COMUNE DI PROCIDA
Provincia di Napoli

RELAZIONE IDRAULICA MARITTIMA

GRUPPO DI AZIONE LOCALE "GAC" DELLE ISOLE DI PROCIDA E ISCHIA.

PROMOZIONE DELLA FILIERA "PESCA" SULL'ISOLA DI PROCIDA: PROGETTO DI ADEGUAMENTO E SISTEMAZIONE DEL PUNTO DI SBARCO POSTO IN LOCALITÀ MARINA GRANDE, MOLO DI LEVANTE

PROGETTO ESECUTIVO

FEBBRAIO 2014

gruppo di lavoro di Procida del "GAC"

***Giacomo Sasso**, dottore commercialista*
***Nicola Scotto di Carlo**, esperto in comunicazione*
***Esposito Paola**, architetto*

Il Responsabile Unico del Procedimento

architetto Salvatore Ruocco

Indice

1. PREMESSA 3

2. INQUADRAMENTO DEL PARAGGIO 3

3. CLIMA DEL MOTO ONDOSO AL LARGO 5

3.1 TARATURA DEI DATI ONDAMETRICI RISPETTO AL PARAGGIO IN ESAME. 5

4. ANALISI STATISTICA E PROIEZIONE PROBABILISTICA 7

4.1 VALUTAZIONE DEI MASSIMI VALORI D'ALTEZZE D'ONDA PER DETERMINATI PERIODI DI RITORNO. 7

5. DETERMINAZIONE DEL GRADO DI AGITAZIONE INTERNA 14

1. PREMESSA

Nell'ambito del GAC "Isole di Ischia e di Procida", è intenzione di questa Amministrazione intervenire nell'adeguamento e nella sistemazione del punto di sbarco del pescato che sarà posizionato nella banchina di levante del porto commerciale, punto individuato dall'Ente Comune di Procida di concerto con le competenti Autorità Marittima e Autorità Sanitaria.

Il presente studio meteomarino si interpone nell'ambito di detta attività di cui costituisce parte integrante del relativo progetto esecutivo. Scopo dello studio è la caratterizzazione dell'agitazione interna al bacino portuale allo scopo di verificare il grado di agibilità all'attracco delle opere in progetto.

2. INQUADRAMENTO DEL PARAGGIO

Il paraggio relativo all'area marina in argomento è esposto al moto ondoso di largo che si genera nel settore di traversia compreso tra le direzioni 270° N (Procida — Punta Pioppeto) e 90° N (Torre del Greco). All'interno di detta area si identifica in maniera marcata una traversia principale dalla quale provengono le mareggiate di maggiore frequenza ed intensità compresa tra le direzioni 270° N e 310° N (Capo Circeo, Latina); è altresì identificabile una traversia secondaria, delimitata dal settore compreso tra 310° N e 90°N.

Allo scopo di definire il moto ondoso a cui è soggetto il paraggio in esame sono stati valutati i **fetch** reali, intesi come estensione di mare libero ed efficaci, determinati attraverso la procedura di Faville. I fetch reali del paraggio sono stati valutati in condizioni di acque profonde, corrispondenti per le mareggiate più intense, all'incirca alla batometrica 100 m.s.m..

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

$$F_{efficace} = \frac{\sum F_i \cos^2 \alpha_i}{\sum \cos^2 \alpha_i}$$

nella quale i simboli che compaiono rappresentano i seguenti parametri:

F_i = fetch reale della i-esima direzione [Km]

α_i = angolo che la direzione i-esima forma con quella in cui spira il vento.

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

I valori dei fetch geografici ed effettivi ottenuti per il paraggio del Porto Commerciale di Procida sono riportati nella seguente tabella:

DD (°N)	Fetch (km)
0	16
10	9,3
20	3,9
30	2,7
40	2,7
50	3,2
60	4,2
70	4,8
80	26
90	30
100	39
110	35
120	30
130	30
140	30

DD (°N)	Fetch (km)
220	5
230	5
240	5
250	385
260	360
270	360
280	405
290	405
300	440
310	90
320	65
330	60
340	45
350	25
220	5

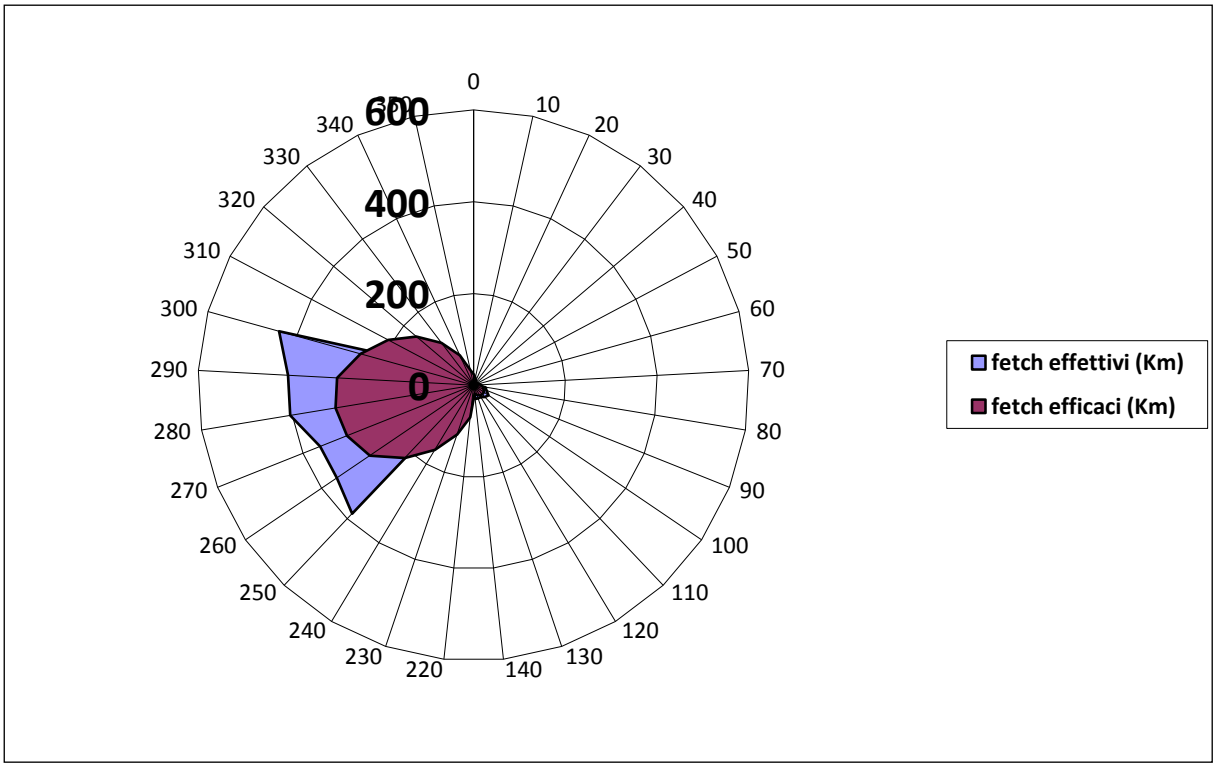
I valori dei fetch geografici ed efficaci ottenuti per il paraggio del Porto Commerciale di Procida sono riportati nella seguente tabella:

DD (°N)	Fetch (km)
0	24
10	17
20	11
30	7
40	7
50	8
60	12
70	16
80	20
90	23
100	27
110	27
120	26
130	22
140	18

DD (°N)	Fetch (km)
220	70
230	113
240	164
250	218
260	273
270	297
280	305
290	298
300	256
310	211
320	164
330	116
340	72
350	34
220	70

Nella figura che segue viene riportato il diagramma polare dei fetch effettivi e efficaci del paraggio del Poro di Procida.

Fig. 1



3. CLIMA DEL MOTO ONDOSO AL LARGO

Si è proceduto al reperimento ed all'analisi dei dati di moto ondoso disponibili nella zona d'interesse. Per i dati ondametrici si è fatto riferimento alle registrazioni effettuate dalle boe ondametriche della stazione di Ponza, che rispetto alle altre della R.O.N. è sufficientemente prossima al paraggio in esame.

I dati ondametrici rilevati alla Stazione ondametrica ai quali si è fatto riferimento sono quelli compresi tra 1989 ed il 2001.

3.1 TARATURA DEI DATI ONDAMETRICI RISPETTO AL PARAGGIO IN ESAME.

I dati ondametrici triorari registrati nella stazione di Ponza, dall'anno 1989 al 2001, possono essere correlati al clima ondoso che compete al paraggio in esame ipotizzando che il regime dei venti sia sostanzialmente lo stesso per le due località. Tale ipotesi è sufficientemente avvalorata dall'esposizione e relativa vicinanza dei due paraggi. Quindi si può ritenere che il clima ondoso di Procida e Ponza sia generato dagli stessi eventi anemometrici e che la differenza tra i climi delle due località possa essenzialmente essere dovuta ai diversi Fetch delle stesse.

Nel caso di fetch limitati, le relazioni che permettono di calcolare l'altezza d'onda significativa

spettrale H_{m0} ed il periodo di picco spettrale T_m in funzione della lunghezza del fetch e della velocità del vento sono le seguenti:

$$\frac{gH_m}{U^2} = 1{,}6 * 10^{-3} \left[\frac{gF}{U}\right]^{1/2}$$

$$\frac{gT_m}{U^2} = 2{,}857 * 10^{-1} \left[\frac{gF}{U}\right]^{1/3}$$

nella quale i simboli che compaiono rappresentano i seguenti parametri:
g = accelerazione di gravità (9,81 m/s^2)
U = velocità del vento accelerazione di gravità (9,81 m/s^2)
F = fetch efficace (Km)
H = altezza dell'onda (m)
T = periodo di picco (s)

Indicando con gli apici O e P rispettivamente le grandezze relative al punto di misura (Ponza) ed al punto di trasposizione (Procida), le relazioni (prima e seconda) permettono di stabilire, rispettivamente, la ricercata corrispondenza tra le altezze d'onda ed i periodi di picco relativi al punto di misura O ed al punto di trasposizione P; per cui dalla prima e dalla seconda si ottengono le seguenti espressioni:

$$\frac{H^P_{m0}}{H^0_{m0}} = \left[\frac{F^P}{F^0}\right]^{1/2}$$

$$\frac{T^P_{m0}}{T^0_{m0}} = \left[\frac{F^P}{F^0}\right]^{1/3}$$

Elaborando i dati come innanzi detto si ottiene quanto segue:

Dir (°)	Fetch efficaci (km)		Coefficienti di taratura
	Ponza	Procida	
0	72	24	0,58
10	57	17	0,55
20	55	11	0,45
30	56	7	0,36
40	60	7	0,34
50	65	8	0,36
60	71	12	0,41
70	77	16	0,45
80	98	20	0,45
90	128	23	0,43

100	162	27	0,41
110	198	27	0,37
120	232	26	0,33
130	264	22	0,29
140	290	18	0,25
150	352	13	0,19
160	399	9	0,15
170	425	5	0,11
180	452	3	0,08
190	488	1	0,04
200	499	2	0,05
210	500	32	0,25
220	489	70	0,38
230	469	113	0,49
240	457	164	0,60
250	435	218	0,71
260	422	273	0,80
270	420	297	0,84
280	393	305	0,88
290	377	298	0,89
300	351	256	0,85
310	316	211	0,82
320	272	164	0,78
330	191	116	0,78
340	152	72	0,69
350	115	34	0,54

4. ANALISI STATISTICA E PROIEZIONE PROBABILISTICA

4.1 VALUTAZIONE DEI MASSIMI VALORI D'ALTEZZE D'ONDA PER DETERMINATI PERIODI DI RITORNO.

La caratterizzazione del clima ondoso del paraggio di Procida Porto, nonché la previsione degli eventi estremi correlati a prefissati periodi di ritorno, viene eseguita tramite l'elaborazione statistica delle altezze d'onda maggiori, registrate al culmine delle mareggiate indipendenti, nella serie storica di riferimento desunta dai dati ondametrici.

Mediante regolarizzazione della serie di eventi estremi, secondo note funzioni probabilistiche, è possibili ricavare le caratteristiche del moto ondoso (definite in termini di altezza significativa e periodo) da associare ad assegnati periodi di ritorno.

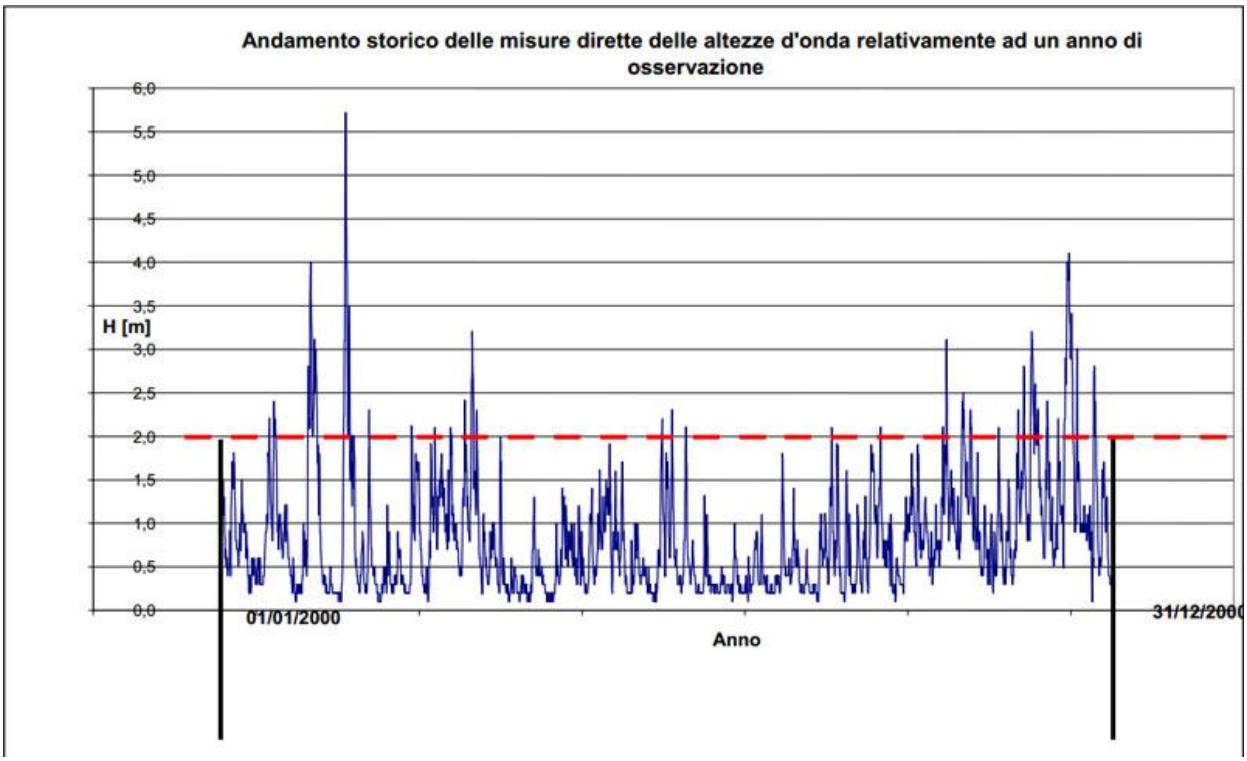
Nel caso di serie di dati relativi a misure di altezze d'onda, l'analisi statistica viene eseguita, per i diversi settori direzionali, determinando tutte le altezze significative registrate al picco di

mareggiate indipendenti superiori ad una soglia prefissata. Detta impostazione è da preferire al metodo dei massimi annuali.

Dal punto di vista statistico il metodo consiste nello schematizzare il fenomeno ondoso attraverso il processo estratto dai massimi locali delle mareggiate eccedenti un'altezza di soglia Ho opportunamente prestabilita e nel valutare le caratteristiche temporali con cui le mareggiate si manifestano.

Nell'applicazione in oggetto sono state considerate le mareggiate con valori di altezze d'onda superiori alla soglia di 1.0 m.

Fig. 2



La distribuzione scelta è quella di Fisher-Tippet I (per la quale ad ogni altezza viene assegnata una probabilità:

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

dove:

$F(H_s \leq H_{sm})$ è la probabilità che la m-esima altezza d'onda significativa non sia superata;

H_{sm} è il m-esimo valore nel campione delle altezze significative

m è il livello del valore dell'altezza significativa

N_t è il numero totale degli eventi durante la lunghezza della registrazione

Operativamente i dati di input vanno ordinati dal valore più grande a quello più piccolo e quindi per ogni dato progressivo si calcola la formula di cui sopra.

I calcoli effettuati per ogni direzione sono basati sulle seguenti relazioni:

$y_m = \ln (- \ln F (H_s \leq H_{sm}))$

Detta equazione costituisce la regressione lineare dei dati disponibili; quindi una volta ricavati i due parametri A e B, le altezze d'onda per i vari periodi di ritorno possono essere determinate mediante le seguenti espressioni:

$H_{Tr} = Ay_r + B$

$$y_r = - \ln \left\{ - \ln \left(\frac{1 - 1}{\lambda T_r} \right) \right\}$$

dove:

H_{Tr} è l'altezza d'onda significativa con periodo di ritorno T_r

λ è il numero medio degli eventi per anno N_T/K

T_r è il periodo di ritorno [anni]

K è la lunghezza della registrazione (anni)

L'analisi è stata eseguita per le direzioni accorpate, per settori di 30°, nelle direzioni medie 270°, 300°, 330° e 90°N. Nel seguito, i risultati delle analisi eseguite sono esposti in forma tabellare e grafica, in particolare le fig. 3, 5, 7 e 9 mostrano la correlazione tra H ed Ym, le figure fig. 4, 6, 8 e 10 illustrano la correlazione (7).

5. DETERMINAZIONE DEL GRADO DI AGITAZIONE INTERNA

Per lo studio dell'agitazione interna si sono considerate come condizioni di moto ondoso incidente quelle relative al moto ondoso di largo, tale assunto ipotizza di fatto poco influenti i fenomeni evolutivi del moto ondoso connessi alla propagazione dal largo verso l'imboccatura portuale. Tenuto conto che lo studio viene eseguito relativamente a onde monocromatiche e che come noto il periodo non varia nei processi evolutivi della propagazione, tenuto altresì conto dell'ampiezza dei settori di traversia a cui è esposta l'imboccatura portuale, il suddetto approccio allo studio, seppure semplificato, è in grado di produrre validi risultati.

La caratterizzazione del grado di agitazione interna è stata eseguita utilizzando gli abachi di Wiegel, per le direzioni 90° N, 270° N e 300° N.

I valori raccomandati (A.I.P.C.N.) dell'altezza d'onda significativa ammissibile all'interno del porto sono i seguenti:

- per **condizione di comfort** (particolarmente importante nel caso di porti in cui si prevede la presenza prolungata di persone a bordo delle imbarcazioni):

  H_s= 0,15 m

  per eventi con frequenza massima complessiva indicativamente non superiore a 5 giorni/anno;

- per **condizione di sicurezza**:
  H_s= 0,30 m

  per eventi con periodo di ritorno indicativamente non inferiore a 5 anni;

- per **condizione limite**:
  H_s= 0,50 m

  per eventi con periodo di ritorno indicativamente non inferiore a 50 anni.

La prima condizione, quella di comfort è in realtà raccomandata per zone destinate al diporto ed è di fatto raggiungibile solo nelle zone più interne degli specchi d'acqua protetti. Nel caso in esame la detta condizione di agitazione viene ampiamente superata nell'intero bacino portuale al transito dei traghetti commerciali che frequentano il porto.

Pertanto viene valutata l'agitazione interna al bacino portuale indotta dalle mareggiate Targo connesse ad un periodo di ritorno Tr=5 e 50 anni. I suddetti valori possono essere aumentati fino al 50% nel caso in cui la direzione di propagazione sia parallela all'asse longitudinale delle imbarcazioni, quindi nel caso in esame può esservi una tolleranza fino a 0.45 m e 0.75 m rispettivamente per Tr=5 e 50 anni.

Con riferimento ai valori caratteristici del moto ondoso di tabella 8 ed alle figg. 11 - 13 che riportano le curve di isoagitazione a tergo delle opere di difesa , si evince l'agitazione massima in prossimità della banchina in progetto si mantiene sempre inferiore ai limiti fissati.

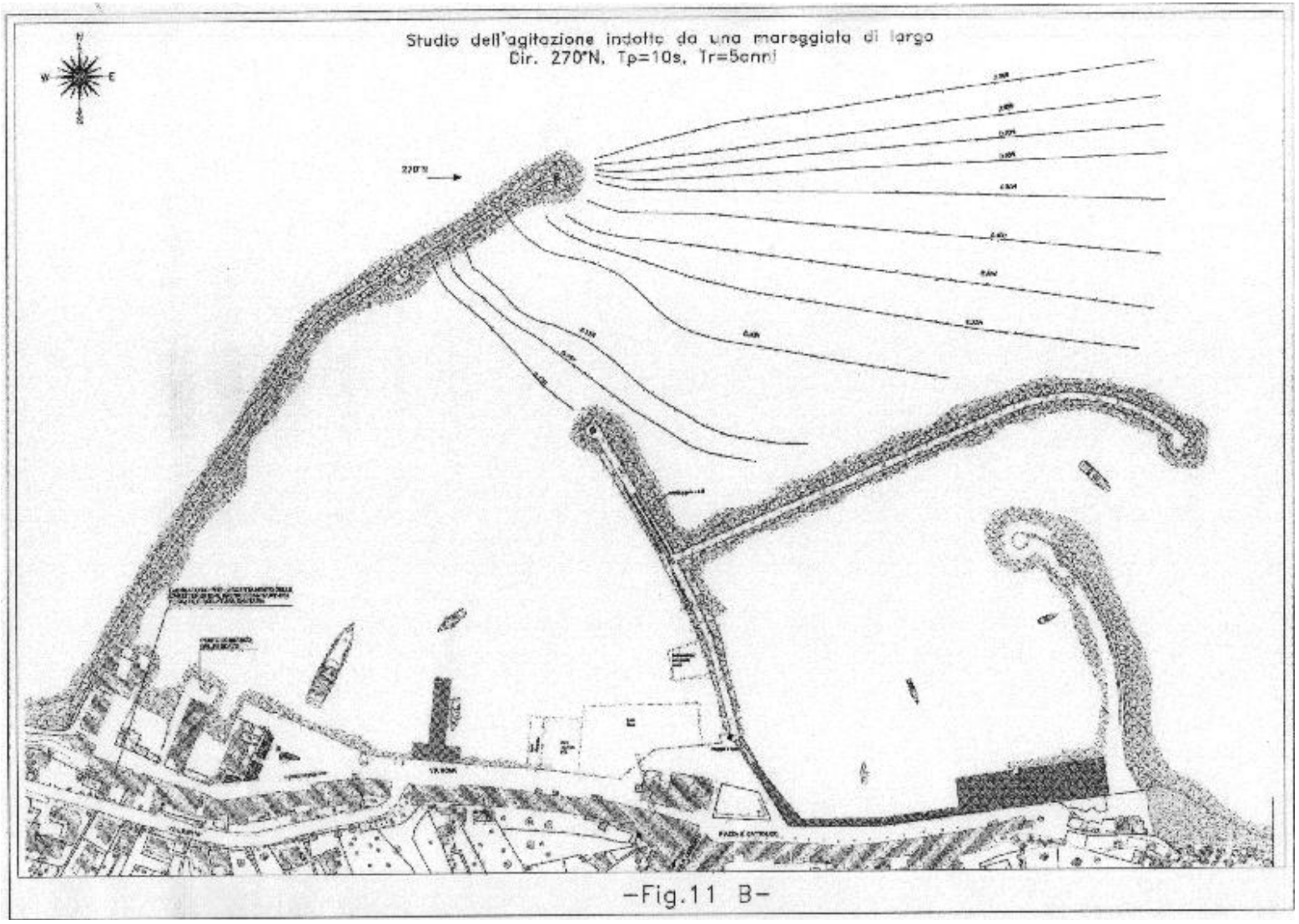
Le condizioni di agitazione maggiore sono comunque connesse alle mareggiate di provenienza 270°N, a causa dei forti valori di altezza d'onda. Tra l'altro per detta direzione , va comunque evidenziato che i valori di H nella propagazione tendono a ridursi a causa dello shoaling che nel caso comporterebbe un' espansione dei fronti d'onda.

In merito alle mareggiate provenienti dalla traversia secondaria (90°N) a cui l'imboccatura portuale è sostanzialmente aperta, si ritiene che possano verificarsi fenomeni di riflessione sul paramento interno del sopraflutto, che possono incrementare i fenomeni di agitazione, anche se poco significativamente (+20-30%) visto che detto paramento non è banchinato ma presenta sezione inclinata in massi naturali.

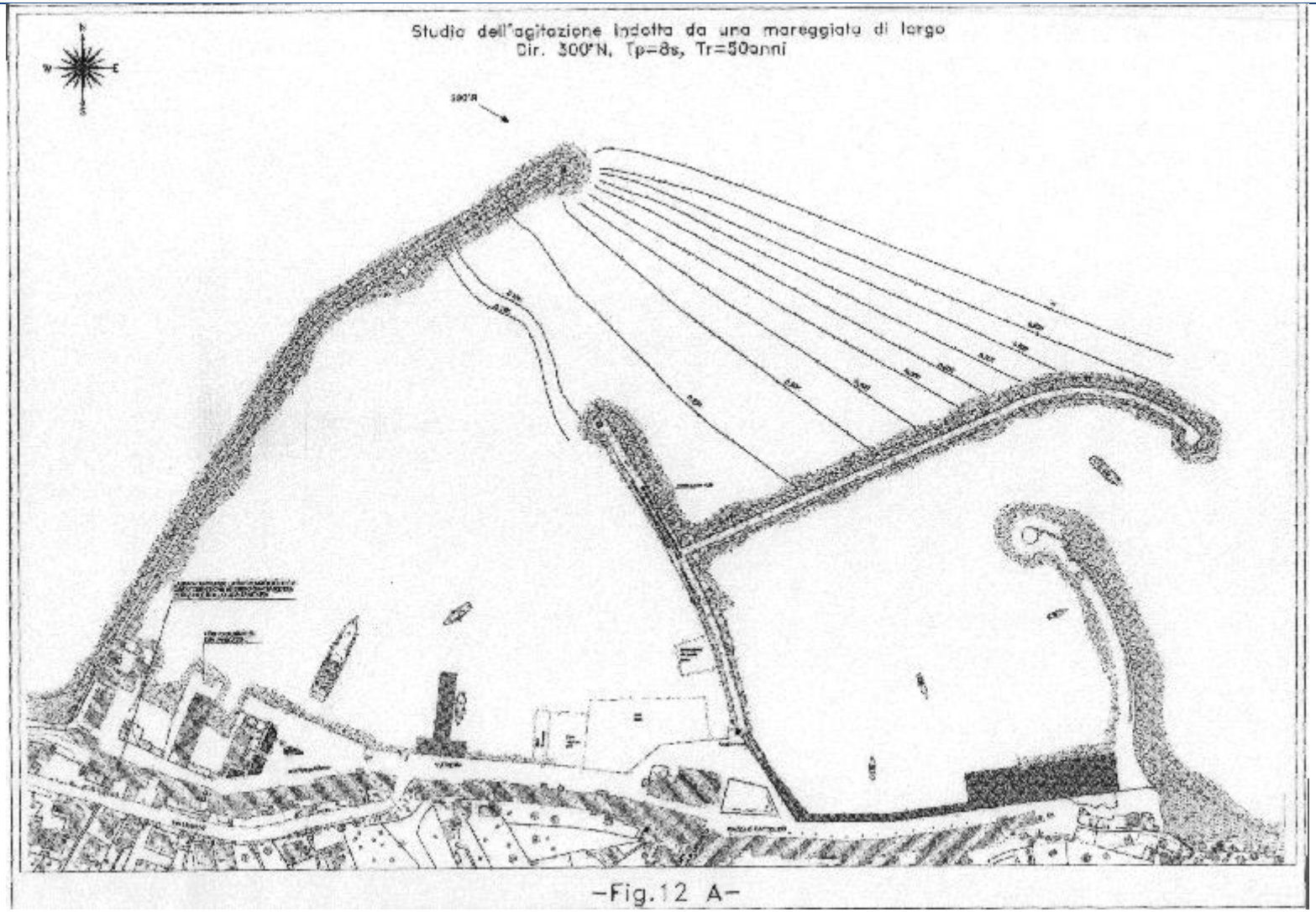
La seguente tabella riassume i valori delle onde incidenti all'imboccatura portuale ed i massimi valori di agitazione indotta in prossimità delle opere in progetto. Per la determinazione dei periodi d'onda è stata utilizzata la seguente relazione:

$T = 8{,}5\ \pi \sqrt{H/4g}$

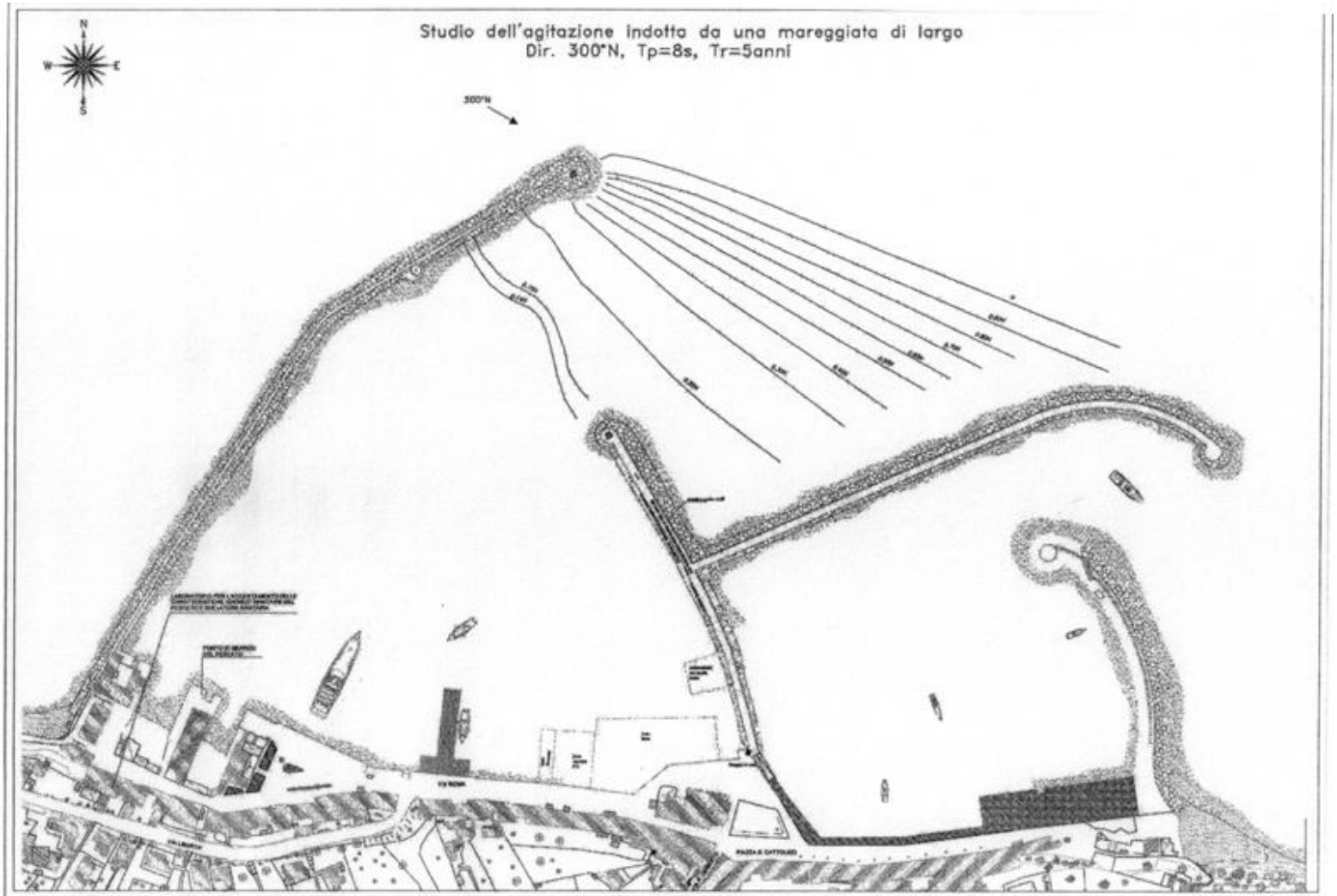
Procida						
Dir (°N)	H_5 (m)	T_5 (s)	H_{5d} (m)	H_{50} (m)	T_{50} (s)	H_{50d} (m)
90	1,6	5,3	0.25	1,8	5,8	0.28
270	5,0	9,6	0.5	6,2	10,6	0.6
300	3,1	7,5	0.3	4,0	8,5	0.4


Studio dell'agitazione indotta da una mareggiata di largo
Dir. 270°N, Tp=10s, Tr=5anni
N
W
E
S

-Fig.11 B-

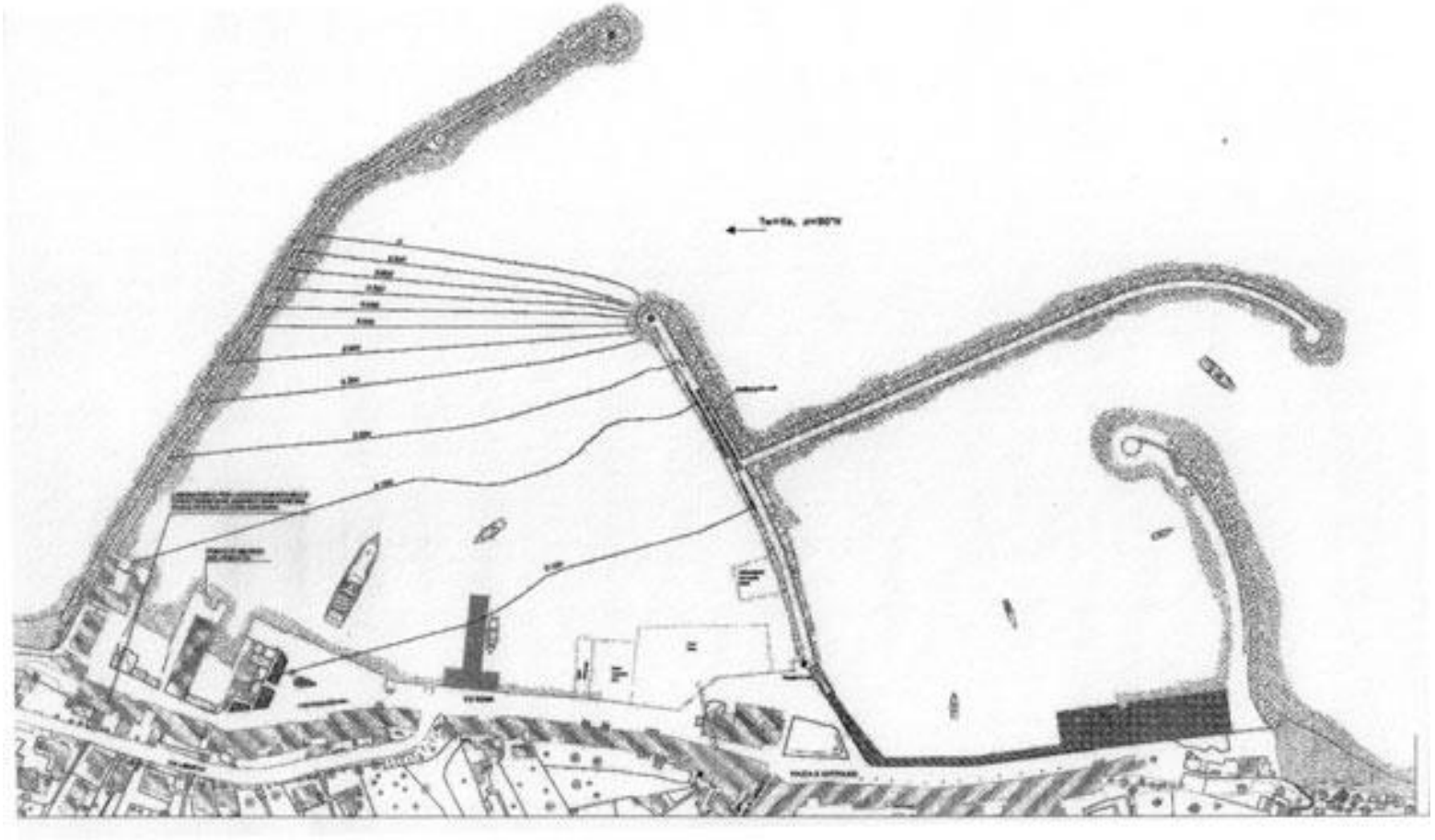

Studio dell'agitazione indotta da una mareggiata di largo
Dir. 300°N, Tp=8s, Tr=50anni

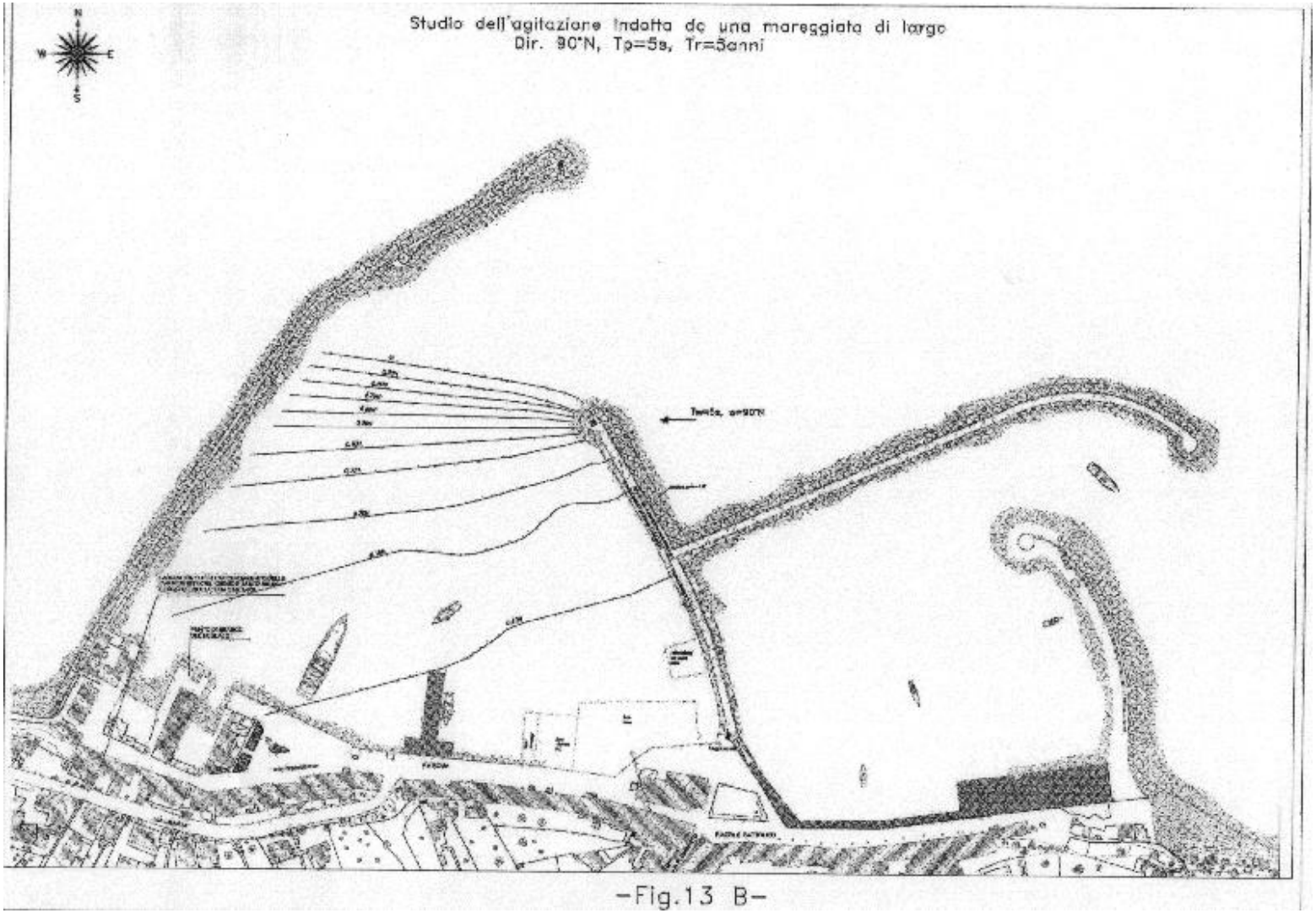
-Fig.12 A-


Studio dell'agitazione indotta da una mareggiata di largo
Dir. 300°N, Tp=8s, Tr=5anni
N
W
E
S
300°N

-Fig.12 B-

Studio dell'agitazione indotta da una mareggiata di largo
Dir. 90° N Tp= 6s Tr=50 anni




Studio dell'agitazione indotta da una mareggiata di largo
Dir. 90°N, Tp=5s, Tr=5anni

-Fig.13 B-