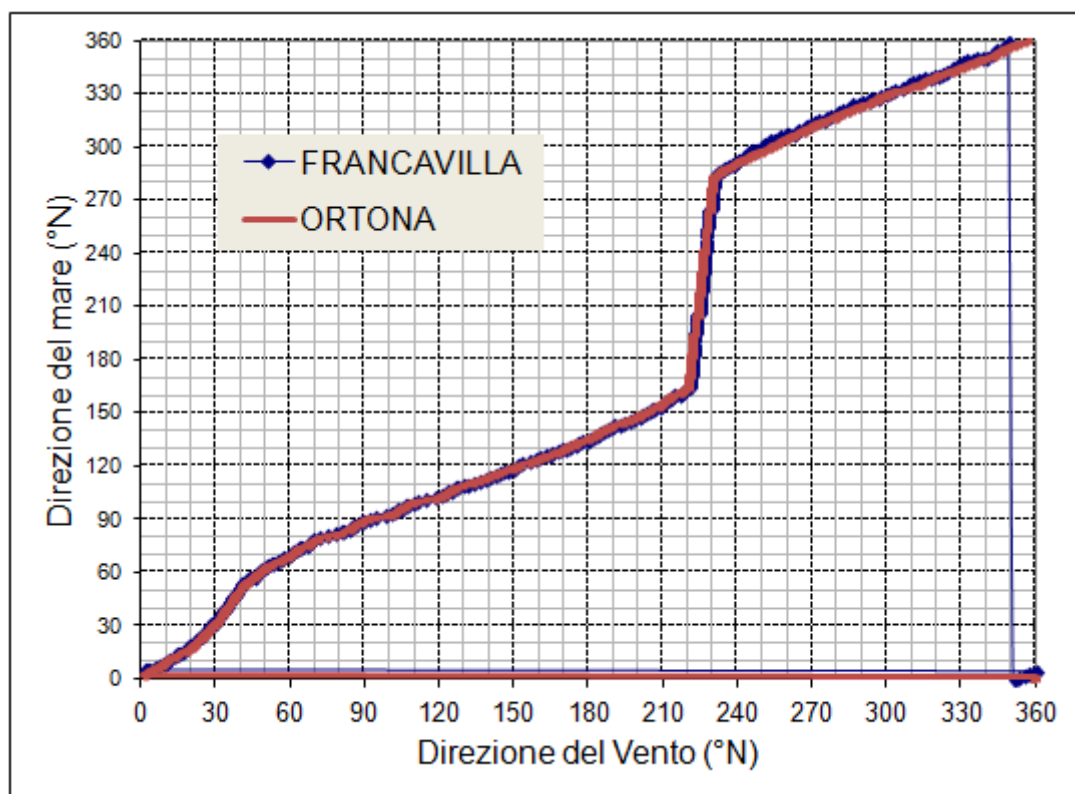


Fig. 5 - Deviazione tra direzione del vento e direzione del mare per i due paraggi

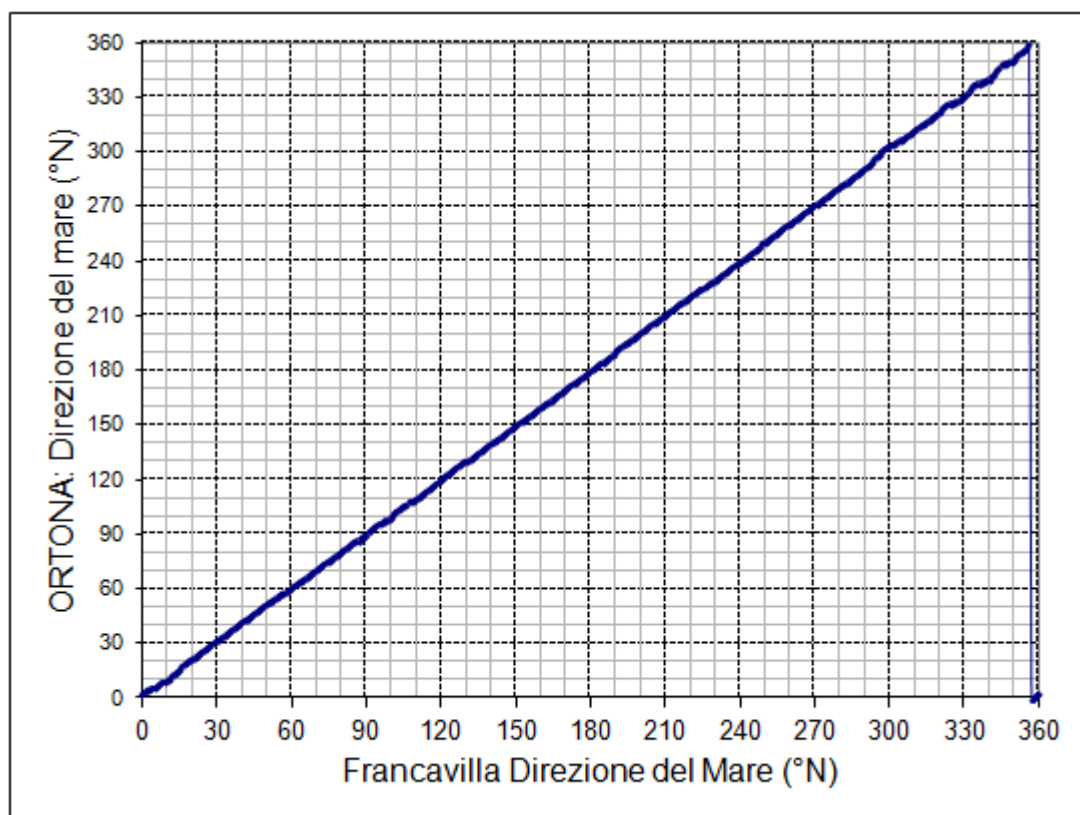


Fig. 6 – Direzione del mare per i due paraggi

Le due figure (Fig. 5 e Fig. 6), proprio in virtù della vicinanza tra il punto di misura (ondametro di Ortona) e il punto di trasposizione (ondametro virtuale di Francavilla al

mare), mostrano che una determinata direzione di vento genera al largo di Ortona e al largo di Francavilla praticamente lo stesso stato di mare (direzione del moto ondoso).

3.3 Analisi statistica del moto ondoso sulla base dei dati registrati e trasposti

L'analisi statistica viene eseguita sulla popolazione dei dati dell'ondametro virtuale al largo di Francavilla ottenuti per trasposizione geografica dei dati registrati dall'ondametro reale a largo di Ortona. Si puntualizza che le registrazioni dell'ondametro di Ortona sono triorarie dal 1989 al 2001, e dal 2002 al 2011 sono eseguite ogni mezz'ora. Tra l'altro nel primo periodo (1989-2001) sono presenti alcune registrazioni a intervallo di trenta minuti. Per rendere omogenea la popolazione dei dati da analizzare, sono stati considerati solo le registrazioni triorarie relative alle seguenti ore: 0:00, 3:00, 6:00, 9:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00.

Quindi l'analisi statistica eseguita riguarda i dati triorari registrati alle su indicate ore nel periodo 1989-2011.

I dati ondametrici relativi al paraggio di Francavilla al mare ottenuti a partire da quelli registrati dalla stazione ondametrica di Ortona sono stati classificati secondo intervalli di altezze d'onda ($0.0 < H < 0.25$, $0.25 < H < 0.50$, $0.5 < H < 1.0$,, $5.5 < H < 6.0$, $H > 6.0$) e direzioni di provenienza (direzione di moto ondoso). Detta classificazione è stata effettuata sia su base annuale sia su base stagionale.

Le tabelle Tab. 4, Tab. 6, Tab. 8, Tab. 10 e Tab. 12 riportano la distribuzione dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda ($0.0 < H < 0.25$, $0.25 < H < 0.50$, $0.5 < H < 1.0$,, $5.5 < H < 6.0$, $H > 6.0$) e direzioni rispettivamente per il clima annuale, autunnale, invernale, primaverile ed estivo.

Le tabelle Tab. 5, Tab. 7, Tab. 9, Tab. 11 e Tab. 13 riportano la distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda ($0.0 < H < 0.25$, $0.25 < H < 0.50$, $0.5 < H < 1.0$,, $5.5 < H < 6.0$, $H > 6.0$) e direzioni rispettivamente per il clima annuale, autunnale, invernale, primaverile ed estivo. Detta distribuzione percentuale è rappresentata anche graficamente nelle figure Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10 e Fig. 11.

Dall'analisi dei risultati su base annuale emerge che il settore di traversia principale e cioè il settore da cui provengono gli stati di mare caratterizzati da maggiori frequenze

e da valori di altezze d'onda più elevati è il settore Nord e Nord-Orientale (330°N-50°N), che riguarda, procedendo in senso orario, prima la costa Veneta e poi quella Croata. Il settore Orientale (50°N-120°N) può assumersi, invece, come settore secondario, in quanto -sebbene presenta frequenze di accadimento rilevanti- gli stati di mare sono caratterizzati da valori di altezze d'onda sicuramente inferiori a quelli del settore di traversia principale .

Esaminando più nel dettaglio i risultati delle analisi si osserva che:

- I dati registrati caratterizzati da un'altezza d'onda inferiore a 0,5 m presentano una percentuale pari a circa il 54%;
- le altezze d'onda superiori a 0.5m per circa il 58% provengono dal settore di traversia principale;
- nel settore di traversia principale si sono registrate altezze d'onda superiori a 5.5m, mentre in quello secondario le altezze d'onda registrate non hanno superato i 4.5m;

Per quanto riguarda le analisi statistiche dei dati triorari suddivisi per stagioni, si riscontrano, in linea generale, risultati analoghi a quelli su base annuale.

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

		classi d'altezza d'onda significativa Hm0 [m]														TOTALI
		0<H<0,25	0,25<H<0,50	0,5<H<1,0	1,0<H<1,5	1,5<H<2,0	2,0<H<2,5	2,5<H<3,0	3,0<H<3,5	3,5<H<4,0	4,0<H<4,5	4,5<H<5,0	5,0<H<5,5	5,5<H<6,0	H>6,0	
DIR	0	592	1 007	824	319	115	53	27	10	4	-	-	2	-	-	2 953
	10	789	929	790	332	153	84	57	28	23	13	6	1	-	-	3 205
	20	510	530	482	247	105	86	47	42	26	7	6	-	-	-	2 088
	30	510	462	480	241	135	90	40	31	16	8	2	-	1	-	2 016
	40	464	351	406	182	101	55	23	8	4	3	-	-	-	-	1 597
	50	484	364	325	98	26	15	11	6	1	-	-	-	-	-	1 330
	60	520	486	375	73	26	6	7	1	3	1	-	-	-	-	1 498
	70	577	646	539	87	34	7	3	-	2	-	-	-	-	-	1 895
	80	722	950	1 009	237	37	9	1	1	-	1	-	-	-	-	2 967
	90	714	1 090	1 200	457	141	27	9	3	-	-	-	-	-	-	3 641
	100	675	951	893	285	106	28	8	4	-	-	-	-	-	-	2 950
	110	574	796	611	168	36	3	2	1	-	-	-	-	-	-	2 191
	120	308	332	251	65	12	4	1	-	-	-	-	-	-	-	973
	130	270	152	116	48	27	4	1	1	-	-	-	-	-	-	619
	140	147	57	52	30	18	5	2	2	-	-	-	-	-	-	313
	150	80	53	43	31	27	11	4	1	-	-	-	-	-	-	250
	160	75	24	43	36	15	9	5	-	-	-	-	-	-	-	207
	170	38	32	50	27	13	7	3	-	-	-	-	-	-	-	170
	180	31	26	46	16	12	5	6	2	-	-	-	-	-	-	144
	190	23	39	47	27	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	146
	200	26	36	33	11	3	2	2	1	-	-	-	-	-	-	114
	210	37	34	31	14	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	121
	220	29	41	26	11	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	111
	230	32	45	42	14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	134
	240	36	37	46	8	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	132
	250	50	47	33	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	139
	260	51	68	66	13	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	201
	270	66	76	91	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	244
	280	89	84	90	12	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	276
	290	70	94	45	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	218
	300	95	104	34	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238
	310	158	224	52	12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	447
	320	167	287	123	35	5	2	1	-	-	-	-	-	-	-	620
	330	273	547	522	226	89	30	9	2	-	-	-	-	-	-	1 698
	340	341	944	1 245	554	196	89	23	6	4	1	-	-	-	-	3 403
	350	528	1 181	1 386	545	189	77	27	9	4	1	3	-	-	-	3 950
TOTALI		10151	13126	12447	4493	1637	723	320	159	87	35	17	3	1	0	43199

Tab. 4 – Distribuzione dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni - CLIMA ANNUALE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

		classi d'altezza d'onda significativa Hm0 [m]														TOTALI
		0<H<0,25	0,25<H<0,50	0,5<H<1,0	1,0<H<1,5	1,5<H<2,0	2,0<H<2,5	2,5<H<3,0	3,0<H<3,5	3,5<H<4,0	4,0<H<4,5	4,5<H<5,0	5,0<H<5,5	5,5<H<6,0	H>6,0	
DIR	0	1,370	2,331	1,907	0,738	0,266	0,123	0,063	0,023	0,009	-	-	0,005	-	-	6,84%
	10	1,826	2,151	1,829	0,769	0,354	0,194	0,132	0,065	0,053	0,030	0,014	0,002	-	-	7,42%
	20	1,181	1,227	1,116	0,572	0,243	0,199	0,109	0,097	0,060	0,016	0,014	-	-	-	4,83%
	30	1,181	1,069	1,111	0,558	0,313	0,208	0,093	0,072	0,037	0,019	0,005	-	0,002	-	4,67%
	40	1,074	0,813	0,940	0,421	0,234	0,127	0,053	0,019	0,009	0,007	-	-	-	-	3,70%
	50	1,120	0,843	0,752	0,227	0,060	0,035	0,025	0,014	0,002	-	-	-	-	-	3,08%
	60	1,204	1,125	0,868	0,169	0,060	0,014	0,016	0,002	0,007	0,002	-	-	-	-	3,47%
	70	1,336	1,495	1,248	0,201	0,079	0,016	0,007	-	0,005	-	-	-	-	-	4,39%
	80	1,671	2,199	2,336	0,549	0,086	0,021	0,002	0,002	-	0,002	-	-	-	-	6,87%
	90	1,653	2,523	2,778	1,058	0,326	0,063	0,021	0,007	-	-	-	-	-	-	8,43%
	100	1,563	2,201	2,067	0,660	0,245	0,065	0,019	0,009	-	-	-	-	-	-	6,83%
	110	1,329	1,843	1,414	0,389	0,083	0,007	0,005	0,002	-	-	-	-	-	-	5,07%
	120	0,713	0,769	0,581	0,150	0,028	0,009	0,002	-	-	-	-	-	-	-	2,25%
	130	0,625	0,352	0,269	0,111	0,063	0,009	0,002	0,002	-	-	-	-	-	-	1,43%
	140	0,340	0,132	0,120	0,069	0,042	0,012	0,005	0,005	-	-	-	-	-	-	0,72%
	150	0,185	0,123	0,100	0,072	0,063	0,025	0,009	0,002	-	-	-	-	-	-	0,58%
	160	0,174	0,056	0,100	0,083	0,035	0,021	0,012	-	-	-	-	-	-	-	0,48%
	170	0,088	0,074	0,116	0,063	0,030	0,016	0,007	-	-	-	-	-	-	-	0,39%
	180	0,072	0,060	0,106	0,037	0,028	0,012	0,014	0,005	-	-	-	-	-	-	0,33%
	190	0,053	0,090	0,109	0,063	0,014	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34%
	200	0,060	0,083	0,076	0,025	0,007	0,005	0,005	0,002	-	-	-	-	-	-	0,26%
	210	0,086	0,079	0,072	0,032	0,009	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28%
	220	0,067	0,095	0,060	0,025	0,002	0,007	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26%
	230	0,074	0,104	0,097	0,032	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31%
	240	0,083	0,086	0,106	0,019	0,009	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	0,31%
	250	0,116	0,109	0,076	0,021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,32%
	260	0,118	0,157	0,153	0,030	-	0,007	-	-	-	-	-	-	-	-	0,47%
	270	0,153	0,176	0,211	0,021	-	0,005	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56%
	280	0,206	0,194	0,208	0,028	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64%
	290	0,162	0,218	0,104	0,021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50%
	300	0,220	0,241	0,079	0,012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55%
	310	0,366	0,519	0,120	0,028	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,03%
	320	0,387	0,664	0,285	0,081	0,012	0,005	0,002	-	-	-	-	-	-	-	1,44%
	330	0,632	1,266	1,208	0,523	0,206	0,069	0,021	0,005	-	-	-	-	-	-	3,93%
	340	0,789	2,185	2,882	1,282	0,454	0,206	0,053	0,014	0,009	0,002	-	-	-	-	7,88%
	350	1,222	2,734	3,208	1,262	0,438	0,178	0,063	0,021	0,009	0,002	0,007	-	-	-	9,14%
TOTALI		23,50%	30,38%	28,81%	10,40%	3,79%	1,67%	0,74%	0,37%	0,20%	0,08%	0,04%	0,01%	0,00%	0,00%	100%

Tab. 5 – Distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni - CLIMA ANNUALE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

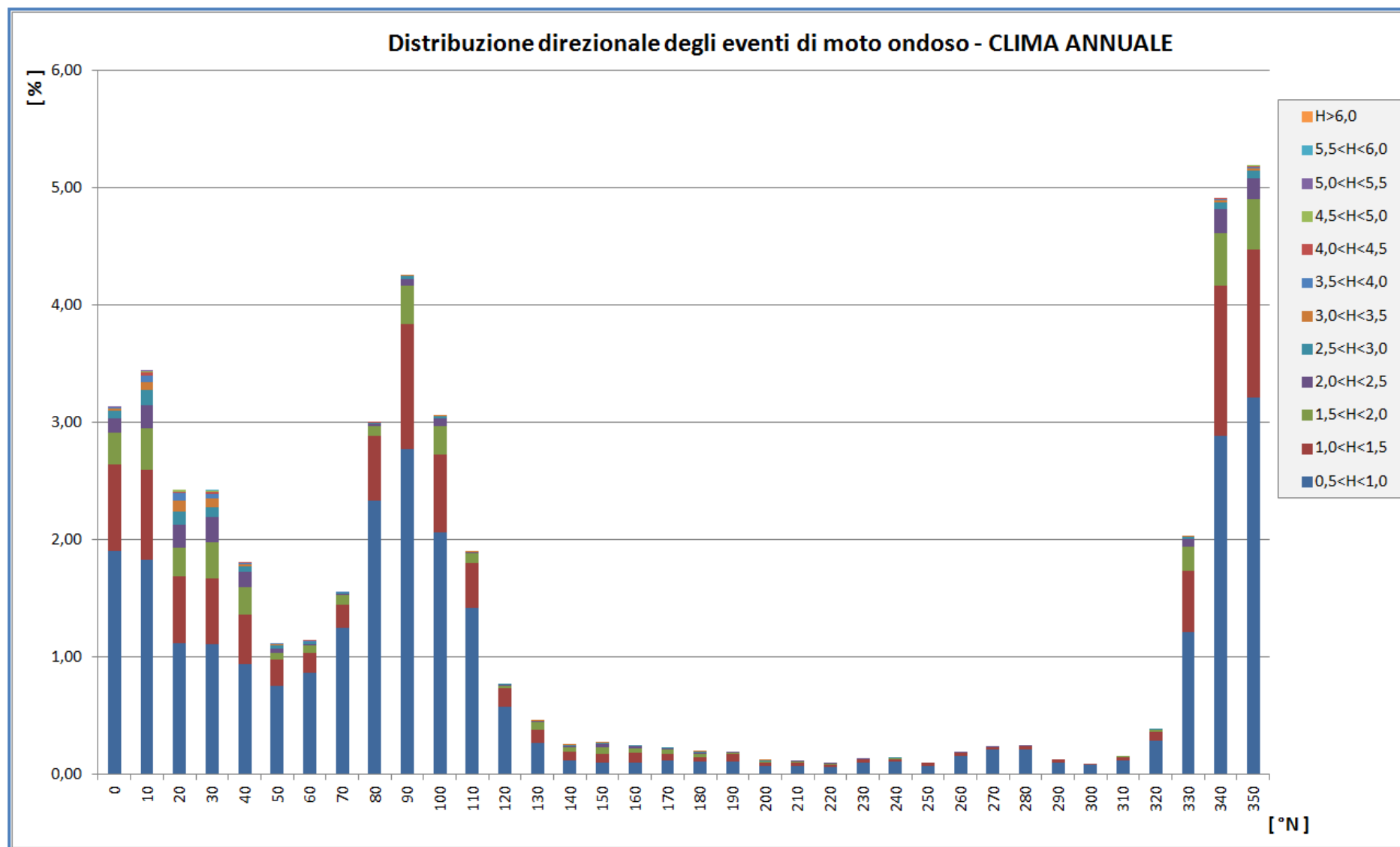


Fig. 7 – Rappresentazione grafica della distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni – CLIMA ANNUALE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

		classi d'altezza d'onda significativa Hm0 [m]														TOTALI
		0<H<0,25	0,25<H<0,50	0,5<H<1,0	1,0<H<1,5	1,5<H<2,0	2,0<H<2,5	2,5<H<3,0	3,0<H<3,5	3,5<H<4,0	4,0<H<4,5	4,5<H<5,0	5,0<H<5,5	5,5<H<6,0	H>6,0	
DIR	0	99	227	198	81	33	7	5	1	-	-	-	-	-	-	651
	10	142	235	211	90	25	14	10	-	-	-	-	-	-	-	727
	20	80	142	153	77	25	18	8	5	-	-	-	-	-	-	508
	30	80	106	165	76	36	18	3	2	2	-	-	-	-	-	488
	40	90	90	126	60	24	12	4	-	-	-	-	-	-	-	406
	50	73	112	91	23	12	2	-	1	1	-	-	-	-	-	315
	60	96	128	105	27	5	1	-	-	1	-	-	-	-	-	363
	70	116	113	166	19	14	3	-	-	-	-	-	-	-	-	431
	80	149	224	274	56	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	712
	90	153	272	496	158	37	7	1	1	-	-	-	-	-	-	1 125
	100	159	272	403	162	73	7	2	-	-	-	-	-	-	-	1 078
	110	132	249	271	74	22	1	-	-	-	-	-	-	-	-	749
	120	75	130	135	35	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	386
	130	69	57	50	28	13	-	-	1	-	-	-	-	-	-	218
	140	38	36	26	10	5	1	-	1	-	-	-	-	-	-	117
	150	19	21	17	11	5	1	-	1	-	-	-	-	-	-	75
	160	24	11	18	17	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	74
	170	14	12	25	10	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	67
	180	7	15	19	5	7	-	1	1	-	-	-	-	-	-	55
	190	7	15	15	8	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	48
	200	10	12	15	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39
	210	16	9	10	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42
	220	9	9	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
	230	12	17	17	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48
	240	15	8	14	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
	250	17	13	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42
	260	19	26	25	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	73
	270	24	28	31	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85
	280	28	20	30	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	83
	290	23	30	14	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68
	300	27	33	9	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70
	310	37	47	19	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106
	320	29	65	22	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	122
	330	42	101	94	38	18	5	3	-	-	-	-	-	-	-	301
	340	44	159	214	82	28	20	6	1	2	1	-	-	-	-	557
	350	71	216	257	107	33	17	5	-	-	1	-	-	-	-	707
TOTALI		2045	3260	3752	1286	444	144	50	15	6	2	0	0	0	0	11004

Tab. 6 – Distribuzione dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni - CLIMA AUTUNNALE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

		classi d'altezza d'onda significativa Hm0 [m]														TOTALI
		0<H<0,25	0,25<H<0,50	0,5<H<1,0	1,0<H<1,5	1,5<H<2,0	2,0<H<2,5	2,5<H<3,0	3,0<H<3,5	3,5<H<4,0	4,0<H<4,5	4,5<H<5,0	5,0<H<5,5	5,5<H<6,0	H>6,0	
DIR	0	0,900	2,063	1,799	0,736	0,300	0,064	0,045	0,009	-	-	-	-	-	-	5,92%
	10	1,290	2,136	1,917	0,818	0,227	0,127	0,091	-	-	-	-	-	-	-	6,61%
	20	0,727	1,290	1,390	0,700	0,227	0,164	0,073	0,045	-	-	-	-	-	-	4,62%
	30	0,727	0,963	1,499	0,691	0,327	0,164	0,027	0,018	0,018	-	-	-	-	-	4,43%
	40	0,818	0,818	1,145	0,545	0,218	0,109	0,036	-	-	-	-	-	-	-	3,69%
	50	0,663	1,018	0,827	0,209	0,109	0,018	-	0,009	0,009	-	-	-	-	-	2,86%
	60	0,872	1,163	0,954	0,245	0,045	0,009	-	-	0,009	-	-	-	-	-	3,30%
	70	1,054	1,027	1,509	0,173	0,127	0,027	-	-	-	-	-	-	-	-	3,92%
	80	1,354	2,036	2,490	0,509	0,082	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,47%
	90	1,390	2,472	4,507	1,436	0,336	0,064	0,009	0,009	-	-	-	-	-	-	10,22%
	100	1,445	2,472	3,662	1,472	0,663	0,064	0,018	-	-	-	-	-	-	-	9,80%
	110	1,200	2,263	2,463	0,672	0,200	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	6,81%
	120	0,682	1,181	1,227	0,318	0,064	0,036	-	-	-	-	-	-	-	-	3,51%
	130	0,627	0,518	0,454	0,254	0,118	-	-	0,009	-	-	-	-	-	-	1,98%
	140	0,345	0,327	0,236	0,091	0,045	0,009	-	0,009	-	-	-	-	-	-	1,06%
	150	0,173	0,191	0,154	0,100	0,045	0,009	-	0,009	-	-	-	-	-	-	0,68%
	160	0,218	0,100	0,164	0,154	0,009	0,018	0,009	-	-	-	-	-	-	-	0,67%
	170	0,127	0,109	0,227	0,091	0,036	0,009	0,009	-	-	-	-	-	-	-	0,61%
	180	0,064	0,136	0,173	0,045	0,064	-	0,009	0,009	-	-	-	-	-	-	0,50%
	190	0,064	0,136	0,136	0,073	0,018	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44%
	200	0,091	0,109	0,136	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35%
	210	0,145	0,082	0,091	0,055	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,38%
	220	0,082	0,082	0,073	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25%
	230	0,109	0,154	0,154	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44%
	240	0,136	0,073	0,127	0,009	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36%
	250	0,154	0,118	0,082	0,027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,38%
	260	0,173	0,236	0,227	0,018	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66%
	270	0,218	0,254	0,282	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,77%
	280	0,254	0,182	0,273	0,036	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	0,75%
	290	0,209	0,273	0,127	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,62%
	300	0,245	0,300	0,082	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64%
	310	0,336	0,427	0,173	0,018	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,96%
	320	0,264	0,591	0,200	0,036	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,11%
	330	0,382	0,918	0,854	0,345	0,164	0,045	0,027	-	-	-	-	-	-	-	2,74%
	340	0,400	1,445	1,945	0,745	0,254	0,182	0,055	0,009	0,018	0,009	-	-	-	-	5,06%
	350	0,645	1,963	2,336	0,972	0,300	0,154	0,045	-	-	0,009	-	-	-	-	6,42%
TOTALI		18,58%	29,63%	34,10%	11,69%	4,03%	1,31%	0,45%	0,14%	0,05%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%

Tab. 7 – Distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni - CLIMA AUTUNNALE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

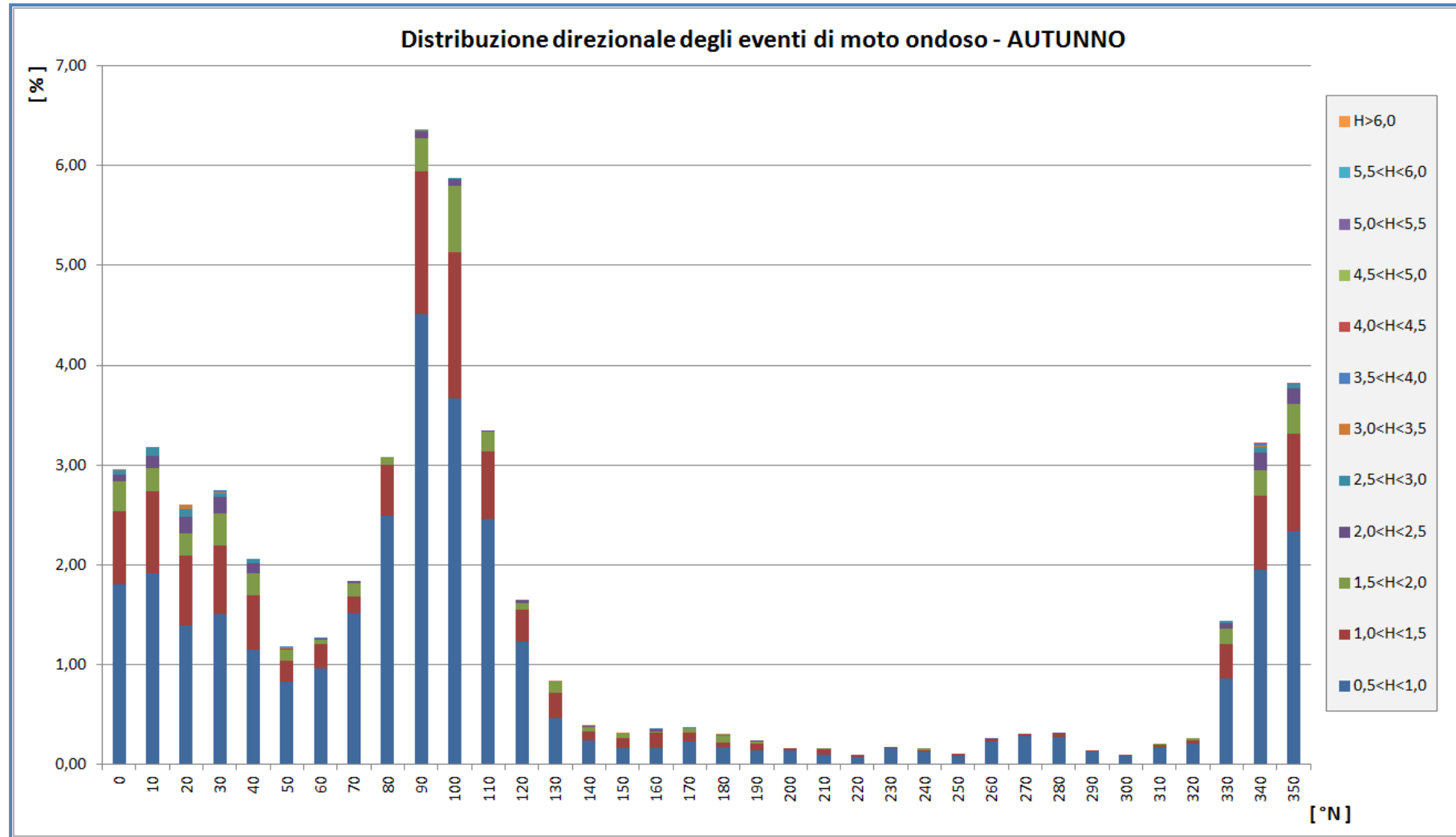


Fig. 8 – Rappresentazione grafica della distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni – CLIMA AUTUNNALE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

		classi d'altezza d'onda significativa Hm0 [m]														TOTALI
		0<H<0,25	0,25<H<0,50	0,5<H<1,0	1,0<H<1,5	1,5<H<2,0	2,0<H<2,5	2,5<H<3,0	3,0<H<3,5	3,5<H<4,0	4,0<H<4,5	4,5<H<5,0	5,0<H<5,5	5,5<H<6,0	H>6,0	
DIR	0	103	221	235	101	52	33	14	6	2	-	-	1	-	-	768
	10	122	217	220	124	74	36	31	18	11	5	3	-	-	-	861
	20	88	103	130	84	48	36	26	29	22	5	5	-	-	-	576
	30	101	93	131	74	58	30	28	24	12	5	2	-	-	-	558
	40	69	72	97	60	36	25	16	7	4	3	-	-	-	-	389
	50	87	67	87	43	9	9	6	4	-	-	-	-	-	-	312
	60	73	100	100	19	13	3	5	-	2	1	-	-	-	-	316
	70	95	141	134	41	14	3	2	-	1	-	-	-	-	-	431
	80	100	167	232	84	18	2	-	1	-	-	-	-	-	-	604
	90	96	187	215	129	44	11	7	1	-	-	-	-	-	-	690
	100	104	175	118	53	16	13	4	1	-	-	-	-	-	-	484
	110	81	118	91	45	9	1	2	1	-	-	-	-	-	-	348
	120	26	48	32	15	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	124
	130	41	22	23	9	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	106
	140	30	10	15	13	12	2	2	1	-	-	-	-	-	-	85
	150	16	8	14	15	20	7	4	-	-	-	-	-	-	-	84
	160	17	5	17	15	9	7	4	-	-	-	-	-	-	-	74
	170	7	5	14	13	6	6	2	-	-	-	-	-	-	-	53
	180	6	4	21	8	3	5	5	1	-	-	-	-	-	-	53
	190	6	14	25	14	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	65
	200	4	15	14	8	3	2	2	1	-	-	-	-	-	-	49
	210	3	13	18	5	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	42
	220	3	19	12	9	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	44
	230	5	18	20	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
	240	8	16	28	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58
	250	10	15	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41
	260	10	20	19	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	60
	270	15	17	32	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70
	280	8	22	25	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62
	290	9	22	14	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52
	300	16	21	10	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
	310	27	58	13	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107
	320	27	76	40	17	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	161
	330	52	108	161	105	55	15	3	1	-	-	-	-	-	-	500
	340	51	204	374	282	114	51	12	3	1	-	-	-	-	-	1 092
	350	86	248	421	252	112	48	15	3	-	-	3	-	-	-	1 188
TOTALI		1602	2669	3162	1695	742	355	192	102	55	19	13	1	0	0	10607

Tab. 8 – Distribuzione dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni - CLIMA INVERNALE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarino preliminare

		classi d'altezza d'onda significativa Hm0 [m]														TOTALI
		0<H<0,25	0,25<H<0,50	0,5<H<1,0	1,0<H<1,5	1,5<H<2,0	2,0<H<2,5	2,5<H<3,0	3,0<H<3,5	3,5<H<4,0	4,0<H<4,5	4,5<H<5,0	5,0<H<5,5	5,5<H<6,0	H>6,0	
DIR	0	0,971	2,084	2,216	0,952	0,490	0,311	0,132	0,057	0,019	-	-	0,009	-	-	7,24%
	10	1,150	2,046	2,074	1,169	0,698	0,339	0,292	0,170	0,104	0,047	0,028	-	-	-	8,12%
	20	0,830	0,971	1,226	0,792	0,453	0,339	0,245	0,273	0,207	0,047	0,047	-	-	-	5,43%
	30	0,952	0,877	1,235	0,698	0,547	0,283	0,264	0,226	0,113	0,047	0,019	-	-	-	5,26%
	40	0,651	0,679	0,914	0,566	0,339	0,236	0,151	0,066	0,038	0,028	-	-	-	-	3,67%
	50	0,820	0,632	0,820	0,405	0,085	0,085	0,057	0,038	-	-	-	-	-	-	2,94%
	60	0,688	0,943	0,943	0,179	0,123	0,028	0,047	-	0,019	0,009	-	-	-	-	2,98%
	70	0,896	1,329	1,263	0,387	0,132	0,028	0,019	-	0,009	-	-	-	-	-	4,06%
	80	0,943	1,574	2,187	0,792	0,170	0,019	-	0,009	-	-	-	-	-	-	5,69%
	90	0,905	1,763	2,027	1,216	0,415	0,104	0,066	0,009	-	-	-	-	-	-	6,51%
	100	0,980	1,650	1,112	0,500	0,151	0,123	0,038	0,009	-	-	-	-	-	-	4,56%
	110	0,764	1,112	0,858	0,424	0,085	0,009	0,019	0,009	-	-	-	-	-	-	3,28%
	120	0,245	0,453	0,302	0,141	0,019	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	1,17%
	130	0,387	0,207	0,217	0,085	0,066	0,028	0,009	-	-	-	-	-	-	-	1,00%
	140	0,283	0,094	0,141	0,123	0,113	0,019	0,019	0,009	-	-	-	-	-	-	0,80%
	150	0,151	0,075	0,132	0,141	0,189	0,066	0,038	-	-	-	-	-	-	-	0,79%
	160	0,160	0,047	0,160	0,141	0,085	0,066	0,038	-	-	-	-	-	-	-	0,70%
	170	0,066	0,047	0,132	0,123	0,057	0,057	0,019	-	-	-	-	-	-	-	0,50%
	180	0,057	0,038	0,198	0,075	0,028	0,047	0,047	0,009	-	-	-	-	-	-	0,50%
	190	0,057	0,132	0,236	0,132	0,028	0,028	-	-	-	-	-	-	-	-	0,61%
	200	0,038	0,141	0,132	0,075	0,028	0,019	0,019	0,009	-	-	-	-	-	-	0,46%
	210	0,028	0,123	0,170	0,047	0,019	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40%
	220	0,028	0,179	0,113	0,085	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	0,41%
	230	0,047	0,170	0,189	0,066	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,47%
	240	0,075	0,151	0,264	0,038	0,019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55%
	250	0,094	0,141	0,094	0,057	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,39%
	260	0,094	0,189	0,179	0,085	-	0,019	-	-	-	-	-	-	-	-	0,57%
	270	0,141	0,160	0,302	0,057	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66%
	280	0,075	0,207	0,236	0,066	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58%
	290	0,085	0,207	0,132	0,066	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,49%
	300	0,151	0,198	0,094	0,028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,47%
	310	0,255	0,547	0,123	0,085	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,01%
	320	0,255	0,717	0,377	0,160	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,52%
	330	0,490	1,018	1,518	0,990	0,519	0,141	0,028	0,009	-	-	-	-	-	-	4,71%
	340	0,481	1,923	3,526	2,659	1,075	0,481	0,113	0,028	0,009	-	-	-	-	-	10,30%
	350	0,811	2,338	3,969	2,376	1,056	0,453	0,141	0,028	-	-	0,028	-	-	-	11,20%
TOTALI		15,10%	25,16%	29,81%	15,98%	7,00%	3,35%	1,81%	0,96%	0,52%	0,18%	0,12%	0,01%	0,00%	0,00%	100%

Tab. 9 – Distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni - CLIMA INVERNALE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

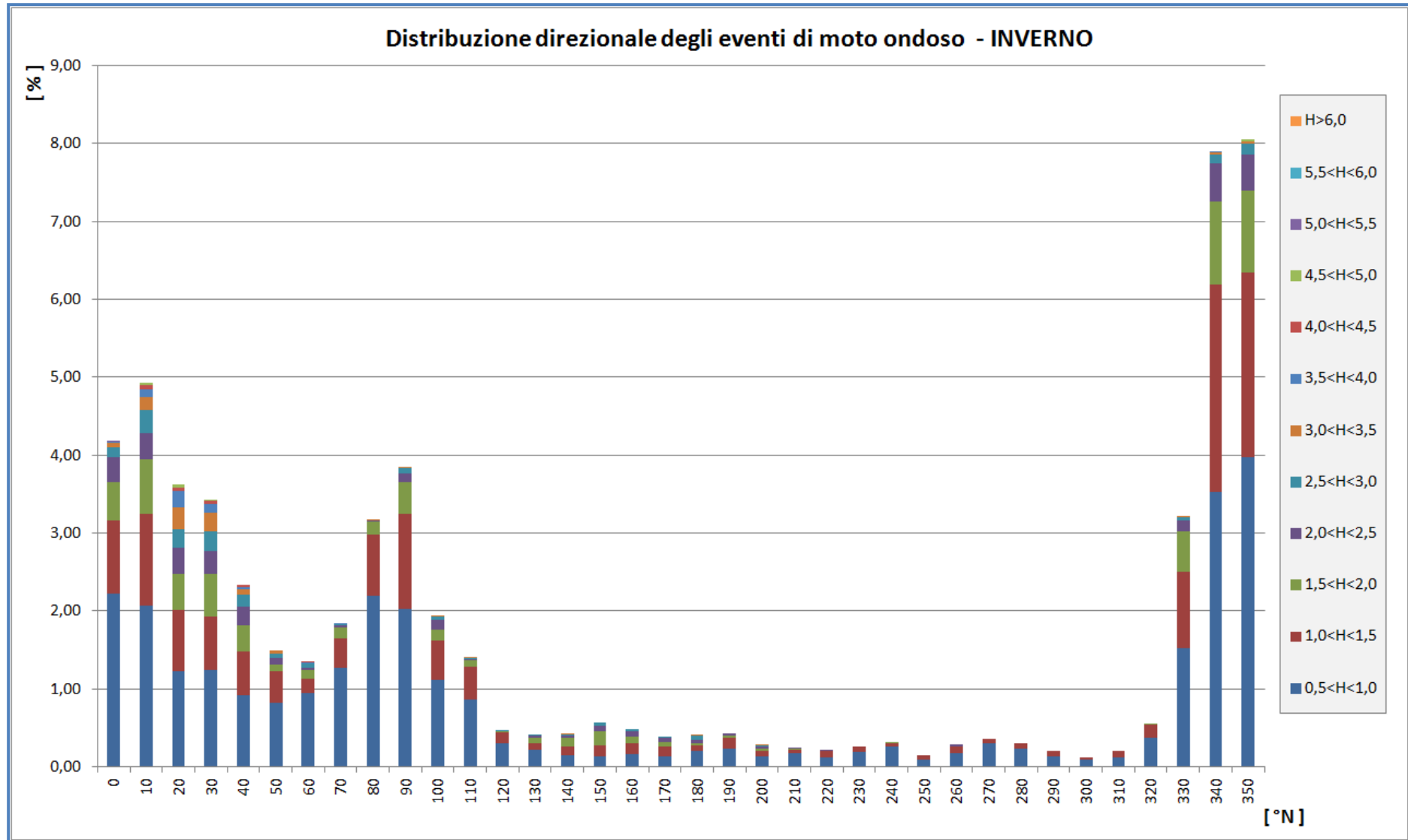


Fig. 9 – Rappresentazione grafica della distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni – CLIMA INVERNALE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

		classi d'altezza d'onda significativa Hm0 [m]														TOTALI
		0<H<0,25	0,25<H<0,50	0,5<H<1,0	1,0<H<1,5	1,5<H<2,0	2,0<H<2,5	2,5<H<3,0	3,0<H<3,5	3,5<H<4,0	4,0<H<4,5	4,5<H<5,0	5,0<H<5,5	5,5<H<6,0	H>6,0	
DIR	0	154	203	176	91	23	10	8	3	1	-	-	1	-	-	670
	10	209	188	170	78	43	31	13	8	8	1	1	-	-	-	750
	20	144	117	96	61	25	28	12	8	3	2	1	-	-	-	497
	30	129	104	106	66	36	37	6	5	2	3	-	-	1	-	495
	40	138	91	100	46	34	17	3	1	-	-	-	-	-	-	430
	50	170	98	90	30	5	4	5	1	-	-	-	-	-	-	403
	60	155	133	111	25	8	2	2	1	-	-	-	-	-	-	437
	70	180	231	185	24	6	1	1	-	1	-	-	-	-	-	629
	80	245	348	389	88	10	7	1	-	-	1	-	-	-	-	1 089
	90	229	365	322	144	54	9	1	1	-	-	-	-	-	-	1 125
	100	194	258	190	52	15	8	2	3	-	-	-	-	-	-	722
	110	139	186	113	38	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	482
	120	70	53	42	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	178
	130	58	22	20	11	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118
	140	35	2	4	5	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	49
	150	23	8	6	4	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	46
	160	20	4	6	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
	170	9	11	7	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34
	180	7	3	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
	190	6	6	6	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
	200	6	9	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	210	9	6	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
	220	8	9	4	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	24
	230	10	8	3	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	27
	240	6	8	3	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	21
	250	13	9	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
	260	9	17	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
	270	12	19	17	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	50
	280	23	22	25	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71
	290	12	19	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42
	300	16	24	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47
	310	32	32	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76
	320	35	51	28	13	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	132
	330	60	131	134	42	12	10	3	1	-	-	-	-	-	-	393
	340	88	223	285	97	36	12	3	1	1	-	-	-	-	-	746
	350	139	267	311	115	28	8	5	6	3	-	-	-	-	-	882
TOTALI		2792	3285	3008	1072	367	197	67	39	19	7	2	1	1	0	10857

Tab. 10 – Distribuzione dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni - CLIMA PRIMAVERILE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarino preliminare

		classi d'altezza d'onda significativa Hm0 [m]														TOTALI
		0<H<0,25	0,25<H<0,50	0,5<H<1,0	1,0<H<1,5	1,5<H<2,0	2,0<H<2,5	2,5<H<3,0	3,0<H<3,5	3,5<H<4,0	4,0<H<4,5	4,5<H<5,0	5,0<H<5,5	5,5<H<6,0	H>6,0	
DIR	0	1,418	1,870	1,621	0,838	0,212	0,092	0,074	0,028	0,009	-	-	0,009	-	-	6,17%
	10	1,925	1,732	1,566	0,718	0,396	0,286	0,120	0,074	0,074	0,009	0,009	-	-	-	6,91%
	20	1,326	1,078	0,884	0,562	0,230	0,258	0,111	0,074	0,028	0,018	0,009	-	-	-	4,58%
	30	1,188	0,958	0,976	0,608	0,332	0,341	0,055	0,046	0,018	0,028	-	-	0,009	-	4,56%
	40	1,271	0,838	0,921	0,424	0,313	0,157	0,028	0,009	-	-	-	-	-	-	3,96%
	50	1,566	0,903	0,829	0,276	0,046	0,037	0,046	0,009	-	-	-	-	-	-	3,71%
	60	1,428	1,225	1,022	0,230	0,074	0,018	0,018	0,009	-	-	-	-	-	-	4,03%
	70	1,658	2,128	1,704	0,221	0,055	0,009	0,009	-	0,009	-	-	-	-	-	5,79%
	80	2,257	3,205	3,583	0,811	0,092	0,064	0,009	-	-	0,009	-	-	-	-	10,03%
	90	2,109	3,362	2,966	1,326	0,497	0,083	0,009	0,009	-	-	-	-	-	-	10,36%
	100	1,787	2,376	1,750	0,479	0,138	0,074	0,018	0,028	-	-	-	-	-	-	6,65%
	110	1,280	1,713	1,041	0,350	0,046	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	4,44%
	120	0,645	0,488	0,387	0,101	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64%
	130	0,534	0,203	0,184	0,101	0,064	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,09%
	140	0,322	0,018	0,037	0,046	0,009	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45%
	150	0,212	0,074	0,055	0,037	0,018	0,028	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42%
	160	0,184	0,037	0,055	0,028	0,046	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35%
	170	0,083	0,101	0,064	0,037	0,028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31%
	180	0,064	0,028	0,046	0,028	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18%
	190	0,055	0,055	0,055	0,046	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22%
	200	0,055	0,083	0,018	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17%
	210	0,083	0,055	0,028	0,028	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20%
	220	0,074	0,083	0,037	-	0,009	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22%
	230	0,092	0,074	0,028	0,046	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25%
	240	0,055	0,074	0,028	0,028	-	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	0,19%
	250	0,120	0,083	0,092	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29%
	260	0,083	0,157	0,101	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35%
	270	0,111	0,175	0,157	-	-	0,018	-	-	-	-	-	-	-	-	0,46%
	280	0,212	0,203	0,230	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65%
	290	0,111	0,175	0,092	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,39%
	300	0,147	0,221	0,055	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43%
	310	0,295	0,295	0,111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70%
	320	0,322	0,470	0,258	0,120	0,018	0,018	0,009	-	-	-	-	-	-	-	1,22%
	330	0,553	1,207	1,234	0,387	0,111	0,092	0,028	0,009	-	-	-	-	-	-	3,62%
	340	0,811	2,054	2,625	0,893	0,332	0,111	0,028	0,009	0,009	-	-	-	-	-	6,87%
	350	1,280	2,459	2,865	1,059	0,258	0,074	0,046	0,055	0,028	-	-	-	-	-	8,12%
TOTALI		25,72%	30,26%	27,71%	9,87%	3,38%	1,81%	0,62%	0,36%	0,18%	0,06%	0,02%	0,01%	0,01%	0,00%	100%

Tab. 11 – Distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni - CLIMA PRIMAVERILE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

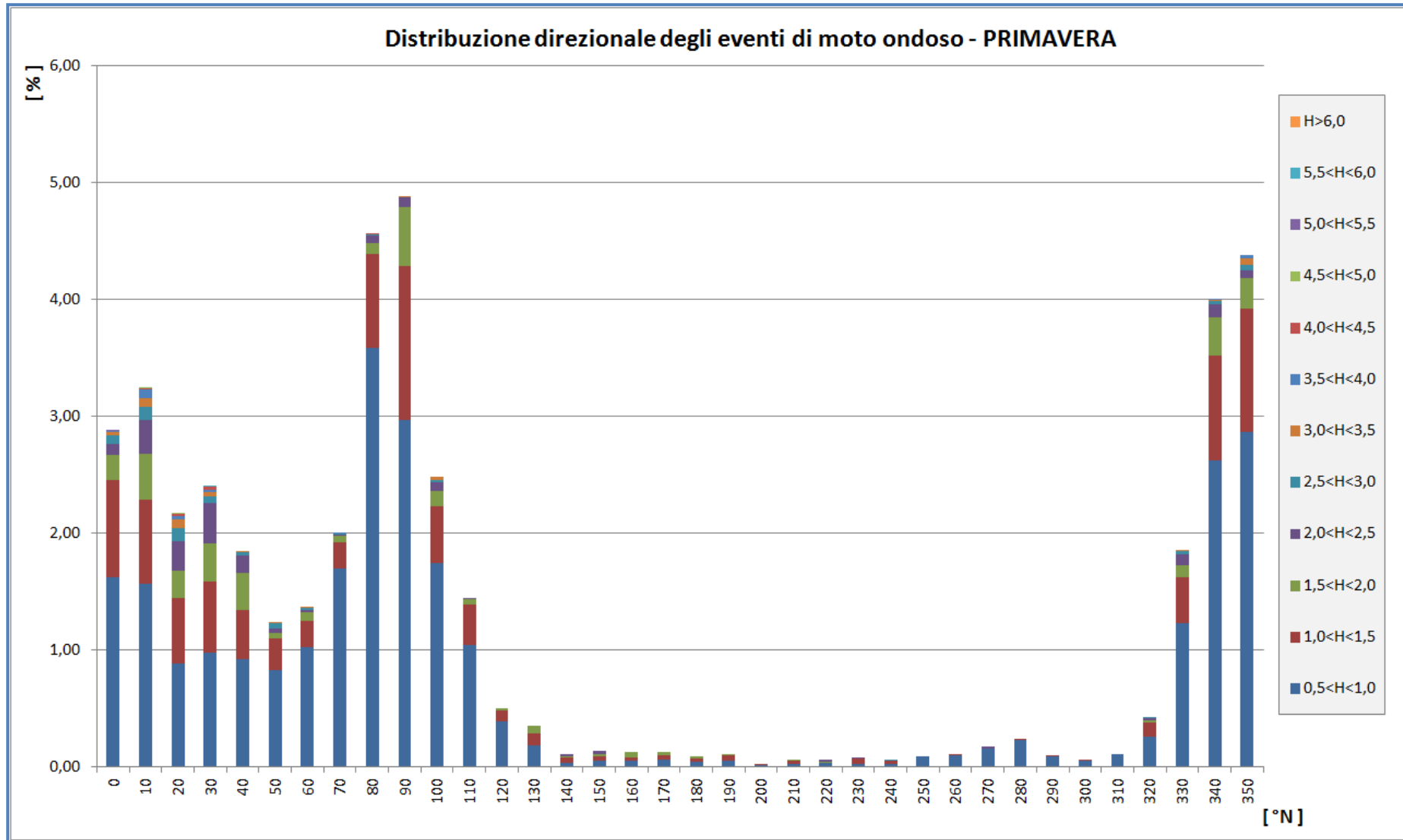


Fig. 10 – Rappresentazione grafica della distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni – CLIMA PRIMAVERILE

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

		classi d'altezza d'onda significativa Hm0 [m]														TOTALI
		0<H<0,25	0,25<H<0,50	0,5<H<1,0	1,0<H<1,5	1,5<H<2,0	2,0<H<2,5	2,5<H<3,0	3,0<H<3,5	3,5<H<4,0	4,0<H<4,5	4,5<H<5,0	5,0<H<5,5	5,5<H<6,0	H>6,0	
DIR	0	236	356	215	46	7	3	-	-	1	-	-	-	-	-	864
	10	316	289	189	40	11	3	3	2	4	7	2	1	-	-	867
	20	198	168	103	25	7	4	1	-	1	-	-	-	-	-	507
	30	200	159	78	25	5	5	3	-	-	-	-	-	-	-	475
	40	167	98	83	16	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	372
	50	154	87	57	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300
	60	196	125	59	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	382
	70	186	161	54	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	404
	80	228	211	114	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	562
	90	236	266	167	26	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	701
	100	218	246	182	18	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	666
	110	222	243	136	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	612
	120	137	101	42	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	285
	130	102	51	23	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	177
	140	44	9	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62
	150	22	16	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45
	160	14	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
	170	8	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	180	11	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	190	4	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
	200	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	210	9	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	220	9	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	230	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
	240	7	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
	250	10	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
	260	13	5	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
	270	15	12	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39
	280	30	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
	290	26	23	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56
	300	36	26	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71
	310	62	87	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	158
	320	76	95	33	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	205
	330	119	207	133	41	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	504
	340	158	358	372	93	18	6	2	1	-	-	-	-	-	-	1 008
	350	232	450	397	71	16	4	2	-	1	-	-	-	-	-	1 173
TOTALI		3712	3912	2525	440	84	27	11	3	7	7	2	1	0	0	10731

Tab. 12 – Distribuzione dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni - CLIMA ESTIVO

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

		classi d'altezza d'onda significativa Hm0 [m]														TOTALI
		0<H<0,25	0,25<H<0,50	0,5<H<1,0	1,0<H<1,5	1,5<H<2,0	2,0<H<2,5	2,5<H<3,0	3,0<H<3,5	3,5<H<4,0	4,0<H<4,5	4,5<H<5,0	5,0<H<5,5	5,5<H<6,0	H>6,0	
DIR	0	2,199	3,317	2,004	0,429	0,065	0,028	-	-	0,009	-	-	-	-	-	8,05%
	10	2,945	2,693	1,761	0,373	0,103	0,028	0,028	0,019	0,037	0,065	0,019	0,009	-	-	8,08%
	20	1,845	1,566	0,960	0,233	0,065	0,037	0,009	-	0,009	-	-	-	-	-	4,72%
	30	1,864	1,482	0,727	0,233	0,047	0,047	0,028	-	-	-	-	-	-	-	4,43%
	40	1,556	0,913	0,773	0,149	0,065	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	3,47%
	50	1,435	0,811	0,531	0,019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,80%
	60	1,826	1,165	0,550	0,019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,56%
	70	1,733	1,500	0,503	0,028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,76%
	80	2,125	1,966	1,062	0,084	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,24%
	90	2,199	2,479	1,556	0,242	0,056	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,53%
	100	2,031	2,292	1,696	0,168	0,019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,21%
	110	2,069	2,264	1,267	0,103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,70%
	120	1,277	0,941	0,391	0,037	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66%
	130	0,951	0,475	0,214	-	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65%
	140	0,410	0,084	0,065	0,019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58%
	150	0,205	0,149	0,056	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42%
	160	0,130	0,037	0,019	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20%
	170	0,075	0,037	0,037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15%
	180	0,103	0,037	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15%
	190	0,037	0,037	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08%
	200	0,056	-	0,019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07%
	210	0,084	0,056	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14%
	220	0,084	0,037	0,019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14%
	230	0,047	0,019	0,019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08%
	240	0,065	0,047	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12%
	250	0,093	0,093	0,037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22%
	260	0,121	0,047	0,103	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28%
	270	0,140	0,112	0,103	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36%
	280	0,280	0,186	0,093	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,56%
	290	0,242	0,214	0,065	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,52%
	300	0,335	0,242	0,084	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66%
	310	0,578	0,811	0,075	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,47%
	320	0,708	0,885	0,308	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,91%
	330	1,109	1,929	1,239	0,382	0,037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,70%
	340	1,472	3,336	3,467	0,867	0,168	0,056	0,019	0,009	-	-	-	-	-	-	9,39%
	350	2,162	4,193	3,700	0,662	0,149	0,037	0,019	-	0,009	-	-	-	-	-	10,93%
TOTALI		34,59%	36,46%	23,53%	4,10%	0,78%	0,25%	0,10%	0,03%	0,07%	0,07%	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	100%

Tab. 13 – Distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni - CLIMA ESTIVO

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

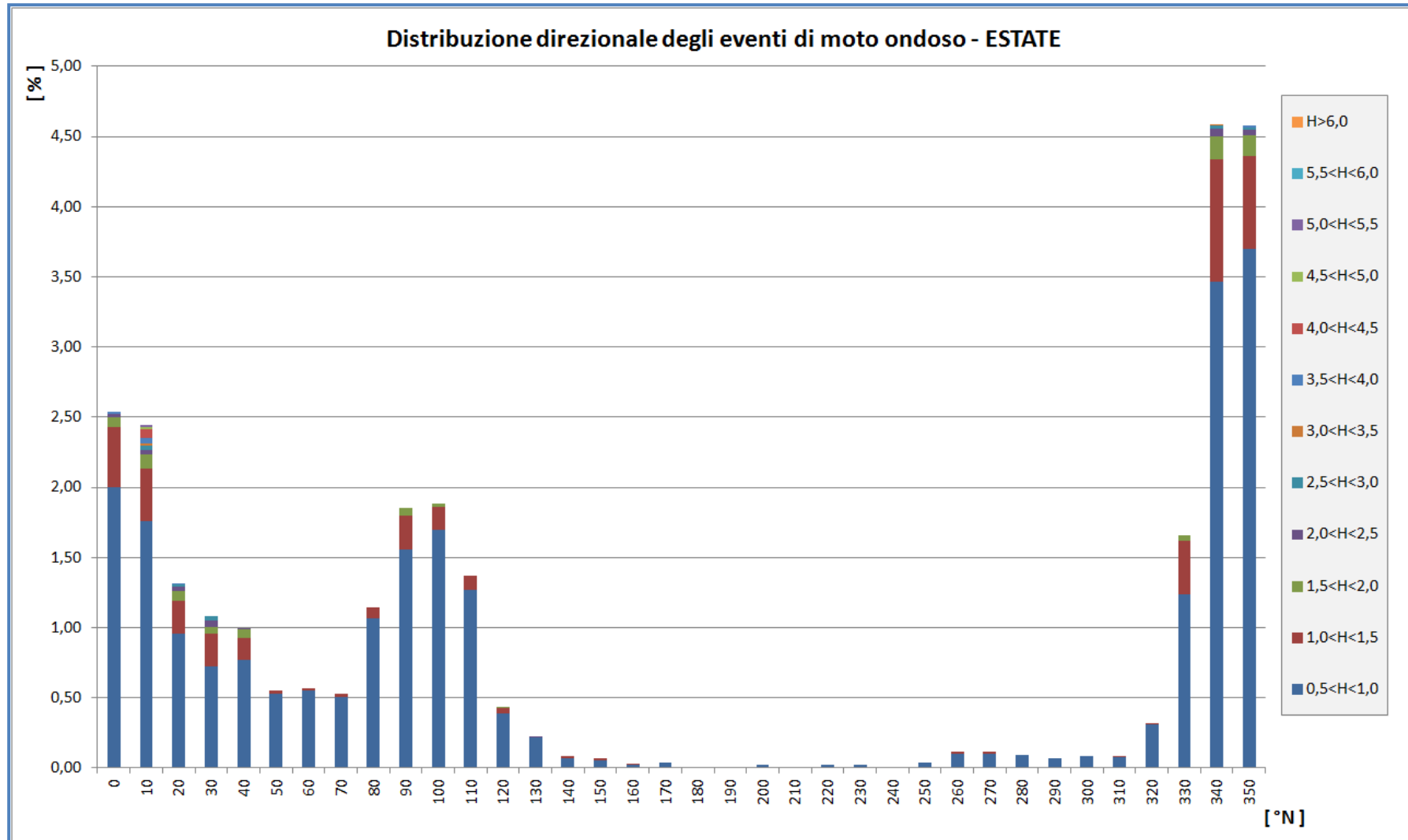


Fig. 11 – Rappresentazione grafica della distribuzione percentuale dei dati triorari secondo classi di altezze d'onda e direzioni – CLIMA ESTIVO

4 STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI DI LARGO

4.1 Valutazione dei massimi valori d'altezze d'onda per determinati periodi di ritorno

La caratterizzazione del clima ondoso a cui è esposto un paraggio marino viene completata con la previsione degli eventi estremi correlati a prefissati periodi di ritorno. A tale scopo viene eseguita l'elaborazione statistica e probabilistica dei massimi delle altezze d'onda registrati per ogni mareggiata indipendente.

Le registrazioni a intervalli determinati (30min / 3 ore) degli stati del mare comporta il rischio di non rilevare valori di picco delle altezze d'onda che si manifestano tra due letture consecutive. Infatti, nella popolazioni dei dati trionari, su cui è stata eseguita l'analisi statistica nel precedente paragrafo, non sono presenti i valori massimi registrati dall'ondametro, i quali, invece, sono stati rilevati nelle registrazioni a intervallo di 30 minuti. Pertanto, nell'analisi statistica- probabilistica dei massimi di altezza d'onda delle mareggiate indipendenti sono presenti valori di altezze che non considerate nell'analisi statistica eseguita nel precedente paragrafo.

A titolo esemplificativo si riporta in Fig. 12 il crono sviluppo della mareggiata che si è registrata il giorno 28/03/1995. I dati trionari sono quelli evidenziati in verde, quindi nell'analisi statistica i dati registrati con cadenza di trenta minuti tra due letture trionarie consecutive non sono stati presi in considerazione, pertanto il valore massimo della mareggiata in esame e cioè il valore di **Hs=6.19m** registrato alle 11:30 lo ritroviamo nell'analisi probabilistica ma non nell'analisi statistica.

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

DATA	ORA	HS FRANCAVILLA (m)
28/03/1995	0:00	0,40
28/03/1995	3:00	0,54
28/03/1995	6:00	0,75
28/03/1995	8:30	3,47
28/03/1995	9:00	4,37
28/03/1995	9:30	4,87
28/03/1995	10:00	5,67
28/03/1995	10:30	6,17
28/03/1995	11:00	6,18
28/03/1995	11:30	6,19
28/03/1995	12:00	5,70
28/03/1995	12:30	5,70
28/03/1995	13:00	4,90
28/03/1995	13:30	4,90
28/03/1995	14:00	4,80
28/03/1995	14:30	4,40
28/03/1995	15:00	4,20
28/03/1995	15:30	4,20
28/03/1995	16:00	3,79
28/03/1995	16:30	3,69
28/03/1995	17:00	3,79
28/03/1995	17:30	3,58
28/03/1995	18:00	3,66
28/03/1995	18:30	3,48
28/03/1995	19:00	3,05
28/03/1995	19:30	2,95
28/03/1995	21:00	2,75

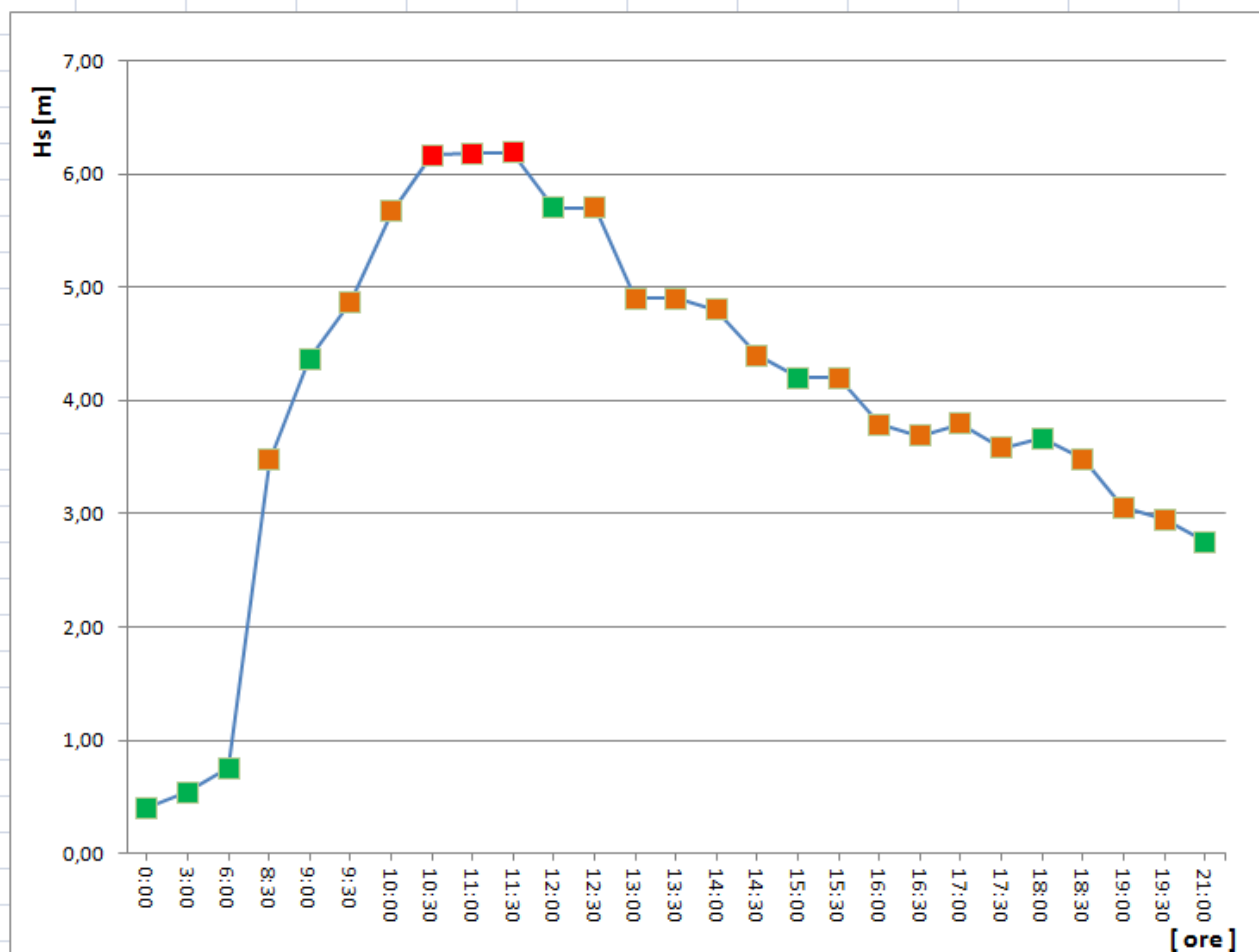


Fig. 12 – Dati registrati il 28/03/1995

Mediante regolarizzazione della serie di eventi estremi, secondo note funzioni probabilistiche, è possibile ricavare le caratteristiche estreme del moto ondoso (definite in termini di altezza significativa e periodo) in funzione del periodo di ritorno.

Nel caso di serie di dati relativi a misure di altezze d'onda, l'analisi statistica viene eseguita determinando le altezze significative registrate al picco di mareggiate indipendenti superiori ad una soglia prefissata. Detta impostazione è da preferire al metodo dei massimi annuali.

Dal punto di vista statistico, il metodo consiste nello schematizzare il fenomeno ondoso attraverso il processo estratto dai massimi locali delle mareggiate eccedenti un'altezza di soglia H_0 , opportunamente prestabilita, e nel valutare le caratteristiche temporali con cui le mareggiate si manifestano. Nell'applicazione in oggetto sono state considerate i massimi delle mareggiate con valori di altezze d'onda superiori alla soglia di 2.0m (vedi Fig. 4.1). Nel presente studio si sono applicate le distribuzioni di Fisher-Tippet I (5) e di Weibull (6), per le quali la probabilità di non superamento associata ad ogni valore di altezza significativa è rispettivamente pari a:

$$F(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m - 0.44}{N_T + 0.12} \quad (5)$$

$$F(H_s \leq H_{sm}) = 1 - \frac{m - 0.20 - 0.27 / \sqrt{k}}{N_T + 0.20 + 0.23 / \sqrt{k}} \quad (6)$$

dove:

- $F(H_s \leq H_{sm})$ = probabilità che la m-esima altezza d'onda significativa non sia superata;
- H_{sm} = m-esimo valore nel campione delle altezze significative;
- m = livello del valore dell'altezza significativa = 1,2,...,N;
- N_T = numero totale degli eventi durante la lunghezza della registrazione.

Operativamente i dati di input vanno ordinati dal valore più grande a quello più piccolo, e quindi per ogni dato progressivo si calcola la y_m con la (7) e la (8) a seconda se si utilizza F.T.-1 o Weibull.

I calcoli sono basati sulle seguenti relazioni:

$$\text{FT- 1} \quad y_m = -\ln[-\ln F(H_s \leq H_{sm})] \quad (7)$$

$$\text{Weibull} \quad y_m = \{-\ln[1 - F(H_s \leq H_{sm})]\}^{1/k} \quad (8)$$

$$H_{sm} = Ay_m + B \quad (9)$$

L'equazione (9) costituisce la regressione lineare dei dati disponibili, dalla quale si ricavano i due parametri A e B; le altezze d'onda per i vari periodi di ritorno possono essere determinate mediante le seguenti espressioni:

$$H_{T_r} = Ay_r + B \quad (10)$$

$$\text{FT- 1} \quad y_r = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{\lambda T_r} \right) \right] \quad (11)$$

$$\text{Weibull} \quad y_r = [\ln(\lambda T_r)]^{1/k} \quad (12)$$

dove:

- H_{T_r} = altezza d'onda significativa con periodo di ritorno T_r ;
- λ = numero medio degli eventi per anno = N_T/K ;
- T_r = periodo di ritorno [anni];
- K = lunghezza della registrazione (anni);

La procedura viene completata validando i dati esaminati tramite la definizione degli intervalli di confidenza.

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

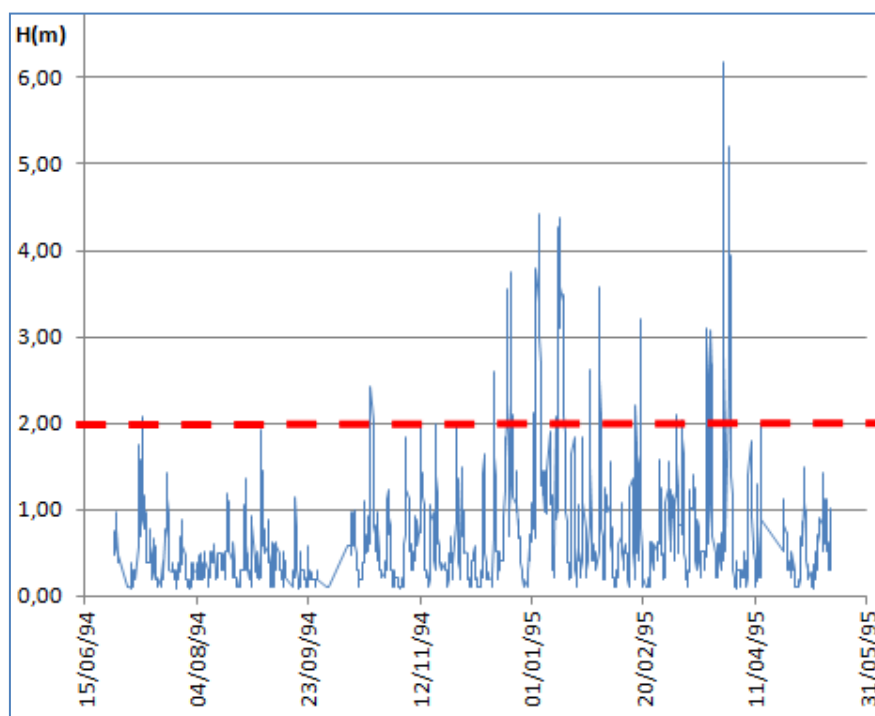


Fig. 13 Andamento storico delle misure dirette di altezza d'onda e selezione dei massimi superiori alla soglia di **2.0 m**.

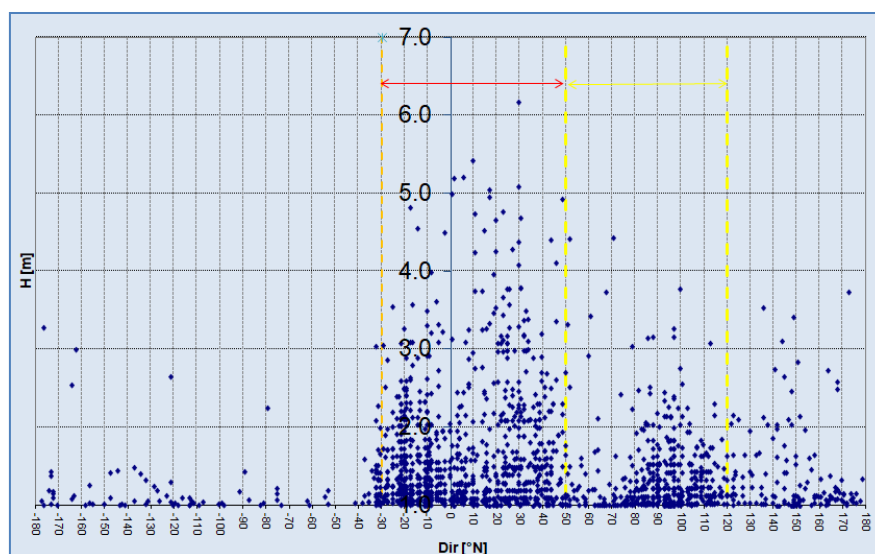


Fig. 14 - Serie campionaria relativa alle altezze significative di largo suddivise nei settori 330°-50°N, 50°-120°N.

E' stata eseguita un'analisi direzionale relativa alle direzioni dei due settori già individuati e rappresentati in Fig. 1 di pag 4, rispettivamente delimitati tra le direzioni 330°N – 50°N (settentrionale), 50°N – 120°N (orientale). Nell'analisi si è considerato, nella caratterizzazione del parametro di censura, il valore corrispondente alla soglia $H_s=2.0$ m (Fig. 13).

Nelle figure da Fig. 15 a Fig. 24 si illustrano i risultati delle applicazioni relative alla procedura di Gumbel e Weibull, al variare del coefficiente k ; in particolare si sono assunti i seguenti valori di tale coefficiente: 0,4; 1,0; 1,4; 2,0. Le analisi sono state condotte per ognuno dei sub-settori principali 40° - 110° N, 110° - 160° N e 160° - 220° N, presi in considerazione.

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

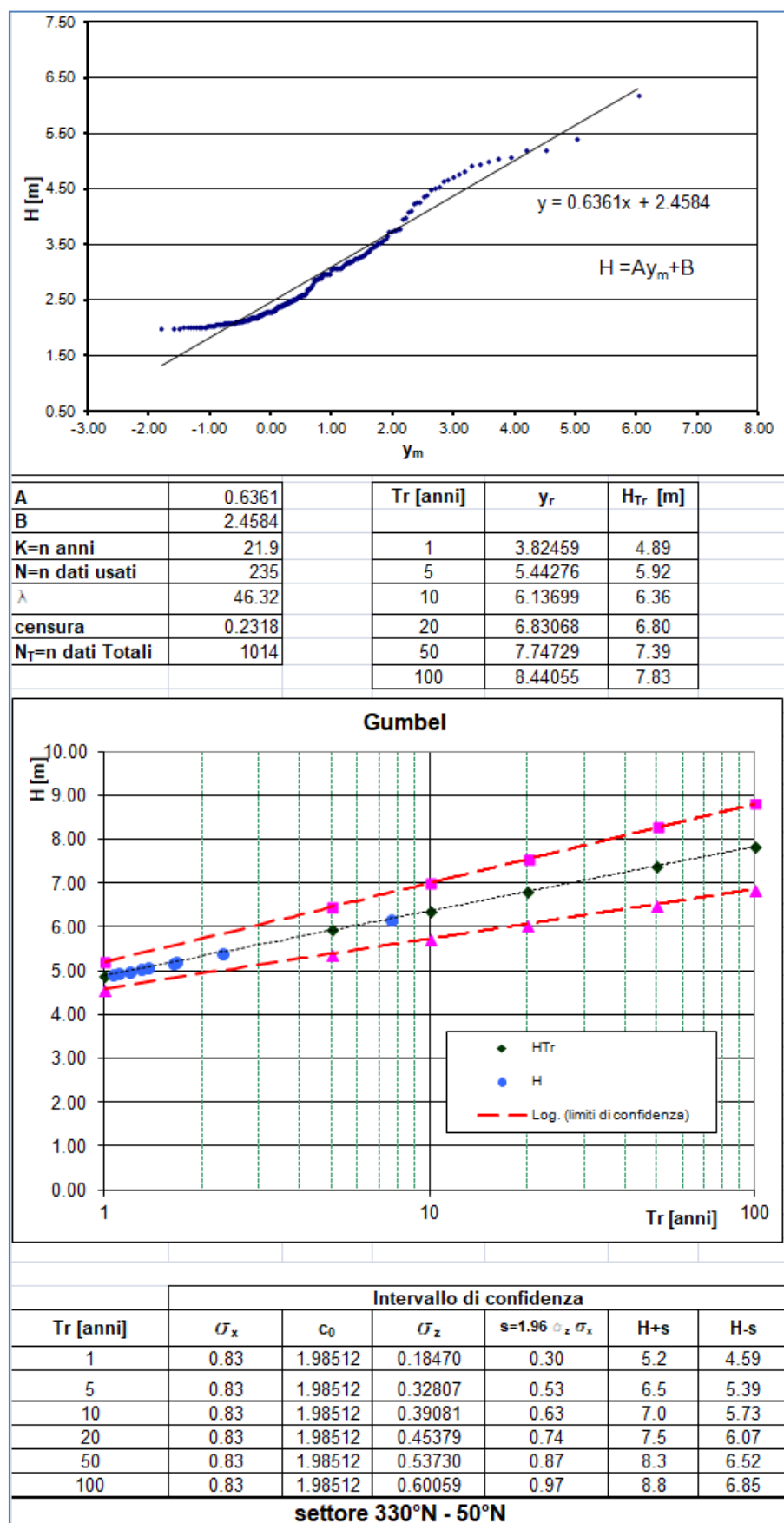


Fig. 15

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

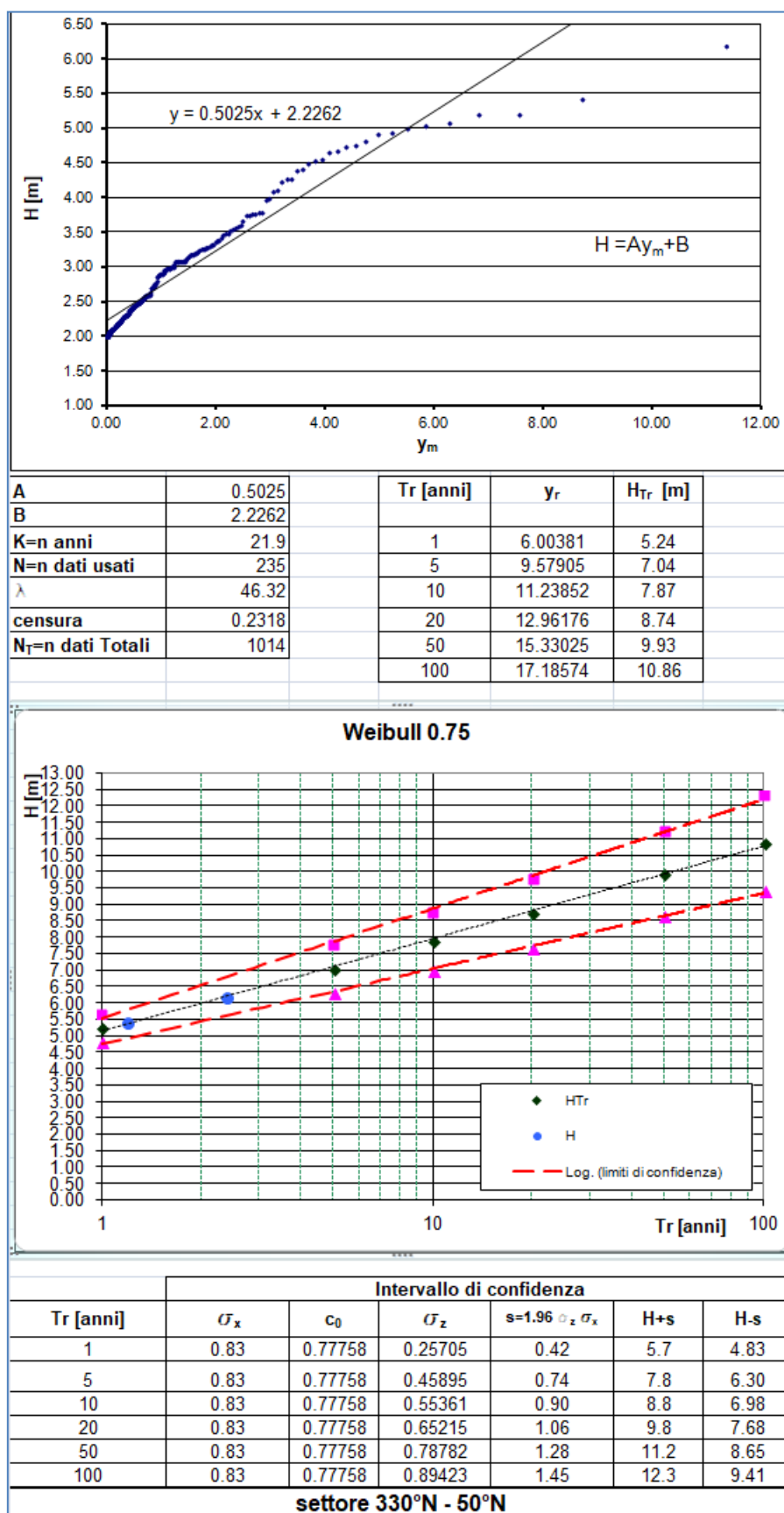


Fig. 16

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

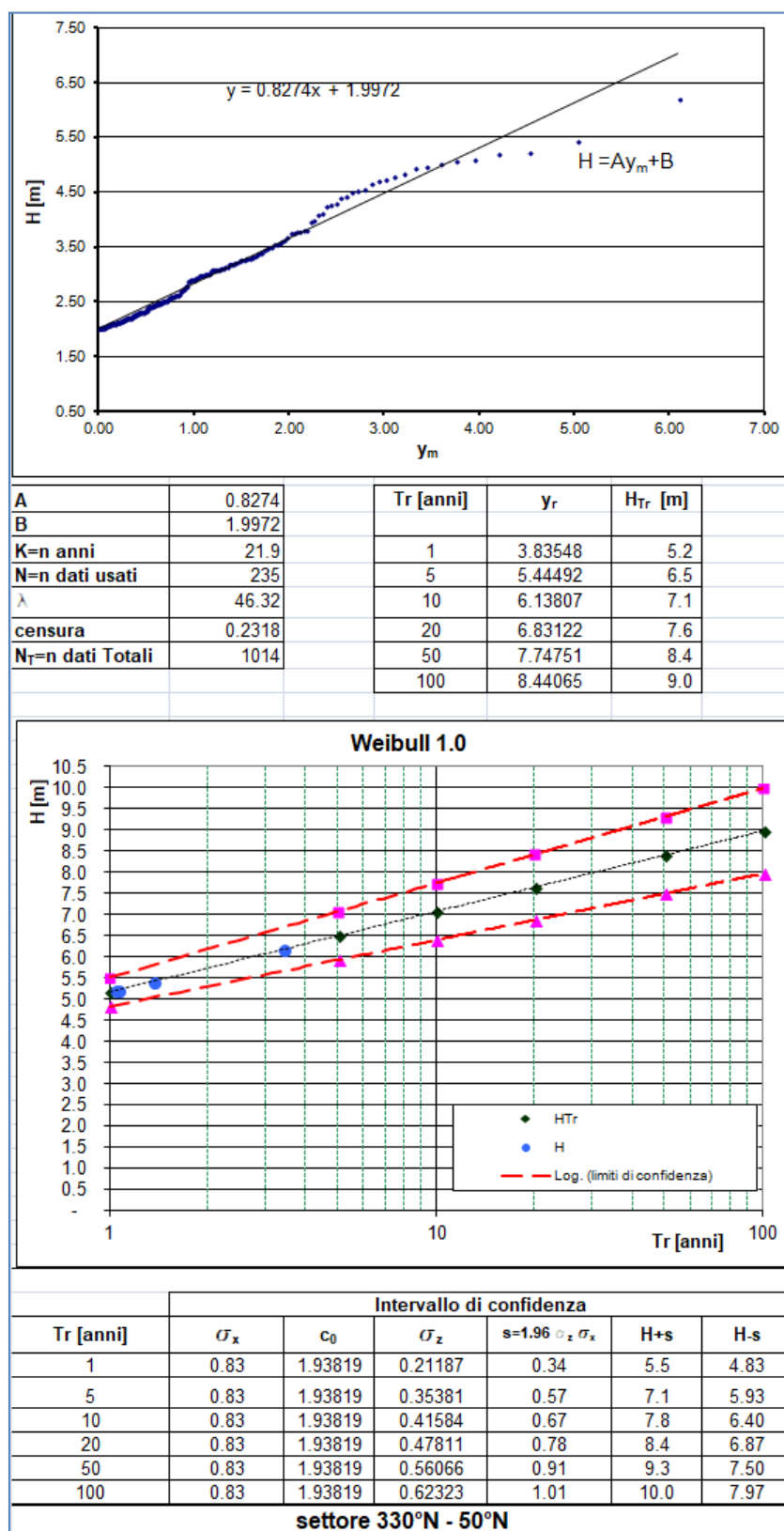


Fig. 17

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinò preliminare

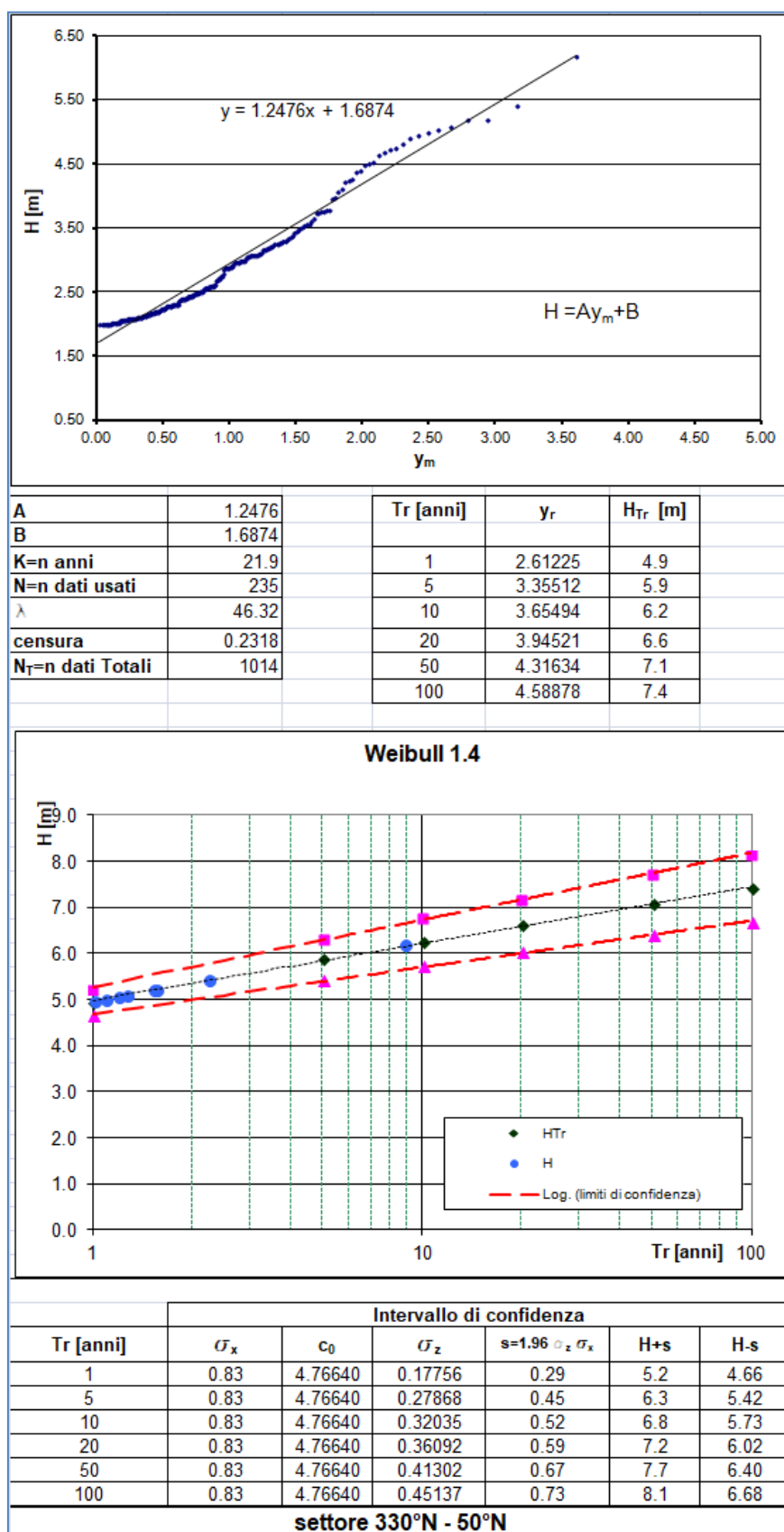


Fig. 18

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinò preliminare

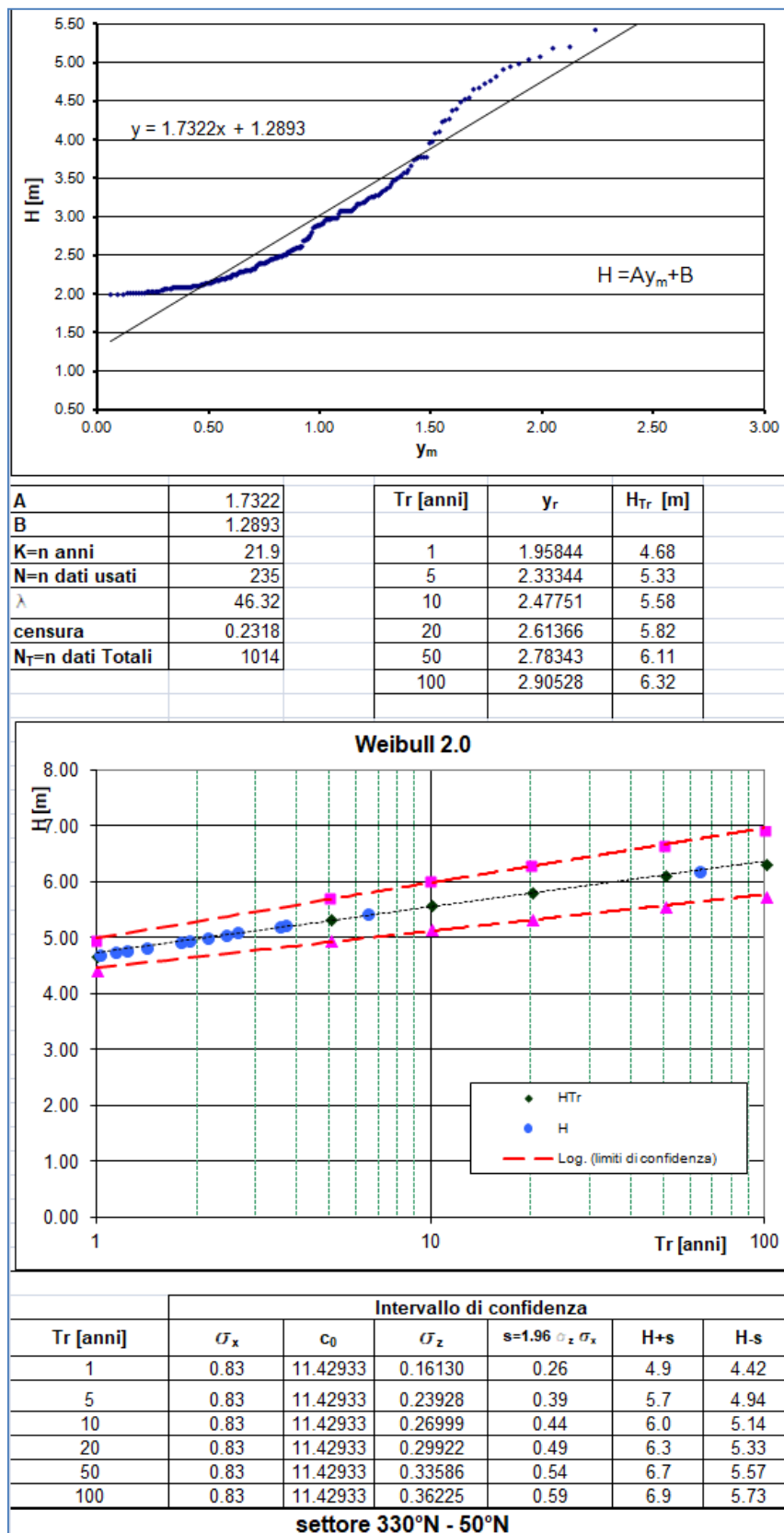


Fig. 19

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

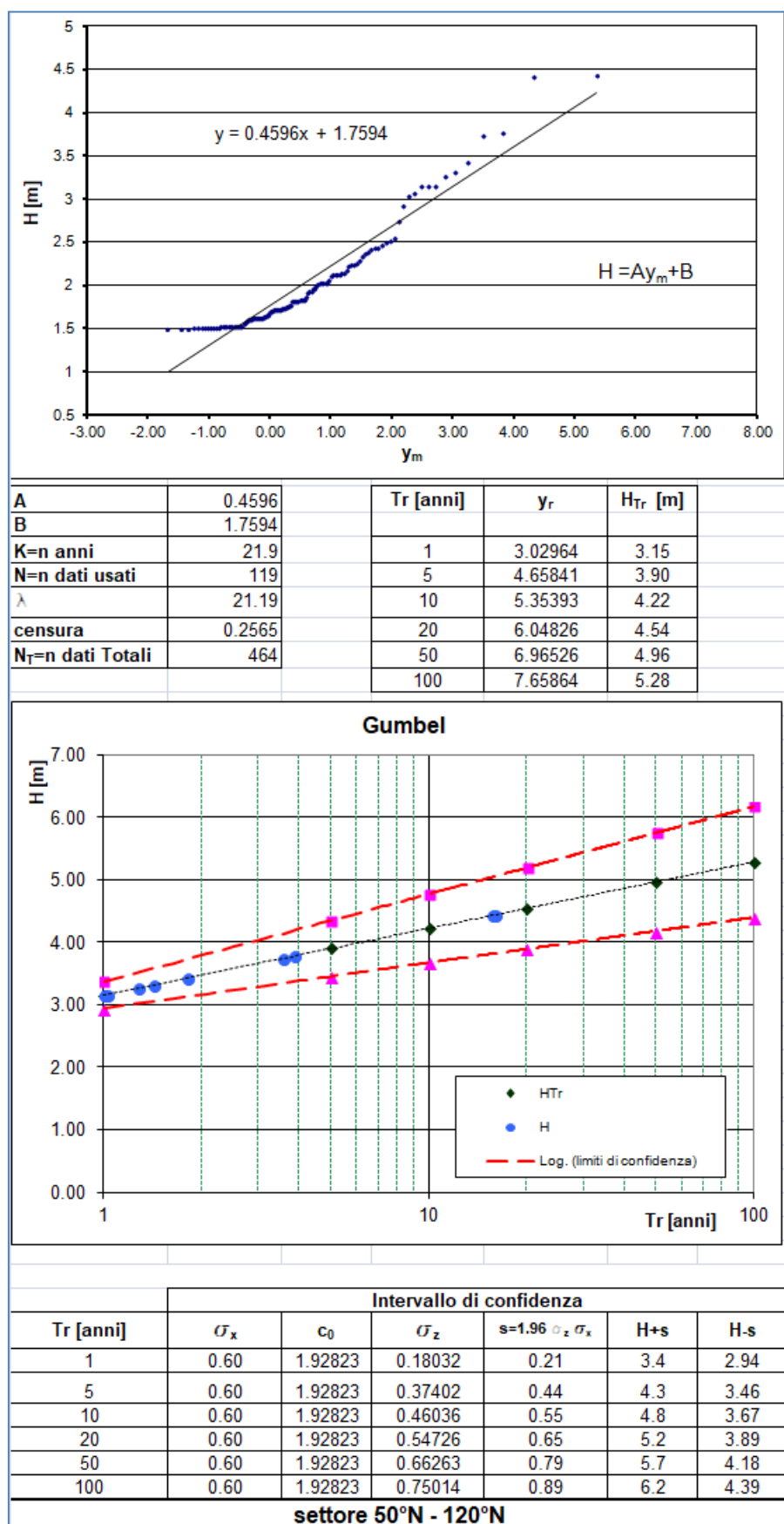


Fig. 20

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

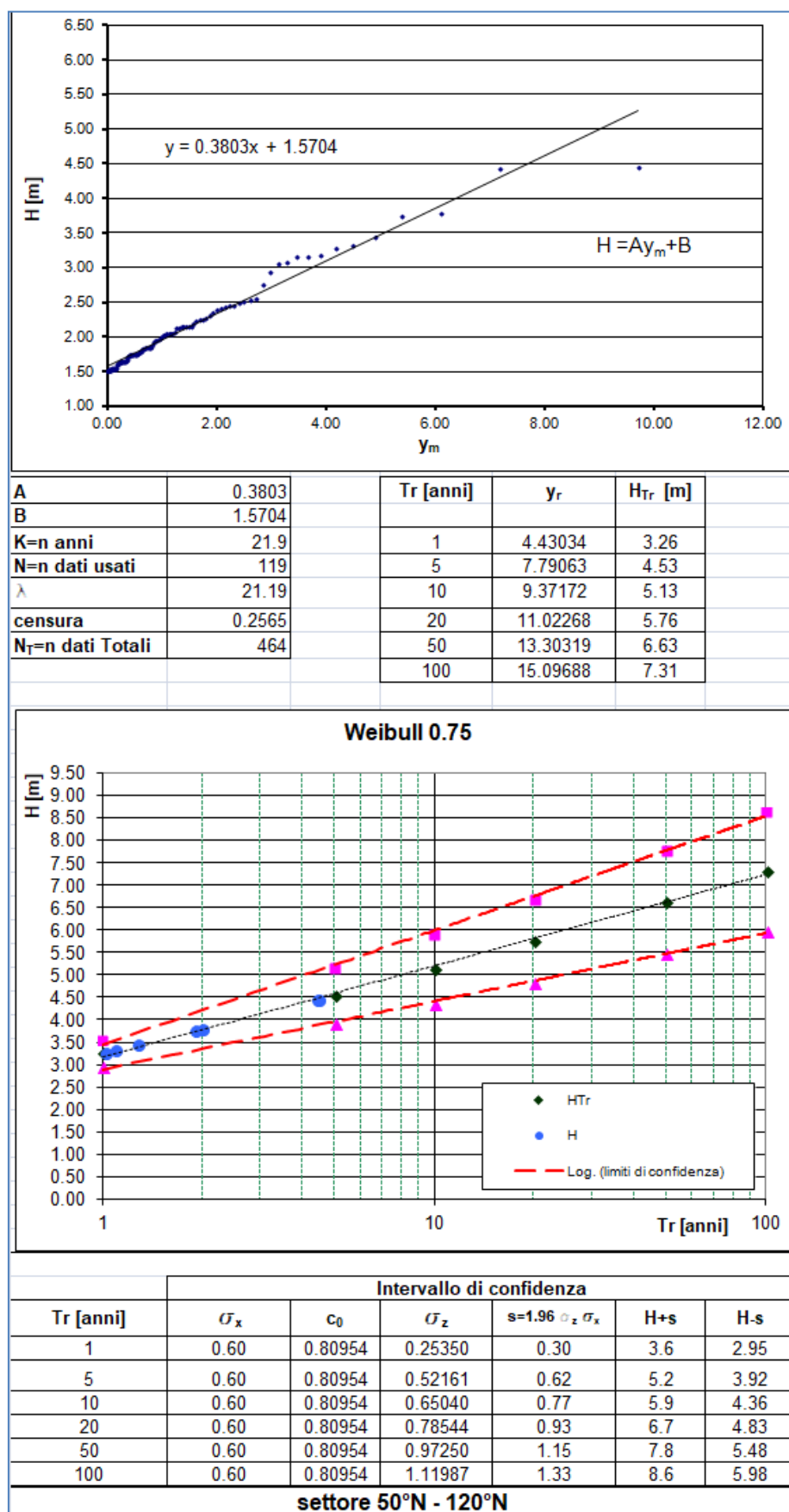


Fig. 21

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

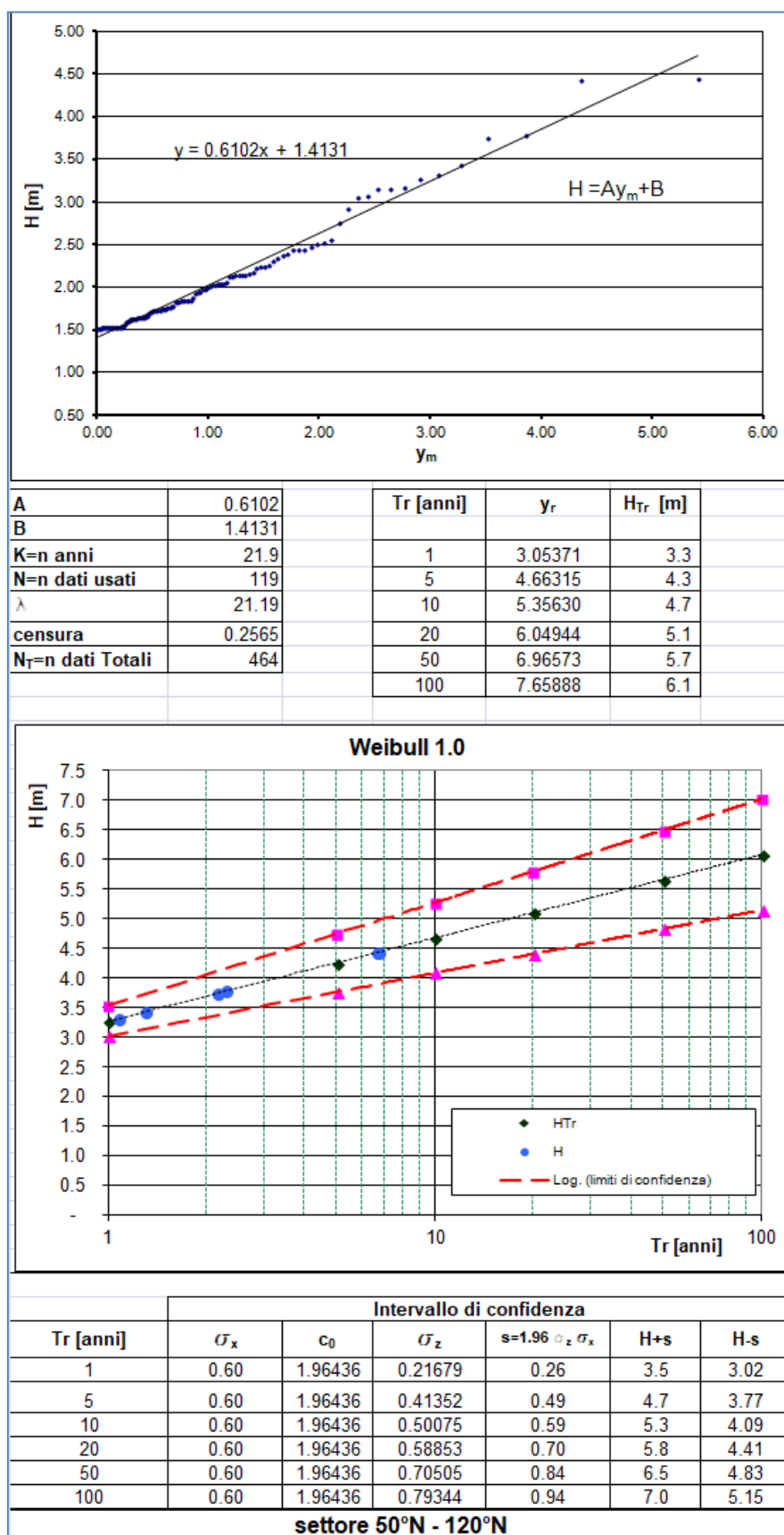


Fig. 22

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

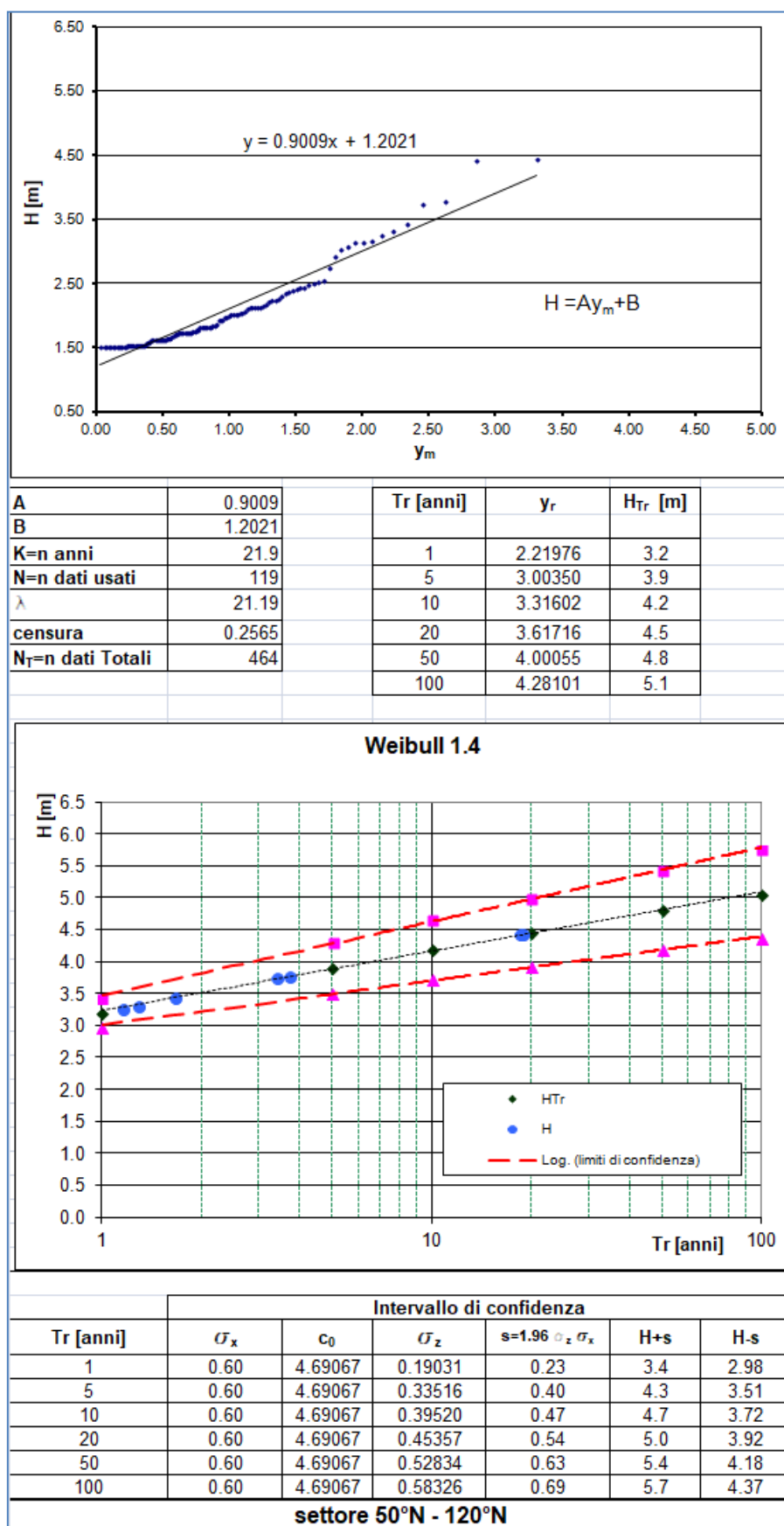


Fig. 23

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

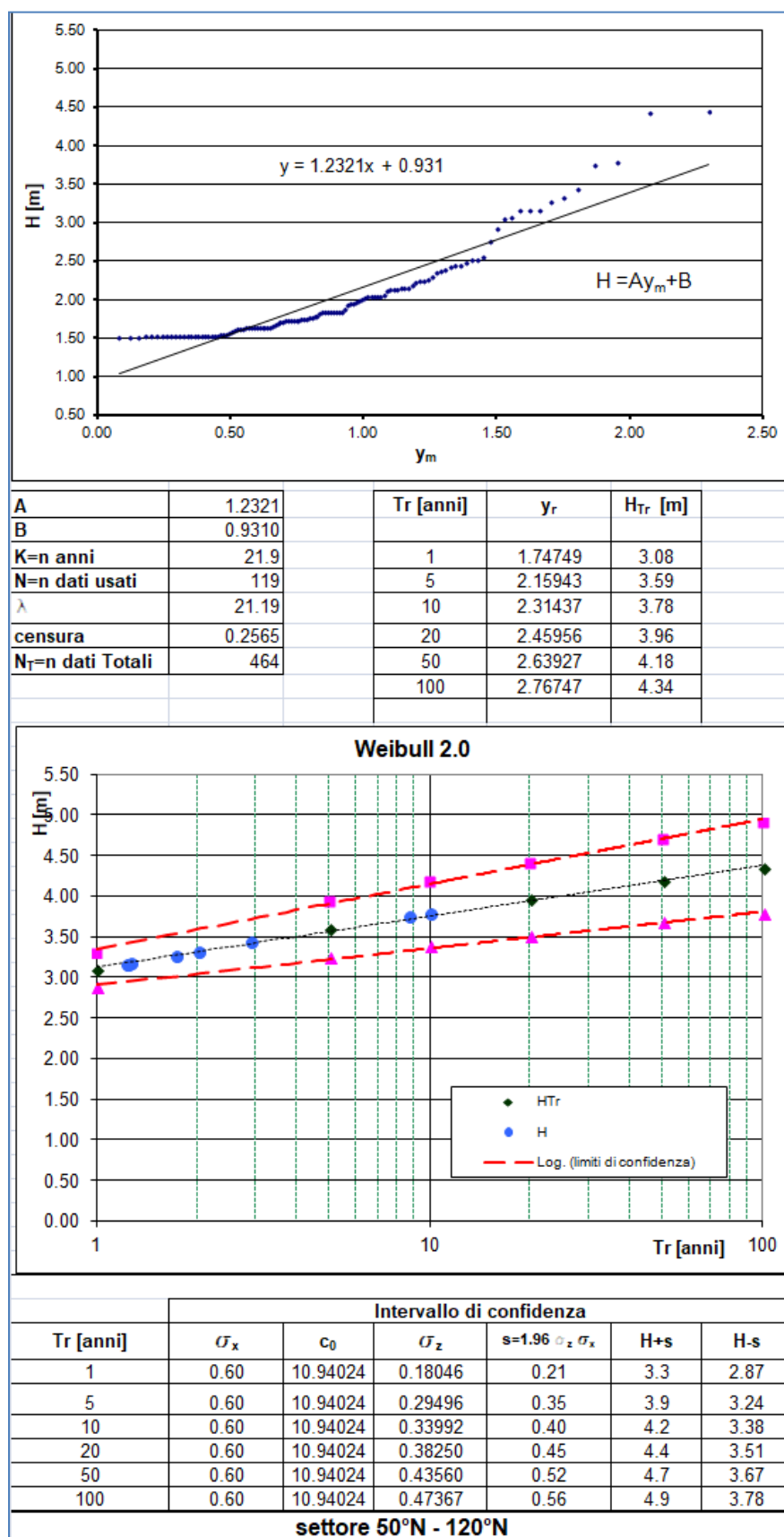


Fig. 24

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinò prelininare

Si riportano di seguito, nelle tabelle Tab. 14 e Tab. 15 i risultati delle analisi probabilistiche condotte con le procedure di Gumbel e di Weibull relativamente ai tre settori presi in considerazione. Nelle suddette tabelle, le colonne evidenziate con campitura verde , indicano la legge di distribuzione “vera”, individuata con la procedura nel seguito esposta.

FRANCAVILLA 330°N -50°N					
Tr [anni]	GUMBEL	WEIBULL			
		0,75	1	1,4	2
	H _{Tr} [m]				
1	4,9	5,2	5,2	4,9	4,7
5	5,9	7,0	6,5	5,9	5,3
10	6,4	7,9	7,1	6,2	5,6
20	6,8	8,7	7,6	6,6	5,8
50	7,4	9,9	8,4	7,1	6,1
100	7,8	10,9	9,0	7,4	6,3

Tab. 14- settore Nord: Confronto risultati

FRANCAVILLA 50°N -120°N					
Tr [anni]	GUMBEL	WEIBULL			
		0,75	1	1,4	2
	H _{Tr} [m]				
1	3,2	3,3	3,3	3,2	3,1
5	3,9	4,5	4,3	3,9	3,6
10	4,2	5,1	4,7	4,2	3,8
20	4,5	5,8	5,1	4,5	4,0
50	5,0	6,6	5,7	4,8	4,2
100	5,3	7,3	6,1	5,1	4,3

Tab. 15- Settore Est: Confronto risultati

Infatti, dopo avere stimato le proiezioni per le varie distribuzioni di probabilità considerate , è infine necessario stabilire quale legge di distribuzione è quella “vera” o “verosimile”.

A tale scopo si applicano due criteri, entrambi indicati nel “*Atlante delle Onde dei Mari Italiani*” (APAT 2005). Il primo criterio si basa nella selezione della legge che meglio si adatta alle osservazioni, ed a tale scopo si applica la legge dei minimi quadrati, valutando quale fornisce il minimo scarto tra i valori osservati (H_i) e quelli statisticamente attesi (H'_i), secondo la formula

LAVORI DI DIFESA DELLA COSTA DI FRANCAVILLA AL MARE (CH)
PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
R.4- Studio Meteomarinario preliminare

$$\sum (H_i - H'_i)^2$$

L'altro criterio stima che la distribuzione probabilistica che meglio si adatta alla serie campionaria è quella che minimizza il rapporto $\Delta r / \Delta r_m$.

Dove $\Delta r = 1 - r$ è il complemento a 1 del coefficiente di correlazione r dato da

$$r = \frac{\sum [(y_i - y_m) - (x_i - x_m)]}{\sqrt{[\sum (y_i - y_m)^2 - (x_i - x_m)^2]}} \quad (11a)$$

$$\Delta r_m = \exp [\varepsilon + \delta \ln N + \chi (\ln N)^2] \quad (11b)$$

In cui ε , δ ed χ sono parametri specifici della legge probabilistica. I suddetti parametri sono indicati nel richiamato atlante delle onde, in funzione della legge e del rapporto N/N_t , indicato come parametro di censura, essendo N la numerosità della serie campionaria utilizzata ed N_t il totale di osservazioni.

Entrambi i criteri esposti mostrano che la legge probabilistica che si adatta meglio alla serie campionarie è Weibull 1 (Tab. 16 – Settore Nord: Individuazione modello probabilistico, Tab. 17).

FRANCAVILLA 330°N -50°N					
	GUMBEL	WEIBULL			
		0,75	1,00	1,40	2,00
DR/DR _m	4	4,50	1,58	2,46	8,90
MIN QUADR	6,94	11,96	3,18	3,70	10,91

Tab. 16 – Settore Nord: Individuazione modello probabilistico

FRANCAVILLA 50°N -120°N					
	GUMBEL	WEIBULL			
		0,75	1,00	1,40	2,00
DR/DR _m	4	1,14	0,78	3,49	9,45
MIN QUADR	3,24	1,29	0,69	2,37	5,33

Tab. 17- Individuazione modello probabilistico

Le tabelle seguenti riassumono, per la distribuzione “vera” relativa ad ognuno dei tre settori analizzati, le altezze d’onda significativa correlate a vari periodi di ritorno ed i connessi valori dei periodi propagazione (valori di picco T_p), calcolati tramite la relazione:

$$T = 8.5\pi \sqrt{\frac{H}{4g}} \quad (12)$$

FRANCAVILLA 330°N -50°N		
Tr [anni]	WEIBULL 1	
	H _{Tr} [m]	T _p [s]
1	5,2	9,7
5	6,5	10,9
10	7,1	11,3
20	7,6	11,8
50	8,4	12,4
100	9,0	12,8

Tab. 18 – Altezza d'onda significativa e periodo di ritorno

FRANCAVILLA 50°N -120°N		
Tr [anni]	WEIBULL 1,4	
	H _{Tr} [m]	T _p [s]
1	3,2	7,6
5	3,9	8,4
10	4,2	8,7
20	4,5	9,0
50	4,8	9,3
100	5,1	9,6

Tab. 19– Altezza d'onda significativa e periodo di ritorno

5 Determinazione delle condizioni di onda morfologica

Per la caratterizzazione del regime morfodinamico costiero è necessario definire uno stato del mare equivalente, in termini energetici, al clima ondoso incidente sul litorale nell'anno medio.

A tale scopo, si è calcolato, per ciascuna direzione di provenienza (direzione medie rappresentative dei settori discretizzati con ampiezza 10°), un'onda avente un'altezza H_e ed un periodo T_e , con un contenuto energetico proporzionale al prodotto $H^2 \times T$ ed una ripidità proporzionale al rapporto H/T^2 . L'evento contraddistinto dalle grandezze H_e , T_e viene definito nella letteratura specializzata come onda di modellazione o onda morfologica.

Quindi, l'onda morfologica associata ad una certa direzione ha caratteristiche energetiche equivalenti a quelli indotti, in un anno statistico medio, da tutte le onde provenienti da un settore di 10° avente direzione media pari alla direzione assunta per l'onda di modellazione.

Le caratteristiche dell'onda morfologica si calcolano risolvendo il seguente sistema di equazioni:

$$N(H_e^2 T_e) = \sum (H_i^2 T_i) \quad (16)$$

$$(H_e/T_e^2) = \sum (H_i/T_i^2)/N \quad (17)$$

in cui H_i e T_i rappresentano le altezze d'onda e relativi periodi della serie storica dell'ondametro di riferimento costituita da N eventi.

L'applicazione è stata eseguita propagando le mareggiate di largo sulla batimetrica -5.00 m s.l.m.m., con soglia di altezza d'onda pari a 0.20 m. Risolvendo il sistema di equazioni (16) e (17), l'onda morfodinamica è caratterizzata dai seguenti valori:

$$H_e = 0.4m, T_e = 4.8s \quad D_e = 30^\circ N$$

Come si evince dalla seguente Fig. 25, l'orientamento della risultante energetica media annua ha una componente verso sud est, e tale risultato trova conferma in precedenti studi eseguiti sul litorale in esame o limitrofi. Si rileva altresì, come già dedotto in altri studi, che l'orientamento delle opere di difesa esistenti consente una maggiore penetrazione dei flussi energetici del moto ondoso tra i varchi delle testate.

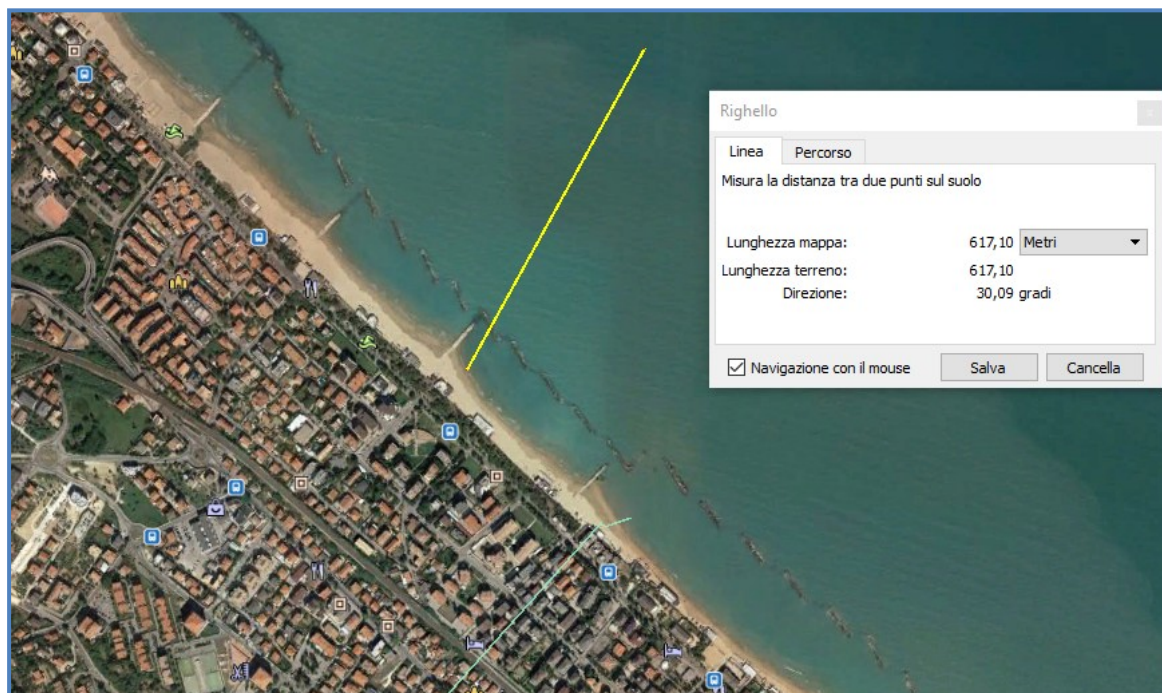


Fig. 25- Direzione dell'onda morfologica rispetto alla linea di riva