

DOCUMENTO INFORMATICO FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI D.LGS 82/2005 S.M.I. E NORME COLLEGATE, CHE SOSTITUISCE IL DOCUMENTO CARTACEO E LA FIRMA AUTOGRAFA.



COMUNE DI NOTO



PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E POTENZIAMENTO DEL PORTO DI CALABERNARDO

Tavola n. 1.4.1	Scala: =====	Classe Elaborati descrittivi	Data: 08-05-2020
Ad oggetto: (CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO) CALCOLI OPERE MARITTIME			Rev. 2: 11-02-2021

Il Progettista F.to : Ing. arch. Giuseppe Lumera	Visto : Il Responsabile Unico del Procesimento F.to : Geom. Leonardo La Sita
---	---

INDICE

A) CALCOLO DEL PESO DEI BLOCCHI DELLA MANTELLATA pag. 3

**B) VERIFICA DI STABILITA' DEL MASSICCIO DI SOVRACCARICO DEL
NUOVO MOLO DI SOPRAFLUTTO** pag. 5

C) APPENDICE : CALCOLO IDRAULICO MARITTIMO pag. 7

A) CALCOLO DEL PESO DEI BLOCCHI DELLA MANTELLATA

Per la determinazione del peso del blocco in conglomerato cementizio di forma parallelepipedica della mantellata del nuovo molo di sopraflutto è stata utilizzata la formula di Hudson, secondo la seguente espressione :

$$W = [\gamma_m * H^3] / [(\gamma_m / \gamma_a - 1)^3 * K_d * \cotg\alpha] \quad (A.1)$$

nella quale :

W = peso del blocco in tonnellate, espresso in tonnellate ;

H = altezza dell'onda di progetto, espressa in metri;

γ_m = peso specifico del blocco, espresso in tonnellate per metro cubo;

γ_a = peso specifico dell'acqua di mare;

K_d = coefficiente di non danneggiamento, pari a 6 per blocchi parallelepipedi;

α = angolo formato dalla mantellata con l'orizzontale.

Inoltre, lo spessore della mantellata può essere determinato in applicazione della seguente espressione :

$$s = n * k * (W / \gamma_m)^{1/3} \quad (A.2)$$

nella quale :

n = numero degli strati, dipendente dalle dimensioni del blocco;

K = coefficiente di stratificazione.

Per quanto riguarda l'altezza d'onda, si assume il valore relativo determinato negli studi idraulico-marittimi allegati al Piano Regolatore Portuale, riportati per migliore memoria ed opportuna conoscenza nello specifico allegato compiegato in appendice alla presente relazione di calcolo.

Tali studi, infatti, come già detto nello specifico punto della "Relazione integrativa" riportata nell'elaborato "1.1.a" di progetto, che si richiama e cui si rimanda, ancora oggi si rimangono sostanzialmente validi ed applicabili alla fattispecie di che trattasi.

Negli stessi, per le sezioni del molo di sopraflutto dalla testata fino alla radice, l'altezza dell'onda di progetto è stata determinata nel valore seguente : $H = 2,50$ ml.

Pertanto, essendo paro a 18° il valore dell'angolo formato dalla mantellata con l'orizzontale, quindi utilizzando il predetto valore di altezza d'onda di ml. 2,50 ed assumendo il valore di 2,40 tonn/mc per il peso specifico dei blocchi parallelepipedi in conglomerato cementizio costituenti la mantellata, nonché il valore di 1,025 per il peso specifico dell'acqua di mare, il peso del singolo blocco, capace di resistere per gravità all'azione dei flutti, è risultato essere pari a 0,88 tonn, determinato in applicazione dell'espressione "1" sopra riportata:

$$W = [2,40 * 2,50^3] / [(2,40/1,025-1)^3] * 6 * \cotg 18^\circ = 0,8766 \text{ tonnellate}$$

Conseguentemente, con criterio cautelativo, si è adottato un blocco del peso minimo di circa 3 tonnellate, cosiddetto di 3^a categoria, avente le seguenti dimensioni minime indicative : $0,80 * 1,20 * 1,30$ e quindi pari a mc. 1,249 nonché, moltiplicando per il peso specifico di 2,4 tonn/mc, porta ad un peso del singolo blocco pari a : mc. $1,244 * 2,4$ tonn/mc = tonn/cad 3,00 in cifra tonda

Lo spessore di tale mantellata, determinato attraverso la formula "2" precedente, ponendo il coefficiente di stratificazione pari a 1,1 ed il numero di strati pari a 2 è risultato pari a :

$$S = 2 * 1,1 * (3,00/2,40)^{1/3} = 2,37$$

Pertanto, cautelativamente , è stato previsto di realizzare un mantellata in due strati dello spessore di ml. 3,00 complessivamente.

I valori sopra determinati (peso del blocco – spessore della mantellata) sono stati adottati anche per il riccio di testata.

B) VERIFICA DI STABILITA' DEL MASSICCIO DI SOVRACCARICO DEL NUOVO MOLO DI SOPRAFLUTTO

La conoscenza delle grandezze di cui al precedente capitolo A, consente la valutazione della spinta dinamica del getto che investe la sovrastruttura, che è determinata con l'espressione seguente :

$$S = \kappa * \Omega * \delta * [(c + u_{\max})^2 / 2g] \quad (B.1)$$

in cui :

κ = coefficiente adimensionale, che si assume pari a 1,46

δ = peso specifico dell'acqua di mare, pari a 1,025 tonn/mc;

Ω = sezione maestra della sovrastruttura;

c = celerità dell'onda di propagazione

u_{\max} = valore massimo della componente orizzontale della velocità orbitale in superficie

A loro volta, i valori delle grandezze c e u_{\max} vengono calcolati applicando rispettivamente le espressioni seguenti:

$$c = 1,25 * \sqrt{[L_f * t_h (2\pi * h / L_f)]} \quad (B.2)$$

$$u_{\max} = 2\pi * b * c / L_f \quad (B.3)$$

in cui :

b = sezione orizzontale dell'orbita, che si assume pari a 1;

L_f = lunghezza d'onda al frangimento tra tutte le condizioni riscontrate in corrispondenza del tempo di ritorno di 30 anni;

h = la quota di imposta della diga foranea, pari a 2,70 ml ;

Per quanto riguarda la condizione di stabilità allo scorrimento, questa viene espressa dalla seguente disequaglianza:

$$S \leq f * P \quad (B.4)$$

in cui :

f = coefficiente di attrito tra massiccio in cls e scogliera, che si assume pari a 0,70;

P = peso del massiccio di sovraccarico, che, nel caso del massiccio di progetto, è pari a
 $\text{mc/ml } 10,10 * 2,4 \text{ tonn/mc} = \text{tonn. } 24,24$

Visto che, nel caso in argomento, la condizione è quella di onde già frante che investono la struttura da dimensionare, l'espressione (C.1) deve risciversi annullando il termine relativo alla velocità orbitale u_{max} .

Sulla scorta delle corrispondenti valutazioni di cui agli studi idraulico-meteo-marini allegati al progetto di Piano Regolatore Portuale approvato, si assume quale valore di lunghezza d'onda quello più gravoso corrispondente all'ortogonale dell'ondazione proveniente da NE, pari a $L_f = 55,10$ metri.

Applicando tale valore di L_f all'espressione C.1 precedente, è stato ottenuto il seguente valore della celerità :

$$c = 1,25 * \sqrt{[55,10 * (2\pi * 2,70/55,10)]} = 5,32$$

da cui si ottiene :

$$S = 1,46 * 4 * 1,025 * 5,32^2 / (2 * 9,81) = 8,635 \text{ tonnellate}$$

Poiché, come si è già detto precedentemente, il peso del massiccio di sovraccarico è pari a 24,24 tonnellate/ml, l'espressione C.4 risulta soddisfatta essendo il valore di 8,635 tonn qui sopra determinato minore di 16,97 tonn (=24,24 tonn * 0,70).

APPENDICE

CALCOLO IDRAULICO MARITTIMO

(tratto dal Piano Regolatore Portuale approvato)

Nel seguito del presente capitolo si riportano gli studi inerenti la caratterizzazione idraulico-marittima del paraggio del Porto di Calabernardo ed i calcoli di determinazione dell'onda di progetto, da utilizzare ai fini del dimensionamento delle opere marittime portuali di sopraflutto, esposte e resistenti al moto ondoso, così da assicurarne la stabilità e da garantire la protezione dal moto ondoso e quindi la sicurezza delle darsene interne sottese e protette dalle medesime opere di sopraflutto suddette.

Tali studi e calcoli, che sono stati tratti pressoché integralmente da quelli già allegati al Piano Regolatore Portuale a giustificazione delle relative previsioni inerenti le predette opere marittime portuali di sopraflutto, sono da ritenere ancora oggi validi e idoneamente utilizzabili anche nell'odierna progettazione esecutiva.

A tal riguardo, infatti, la validità delle risultanze di tali calcoli, che portano alla determinazione di un'onda di progetto del valore di 2,50 metri, hanno trovato conferma anche in studi idraulico-marittimi più recenti allegati ad altra progettazione recente inerente la realizzazione di lavori urgenti di protezione di un tratto della linea di costa ricadente pressoché direttamente a sud della medesima Frazione di Calabernardo, nella quale ricadono le aree portuali oggetto dell'intervento previsto nel progetto all'esame.

In tale progettazione è stato determinato in ml. 2,48 il valore dell'altezza dell'onda in prossimità della linea di riva, costituente quindi l'altezza di progetto, sulla cui base sono state poi state determinate le azioni che il moto ondoso può prevedibilmente esercitare sulle opere di protezione del litorale interessato previste nella progettazione stessa anzi detta, consistenti in scogliere radenti di massi di 3^a categoria posti su nucleo in massi di 1^a categoria e di 2^a categoria.

Le risultanze di questi ultimi studi e calcolazioni hanno quindi portato a valutazioni e soluzioni costruttive coerenti con le risultanze del medesimo calcolo idraulico marittimo allegato al Piano Regolatore Portuale, assunto a base ai fini della determinazione dell'odierna

previsione progettuale delle opere marittime di sopraflutto e di protezione delle darsene portuali interne di ormeggio, comprese nell'intervento di cui al progetto in esame, che, anche in questo caso, contemplano appunto la realizzazione di un molo di sopraflutto costituito da una mantellata di massi di 3^a categoria diretta ad assicurare la protezione dall'azione del moto ondoso, posta su nucleo di scogliera costituito nell'ordine, dall'alto verso il basso, da strati di massi di 2^a categoria e di massi di 1^a categoria

APPENDICE

CALCOLO IDRAULICO MARITTIMO

(allegato al Piano Regolatore Portuale approvato)

Generalità

Nella presente relazione sono stati esposti i contenuti ed i risultati dello studio idraulico marittimo predisposto al fine di determinare le caratteristiche del moto ondoso sotto costa nel paraggio di Calabernardo (SR). Lo scopo finale del presente studio è quello appunto di valutare le interazioni fra il dispositivo portuale di Calabernardo ed il moto ondoso del relativo paraggio.

Lo studio marittimo ha preso le mosse dalla elaborazione dei dati di vento alla stazione della Aeronautica Militare di Lampedusa per gli anni 1962-1972 disponibili direttamente su supporto magnetico, non essendovi a disposizione misurazioni ondometriche.

A partire dunque da tali ultimi dati, che consistono nelle registrazioni triorarie della velocità del vento lungo una direzione, a seguito delle elaborazioni statistiche successivamente descritte, è stato possibile risalire alle caratteristiche del moto ondoso al largo del paraggio (metodo di hindcasting) e, successivamente all'applicazione di un modello di propagazione dell'onda (rifrazione), a quelle sottocosta ed in condizioni di frangimento.

Le caratteristiche del clima meteomarinò sono state espresse in termini di altezza, periodo e lunghezza dell'onda. Questi tre parametri, alla fine, sono quelli necessari per stabilire le interazioni dinamiche tra le opere progettate ed appunto il moto ondoso.

Nel seguito verranno pertanto presentate le ipotesi teoriche e le risultanze delle elaborazioni statistiche sui dati anemometrici ed i valori ottenuti di altezza, periodo e lunghezza d'onda. Ovviamente, vista la natura statistica del fenomeno i valori ottenuti sono espressi in funzione di una assegnata probabilità che, nello specifico, ha la sua esplicitazione nel cosiddetto tempo di ritorno T_r .

Nel capitolo 4, infine, a partire dai valori di altezza e periodo dell'onda di progetto, sono stati condotti i calcoli di dimensionamento del blocco della mantellata del molo foraneo posto a protezione del porto.

1. STUDIO ANEMOLOGICO PER IL PARAGGIO IN ESAME

1.1 *Elaborazione statistica dei dati anemometrici.*

La natura stocastica del fenomeno ventoso permette di utilizzare i metodi di calcolo della probabilità per l'elaborazione degli eventi registrati alla stazione anemometrica di Lampedusa corretti per tenere conto della variazione del vento con la quota. L'elaborazione statistica dei dati di vento è stata indirizzata non tanto alla valutazione dei parametri statistici ricavati dalla serie storica disponibile, quali la frequenza media annua di apparizione di un dato evento, ma nell'ottica di ricavare la distribuzione più probabile per la rappresentatività stocastica del fenomeno anche per periodi successivi alla serie storica (forecasting).

Per completezza di indagine sono state comunque riportate le rose annuali e mensili delle intensità di vento (suddivise in quattro classi: 1-6 nodi, 7-16 nodi, 17-27 nodi, 28 oltre 64 nodi) e la rispettiva frequenza per le otto direzioni significative (vd. figure 1.1.1 - 1.1.7). Dall'osservazione dei predetti grafici emerge che i venti prevalenti sono quelli provenienti da Nord-Est, lo stesso quelli dominanti e regnanti.

Per prima cosa i valori di velocità del vento registrati all'anemografo di Lampedusa sono stati corretti con la formula, comunemente utilizzata, raccomandata da Pierson:

$$v_y/v_{10} = 1 + C_{10}^{1/2} \ln(y/10)/K \quad (1.1.1)$$

in cui:

v_y è la velocità del vento alla quota y in metri sul livello medio del mare (259 m s.l.m.m. per la stazione di Lampedusa);

v_{10} = è la velocità del vento alla quota 10 m sul livello del mare (velocità di riferimento);

C_{10} = è il coefficiente di attrito per il quale possono adottarsi le due seguenti espressioni (Sheppard - Brack):

$$C_{10} = (0.8 + 0.14 v_{10})/1000 \quad \text{per } v < 25 \text{ m/s} \quad (1.1.2)$$

$$C_{10} = 2,6/1000 \quad \text{per } v > 25 \text{ m/s} \quad (1.1.3)$$

K = costante adimensionale di Von Karmann pari a 0,41

Poichè la stazione anemometrica di Lampedusa è posta a quota 490 m s.l.m, utilizzando le espressioni di cui sopra è stato ricavato il grafico di figura 1.1.8, dove sono stati riportate le velocità alla quota di misura della stazione in oggetto e quelle alla quota di riferimento di 10 m s.l.m.m. valida per lo studio

meteo marino.

In seguito a ciò l'analisi statistica è stata applicata ai dati rappresentativi della intensità media del vento aventi assegnata durata e direzione. Le durate, vista la natura dei dati registrati, sono valori multipli di tre ore e per esse è stato considerato il limite massimo di 60 ore. Le direzioni esaminate sono quelle che ricadono nel settore di traversia relativo al paraggio (vedi Fig.2.2.2) e sono rispettivamente le direzioni Nord-Est, Est, Sud-Est e Sud.

I valori di velocità attribuiti a ciascuna delle direzioni considerate sono quelli aventi direzioni all'anemografo comprese entro un settore, baricentrico con la direzione prescelta, avente ampiezza di 45°.

Una volta ottenuti, per mezzo di un algoritmo implementato su calcolatore, gli eventi continui di vento e quindi la durata per assegnata direzione, per ciascuno di essi è stata effettuata la media delle intensità di vento; i dati così ottenuti sono stati ordinati in ordine decrescente. Questi dati rappresentano le serie storiche da utilizzare per la determinazione dei parametri statistici della legge di distribuzione di probabilità che li rappresenta. Per quest'ultima, atteso che il fenomeno ventoso può essere considerato come una successione di eventi incorrelati, è stata prescelta la legge di distribuzione log-normale a tre parametri della variabile ridotta, così come suggerito anche da Milano¹.

$$z = m \log (x-x_0) + n \quad (1.1.4)$$

$$P(z) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-t^2} dt \quad (1.1.5)$$

in cui m , n ed x_0 sono i parametri da determinare. Pertanto ad ogni valore della variabile ridotta z corrisponde un valore della variabile stocastica x ottenuto con la (1.1.4). Fissata dunque una direzione, per ciascuna durata, sono stati determinati i valori m ed n ($x_0 = 0$) della retta interpolante, con il metodo dei minimi quadrati, i valori individuati sul piano logaritmico dalle seguenti coppie di valori:

$$x = u/u_m \quad z = f(x)$$

dove:

u = generico valore della velocità della serie di assegnata durata e direzione;

¹ V.Milano - "Elaborazione statistica di dati anemometrici per la previsione delle caratteristiche del moto ondoso al largo" - Estratto da "L'energia Elettrica" fascicolo n.9, Volume LII, 1975 -

u_m = valore medio dei valori di velocità appartenenti alla stessa serie;

$P(z)$ = frequenza campionaria del generico valore x , pari al numero d'ordine dell'evento;

Una volta ottenute le rette interpolanti, una per ciascuna direzione e durata (vedi Figg. 1.1.9-1.1.12), fissata una probabilità $P(z)$ di non superamento ovvero il tempo di ritorno T_r con $T_r = \frac{1}{1-P(z)}$, si ricava il valore della variabile ridotta corrispondente z utilizzando la (1.1.5) e conseguentemente, dalla (1.1.4), il valore della velocità u con quella assegnata probabilità di non superamento.

Le coppie di valori velocità del vento-durata, per le quattro assegnate direzioni di studio (Nord-Est, Est, Sud-Est e Sud) e per ciascuno dei tre tempi di ritorno prescelti (5, 10 e 30 anni), sono state adattate alla parabola che meglio li interpola con il metodo dei minimi quadrati (vd Figg. 1.1.13-1.1.24).

Utilizzando le espressioni analitiche della polinimiale di secondo grado sono stati calcolati quindi i valori di durata dei venti con velocità comprese tra 30 nodi ed un valore limite superiore funzione della direzione, ad intervalli di 5 nodi. Sono state ottenute in tal guisa le tabelle 1.1.1-1.1.4 che compendiano, per ciascuna direzione di studio, i valori delle durate corrispondenti alle velocità all'anemografo prescelte per ciascuno dei tempi di ritorno indicati.

La fase successiva allo studio anemologico è quella che consente la determinazione delle caratteristiche ondose al largo a partire dalle coppie di valori velocità - durata del vento.

Nel seguito sono stati dettagliati i metodi di calcolo per la determinazione delle suddette caratteristiche.

2. PREVISIONE DEL MOTO ONDOSO AL LARGO.

2.1 Generalità

Per la determinazione delle caratteristiche ondose al largo del paraggio in esame è stata applicata la procedura di previsione (hindcasting) messa a punto da Svendrup, Munk e Bretschneider (metodo S.M.B.). Detto metodo prevede, come fase propedeutica, la determinazione della distribuzione direzionale dei fetches relativi al paraggio in esame, cioè delle distanze di mare libero dal sito interessato dalle ondatazioni fino alle coste opposte da cui può generarsi il vento.

La conoscenza dei fetch, lungo le direzioni di studio prescelte, unitamente alle coppie di valori velocità del vento-durate precedentemente determinate per ciascuno dei tempi di ritorno fissati, consente di risalire alle ricercate condizioni ondometriche al largo caratterizzate valori di altezza, lunghezza e periodo dell'onda. L'onda che viene generata dal vento non possiede in realtà la caratteristica di regolarità che sembrano assegnarle i valori univoci di altezza, periodo e lunghezza d'onda in quanto il fenomeno ondoso si presenta sempre con caratteristiche di irregolarità (fenomeno random). Tuttavia è d'uso riferirsi ad un valore rappresentativo dei cosiddetti treni d'onda random che di volta in volta può assumere un valore specifico a seconda degli scopi progettuali da conseguire. Nel caso particolare del dimensionamento di opere ubicate sottocosta, convenzionalmente va fatto riferimento al valore corrispondente al primo terzo delle altezze d'onda più grandi. Pertanto il modello S.M.B. si fonda su tale assunzione fornendo appunto i valori convenzionali $H_{1/3}$, $L_{1/3}$ e $T_{1/3}$ intesi al largo della costa.

2.2 *Determinazione del settore di traversia e dei fetches geografici per il paraggio di Calabernardo.*

Sulla base della cartografia dell'Istituto Idrografico della Marina (vedi Fig.2.2.1) è stato individuato il settore geografico di traversia che risulta compreso tra 56 N° e 182 N° (Fig. 2.2.2). All'interno del settore sono state tracciate le distanze di mare libero che intercorrono tra il paraggio e le coste opposte con un intervallo angolare medio di 10°. Tra tutte le direzioni sono state quindi individuate quelle lungo le quali sono maggiori i fetch ovvero quelle dei venti dominanti o prevalenti. In quest'ottica, e dall'osservazione degli istogrammi di frequenza direzionali delle intensità di vento già presentati ed ai risultati relativi alle elaborazioni anemometriche, sono state individuate, per lo studio del moto ondoso, le direzioni considerate più critiche in termini di clima marino e rispettivamente coincidenti con le direzioni di 66 °N (grecale), 107 °N (levante), 116 °N (scirocco) e 170 °N (ostro).

E' bene sottolineare che questa prima fase va svolta criticamente tenendo conto dei diversi fattori che influenzano l'effettiva distanza da misurare sulla carta geografica. Va valutato, ad esempio, l'eventuale azione schermante al moto ondoso prodotta dalla presenza di isole e soprattutto vanno poste limitazioni alle distanze maggiori che possono essere coperte solo da venti intensi di durata così lunga da presentare scarsi possibilità di verificarsi. Inoltre un altro limite è posto dalla larghezza del fetch che nel Mediterraneo è stato appurato pari a 216 miglia marine. In base a queste considerazioni i fetches effettivamente utilizzati nel calcolo sono determinati con le procedure descritte nel successivo paragrafo.

2.3 *Determinazione dei fetches effettivi per il paraggio di Calabernardo.*

Risulta ormai accertato dalle analisi dei rilievi eseguiti sui moti ondosi, che i treni d'onda si propagano, seppure nell'area di generazione del vento, variando direzione. Tale circostanza, determinata dalla capacità del vento di trasmettere l'energia anche lungo direzioni non strettamente coincidenti con la propria, ha indotto gli studiosi ad ampliare il settore di traversia geografico di 45° da entrambi i limiti e a considerare gli apporti energetici laterali. Tale contributo è stato tradotto dal Saville nel concetto di fetch efficace. Il calcolo procede dalla ipotesi che lungo la direzione generica esaminata, il moto ondoso riceve energia anche dalle direzioni comprese nel settore avente ampiezza di 90° centrato su quella direzione ed in modo proporzionale al coseno dell'angolo formato dalle due direzioni. In base a queste ipotesi è stata determinata la seguente espressione valida per il fetch efficace:

$$F_{eff} = \frac{\sum F_i \cos^2 \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i} \quad (2.3.1)$$

Va rimarcato che questa ipotesi distribuzionale associa valori di fetch non nulli anche alle direzioni esterne prossime ai limiti del settore di traversia (settore efficace).

I valori dei fetch così ottenuti sono stati utilizzati per il calcolo delle condizioni ondometriche al largo esposto nel seguente paragrafo.

2.4 *Determinazione del clima ondoso al largo con il metodo S.M.B..*

La determinazione delle caratteristiche dell'onda al largo è stata operata mediante il metodo S.M.B. il cui implesso è diagrammato nell'abaco di Fig.2.4.1. Tale abaco permette di determinare agevolmente i valori di altezza e periodo dell'onda significativa una volta noti la velocità del vento lungo una assegnata direzione ed i corrispondenti valori di fetch e durata.

Nel presente studio sono state comunque utilizzate le espressioni analitiche, compendiate nella tabella in calce, che traducono le curve del menzionato abaco, implementandole su un apposito programma automatico di calcolo. Poichè come noto il moto ondoso può raggiungere le condizioni stazionarie, deve controllarsi che tali condizioni non siano raggiunte già per una durata oltre la quale non avviene il trasferimento di energia dal vento al mare ovvero oltre un certo tempo di ritorno (mare limitato per fetch). Inoltre le condizioni di massimo sviluppo non si presentano necessariamente in concomitanza della massima velocità del vento essendo quest'ultima inversamente proporzionale alla durata

	$H(m), T(s), U_A(m/s), F(m), c(s)$	$H(m), T(s), U_A(m/s), F(m), c(s)$
FETCH LIMITED, (F, U)		
$\frac{H_m}{U_A} = 1.6 \times 10^{-3} \left(\frac{F}{U_A} \right)^{1/2} \quad (2-33)$	$H_m = 5.112 \times 10^{-6} U_A F^{1/2} \quad (2-33a)$	$H_m = 1.616 \times 10^{-2} U_A F^{1/2} \quad (2-33b)$
$\frac{F}{U_A} = 2.957 \times 10^{-1} \left(\frac{H_m}{U_A} \right)^{2/3} \quad (2-34)$	$T_m = 6.238 \times 10^{-2} (U_A F)^{1/3} \quad (2-34a)$	$T_m = 6.238 \times 10^{-1} (U_A F)^{1/3} \quad (2-34b)$
$\frac{c}{U_A} = 6.88 \times 10^{-1} \left(\frac{H_m}{U_A} \right)^{2/3} \quad (2-35)$	$c = 3.215 \times 10^{-1} \left(\frac{F}{U_A} \right)^{1/3} \quad (2-35a)$	$c = 8.93 \times 10^{-1} \left(\frac{F}{U_A} \right)^{1/3} \quad (2-35b)$
FULLY DEVELOPED		
$\frac{H_m}{U_A} = 2.43 \times 10^{-1} \quad (2-36)$	$H_m = 2.462 \times 10^{-2} U_A^2 \quad (2-36a)$	$H_m = 2.4821 \times 10^{-2} U_A^2 \quad (2-36b)$
$\frac{F}{U_A} = 8.134 \quad (2-37)$	$T_m = 8.30 \times 10^{-1} U_A \quad (2-37a)$	$T_m = 8.30 \times 10^{-1} U_A \quad (2-37b)$
$\frac{c}{U_A} = 7.15 \times 10^{-1} \quad (2-38)$	$c = 7.276 \times 10^{-3} U_A \quad (2-38a)$	$c = 2.027 U_A \quad (2-38b)$

Tab. 2.4.1 - *Espressioni analitiche per il calcolo del clima marino al largo con il metodo SMB.*

Ciò premesso lo studio del clima meteo marino al largo, per le quattro direzioni di studio e per i tre tempi di ritorno prescelti, ha condotto ai risultati compendiate nelle Tabelle 2.4.2 ÷ 2.4.5 che riportano appunto i valori di altezza

d'onda e periodi alle coppie dei valori velocità del vento - durata.

Dall'esame delle tabelle sono stati individuati gli eventi ondosi al largo più gravosi in termini di altezza d'onda e periodo con riferimento al tempo di ritorno di 30 anni che è stato assunto alla base dei calcoli di dimensionamento del molo portuale.

Nelle tabelle seguenti sono stati riepilogati i valori di altezza e periodo delle onde al largo, aventi tempo di ritorno di 30, 10 e 5 anni, in base ai quali verrà condotto il successivo studio della propagazione dell'onda (rifrazione).

Velocità del vento	Durata del vento	Direzione al largo	Altezza d'onda	Periodo
nodi	ore	°N	m	s
25.5	17,75	66	3,09	7,05
22	5,88	107	1,52	4,91
22	7,96	116	1,75	5,28
----	----	170	----	----

Tab. 2.4.6 Caratteristiche massime delle onde al largo per $T_r=5$ anni

Velocità del vento	Durata del vento	Direzione al largo	Altezza d'onda	Periodo
nodi	ore	°N	m	s
29	16,91	66	3,73	7,74
22	12,01	107	2,09	5,79
22	13,57	116	2,20	5,94
22	2,89	170	1,07	4,08

Tab. 2.4.7 Caratteristiche massime delle onde al largo per $T_r=10$ anni

Velocità del vento	Durata del vento	Direzione al largo	Altezza d'onda	Periodo
nodi	ore	°N	m	s.
35	13,08	66	4,50	8,47
25,5	14,41	107	2,85	6,76
25,5	12,69	116	2,71	6,58
22	5,87	170	1,52	4,91

Tab. 2.4.8 Caratteristiche massime delle onde al largo per $T_r=30$ anni

3. DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'ONDA SOTTOCOSTA ED IN CONDIZIONI DI FRANGIMENTO.

3.1 Generalità.

I fronti d'onda, come noto, subiscono, man mano che si avvicinano alla costa, progressive rotazioni manifestando la tendenza a disporsi parallelamente alle batimetriche a profondità minore. Questo fenomeno è spiegato dalle diverse celerità che posseggono i vari punti del fronte d'onda e che sono tanto minori quanto inferiori sono i fondali che attraversano.

Il fenomeno della rifrazione è caratterizzato da due aspetti: il primo è di natura cinematica ed è connesso alla diminuzione delle lunghezze d'onda al procedere dei fronti d'onda verso riva; il secondo, di natura energetica, comporta la variazione dell'altezza d'onda al variare dei fondali. Il rapporto fra quest'ultima grandezza e la precedente (noto come ripidità dell'onda) tende a crescere al diminuire delle profondità dei fondali. E' quindi inevitabile che venga raggiunto un valore limite in corrispondenza del quale si verifica la rottura dell'equilibrio limite, fenomeno noto con il termine di frangimento.

I fenomeni della rifrazione e del frangimento vengono pertanto studiati congiuntamente poichè le condizioni cui conduce il secondo sono strettamente legate alle trasformazioni subite dalle onde per effetto del primo.

Durante il tragitto dal punto di frangimento fino alla riva, dove si attesta l'opera da dimensionare, l'onda "totta" si propaga come un'onda solitaria e cioè non di oscillazione ma con un trasporto di massa ad essa associato. Quest'onda è simile all'onda che si propaga in un canale a seguito di una perturbazione indotta su una corrente in moto uniforme. L'altezza dell'onda solitaria in questo caso è fornita dalla relazione di McOwen:

$$H_b = 0,78 h_b \quad (3.1.1)$$

3.2 *Il modello matematico della rifrazione e del frangimento*

Nel presente paragrafo sono stati sinteticamente esposti i metodi matematici adottati per l'implementazione su un apposito programma numerico di calcolo del fenomeno della propagazione delle onde verso riva e del loro successivo frangimento. Nel seguito sono state riportate le notazioni adottate per le formule oltre descritte:

a_0 : ampiezza dell'onda in profondità infinita;

a : ampiezza dell'onda in profondità finita;

t : tempo

O_x, O_y : assi di coordinate cartesiane;

T, H : periodo e altezza d'onda;

H_s, T_s : altezza e periodo dell'onda significativa;

h : profondità del fondale;

C_0 : celerità di propagazione dell'onda in profondità infinita;

C : celerità di propagazione dell'onda in profondità finita;

C_{g_0} : celerità di gruppo dell'onda in profondità infinita;

C_g : celerità di gruppo dell'onda in profondità finita;

L_0 : lunghezza dell'onda in profondità infinita;

L : lunghezza dell'onda in profondità finita;

K_r : coefficiente di rifrazione;

K_s : coefficiente di shoaling;

$K = K_s * K_r$: coefficiente globale di rifrazione;

s : ascissa curvilinea lungo una ortogonale d'onda;

n : ascissa curvilinea lungo un fronte d'onda;

α : angolo, orientato in senso orario, che la tangente all'ortogonale forma con l'asse O_x ;

l_0 : distanza tra due ortogonali vicine in profondità infinita;

l : distanza tra due ortogonali vicine in profondità finita;

$\beta = l/l_0$: rapporto tra la distanza di due ortogonali limitrofe alla profondità generica e alla distanza delle medesime a profondità finita;

T_b, H_b : periodo e altezza d'onda in condizioni di frangimento;

h_b : profondità del fondale dove l'onda frange;

L_b : lunghezza dell'onda al frangimento;

α_b : angolo, orientato in senso orario, che la tangente all'ortogonale forma con l'asse O_x , al momento del frangimento;

Per l'inquadratura del fenomeno va premesso che la celerità di

propagazione di un treno d'onde regolari che si propaga su fondali a profondità h , varia in funzione della profondità relativa h/L e che, tale variazione è praticamente apprezzabile quando l'onda raggiunge, nel suo moto apparente verso riva, una profondità pari all'incirca ad una semilunghezza d'onda $L/2$. Tale profondità separa la zona delle profondità infinite da quella delle profondità finite.

Per quanto già anticipato la diversità delle celerità dei diversi punti di un medesimo fronte d'onda causa la rotazione del medesimo. Oltre a tale fenomeno il principio della conservazione dell'energia fa sì che quella contenuta tra due sezioni trasversali del fluido coinvolto dal moto si trasmetta, invariata nell'unità di tempo, a due sezioni successive. Pertanto al diminuire della profondità varia la distanza tra due ortogonali contigue e analogamente varia la distribuzione di energia che si traduce in un incremento o in un decremento delle altezze d'onda.

Dal punto di vista delle equazioni che reggono il fenomeno vale, per ciò che riguarda l'aspetto geometrico, e cioè la rotazione del fronte d'onda, il principio di Snell che, per due ortogonali al fronte d'onda stabilisce la seguente relazione:

$$d\alpha/ds = -1/C \, dC/dn \quad (3.2.1)$$

dove C può essere valutata con per mezzo dell'espressione di Airy:

$$C = gT / (2\pi) \operatorname{th} (2\pi h/CT) \quad (3.2.2)$$

Allorchè si introduce come variabile l'ascissa curvilinea s invece del tempo, vera la $ds = C \, dt$, l'equazione precedente assume la seguente forma:

$$d\alpha/ds = -1/C \, dC/dn \quad (3.2.3)$$

Quest'ultima equazione differenziale esprime il principio secondo il quale la curvatura dell'ortogonale è in ciascun punto uguale al gradiente del logaritmo della celerità di propagazione lungo il fronte d'onda. In particolare il tracciato dell'ortogonale si curva in misura tanto maggiore quanto più ci si approssima alle zone ove la celerità decresce, cioè quanto più ci si avvicina alla costa.

Limitatamente all'aspetto energetico, detto K il rapporto tra l'altezza d'onda $2a$ in un punto dell'ortogonale a profondità h e $2a_0$ quella in un punto

della stessa ortogonale al largo, nella ipotesi di assenza di dissipazioni energetiche, si ottiene la seguente espressione:

$$K=2a/2a_0=(l_0/l C_{g_0}/C_g)^{1/2} \quad (3.2.4)$$

che solitamente si pone nella forma:

$$K=K_s K_r \quad (3.2.5)$$

con

$K_r = (l_0/l)^{1/2}$ e $K_s = (C_{g_0}/C_g)^{1/2}$, dove i due coefficienti rispecchiano la loro diversa natura. Infatti il primo è legato alla variazione di distanza tra le ortogonali ed è uguale al rapporto tra l'altezza d'onda alla generica profondità h e l'altezza che si verificherebbe nello stesso punto quando l'incidenza dell'onda è ortogonale, senza quindi deformazioni o rotazioni delle ortogonali. Il secondo K_s è legato alla variazione della celerità di gruppo in funzione della profondità ed è uguale al rapporto tra l'altezza $2a$ in un punto alla generica profondità h in assenza di deformazione delle ortogonali e l'altezza al largo.

Si è mostrato quindi come il coefficiente K_r sia legato al rapporto $\beta=l/l_0$ delle distanze tra due ortogonali contigue. Attraverso alcune considerazioni di natura geometrico-matematica è possibile ricavare l'equazione differenziale in cui compare la funzione β (età dell'onda):

$$d^2 \beta / dt^2 + p(t) d\beta/dt + q(t) \beta = 0 \quad (3.2.6)$$

in cui:

$$p(t)=-dC/ds = -(dC/dx \cos \alpha + dC/dy \sin \alpha) \quad (3.2.7)$$

$$\cos^2 \alpha) \quad q(t)=-Cd^2C/dn^2 = Cd^2C/dx^2 \sin^2 \alpha - 2Cd^2 C/dxdy \sin \alpha \cos \alpha + Cd^2C/dy^2 \quad (3.2.8)$$

La (3.2.8) è una equazione differenziale del secondo ordine a coefficienti non costanti la cui risoluzione può essere affrontata con il metodo delle differenze finite esprimendo, in forma ricorrente, le grandezze del punto generico della ortogonale in funzione dei parametri relativi ai punti che precedono quelli in esame. Poichè è inoltre nota l'espressione della celerità di gruppo dell'onda in profondità finita:

$$C_g = \frac{1}{2} C [1 + (4\pi h / L) / \operatorname{sh}(4\pi h / L)] \quad (3.2.9)$$

in cui

$$C = C_o \operatorname{tgh}(2\pi h / L) \quad (3.2.10)$$

è la celerità dell'onda in profondità finita.

La (5.3.5.2.9) per profondità illimitata ($h/L > 0.5$) assume la forma:

$$C_{go} = \frac{1}{2} C_o \quad (3.2.11)$$

Sostituendo le precedenti relazioni nella espressione di K_s si ottiene:

$$K_s = \operatorname{ch}(2\pi h / L) [\operatorname{sh}(2\pi h / L) \operatorname{ch}(2\pi h / L) + 2\pi h / L] \quad (3.12)$$

Determinata pertanto attraverso l'equazione differenziale (3.2.6) la funzione β nei punti corrispondenti al passo di integrazione scelto, la valutazione negli stessi punti del coefficiente K_s , attraverso la (3.2.12) permette di calcolare il coefficiente totale di rifrazione tramite la:

$$K = K_s / \beta \quad (3.2.13)$$

Passando adesso a considerare il fenomeno del frangimento delle onde sottocosta si osservi che, sempre per la legge di Snell, fra un punto al largo e quello dove avviene il frangimento, per una medesima ortogonale, sussiste la seguente relazione:

$$\sin \alpha_b = \sin \alpha_o L_f / L_o \quad (3.2.14)$$

Considerando ora due fra le ortogonali al fronte d'onda che procede verso riva e posto lo la distanza tra di esse, allorchè l'onda procede in profondità infinita ed l_b quella al frangimento, si avrà:

$$l_o / \cos \alpha_o = l_b / \cos \alpha_b \quad (3.2.15)$$

Considerato quindi che, in assenza di dissipazioni, nel percorso dalla profondità al largo e quella ove avviene il frangimento, l'energia trasmessa

nell'unità di tempo dell'onda si mantiene costante, vale la seguente eguaglianza:

$$H_b^2 C_{gb} I_b = H_o^2 C_{go} I_o \quad (3.2.16)$$

che, unitamente alle condizioni per le quali l'onda frange dettate dal criterio proposto da Scarsi, si ottiene una relazione tra la ripidità dell'onda H_b/L_b -e la profondità relativa h/L_r , del tipo:

$$H_b/L_b = (0,095 \operatorname{tgh} 2 \pi h / L_A) / (1 - 0,324 \operatorname{tgh} 2 \pi h / L_b) \quad (3.2.17)$$

Pertanto le suddette espressioni costituiscono un sistema di quattro equazioni in quattro incognite, rispettivamente H_b , L_b , α_b e h , funzione delle caratteristiche dell'onda in profondità infinita H_o , L_o , α_o .

$$C_g = \frac{1}{2} C [1 + (4\pi h / L) / \text{sh}(4\pi h / L)] \quad (3.2.9)$$

in cui

$$C = C_o \text{tgh}(2\pi h / L) \quad (3.2.10)$$

è la celerità dell'onda in profondità finita.

La (5.3.5.2.9) per profondità illimitata ($h/L > 0.5$) assume la forma:

$$C_{go} = \frac{1}{2} C_o \quad (3.2.11)$$

Sostituendo le precedenti relazioni nella espressione di K_s si ottiene:

$$K_s = \text{ch}(2\pi h / L) [\text{sh}(2\pi h / L) \text{ch}(2\pi h / L) + 2\pi h / L] \quad (3.12)$$

Determinata pertanto attraverso l'equazione differenziale (3.2.6) la funzione β nei punti corrispondenti al passo di integrazione scelto, la valutazione negli stessi punti del coefficiente K_s , attraverso la (3.2.12) permette di calcolare il coefficiente totale di rifrazione tramite la:

$$K = K_s / \beta \quad (3.2.13)$$

Passando adesso a considerare il fenomeno del frangimento delle onde sottocosta si osservi che, sempre per la legge di Snell, fra un punto al largo e quello dove avviene il frangimento, per una medesima ortogonale, sussiste la seguente relazione:

$$\sin \alpha_b = \sin \alpha_o L_f / L_o \quad (3.2.14)$$

Considerando ora due fra le ortogonali al fronte d'onda che procede verso riva e posto lo la distanza tra di esse, allorchè l'onda procede in profondità infinita ed l_b quella al frangimento, si avrà:

$$l_o / \cos \alpha_o = l_b / \cos \alpha_b \quad (3.2.15)$$

Considerato quindi che, in assenza di dissipazioni, nel percorso dalla profondità al largo e quella ove avviene il frangimento, l'energia trasmessa

3.3 *L'algoritmo di calcolo utilizzato per lo studio della rifrazione e del frangimento.*

Le relazioni matematiche riassunte nel precedente paragrafo permettono di tracciare le ortogonali al fronte d'onda e di calcolare in un qualsiasi punto di essa il valore dell'altezza d'onda e della lunghezza d'onda.

Le equazioni differenziali precedentemente scritte possono essere risolte con il metodo delle differenze finite utilizzando un passo temporale di integrazione pari al periodo o ad un suo sottomultiplo. Corrispondentemente il percorso $s=C t$ compiuto dall'ortogonale diminuisce con la profondità dando luogo ad un incremento della precisione nel calcolo man mano che si procede verso riva dove oltretutto gli effetti della rifrazione sono più significativi.

Per il calcolo alle differenze finite deve essere in primis approntato un reticolo di calcolo a maglie, in questo caso quadrate con lato assunto pari a 100 m, ed in corrispondenza dei nodi devono essere valutate le grandezze cinematiche in giuoco. Per far questo, visto che una grandezza fondamentale per lo studio è la profondità, è necessario determinare le profondità in tali nodi. A tal uopo è stato utilizzato un programma numerico di interpolazione con il metodo Krigging, che, a partire dai dati batimetrici ricavati dalla batimetria della carta nautica dell' I.I.M.M. risale ai valori interpolati in corrispondenza dei nodi del reticolo di calcolo. Il suddetto reticolo è raffigurato, unitamente alle batimetriche, anch'esse ottenute a seguito delle operazioni di interpolazione, in Figura 3.3.1.

A questo punto la valutazione della profondità, della celerità e delle derivate, in un punto qualsiasi, è ottenuta scrivendo le equazioni che reggono il fenomeno in termini dei valori discreti calcolati nei nodi di calcolo. Naturalmente il metodo in questione si fonda sui valori calcolati agli istanti precedenti per ottenere quelli all'istante di calcolo. Per l'approfondimento delle tecniche numeriche si rimanda a ².

Il tracciamento delle ortogonali, a partire da un punto iniziale posto al largo avente le caratteristiche ondometriche determinate a seguito dello studio meteo marino, è stato infine ottenuto attraverso il calcolo delle coordinate di una successione di punti distanziati tra loro di un tempo pari a t . Il calcolo del coefficiente di rifrazione è stato effettuato valutando separatamente il rapporto β ed il coefficiente di shoaling K_s . Il procedimento di calcolo si arresta allorchè, ad una prefissata profondità, sono state raggiunte le condizioni di frangimento dettate dalla equazione di Scarsi.

² E. Benassai - "Un metodo di calcolo numerico per lo studio della rifrazione del moto ondoso".

3.4 *L'analisi dei risultati ottenuti per il paraggio di Calabernardo a seguito dell'applicazione del modello della rifrazione e del frangimento.*

Il modello della rifrazione e del frangimento è stato applicato al paraggio in esame relativamente alle quattro direzioni di attacco del moto ondoso prescelte e per i tempi di ritorno di 5, 10 e 30 anni. Le caratteristiche ondometriche al largo del paraggio sono quelle già riportate nelle tabelle 2.4.5+2.4.7.

L'applicazione del programma di calcolo ai casi proposti ha condotto a tabulati di calcolo di cui sono stati riportati, fra gli allegati, solo quelli relativi alla direzione di 170 °N e per le tre ortogonali d'onda più prossime all'opera foranea, dove compaiono i valori dei coefficienti di rifrazione, la direzione di attacco, la lunghezza, l'altezza e il periodo in corrispondenza di ciascun punto di calcolo delle ortogonali d'onda nonché i valori corrispondenti dell'onda al frangimento. Le motivazioni di tale scelta appariranno chiare alla luce dei risultati ottenuti e commentati più appresso.

Il tracciamento delle ortogonali d'onda, relativo alle quattro direzioni di studio e per i tre tempi di ritorno fissati, è stato riportato sulle Figure 3.4.1+3.4.11.

Nelle successive tabelle 3.4.1+3.4.11 sono stati riepilogati i valori delle caratteristiche dell'onda in condizioni di frangimento per ciascuna delle ortogonali d'onda tracciate.

Tali valori stanno alla base dei calcoli per il dimensionamento dei blocchi della mantellata e tra essi è stato preso in considerazione, al fine di determinare il valore massimo di altezza d'onda per ogni direzione d'attacco esaminata, quello corrispondente alla ortogonale d'onda maggiormente prossima al punto del litorale dove è stato previsto l'inserimento del molo (in corsivo).

Ortagonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	2.12	1.19	293.14	9.62
2	2.01	0.36	321.89	2.54
3	2.34	1.64	292.71	17.73
4	2.55	1.86	303.35	23.64
5	3.32	2.44	306.46	32.54
6	3.98	2.91	288.78	37.33
7	3.88	2.82	270.76	35.36
8	3.81	2.75	266.65	33.15
9	3.79	2.75	264.22	33.73
10	3.49	2.53	266.11	31.07
11	3.20	2.30	268.07	27.08
12	2.95	2.09	268.91	23.20
13	2.84	2.00	271.97	21.81

Tab. 3.4.1 Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 66 °N, per $T_r=5$ anni.

Ortagonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	2.31	0.77	312.80	5.50
2	2.11	1.26	297.94	10.69
3	1.71	1.08	298.35	9.67
4	1.39	0.80	305.27	6.57
5	1.40	1.02	314.24	13.32
6	1.86	1.32	319.18	14.74
7	2.15	1.52	309.33	16.90
8	2.41	1.68	297.73	17.78
9	2.18	1.45	291.07	13.91
10	2.00	1.26	285.30	11.23
11	1.91	1.17	283.03	10.21
12	1.88	1.19	282.40	10.63
13	1.89	1.27	281.01	12.52

Tab. 3.4.2 Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 107 °N, per $T_r=5$ anni.

Ortagonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	2.49	1.41	304.91	11.53
2	2.35	1.47	299.10	13.00
3	1.88	1.26	301.82	12.13
4	1.63	0.98	310.17	8.28
5	1.75	1.27	317.93	15.52
6	2.23	1.59	322.76	17.94
7	2.69	1.90	313.91	20.96
8	2.89	2.05	302.99	22.80
9	2.73	1.88	296.07	19.49
10	2.42	1.61	289.90	15.60
11	2.26	1.46	285.06	13.54
12	2.16	1.40	284.02	12.89
13	2.12	1.42	283.70	13.81

Tab. 3.4.3 Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 116 °N, per $T_r=5$ anni.

Ortagonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	2.37	1.58	302.73	15.36
2	2.86	1.87	301.09	17.51
3	2.79	2.04	296.22	25.98
4	3.49	2.61	306.24	39.12
5	4.82	3.55	296.24	46.49
6	4.91	3.60	276.79	46.96
7	4.81	3.54	265.06	46.40
8	4.68	3.43	263.39	44.21
9	4.50	3.29	263.17	41.59
10	4.17	3.03	265.10	37.25
11	3.83	2.76	267.17	32.70
12	3.52	2.51	268.65	28.38
13	3.41	2.44	272.91	27.89

Tab. 3.4.4 Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 66 °N, per $T_r=10$ anni.

Ortagonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	2.91	1.47	308.79	11.28
2	2.67	1.71	297.41	15.58
3	2.27	1.54	299.81	15.26
4	1.84	1.20	309.45	11.25
5	2.22	1.61	317.22	19.92
6	2.82	2.01	317.82	23.17
7	3.30	2.35	305.34	26.44
8	3.21	2.29	294.62	26.23
9	3.15	2.20	287.68	23.60
10	2.83	1.94	283.02	19.77
11	2.71	1.85	280.64	18.64
12	2.58	1.78	280.57	18.54
13	2.42	1.72	279.67	19.13

Tab. 3.4.5 Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 107 °N, per $T_r=10$ anni.

Ortagonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	2.86	1.81	304.14	16.19
2	2.87	1.88	299.51	17.64
3	2.38	1.66	302.99	17.79
4	2.11	1.47	312.81	15.75
5	2.28	1.66	320.62	20.76
6	3.03	2.17	321.72	25.03
7	3.47	2.47	312.61	28.03
8	3.47	2.48	302.43	28.47
9	3.33	2.36	294.80	26.20
10	3.19	2.23	288.55	23.80
11	2.88	1.98	283.94	20.37
12	2.76	1.91	283.01	19.84
13	2.61	1.84	282.96	20.11

Tab. 3.4.6 Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 116 °N, per $T_r=10$ anni.

Ortagonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	0.85	0.15	291.57	1.10
2	0.75	0.51	290.15	5.30
3	0.88	0.51	289.70	4.18
4	1.06	0.51	294.58	3.87
5	1.29	0.68	303.43	5.30
6	1.50	0.90	321.24	7.67
7	1.44	0.99	333.32	10.03
8	1.28	0.90	339.65	10.01
9	0.89	0.60	323.26	5.97
10	0.95	0.39	310.02	2.86
11	1.31	0.78	310.66	6.62
12	1.35	0.83	325.41	7.30
13	1.33	0.01	321.95	0.53

Tab. 3.4.7 Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 170 °N, per $T_r=10$ anni.

Ortagonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	3.09	1.82	321.34	15.20
2	3.43	2.48	290.79	29.82
3	3.68	2.78	299.94	46.16
4	5.33	3.96	302.10	56.11
5	6.19	4.58	282.24	62.87
6	5.71	4.23	266.60	58.17
7	5.64	4.16	262.89	55.10
8	5.55	4.07	261.57	53.04
9	5.36	3.92	262.00	50.03
10	4.99	3.63	264.08	45.27
11	4.58	3.32	266.39	40.08
12	4.26	3.06	268.99	35.85
13	4.15	3.01	273.90	36.28

Tab. 3.4.8 - Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 66 °N, per $T_r=30$ anni.

Ortogonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	3.39	2.19	304.13	20.11
2	3.26	2.23	297.70	22.56
3	2.99	2.16	302.32	25.80
4	2.82	2.10	312.85	30.03
5	3.32	2.43	319.75	30.88
6	4.24	3.07	313.31	37.29
7	4.65	3.34	301.60	39.17
8	4.28	3.09	291.50	36.83
9	4.17	3.00	285.40	35.43
10	3.90	2.80	281.70	33.00
11	3.58	2.85	279.37	30.78
12	3.35	2.41	279.50	28.60
13	3.58	2.53	279.35	27.67

Tab. 3.4.9 Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 107 °N, per $T_r=30$ anni.

Ortogonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	3.26	2.16	303.76	24.49
2	3.19	2.18	300.17	22.08
3	2.80	2.03	304.73	24.64
4	2.60	1.93	314.78	26.75
5	2.98	2.18	322.96	27.81
6	3.64	2.65	320.66	32.72
7	4.52	3.23	310.88	37.32
8	4.40	3.15	301.17	36.56
9	4.18	3.00	293.44	35.04
10	3.92	2.81	288.10	32.43
11	3.62	2.59	284.04	29.69
12	3.28	2.35	282.55	27.23
13	3.41	2.43	282.58	27.47

Tab. 3.4.10 Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 116 °N, per $T_r=30$ anni.

Ortagonale	Profondità	Altezza d'onda	Direzione d'attacco	Lunghezza d'onda
n.°	m	m	°N	m
1	0.21	0.42	293.10	3.07
2	0.22	0.77	285.80	7.83
3	0.26	0.71	290.28	2.65
4	0.35	1.07	297.19	9.06
5	0.43	0.39	310.17	12.71
6	0.44	1.47	327.57	14.32
7	0.37	1.35	341.48	16.21
8	0.36	1.28	339.26	14.46
9	0.25	0.82	321.47	7.69
10	0.27	0.90	310.30	8.72
11	0.38	1.18	314.75	10.31
12	0.39	0.97	324.18	7.41
13	0.34	0.11	324.45	0.79

Tab. 3.4.11 Caratteristiche dell'onda frangente con direzione al largo di 170 °N, per $T_r=30$ anni.

Dall'osservazione delle tabelle di cui sopra si evince, in base al valore della profondità a cui frange l'onda, che il frangimento delle ondatazioni provenienti dalle direzioni di Nord-Est, Est e Sud-Est, per i tempi di ritorno pari a 30 e 10 anni, avviene al largo dell'opera foranea; pertanto quest'ultima, considerando la situazione più gravosa per la struttura, si supponerà investita dalla cosiddetta onda solitaria, indipendente dal tempo di ritorno e funzione della sola profondità dei fondali.

Viceversa il frangimento delle ondatazioni provenienti da Sud, sia per il tempo di ritorno di 30 anni che per quello di 10, avviene, in assenza dell'opera, a tergo della medesima; pertanto quest'ultima verrà investita dall'onda progressiva relativa alla quota del fondale di imposta del molo foraneo.

Quindi il dimensionamento dell'opera dovrà procedere considerando il

maggiore tra i due valori di altezza d'onda in corrispondenza del molo, quello dell'onda solitaria e quello dell'onda progressiva proveniente da Sud e con tempo di ritorno pari a 30 anni.

Poichè il valore di altezza dell'onda solitaria risulta essere, dalla (3.1.1), di 2.50 m, noto il valore della quota di imposta del molo foraneo che è pari a circa -3 m, ed il valore dell'altezza d'onda progressiva da Sud relativa al tempo di ritorno di 30 anni risulta pari a 1.10 m, come si evince, in corrispondenza della medesima profondità, dai tabulati di calcolo allegati, si è assunto quale valore di altezza d'onda di progetto quello relativo all'onda solitaria.

Si precisa inoltre che si utilizzerà tale valore per il dimensionamento dell'intero sviluppo del molo, dal momento che la quota di imposta è la medesima per tutto il molo, sin dalla sua radice, ed è pari a circa -3 m.

E' stato infine verificato che le onde progressive con tempo di ritorno di 5 anni, hanno, in corrispondenza del molo foraneo, valori inferiori a quello dell'onda solitaria, come si evidenzia dalle tabelle 3.4.1 +3.4.3.

Da quanto sopra si evince quindi che l'opera non può in ogni caso essere interessata da ondazioni aventi tempi di ritorno superiori a 10 anni.

ALLEGATI

LINEA DI FLUSSO N. 5

X	Y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
40.07	36.01	31.3	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.15	36.03	31.0	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.22	36.04	30.8	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.30	36.05	30.5	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.37	36.07	30.3	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.44	36.08	30.1	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.52	36.09	29.8	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.59	36.10	29.6	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.67	36.12	29.3	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.74	36.13	29.1	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.82	36.14	28.8	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.89	36.16	28.6	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.96	36.17	28.3	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.04	36.18	28.1	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.11	36.20	27.9	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.19	36.21	27.7	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.26	36.22	27.5	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.33	36.24	27.3	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.41	36.25	27.1	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.48	36.26	26.9	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.56	36.27	26.7	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.63	36.29	26.5	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.70	36.30	26.3	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.78	36.31	26.0	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.85	36.33	25.8	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.93	36.34	25.6	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
42.00	36.35	25.4	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
42.07	36.37	25.3	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
42.15	36.38	25.1	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.22	36.39	25.0	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.30	36.41	24.9	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.37	36.42	24.7	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.44	36.43	24.6	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.52	36.45	24.5	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.59	36.46	24.3	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.67	36.47	24.2	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.74	36.48	24.1	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.81	36.50	23.9	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.89	36.51	23.8	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
42.96	36.52	23.7	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
43.04	36.54	23.6	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
43.11	36.55	23.5	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
43.18	36.56	23.4	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
43.26	36.58	23.4	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
43.33	36.59	23.3	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
43.41	36.60	23.3	1.00	1.00	1.00	349.8	1.51
43.48	36.62	23.2	1.00	1.00	1.00	349.8	1.51
43.55	36.63	23.1	1.00	1.00	1.00	349.8	1.51

Tabulati di calcolo e condizioni al frangimento per le ortogonali d'onda n. 5, 6, e 7 maggiormente prossime al paraggio in istudio (Direzione d'attacco = 170 °N)

LINEA DI FLUSSO N. 5

X	Y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
43.63	36.64	23.1	1.00	1.00	1.00	10.2	1.51
43.70	36.66	23.0	1.00	1.00	1.00	349.8	1.51
43.78	36.67	23.0	1.00	1.00	1.00	349.8	1.51
43.85	36.68	22.9	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51
43.92	36.70	22.9	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51
44.00	36.71	22.8	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51
44.07	36.72	22.7	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51
44.15	36.74	22.6	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51
44.22	36.75	22.5	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51
44.29	36.76	22.4	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51
44.37	36.78	22.4	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
44.44	36.79	22.3	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
44.52	36.80	22.2	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
44.59	36.82	22.1	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
44.66	36.83	22.0	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
44.74	36.84	21.9	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
44.81	36.86	21.8	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
44.89	36.87	21.7	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
44.96	36.88	21.6	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
45.03	36.90	21.6	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
45.11	36.91	21.6	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
45.18	36.92	21.6	0.99	1.00	0.99	349.6	1.51
45.26	36.94	21.7	0.99	1.00	0.99	349.6	1.51
45.33	36.95	21.7	0.99	1.00	0.99	349.6	1.50
45.40	36.97	21.7	0.99	1.00	0.99	349.6	1.50
45.48	36.98	21.8	0.99	1.00	0.99	349.6	1.50
45.55	36.99	21.8	0.99	1.00	0.99	349.6	1.50
45.63	37.01	21.9	0.99	1.00	0.99	349.6	1.50
45.70	37.02	21.9	0.99	1.00	0.99	349.6	1.50
45.77	37.03	22.0	0.99	1.00	0.99	349.6	1.50
45.85	37.05	22.1	0.99	1.00	0.99	349.6	1.50
45.92	37.06	22.1	0.99	1.00	0.99	349.6	1.50
45.99	37.07	22.2	0.99	1.00	0.99	349.6	1.50
46.07	37.09	22.1	0.99	1.00	0.99	349.5	1.50
46.14	37.10	22.0	0.99	1.00	0.99	349.5	1.50
46.22	37.11	22.0	0.99	1.00	0.99	349.5	1.50
46.29	37.13	21.9	0.99	1.00	0.99	349.5	1.50
46.36	37.14	21.8	0.99	1.00	0.99	349.5	1.50
46.44	37.16	21.7	0.99	1.00	0.99	349.5	1.50
46.51	37.17	21.6	0.99	1.00	0.99	349.4	1.50
46.59	37.18	21.5	0.99	1.00	0.98	349.4	1.50
46.66	37.20	21.4	0.99	1.00	0.98	349.4	1.50
46.73	37.21	21.3	0.99	1.00	0.98	349.3	1.50
46.81	37.23	21.2	0.99	0.99	0.98	349.3	1.49
46.88	37.24	21.1	0.99	0.99	0.98	349.3	1.49
46.95	37.25	20.9	0.99	0.99	0.98	349.2	1.49
47.03	37.27	20.7	0.99	0.99	0.98	349.2	1.49
47.10	37.28	20.5	0.99	0.99	0.98	349.1	1.49

LINEA DI FLUSSO N. 5

X	Y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
47.18	37.30	20.2	0.99	0.99	0.98	10.9	1.49
47.25	37.31	19.9	0.98	0.99	0.98	349.0	1.49
47.32	37.32	19.6	0.98	0.99	0.98	348.9	1.48
47.40	37.34	19.3	0.98	0.99	0.97	348.8	1.48
47.47	37.35	19.0	0.98	0.99	0.97	348.7	1.48
47.54	37.37	18.7	0.98	0.99	0.97	348.6	1.48
47.62	37.38	18.4	0.98	0.99	0.97	348.4	1.47
47.69	37.40	18.1	0.98	0.99	0.97	348.3	1.47
47.76	37.41	17.7	0.98	0.99	0.96	348.1	1.47
47.84	37.43	17.4	0.98	0.99	0.96	347.9	1.46
47.91	37.44	17.1	0.97	0.99	0.96	347.7	1.46
47.98	37.46	16.8	0.97	0.98	0.96	347.5	1.45
48.05	37.48	16.5	0.97	0.98	0.95	347.2	1.45
48.13	37.49	16.3	0.97	0.98	0.95	347.0	1.44
48.20	37.51	16.0	0.96	0.98	0.95	346.7	1.44
48.27	37.53	15.8	0.96	0.98	0.94	346.4	1.43
48.34	37.54	15.5	0.96	0.98	0.94	346.1	1.43
48.41	37.56	15.2	0.95	0.98	0.93	345.8	1.42
48.48	37.58	15.0	0.95	0.98	0.93	345.5	1.41
48.56	37.60	14.7	0.95	0.98	0.92	345.2	1.40
48.63	37.62	14.4	0.94	0.97	0.92	344.8	1.40
48.70	37.64	14.1	0.94	0.97	0.91	344.5	1.39
48.77	37.66	13.8	0.94	0.97	0.91	344.1	1.38
48.84	37.68	13.6	0.93	0.97	0.90	343.7	1.37
48.91	37.70	13.3	0.93	0.97	0.90	343.3	1.36
48.98	37.72	12.9	0.92	0.96	0.89	342.9	1.35
49.05	37.74	12.5	0.92	0.96	0.88	342.5	1.34
49.11	37.76	12.0	0.91	0.96	0.87	342.0	1.33
49.18	37.79	11.5	0.91	0.95	0.87	341.4	1.32
49.25	37.81	11.0	0.90	0.95	0.86	340.8	1.31
49.31	37.83	10.5	0.90	0.95	0.85	340.1	1.29
49.37	37.85	10.0	0.89	0.94	0.84	339.3	1.28
49.43	37.88	9.4	0.89	0.94	0.83	338.5	1.27
49.49	37.90	8.9	0.88	0.94	0.82	337.6	1.25
49.55	37.93	8.4	0.88	0.93	0.82	336.7	1.24
49.61	37.95	7.9	0.87	0.93	0.81	335.7	1.23
49.67	37.98	7.4	0.86	0.92	0.80	334.6	1.21
49.72	38.00	6.9	0.86	0.92	0.79	333.5	1.20
49.77	38.03	6.5	0.85	0.92	0.78	332.4	1.19
49.82	38.06	6.1	0.85	0.92	0.78	331.3	1.18
49.87	38.08	5.7	0.84	0.92	0.77	330.2	1.17
49.91	38.11	5.3	0.84	0.91	0.77	329.2	1.16
49.95	38.13	4.9	0.83	0.91	0.76	328.1	1.16
49.99	38.16	4.5	0.83	0.91	0.76	327.2	1.15
50.03	38.18	4.3	0.82	0.91	0.75	326.2	1.14
50.06	38.21	4.0	0.82	0.91	0.75	325.3	1.14
50.10	38.23	3.8	0.81	0.91	0.74	324.4	1.13
50.12	38.25	3.6	0.81	0.91	0.74	323.5	1.13

LINEA DI FLUSSO N. 5

x	y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
50.15	38.27	3.4	0.81	0.91	0.74	37.4	1.12
50.18	38.29	3.2	0.80	0.91	0.73	321.8	1.12
50.20	38.31	3.0	0.80	0.92	0.73	321.0	1.11
50.22	38.32	2.9	0.80	0.92	0.73	320.3	1.11
50.24	38.34	2.7	0.80	0.92	0.73	319.6	1.11
50.26	38.36	2.6	0.79	0.92	0.73	318.9	1.11
50.27	38.37	2.4	0.79	0.92	0.73	318.3	1.11
50.29	38.38	2.3	0.79	0.92	0.73	317.7	1.11
50.30	38.40	2.2	0.79	0.92	0.73	317.1	1.11
50.32	38.41	2.1	0.79	0.93	0.73	316.6	1.11
50.33	38.42	2.0	0.78	0.93	0.73	316.1	1.11
50.34	38.43	1.9	0.78	0.93	0.73	315.6	1.11
50.35	38.44	1.9	0.78	0.94	0.73	315.2	1.12
50.36	38.45	1.8	0.78	0.94	0.74	314.7	1.12
50.36	38.46	1.7	0.78	0.95	0.74	314.3	1.13
50.37	38.46	1.7	0.78	0.95	0.74	314.0	1.13

VALORI AL FRANGIMENTO

Xf	Yf	h	Lf	Alfa	Hf
50.38	38.47	1.61	5.64	313.98	0.75

LINEA DI FLUSSO N. 6

x	y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
40.07	36.51	29.2	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.15	36.53	28.9	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.22	36.54	28.7	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.30	36.55	28.4	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.37	36.57	28.2	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.44	36.58	27.9	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.52	36.59	27.7	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.59	36.60	27.4	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.67	36.62	27.1	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.74	36.63	26.9	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.82	36.64	26.6	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.89	36.66	26.4	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.96	36.67	26.1	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.04	36.68	25.8	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.11	36.70	25.6	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.19	36.71	25.4	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.26	36.72	25.2	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.33	36.74	25.0	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.41	36.75	24.8	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.48	36.76	24.6	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.56	36.77	24.3	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
41.63	36.79	24.1	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
41.70	36.80	23.9	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
41.78	36.81	23.7	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
41.85	36.83	23.5	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
41.93	36.84	23.2	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
42.00	36.85	23.0	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51

42.07	36.87	!	!	22.9	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51	!
42.15	36.88	!	!	22.8	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51	!
42.22	36.89	!	!	22.6	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51	!
42.30	36.91	!	!	22.5	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51	!
42.37	36.92	!	!	22.4	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51	!
42.44	36.93	!	!	22.2	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51	!
42.52	36.95	!	!	22.1	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51	!
42.59	36.96	!	!	22.0	1.00	1.00	0.99	349.9	1.51	!
42.67	36.97	!	!	21.8	1.00	1.00	0.99	349.9	1.51	!
42.74	36.99	!	!	21.7	1.00	1.00	0.99	349.9	1.51	!
42.81	37.00	!	!	21.5	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51	!
42.89	37.01	!	!	21.4	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51	!
42.96	37.03	!	!	21.3	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51	!
43.04	37.04	!	!	21.2	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51	!
43.11	37.05	!	!	21.2	1.00	0.99	0.99	349.8	1.51	!
43.18	37.07	!	!	21.2	1.00	0.99	0.99	349.8	1.51	!
43.26	37.08	!	!	21.1	1.00	0.99	0.99	349.8	1.51	!
43.33	37.09	!	!	21.1	1.00	0.99	0.99	349.7	1.51	!
43.41	37.11	!	!	21.1	1.00	0.99	0.99	349.7	1.51	!
43.48	37.12	!	!	21.0	1.00	0.99	0.99	349.7	1.51	!
43.55	37.13	!	!	21.0	1.00	0.99	0.99	349.7	1.51	!

LINEA DI FLUSSO N. 6

x	y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
43.63	37.15	21.0	1.00	0.99	0.99	10.3	1.51
43.70	37.16	20.9	1.00	0.99	0.99	349.7	1.51
43.77	37.17	20.9	1.00	0.99	0.99	349.6	1.51
43.85	37.19	20.9	1.00	0.99	0.99	349.6	1.51
43.92	37.20	20.8	1.00	0.99	0.99	349.6	1.51
44.00	37.21	20.8	1.00	0.99	0.99	349.6	1.51
44.07	37.23	20.7	1.00	0.99	0.99	349.5	1.50
44.14	37.24	20.6	1.00	0.99	0.99	349.5	1.50
44.22	37.25	20.6	0.99	0.99	0.99	349.5	1.50
44.29	37.27	20.5	0.99	0.99	0.99	349.5	1.50
44.37	37.28	20.4	0.99	0.99	0.99	349.4	1.50
44.44	37.30	20.3	0.99	0.99	0.99	349.4	1.50
44.51	37.31	20.3	0.99	0.99	0.99	349.4	1.50
44.59	37.32	20.2	0.99	0.99	0.99	349.3	1.50
44.66	37.34	20.1	0.99	0.99	0.99	349.3	1.50
44.73	37.35	20.0	0.99	0.99	0.98	349.3	1.50
44.81	37.36	20.0	0.99	0.99	0.98	349.3	1.50
44.88	37.38	19.9	0.99	0.99	0.98	349.2	1.49
44.96	37.39	19.8	0.99	0.99	0.98	349.2	1.49
45.03	37.41	19.8	0.99	0.99	0.98	349.2	1.49
45.10	37.42	19.9	0.99	0.99	0.98	349.1	1.49
45.18	37.44	20.0	0.99	0.99	0.98	349.1	1.49
45.25	37.45	20.0	0.99	0.99	0.98	349.1	1.49
45.32	37.46	20.1	0.99	0.99	0.98	349.0	1.49
45.40	37.48	20.2	0.98	0.99	0.98	349.0	1.49
45.47	37.49	20.3	0.98	0.99	0.98	348.9	1.49
45.54	37.51	20.3	0.98	0.99	0.98	348.9	1.48
45.62	37.52	20.4	0.98	0.99	0.98	348.9	1.48
45.69	37.54	20.5	0.98	0.99	0.98	348.8	1.48
45.77	37.55	20.6	0.98	0.99	0.97	348.8	1.48
45.84	37.57	20.6	0.98	0.99	0.97	348.7	1.48
45.91	37.58	20.7	0.98	0.99	0.97	348.7	1.48
45.99	37.59	20.8	0.98	0.99	0.97	348.6	1.48
46.06	37.61	20.7	0.98	0.99	0.97	348.6	1.47
46.13	37.62	20.5	0.97	0.99	0.97	348.5	1.47
46.21	37.64	20.4	0.97	0.99	0.97	348.4	1.47
46.28	37.65	20.2	0.97	0.99	0.96	348.4	1.47
46.35	37.67	20.0	0.97	0.99	0.96	348.3	1.46
46.43	37.68	19.8	0.97	0.99	0.96	348.2	1.46
46.50	37.70	19.6	0.97	0.99	0.96	348.2	1.46
46.57	37.72	19.5	0.97	0.99	0.96	348.1	1.46
46.65	37.73	19.3	0.96	0.99	0.96	348.0	1.45
46.72	37.75	19.1	0.96	0.99	0.95	347.9	1.45
46.79	37.76	18.8	0.96	0.99	0.95	347.8	1.45
46.87	37.78	18.6	0.96	0.99	0.95	347.7	1.44
46.94	37.79	18.4	0.96	0.99	0.95	347.6	1.44
47.01	37.81	18.2	0.95	0.99	0.94	347.5	1.43
47.09	37.83	17.8	0.95	0.99	0.94	347.4	1.43

LINEA DI FLUSSO N. 6

X	Y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
47.16	37.84	17.5	0.95	0.99	0.94	12.7	1.42
47.23	37.86	17.1	0.95	0.99	0.93	347.1	1.42
47.31	37.88	16.8	0.95	0.98	0.93	346.9	1.41
47.38	37.89	16.4	0.94	0.98	0.93	346.7	1.41
47.45	37.91	16.1	0.94	0.98	0.92	346.4	1.40
47.52	37.93	15.7	0.94	0.98	0.92	346.2	1.39
47.59	37.95	15.3	0.93	0.98	0.91	345.9	1.39
47.67	37.96	15.0	0.93	0.98	0.91	345.5	1.38
47.74	37.98	14.6	0.93	0.97	0.90	345.2	1.37
47.81	38.00	14.2	0.92	0.97	0.90	344.8	1.36
47.88	38.02	13.8	0.92	0.97	0.89	344.4	1.35
47.95	38.04	13.4	0.91	0.97	0.88	343.9	1.34
48.02	38.06	13.0	0.91	0.96	0.88	343.3	1.33
48.09	38.08	12.6	0.90	0.96	0.87	342.7	1.32
48.16	38.11	12.3	0.90	0.96	0.86	342.1	1.31
48.23	38.13	12.0	0.89	0.96	0.85	341.4	1.30
48.29	38.15	11.6	0.89	0.96	0.85	340.7	1.29
48.36	38.17	11.3	0.88	0.95	0.84	339.9	1.27
48.42	38.20	11.0	0.87	0.95	0.83	339.1	1.26
48.49	38.22	10.7	0.87	0.95	0.82	338.3	1.25
48.55	38.25	10.3	0.86	0.95	0.81	337.5	1.23
48.61	38.28	10.0	0.85	0.94	0.80	336.6	1.22
48.67	38.30	9.7	0.84	0.94	0.79	335.7	1.21
48.73	38.33	9.4	0.83	0.94	0.78	334.8	1.19
48.79	38.36	9.1	0.83	0.94	0.77	333.9	1.18
48.85	38.39	8.7	0.82	0.93	0.76	332.9	1.16
48.90	38.42	8.4	0.81	0.93	0.76	331.9	1.15
48.96	38.45	8.1	0.80	0.93	0.75	331.0	1.13
49.01	38.48	7.8	0.79	0.93	0.74	330.0	1.12
49.06	38.51	7.3	0.78	0.93	0.73	329.1	1.10
49.11	38.54	6.9	0.77	0.93	0.72	328.1	1.09
49.16	38.56	6.5	0.77	0.92	0.71	327.2	1.08
49.20	38.59	6.1	0.76	0.92	0.70	326.3	1.06
49.24	38.62	5.7	0.75	0.92	0.69	325.4	1.05
49.28	38.65	5.3	0.74	0.92	0.68	324.6	1.04
49.32	38.67	5.0	0.73	0.92	0.67	323.8	1.02
49.35	38.70	4.7	0.73	0.92	0.67	323.0	1.01
49.38	38.72	4.4	0.72	0.92	0.66	322.3	1.00
49.41	38.75	4.1	0.71	0.92	0.65	321.7	0.99
49.44	38.77	3.8	0.70	0.92	0.65	321.1	0.98
49.47	38.79	3.6	0.70	0.92	0.64	320.6	0.97
49.49	38.81	3.3	0.69	0.92	0.63	320.1	0.96
49.51	38.83	3.1	0.69	0.92	0.63	319.7	0.95
49.54	38.85	2.9	0.68	0.92	0.62	319.3	0.95
49.56	38.87	2.7	0.68	0.91	0.62	319.0	0.94
49.57	38.88	2.5	0.67	0.91	0.61	318.7	0.93
49.59	38.90	2.3	0.67	0.91	0.61	318.4	0.93
49.61	38.91	2.1	0.66	0.91	0.61	318.2	0.92

LINEA DI FLUSSO N. 6

x	y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
49.62	38.92	2.0	0.66	0.91	0.60	41.9	0.91
49.64	38.94	1.9	0.65	0.91	0.60	317.9	0.91
49.65	38.95	1.7	0.65	0.91	0.59	317.8	0.90
49.66	38.96	1.6	0.65	0.91	0.59	317.7	0.90
49.67	38.97	1.5	0.64	0.91	0.59	317.7	0.89
49.68	38.98	1.4	0.64	0.91	0.59	317.6	0.89
49.69	38.99	1.3	0.64	0.91	0.58	317.6	0.89

VALORI AL FRANGIMENTO

Xf	Yf	h	Lf	Alfa	Hf
49.70	39.00	1.18	7.14	317.60	0.77

LINEA DI FLUSSO N. 7

x	y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
40.07	37.01	27.1	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.15	37.03	26.9	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.22	37.04	26.6	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.30	37.05	26.3	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.37	37.07	26.0	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.44	37.08	25.8	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.52	37.09	25.5	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.59	37.10	25.2	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.67	37.12	24.9	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.74	37.13	24.7	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.81	37.14	24.4	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.89	37.16	24.2	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
40.96	37.17	23.9	1.00	1.00	1.00	350.0	1.52
41.04	37.18	23.7	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
41.11	37.20	23.5	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
41.18	37.21	23.3	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
41.26	37.22	23.1	1.00	1.00	1.00	349.9	1.52
41.33	37.24	23.0	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
41.41	37.25	22.8	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
41.48	37.26	22.6	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
41.56	37.28	22.5	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
41.63	37.29	22.3	1.00	1.00	1.00	349.9	1.51
41.70	37.30	22.1	1.00	1.00	1.00	349.8	1.51
41.78	37.32	22.0	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51
41.85	37.33	21.8	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51
41.92	37.34	21.7	1.00	1.00	0.99	349.8	1.51
42.00	37.36	21.6	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
42.07	37.37	21.4	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
42.15	37.38	21.3	1.00	1.00	0.99	349.7	1.51
42.22	37.40	21.1	1.00	0.99	0.99	349.6	1.51
42.29	37.41	21.0	1.00	0.99	0.99	349.6	1.51
42.37	37.42	20.8	1.00	0.99	0.99	349.6	1.51
42.44	37.44	20.6	1.00	0.99	0.99	349.5	1.51
42.52	37.45	20.5	1.00	0.99	0.99	349.5	1.50
42.59	37.46	20.3	1.00	0.99	0.99	349.5	1.50
42.66	37.48	20.1	0.99	0.99	0.99	349.4	1.50

42.74	37.49	!	!	19.9	0.99	0.99	0.99	349.4	1.50	!
42.81	37.50	!	!	19.8	0.99	0.99	0.99	349.3	1.50	!
42.88	37.52	!	!	19.6	0.99	0.99	0.99	349.3	1.50	!
42.96	37.53	!	!	19.4	0.99	0.99	0.98	349.2	1.50	!
43.03	37.55	!	!	19.3	0.99	0.99	0.98	349.2	1.49	!
43.11	37.56	!	!	19.2	0.99	0.99	0.98	349.1	1.49	!
43.18	37.58	!	!	19.2	0.99	0.99	0.98	349.1	1.49	!
43.25	37.59	!	!	19.2	0.99	0.99	0.98	349.0	1.49	!
43.33	37.60	!	!	19.1	0.99	0.99	0.98	349.0	1.49	!
43.40	37.62	!	!	19.1	0.99	0.99	0.98	348.9	1.49	!
43.47	37.63	!	!	19.1	0.99	0.99	0.98	348.8	1.48	!
43.55	37.65	!	!	19.0	0.98	0.99	0.98	348.8	1.48	!

LINEA DI FLUSSO N. 7

x	y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
43.62	37.66	19.0	0.98	0.99	0.97	11.3	1.48
43.69	37.68	19.0	0.98	0.99	0.97	348.7	1.48
43.77	37.69	19.0	0.98	0.99	0.97	348.6	1.48
43.84	37.71	18.9	0.98	0.99	0.97	348.6	1.47
43.91	37.72	18.9	0.98	0.99	0.97	348.5	1.47
43.99	37.74	18.9	0.98	0.99	0.97	348.4	1.47
44.06	37.75	18.8	0.97	0.99	0.97	348.4	1.47
44.13	37.77	18.7	0.97	0.99	0.96	348.3	1.46
44.21	37.78	18.7	0.97	0.99	0.96	348.3	1.46
44.28	37.80	18.6	0.97	0.99	0.96	348.2	1.46
44.35	37.81	18.6	0.97	0.99	0.96	348.1	1.46
44.43	37.83	18.5	0.97	0.99	0.96	348.1	1.45
44.50	37.84	18.4	0.96	0.99	0.95	348.0	1.45
44.57	37.86	18.4	0.96	0.99	0.95	347.9	1.45
44.65	37.87	18.3	0.96	0.99	0.95	347.9	1.44
44.72	37.89	18.3	0.96	0.99	0.95	347.8	1.44
44.79	37.91	18.2	0.96	0.99	0.95	347.8	1.44
44.87	37.92	18.2	0.95	0.99	0.94	347.7	1.43
44.94	37.94	18.1	0.95	0.99	0.94	347.6	1.43
45.01	37.95	18.1	0.95	0.99	0.94	347.6	1.43
45.09	37.97	18.2	0.95	0.99	0.94	347.5	1.42
45.16	37.99	18.3	0.95	0.99	0.94	347.5	1.42
45.23	38.00	18.3	0.94	0.99	0.93	347.4	1.42
45.31	38.02	18.4	0.94	0.99	0.93	347.3	1.42
45.38	38.04	18.4	0.94	0.99	0.93	347.2	1.41
45.45	38.05	18.4	0.94	0.99	0.93	347.1	1.41
45.53	38.07	18.4	0.93	0.99	0.92	346.9	1.40
45.60	38.09	18.4	0.93	0.99	0.92	346.7	1.40
45.67	38.10	18.4	0.93	0.99	0.92	346.5	1.39
45.74	38.12	18.4	0.92	0.99	0.91	346.3	1.39
45.82	38.14	18.3	0.92	0.99	0.91	346.0	1.38
45.89	38.16	18.3	0.92	0.99	0.91	345.7	1.38
45.96	38.18	18.3	0.91	0.99	0.90	345.4	1.37
46.03	38.19	18.1	0.91	0.99	0.90	345.0	1.36
46.10	38.21	17.8	0.90	0.99	0.89	344.6	1.36
46.18	38.23	17.4	0.90	0.99	0.89	344.2	1.35
46.25	38.25	17.1	0.89	0.99	0.88	343.8	1.34
46.32	38.28	16.8	0.89	0.98	0.87	343.3	1.33
46.39	38.30	16.5	0.88	0.98	0.87	342.8	1.32
46.46	38.32	16.1	0.87	0.98	0.86	342.2	1.31
46.53	38.34	15.8	0.87	0.98	0.85	341.6	1.29
46.60	38.37	15.5	0.86	0.98	0.84	341.0	1.28
46.67	38.39	15.2	0.85	0.98	0.83	340.4	1.27
46.74	38.41	14.8	0.85	0.98	0.83	339.7	1.26
46.81	38.44	14.5	0.84	0.97	0.82	339.0	1.24
46.87	38.47	14.2	0.83	0.97	0.81	338.3	1.23
46.94	38.49	13.8	0.82	0.97	0.80	337.6	1.21
47.01	38.52	13.5	0.81	0.97	0.79	336.8	1.20

LINEA DI FLUSSO N. 7

x	y	h (m)	Kr	Ks	Kt	Á (N)	H (m)
47.07	38.55	13.0	0.80	0.97	0.78	24.0	1.18
47.14	38.58	12.5	0.79	0.96	0.76	335.1	1.16
47.20	38.61	12.0	0.79	0.96	0.75	334.1	1.14
47.27	38.64	11.6	0.78	0.96	0.74	333.1	1.13
47.33	38.67	11.1	0.77	0.95	0.73	332.0	1.11
47.39	38.71	10.6	0.76	0.95	0.72	330.8	1.09
47.45	38.74	10.1	0.75	0.95	0.71	329.6	1.07
47.50	38.78	9.6	0.74	0.94	0.69	328.3	1.05
47.56	38.81	9.1	0.73	0.94	0.68	327.0	1.03
47.61	38.85	8.6	0.72	0.93	0.67	325.7	1.02
47.66	38.88	8.2	0.71	0.93	0.66	324.3	1.00
47.71	38.92	7.7	0.70	0.92	0.64	322.8	0.98
47.76	38.96	7.2	0.69	0.92	0.63	321.3	0.96
47.81	39.00	6.7	0.68	0.92	0.62	319.8	0.95
47.85	39.03	6.2	0.67	0.92	0.61	318.3	0.93
47.89	39.07	5.8	0.66	0.92	0.61	316.8	0.92
47.93	39.11	5.4	0.65	0.92	0.60	315.4	0.91
47.97	39.14	5.0	0.65	0.92	0.59	314.0	0.90
48.00	39.18	4.7	0.64	0.91	0.58	312.6	0.89
48.03	39.21	4.4	0.63	0.92	0.58	311.3	0.88
48.05	39.24	4.1	0.63	0.92	0.57	310.1	0.87
48.08	39.27	3.9	0.62	0.92	0.57	309.0	0.86
48.10	39.29	3.7	0.61	0.92	0.56	307.9	0.85
48.12	39.32	3.5	0.61	0.92	0.56	306.9	0.85
48.14	39.34	3.3	0.60	0.92	0.55	306.0	0.84
48.15	39.37	3.1	0.60	0.92	0.55	305.0	0.84
48.17	39.39	3.0	0.60	0.92	0.55	304.2	0.83
48.18	39.41	2.8	0.59	0.92	0.54	303.4	0.83
48.19	39.43	2.6	0.59	0.92	0.54	302.6	0.82
48.21	39.45	2.5	0.58	0.92	0.54	301.9	0.82
48.22	39.47	2.4	0.58	0.92	0.54	301.2	0.82
48.23	39.48	2.3	0.58	0.92	0.53	300.6	0.81
48.24	39.50	2.1	0.58	0.93	0.53	300.0	0.81
48.24	39.51	2.0	0.57	0.93	0.53	299.4	0.81
48.25	39.53	1.9	0.57	0.93	0.53	298.8	0.81
48.26	39.54	1.8	0.57	0.93	0.53	298.3	0.81
48.26	39.55	1.8	0.57	0.94	0.53	297.8	0.80
48.27	39.56	1.7	0.56	0.94	0.53	297.3	0.80
48.27	39.57	1.6	0.56	0.94	0.53	296.9	0.80
48.28	39.58	1.5	0.56	0.94	0.53	296.5	0.80
48.28	39.59	1.5	0.56	0.95	0.53	296.0	0.81
48.29	39.60	1.4	0.56	0.95	0.53	295.7	0.81
48.29	39.61	1.4	0.56	0.96	0.53	295.3	0.81
48.30	39.61	1.3	0.56	0.96	0.53	294.9	0.81
48.30	39.62	1.3	0.55	0.96	0.53	294.6	0.81
48.30	39.63	1.2	0.55	0.97	0.53	294.3	0.81
48.30	39.63	1.2	0.55	0.97	0.54	294.0	0.81

VALORI AL FRANGIMENTO

Xf	Yf	h	Lf	Alfa	Hf
48.31	39.64	1.13	3.39	294.00	0.46

LINEA DI FLUSSO N.

TABELLE

TEMPO DI RITORNO (anni)	VELOCITA' ALL' ANEMOGRAFO (nodi)				
	30	35	40	45	50
	VELOCITA' RIDOTTE (nodi)				
	22	25.5	29	32	35
5	28.36	17.75	10.23	----	----
10	38.42	25.78	16.91	10.33	4.53
30	54.43	38.64	27.49	19.31	13.08

Tab. 1.1.1 - Durata del vento per fissate velocità e per assegnati tempi di ritorno - Direzione 66 °N

TEMPO DI RITORNO (anni)	VELOCITA' ALL' ANEMOGRAFO (nodi)				
	30	35	40	45	50
	VELOCITA' RIDOTTE (nodi)				
	22	25.5	29	32	35
5	5.88	2.61	1.20	----	----
10	12.01	5.68	2.81	1.44	0.75
30	28.55	14.41	7.65	4.22	2.39

Tab. 1.1.2 - Durata del vento per fissate velocità e per assegnati tempi di ritorno - Direzione 107 °N

TEMPO DI RITORNO (anni)	VELOCITA' ALL' ANEMOGRAFO (nodi)				
	30	35	40	45	50
	VELOCITA' RIDOTTE (nodi)				
	22	25.5	29	32	35
5	7.96	----	----	----	----
10	13.57	5.31	----	----	----
30	22.04	12.69	5.59	----	----

Tab. 1.1.3 - Durata del vento per fissate velocità e per assegnati tempi di ritorno - Direzione 116 °N

TEMPO DI RITORNO (anni)	VELOCITA' ALL' ANEMOGRAFO (nodi)				
	30	35	40	45	50
	VELOCITA' RIDOTTE (nodi)				
	22	25.5	29	32	35
5	----	----	----	----	----
10	2.89	----	----	----	----
30	5.87	1.95	----	----	----

Tab. 1.1.4 - Durata del vento per fissate velocità e per assegnati tempi di ritorno - Direzione 170 °N

RITORNO (anni)	VELOCITA' ALL' ANEMOGRAFO (nodi)													
	30			35			40			45			50	
	VELOCITA' RIDOTTE (nodi)													
	22		25.5			29			32			35		
	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)		
5	2.81	6.79	3.09	7.05	3.01	6.92	---	---	---	---	---	---		
10	2.88	6.87	3.52	7.56	3.73	7.74	3.52	7.48	2.69	6.46	4.50	8.47		
30	2.88	6.87	3.61	7.66	4.6	8.40	4.61	8.60	4.50	8.47	4.50	8.47		

Tab. 2.4.2 - Altezza e periodo dell'onda significativa per assegnati tempi di ritorno - Direzione 66 °N

TEMPO DI RITORNO (anni)	VELOCITA' ALL' ANEMOGRAFO (nodi)													
	30			35			40			45			50	
	VELOCITA' RIDOTTE (nodi)													
	22		25.5			29			32			35		
	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)		
5	1.52	4.91	1.26	4.41	1.00	3.85	---	---	---	---	---	---		
10	2.09	5.79	1.87	5.44	1.59	4.94	1.28	4.35	1.03	3.79	1.92	5.39		
30	2.82	6.80	2.85	6.76	2.63	6.45	2.27	5.94	1.92	5.39	1.92	5.39		

Tab. 2.4.3 - Altezza e periodo dell'onda significativa per assegnati tempi di ritorno - Direzione 107 °N

TEMPO DI RITORNO (anni)	VELOCITA' ALL' ANEMOGRAFO (nodi)														
	30			35			40			45			50		
	VELOCITA' RIDOTTE (nodi)														
	22		25.5		29		32		35						
	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)			
5	1.75	5.28	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----			
10	2.20	5.94	1.81	5.35	----	----	----	----	----	----	----	----			
30	2.61	6.51	2.71	6.58	2.25	5.96	----	----	----	----	----	----			

Tab. 2.4.4 - Altezza e periodo dell'onda significativa per assegnati tempi di ritorno - Direzione 116 °N

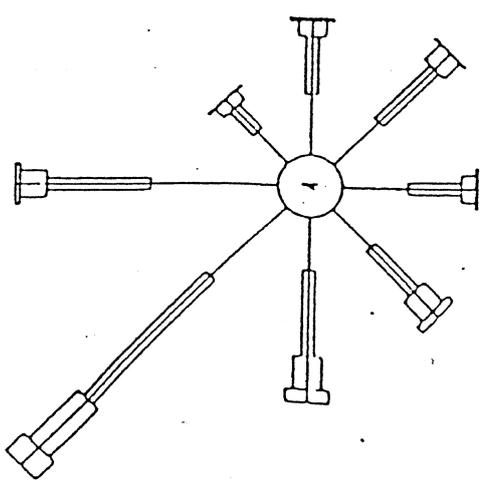
TEMPO DI RITORNO (anni)	VELOCITA' ALL' ANEMOGRAFO (nodi)														
	30			35			40			45			50		
	VELOCITA' RIDOTTE (nodi)														
	22		25.5		29		32		35						
	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)	H (m)	T(s)			
5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----			
10	1.07	4.08	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----			
30	1.52	4.91	1.08	4.06	----	----	----	----	----	----	----	----			

Tab. 2.4.5 - Altezza e periodo dell'onda significativa per assegnati tempi di ritorno - Direzione 170 °N

FIGURE

Coordinate geografiche: 35° 30' N, 12° 34' E
Altezza sul livello del mare: 12 m

ANNO



LEGENDA

FORZA VENTO IN SCALA BEAUFORT

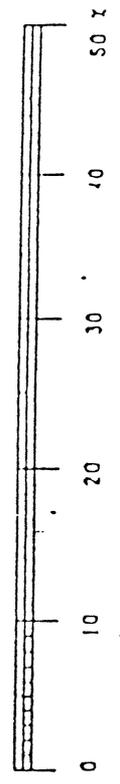
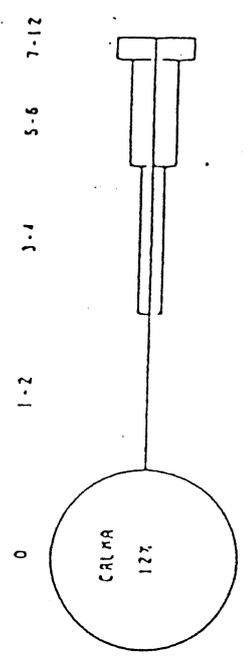


Fig. 1.1.1 Distribuzione delle intensità di vento annua nelle varie direzioni - Stazione anemometrica di Lampedusa.

FEBBRAIO

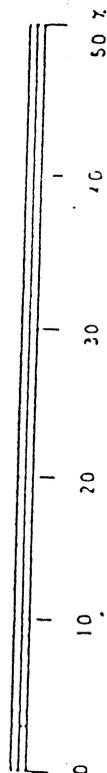
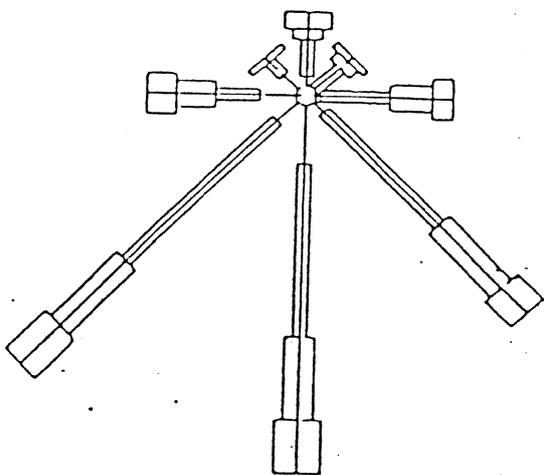
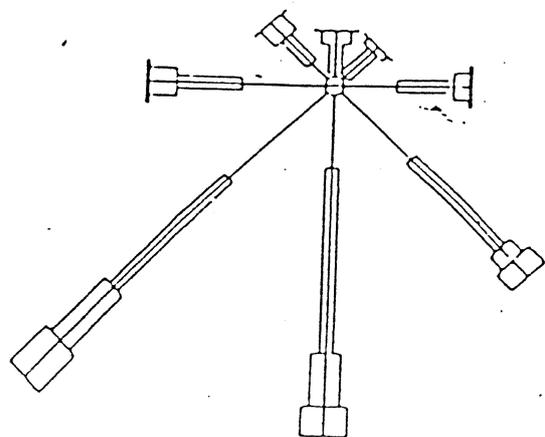


Fig. 1.1.2 Distribuzione delle intensità di vento mensile nelle varie direzioni -
Stazione anemometrica di Lampedusa.

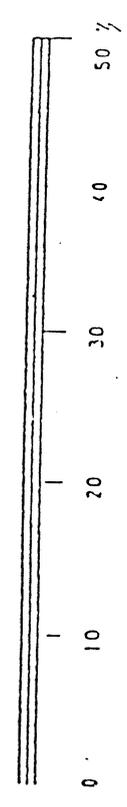
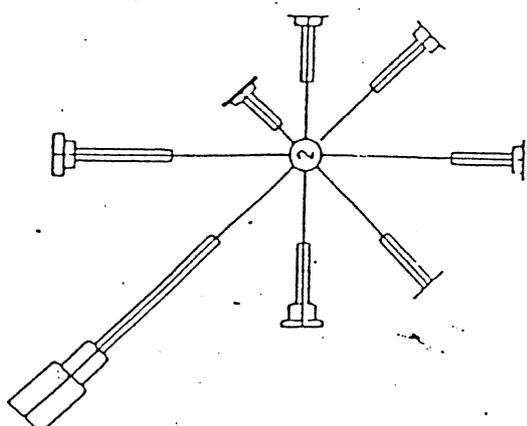
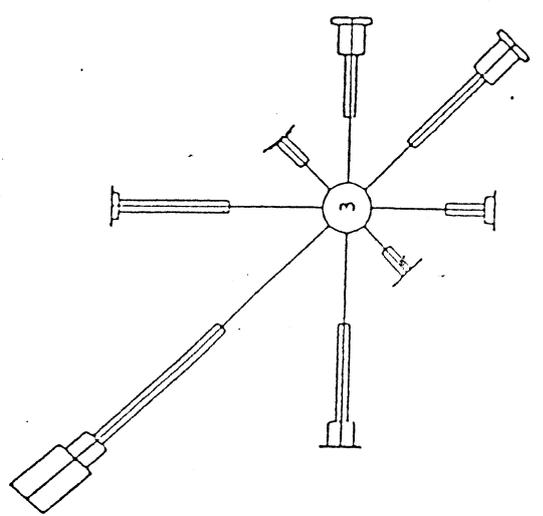


Fig. 1.1.3 Distribuzione delle intensità di vento mensile nelle varie direzioni - Stazione anemometrica di Lampedusa.

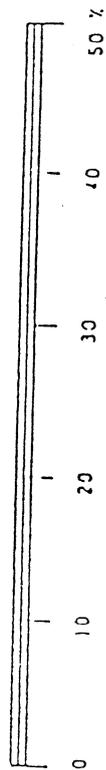
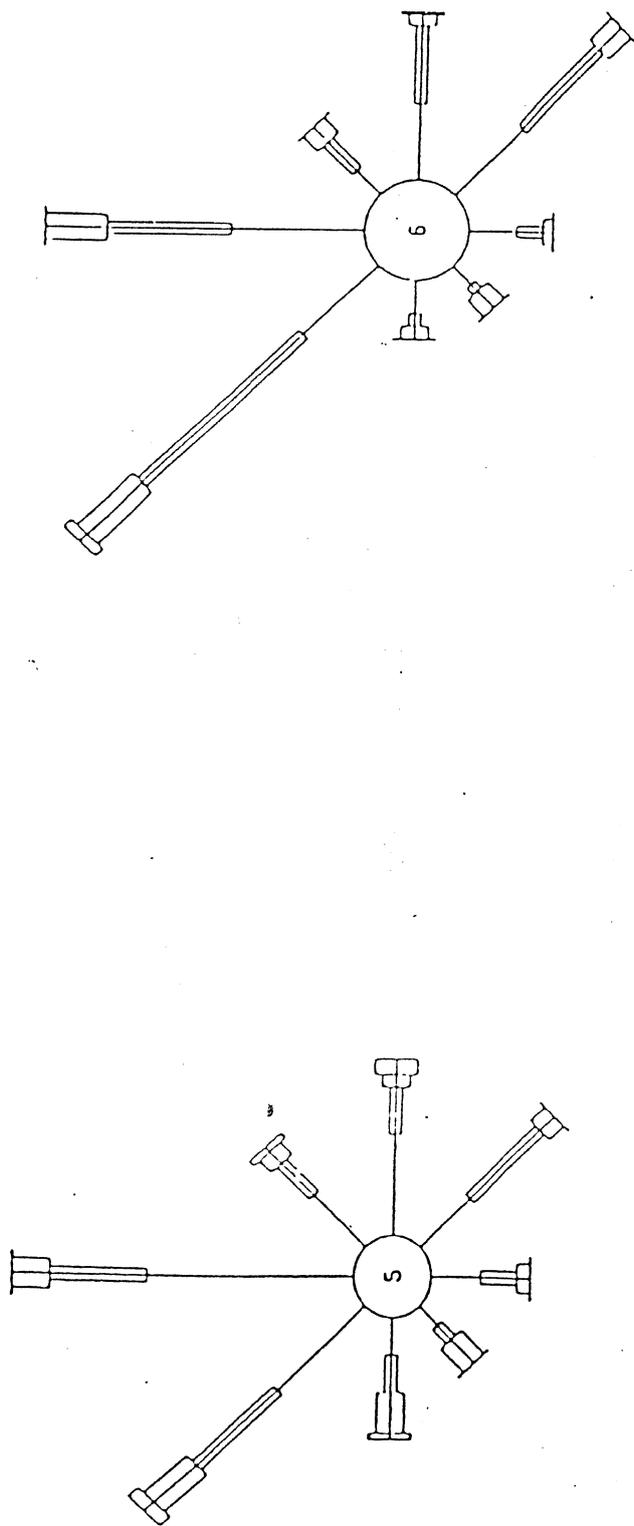


Fig. 1.1.4 Distribuzione delle intensità di vento mensile nelle varie direzioni
Stazione anemometrica di Lampedusa.

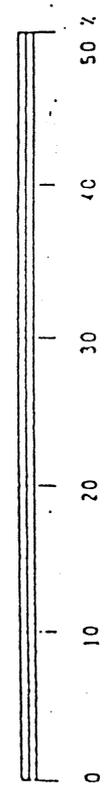
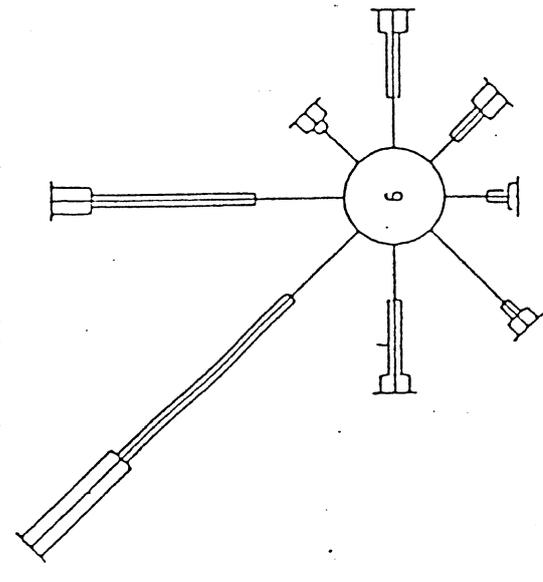
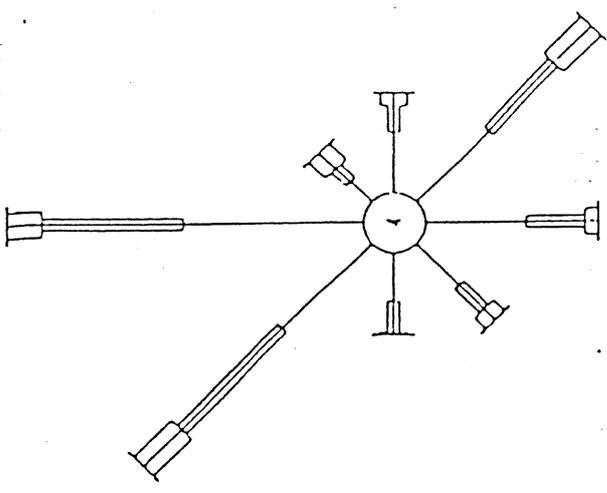


Fig. 1.1.5 Distribuzione delle intensità di vento mensile nelle varie direzioni
Stazione anemometrica di Lampedusa.

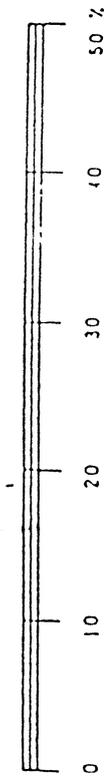
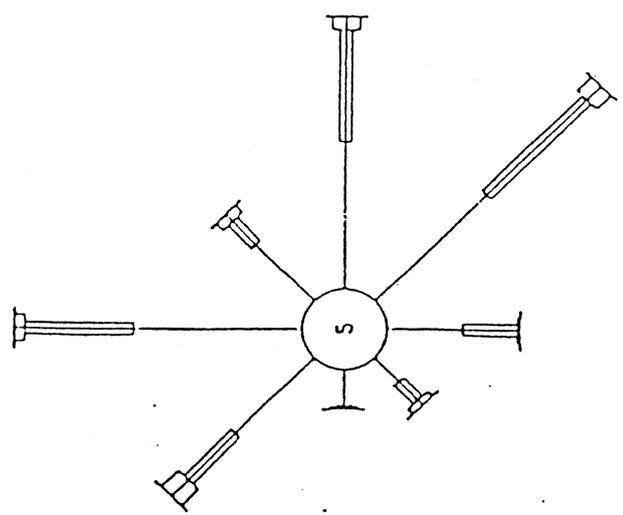
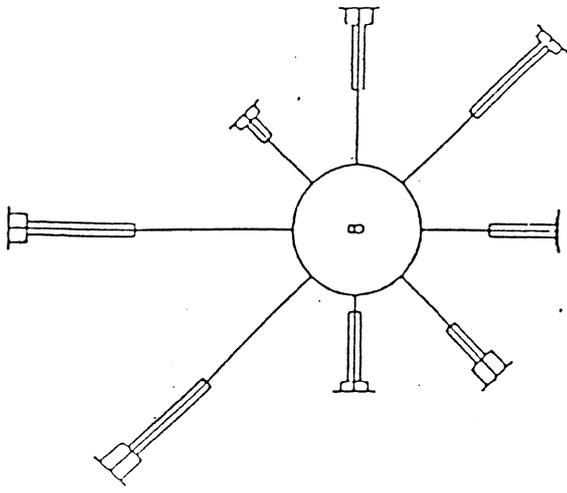


Fig. 1.1.6 Distribuzione delle intensità di vento mensite nelle varie direzioni
Stazione anemometrica di Lampedusa.

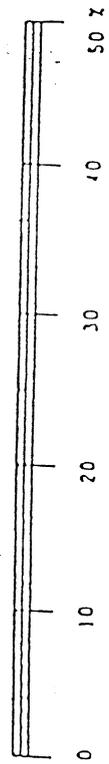
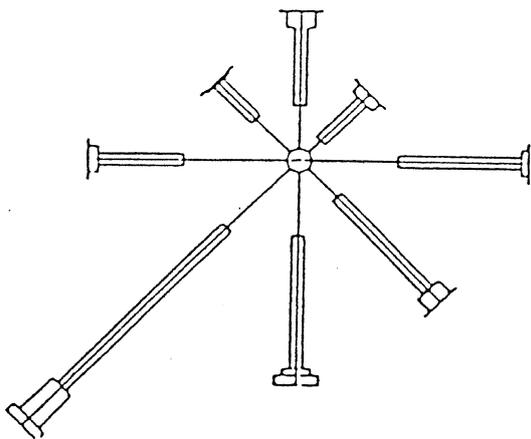
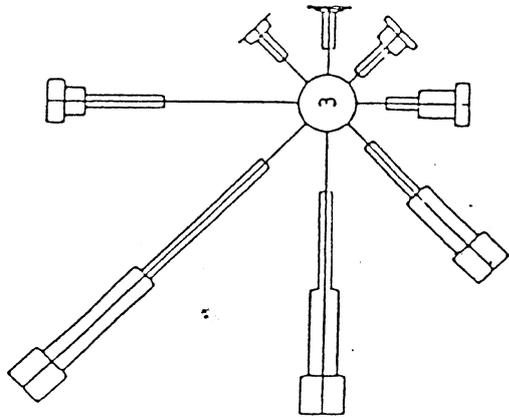


Fig. 1.1.7 Distribuzione delle intensità di vento mensile nelle varie direzioni -
Stazione anemometrica di Lampedusa.

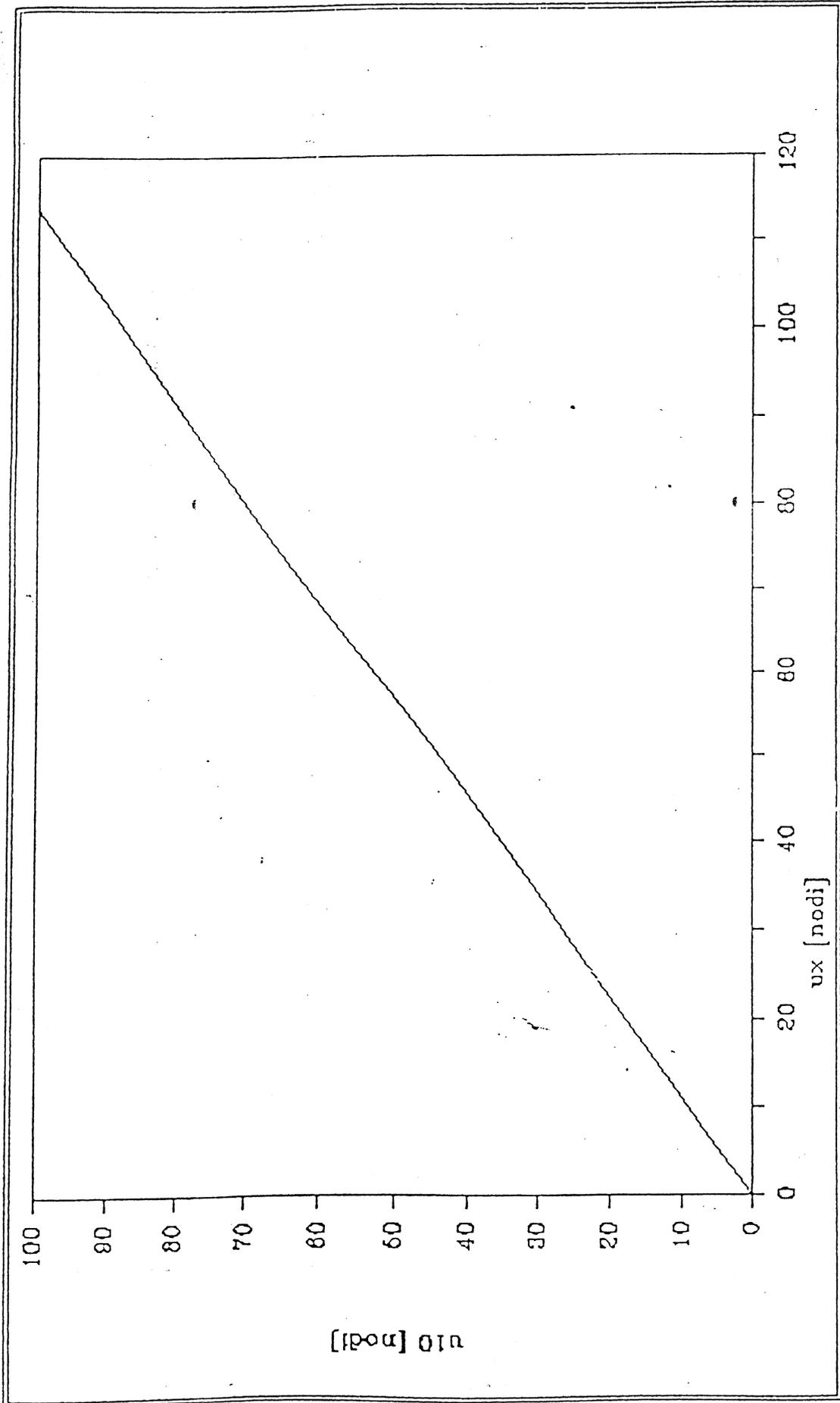


Fig. 1.1.8: - Riduzione della velocità del vento misurata dall'anemografo di Lampedusa (490,00 m s.l.m.) alla quota di 10,00 m s.l.m..

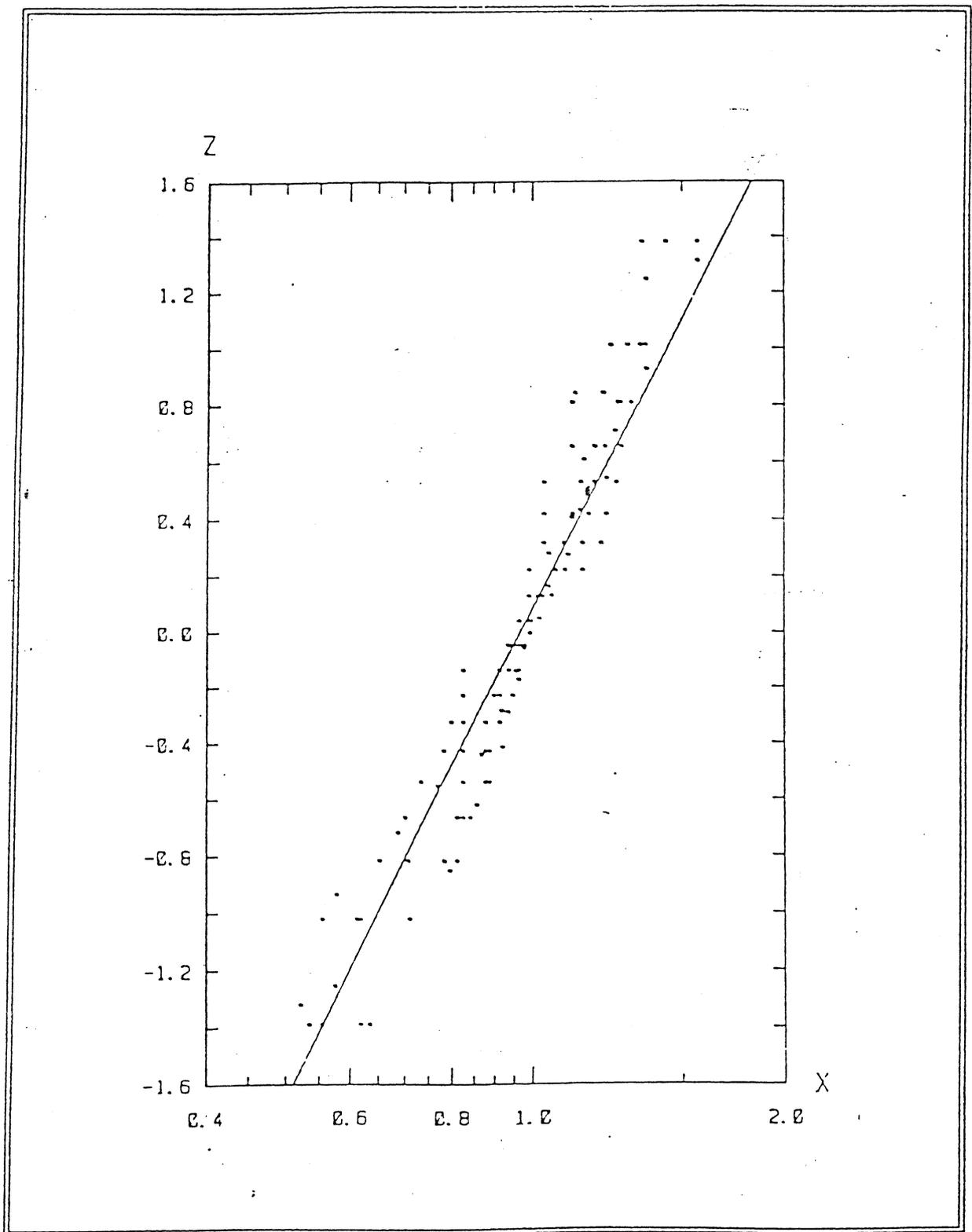


Fig. 1.1.9. - Distribuzione log-normale dei dati di vento di durata 3 ore. Direzione NE.

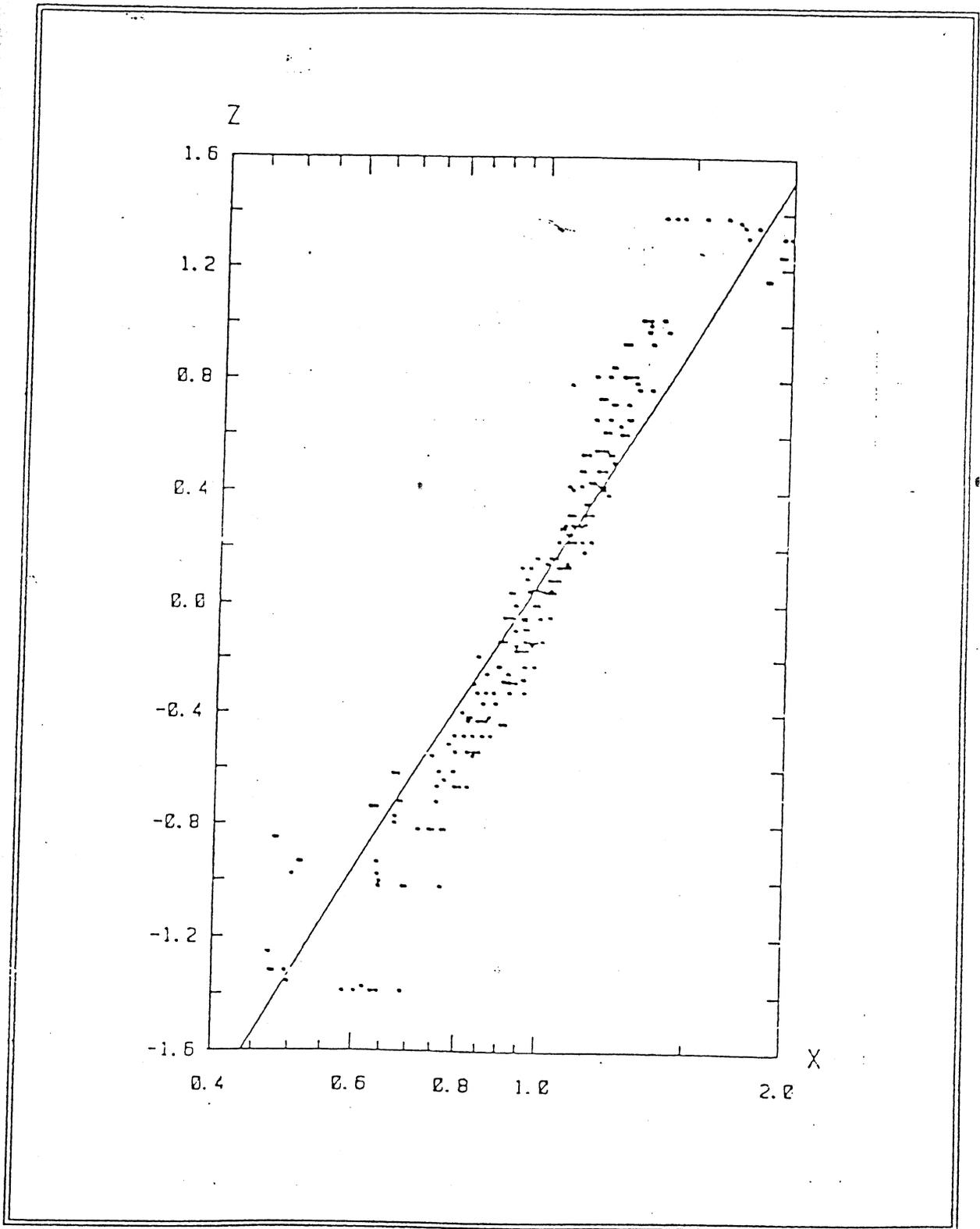


Fig. 1.1.10. - Distribuzione log-normale dei dati di vento di durata 3 ore. Direzione E.

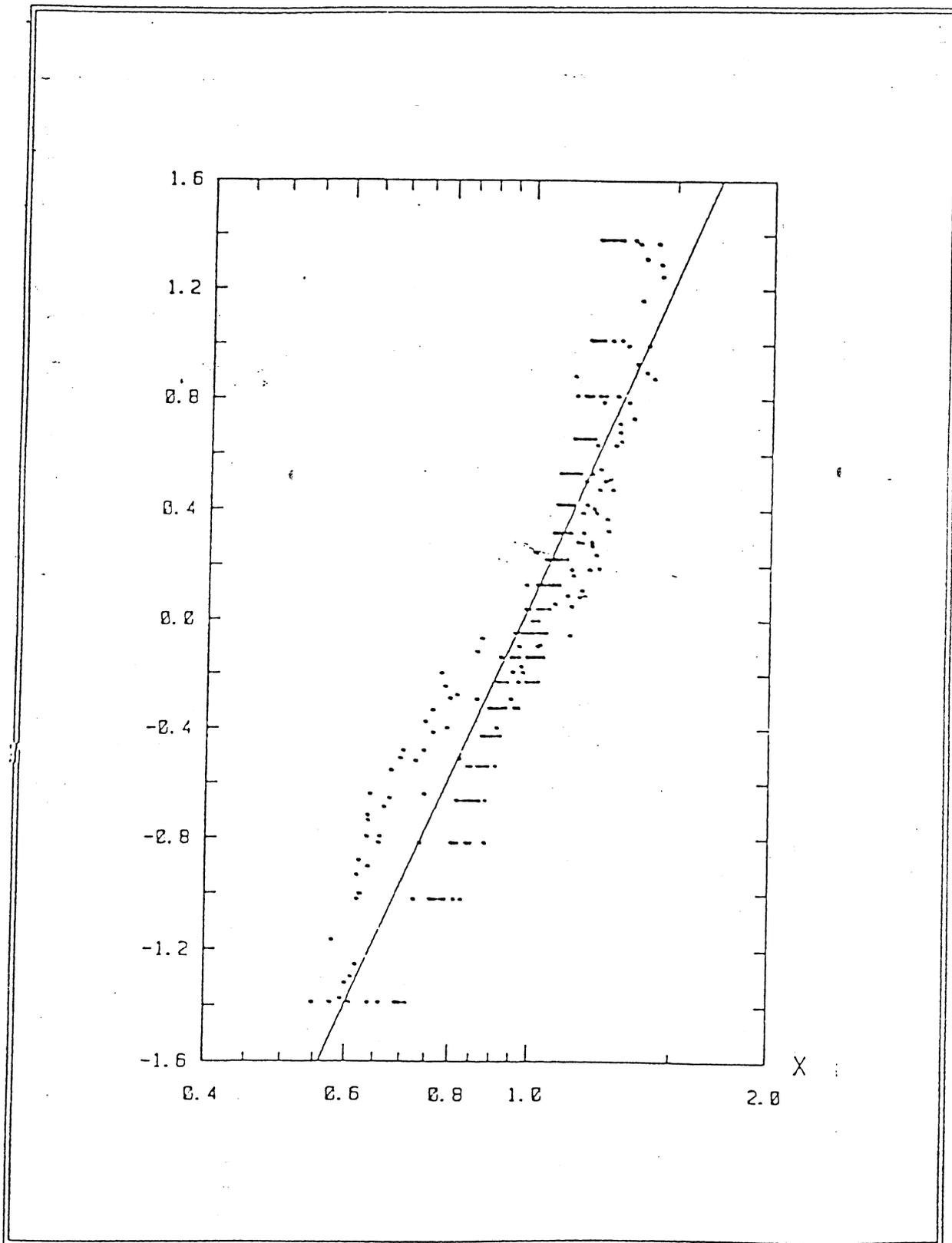


Fig. 1.1.11. - Distribuzione log-normale dei dati di vento di durata 3 ore. Direzione SE.

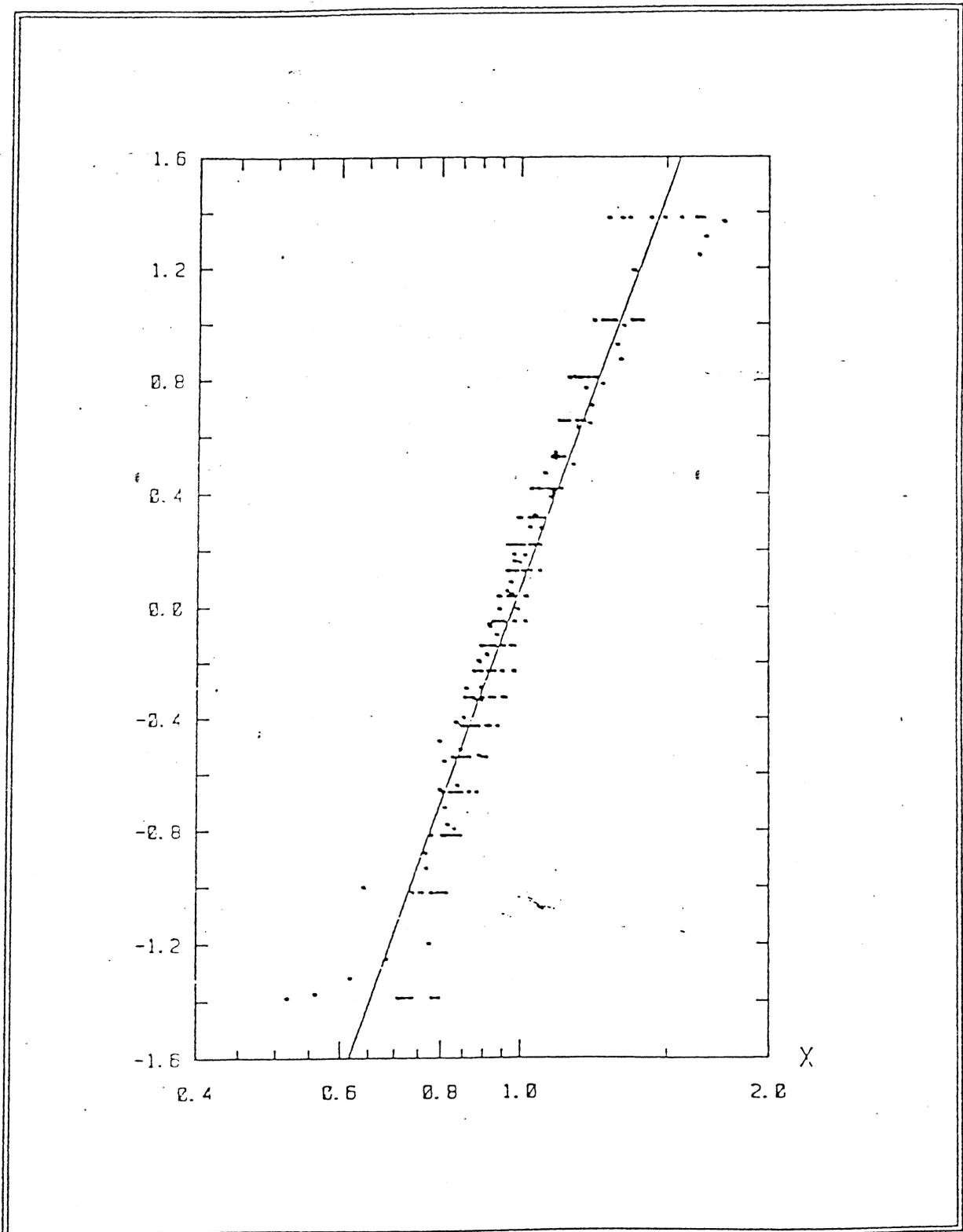


Fig. 1.1.12. - Distribuzione log-normale dei dati di vento di durata 3 ore. Direzione S.

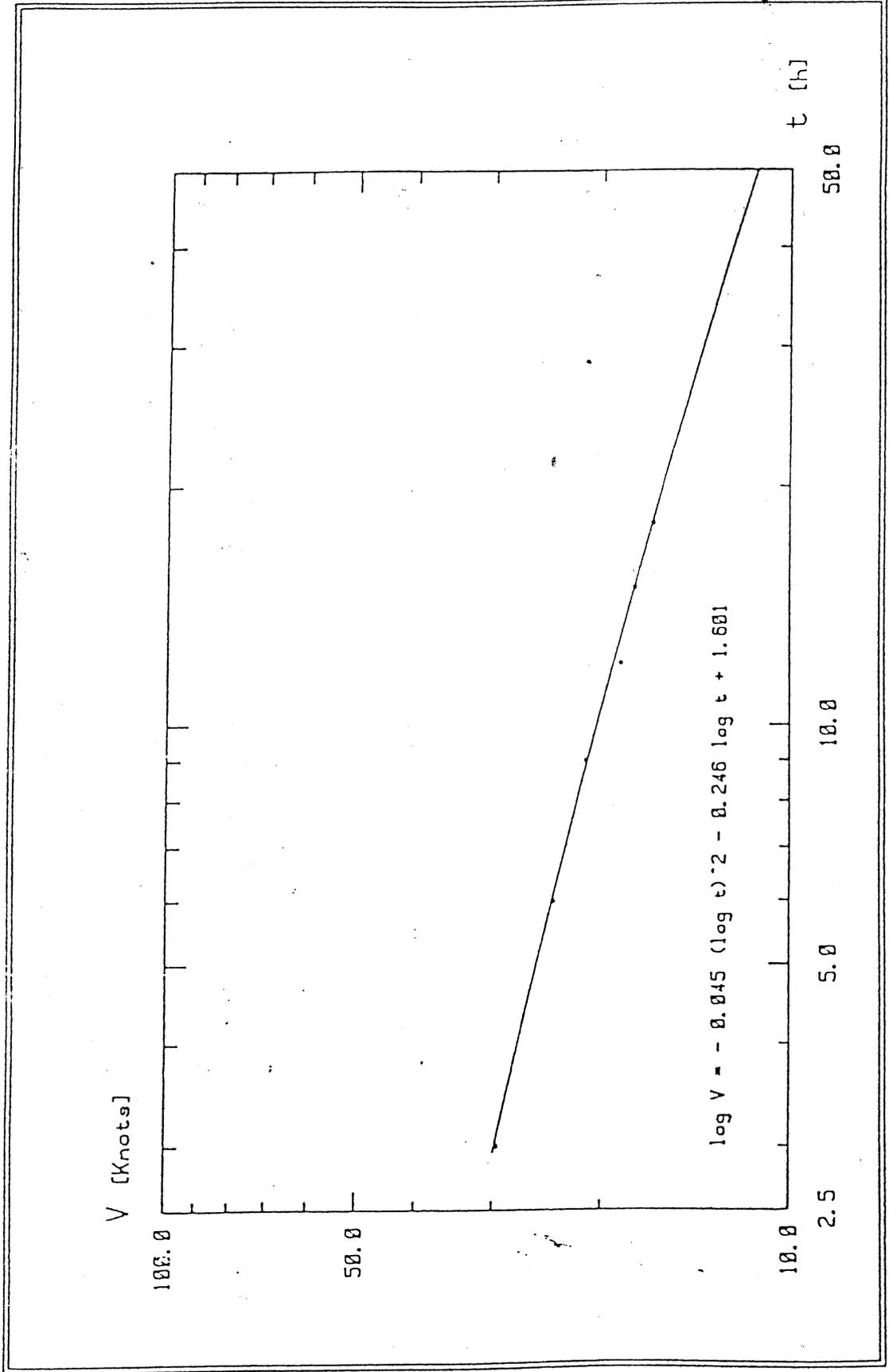


Fig. 1.1.13. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione NE - Tempo di ritorno 5 anni.

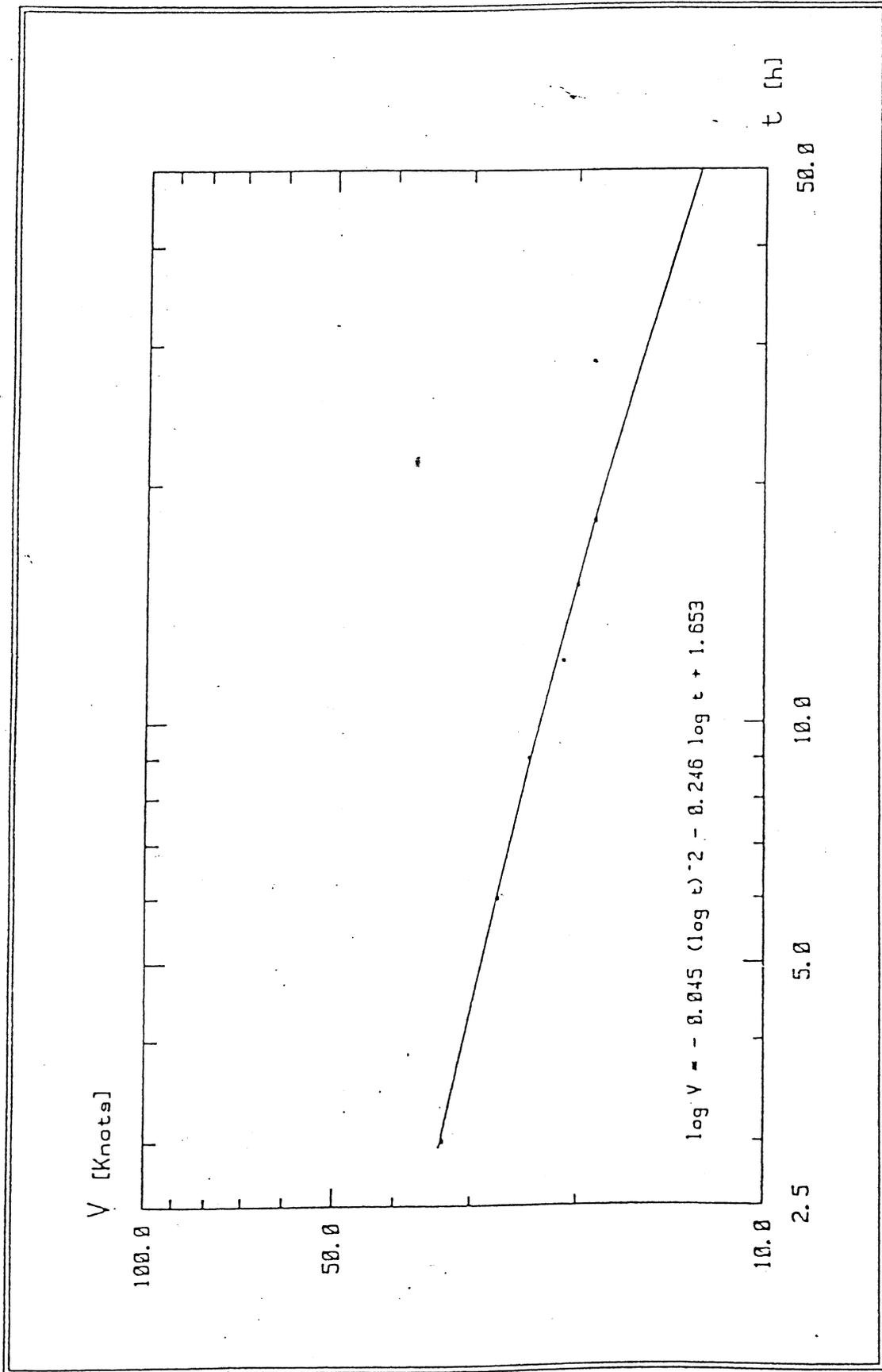


Fig. 1.1.14. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione NE - Tempo di ritorno 10 anni.

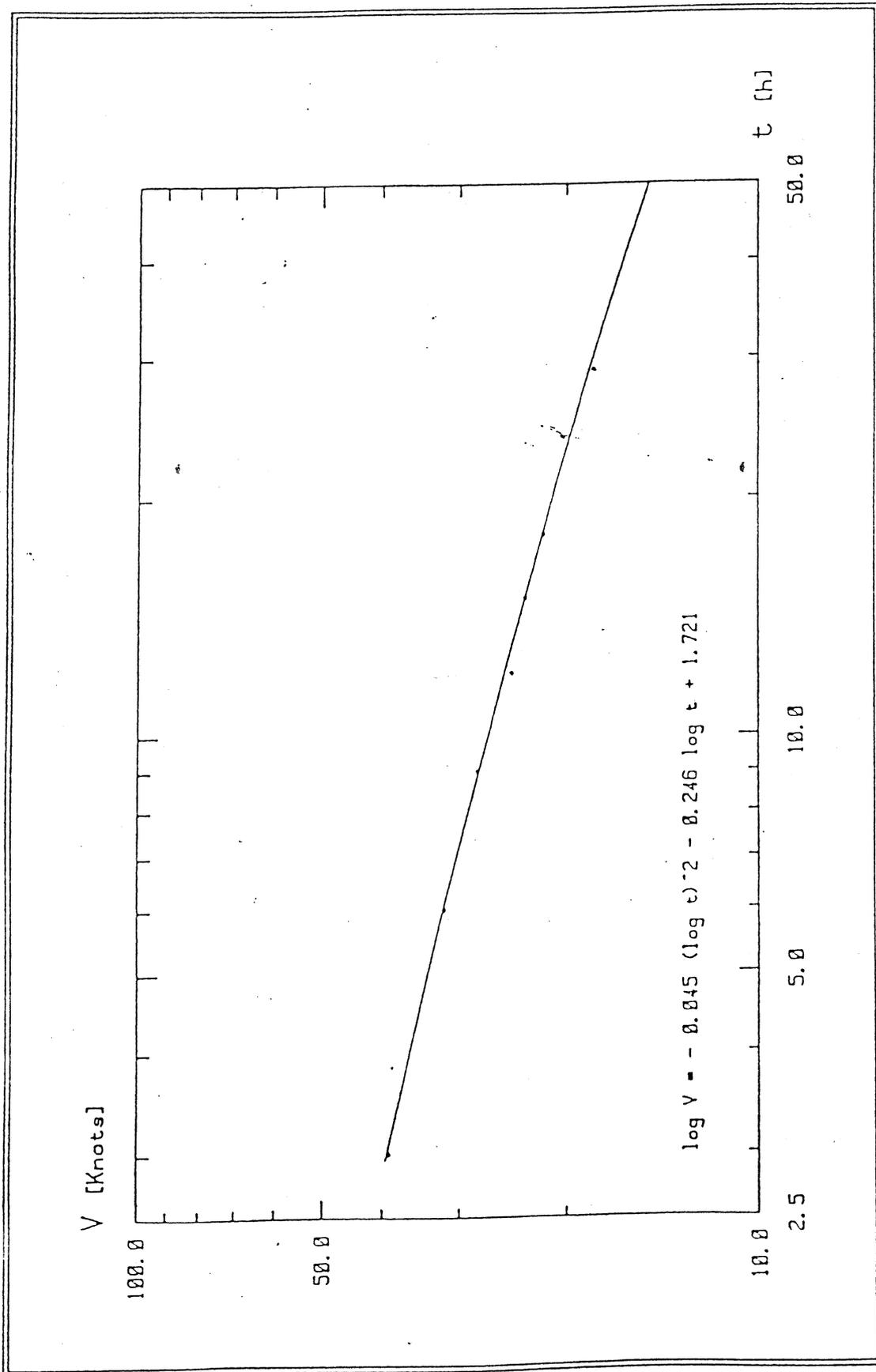


Fig. 1.1.15. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione NE - Tempo di ritorno 30 anni.

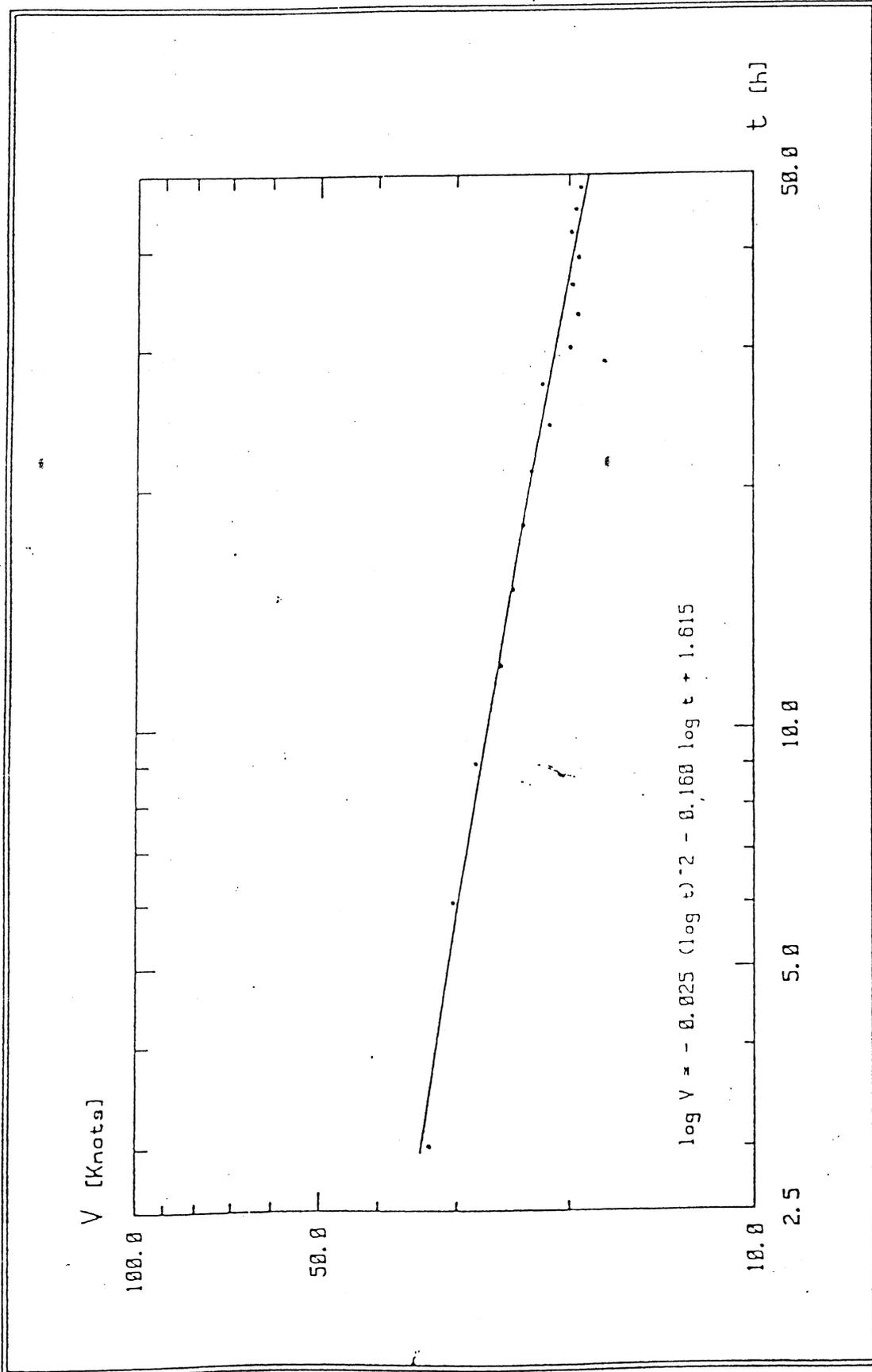


Fig. 1.1.16. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione E - Tempo di ritorno 5 anni.

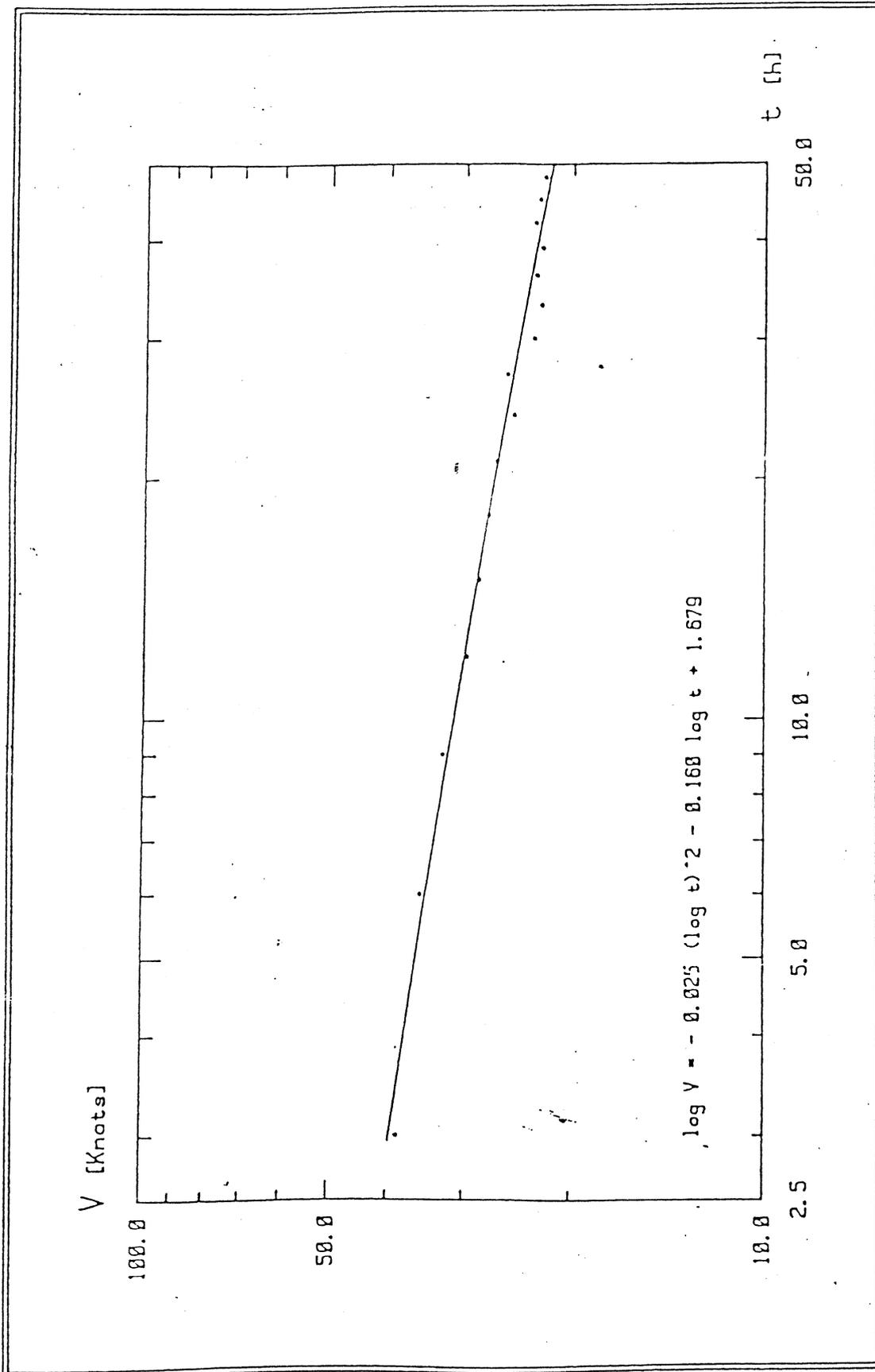


Fig. 1.1.17. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione E' - Tempo di ritorno 10 anni.

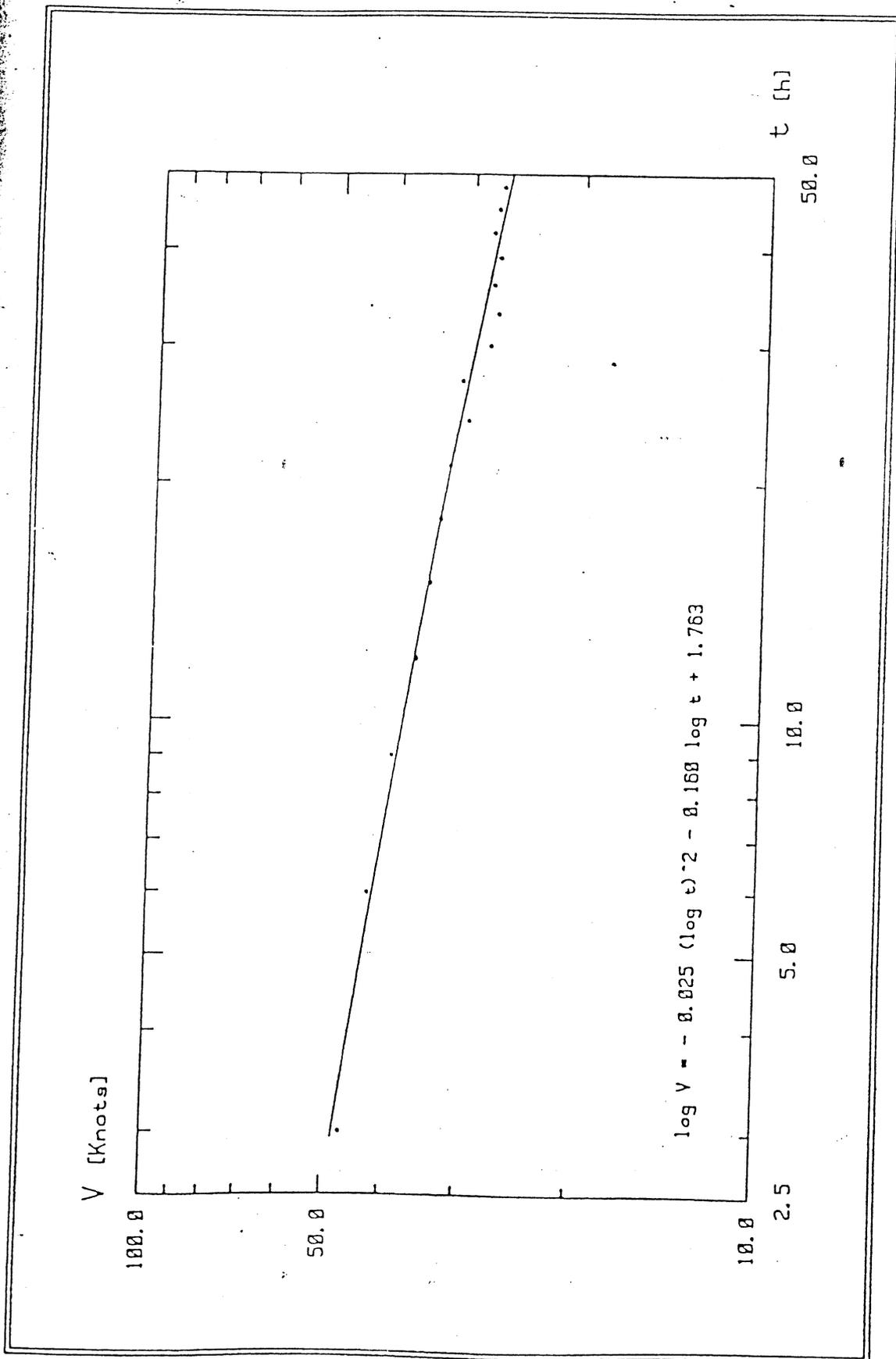


Fig. 1.1.18. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione E' - Tempo di ritorno 30 anni.

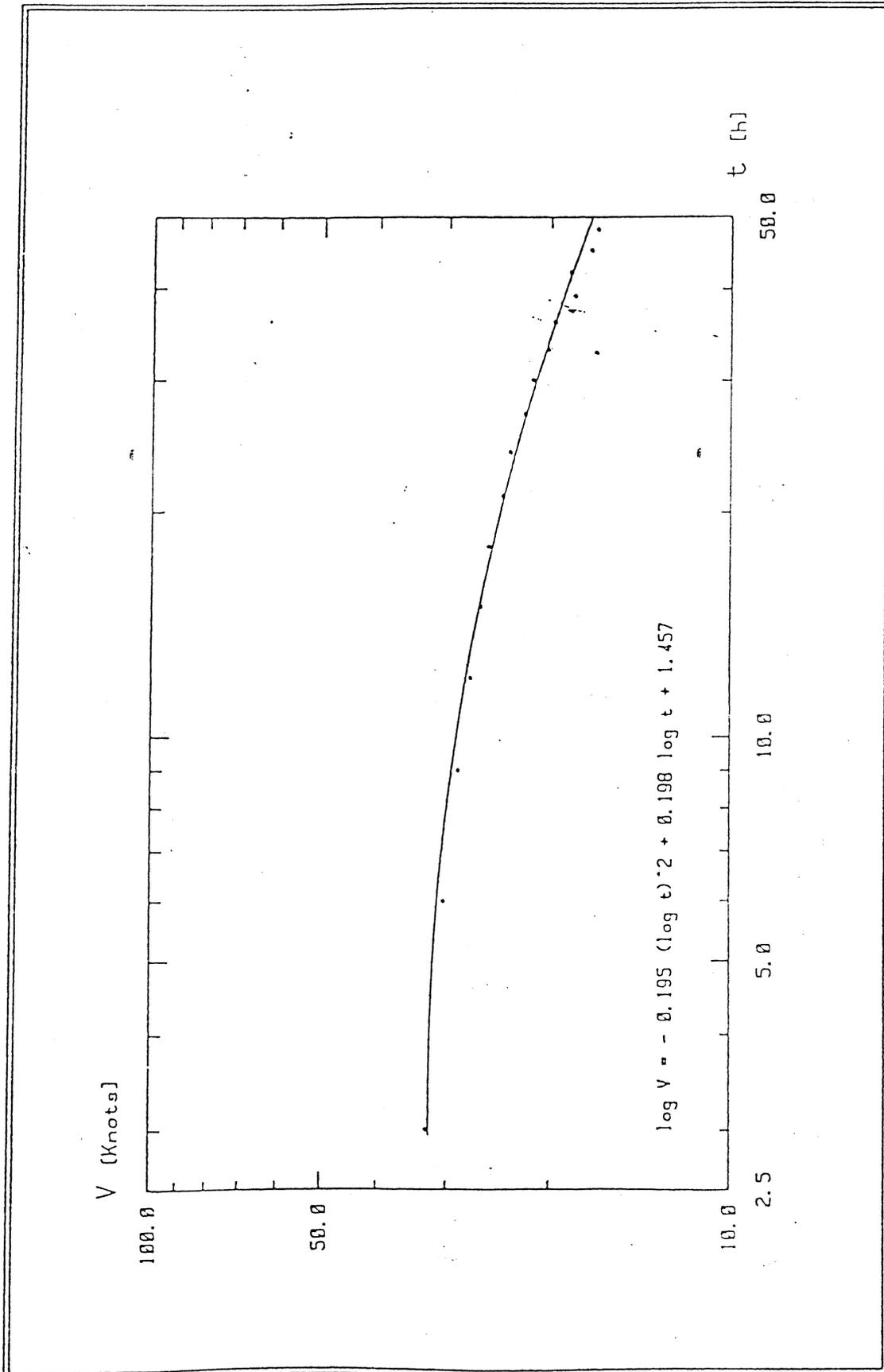


Fig. 1.1.19. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione SE - Tempo di ritorno 5 anni.

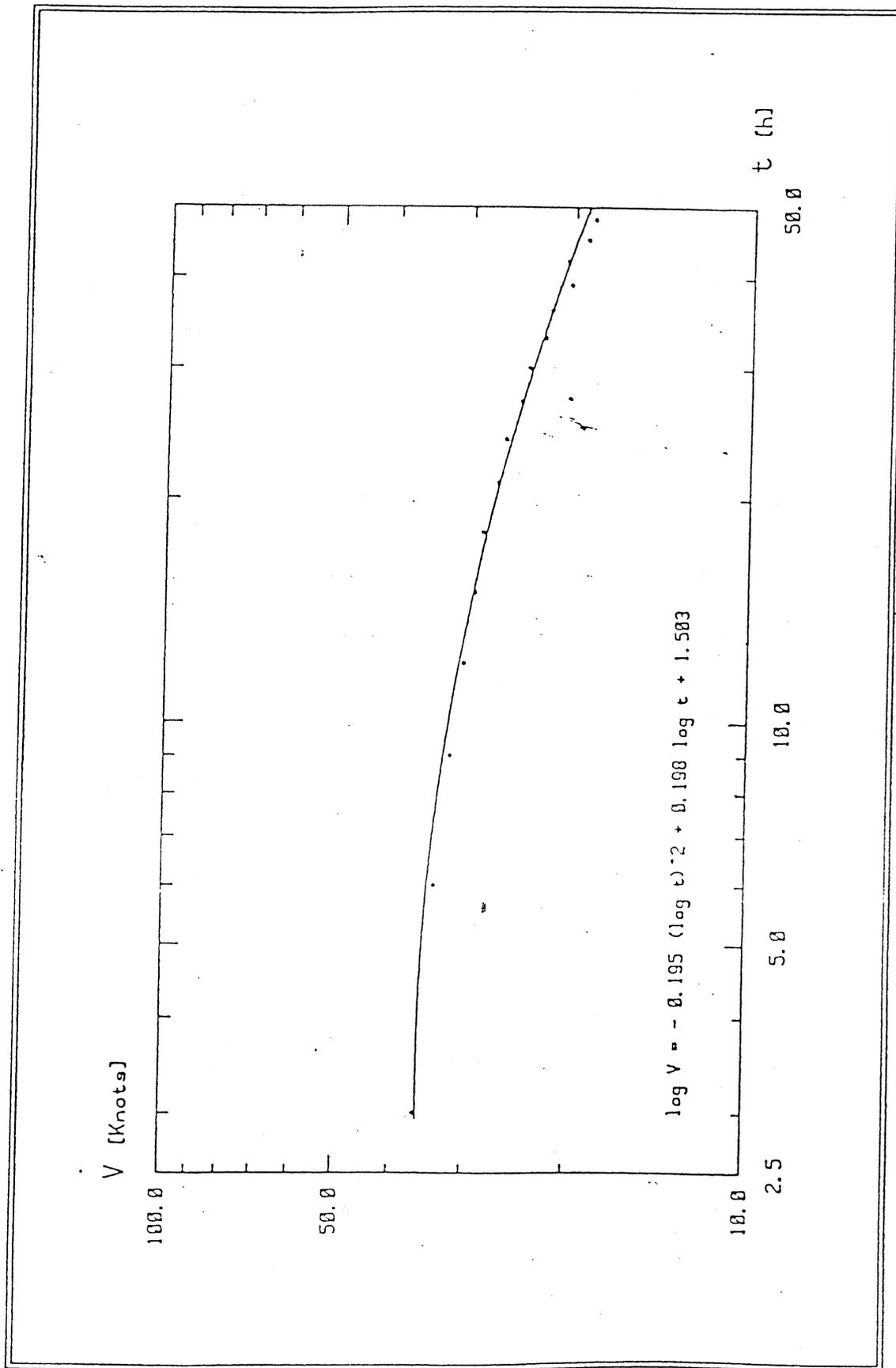


Fig. 1.1.20. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione SE - Tempo di ritorno 10 anni.

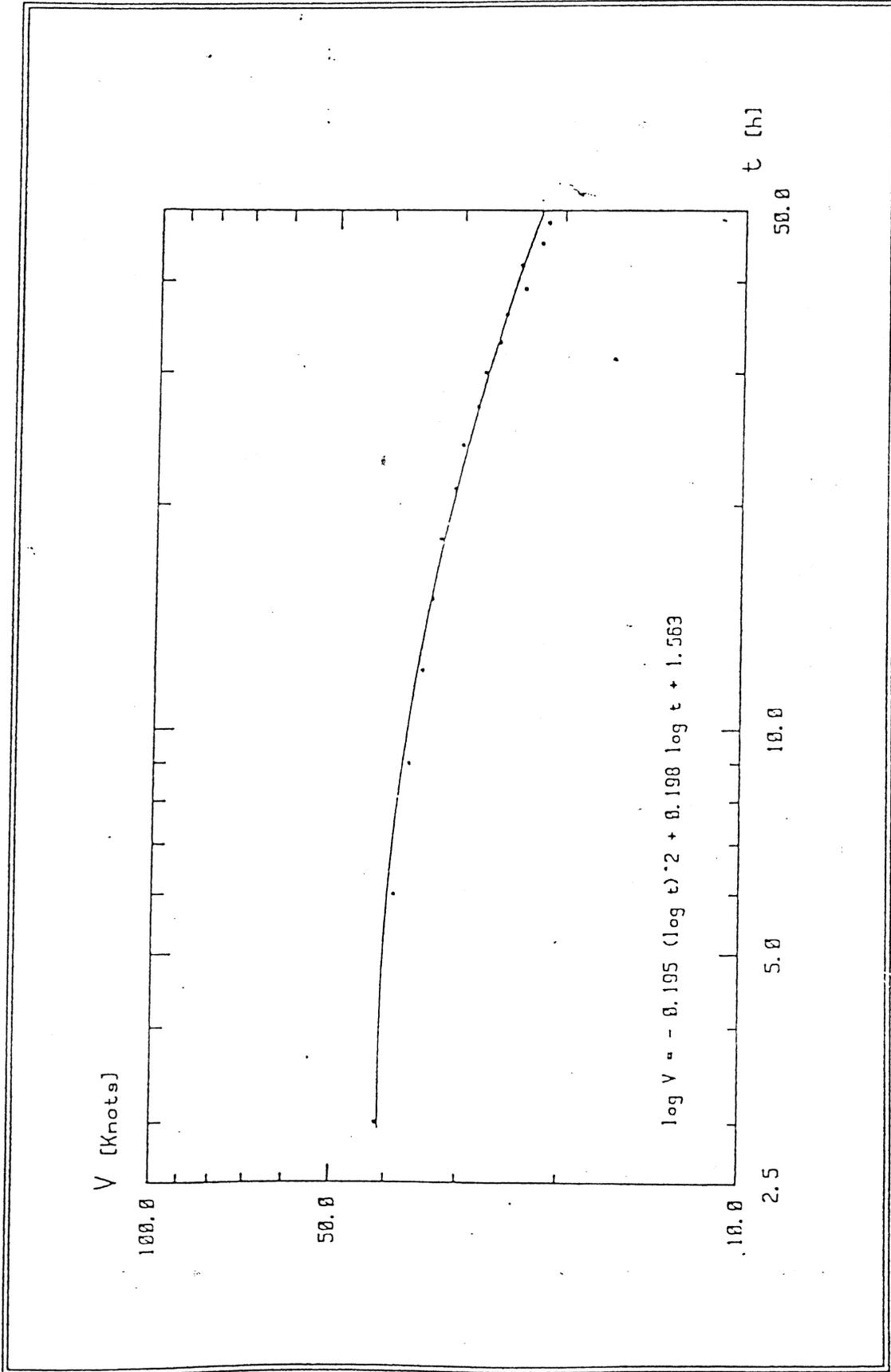


Fig. 1.1.21. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione SE - Tempo di ritorno 30 anni.

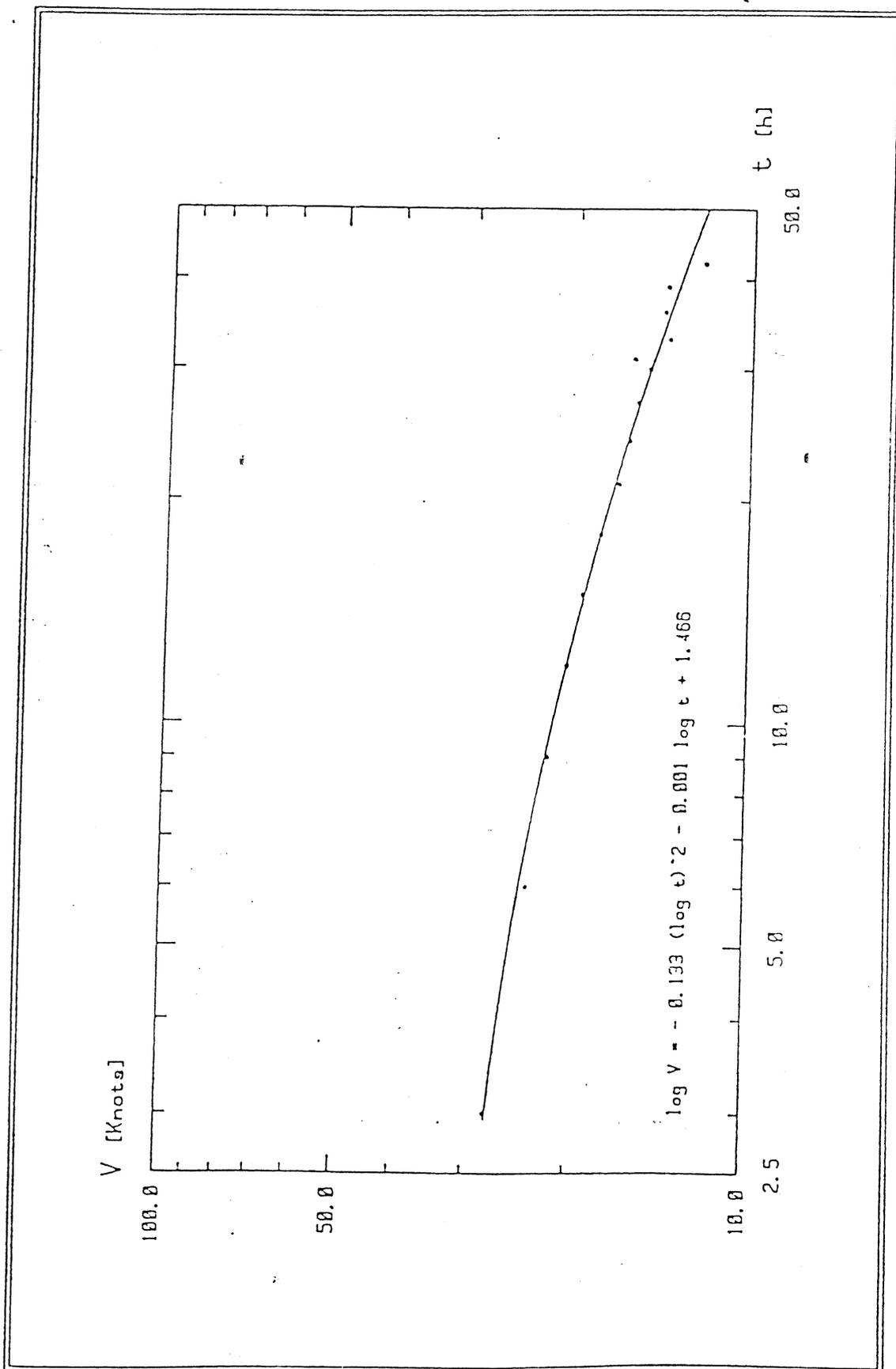


Fig. 1.1.22. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione S' - Tempo di ritorno 5 anni.

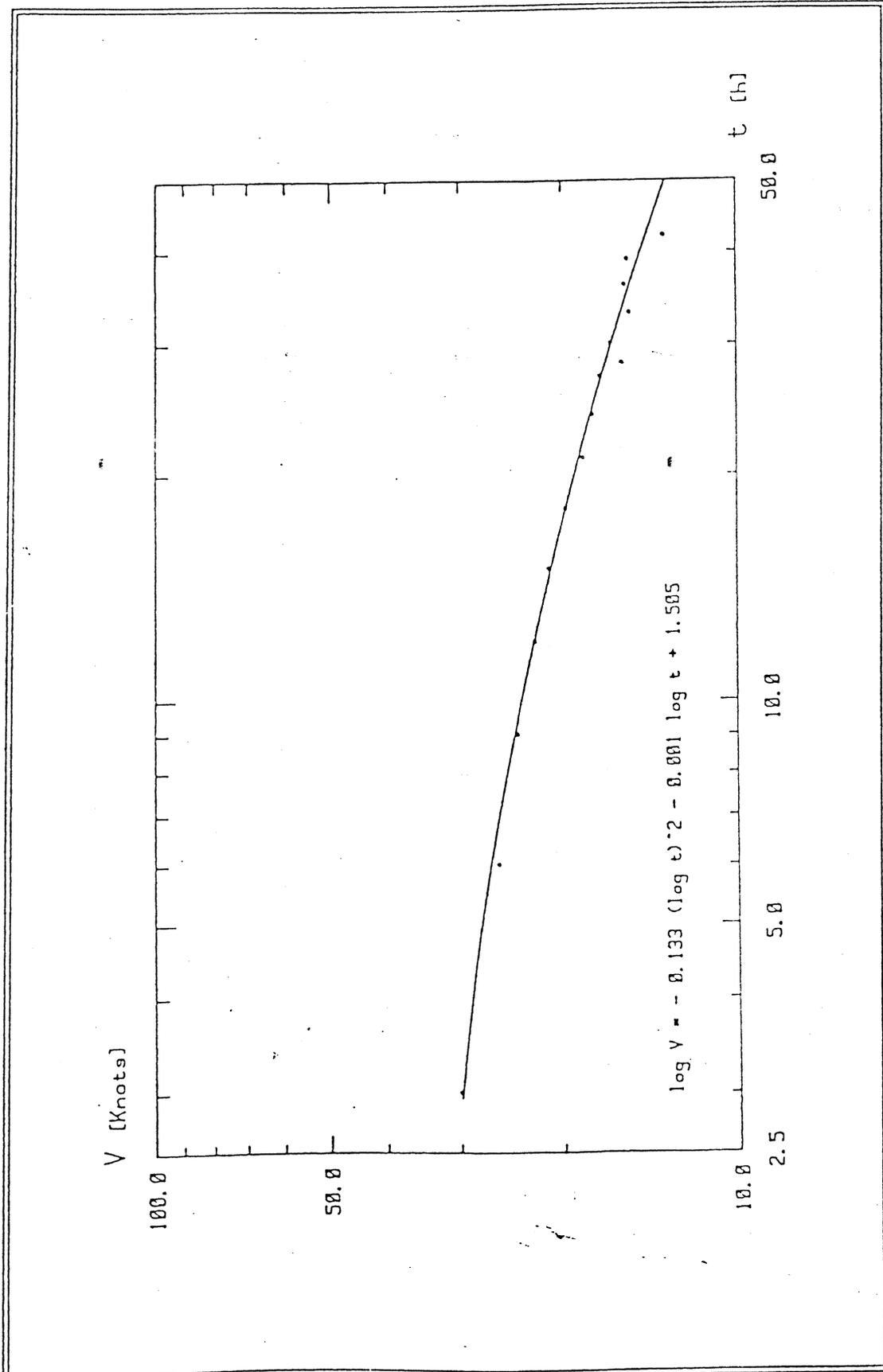


Fig. 1.1.23. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione S - Tempo di ritorno 10 anni.

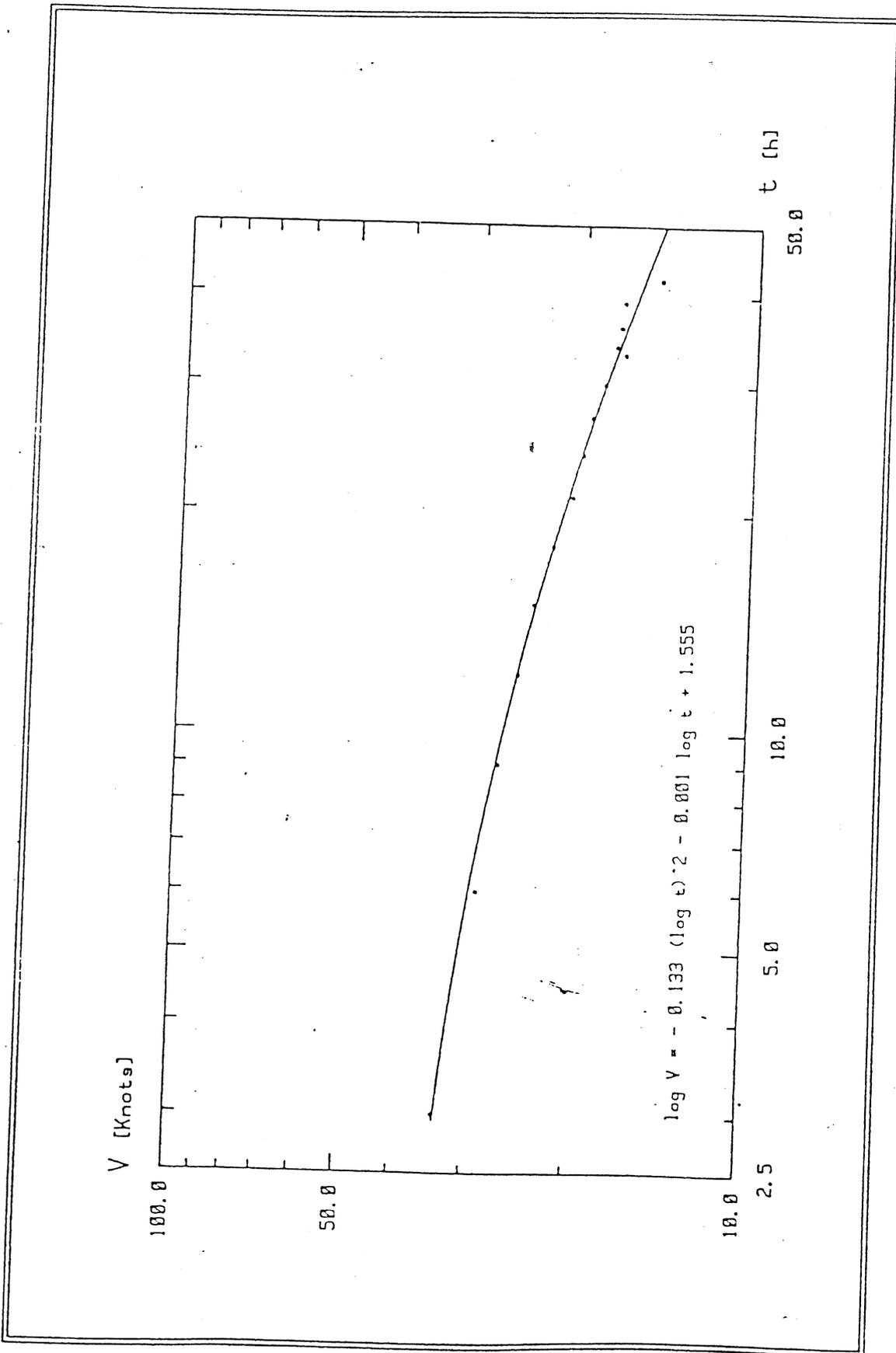


Fig. 1.1.24. - Curve interpolanti delle coppie di valori velocità durata. Direzione S - Tempo di ritorno 30 anni.

Settore di traversia: 56°N - 182°30'N

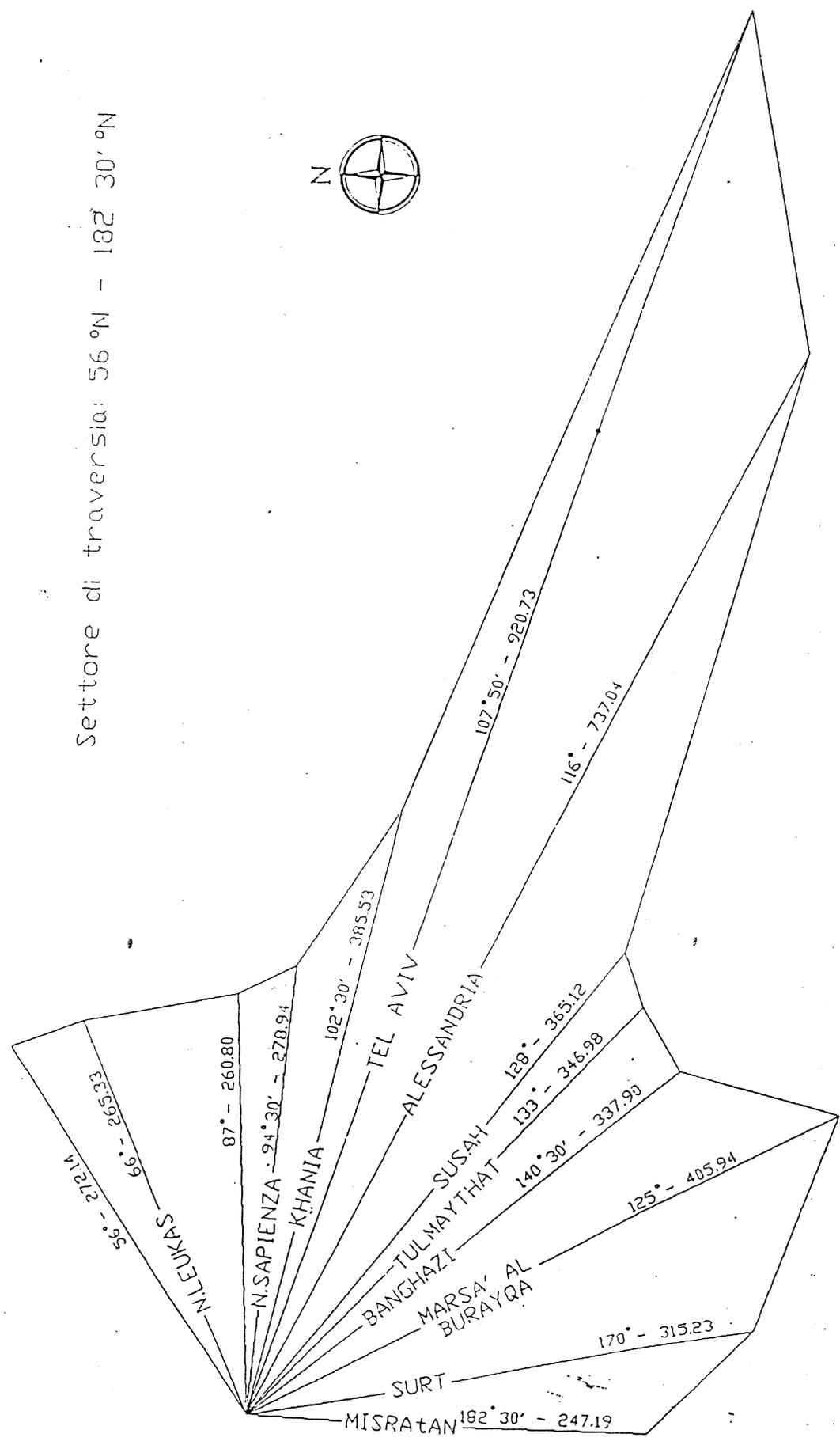
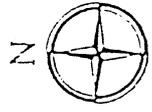


DIAGRAMMA DEI FETCH GEOGRAFICI



Fig. 2.2.2 - Settore di traversia e diagramma dei fetch geografici del paraggio di Calabernardo.

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OBTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

- Lato nord reticolo di calcolo = 500 m -

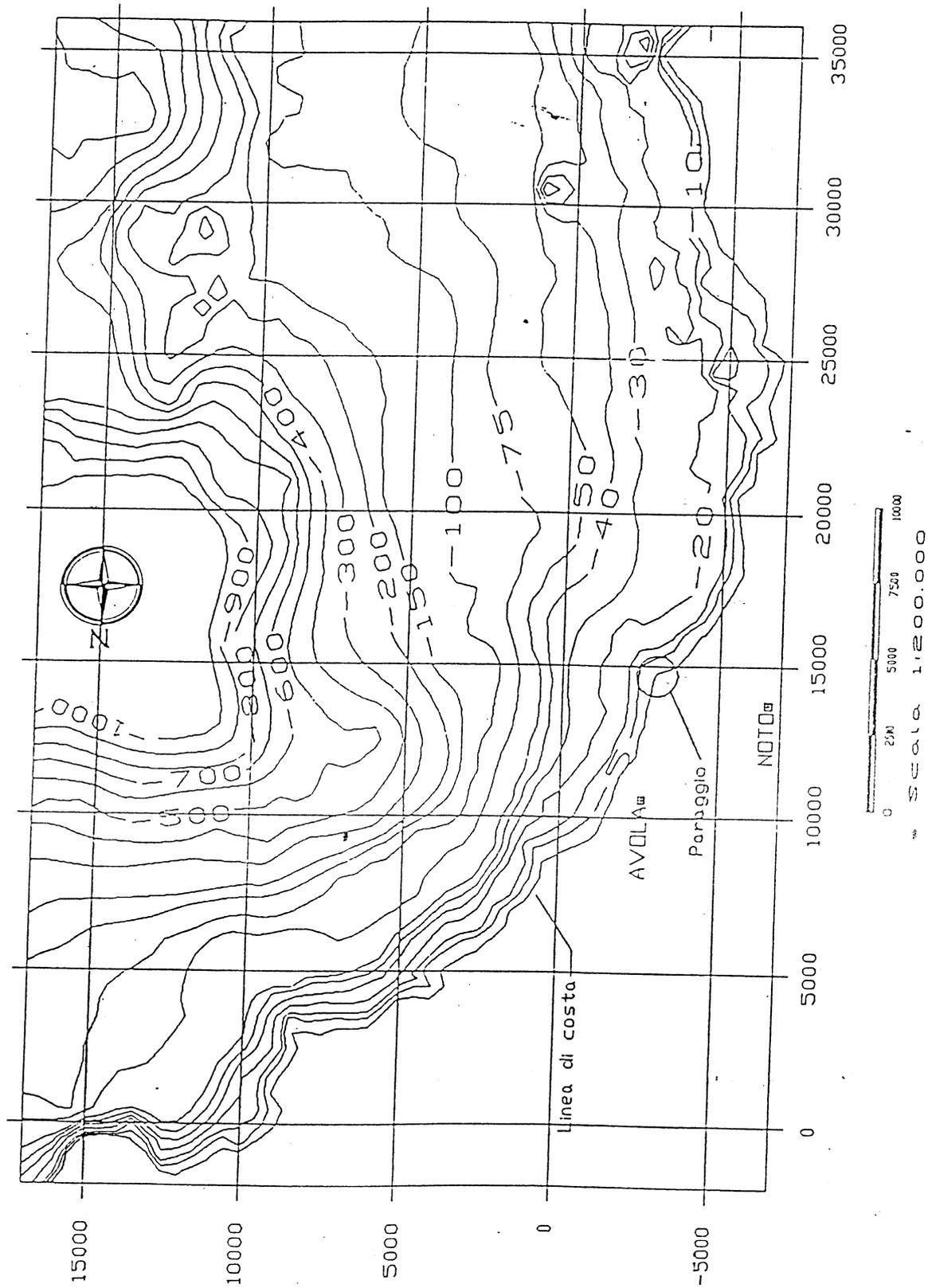
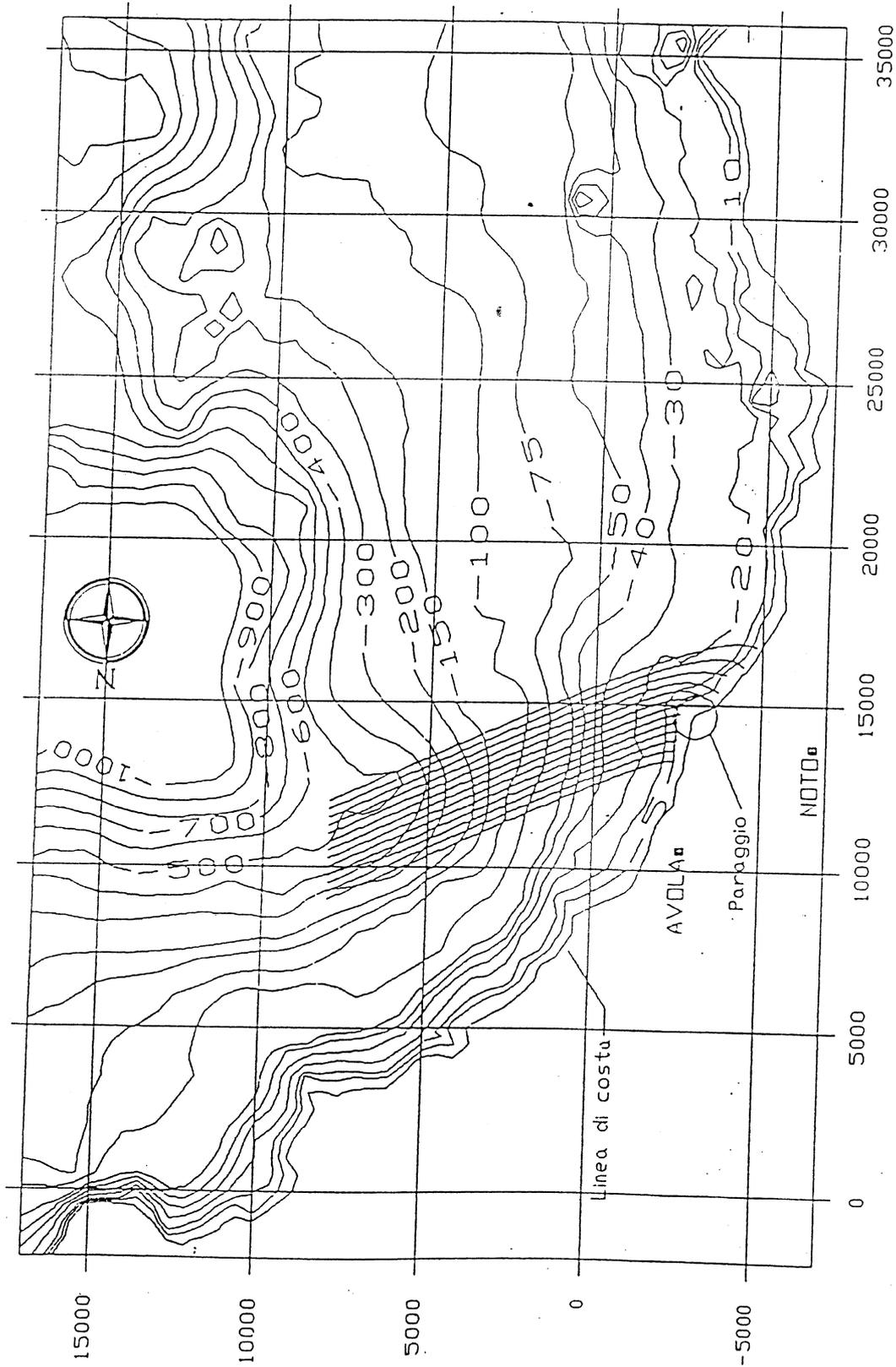


Fig. 3.3.1

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

Ortogonalni d'onda per la direzione d'attacco di 66 N - Tr = 5 anni

- Lato maglia reticolo di calcolo = 500 m -



$H_0 = 3.09 \text{ m}$
 $T_0 = 7.05 \text{ s}$
 $L_0 = 77.60 \text{ m}$

Fig. 3.4.1

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

Ortogonalni d'onda per la direzione d'attacco di 107 N - Tr = 5 anni
- lato maglia reticolo di calcolo = 500 m -

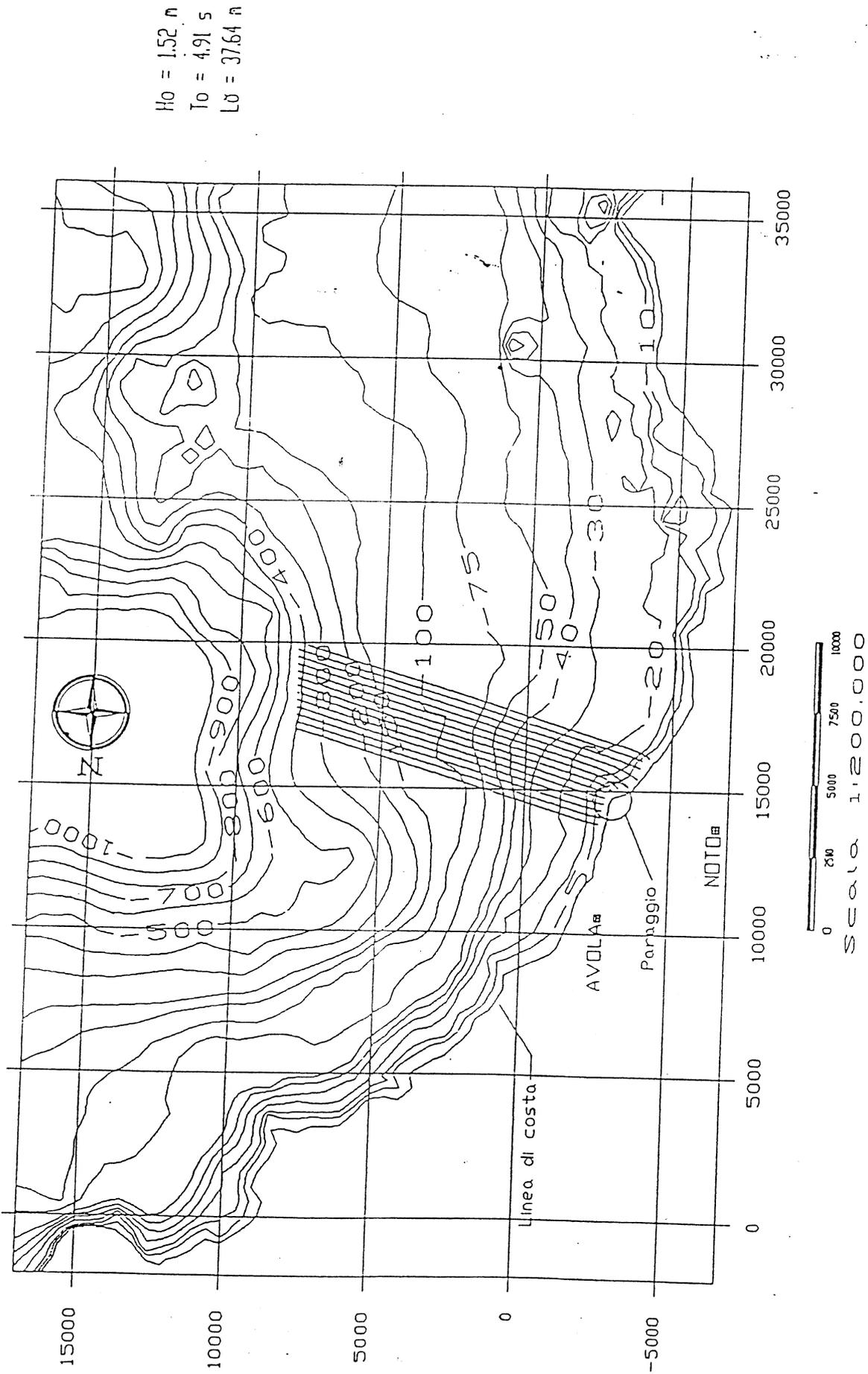
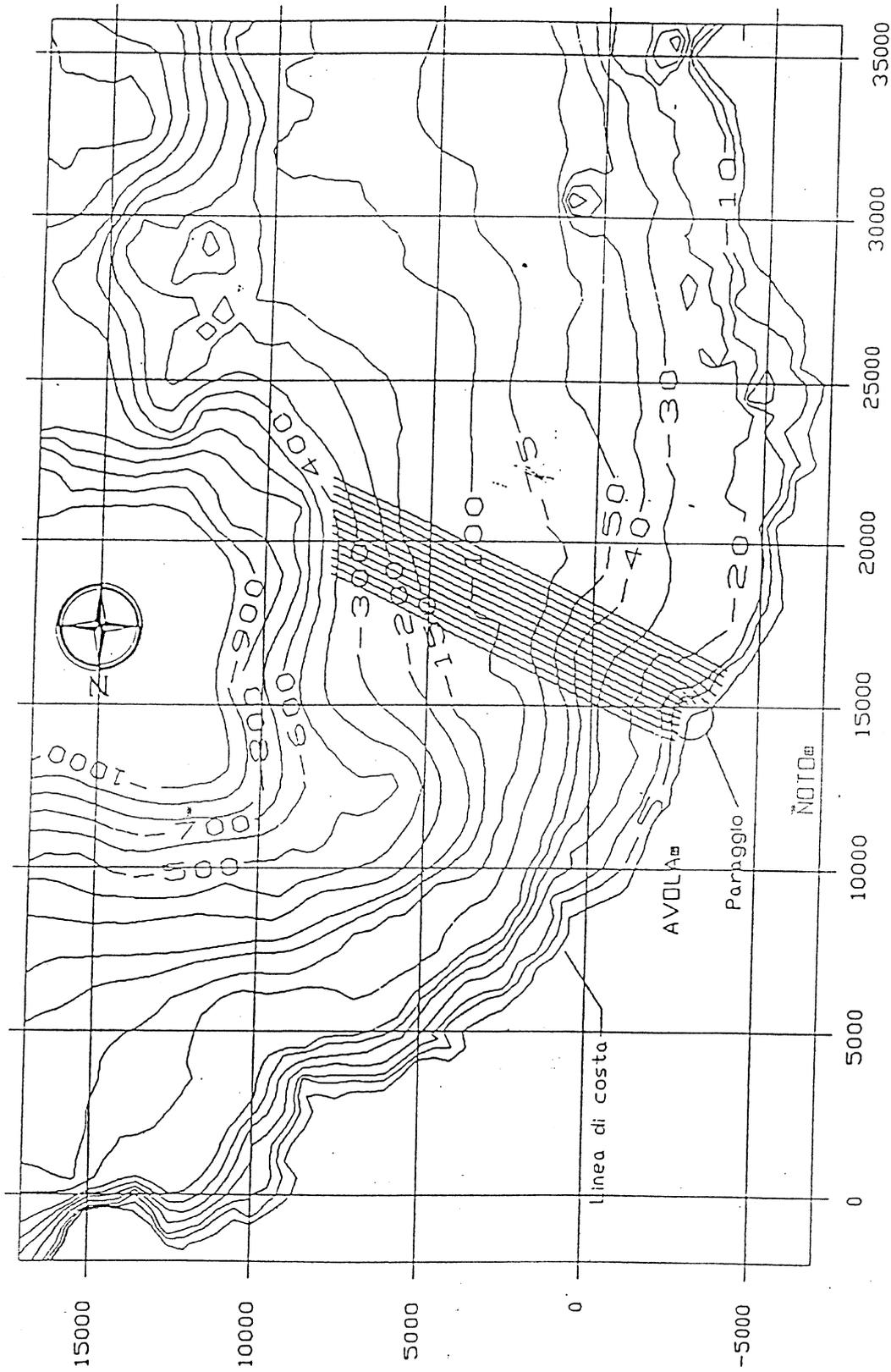


Fig. 3.4.2

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

Ortogonalni d'onda per la direzione d'attacco di 116 H - Tr = 5 anni

- Lato maglia reticolo di calcolo = 500 m -

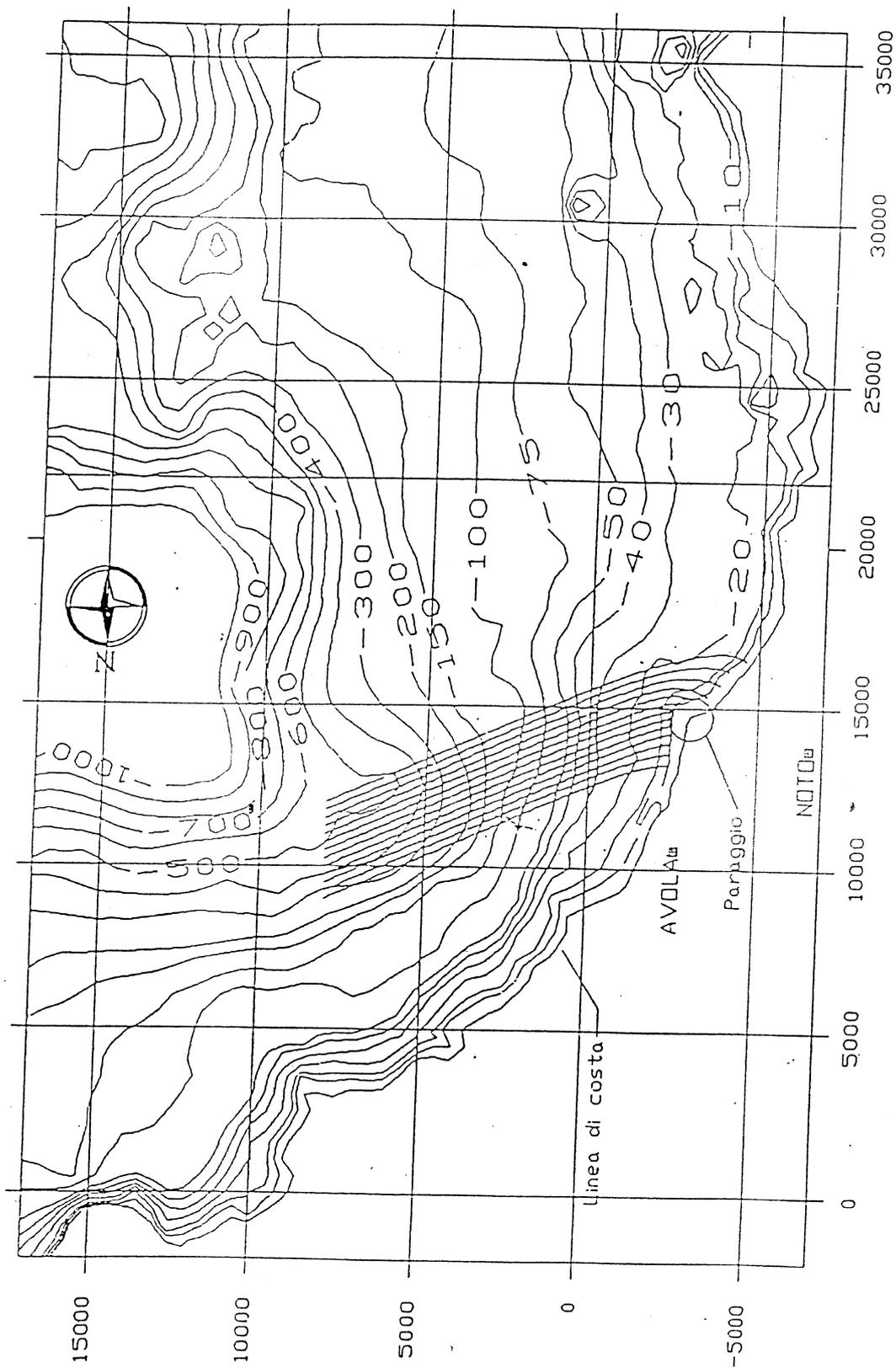


$H_0 = 1.75 \text{ m}$
 $T_0 = 5.28 \text{ s}$
 $L_0 = 43.53 \text{ m}$

Fig. 3.4.3

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

Ortogonalità d'onda per la direzione d'attacco di 66 N - Tr = 10 anni
- lato nella reticolo di calcolo = 500 m -

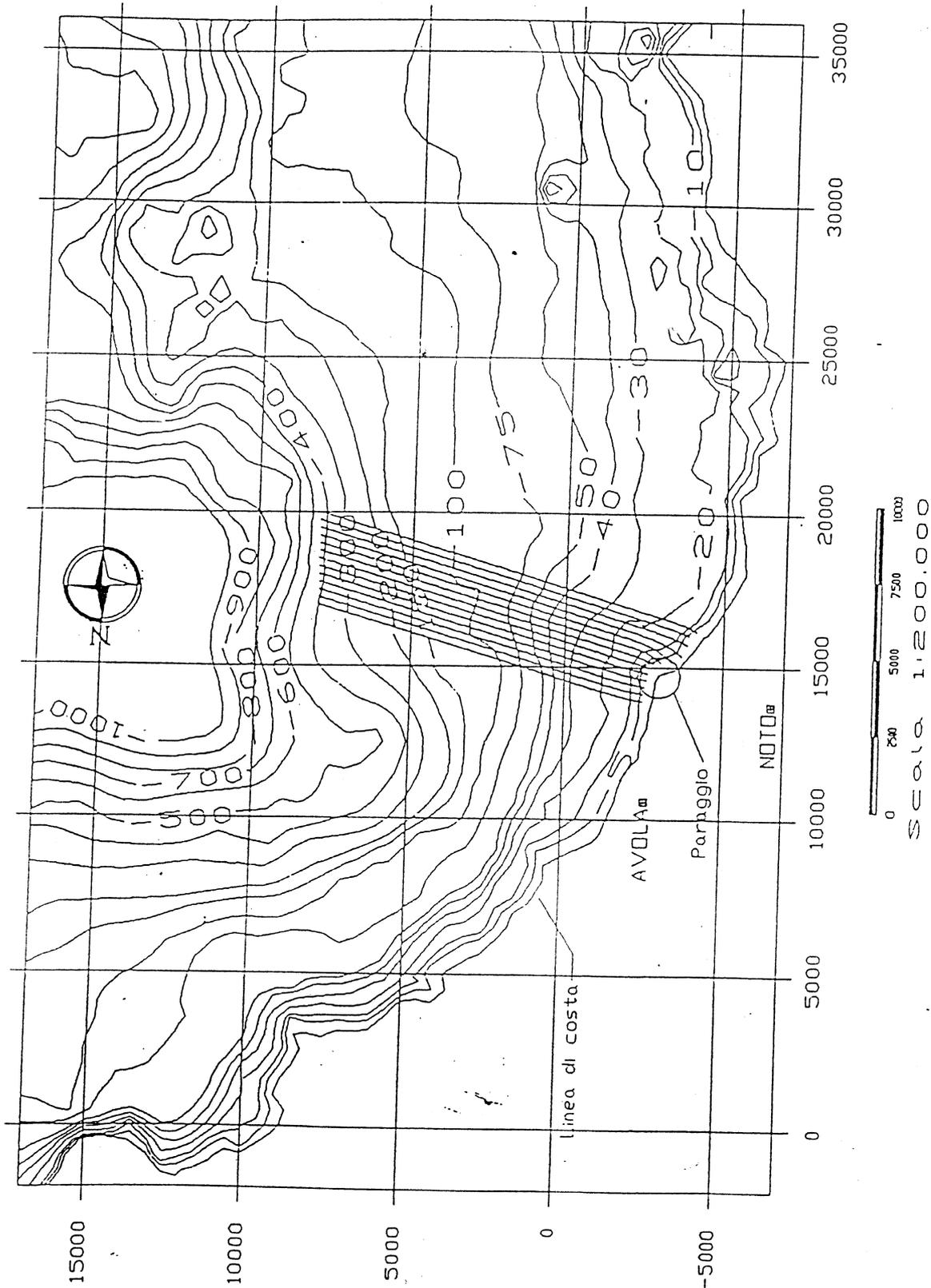


$H_0 = 3.73 \text{ m}$
 $T_0 = 7.74 \text{ s}$
 $L_0 = 93.53 \text{ m}$

Fig. 3.4.4

BATHYMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

Ortogonalni d'onda per la direzione d'attacco di 107 H - Tr = 10 anni
- Lato maglia reticolo di calcolo = 500 m -



$H_0 = 2.09 \text{ m}$
 $T_0 = 5.79 \text{ s}$
 $L_0 = 52.34 \text{ m}$

Fig. 3.4.5

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

Ortogonalni d'onda per la direzione d'attacco di 116 N - Tr = 10 anni
 - Lato negli reticolo di calcolo = 500 m -

$H_0 = 2.20 \text{ m}$
 $T_0 = 5.94 \text{ s}$
 $L_0 = 5509 \text{ m}$

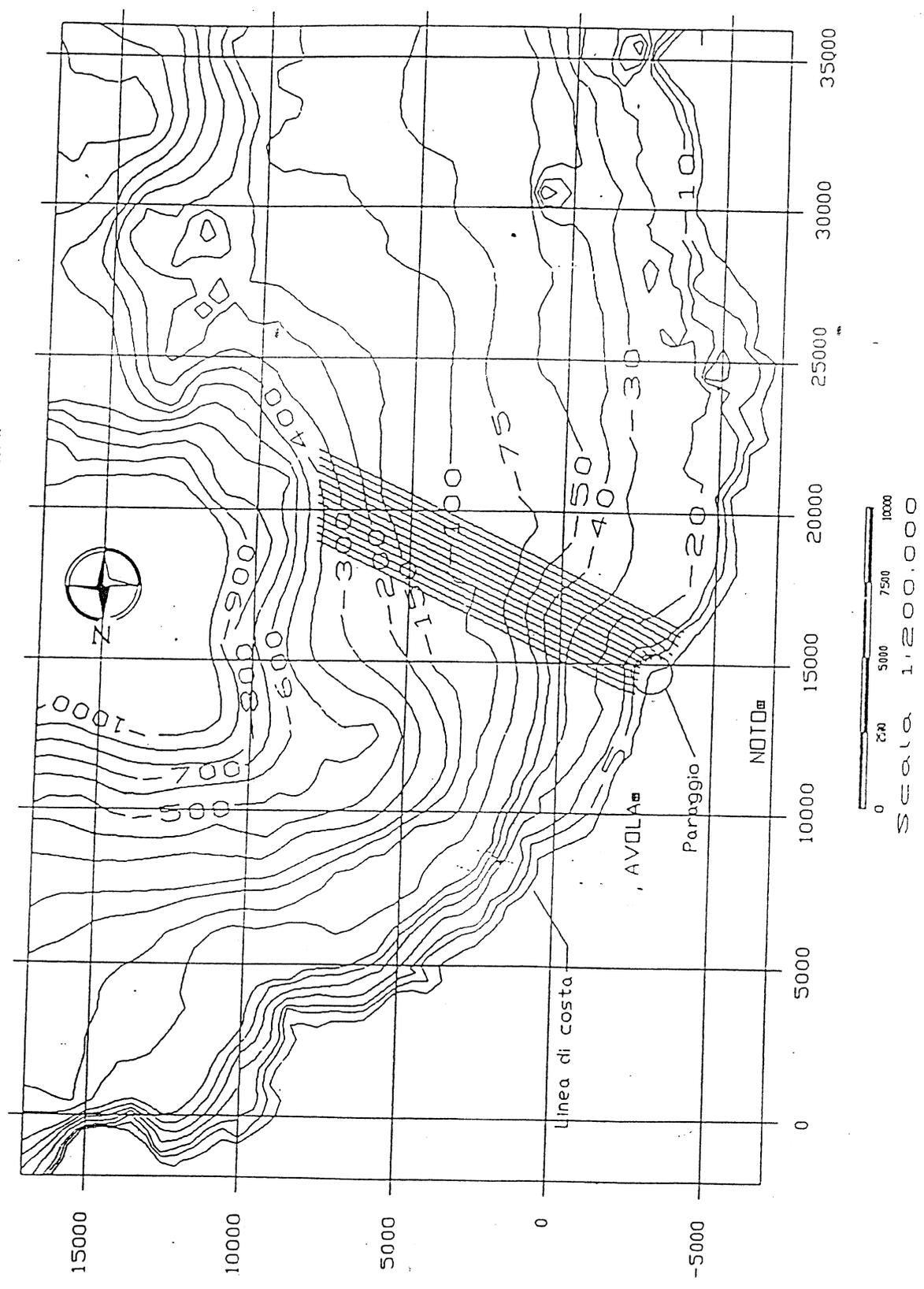


Fig. 3.4.6

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGIG

Ortogonalità d'onda per la direzione d'attacco di 170° - Tr = 10 anni
- Lato maglia reticolo di calcolo = 500 m -

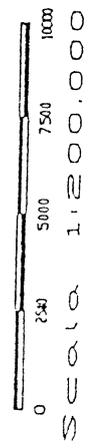
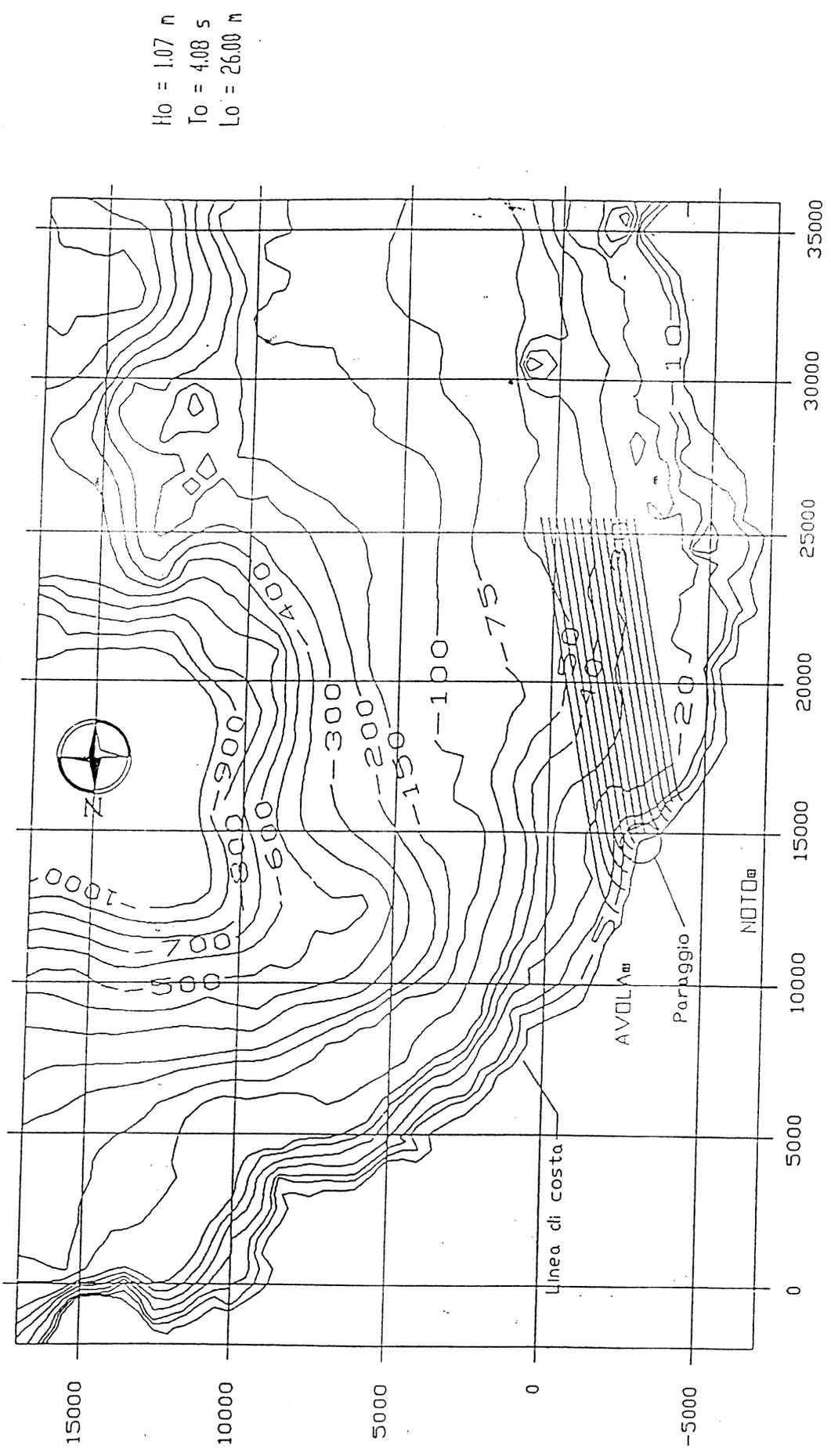


Fig. 3.4.7

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

Ortogonalità d'onda per la direzione d'attacco di 66°/l - $T_r = 30$ anni
- Lato maglia reticolo di calcolo = 500 m -

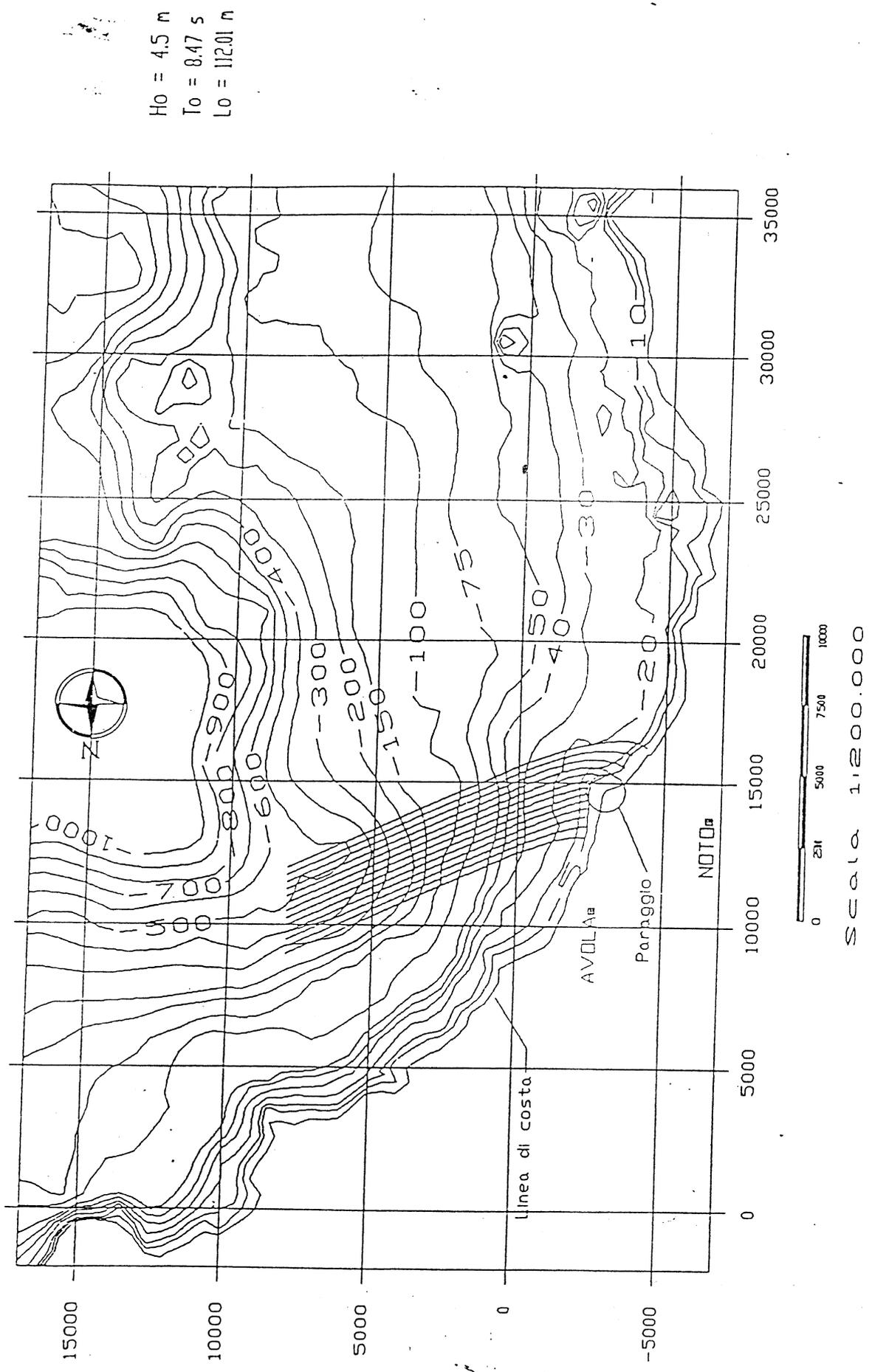
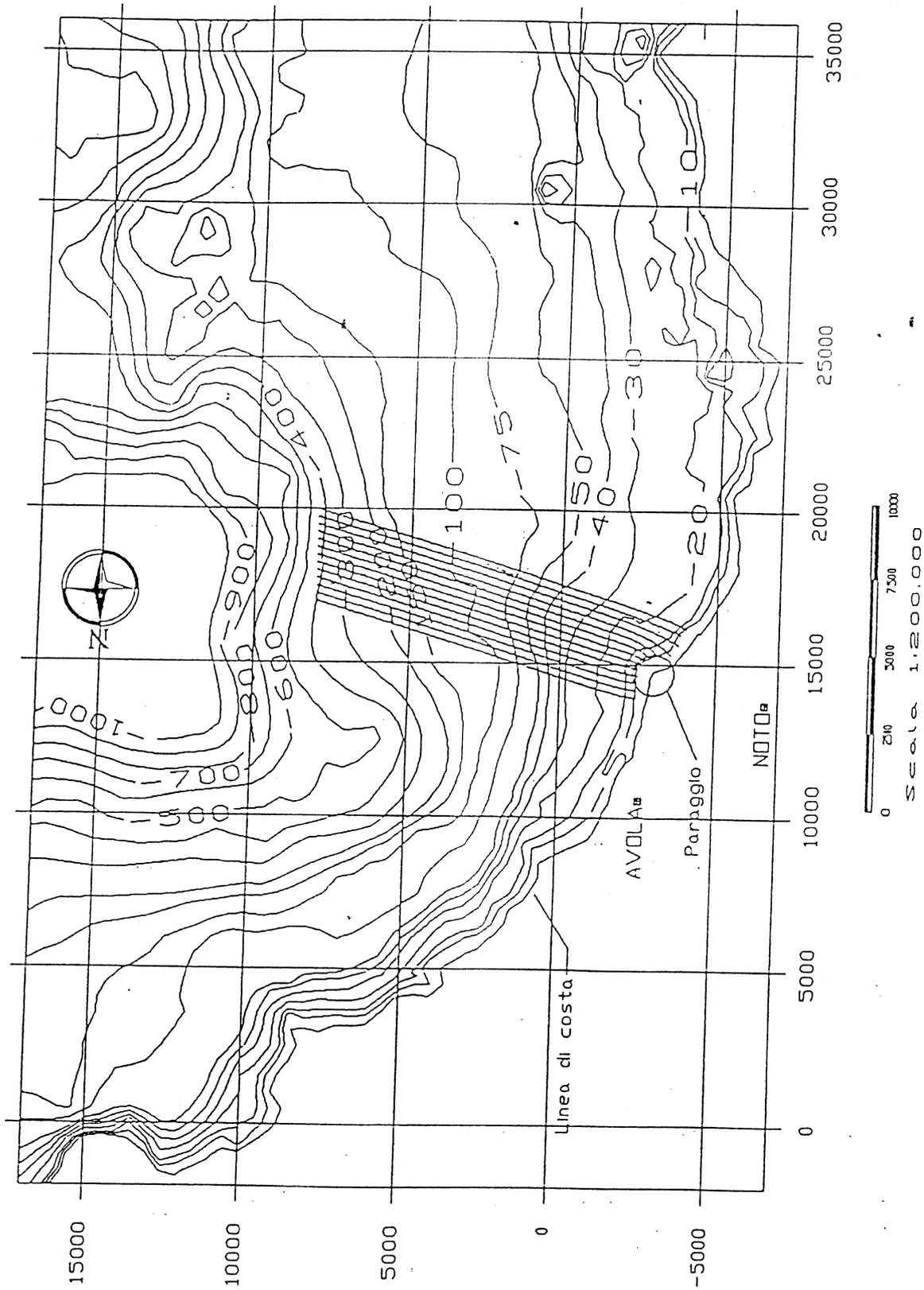


Fig. 3.4.8

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

Ortogonalni d'onda per la direzione d'attacco di 107° - $T_r = 30$ anni

- Lato maglia reticolo di calcolo = 500 m -



$H_0 = 2.85 \text{ m}$
 $T_0 = 6.76 \text{ s}$
 $L_0 = 71.38 \text{ m}$

Fig. 3.4.9

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

Ortogonalni d'onda per la direzione d'attacco di $116^{\circ}11'$ - $T_r = 30$ anni

- Lato maglia reticolo di calcolo = 500 m -

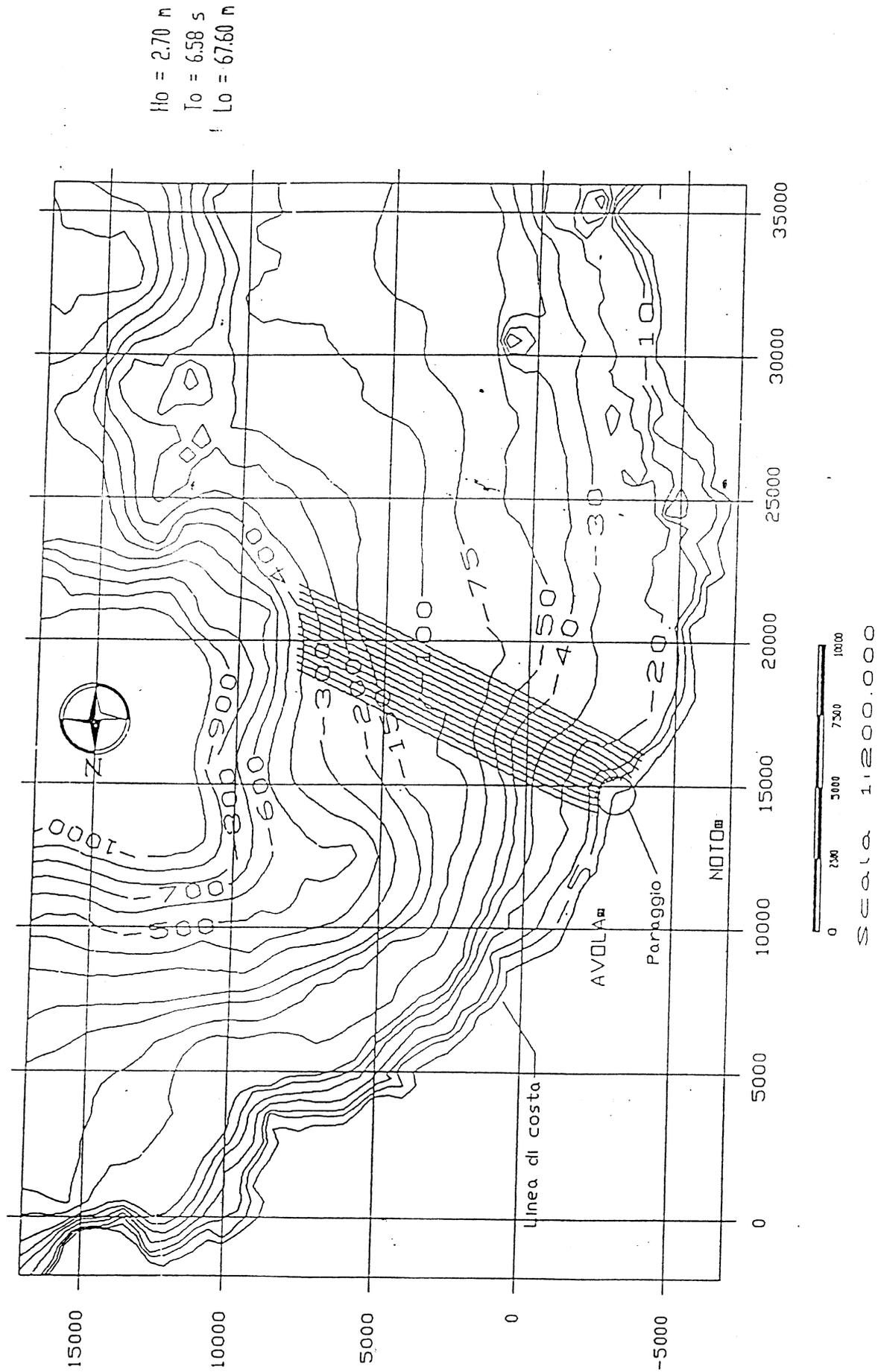


Fig. 3.4.10

BATIMETRIA E RETICOLO DI CALCOLO OTTENUTI CON IL METODO DI INTERPOLAZIONE KRIGGING

Ortogonalità d'onda per la direzione d'attacco di 170 N - Tr = 30 anni

- Lato maglia reticolo di calcolo = 500 m -

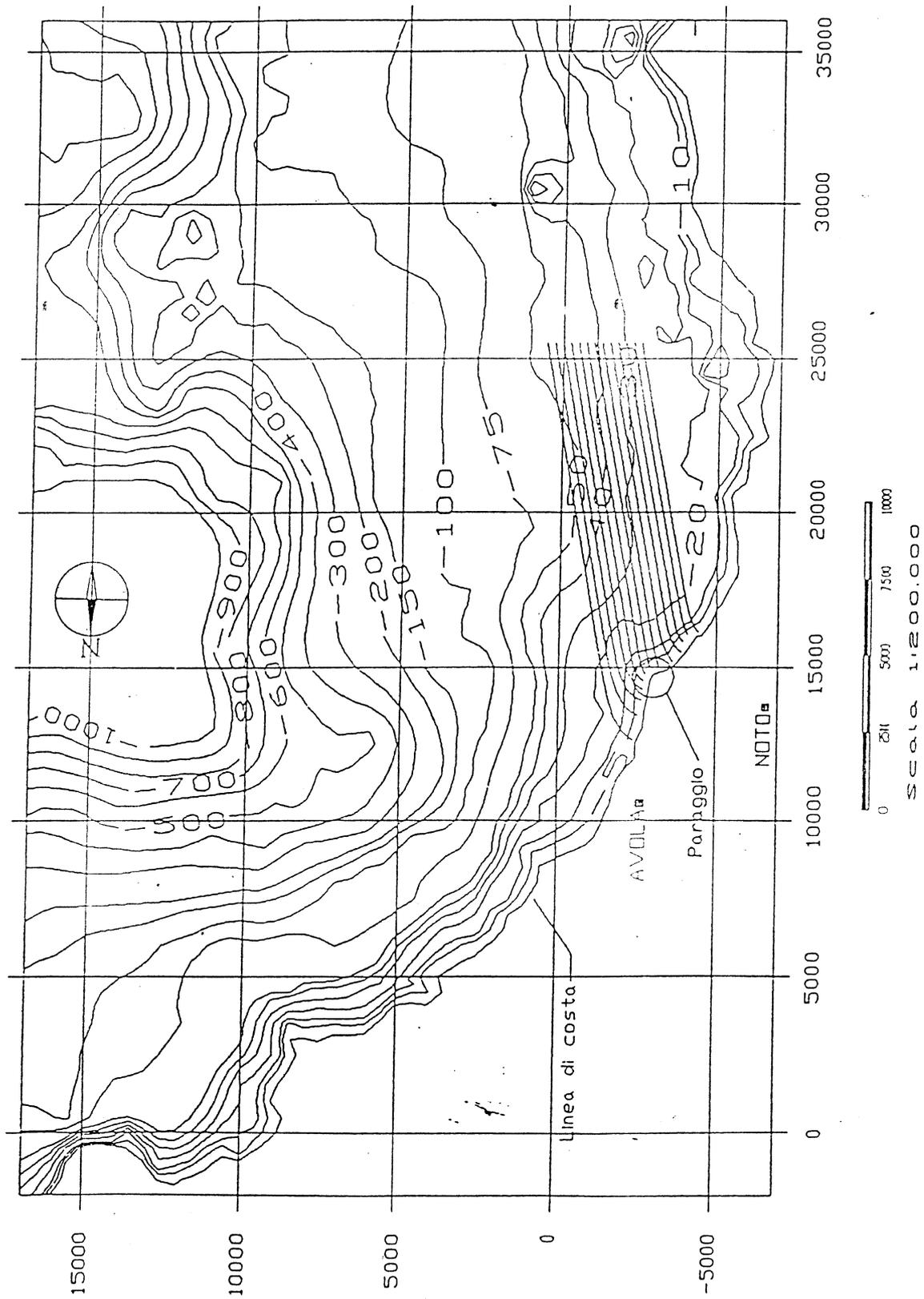


Fig. 3.4.11