

Marinagri SpA



Prot. 244/2015

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e  
del Mare - D.G. Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali

E.prot DVA - 2015 - 0023488 del 18/09/2015

Data: 17.09.2015

Spett.le Ministero dell' Ambiente e  
della tutela del territorio e del mare  
Direzione Generale per le valutazioni ambientali  
Via Cristoforo Colombo, 44, 00147 ROMA  
DGSalvanguardia.Ambientale@PEC.minambiente.it

Spett.le Autorità di Bacino dei fiumi Liri-  
Garigliano e Volturno  
viale Lincoln ex area S. Gobain fabbricato A4  
81100 CASERTA  
protocollo@pec.autoritalgv.it



Spett.le Autorità di Bacino della Basilicata  
Corso Umberto 1° n.28, 85100 POTENZA  
Dgbacino@cert.regione.basilicata.it

OGGETTO: Progetto di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) di cui alla  
Direttiva 2007/60/CE, e successivo D. Lgs. 49/2010, - Presentazione di osservazione ai  
sensi dell'art.14 comma 3 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

Con la presente il sottoscritto **Vincenzo Vitale**, in qualità di legale rappresentante della  
società **Marinagri SpA** e della società **Marinagri Resort SpA**, produce la seguente  
osservazione con riferimento al Progetto di Piano di Gestione del Rischio Alluvioni  
(PGRA) del distretto idrografico Appennino Meridionale (DAM), che in data 27 luglio  
2015 è stato ripubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale  
(n.172 del 27.07.2015) ai fini della consultazione pubblica per la Valutazione Ambientale  
Strategica.

1

Marinagri SpA

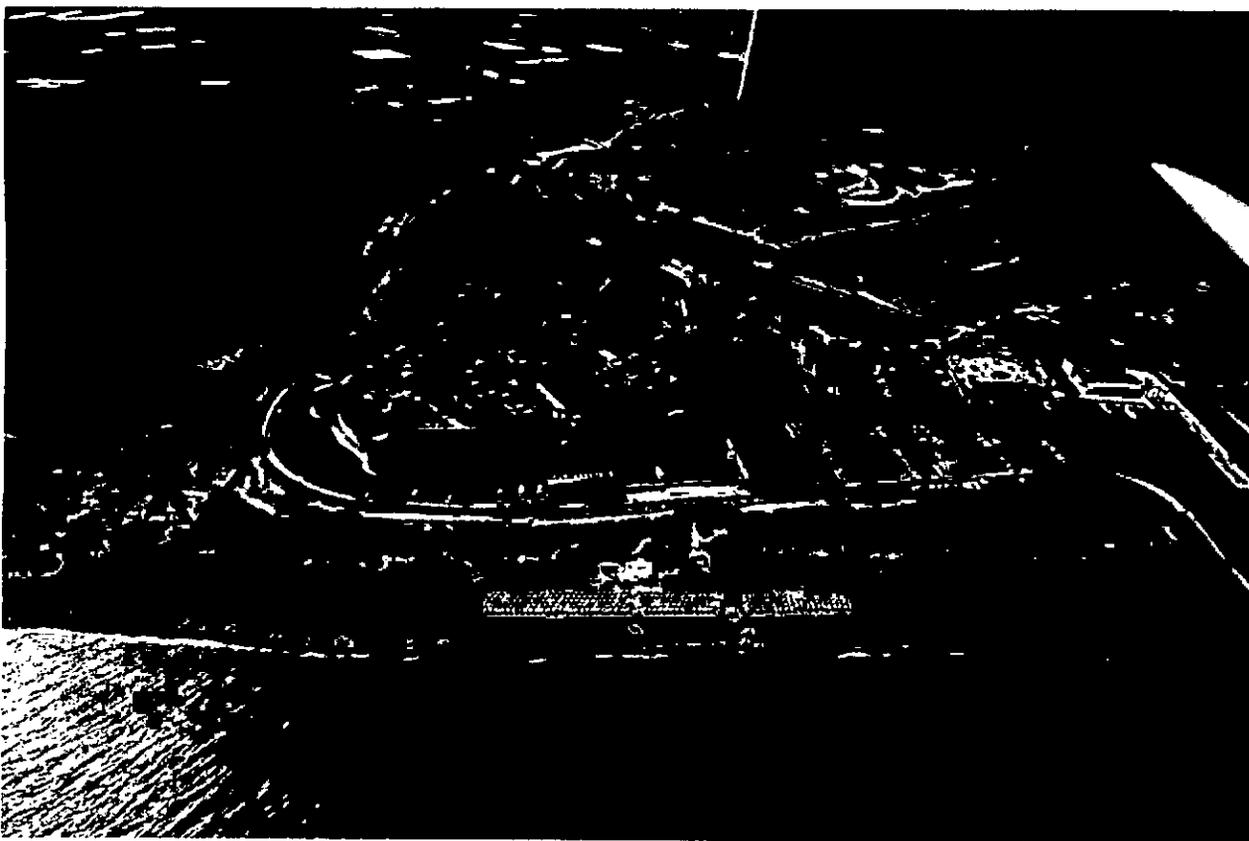
www.marinagri.it / info@marinagri.it

M

L'Ing. Marco Vitale, ingegnere idraulico, e consulente delle società sopraindicate, sottoscrive la presente osservazione avendone curato gli aspetti tecnici.

1)- Le società scriventi sono proprietarie del Centro turistico MARINAGRI, sito in Policoro e Scanzano Jonico, sulla costa ionica della Basilicata. Il complesso si compone di un porto turistico con annesso villaggio portuale che si articola su isole, penisole e lagune collegate da ponti e stradine. Circa il 50% delle costruzioni è già stato realizzato, mentre il restante 50% è in fase di programmazione avanzata, essendo già state realizzate le infrastrutture e soprattutto le isole e le penisole su cui sorgeranno le costruzioni.

Le fotografie seguenti illustrano compiutamente lo stato di avanzamento del progetto, con evidenza sia di zone già completate e abitate nell'area più vicina alla costa, sia - nella zona retroportuale - di aree già urbanizzate, sulle quali il terreno è già stato predisposto per la realizzazione delle costruzioni, peraltro sopportando significativi (per milioni di euro) costi di infrastrutturazione.



Y

JK

CR



h

gas

M



Sotto il profilo urbanistico, il progetto Marinagri è stato realizzato a partire dal 2002, sulla base del Piano Particolareggiato Esecutivo di Iniziativa Comunale con specifica

R

JK

CM

considerazione dei valori ambientali "Foce Agri", approvato definitivamente dalla Regione Basilicata con D.P.G.R. n.711 del 09.09.1997.

Per quanto riguarda la zona portuale, il progetto è stato approvato mediante la procedura di cui al D.P.R. 509/97 che disciplina il rilascio delle concessioni demaniali marittime per la portualità turistica, nonché le procedure di approvazione dei relativi progetti. La conclusione della procedura, con il formale rilascio della concessione demaniale, è avvenuta in data 31.12.2003. Si precisa che, nell'ambito della procedura di cui al D.P.R. 509/97, il progetto del porto turistico è stato approvato da tutti gli enti competenti, tra cui Genio Civile OO.MM. di Bari, Capitaneria di Porto di Taranto, Direzione Marittima di Bari, Comune di Policoro, Comune di Scanzano Jonico, Regione Basilicata Dipartimento Attività Produttive, Regione Basilicata Dipartimento Ambiente, Agenzia del Demanio.

\*\*\*

2)- La proposta di piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) del Distretto idrografico Appennino Meridionale, di cui alla Direttiva 2007/60/CE, e conseguente D. Lgs. 49/2010 e D. Lgs. 219/2010, per come pubblicato a cura degli Enti in indirizzo e messo a disposizione dei cittadini e di chiunque abbia interesse, riporta evidenti incongruenze e/o errori di valutazione con riferimento alla definizione del rischio (sia pure definito solo potenziale) di inondazione per effetto di mareggiate per le aree costiere, come di seguito meglio si esplicita.

Si fa riferimento alle mappe delle aree potenzialmente inondabili da mareggiate, riferite alle aree costiere, con tempi di ritorno pari a 1, 10, 25, 30, 100 e 500 anni.

Le mappe sopra citate e la metodologia di predisposizione delle stesse sono state sottoposte alla valutazione del Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino della Basilicata nelle sedute del 13 maggio e del 19 giugno 2013 ed a quella del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Basilicata (Delibera Comitato Istituzionale n. 11 del 28/06/2013). In data 23 dicembre 2013 il Comitato Istituzionale del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale ha approvato le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni con Delibera n.1.

\*\*\*

3)- Nella Relazione Tecnica datata Maggio 2013, ed approvata nel medesimo anno, è riportato come la definizione delle aree potenzialmente inondabili da mareggiate sia stata effettuata *"mediante la modellazione numerica dei campi di moto ondoso corrispondenti ai tempi di ritorno (Tr) pari a 1, 10, 25, 30, 100 e 500 anni e la determinazione dei corrispondenti run-up (sovra-elevazione del livello medio mare durante le mareggiate ad opera dei campi di vento). I piani d'onda corrispondenti alle simulazioni sono stati combinati con il modello digitale delle fasce costiere, ionica e tirrenica, determinando, planimetricamente, l'estensione delle aree potenzialmente*



M

*inondabili dalle mareggiate, laddove dovessero coincidere condizioni di saturazione dei suoli per la risalita della falda costiera, e lo stato di mare corrispondente al tempo di ritorno investigato, per un periodo almeno di 24 ore. Si è pervenuti, cioè, ad una mappatura delle aree a potenziale inondabilità diretta, lungo il litorale, ovvero per risalita di falda, nelle aree retrodunali, o per penetrazione della mareggiata, laddove esistano varchi nel cordone dunale costiero. La mappatura delle aree a potenziale inondabilità è stata derivata, in questa prima fase, in via statica per i vari tempi delle mareggiate, considerate che costituiscono, nel contempo, i vari scenari investigati, "spalmando" il valore del run-up corrispondente alla mareggiata in esame con il DTM della fascia costiera ricadente nell'area di studio".*

Sempre nella suddetta relazione, viene riportato che "Nella successiva fase di predisposizione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni si procederà all'approfondimento degli studi relativi alla mappatura delle aree potenzialmente inondabili da mareggiate ed alla valutazione del rischio sia con riferimento alle inondazioni da mareggiate, sia con riferimento ai processi di erosione costiera".

\*\*\*

4)- La relazione tecnica datata Giugno 2015, allegata al progetto di PGRA sottoposto alla VAS, riporta a pagina 84 e seguenti, la nuova valutazione del rischio riferito alle aree costiere, con relativa ipotesi di risalita del livello idrico (run-up) per i diversi tempi di ritorno delle mareggiate.

Nella relazione 2015 si legge quanto segue:

*"Ai fini della valutazione del rischio costiero in relazione alle dinamiche del moto ondoso ed alle dinamiche evolutive della linea di costa per processi erosivi, si è tenuto conto della seguente documentazione:*

- *studi eseguiti da SOGESID (Responsabile Scientifico Prof. Michele Greco dell'Università degli Studi della Basilicata) nell'ambito della convezione stipulata con il Dipartimento Ambiente e Territorio, Infrastrutture-Opere Pubbliche della Regione Basilicata per l'elaborazione del Piano Regionale di Gestione delle Coste della Basilicata (PRGC). Le risultanze dei suddetti studi sono contenute nella Bozza del Piano regionale di Gestione delle Coste (2012) e sono state rese disponibili nell'ambito delle attività dell'Osservatorio della Costa. Attualmente gli studi in questione sono in fase di verifica ed aggiornamento, anche in relazione a parte dei dati della Carta tecnica della Regione Basilicata resi disponibili. In attesa dell'acquisizione completa della CTR regionale, si è fatto riferimento ai dati della Bozza di PRGC, che costituiscono un quadro preliminare delle condizioni di pericolosità idrogeologica delle aree costiere, in fase di verifica: Le mappe e che potranno subire modifiche ed aggiornamenti in relazione alle elaborazioni in corso ed all'acquisizione di nuovi dati".*
- omissis

E ancora, sempre nella relazione datata Giugno 2015 si legge:

M

*“La definizione delle aree potenzialmente inondabili da mareggiate è stata effettuata mediante la modellazione numerica dei campi di moto ondoso corrispondenti ai tempi di ritorno (Tr) pari a 30, 100 e 500 anni e la determinazione dei corrispondenti run-up (sovra-elevazione del livello medio mare durante le mareggiate ad opera dei campi di vento). I piani d’onda corrispondenti alle simulazioni sono stati combinati con il modello digitale delle fasce costiere, ionica (DTM 5x%, 2006) e tirrenica, determinando, planimetricamente, l’estensione delle aree potenzialmente inondabili dalle mareggiate laddove dovessero coincidere condizioni di saturazione dei suoli per la risalita della falda costiera e lo stato di mare corrispondente al tempo di ritorno investigato per un periodo di almeno 24 ore. Si è pervenuti, cioè, ad una mappatura delle aree a potenziale inondabilità diretta, lungo il litorale, ovvero per risalita di falda, nelle aree retrodunali, o per penetrazione della mareggiata, laddove esistano varchi nel cordone dunale costiero”.*

*La mappatura delle aree a potenziale inondabilità è stata derivata, in questa prima fase, in via statica per i vari tempi di ritorno delle mareggiate considerate che costituiscono, nel contempo, i vari scenari investigati, “spalmando” il valore del run-up corrispondente alla mareggiata in esame con il DTM della fascia costiera ricadente nell’area di studio.*

\*\*\*

**5)- È di tutta evidenza, anche in ragione del tenore letterale delle due relazioni, per come richiamato nei precedenti punti 3 e 4, che, con riferimento alla determinazione del rischio da mareggiata per la costa ionica, alcuna novità è stata introdotta nella nuova relazione e pertanto l’ambizione riportata nella stesura del 2013 (si veda la fine del punto 3 della presente osservazione) è rimasta inattuata.**

D’altro canto, come risulta dalla attenta lettura della relazione tecnica di Giugno 2015, si evince come vengano ripresi pedissequamente i contenuti del citato studio eseguito dalla SOGESID, che si connota per una valutazione del tutto preliminare dell’inondabilità delle aree costiere per effetto di mareggiate, e che pertanto non può assurgere a elemento di certezza ai fini dell’imposizione di vincoli di tipo urbanistico (tali da ingenerare, come nel caso del comprensorio sviluppato dalle società scriventi, notevoli danni economici); Al più, il suddetto studio può essere considerato una valutazione di massima dell’area da investigare, da sottoporre a successivo approfondimento.

D’altro canto, nella lettura del progetto di PGRA, stride il contrasto tra le metodologie consolidate utilizzate ai fini della definizione delle aree di pertinenza fluviale e della valutazione del rischio di alluvioni da piene fluviali, e quelle speditive utilizzate per determinare il rischio da mareggiate (rischio sia pure definito solo potenziale).

Nel primo caso le metodologie di valutazione sono quelle standardizzate, comuni a tutto il panorama scientifico internazionale, con utilizzo di:





M

- a) modelli internazionali [HEC-Ras del Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers , ovvero Mike 11 e Mike Flood del Danish Hydraulic Institute] di simulazione idraulica applicati alle caratteristiche morfologiche ed idrologico-idrauliche dei corsi d'acqua investigati ed alle aree limitrofe (modelli di simulazione monodimensionali e bidimensionali);
- b) metodologie standardizzate di valutazione delle piene fluviali, utilizzando le serie di dati storici di misura delle intensità di pioggia e le metodologie classiche di trasformazione degli afflussi in deflussi, con utilizzo di parametri universalmente riconosciuti (quali i valori del coefficiente di Manning) ovvero metodologie speditive tipo VAPI ma che conducono a risultati comparabili.

Nel **secondo caso**, ossia con riferimento alla determinazione del rischio da mareggiate, le metodologie impiegate per valutare il rischio di mareggiate nelle aree costiere costituiscono solo un riferimento preliminare, essendo stata operata una semplice operazione "statica" tra altezza del run-up conseguente ad eventi estremi di moto ondoso e DTM (ossia livello del terreno), senza alcuna determinazione di come il moto ondoso, nel momento in cui penetra all'interno di corpi idrici interni alla costa, viene smorzato, ovvero, nel caso di aree protette dalla duna, senza alcuna valutazione dei moti filtranti attraverso il suolo costiero.

In altri termini, viene riportato sulle mappe un livello raggiungibile dall'acqua di mare in occasione di mareggiate aventi determinati tempi di ritorno, che è il frutto di un'operazione di mera sovrapposizione tra livello marino in mare aperto, in occasione di eventi estremi, e livello del terreno sulla costa, senza tener conto di alcuna valutazione dinamica della penetrazione del fluido.

\*\*\*

6)- Ai fini della corretta individuazione dell'inondabilità di un ambiente costiero in occasione di mareggiate, occorrerà - al contrario - eseguire valutazioni dinamiche della penetrazione delle acque attraverso i canali collegati al mare, ovvero attraverso i varchi del cordone dunale, ovvero ancora attraverso moti di filtrazione, il tutto relazionato alla durata della mareggiata.

Con riferimento all'ambiente costiero che ci occupa, ai fini della verifica del livello idrico raggiungibile in occasione di mareggiate connesse ad eventi estremi non potrà prescindersi dalla corretta valutazione della propagazione del moto ondoso all'interno dello specchio portale, utilizzando dunque metodiche di ingegneria marittima, in linea con quanto normalmente accade in tutto il mondo nella progettazione delle infrastrutture costiere quali porti commerciali, porti turistici, ecc.

M

Ed è ciò che è avvenuto anche nella progettazione del porto di Marinagri in cui la banchina, all'esito di indagine meteo-marina, è stata fissata ad un'altezza sul livello medio marino pari a +1,10 m., in analogia alla maggior parte dei porti turistici del mondo (in cui la banchina ha altezza rispetto al livello medio marino, pari a 1.00-1.20 metri, a meno di comprensori in cui la marea astronomica imponga franchi maggiori).

Di contro, le opere esterne (moli guardiani) sono state invece progettate con altezze adeguate allo scopo di garantire che gli eventi di moto ondoso estremi non determinino il sormonto della struttura mettendo in pericolo la sicurezza delle imbarcazioni e dell'utenza.

L'allegato piano quotato riporta le quote della laguna, delle strade perimetrali, delle banchine portuali e del piano campagna in corrispondenza delle isole e dei diversi lotti edificabili del comprensorio. Si precisa che i pavimenti degli edifici di Marinagri hanno una quota minima pari a +1.30 s.l.m.m. per quanto riguarda gli edifici già realizzati nel porto turistico (edifici commerciali a servizio della nautica), mentre quelli da realizzare hanno quota pavimento pari a +1.60 s.l.m.m. come valore minimo.

Nel caso del porto di Marinagri, dunque, i parametri utili per la progettazione sono stati determinati sulla base di un attento studio meteo-marino sviluppato per definire sia il dimensionamento e le verifiche di stabilità delle opere marittime esterne, sia per la valutazione delle caratteristiche idrodinamiche delle aree portuali e della fascia costiera limitrofa, sia ancora per definire le caratteristiche progettuali delle banchine e delle costruzioni interne.

I risultati dell'indagine statistica sulle onde estreme, che hanno ovviamente validità in "acqua profonda", sono stati oggetto di una successiva analisi della propagazione del moto ondoso sottocosta per ricavare le condizioni estreme in "acque basse" ove ricadono le opere. Infatti, propagandosi verso "riva" su fondali via via decrescenti, le onde subiscono una serie di trasformazioni geometriche e perdite di energia, indotte essenzialmente dai fenomeni di rifrazione e di shoaling, che alla fine conducono al loro frangimento (ciò avviene quando l'onda, deformata, diviene molto alta rispetto alla sua lunghezza e perciò "instabile").

Ai fini invece della corretta progettazione delle opere interne, ossia le quote da assegnare alle banchine ed ai pontili (e nel caso di Marinagri le quote da assegnare ai piani terra degli edifici ricettivi e residenziali) è stato associato lo studio delle variazioni quasi statiche del livello marino, dovute a cause diverse (principalmente la marea astronomica e "meteorologica", ma anche la previsione di incremento nel tempo del livello medio marino indotto dall'effetto serra), allo studio della penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino portuale.

Y

Jay

M

In allegato è riportato lo studio della penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino portuale di Marinagri come approvato, in sede di conferenza di servizi, all'epoca in cui il porto turistico fu autorizzato; rispetto al progetto iniziale, è stata operata successivamente una modifica progettuale, prevedendo un pennello antirisacca nell'avamposto, come illustrato nelle foto sopra riportate e nell'allegata planimetria (piano quotato).

Le simulazioni sono state condotte limitatamente ad un'area che comprende l'avamposto, la spiaggia assorbente ed il canale di accesso fino ai primi moli di ormeggio dove si è verificato che il moto ondoso incidente si esaurisce completamente. L'agitazione ondosa è stata studiata utilizzando un modello numerico che integra in modo esatto l'equazione di Helmholtz. Tale equazione, come è noto, consente di ricavare i valori dell'agitazione ondosa in un bacino portuale tenendo conto dei fenomeni combinati di diffrazione e riflessione che nel caso specifico risultano dominanti dal punto di vista della penetrazione delle onde.

Lo studio su modello matematico è stato condotto considerando una serie di direzioni d'onda e periodi ritenuti significativi per le condizioni meteo-marine raggiungibili nel paraggio in esame (foce dell'Agri) e ricavate nell'ambito dello studio meteo-marino.

In particolare si sono considerati due periodi e due direzioni di moto ondoso incidente per un totale di quattro simulazioni. In questo modo si è verificata praticamente l'intera gamma di condizioni di moto ondoso che si possono presentare in corrispondenza dell'imboccatura portuale.

\*\*\*

7)- Ulteriori due discrasie che si è avuto modo di verificare nella lettura delle mappe delle aree potenzialmente inondabili da mareggiate, sono costituite dai seguenti aspetti:

a-) le aree edificate più vicine all'imboccatura portuale di Marinagri sono state escluse dal rischio, mentre le aree retrostanti (che hanno altezza delle banchine del tutto analoga ma sono posizionate a distanza maggiore dal mare) sono state invece incluse.

b-) le lagune superiori (comparti A e B del P.P.E.) sono state incluse nelle aree a rischio, nonostante, come evidenziato dall'allegato piano quotato delle aree del Comprensorio Marinagri, pur avendo un'altezza s.l.m.m. pari a 1,25, siano distanti più di 1 km dalla costa e soprattutto, sono protette da strade che hanno altezza s.l.m. pari a 4,5 m.

Peraltro, sulla base della metodologia proposta dal Progetto Eurosion, che definisce una porzione di fascia costiera, indicata come Radius of Influence of Coastal Erosion (RICE) e

P

bz

M

definita come area potenzialmente soggetta a fenomeni di erosione e di inondazione costiere nei prossimi 100 anni, gran parte del comprensorio Marinagri non sarebbe nemmeno da investigare in ordine alla potenziale inondabilità, come evidenziato nell'allegato piano quotato in cui è stata riportata una linea offset distante 500 m rispetto alla costa.

L'area RICE costituisce, infatti, il luogo geometrico dei punti la cui distanza non supera i 500 m dalla costa e posti al di sotto della isoipsa di 10 metri rispetto al livello medio marino.

\*\*\*

**CONCLUSIONI)** In definitiva, si chiede agli enti in indirizzo di riconsiderare la valutazione del rischio da mareggiate per la zona costiera in cui operano le società scriventi, rivedendo opportunamente le mappe di rischio, sulla base delle argomentazioni sopra esposte, stigmatizzando come un'approssimativa ed erronea valutazione, associata a eventuali misure di inibizione delle attività già programmate da anni e parzialmente ultimate, determinerebbero danni economici inimmaginabili alle medesime società e, più in generale, al comprensorio turistico ionico della Basilicata.

Marinagri SpA

Il presidente

Marinagri Resort SpA

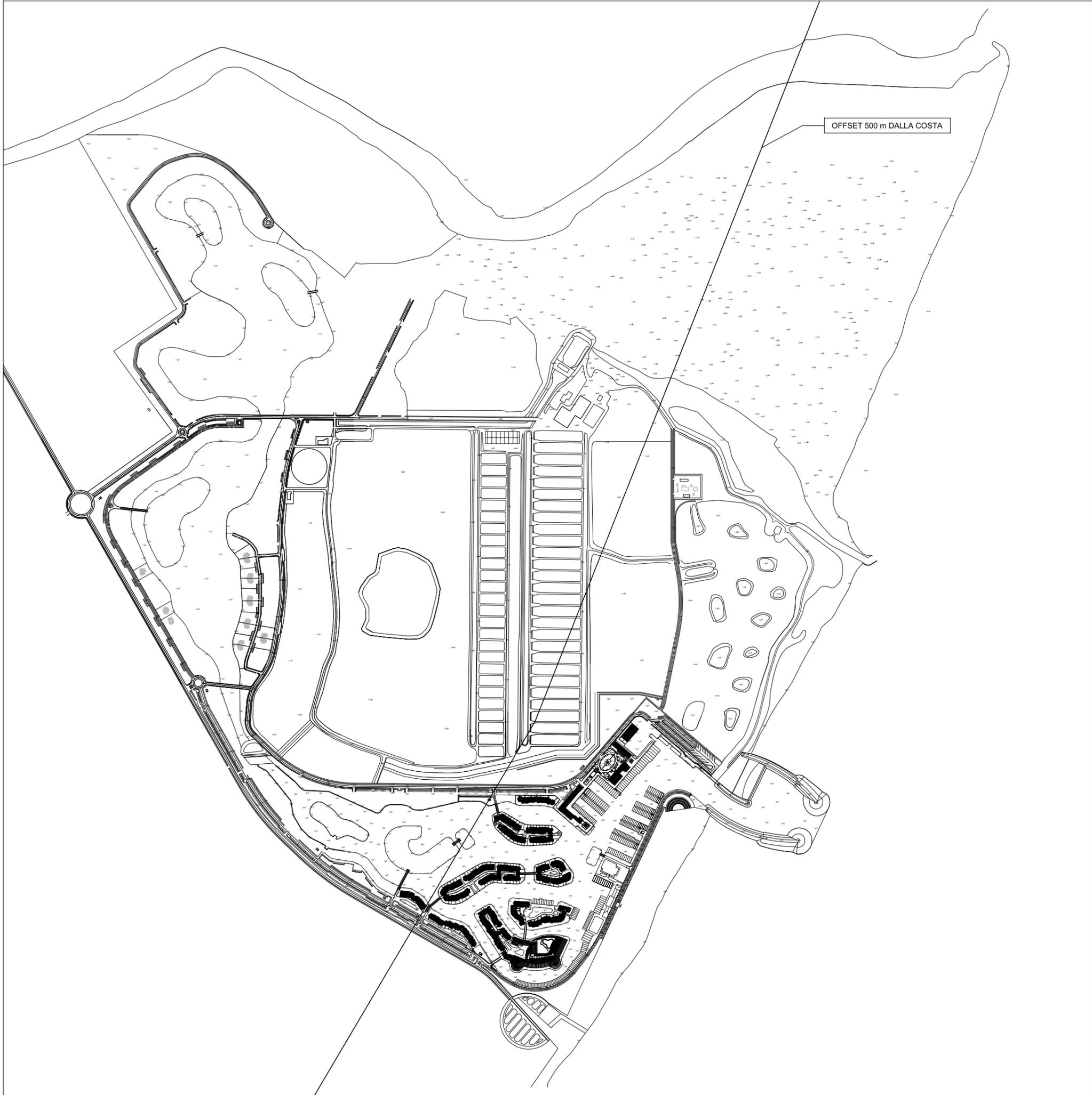
Il presidente

Ing. Marco Vitale



**Allegati:**

- 1)- Piano quotato in formato dwg (Autocad)
- 2)- Studio della penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino portuale



# REGIONE BASILICATA

## COMUNE DI POLICORO (MT)

**MARINAGRI S.p.A.**

Via S. Giusto Località Torre Mozza  
75025 Policoro (MT)



**PROGETTO DEFINITIVO DEL PORTICCIOLO TURISTICO AKIRIS  
A SERVIZIO DEL CENTRO TURISTICO ECOLOGICO INTEGRATO  
MARINAGRI**

**RELAZIONE IDRAULICA MARITTIMA  
E STUDI SU MODELLO**

FEBBRAIO 2000

SCALA -

Allegato C

**PROGETTAZIONE**



**ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES & MANAGEMENT SNC**  
di Marco Vitale & C. - via E.Toti 6, 75025 Policoro (MT)



**MODIMAR S.r.l.**  
via Monte Zebio 40, 00195 ROMA



**STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E INGEGNERIA**  
S.r.l.  
di Edmondo Forlani & C. - via Mariotti 20, 47833 Morciano di Romagna (RN)

PROGETTAZIONE: Ing. Marco Vitale, M.S.

GRUPPO DI LAVORO:

Prof. Alberto Noli  
Dott. Geol. Edmondo Forlani  
Ing. Andrea Forlani  
Ing. Filippo Forlani  
Ing. Domenico Giordano  
Ing. Antonio Ianuzziello  
Ing. Giovanni Lombardi  
Ing. Carmine Vetere  
Arch. Davide Maria Dioguardi  
Arch. Mario Verginelli  
Dott. For. Enrico De Capua  
Dott. Alessandro Vitale

progetto delle opere marittime e studi modellistici  
studi geologici e progetto delle fondazioni  
progettazione geotecnica  
progettazione geotecnica e strutturale  
progettazione impianti tecnologici  
progettazione delle infrastrutture stradali  
progettazione strutturale  
progettazione strutturale  
coordinamento urbanistico ed architettonico  
progettazione architettonica  
studio della vegetazione e progettazione del verde  
Analisi economico finanziaria



La presente relazione idraulica marittima (RIM) è stata realizzata secondo i criteri dettati dal Decreto dei Ministeri dei Trasporti, Ambiente e Lavori Pubblici del 14 Aprile 1998 – Approvazione dei requisiti per la redazione dei progetti da allegare ad istanze di concessione demaniale marittima per la realizzazione di strutture dedicate alla nautica da diporto -.

In particolare la presente relazione include:

- RIM-A - rilievi batimetrici e sedimentologici
- RIM-B - studio meteomarino
- RIM-C - studio della configurazione portuale ottimale
- RIM-D - studio sulla penetrazione del moto ondoso all'interno dello specchio portuale
- RIM-E - studio dell'influenza delle opere esterne sulle spiagge adiacenti

RIM-D - STUDIO SULLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSI ALL' INTERNO DELLO  
SPECCHIO PORTUALE

D.1 - PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSI, IPOTESI DI CALCOLO	1
D.2 - STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSI CON IL MODELLO VEGA	3
D.3 - ANALISI DEI RISULTATI	4

ALLEGATO 1 - MODELLO MATEMATICO DI AGITAZIONE, DESCRIZIONE SINTETICA  
DEL MODELLO VEGA

## RIM-D - STUDIO SULLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DELLO SPECCHIO PORTUALE

Il presente rapporto illustra i risultati dello studio di penetrazione del moto ondoso eseguito per il nuovo Porto Akiris sito nel Comune di Policoro. La configurazione delle opere presa in esame corrisponde a quella definitiva proposta nel presente progetto.

Le simulazioni sono state condotte limitatamente ad un'area che comprende l'avamposto, la spiaggia assorbente ed il canale di accesso fino ai primi moli di ormeggio dove si è verificato che il moto ondoso incidente si esaurisce completamente. L'agitazione ondosa è stata studiata utilizzando un modello numerico che integra in modo esatto l'equazione di Helmholtz. Tale equazione, come è noto, consente di ricavare i valori dell'agitazione ondosa in un bacino portuale tenendo conto dei fenomeni combinati di diffrazione e riflessione che nel caso specifico risultano dominanti dal punto di vista della penetrazione delle onde.

Lo studio su modello matematico è stato condotto considerando una serie di direzioni d'onda e periodi ritenuti significativi per le condizioni meteomarine raggiungibili nel paraggio in esame (foce dell'Agri) e ricavate nell'ambito dello studio meteo-marino. In particolare si sono considerati due periodi e due direzioni di moto ondoso incidente per un totale di quattro simulazioni.

In questo modo si è verificata praticamente l'intera gamma di condizioni di moto ondoso che si possono presentare in corrispondenza dell'imboccatura portuale.

### D.1 - PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO, IPOTESI DI CALCOLO

Per lo studio di penetrazione del moto ondoso all'interno dell'imboccatura portuale del nuovo Porto Akiris si è utilizzato il layout portuale riportato in fig.1, individuato nella fase preliminare dello studio (vedi rt3 - scelta della configurazione portuale ottimale). Le simulazioni sono state condotte assumendo una profondità media pari a - 3,50 m. sul l.m.m.

I coefficienti di riflessione  $R$  delle opere delimitanti l'avamposto e il canale di accesso sono stati scelti in funzione delle caratteristiche riflettenti delle stesse, variabili a seconda della tipologia costruttiva adottata (vedi fig.1). Sono stati assunti così i valori

$R = 0.80$  per il canale interno costituito da banchine a parete verticale,

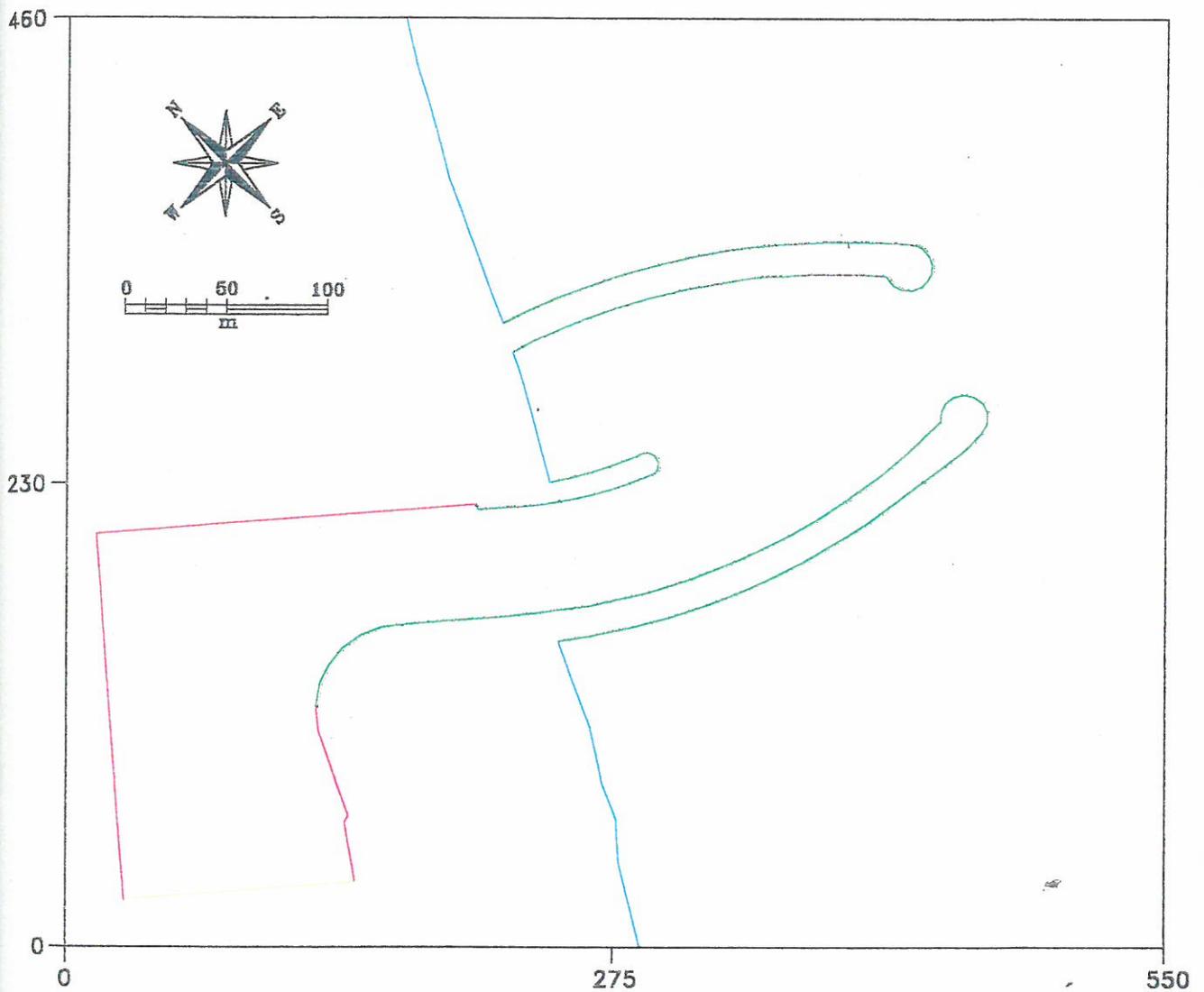
$R = 0.35$  per le mantellate delle opere a gettata in massi naturali,

$R = 0.10$  per il litorale sabbioso.

Il contorno indicato in Figura 1 con il colore giallo, dove è stato imposto un coefficiente di riflessione praticamente nullo ( $R = 0,01$ ), è stato introdotto per delimitare l'area di calcolo nella zona interna portuale. La posizione di tale contorno è stata verificata in fase di esecuzione del modello controllando che in prossimità di esso l'agitazione ondosa proveniente dall'imboccatura portuale fosse quasi completamente esaurita. Per scegliere le direzioni di provenienza delle onde in corrispondenza dell'imboccatura portuale da utilizzare nelle simulazioni, si è preventivamente

# PORTO DI MARINAGRI

Modello VEGA : simulazione dell'agitazione ondosa



Layout portuale simulato con  
i coefficienti di riflessione assegnati

LAYOUT DEFINITIVO

Profondità del bacino = 3.50 m

Coefficienti di riflessione	
	R=0.80
	R=0.35
	R=0.10
	R=0.01

**MODIMAR**  
Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Figura 1

individuato il settore di attacco degli stati di mare più gravosi. Tale settore, derivato dall'applicazione del modello di inversa spettrale ( vedi rt2 - studio meteo-marino) è risultato compreso tra le direzioni 105° e 135 °N. Si è pertanto deciso di utilizzare queste direzioni per lo studio di penetrazione del moto ondoso all'interno del bacino portuale, in quanto sono sicuramente le più gravose sia per lo specchio d'acqua interno (105 °N) che per l'avamposto (135 °N).

Fissate le direzioni, sono state scelte le caratteristiche del moto ondoso di attacco (altezza significativa e periodo significativo) assumendo due stati di mare rappresentativi di mareggiate molto frequenti ( $T_r = 1$  anno) ed estreme ( $T_r = 50$  anni). In conclusione sono state selezionate le seguenti condizioni di moto ondoso:

Test 1  $H = 3,5$  m,  $T = 8.0$  s, Dir = 105°N,  $T_r = 1$  anno

Test 2  $H = 4,8$  m,  $T = 11.0$  s, Dir = 105°N  $T_r = 50$  anni

Test 3  $H = 3,5$  m,  $T = 8.0$  s, Dir = 135°N  $T_r = 1$  anno

Test 4  $H = 4,8$  m,  $T = 11.0$  s, Dir = 135°N  $T_r = 50$  anni

Si osserva che l'altezza d'onda caratterizzata dal tempo di ritorno di 50 anni tiene conto dei fenomeni di frangimento che si verificano prima che essa raggiunga l'imboccatura portuale (vedi studio meteomarino).

I valori di output sono stati elaborati per tutte le simulazioni effettuate con il programma di interpolazione "SURFER" che restituisce i dati come curve di uguale entità dell'agitazione ondosa e/o scale cromatiche differenziate. Di seguito si è elencata la corrispondenza fra i test effettuati e il nominativo dato ai corrispondenti grafici :

Test 1	→	File PO_D1_T1.SRF
Test 2	→	File PO_D1_T2.SRF
Test 3	→	File PO_D2_T1.SRF
Test 4	→	File PO_D2_T2.SRF

## D.2 - STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSI CON IL MODELLO VEGA

Lo studio della penetrazione del moto ondoso all'interno dello specchio d'acqua portuale, caratterizzato da profondità pressoché costante e pari mediamente a - 3,50 m, è stato condotto con il modello numerico VEGA descritto in allegato.

Il modello è in grado di simulare la propagazione di onde armoniche lineari in presenza dei fenomeni combinati di diffrazione e riflessione che risultano dominanti nel caso del porto Akiris. Questi fenomeni sono regolati dall'equazione di Helmholtz che viene risolta dal modello numerico VEGA con la tecnica degli elementi di contorno (boundary elements). Tale tecnica richiede che venga discretizzato il contorno del dominio di calcolo. L'imboccatura portuale ed il canale di accesso sono stati quindi schematizzati per mezzo di una serie di segmenti. Ciascun segmento è stato a sua volta suddiviso in elementi di lunghezza compresa tra  $1/6$  ed  $1/7$  della lunghezza d'onda incidente, assicurandosi in tal modo che in tutte le simulazioni fossero introdotte almeno 5 elementi (sorgenti) per ogni segmento considerato. L'altezza d'onda è stata calcolata in corrispondenza di circa 2600 punti posti all'interno dell'area simulata.

In corrispondenza della retta con coordinata  $X = 600$  m del dominio di calcolo (vedi ad esempio fig. 2) sono state imposte le caratteristiche del moto ondoso incidente (altezza, direzione e periodo). Tale retta rappresenta un generatore di moto ondoso e viene trattata dal modello come un contorno di radiazione, cioè la perturbazione riflessa dalle strutture portuali è libera di transitare per tale contorno irradiandosi nel campo, supposto infinito, posto all'esterno del dominio di calcolo.

I risultati delle quattro simulazioni sono rappresentati a colori e con curve di eguale agitazione ondosa nelle figure 2, 3, 4, 5. Essendo il modello lineare, i risultati sono stati rappresentati utilizzando il coefficiente di diffrazione che esprime il rapporto tra l'altezza d'onda calcolata nel punto e l'altezza d'onda incidente.

Per ottenere il valore dell'altezza d'onda in un punto è sufficiente moltiplicare il coefficiente di diffrazione per l'altezza dell'onda incidente riportata in ciascuna figura.

### D.3 - ANALISI DEI RISULTATI

Il moto ondoso incidente viene progressivamente attenuato dalla diffrazione indotte dello stretto canale di accesso delimitato dalle opere esterne portuali e dalla dissipazione di energia causata dalla spiaggia che nel modello è riprodotta utilizzando opportuni coefficienti di riflessione.

L'analisi delle figure 2÷5 mostra che le onde caratterizzate dal periodo minore ( $T = 8$  s) penetrano all'interno dell'avamposto più di quelle caratterizzate dal periodo maggiore ( $T = 11$  s) a causa della minore attenuazione subita per diffrazione delle onde più corte rispetto a quelle più lunghe dovuta all'imboccatura a moli convergenti.

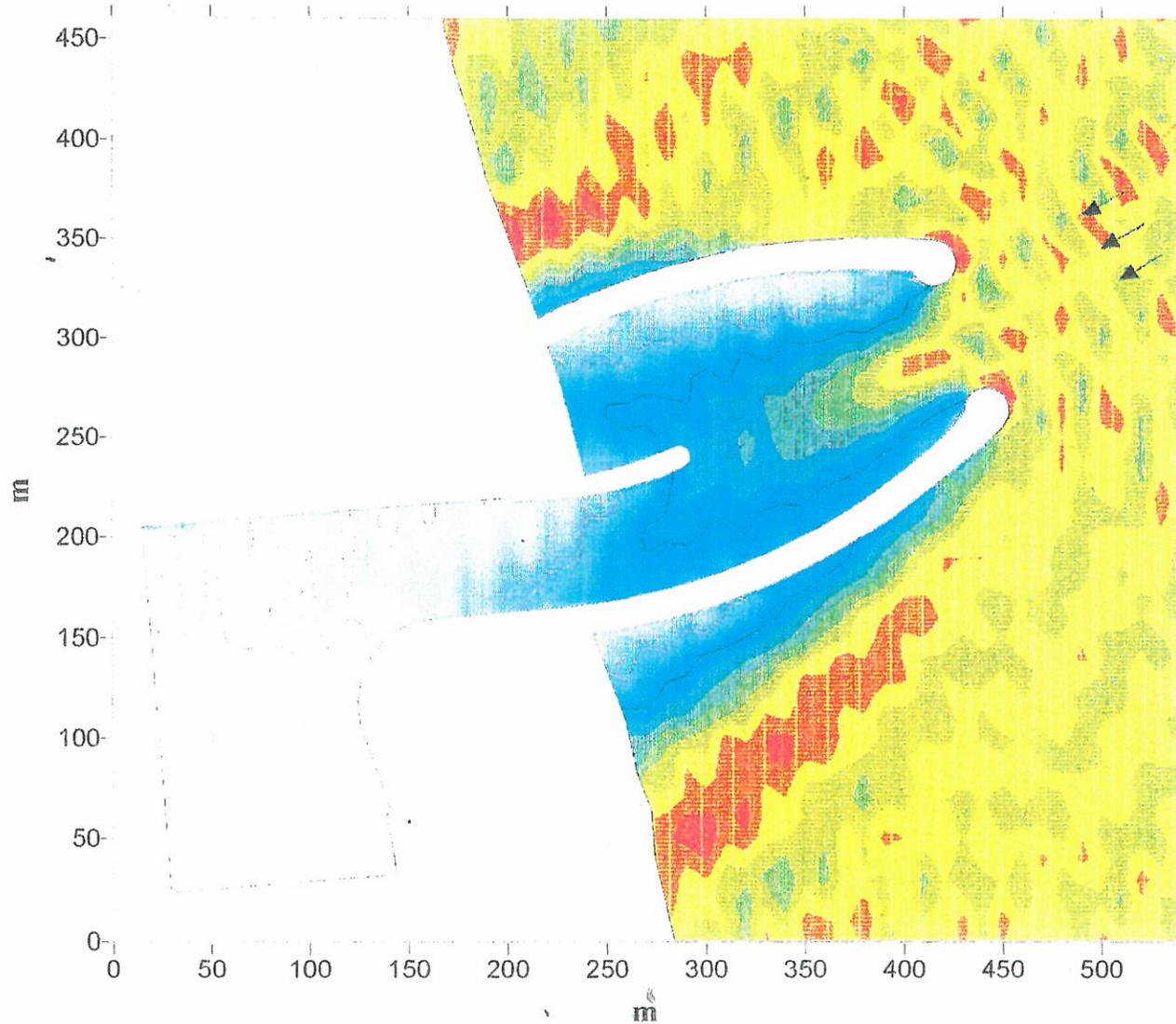
Comunque la penetrazione del moto ondoso all'interno dello specchio d'acqua portuale risulta piuttosto contenuta tanto che in corrispondenza alla banchina disposta ortogonalmente al canale di accesso, l'altezza d'onda non supera mai il 15 % di quella incidente e quindi risulta pari a circa 0,5 m per l'onda con tempo di ritorno annuale, mentre è circa 0,7 m per l'onda cinquantennale. Queste condizioni di moto ondoso tendono a ridursi sensibilmente spostandosi verso la zona più interna dello specchio d'acqua portuale. Si osserva inoltre che il grado di agitazione ondosa presente lungo la banchina disposta ortogonalmente al canale di accesso ne consiglia l'uso limitatamente alle imbarcazioni in transito e per le attività del limitrofo cantiere navale.

La penetrazione del moto ondoso all'interno dello specchio d'acqua portuale tende a diminuire al ruotare della direzione delle onde incidenti da  $105^\circ\text{N}$  a  $135^\circ\text{N}$ .

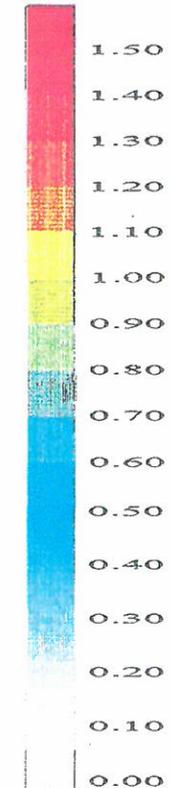
I valori dell'agitazione ricavati per la configurazione finale si possono ritenere in definitiva ampiamente accettabili sia ai fini della navigazione dell'imboccatura portuale sia per l'ormeggio nello specchio d'acqua portuale.

**Porto di Marinagri**

**Modello VEGA : simulazione dell'agitazione ondosa**



**Coefficiente  
di diffrazione**



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

**Figura 2**

**Layout definitivo**

**Periodo  $T = 8$  s**

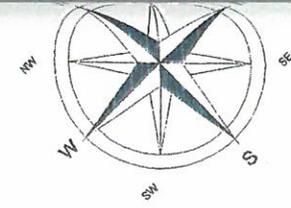
**Altezza d'onda incidente  $H_s = 3.5$  m**

**Direzione Dir = 105 °N**

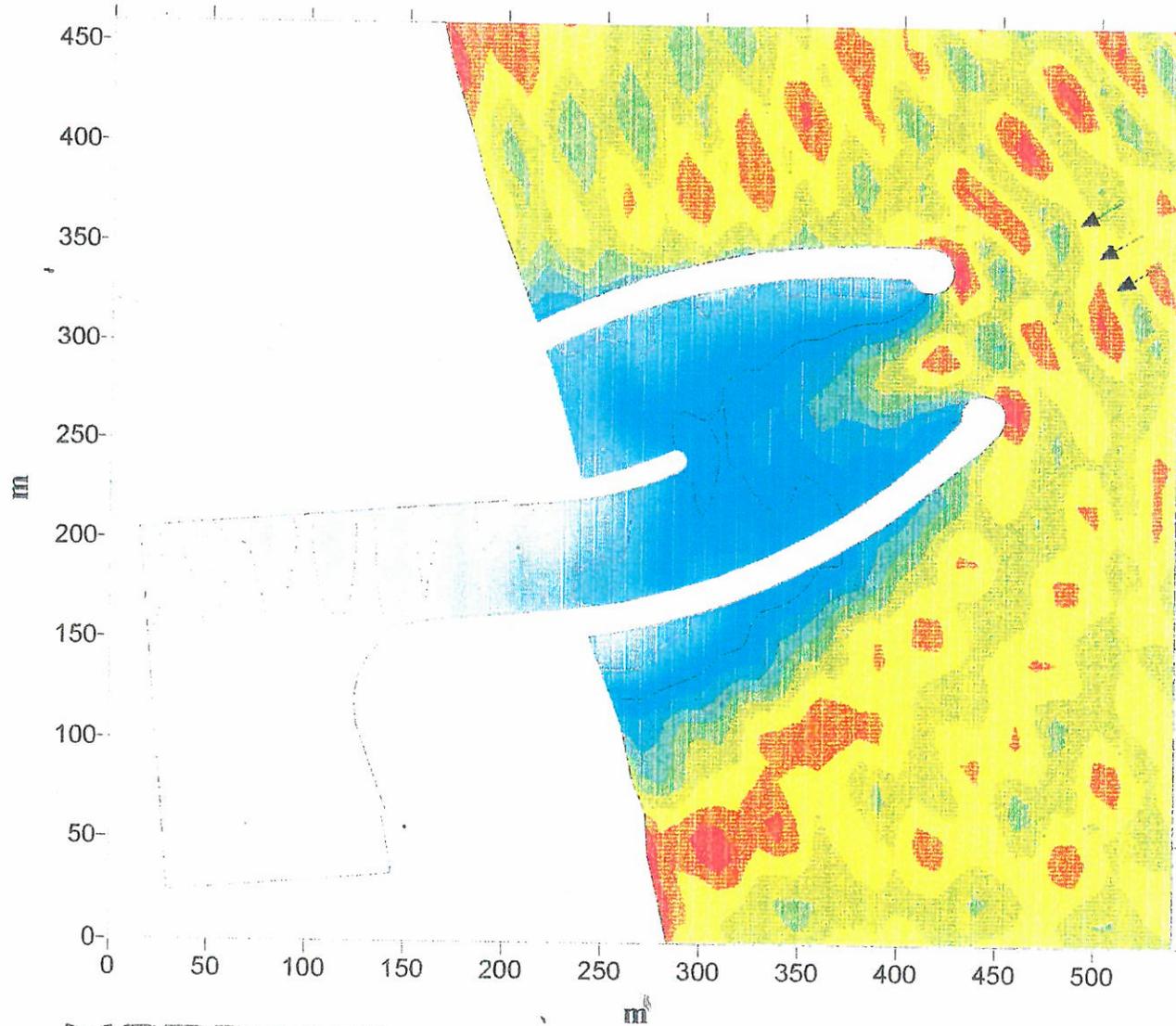
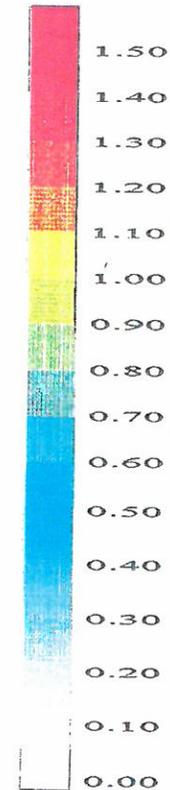
**File = PO\_D1\_T1**

Porto di Marinagri

Modello VEGA : simulazione dell'agitazione ondosa



Coefficiente di diffrazione



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Figura 3

Layout definitivo

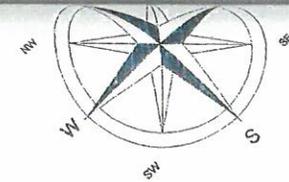
Periodo  $T = 11$  s

Altezza d'onda incidente  $H_s = 4.8$  m

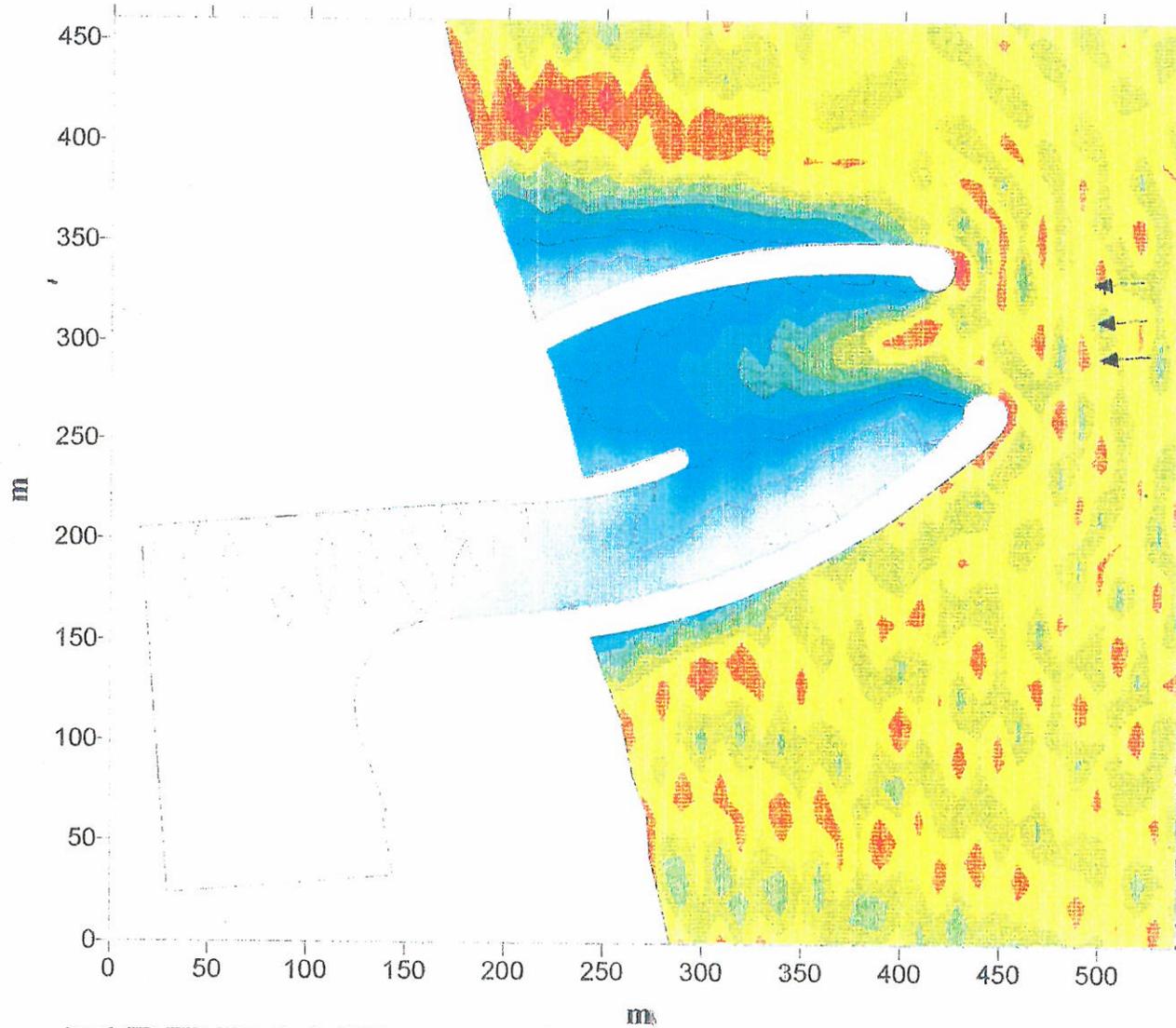
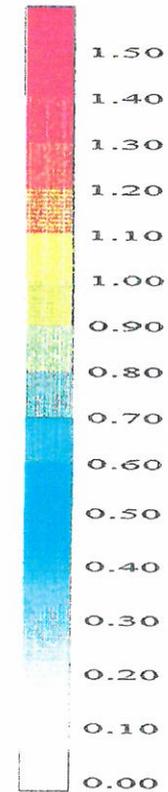
Direzione Dir =  $105^\circ$  N

File = PO\_D1\_T2

### Modello VEGA : simulazione dell'agitazione ondosa



Coefficiente di diffrazione



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Figura 4

Layout definitivo

Periodo  $T = 8$  s

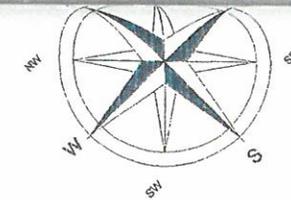
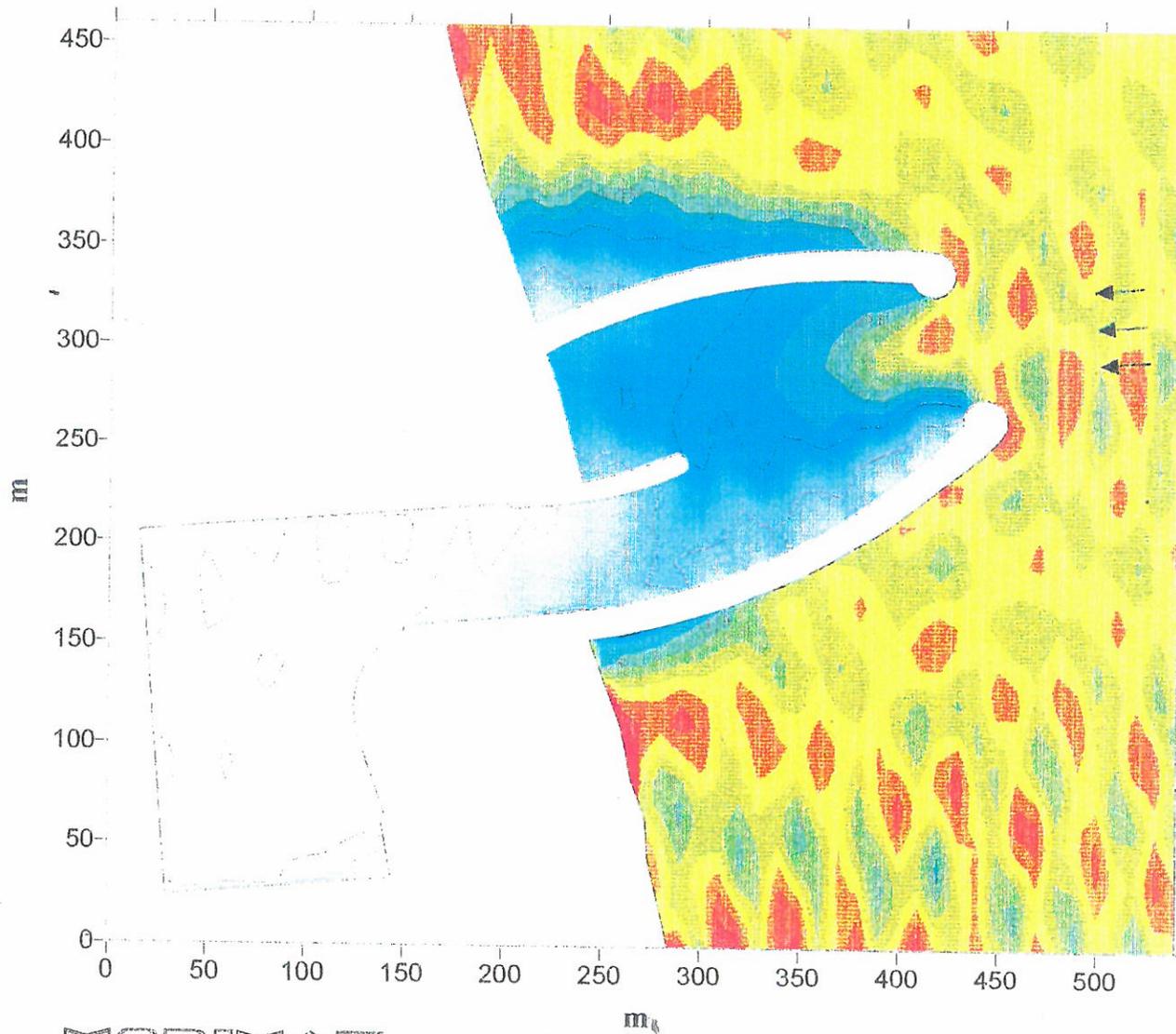
Altezza d'onda incidente  $H_s = 3.5$  m

Direzione Dir =  $135^\circ$  N

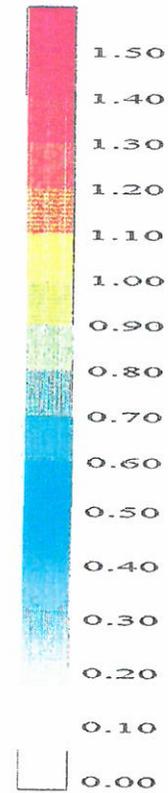
File = PO\_D2\_T1

**Porto di Marinagri**

**Modello VEGA : simulazione dell'agitazione ondosa**



**Coefficiente di diffrazione**



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

**Figura 5**

**Layout definitivo**

**Periodo  $T = 11$  s**

**Altezza d'onda incidente  $H_s = 4.8$  m**

**Direzione Dir = 135 °N**

**File = PO\_D2\_T2**

ALLEGATO

MODELLO MATEMATICO DI AGITAZIONE  
DESCRIZIONE SINTETICA DEL MODELLO VEGA

## ALLEGATO - MODELLO MATEMATICO DI AGITAZIONE, DESCRIZIONE SINTETICA DEL MODELLO VEGA

Il modello numerico VEGA sviluppato dalla MODIMAR S.r.l. ed utilizzato nel presente studio è classificabile come modello irrotazionale lineare bidimensionale per onde armoniche. Il modello è basato sull'equazione di Helmholtz valida sotto le seguenti ipotesi:

- irrotazionalità del moto;
- rapporto  $H/L \ll 1$  dove H ed L sono rispettivamente l'altezza e la lunghezza d'onda;
- assenza di dissipazioni;
- assenza di forze legate alla rotazione terrestre (forze di Coriolis);
- profondità del fondale costante;
- fondo impermeabile;
- variazione verticale del potenziale delle velocità coincidente con la soluzione per onde progressive lineari su fondale costante;
- onde armoniche nel tempo (monocromatiche).

L'equazione ellittica di Helmholtz risulta:

$$\nabla^2 \phi + k^2 \phi = 0$$

dove:

k = numero d'onda calcolato tramite la relazione di dispersione della teoria lineare ( $w^2 = gk \tanh kd$ )

$\phi(x,y)$  = potenziale bidimensionale delle velocità orbitali delle particelle;

$\nabla^2$  = operatore di Laplace definito nel piano x,y coincidente con il livello medio marino.

Con le ipotesi poste tale equazione è in grado di simulare correttamente il fenomeno combinato di diffrazione-riflessione delle onde armoniche lineari. Per risolvere l'equazione di Helmholtz, di tipo ellittico, è necessario imporre condizioni al contorno note su tutta la frontiera del dominio di integrazione. Nel caso di bacini portuali si impone lungo l'imboccatura portuale (o comunque lungo i contorni di continuità con il semispazio infinito escluso dal dominio di integrazione) che venga soddisfatta una opportuna condizione di radiazione. Contemporaneamente lungo il resto della frontiera vengono imposte condizioni sulla derivata direzionale del potenziale delle velocità (totale o parziale riflessione).

Il modello numerico VEGA risolve l'equazione di Helmholtz tramite la tecnica numerica degli elementi di contorno. In breve la tecnica consiste nel ridurre l'equazione ellittica di Helmholtz definita sul campo bidimensionale di calcolo ad un'equazione integrale definita sulla sola frontiera del campo. La discretizzazione della frontiera permette quindi di ridurre l'equazione integrale ad un sistema di equazioni lineari definite nel campo complesso dove le incognite sono costituite da un sistema di sorgenti distribuite sulla frontiera discretizzata. La risoluzione del sistema di equazioni, che costituisce la parte più onerosa dal punto di vista computazionale del modello numerico, è ottenuta utilizzando il metodo delle eliminazioni successive di Gauss. La dimensione del sistema di equazioni dipende dal numero di sorgenti incognite introdotte sulla frontiera che risulta essere a sua volta funzione della lunghezza d'onda (sono necessarie almeno 5 sorgenti per lunghezza d'onda) e

della dimensione dell'elemento (banchina, canale) più corto presente nell'area da simulare (sono necessarie almeno 5 sorgenti per ogni elemento). Risolto il sistema di equazioni è quindi possibile calcolare in ogni punto del campo di potenziale delle velocità orbitali delle particelle idriche in superficie, l'altezza d'onda e la sua fase.

Il modello numerico richiede i seguenti dati in ingresso:

- ✓ coordinate dei vertici del contorno dell'area portuale;
- ✓ posizione dell'imboccatura/e portuale;
- ✓ direzione e periodo del moto ondoso sull'imboccatura portuale;
- ✓ profondità del fondale all'interno del porto;
- ✓ profondità del fondale all'esterno dell'imboccatura portuale;
- ✓ passo di discretizzazione del contorno;
- ✓ coefficienti di riflessione delle banchine;
- ✓ coordinate dei punti dove devono essere calcolati i risultati.

Il modello fornisce come risultati:

- ✓ altezza d'onda, potenziale delle velocità e fase nei punti richiesti.

I risultati ottenuti possono essere restituiti sia sotto forma numerica che grafica.

---

**Da:** Marinagri Spa - PEC [marinagri@legalmail.it]  
**Inviato:** giovedì 17 settembre 2015 17:03  
**A:** DGSalvanguardia.Ambientale@PEC.minambiente.it; protocollo@pec.autoritalgv.it;  
Dgbacino@cert.regione.basilicata.it  
**Oggetto:** 17.09.15 PGRA Osservazione della società Marinagri  
**Allegati:** 17.09.15 PGRA\_ Osservazione ai sensi art. 14 comma 3 D.Lgs. 152\_2006 e s.m.i..pdf;  
Allegati osservazione marinagri.zip

Si invia in allegato l'osservazione al PGRA da parte delle società Marinagri Spa e Marinagri Resort Spa.

Distinti saluti

Vincenzo Vitale

Legale rappresentante