



Dipartimento Governo del Territorio e Politiche Ambientali  
Servizio Valutazioni Ambientali

Istruttoria Tecnica:

Verifica di Assoggettabilità a V.I.A. – V.A.

Progetto:

ARAP - INTERVENTO MASTERPLAN ABRUZZO (PSRA 07) DEVIAZIONE  
DEL PORTO CANALE DI PESCARA

### Oggetto

<b>Titolo dell'intervento:</b>	<b>INTERVENTO MASTERPLAN ABRUZZO (PSRA 07) DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA</b>
<b>Descrizione del progetto:</b>	Il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, approvato con delibera n. 210 del 29/08/2018 dal C.d.A. dell'ARAP, prevede che con il finanziamento del Masterplan Abruzzo (PSRA/07), pari a € 15.000.000,00, venga realizzata una parte del nuovo molo Nord e completato il pennello di foce, in perfetta aderenza al Piano Regolatore Portuale vigente.
<b>Azienda Proponente:</b>	<b>A.R.A.P.</b>
<b>Procedimento</b>	<b>Verifica di Assoggettabilità a V.I.A. – V.A.</b>

### Localizzazione del progetto

Comune:	PESCARA
Provincia:	Pescara
Località:	Porto di Pescara
Altri Comuni interessati:	Nessuno
Numero foglio catastale:	27
Particella catastale:	325

## REGIONE ABRUZZO – L'AQUILA

DIPARTIMENTO GOVERNO DEL TERRITORIO E POLITICHE AMBIENTALI

SERVIZIO VALUTAZIONI AMBIENTALI

COMITATO DI COORDINAMENTO REGIONALE PER LA V.I.A.

(D.G.R. 660 DEL 14 NOVEMBRE 2017)

## DOCUMENTAZIONE PROGETTUALE ALLEGATA

AL

**PARERE 3055 DEL 06/06/2019**

**Esito: FAVOREVOLE CON PRESCRIZIONI**

**Volume 01 Elaborati da n. MP.I-201 a n. MP.I-210**

PER COPIA CONFORME ALLA DOCUMENTAZIONE IN ATTI,

DI CUI ALL'ELENCO A PAGINA SEGUENTE, RIUNITA IN UN UNICO DOCUMENTO

COMPOSTO DA N. **384** FACCIATE (COMPRESA QUESTA COPERTINA E LA PAGINA INDICE)

IL DIRETTORE GENERALE  
Presidente del CCR-VIA  
(Dott. Vincenzo RIVERA)

D'ORDINE  
IL DIRIGENTE DEL  
SERVIZIO VALUTAZIONI AMBIENTALI





**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

## **MASTERPLAN ABRUZZO**

- INTERVENTO PSRA 07 -

### **"DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"**

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### **PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA**

Soggetto attuatore

**ARAP**

CONSORZIO REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340664 - P.I. 02083310666

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**  
Ingegnere Massimiliano Gramenzi

## **INDICE della DOCUMENTAZIONE RIUNITA**

### **Volume 01 Elaborati da n. MP.I-201 a n. MP.I-210**

- MP.I-201 Relazione tecnico illustrativa.pdf
- MP.I-401 Integrazione n. 1 alla Relazione tecnico illustrativa.pdf
- MP.I-202 Relazione archeologica preventiva.pdf
- MP.I-203 Piano di caratterizzazione di fondali.pdf
- MP.I-204-I Studio Meteomarino.pdf
- MP.I-205 Studi specialistici.pdf
- MP.I-206 Rapporto di indagini geognostiche, geotecniche e sismiche.pdf
- MP.I-207 Prime indicazioni sicurezza.pdf
- MP.I-208 Calcolo sommario della spesa.pdf
- MP.I-209 Quadro economico.pdf
- MP.I-210 Cronoprogramma lavori.pdf



**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Soggetto attuatore

**ARAP**

AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

**II PROGETTISTA**

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

**II PROGETTISTA**

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

**Il Gruppo di lavoro**

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Titolo tavola

# RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Supporto alla progettazione:



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Studio specialistico Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO

Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilita\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Tavola

**MP.I-201**

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

Nome file

00\_Testatine\_Preliminare Porto Pescara.dwg

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>INQUADRAMENTO GENERALE DEI LUOGHI</b>	<b>4</b>
2.1.	INQUADRAMENTO NORMATIVO DEL PORTO	4
2.2.	DESCRIZIONE DEL SISTEMA PORTUALE ATTUALE DI PESCARA	4
<b>3.</b>	<b>DOCUMENTO DI INDIRIZZO ALLA PROGETTAZIONE</b>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>DESCRIZIONE TECNICA DELLO STATO ATTUALE E SINTESI DEGLI STUDI</b>	<b>12</b>
4.1.	INQUADRAMENTO IDRAULICO MARITTIMO	12
4.1.1.	<i>Inquadramento geografico</i>	13
4.1.2.	<i>Regime dei venti a largo di Pescara e in costa</i>	14
4.1.3.	<i>Correntometria a grande scala</i>	18
4.1.4.	<i>Variazione dei livelli del mare (incluso eustatismo)</i>	19
4.1.5.	<i>Regime ondamentrico a largo di Pescara</i>	21
4.1.6.	<i>Regime ondamentrico in costa</i>	27
4.1.8.	<i>Morfodinamica costiera e fluviale, sedimentazione delle aree portuali e impatto delle nuove opere sulla stabilità dei litorali adiacenti</i>	32
4.2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO	37
4.2.1.	<i>Geologia d'area vasta</i>	37
4.2.2.	<i>Geologia del territorio urbano di Pescara</i>	38
4.2.3.	<i>Successione stratigrafica</i>	39
4.3.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	41
4.3.1.	<i>Vita nominale delle opere strutturali</i>	41
4.3.2.	<i>Classe d'uso</i>	41
4.3.3.	<i>Periodo di riferimento per l'azione sismica</i>	41
4.3.4.	<i>Determinazione dei principali parametri sismici</i>	41
<b>5.</b>	<b>OBIETTIVI PROGETTUALI</b>	<b>44</b>
5.1.	OBIETTIVI POSTI DALLA REGIONE ABRUZZO	44
5.2.	OBIETTIVI EFFETTIVAMENTE PERSEGUIBILI COL PRESENTE FINANZIAMENTO MASTERPLAN E DESCRIZIONE DEL PROGETTO A.R.A.P.	45
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>51</b>

# 1. PREMESSA

---

La presente relazione, redatta in conformità a quanto previsto dall'art. 23 del D.Lgvo n. 50 del 18 aprile 2016 e degli artt. 17 e 28 del Regolamento (DPR n. 207 del 5 ottobre 2010) è parte integrante del progetto di fattibilità tecnica ed economica dei lavori di **"Deviazione del porto canale di Pescara - Intervento Masterplan Abruzzo – Codice Progetto PSRA/07"** di cui, per le motivazioni che saranno più avanti dettagliatamente esplicitate, rappresenta solo il **"1° STRALCIO FUNZIONALE"**.

Per un'adeguata ed agevole comprensione dell'elaborato occorre formulare le seguenti precisazioni preliminari.

La Regione Abruzzo, Ente Concedente il finanziamento di 15 M€ in favore di ARAP Abruzzo, nella fase di programmazione ha delineato l'obiettivo di pervenire alla deviazione del porto canale di Pescara con risorse pari alla predetta somma di 15 M€, già dal 17 Maggio 2016, così come richiamato nel Verbale n. 80/2 del Consiglio Regionale dell'Abruzzo con il quale, in data 15 novembre 2016, è stata deliberata l'approvazione del nuovo Piano Regolatore Portuale di Pescara.

Le valutazioni inerenti alla fattibilità tecnico economica dell'intervento operate dai sottoscritti incaricati della progettazione hanno evidenziato l'incongruenza tra la somma stanziata e l'obiettivo posto.

Una siffatta condizione ha quindi imposto la rideterminazione in diminuzione degli interventi progettuali perseguibili col finanziamento Masterplan il quale, per le motivazioni che saranno oggetto di puntuale ma successivo dettaglio, è inadeguato.

Lo sforzo profuso da ARAP è stato volto a definire in modo sufficientemente compiuto il complesso delle opere strettamente necessarie al raggiungimento dell'obiettivo finale, in modo da consentire alla Regione Abruzzo un'efficace programmazione delle opere a venire.

Quello della programmazione da parte della Regione Abruzzo non è certamente un tema di secondaria importanza per le ragioni che di seguito si espongono, al fine di sollecitare in modo corretto le necessarie riflessioni che devono sottendere l'approccio a determinate problematiche, soprattutto di carattere ambientale, da parte di tutti gli Attori Pubblici coinvolti a vario titolo nella procedura.

L'importo complessivo degli interventi necessari e sufficienti alla deviazione del porto canale è stato stimato in circa **€ 60.000.000,00** pertanto il finanziamento Masterplan (15 M€ - perfezionato) ed il finanziamento di cui alla Delibera CIPE n° 12 del 28 febbraio 2018 (16 M€ - atto di concessione da sottoscrivere) risultano insufficienti a raggiungere l'obiettivo.

In data 29/08/2018, con deliberazione del C.d.A. ARAP n° 210, è stato approvato il progetto di fattibilità tecnico – economica relativo al finanziamento Masterplan con il quale, oltre al pennello di foce in sinistra idraulica, si è prevista la realizzazione di un primo tratto banchinato del molo guardiano Nord con utilizzo di palancole metalliche opportunamente tirantate in grado di conferire al molo una veste pressoché definitiva.

Pag.  
2

Nella citata versione del progetto si è posto particolare risalto sull'importanza di contenere la durata delle fasi intermedie evitando un'esecuzione eccessivamente frammentata nel tempo.

Va da sé che l'esecuzione il più possibile contemporanea di tutte le fasi necessarie alla realizzazione della deviazione del porto canale comporta anche una semplificazione dell'iter procedurale in grado di indirizzare gli studi specialistici (meteomarinari, idraulici, idrodinamici, morfodinamici, ecc.) verso la soluzione finale dell'intervento ed evitando, pertanto, il rinnovarsi degli stessi per ognuna delle fasi intermedie.

Ciò vale anche per la procedura di autorizzazione ambientale (V.A./V.I.A) da svolgersi, possibilmente, in soluzione unica e non per ogni singolo stadio delle opere da realizzare.

Vi è però un aspetto preminente a motivare tale modo di procedere, fortemente sostenuto dai sottoscritti progettisti: il contenimento dei costi di realizzazione e l'ottimizzazione della soluzione tecnologica scelta!

Da subito, ossia nel corso delle prime presentazioni pubbliche dell'idea progettuale complessiva (Marzo/Aprile 2017), è stato chiarito che la scelta delle palancole metalliche in luogo dei cassoni prefabbricati ipotizzati nel PRP per le banchine portuali aveva ed ha la funzione di garantire la stabilità delle opere rispetto a locali fenomeni di erosione in alveo ma soprattutto rende possibile il conferimento in colmata di sedimenti dragati non altrimenti ricollocabili a seguito di caratterizzazione "non favorevole". È immediato intuire che i cospicui dragaggi da effettuare lungo il nuovo corso del fiume dovranno essere operati a "banchine aperte" ossia in grado di accoglierne la parte non altrimenti riutilizzabile.

Nel corso di recenti incontri presso le sedi regionali è stata segnalata ad ARAP la possibile ed imminente concessione dei fondi necessari alla concreta deviazione del porto canale. Ciò impone nuove riflessioni che coinvolgono il progetto e ne determinano la necessaria rivisitazione nell'ottica sopra esposta.

Nella presente revisione progettuale, pertanto, è previsto solo ed esclusivamente il completamento delle opere realizzate dal Provveditorato e quindi:

- Pennello di foce;
- Barriera in massi naturali radicata a terra.

L'esecuzione delle opere di banchinamento viene ad essere stralciata per la necessità di mantenere la disponibilità di volumi idonei al conferimento di eventuali sedimenti altrimenti destinati a trattamento e/o a discarica.

Gli importi economizzati confluiscono nelle somme a disposizione della stazione appaltante e quindi restano all'interno del quadro economico di progetto. Tali somme, unitamente al ribasso d'asta che si genererà con la procedura di gara, consentiranno l'esecuzione dei lavori di banchinamento non solo per il tratto di 300 m previsto nella precedente versione progettuale ma anche per una parte cospicua della scogliera di radicamento. Questa seconda fase, debitamente sottoposta alle procedure di autorizzazione previste dal D.Lgs. 152/2006, così come modificato dal D.Lgs. 104/2017, dovrà essere programmata in una logica d'insieme dell'intervento.

## 2. INQUADRAMENTO GENERALE DEI LUOGHI

---

### 2.1. Inquadramento normativo del porto

---

Il porto di Pescara, con riferimento all'Allegato E della Deliberazione n. 678/1 della Giunta Regionale della Regione Abruzzo del 25 Ottobre 2016 (Nuovo Piano Regolatore del Porto di Pescara), è inserito nella I classe della II categoria, ai sensi e per gli effetti del T.U. approvato con Regio Decreto 2 Aprile 1885 n. 3095.

Con la sopra citata Deliberazione n. 678/1 la Giunta Regionale ha approvato il nuovo Piano Regolatore Portuale del porto di Pescara, nel seguito indicato con PRP 2008.

In data 15/11/2016, con verbale di deliberazione n° 80/2, il Consiglio Regionale dell'Abruzzo ha definitivamente approvato il nuovo P.R.P.. Inoltre, in base al D.Lgs. del 4/8/2016 n. 169 che ha riorganizzato, razionalizzato e semplificato la legge 84/94 che aveva istituito in Italia le Autorità Portuali, il porto di Pescara è stato inserito nell'ambito della Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale che comprende, oltre ai Porti di Ancona e Pescara, i porti di Pesaro, San Benedetto del Tronto ed Ortona.

### 2.2. Descrizione del sistema portuale attuale di Pescara

---

Il Porto di Pescara è situato nel tratto terminale del fiume Pescara (vedi Figura 3-1).

Il suo sistema portuale comprende la Darsena Commerciale, il Porto Canale e il Porto Turistico (vedi Figura 3-1, Figura 3-2 e Figura 3-3).

La Darsena Commerciale comprende:

- la diga foranea;
- il Molo di Levante costituito da:
  - due banchine commerciali aventi profondità di progetto al piede di -9,0 m sul l.m.m. e lunghezze rispettivamente di circa 180,0 m e 150,0 m;
  - un terrapieno, avente una superficie di circa 26.000 mq a servizio delle due banchine commerciali destinato provvisoriamente a vasca di colmata. Attualmente la vasca di colmata è piena di sedimenti dragati dalle aree portuali. La vasca andrebbe in parte svuotata per consentire di completare il terrapieno che di fatto dalla sua costruzione, avvenuta verso la fine degli anni '90 del secolo scorso, non è mai stato operativo



Figura 3-1 porto di Pescara e localizzazione geografica.



Figura 3-2- Denominazioni delle zone portuali



Figura 3-3 - Imboccature portuali

Partendo da mare e andando verso monte il Porto Canale comprende:

- il canale di accesso, denominato anche “canaletta”, largo circa 44,0 m e lungo circa 490,0 m;
- il bacino di ormeggio o area di espansione, largo circa 100,0 m e lungo circa 600,0 m;
- il canale di monte largo circa 40,0 m e lungo circa 750,0 m.

Il canale di monte è attraversato da quattro ponti che garantiscono il collegamento ferroviario e stradale tra le zone urbane poste a Nord e a Sud del fiume. Partendo da monte e andando verso il bacino, i quattro ponti sono denominati: ponte della Ferrovia Adriatica, Ponte D’Annunzio, Ponte Risorgimento e ponte dell’Asse Attrezzato.

La canaletta è attraversata da un ponte pedonale-ciclabile denominato Ponte del Mare. L’altezza massima delle imbarcazioni che possono transitare sotto il Ponte del Mare e che quindi possono accedere all’area di espansione risulta di 14,5 m sul l.m.m. La diga foranea, essendo isolata in mare, determina due imboccature portuali: quella principale, localizzata ad Est, e quella secondaria, localizzata ad Ovest che attualmente risulta quasi completamente insabbiata. La funzione della diga foranea è quella di proteggere dal moto ondoso incidente:

- lo specchio d’acqua posto a servizio delle due banchine commerciali (avamposto), dove è localizzata l’area di evoluzione del naviglio diretto sia alle anzidette banchine sia al Porto Canale;
- l’imboccatura del Porto Canale.

La Darsena attualmente caratterizzata da fondali limitati a causa dell’insabbiamento, è destinata ad accogliere il traffico commerciale. Le navi di maggiori dimensioni che potrebbero frequentare la Darsena hanno le seguenti caratteristiche:

- lunghezza fuori tutto LOA= 140,0 m;
- pescaggio D=6,5 m;
- larghezza B=18,0 m.

Le profondità di progetto delle due banchine presenti nella darsena è di circa -9.0 m s.l.m.m.

Il Porto Canale accoglie la flotta peschereccia, la piccola pesca e la nautica minore. I pescherecci di maggiori dimensioni che frequentano il Porto Canale hanno le seguenti caratteristiche:

- lunghezza fuori tutto LOA= 40,0 m;
- pescaggio D= 3,6 m.

La flotta da pesca trova ormeggio nel bacino di espansione e in particolare:

- le vongolare, che attualmente sono circa una ventina e sono caratterizzate da un pescaggio massimo di circa 2,0 m e lunghezze fuori tutto mediamente inferiori a 20,0 m, sono ormeggiate lungo la banchina Nord;
- i pescherecci dedicati alle altre tipologie di pesca, che attualmente sono circa 50 e presentano lunghezze fuori tutto comprese tra 20 e 30 m e pescaggi compresi tra 2,2

e 3,3 m di cui uno solo raggiunge 40 m di lunghezza e 3,6 m di pescaggio, sono ormeggiati lungo la banchina Sud.

Sul lato Nord del bacino di espansione, in prossimità della località detta “La Madonnina”, è localizzato un cantiere nautico dotato di uno scalo di alaggio. Sempre nella stessa zona, ma spostandosi verso la canaletta, è localizzata una banchina, ristrutturata in epoca recente, dove è situata la restituzione idraulica dell’impianto di sollevamento fognario posto nelle immediate vicinanze. In questa zona la profondità di progetto delle banchine è di circa 3,0 m.

La piccola pesca trova ormeggio lungo il canale di monte compreso tra il bacino e il ponte dell’Asse Attrezzato, mentre la nautica minore è localizzata sempre nel canale di monte, ma tra il ponte dell’Asse Attrezzato e quello della Ferrovia Adriatica.

Tutto il naviglio di maggiori dimensioni, inclusi i pescherecci, utilizza esclusivamente l’imboccatura posta ad Est della diga foranea. L’imboccatura posta ad Ovest è molto poco utilizzata se non dalla nautica minore e dalla piccola pesca, a causa dei bassi fondali oggi presenti e che comunque, anche se in misura meno contenuta, l’hanno sempre limitata anche prima che si verificasse l’attuale situazione di crisi indotta dalla sedimentazione.

Il Porto Turistico è localizzato a Sud del Porto Canale ed è idraulicamente scollegato dal fiume. La sua imboccatura, indipendente dalle altre, è orientata verso levante.

Le profondità di progetto per le attuali banchine sono le seguenti:

- banchine del porto commerciale – 9,0 m sul l.m.m.;
- canaletta di accesso al bacino del porto canale – 5,0 m sul l.m.m.;
- bacino del porto canale – 4,5 m sul l.m.m con l’eccezione della banchina Nord posta in località la madonnina che presenta una profondità di progetto di soli – 3,0 m sul l.m.m.

L’accesso al porto per il trasporto su gomma è ottimo ed è garantito dall’asse attrezzato che collega il porto direttamente all’Autostrada Adriatica e all’Autostrada Roma-Pescara.

Il porto non è dotato di un accesso ferroviario diretto.

Dal punto di vista idraulico il fiume è delimitato da arginature solo a partire dal tratto posto a monte del bacino di espansione.

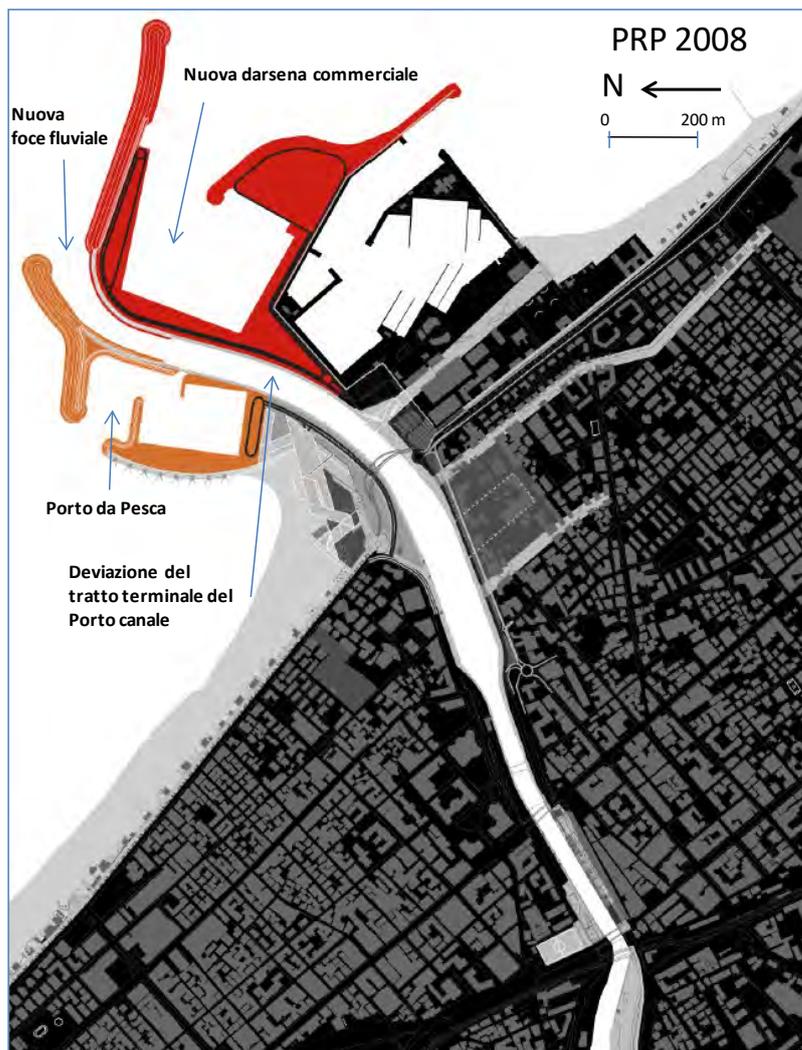
Come noto il problema principale che affligge attualmente il Porto di Pescara è costituito dall’insabbiamento delle aree portuali che è causato sia dal trasporto solido costiero, costituito da sabbie, proveniente da Ovest, sia dal trasporto solido fluviale costituito in prevalenza da materiale fino (limi). Il materiale solido di origine fluviale tende a sedimentare prima nel bacino di ormeggio del porto canale (area di espansione) e poi nella darsena commerciale che è protetta dalla diga foranea dove si miscela con la sabbia proveniente dal trasporto solido litoraneo.

La presenza di una elevata componente di materiale fino in parte inquinato, rende difficile il riutilizzo del materiale proveniente dagli escavi portuali per il ripascimento delle coste. La totale mancanza di idonee vasche di colmata per lo stoccaggio del materiale proveniente dagli escavi portuali sia a Pescara sia negli altri porti abruzzesi, ha portato il Porto

di Pescara ad una situazione di collasso tanto che attualmente la darsena commerciale risulta quasi completamente inutilizzata ed i pescherecci hanno difficoltà ad ormeggiare nel porto canale. Questa situazione si è aggravata negli ultimi quindici anni, ovvero da quando sono entrate in vigore le norme ambientali che limitano fortemente la possibilità di versare a mare il materiale proveniente dagli escavi portuali. Peraltro, la vasca si colmata posta sul molo di levante risulta, come detto, da alcuni anni piena e quindi inutilizzabile per accogliere altro materiale.

Un ulteriore problema ambientale particolarmente sentito dai portatori di interesse è costituito dalla deviazione verso Ovest del pennacchio (“plume”) fluviale determinato dalla diga foranea che causa il decadimento della qualità delle acque costiere le quali si mescolano con quelle fluviali inquinate trasportate dal plume. Il mescolamento delle acque avviene prevalentemente nella zona posta tra la riva e le opere di difesa distaccate parallele (barriere) poste ad Ovest della foce fluviale dove i processi di ricambio delle acque con il mare aperto sono fortemente limitati proprio dalla presenza delle stesse barriere.

**Figura 3-4 – Ambito portuale ridisegnato dal PRP 2008 (zona arancione Porto da Pesca – zona rossa Porto Commerciale).**



Come in precedenza accennato, recentemente, con Verbale di deliberazione n. 80/2 del Consiglio Regionale dell’Abruzzo del 15 Novembre 2016 è stato approvato il nuovo Piano

Regolatore Portuale del porto di Pescara (PRP 2008). Il PRP 2008, descritto nel seguito, ridisegna l'ambito portuale del porto (vedi Figura 3-4) e prevede:

- lo spostamento della foce fluviale oltre l'attuale diga foranea deviando e prolungando il tratto terminale del fiume;
- la realizzazione del nuovo porto peschereccio localizzato all'esterno del canale;
- la riorganizzazione della attuale darsena commerciale che prevede: la realizzazione di due nuove banchine, il prolungamento di una delle due banchine esistenti e il prolungamento del tratto di levante dell'attuale diga foranea.

In tal modo, ad opere del tutto compiute, si separano completamente le funzioni portuali dall'asta fluviale, si limitano fortemente gli attuali problemi di sedimentazione nelle aree portuali e si riduce l'influenza del pennacchio fluviale sulle coste adiacenti.

Un ulteriore vantaggio di estrema importanza apportato dalla configurazione del PRP 2008 è quello di migliorare le condizioni di deflusso del fiume Pescara nel tratto urbano. Nell'ambito degli studi eseguiti si è valutato che la portata limite al di sopra della quale si verifica l'esondazione fluviale passa da circa 500 m<sup>3</sup>/s nella configurazione attuale a circa 700 m<sup>3</sup>/s nella configurazione prevista dal PRP 2008.

### 3. DOCUMENTO DI INDIRIZZO ALLA PROGETTAZIONE

Gli obiettivi del progetto di fattibilità tecnico-economico sono stati indicati nel Documento di Indirizzo alla Progettazione predisposto dal R.U.P., Ing. Massimiliano Gramenzi, ed approvato dapprima con Delibera del C.d.A. ARAP n° 187 del 02/08/2017, successivamente con Delibera n° 146 del 25/06/2018.

A seguito delle ulteriori indicazioni fornite dalla Regione Abruzzo e dal Presidente dell'A.R.A.P. in sede di Comitato V.I.A., tutte volte alla definizione degli interventi urgenti da attuare nelle more dell'ottenimento dei fondi necessari alla concreta deviazione del porto canale, il R.U.P. ha riformulato gli obiettivi progettuali costituiti dal completamento delle opere appaltate e realizzate dal Provveditorato OO.PP. (Figure 3.1 e 3.2).

In particolare, le opere oggetto di progettazione consistono in:

- pennello a mare di protezione della nuova foce fluviale posto in sinistra fluviale;
- scogliera di raccordo con la diga foranea;
- scogliera emersa di radicamento a terra.

Le autorizzazioni ambientali all'esecuzione degli interventi già appaltati dal Provveditorato Interregionale per le OO.PP. del Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna sono state rilasciate dalla Regione Abruzzo mediante Giudizio del CCR-VIA n° 2745 in data 20 dicembre 2016 e Giudizio n° 2746 in data 20/12/2016. In particolare, si richiama il Giudizio n° 2745 relativo all'apertura della diga foranea ed esecuzione di un primo tratto del pennello di foce in sinistra idraulica il quale testualmente recita (stralcio): *1. Stante le motivazioni sottese all'intervento, peraltro come ribadite in sede di audizione in data 7 dicembre 2016, limitare a 70 m l'apertura della diga (in conformità al progetto già appaltato) rinviando i successivi lavori di apertura in attuazione alle previsioni di cui al Piano Regolatore Portuale ad idonee procedure ai sensi dell'Allegato II° del D.Lgs. 152/2006.*

Va subito chiarito che, a chiaro vantaggio di sicurezza, il presente progetto non prevede l'ampliamento dell'apertura della diga foranea, che si ritiene possa essere effettuato solo in concomitanza con l'esecuzione del molo guardiano sud.

L'ARAP ha previsto di supportare le attività di progettazione mediante la redazione delle seguenti indagini di campo:

- rilievo topografico e batimetrico, eseguiti, rispettivamente, in data 25-26-27/03/2017 e 2-3-4/05/2017;
- caratterizzazione geologica e geotecnica, eseguita nel mese di Ottobre 2017 (sondaggi) e Maggio 2018 (indagini Ponte del Mare);

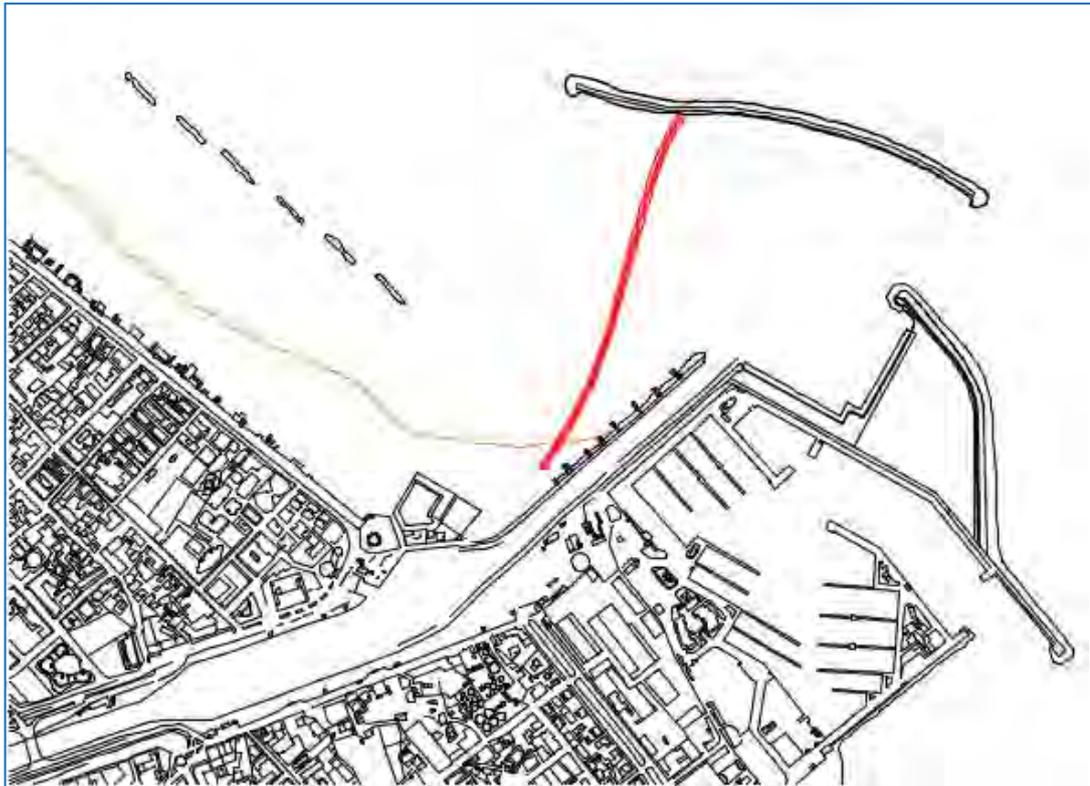


Figura 3-1 - Disposizione planimetrica della barriera sommersa in fase di realizzazione ad opera del Provveditorato Interregionale per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna

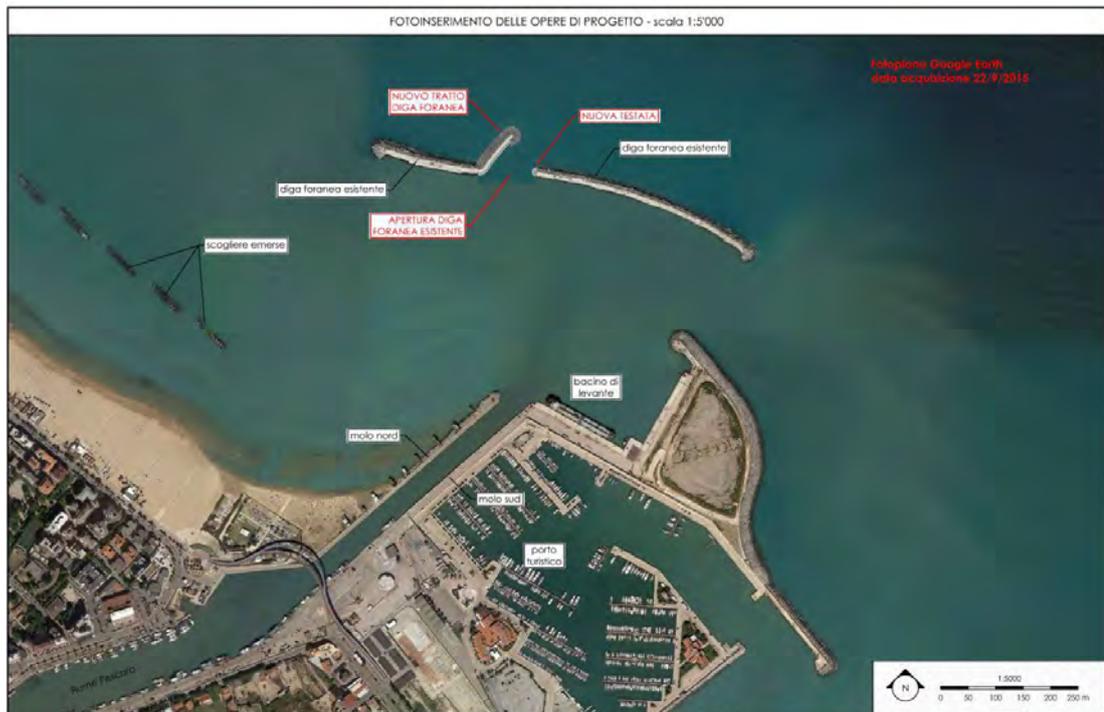


Figura 3-2 - Apertura parziale della diga foranea e realizzazione di parte del pennello a mare in fase di attuazione ad opera del Provveditorato Interregionale per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna

## 4. DESCRIZIONE TECNICA DELLO STATO ATTUALE E SINTESI DEGLI STUDI

---

### 4.1. Inquadramento idraulico marittimo

---

Per la stesura del presente capitolo si è fatto riferimento agli studi e approfondimenti tecnici di seguito elencati, che sono stati redatti sia a supporto del presente progetto sia a supporto del PRP 2008. In particolare:

- a supporto del presente progetto sono stati redatti i seguenti studi (che vengono allegati al progetto stesso):
  - [1] Studio meteomarinario;
  - [2] Studio della penetrazione del moto ondoso nella zona di interesse;
- mentre i documenti e gli studi specialistici utilizzati come riferimento per la redazione del presente capitolo e delle attività progettuali sono i seguenti:
  - [3] PRP 2008 – Studio meteomarinario;
  - [4] PRP 2008 – Studio morfologico;
  - [5] PRP 2008 – Studio di impatto ambientale;
  - [6] PRP 2008 – Studio delle modifiche al deflusso idraulico nel tratto terminale del fiume Pescara indotte dalla nuova configurazione di foce prevista dal nuovo PRP 2008;
  - [7] PRP 2008 – Studio dell’agitazione interna portuale;
  - [8] Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara (Beta Studio 2016);
  - [9] Modellazione numerica di campi di velocità e di elevazione della superficie libera nel tratto di mare prospiciente il porto di Pescara (Convenzione “La Sapienza” – Provveditorato Interr. Per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna - luglio 2015);
  - [10] Analisi di rischio morfologico e socioeconomico della fascia costiera abruzzese: fattibilità degli interventi di riqualificazione morfologica a scala regionale (Progetto SICORA – Regione Abruzzo, Abruzzo cronache 2006).

Pag.  
12

Per sintesi nel seguito si fa riferimento a ciascuno degli studi sopra elencati richiamando il numero posto tra parentesi quadra che identifica il relativo studio.

Si rimanda ai documenti originali per una descrizione dettagliata delle varie tematiche trattate.

#### 4.1.1. Inquadramento geografico

Il Porto di Pescara è localizzato in Abruzzo e in corrispondenza della foce del Fiume Pescara che si trova nella zona centro-meridionale del Mar Adriatico (vedi Figura 4-1) al centro della lunga falcata compresa tra il promontorio del Conero (Ancona) e quello del Gargano. Per la descrizione dell'ambito portuale e della storia del porto si rimanda al capitolo 2.



Figura 4-1 - Inquadramento geografico del sito in esame [Fonte: De Agostini].

#### 4.1.2. Regime dei venti a largo di Pescara e in costa

Da un punto di vista generale (macroclimatico) il bacino Adriatico è dominato dai venti di scirocco e di bora. I venti caldo-umidi provenienti da scirocco (Sud-Est) sono forzati dalle aree cicloniche di origine atlantica che si muovono in Mediterraneo da Ovest verso Est. I venti di bora, di origine artica continentale inquadrabili tra i venti catabatici e provenienti dal settore settentrionale, sono freddi e secchi e possono acquisire umidità attraversando l'Adriatico dando luogo sulle coste italiane ad intense precipitazioni che, nel periodo invernale, possono essere di tipo nevoso anche a bassa quota. Le condizioni meteorologiche e anemometriche sia locali che ad area vasta possono essere sensibilmente influenzate dalle caratteristiche orografiche e dalle differenze di temperatura tra suolo e mare.

I venti di scirocco particolarmente intensi che si verificano durante l'autunno e l'inverno e che si incanalano tra gli Appennini e le Alpi Dinariche, sono responsabili anche del sovrizzo del livello medio marino ("storm surge") che produce, nell'Adriatico settentrionale, il fenomeno comunemente noto con il termine "acqua alta".

Per la definizione del regime del vento al largo del sito in esame di interesse per la generazione del moto ondoso è stata utilizzata (vedi [1]) la serie storica oraria dei dati di vento ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean DICCA che si estende dal 1979 al 2015. I dati di vento forniti da MeteOcean DICCA sono ricostruiti con il modello di circolazione atmosferica WRF utilizzando come condizioni al contorno i dati in reanalisi forniti dal centro meteorologico americano NOAA-CFSR. Il modello restituisce i valori delle componenti vettoriali del vento  $u_{10}$  e  $v_{10}$  alla quota convenzionale +10 m sul l.m.m..

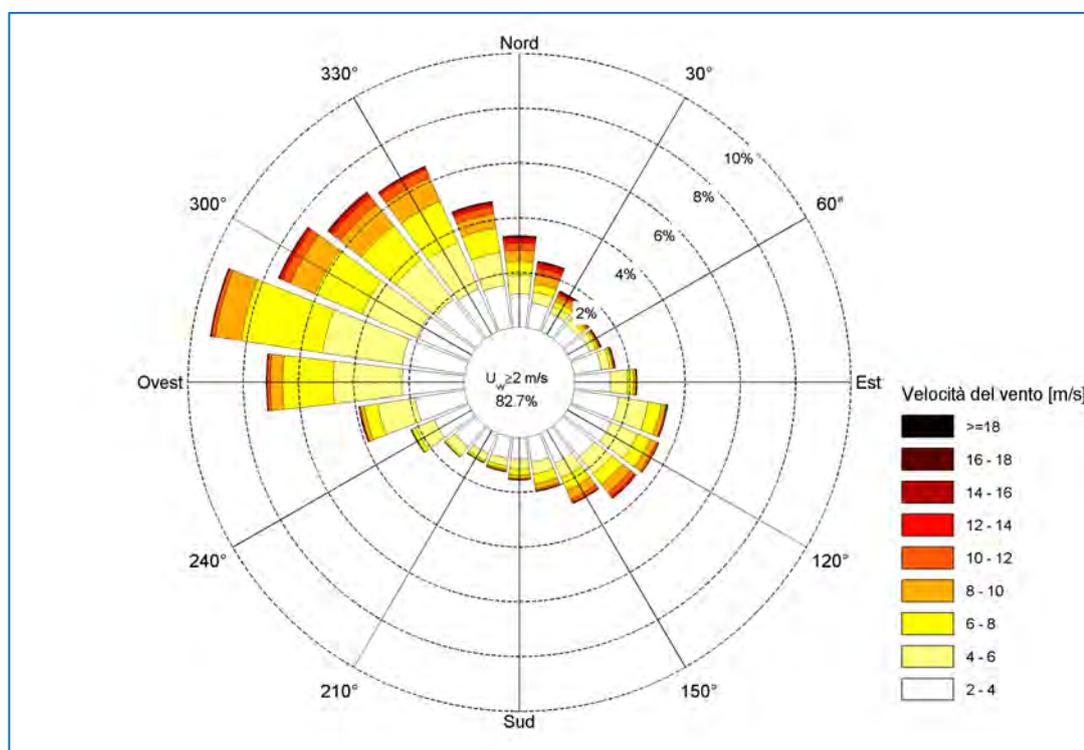
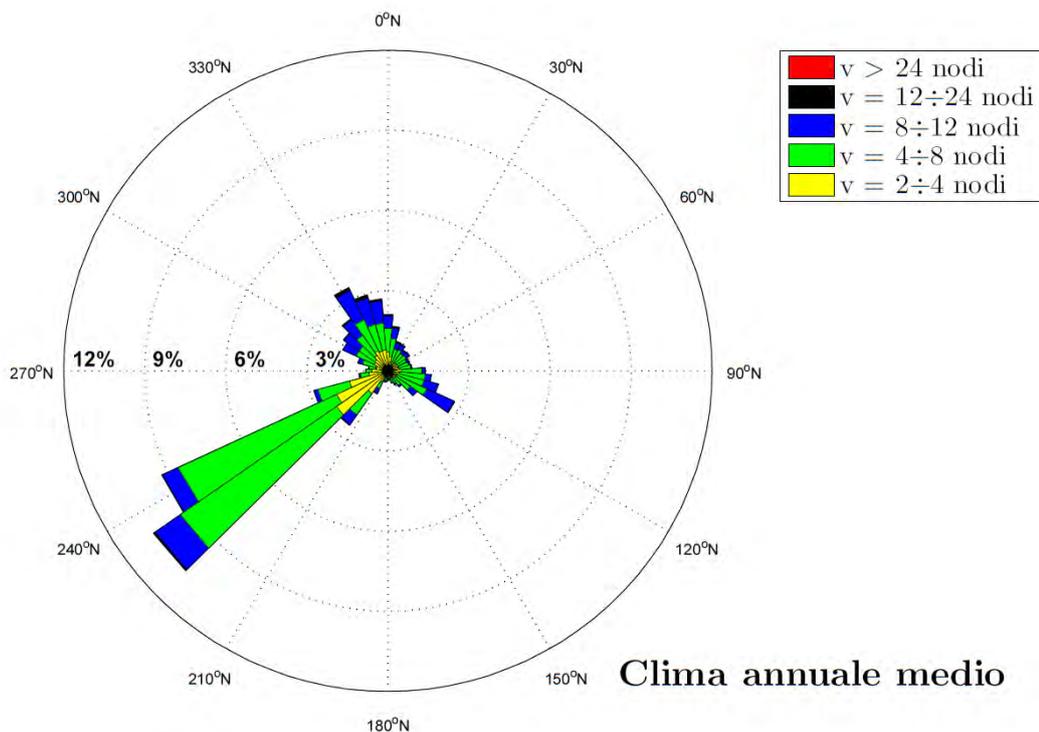


Figura 4-2 - Distribuzione direzionale dei venti ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean DICCA (periodo 1979 - 2015).

I dati di vento appartenenti alla serie storica MeteOcean DICCA sono stati suddivisi per classi di direzione e velocità al fine di determinare la frequenza di accadimento delle diverse classi (vedi diagramma polare di Figura 4-2). L'analisi della serie storica esaminata consente di trarre le seguenti osservazioni:

- le calme (stati di vento con velocità inferiore a 2 m/s) di scarso interesse ai fini della generazione del moto ondoso, si verificano con una frequenza pari al 17.3%;
- i venti regnanti (più frequenti) provengono dal settore 255-330 °N (Ponente-Maestrale) con una frequenza complessiva pari al 41.4%. Il settore di traversia compreso tra 75° e 150° N (Levante-Scirocco) è caratterizzato invece da una frequenza di accadimento pari a 16.9%;
- i venti dominanti (più intensi), con velocità del vento superiori a 20 m/s, provengono prevalentemente dal settore 345-15 °N (tramontana) e in misura minore dal settore di maestrale (300-330 °N) e grecale (30-60 °N).

Per quanto riguarda la caratterizzazione del regime anemometrico in costa, maggiormente influenzato dagli effetti orografici e dal regime di brezza dovuto alle differenze di temperatura tra terra e mare particolarmente rilevanti nel periodo estivo, nello studio [4] si sono presi in esame anche i dati di vento registrati dalla stazione meteorologica di Pescara (coordinate 42° 28' 20" N, 14° 13' 38" E, quota 10 m s.l.m.) localizzata nel porto turistico dove è posizionata anche la stazione mareografica gestita dall'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pescara, oggi Protezione Civile Regionale. La serie anemometrica analizzata si estende dal 1 gennaio 1996 sino al 31 dicembre 2003 per una durata complessiva di circa otto anni. Il clima anemometrico medio annuale ottenuto dall'analisi di queste misure è rappresentato nella Figura 4-3. Paragonando la Figura 6-3 alla Figura 6-2 si evince che in costa, a differenza di quanto accade a largo, il regime anemometrico presenta una componente relativamente frequente di venti provenienti da terra (Sud-Ovest). Questa componente è dovuta principalmente al regime di brezza estivo (brezza di terra notturna) e ai venti catabatici che si incanalano nella valle del Pescara. Questi venti, di origine termica, a largo risultano meno intensi e frequenti che in costa.



**Figura 4-3 - Rappresentazione polare della distribuzione direzionale media annuale degli eventi di vento registrati in costa a Pescara.**

Nella Figura 4-4 è rappresentato il clima anemometrico medio annuale derivato dai dati della stazione in costa limitatamente alle ore diurne (pannello superiore della figura) e alle ore notturne (pannello inferiore) riferito al periodo estivo, quando le brezze termiche sono più frequenti e di maggiore intensità. Il paragone tra le figure mostra chiaramente che la componente di Sud-Ovest si verifica durante le ore notturne, confermando la sua origine termica. Durante le ore diurne del periodo estivo la brezza di mare inizia a diventare sensibile nella tarda mattinata con direzione di provenienza da settentrione, per poi ruotare in senso orario verso Est-Sud-Est nelle ore del pomeriggio e della sera.

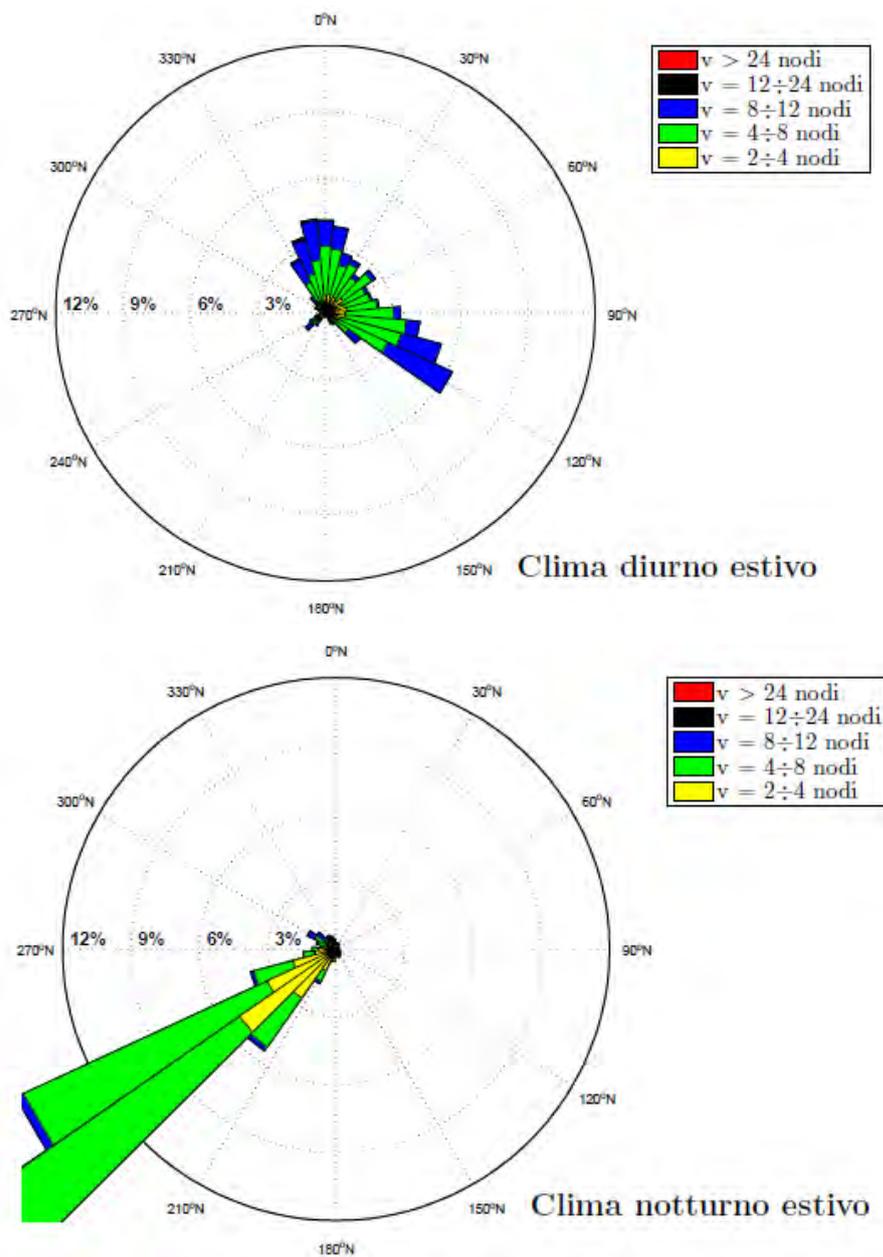


Figura 4-4 - Rappresentazione polare della distribuzione direzionale estiva durante la notte ed il giorno degli eventi di vento a Pescara.

L'effetto dei venti termici a Pescara gioca un ruolo molto importante nel periodo estivo per la dispersione a mare del "plume" (pennacchio) fluviale il quale influenza la qualità delle acque in costa e quindi la balneazione. Questo argomento è stato affrontato in dettaglio nell'ambito dello studio [5] (PRP 2008 – Studio di impatto ambientale) di cui si riportano nel seguito le principali conclusioni.

Nello studio [4] è riportata anche l'analisi statistica degli eventi estremi di vento.

### 4.1.3. Correntometria a grande scala

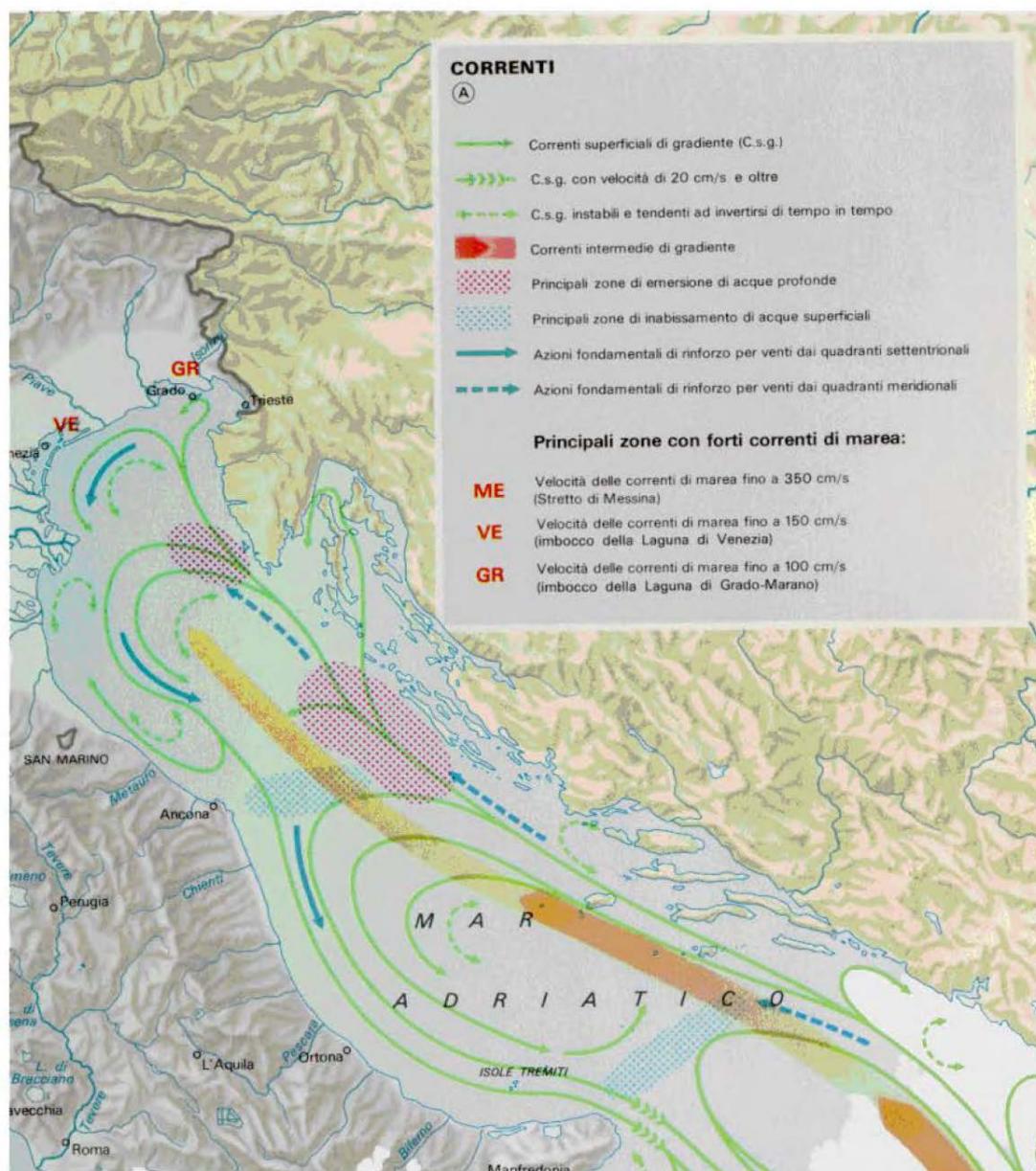


Figura 4-5 - Caratteristiche correntometriche dell'alto e medio Adriatico (tratto da "Atlante Tematico d'Italia" TCI, CNR).

La Figura 4-5 riporta la correntometria a grande scala dell'alto e medio Adriatico. L'analisi d'insieme mostra che, a largo della costa meridionale abruzzese, i flussi delle correnti di gradiente (o di densità) sono condizionati dal fenomeno di riflusso della circolazione d'insieme antioraria del Mar Adriatico e pertanto sono diretti da Nord verso Sud. In generale, nell'Adriatico centrale la velocità media delle correnti in superficie è piuttosto modesta, circa 5 cm/s, con punte massime comunque inferiori a 50 cm/s. La conformazione batimetrica del sito in esame, associata alla limitata escursione dei livelli di marea astronomica, lascia prevedere valori trascurabili delle possibili correnti di marea. In definitiva, si può asserire che il regime delle correnti di gradiente ha effetti irrilevanti sulla dinamica dei

sedimenti costieri per il paraggio costiero in esame il cui movimento risulta forzato dal moto ondoso frangente che si esplica nella fascia attiva compresa tra la quota di massima risalita del moto ondoso sulla battigia e la profondità di chiusura morfologica.

#### **4.1.4. Variazione dei livelli del mare (incluso eustatismo)**

Le variazioni del livello del mare lungo la costa sono dovute a varie cause inquadrabili nei seguenti fenomeni:

- variazioni dovute alla componente astronomica della marea (assimilabili a deterministiche);
- variazioni dovute alla componente meteorologica della marea (di tipo probabilistico) indotte essenzialmente da due fenomeni: (i) effetto barometrico inverso e (ii) azione esercitata dal vento sulle masse d'acqua ("wind set-up"). In presenza di aree cicloniche (perturbazioni atmosferiche), la componente meteorologica della marea dà luogo ad un aumento del livello del mare. Tale aumento è comunemente indicato con il termine sovrizzo di tempesta ("storm surge");
- aumento del livello del mare indotto dalle variazioni climatiche (eustatismo).

Per la valutazione delle variazioni di livello attese presso il Porto di Pescara si è fatto riferimento nel documento [1] (Studio Meteomare) alle misure delle stazioni mareografiche di Ortona appartenente alla Rete Mareografica Nazionale gestita dall'ISPRA e a quella di Pescara gestita dalla Protezione Civile Regionale. Sulla base delle misure effettuate tra gennaio 1999 e gennaio 2017 è stata analizzata la componente astronomica e la componente residua dovuta in prevalenza agli effetti meteorologici.

L'analisi armonica del segnale di marea ha consentito di calcolare i livelli caratteristici della marea per Ortona che sono riportati nella Tabella 4-1. Data la vicinanza questi risultati possono essere utilizzati per Pescara. La tabella mostra che il massimo livello di marea annuale non supera i 30 cm con una ampiezza massima di marea di circa 50 cm.

**Tabella 4-1 - Livelli di marea attesi presso la stazione mareografica di Ortona**

<b>HAT</b>	<b>0,225</b>	<b>m</b>	<b>Highest Astronomical Tide = massima alta marea astronomica</b>
<b>MHWS</b>	0,152	m	Mean High Water Spring = media delle alte maree sizigiali
<b>MHWN</b>	0,068	m	Mean High Water Neap = media delle alte maree di quadratura
<b>MSL</b>	-0,045	m	Mean Sea Level = l.m.m., livello medio marino
<b>MLWN</b>	-0,154	m	Mean Low Water Neap = media delle basse maree di quadratura
<b>MLWS</b>	-0,222	m	Mean Low Water Spring = media delle basse maree sizigiali
<b>LAT</b>	-0,311	m	Lowest Astronomical Tide = massima bassa marea astronomica

Pag.  
19

L'analisi statistica dei valori estremi del residuo del segnale di marea, ottenuto sottraendo al segnale di livello totale quello dovuto alla componente astronomica, ha consentito di associare al tempo di ritorno il valore atteso del sovrizzo meteorologico. I risultati

mostrano che passando da un tempo di ritorno di un anno a mille anni il sovrizzo meteorologico passa da circa 0.50 cm a circa 1.0 m.

**Tabella 4-2 - Andamento del sovrizzo meteorologico in funzione del tempo di ritorno**

$T_R$ [anni]	$\eta_R$ [m]
1	0.49
2	0.54
10	0.67
20	0.73
50	0.8
100	0.86
1000	1.04

Il fenomeno di innalzamento o abbassamento relativo del livello medio del mare rispetto alle terre emerse valutato a lungo termine, ovvero su scale temporali dell'ordine delle decine, centinaia e migliaia di anni, è indicato nella letteratura scientifica con il termine eustatismo.

Le cause di questo fenomeno possono essere diverse e sono tuttora oggetto di ricerca da parte della comunità scientifica. L'unica accertata è connessa alle glaciazioni e ai disgeli che hanno interessato la terra nel passato diverse volte.

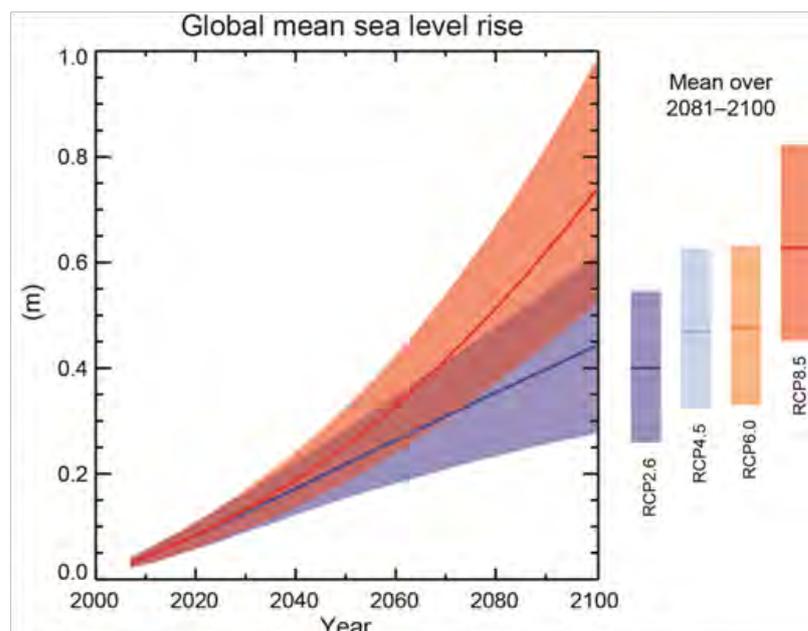
Ricerche specifiche indicano che durante l'ultima glaciazione che ha interessato la terra, quella di Würm avvenuta nel Pleistocene, il livello del mare era più basso rispetto a quello attuale di circa 120 m. La glaciazione di Würm è iniziata circa 110.000 anni fa e ha avuto termine circa 18.000 anni fa.

Pertanto, da circa 18.000 anni il livello del mare è in fase di risalita a causa del progressivo riscaldamento della terra.

Negli ultimi tempi la comunità internazionale ha riconosciuto che il fenomeno del riscaldamento della terra può avere avuto una accelerazione a causa dell'intervento umano.

Oltre all'eustatismo allo stato attuale non vi sono elementi per ritenere che le coste dell'Abruzzo possano essere interessate da altri fenomeni, come ad esempio dalla subsidenza, che possano accelerare localmente l'innalzamento relativo del livello del mare.

Per quanto riguarda l'eustatismo, l'unica previsione disponibile è quella effettuata dall' "International Panel on Climate Change (IPCC)" riportata in Figura 4-6. Si evidenzia a tal riguardo che le misure mareografiche disponibili sono caratterizzate da serie storiche relativamente troppo brevi per poter essere utilizzate per valutare una eventuale tendenza (trend) di innalzamento del livello del mare (sea level rise).



**Figura 4-6 - Innalzamento globale dei livelli (sea level rise) previsto secolo dall'IPCC-AR5 per il XXI secolo.**

La Figura 4-6 mostra la previsione di innalzamento del livello del mare per il nostro secolo. Le tre linee colorate presenti nella figura mostrano gli scenari in termini di innalzamento di livello forniti da diversi modelli climatologici. La previsione di variazione del livello per il 2100 risulta molto ampia essendo compresa tra un minimo di circa 25 cm in un secolo (2,5 mm/anno) ad un massimo di circa 98 cm (9,8 mm/anno). Assumendo per il rateo di innalzamento il valore intermedio pari a 5,0 mm/anno e assumendo un tempo di vita delle opere di difesa in progetto di 50 anni, si ottiene una previsione di innalzamento del livello da assumere per la progettazione di circa 25 cm.

#### **4.1.5. Regime ondometrico a largo di Pescara**

Per quanto riguarda il regime ondometrico, di interesse per il dimensionamento strutturale delle opere, per gli aspetti navigazionali e per il trasporto solido costiero, in quanto segue si fa riferimento al documento [1] (Studio Meteomarino) redatto a supporto del presente progetto il quale costituisce un aggiornamento dello stesso studio [3] redatto a supporto del PRP 2008.

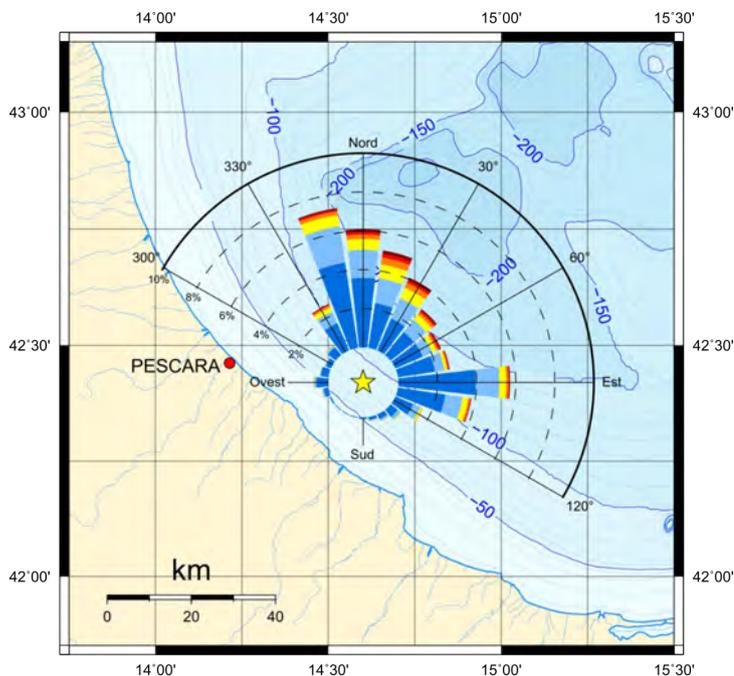
Rimandando al documento [1] per le scelte effettuate sui dati di riferimento da assumere per la definizione del clima ondometrico a largo, in questa sede si evidenzia che i dati utilizzati per le applicazioni progettuali sono costituiti dalla serie storica oraria ricostruita in ri-analisi in un punto posto al largo di Pescara in prossimità della boa RON (Rete Ondometrica Nazionale, gestita dall'ISPRA) dal servizio MeteOcean del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (DICCA) dell'università di Genova che presenta una durata di circa 36 anni. I dati in ri-analisi di moto ondoso sono stati ricostruiti con il

modello di generazione e propagazione del moto ondoso WaveWatcht III, utilizzando come forzante il vento ricostruito con un modello di circolazione atmosferica.

Nella Figura 4-7 è riportata la posizione del punto di ricostruzione DICCA 001569 e della stazione ondometrica RON di Ortona. Il confronto tra queste due sorgenti di dati ha confermato la maggiore attendibilità statistica dei dati del DICCA.



**Figura 4-7 - Posizione del punto di ricostruzione DICCA 001569 e della stazione ondometrica RON di Ortona.**



**Figura 4-8 - Clima ondometrico ottenuto a largo dall'analisi dei dati di moto ondoso ricostruiti da MeteOcean - DICCA nel punto di coordinate 14.60 °E 42.42 °N al largo di Pescara.**

Nella Figura 4-8 è riportato il clima ondometrico medio annuale a largo di Pescara ottenuto sulla base della serie storica del DICCA. L'analisi del diagramma polare riportato

nella figura mostra chiaramente che il clima ondamentrico è di tipo bimodale rispetto alla giacitura media dell'ortogonale alla linea di costa. In particolare, si possono distinguere due settori di traversia: il primo comprende il settore settentrionale (Nord), mentre il secondo comprende il settore di levante (Est). Le onde provenienti da Est a largo di Pescara, vengono generate nella zona centrale dell'Adriatico dal vento proveniente da scirocco (vedi Figura 4-2). Lo schermo operato dalle coste del promontorio del Gargano in Puglia (vedi Figura 4-1) fa in modo che le onde generate dallo scirocco si presentino a largo delle coste abruzzesi ruotate verso Est.

I risultati dell'analisi della distribuzione direzionale e della frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso ricostruiti al largo di Pescara permettono di stabilire che:

- gli stati di mare più rilevanti, aventi altezza d'onda significativa  $H_s$  superiore a 0.5 m, si verificano mediamente, con una frequenza di accadimento del 48.7% pari a circa 178 giorni l'anno. Il 45% degli stati di mare appartenenti alla serie storica ricadono nella classe di altezza d'onda compresa tra  $0.5\text{ m} < H_s < 2.0\text{ m}$ ;
- le calme, contraddistinte da altezze d'onda inferiori a 0.5 m, si presentano per il 51.3% del tempo (pari a circa 187 gg/anno);
- gli stati di mare rilevanti più frequenti si presentano dai settori di tramontana [ $345 \div 15^\circ\text{N}$ ] (frequenza di accadimento 18.4%) e grecale [ $30 \div 60^\circ\text{N}$ ] (frequenza di accadimento 9.6%), e dal settore di levante [ $75 \div 105^\circ\text{N}$ ] (frequenza di accadimento 12.2%) che di fatto rappresentano i settori di traversia principale e secondario per il paraggio in esame;
- gli eventi di moto ondoso più intensi, caratterizzati da altezza d'onda superiore a 2.0 m, si verificano in media 13 giorni l'anno e provengono in misura maggiore da tramontana e grecale con una frequenza di accadimento complessiva pari a 2.7%, e, in misura minore, da levante (0.5%);
- le mareggiate più intense, con altezze d'onda superiori a 4.0 m si verificano in media circa 15 ore l'anno (frequenza di accadimento 0.2%) e provengono prevalentemente da tramontana e grecale, più raramente da levante.

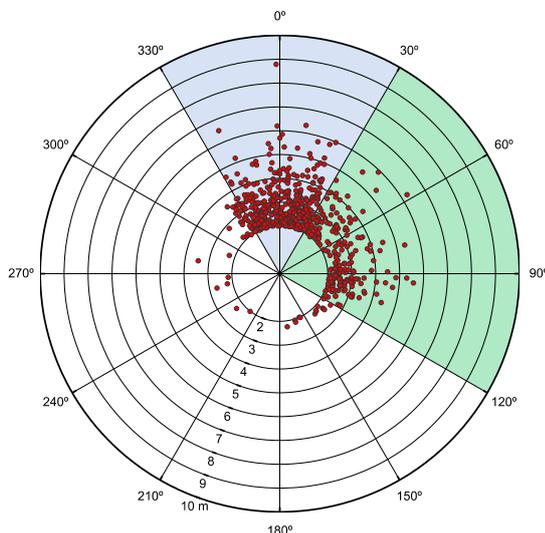
Il diagramma polare di Figura 4-9 mostra gli stati di mare (rappresentati dall'altezza d'onda significativa  $H_s$  e dalla direzione di provenienza delle onde) al culmine delle mareggiate ottenuti sulla base della serie storica oraria del DICCA negli ultimi 36 anni (dal 1979 al 2015). La figura mostra che le mareggiate di maggiori intensità provengono dal settore settentrionale.

La mareggiata di maggiore intensità proveniente dal settore settentrionale ricostruita in ri-analisi si è verificata il 31/12/1979 e ha dato luogo a largo di Pescara ad una  $H_s = 8,79\text{ m}$  con periodo di picco spettrale  $T_p = 11.5\text{ s}$  e direzione di provenienza  $359^\circ\text{ N}$ .

Invece la mareggiata di maggiore intensità proveniente dal settore di levante si è verificata il 14/11/2004 e ha dato luogo a largo di Pescara ad una  $H_s = 6,76\text{ m}$  con periodo di picco spettrale  $T_p = 11.0\text{ s}$  e direzione di provenienza  $58^\circ\text{ N}$ .

L'analisi statistica degli eventi estremi a largo è stata eseguita separando gli eventi di moto ondoso generati dal vento in base alla loro genesi meteorologica, rispettando di

conseguenza l'ipotesi statistica che richiede l'omogeneità dei dati campionari. Di conseguenza si sono distinti due settori principali di provenienza del moto ondoso: quello settentrionale, denominato sett. A con direzioni comprese tra 330 - 30 °N, e quello di levante denominato sett. B, con direzioni di provenienza delle onde comprese tra 30 - 120 °N.



**Figura 4-9 - Valori al colmo delle mareggiate ricostruite per il periodo 1979-2015 (dati MeteOcean DICCA).**

La Figura 4-10 e la Figura 4-11 mostrano rispettivamente per il sett. A e per il sett. B la correlazione tra l'Hs e il tempo di ritorno dell'evento espresso in anni. Gli eventi estremi di moto ondoso a largo utilizzati per la progettazione delle opere sono riportati nella Tabella 6-3. I due grafici e la tabella confermano che dal settore settentrionale provengono le onde di maggiore altezza a parità di tempo di ritorno.

I grafici mostrati nelle figure sono stati ottenuti applicando il metodo POT e utilizzando: la soglia  $H_s = 3.80$  m per il settore A (individuando 71 eventi di mareggiata con un valore medio di 4.64 m ed una deviazione standard di 0.84 m); e la soglia  $H_s = 3.0$  m per il settore B (individuando 80 eventi di mareggiata con un valore medio di 3.76 m ed una deviazione standard di 0.75 m).

**Tabella 4-3 - Eventi estremi di moto ondoso al largo**

Tempo di ritorno	Settore 330 - 30 °N		Settore 30 - 120 °N	
	Hs	Tp	Hs	Tp
[anni]	[m]	[s]	[m]	[m]
2	4.9	9.3	4.1	8.8
10	6.3	10.1	5.4	9.6
50	7.7	10.9	6.6	10.2
100	8.3	11.2	7.2	10.5

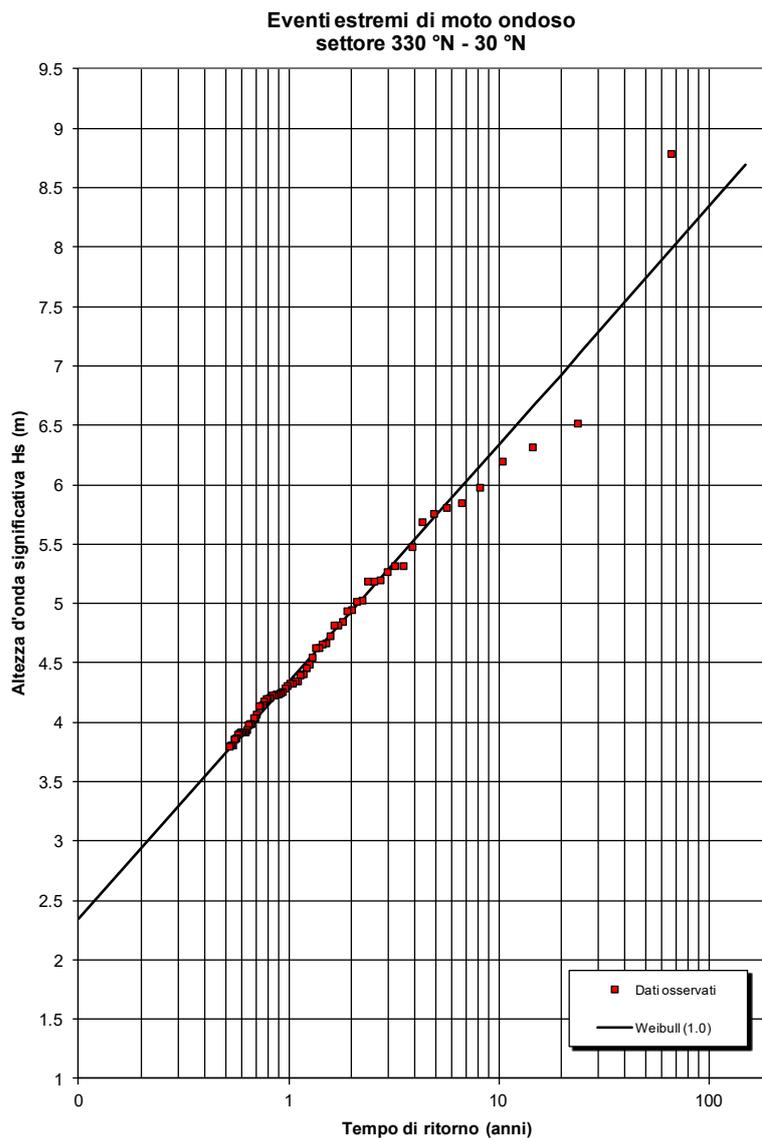


Figura 4-10 - Adattamento alla legge di distribuzione tipo Weibull 1.0 dei valori al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica MeteOcean DICCA tra il 1979 ed il 2015. Settore di traversia 330 - 30 °N.

La correlazione tra le altezze d'onda significative e il periodo di picco spettrale al culmine delle mareggiate è riportata per i due settori di traversia nella Figura 4-12 e nella Figura 4-13.

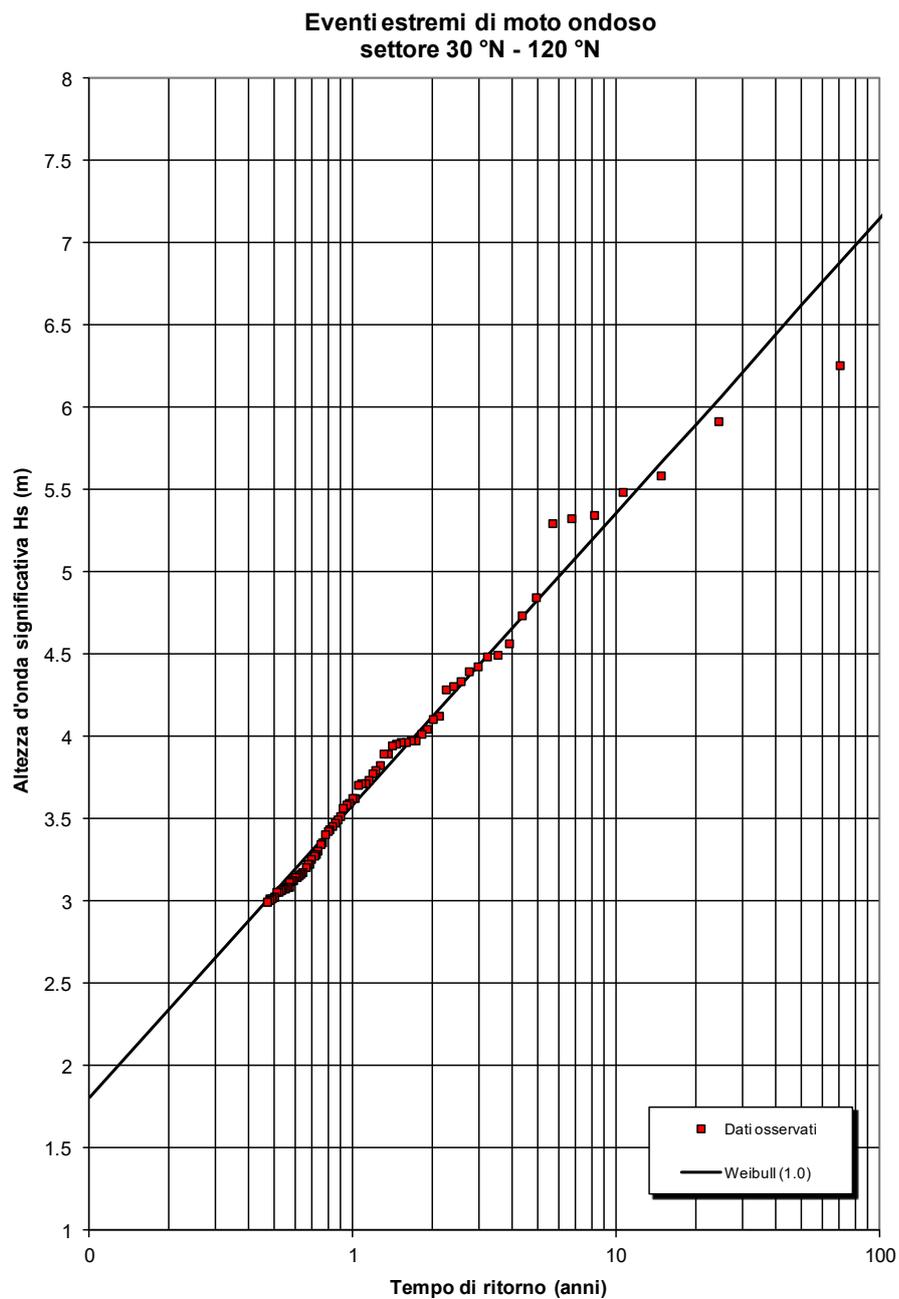


Figura 4-11 - Adattamento alla legge di distribuzione tipo Weibull 1.0 dei valori al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica MeteOcean DICCA tra il 1979 ed il 2015. Settore di traversia 30 - 120 °N.

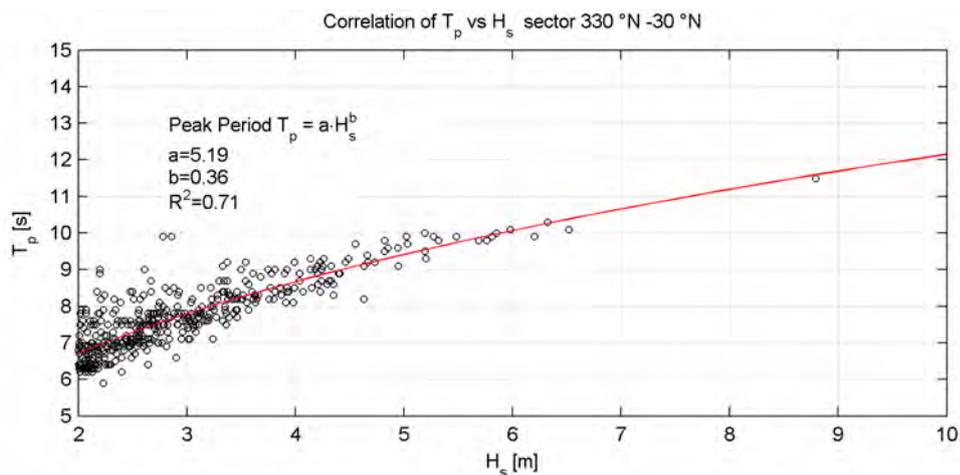


Figura 4-12 - Correlazione tra le altezze significative ed il periodo di picco al colmo delle mareggiate estratte dalla serie DICCA (1979-20015) per il settore di traversia 330-30 °N

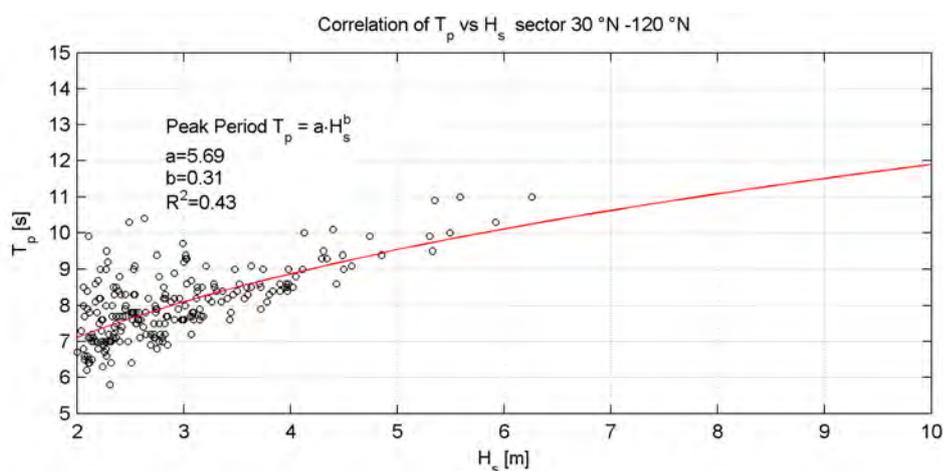


Figura 4-13 - Correlazione tra le altezze significative ed il periodo di picco al colmo delle mareggiate estratte dalla serie DICCA (1979-20015) per il settore di traversia 30-120 °N

#### 4.1.6. Regime ondametrico in costa

Il regime ondametrico in costa è stato calcolato applicando il modello di moto ondoso spettrale (“inversa spettrale”) Merope sviluppato dalla Modimar per il punto P1 posto in corrispondenza della profondità -10.0 m di fronte al porto di Pescara (vedi Figura 4-14).

Il clima ondametrico in costa, ottenuto propagando l'intera serie storica del DICCA ricostruita a largo, è rappresentato graficamente nella Figura 4-15. Il confronto tra la Figura 4-15 e la Figura 4-8, dove è riportato il clima ondametrico a largo, mostra che la rifrazione e lo shoaling delle onde indotti dalle variazioni del fondale, che localmente presenta una pendenza media modesta e un andamento regolare, riducono il settore di traversia a riva rispetto a quello posto a largo, pur mantenendo la caratteristica di bimodalità già osservata a largo.

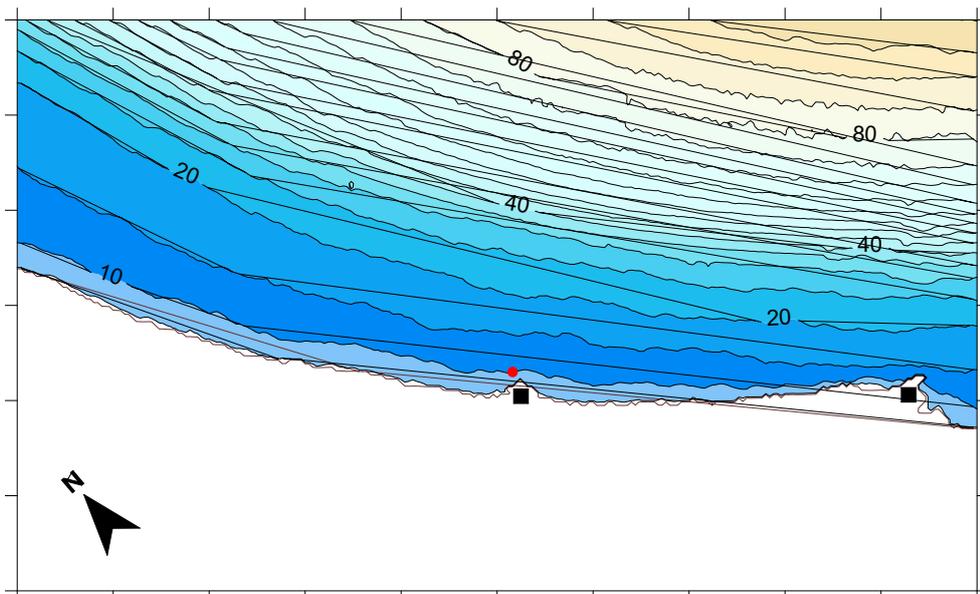


Figura 4-14 - Griglia di calcolo utilizzata dal modello di inversa spettrale MEROPE

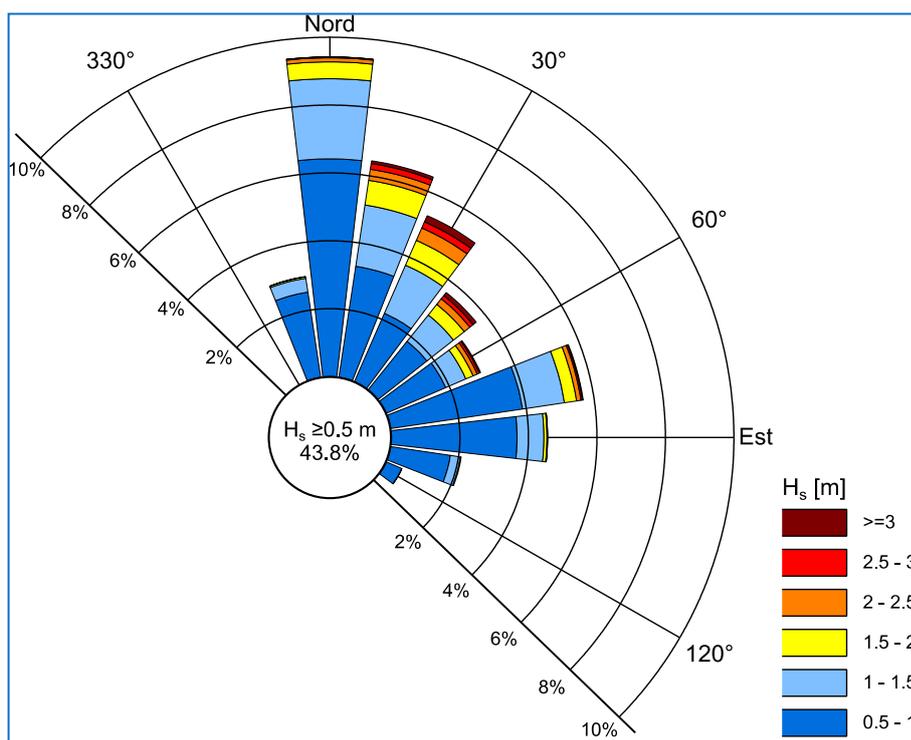
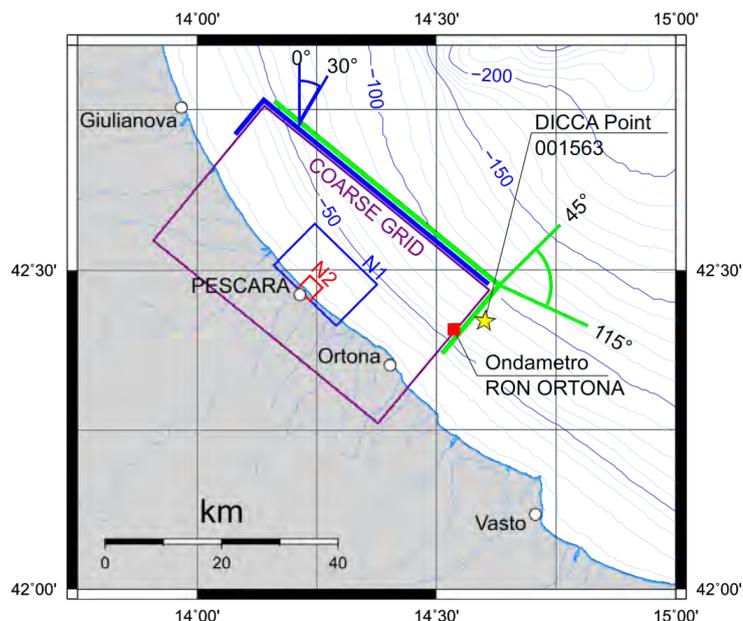


Figura 4-15 - Punto sottocosta P1 –Distribuzione degli eventi di moto ondoso con altezza d’onda superiore a 0.5 m.

La propagazione degli stati di moto ondoso, estremi di interesse per il dimensionamento delle opere marittime poste all’esterno della diga foranea, è stata eseguita applicando il codice numerico di rifrazione diretta spettrale SWAN.



**Figura 4-16 - Griglie di calcolo utilizzate per le simulazioni con il modello di propagazione SWAN.**

La Figura 4-16 mostra le tre griglie di calcolo utilizzate per la propagazione del moto ondoso per la quale è stata applicata la tecnica delle “griglie innestate” (“nesting”) che consente di migliorare la risoluzione spaziale dei risultati nella zona di interesse (per approfondimenti riferirsi al documento [1]).

Le simulazioni numeriche sono state condotte per 25 diversi scenari di moto ondoso a largo caratterizzati da: sette direzioni di moto ondoso (al largo); quattro tempi di ritorno degli eventi pari a 2, 10, 50 e 100 anni; quattro condizioni del livello medio marino comprese tra 0.65 m e 1.0 m; otto condizioni di vento variabili tra 15,1 m/s e 25,5 m/s. A titolo di esempio si mostra nella Figura 6-17 il campo d’onda spaziale ottenuto per il tempo di ritorno 100 anni (stato di mare 3012).

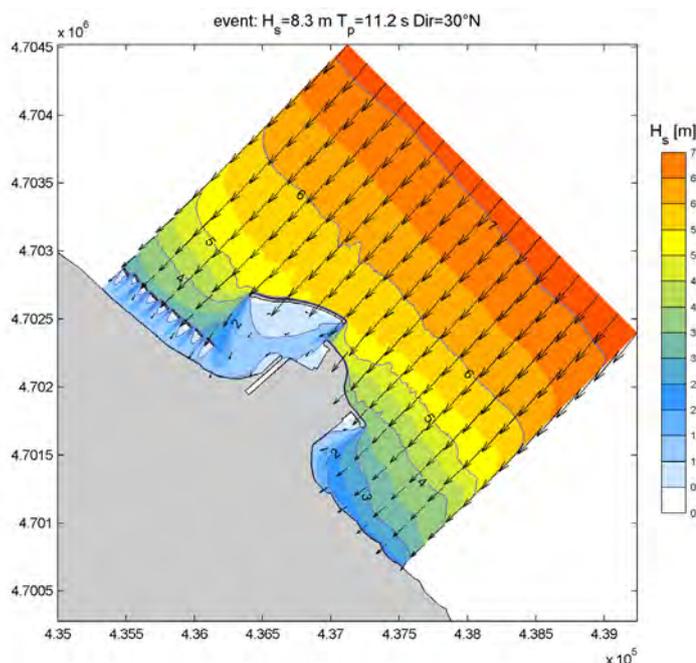


Figura 4-17 - Risultato della propagazione dello stato di mare 30102 - TR = 100 anni.

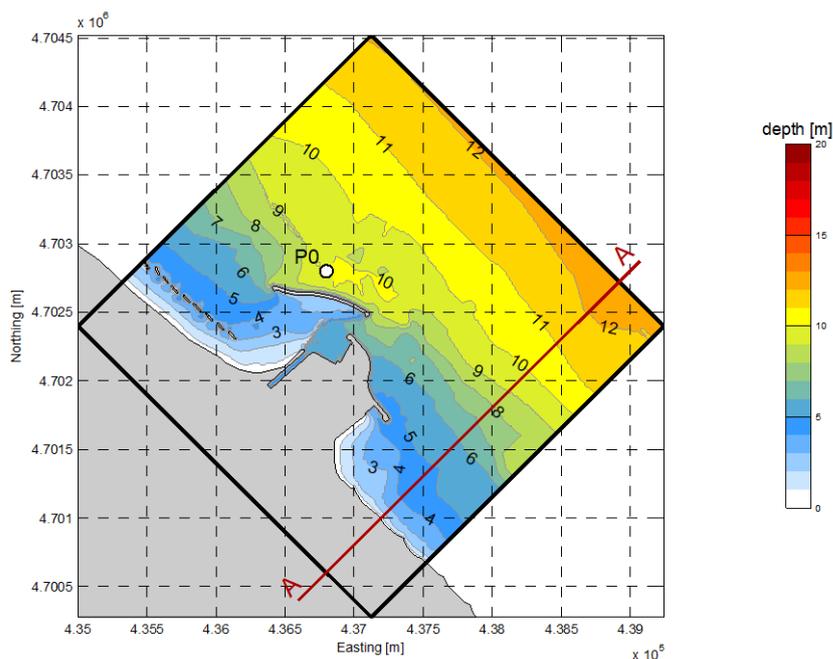


Figura 4-18 - NESTED GRID N2 con indicazione del punto di analisi P0.

La Figura 4-19 mostra per il punto P0 localizzato in prossimità delle opere (vedi Figura 4-18), l'andamento dei seguenti parametri ondometrici: (i) altezza d'onda significativa spettrale ( $H_{m0}$ ) in costa in funzione dell' $H_s$  a largo (pannello superiore della figura); (ii) periodo medio spettrale in funzione del periodo di picco a largo; (iii) direzione media spettrale in funzione della direzione a largo.

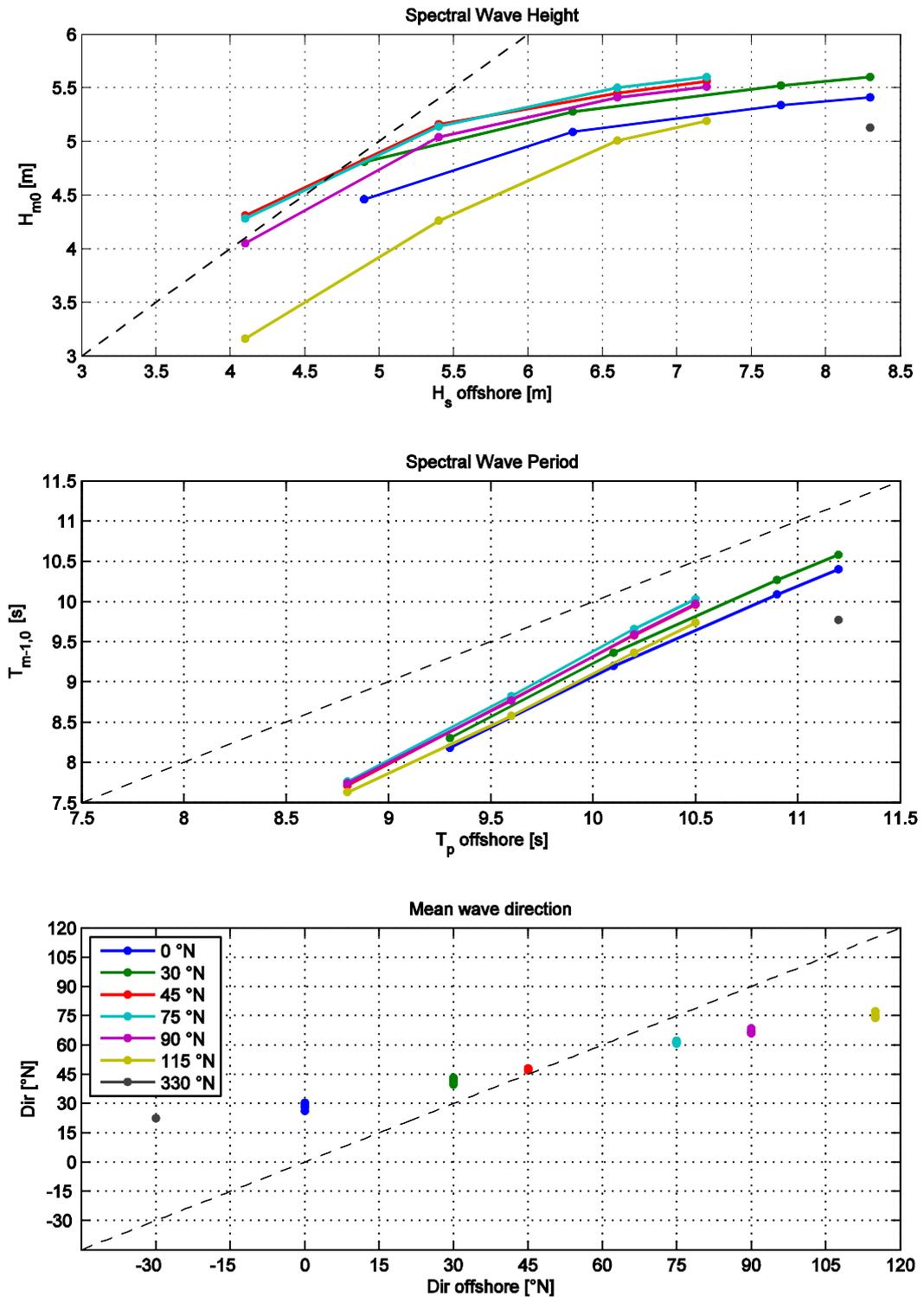


Figura 4-19 - Condizioni di moto ondoso nel punto P0 determinate con il modello SWAN

#### **4.1.8. Morfodinamica costiera e fluviale, sedimentazione delle aree portuali e impatto delle nuove opere sulla stabilità dei litorali adiacenti**

La morfodinamica costiera e fluviale, la sedimentazione nelle aree portuali e l'impatto delle opere portuali previste dal PRP 2008 sui litorali adiacenti sono state trattate nell'ambito dei seguenti studi:

- [5] PRP 2008 – Studio di impatto ambientale
- [4] PRP 2008 – Studio morfologico
- [8] Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del PRP 2008 di Pescara (Beta Studio 2016).
- [9] Modellazione numerica di campi di velocità e di elevazione della superficie libera nel tratto di mare prospiciente il porto di Pescara (Convenzione “La Sapienza” responsabile Prof. F. Gallerano – Provveditorato Interr. Per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna - luglio 2015).

Gli studi [4] e [5] sono stati redatti nell'ambito della redazione del PRP 2008. Gli studi [8] e [9] sono stati redatti: il primo nell'ambito fase approvativa del PRP 2008 (su richiesta del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ad opera del Comune di Pescara); il secondo per la redazione del progetto relativo alla realizzazione della barriera sommersa in anticipazione delle opere del PRP 2008 in corso di attuazione da parte del Provveditorato Interregionale per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna.

Si riporta nel seguito la sintesi dei principali risultati forniti dagli studi, rimandando ai documenti citati per approfondimenti.

Con riferimento alla Figura 4-26, il Porto di Pescara si trova circa al centro di un tratto di costa sabbioso che si estende dalle foci dei fiumi Saline-Piomba, poste a circa 10 km a Nord del porto, fino al promontorio roccioso di Ortona posto a circa 17 km a Sud del porto. Questo tratto di costa, di lunghezza complessiva di circa 27 km, è attualmente interamente difeso con opere “rigide” costituite da barriere parallele distaccate emerse, pennelli e sistemi di difesa a celle.

La realizzazione di queste opere di difesa, avvenuta progressivamente negli ultimi decenni del secolo scorso, si è resa necessaria per contrastare l'erosione costiera dovuta alla drastica riduzione degli apporti solidi fluviali, causata prevalentemente dalle opere di protezione del territorio e dalle opere idrauliche finalizzate all'utilizzo delle risorse idriche per varie finalità (in particolare per la produzione di energia idro-elettrica e per la derivazione di acqua a scopo irriguo) realizzate nel bacino idrografico dei corsi d'acqua.

La profondità di chiusura della “fascia attiva” lungo questo litorale si colloca circa in corrispondenza della batimetrica - 6 ÷ - 7 m sul l.m.m.

Questo tratto di costa è dal punto di vista morfologico delimitato a Sud dal promontorio roccioso di Ortona e dalle opere foranee dell'omonimo porto che si protraggono a mare fino a raggiungere la batimetrica dei - 12.0, m sul l.m.m. e che quindi superano la profondità di chiusura del litorale.

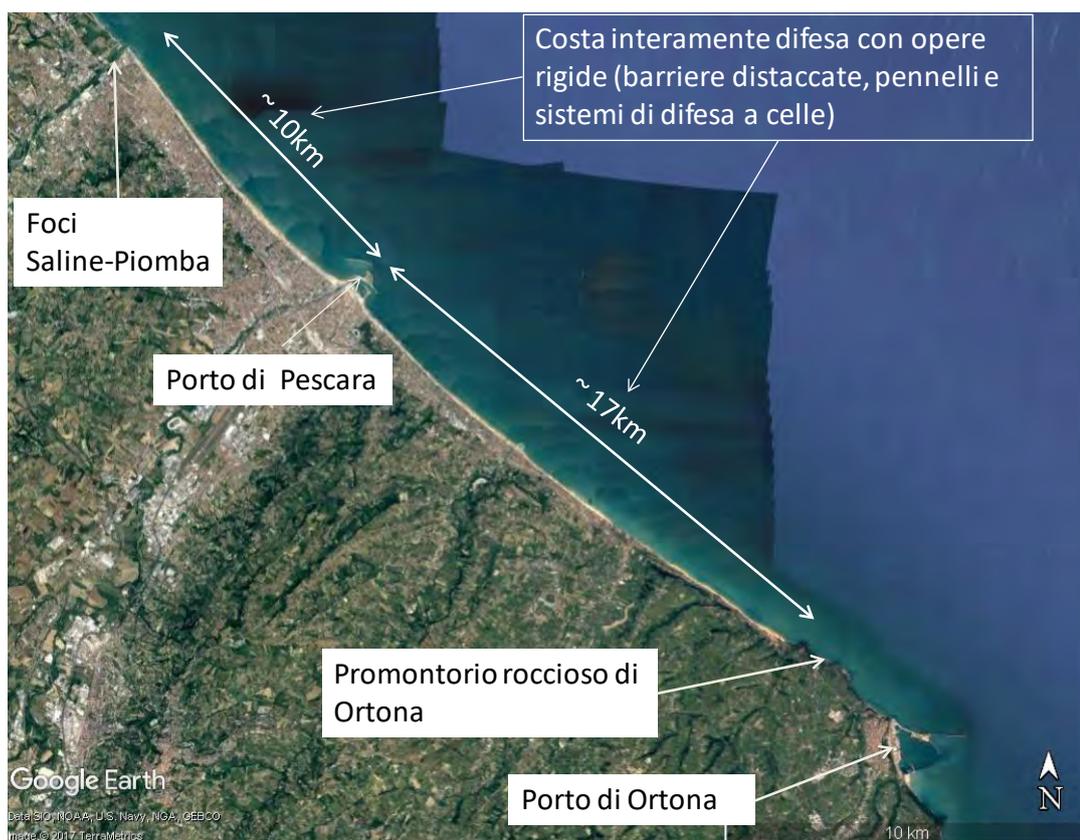


Figura 4-20 - Inquadramento morfologico del Porto di Pescara

Un ulteriore elemento che disconnette completamente il trasporto solido longitudinale è costituito dalla attuale diga foranea del Porto di Pescara la quale supera la profondità di chiusura raggiungendo la batimetria -10,0 m sul l.m.m.

Alla luce di questi parametri si può già affermare che la modesta modifica prevista dal PRP 2008 circa l'aggetto verso il largo delle opere foranee indotta dalla realizzazione del piccolo pennello posto alla foce del canale deviato, non è in grado di produrre alcun impatto sulla dinamica costiera e in particolare sui litorali posti in adiacenza al porto i quali risultano già attualmente disconnessi tra di loro. Inoltre, la presenza delle opere di difesa costiera garantisce che il litorale non può essere soggetto ad alcun impatto indotto dalle nuove opere.

In relazione alla situazione attuale (vedi Figura 4-27), nell'area oggetto di studio il trasporto solido longitudinale potenziale è di tipo bimodale potendo verificarsi sia trasporto longitudinale diretto verso Sud-Est (in presenza di attacchi di moto ondoso provenienti da tramontana e grecale) sia verso Nord-Ovest (in presenza di attacchi di moto ondoso provenienti da levante). Mediamente durante l'anno, la componente diretta verso Sud-Est tende a prevalere rispetto a quella diretta verso Nord-Ovest lungo gran parte del litorale in esame.



Figura 4-21 -Situazione attuale: andamento delle componenti longitudinali dei vettori del flusso di energia lungo la costa (Fonte PRP 2008 studio Prof. Paolo De Girolamo)

In prossimità del porto di Pescara, “l’effetto schermo” operato dallo stesso porto sul moto ondoso incidente, determina ad Est del porto e per un breve tratto, l’inversione della direzione del trasporto solido longitudinale netto, causando la convergenza del trasporto verso l’area portuale. Ciò giustifica l’attuale tendenza all’insabbiamento che si osserva nei tratti di costa posti subito ad Est (porto turistico) ed a Ovest (località la Madonnina vedi Figura 3-2) del porto esistente.

In relazione alla situazione di progetto (vedi Figura 4-28) e per quanto riguarda l’impatto esercitato dal porto sulle coste adiacenti, si è verificato che le nuove opere non modificano sostanzialmente “l’effetto schermo” attualmente esercitato dalle opere esistenti e pertanto si ritiene nulla tale tipologia di impatto. Come già detto si osserva che le coste poste sia ad Est, sia a Ovest del porto sono protette per lunghi tratti da opere di difesa costiere le quali recentemente sono state oggetto di interventi di riqualificazione ad opera della Regione Abruzzo.



Figura 4-22 - Configurazione PRP 2008: andamento delle componenti longitudinali dei vettori del flusso di energia lungo la costa (Fonte PRP 2008 studio Prof. De Girolamo)

Per quanto riguarda la situazione attuale in relazione alle problematiche di insabbiamento del porto commerciale, si è stimato sulla base dei rilievi batimetrici eseguiti negli anni, che esso risulta pari a circa 40.000 m<sup>3</sup>/anno. Le cause di questo insabbiamento sono dovute prevalentemente al trasporto solido litoraneo proveniente da Ovest, anche se non si esclude che, in occasione di eventi di piena fluviali, un contributo possa essere attribuito anche al materiale trasportato dal F. Pescara. Per quanto riguarda il trasporto solido proveniente da Est, di entità modesta, esso viene bloccato completamente dal porto turistico prima che raggiunga il porto commerciale.

Attualmente inoltre il problema dell'insabbiamento riguarda anche il tratto terminale dell'asta fluviale, dove è localizzata la zona di espansione dell'alveo fluviale che venne realizzata nel passato per consentire l'evoluzione delle navi nel porto canale. In tale zona, il rallentamento della corrente fluviale causato dalla stessa espansione, favorisce la sedimentazione del materiale solido trasportato dal fiume. Comunque si può affermare che il vero problema attuale non sia tanto costituito dall'entità complessiva dei fenomeni di insabbiamento, con i quali comunque un porto canale posto su un litorale sabbioso è

destinato a confrontarsi, quanto al fatto che il materiale che sedimenta per gli aspetti di qualità ambientale è condizionato dalle acque inquinate del Pescara.

La causa principale dei problemi attuali quindi è costituita dall'inquinamento dei materiali da dragare.

Gli approfondimenti eseguiti nell'ambito degli studi [8] e [9] citati in precedenza hanno confermato quanto previsto in fase di redazione del PRP 2008, fornendo ulteriori valutazioni quantitative.

A titolo di esempio si mostra nella Figura 4-29 l'evoluzione morfodinamica simulata numericamente dal Prof. Ing. Francesco Gallerano nella situazione attuale che ha confermato l'influenza del trasporto costiero solido indotto dal moto ondoso proveniente da Nord che contribuisce alla sedimentazione della darsena commerciale.

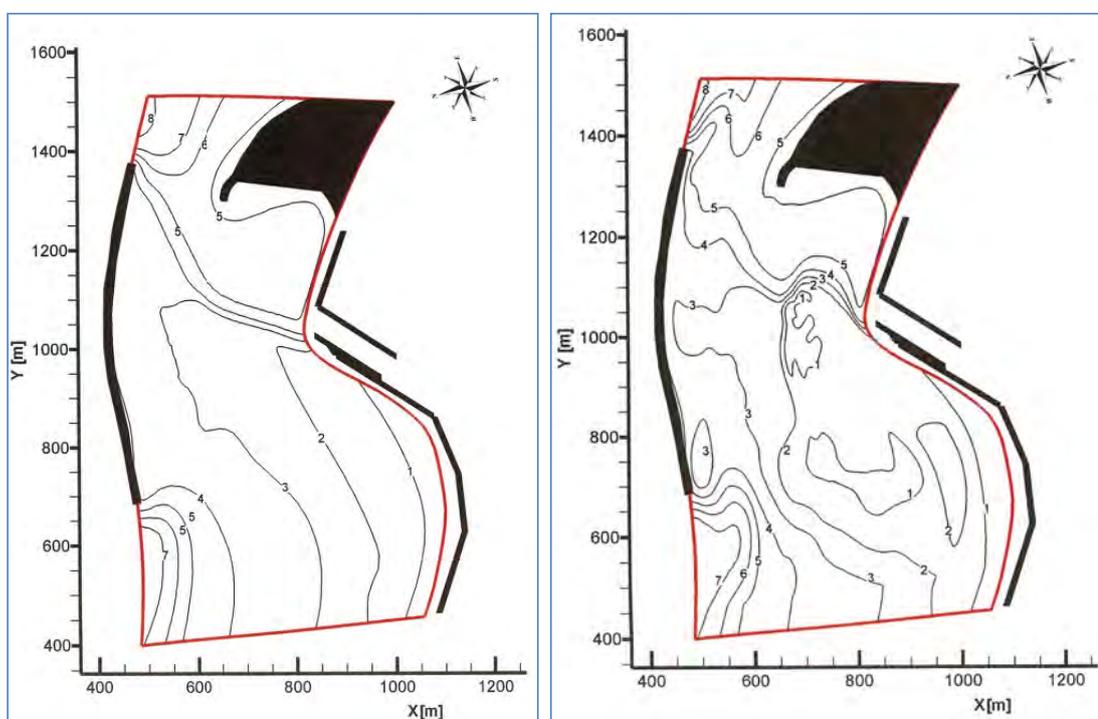


Figura 4-23 - Morfodinamica della situazione attuale prodotta da uno stato di mare proveniente da Nord,  $H_s=1,5$  m. Batimetria nelle condizioni iniziali (pannello di sinistra) batimetria dopo tre anni di simulazione (pannello di destra) (Fonte DICEA studio Prof. F. Gallerano)

## 4.2. Inquadramento geologico e geotecnico

### 4.2.1. Geologia d'area vasta

---

Il porto di Pescara si trova nel settore orientale più esterno del settore abruzzese e dal punto di vista tettonico-paleogeografico nell'Unità tettonica denominata: Avanfossa periadriatica. Tale unità è costituita da una profonda depressione allungata parallelamente all'attuale linea di costa e, durante il sollevamento della Catena Appenninica nel Pliocene, è stata sede di notevoli fenomeni di subsidenza.

In tale fossa si sedimentarono materiali terrigeni a grana finissima, che generarono la Formazione conosciuta in letteratura come "Argille grigio-azzurre" attribuite al Plio-Pleistocene.

I depositi affioranti fanno parte della successione silicoclastica del Pliocene superiore – Pleistocene inferiore, in concordanza al di sopra dei depositi del Pliocene medio – superiore. Temporalmente si collocano dopo l'ultima fase di migrazione verso l'avampaese del fronte deformativo e del depocentro torbiditico.

La fase di segmentazione del depocentro principale in depocentri minori avviene in concomitanza con la struttura costiera, databile al Pliocene inferiore terminale. Da questo momento, fino al top del Pliocene superiore, le successioni sedimentarie registrano un decremento dei tassi di subsidenza tettonica e mostrano una tendenza shallowing upward.

Nel Quaternario, in discordanza stratigrafica con le Argille siltose grigio-azzurre, si depositarono i sedimenti del Fiume Pescara. Quest'ultimo apporto sedimentario, nel tempo è stato condizionato dalle variazioni eustatiche, le quali hanno influenzato il potere erosivo e di trasporto del fiume stesso.

La successione di episodi di erosione e di deposito da parte del corso d'acqua ha causato la formazione di morfosculture a forma di ripiano noti in letteratura come "Terrazzi fluviali".

Si tratta di antichi alvei abbandonati dal fiume in seguito ad una fase erosiva che ha provocato l'approfondimento dell'alveo stesso che, attualmente, si trova ad una quota più bassa.

Il Fiume Pescara, nell'ambito del territorio indagato, presenta due Ordini di Terrazzi in sinistra idrografica (II e III Ordine) ed un Ordine in destra idrografica (III Ordine).

Tale diversità è dovuta alla paleogeografia dell'area, che vedeva l'asse vallivo spostato in destra idrografica, al bordo delle colline di Fontanelle e San Giovanni Teatino.

Scorrendo, quindi, sul lato meridionale della valle, il fiume erodeva le colline alla base, provocando il disfacimento dei Terrazzi fluviali, che aveva in precedenza formato.

Successivamente il letto del fiume si sposta sensibilmente verso nord fino ad assumere l'andamento attuale che in alcuni punti lambisce le colline plio-pleistoceniche. Tale situazione provoca un fenomeno di erosione di sponda, conseguentemente al quale, nei punti di erosione si può verificare la diminuzione dell'estensione del terrazzo o addirittura la sua scomparsa.

#### 4.2.2. Geologia del territorio urbano di Pescara

Il Porto di Pescara è compreso all'interno del Foglio 141 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e nel foglio 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG, di cui si riportano gli stralci (vedi Figura 4-30 e Figura 4-31).

L'area in esame è costituita da depositi recenti, dovuti alla sovrapposizione dinamica costiera e di quella fluviale del Fiume Pescara, che a loro volta ricoprono i terreni più antichi cui segue la formazione delle argille grigio-azzurre.

Da quanto emerge dalla cartografia di seguito riportata nell'area di progetto affiorano depositi alluvionali olocenici.

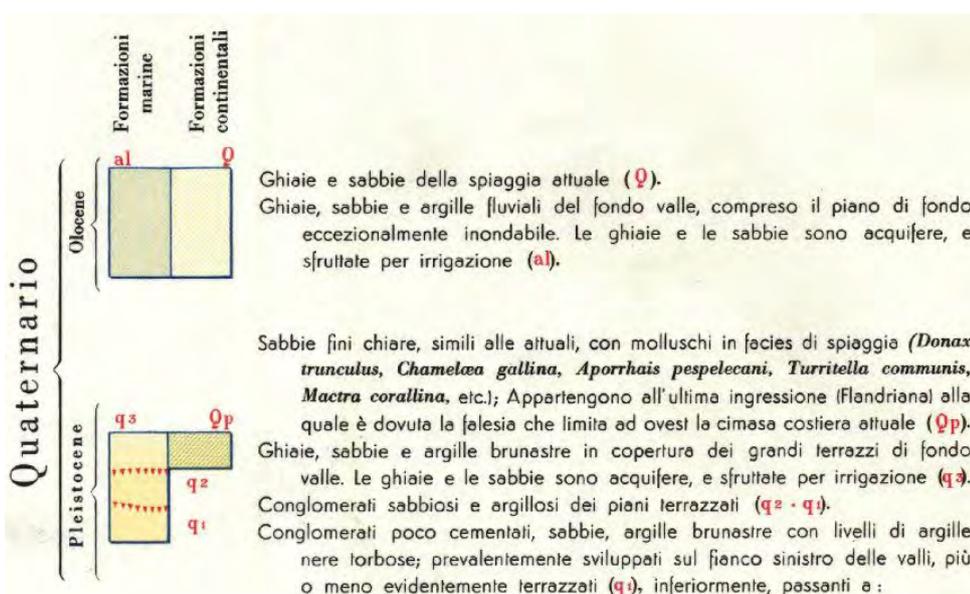


Figura 4-30 - Stralcio di Foglio Geologico 141 "Pescara" in scala 1:100.000 con relativa legenda, nel riquadro rosso è indicata l'area di progetto.



Figura 4-31 - Stralcio di Foglio Geologico 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG. In rosso è indicata l'area di progetto.

#### 4.2.3. Successione stratigrafica

Sulla base dei dati esistenti in bibliografia e delle indagini geognostiche pregresse è stato possibile individuare una stratigrafia e un modello geotecnico di riferimento preliminare, utile soprattutto per la definizione del piano di indagini geognostiche da programmare nei successivi livelli di progettazione.

Va precisato che le caratteristiche litologiche dei materiali sono state acquisite dall'interpretazione di dati esistenti in documentazione tecniche. In questa sede si ritiene opportuno evidenziare e schematizzare che la stratigrafia locale è caratterizzata da una successione di depositi recenti, dovuti alla sovrapposizione dinamica costiera e di quella fluviale del Fiume Pescara, che a loro volta ricoprono i terreni più antichi di origine marina.

Di seguito viene riportata, a partire dall'alto, la successione stratigrafica dei terreni nel sottosuolo dell'area di progetto, ricostruita sulla base della correlazione dei sondaggi geognostici reperiti e dello studio geologico allegato al PRP 2008 e rappresentata dai litotipi di seguito descritti:

- Depositi di piana costiera attuali e recenti sabbie (Unità A)

La litologia è costituita da sabbie costiere in cui sono presenti livelli da decimetrici a metrici di limi e argille torbose.

La potenza di questo livello, nel tratto di mare in oggetto, è compresa tra i 20 e i 28 m.

I parametri geotecnici medi di questo livello sono riportati in tabella 4-5:

tabella 4-4 - parametri geotecnici Unità A

Unità A – Sabbie con alternanza di limi	
Spessore medio	20-28 m
Angolo di attrito interno	$\phi'_K = 29-35^\circ$
Coesione drenata	$c'_K = 0$ kPa
Peso di volume naturale	$\gamma = 1.8$ kN/m <sup>3</sup>

- Depositi alluvionali attuali e recenti terrazzati: limi e argille torbose (Unità B)

La potenza di questo livello, nel tratto di mare in oggetto, è di circa 25 m. I parametri geotecnici medi di questo livello sono riportati in tabella 4-6:

tabella 4-5 - parametri geotecnici Unità B

Unità B – limi e argille torbose	
Spessore medio	20-30 m
Angolo di attrito interno	$\phi'_K = 20-22^\circ$
Coesione non drenata	$c_{uK} = 3 \div 5$ kPa
Peso di volume naturale	$\gamma = 1.8$ kN/m <sup>3</sup>

- Depositi fluvio-deltizi: ghiaie (Unità C)

Deposito di ghiaie fluviali avente una potenza di questo livello, nel tratto di mare in oggetto, è di circa 6 m fino alla profondità di circa 50 m s.l.m. I parametri geotecnici medi di questo livello sono riportati in tabella 4-7:

tabella 4-6 - parametri geotecnici Unità C

Unità C – ghiaie	
Spessore medio	5 - 7 m
Angolo di attrito interno	$\phi'_K = 35-40^\circ$
Coesione non drenata	$C_K = 0$ kPa
Peso di volume naturale	$\gamma = 2.0$ kN/m <sup>3</sup>

- Depositi marini di piattaforma: Argille grigio-azzurre (Unità D).

Peliti di età pliocenica, avente uno spessore dell'ordine dei 400 ÷ 500 m.

## 4.3. Caratterizzazione sismica

### 4.3.1. Vita nominale delle opere strutturali

---

La vita nominale ( $V_N$ ) delle opere strutturali è intesa come il numero di anni per il quale la struttura deve potere essere utilizzata per lo scopo al quale è destinata, purché soggetta alla manutenzione ordinaria.

Per le opere marittime e fluviali si assume  $V_N = 50$  anni (“Costruzioni con livelli di pre-stazioni ordinari” - NTC2018).

### 4.3.2. Classe d'uso

---

La classe d'uso dell'opera è in rapporto alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche; per la deviazione del fiume Pescara si assume **la classe d'uso III**, per la quale "*il collasso può determinare gravi conseguenze in termini di vita umana, ovvero interruzioni prolungate del traffico*" (“Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso”).

### 4.3.3. Periodo di riferimento per l'azione sismica

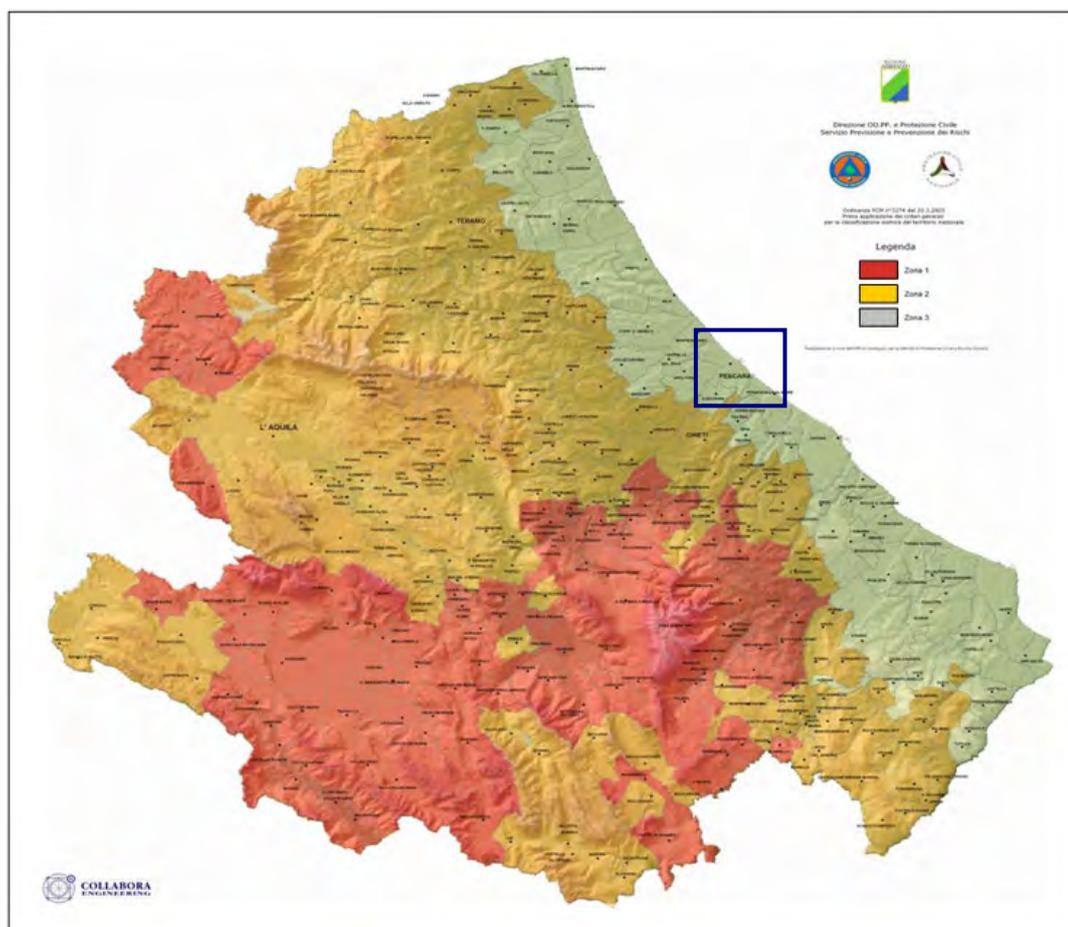
---

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ), in relazione al quale sono valutate le azioni sismiche sulla struttura, è ottenuto moltiplicando la vita nominale ( $V_N = 50$  anni) per il coefficiente d'uso associato alla relativa classe d'uso ( $C_U = 1.50$ ) da cui si ricava che il periodo di riferimento è pari a 75 anni.

### 4.3.4. Determinazione dei principali parametri sismici

---

Il Comune di Pescara è classificato in zona sismica 3 in base all'allegato al OPCM n.3274 del 20 marzo 2003.



Il Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 recante “Norme Tecniche per le Costruzioni” raccoglie in modo unitario le norme nazionali che disciplinano la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire criteri univoci di sicurezza e pubblica incolumità.

In particolare, per quanto di nostra competenza, nel decreto sono definiti i modelli per la descrizione delle azioni agenti sulle strutture con particolare riferimento all’azione sismica. Come indicato nel Decreto, le azioni sismiche di progetto sono definite sulla base della “pericolosità sismica di base”, caratteristica del sito di costruzione.

Questa è funzione di diversi parametri:

- **ag** accelerazione orizzontale massima al sito;
- **F<sub>o</sub>** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T<sub>c</sub>** valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c$ , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio

2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

Per quanto riguarda le condizioni stratigrafiche, le indagini geognostiche eseguite ad ottobre 2017 con la tecnica della sismica a rifrazione (down-hole) hanno permesso di definire la categoria di sottosuolo che è risultata di tipo C ( $V_{s30} = 250.77$  m/s compresa tra 180 e 360 m/s).

A riguardo delle condizioni topografiche, tutte le aree interessate dalle opere di progetto sono caratterizzate da un fondale o piano campagna lievemente inclinati; per tale motivo, le analisi di stabilità in corrispondenza delle opere sono eseguite tenendo conto di una categoria topografica T1.

Nella definizione della pericolosità sismica di base è importante evidenziare il comportamento dei valori di  $ag/g$ .

In accordo con l'Allegato 7 OPCM 3907/2010, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ( $ag$ ), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi orizzontali ( $V_{s30} > 800$  m/s), per il territorio comunale di Pescara tali valori sono compresi tra  $0.125 \div 0.150$  g.

In particolare l'accelerazione al suolo, così come definita dall'Ordinanza n.3907 Attuazione dell'articolo 11 del decreto legge 28 aprile 2009 n.39, convertito con modificazioni, della legge 24 giugno 2009 n. 77, per il Comune di Pescara è pari a  $ag=0,151117$  g.

## 5. OBIETTIVI PROGETTUALI

---

### 5.1. Obiettivi posti dalla Regione Abruzzo

---

L'obiettivo posto dalla Regione Abruzzo con il finanziamento Masterplan è dettato dal titolo stesso dell'intervento così come riportato nella Concessione di finanziamento ed è inerente alla "deviazione del porto canale di Pescara".

È stato già ampiamente spiegato che tale obiettivo non può essere raggiunto con le risorse disponibili e quindi, in senso stretto, è da intendersi posticipato ad un momento successivo.

Oggi però vi sono condizioni modificate che vedono la diga foranea "aperta" e quindi esposta alle conseguenze chiaramente esplicitate dagli studi effettuati dai Proff. Gallerano e Cannata dell'Università La Sapienza già richiamate nelle relazioni progettuali degli interventi posti in essere dal Provveditorato OO.PP..

L'input aggiornato ed attuale fornito ad ARAP è quindi quello di migliorare le condizioni di sicurezza della navigazione e di qualità delle acque di balneazione del litorale Nord – Ovest.

## 5.2. Obiettivi effettivamente perseguibili col presente finanziamento Masterplan e descrizione del progetto A.R.A.P.

La progettazione, nella presente fase di fattibilità tecnico – economica, prevede:

1. il completamento del pennello di foce, da realizzarsi in prosecuzione a quello in corso di realizzazione; Il pennello viene realizzato secondo la classica tipologia a scogliera protetta da una mantellata di massi artificiali tipo tetrapodi con una pendenza 3/2. Il pennello poggia su fondali variabili da -8.5 m a -10.5 m s.l.m. I tetrapodi sono sostenuti al piede da un'unghia di massi naturali 7-10 t, la cui quota di sommità è -6.50 m s.l.m.;
2. la realizzazione della scogliera di raccordo tra il molo Nord e la diga distaccata; la scogliera nel suo insieme è di tipo classico, ossia ha un nucleo costituito in parte da Tout-venant e in parte dalla sommersa in corso di realizzazione da parte del Provveditorato, strati filtro con massi 0.3/0.7 t e 100-500 kg, una mantellata di protezione di pezzatura 3-7 t lato fiume Pescara e 1-3 t lato mare, con una sovrastruttura di c.a. con quota di sommità +2.50 m s.l.m. Per poter raggiungere il fondale di progetto, previsto per il nuovo corso del fiume Pescara (-6.00 m s.l.m.) e per poter garantire dei cedimenti limitati nel tempo, si prevede il dragaggio del fondale sia in corrispondenza della cunetta di imbasamento dell'unghia al piede (-7.00 m s.l.m.) e sia del restante corpo diga (-3.50 m s.l.m.). Dalla recente campagna geologica è emerso che tali sedimenti per una potenza di almeno 5,0 m sono costituiti da sabbie limose inconsistenti o poco consistenti.
3. La realizzazione del radicamento con la spiaggia; il radicamento verrà realizzato anch'esso a scogliera, sopraelevando la scogliera sommersa e proteggendola con una mantellata di massi da 300-700 kg fino a 3-7 t muovendo da terra fino alla scogliera di raccordo.

La progettazione preliminare delle opere sopradescritte con la conseguente scelta delle tipologie costruttive e dei materiali consente di pervenire, in particolare, ai seguenti obiettivi:

1. il completamento del pennello di foce (con mantellata in massi artificiali) dovrà consentire di proteggere adeguatamente le attuali strutture portuali dagli eventi di moto ondoso estremi provenienti dal settore di tramontata-grecale, ripristinando le necessarie condizioni di sicurezza venute a mancare a seguito dell'apertura del varco nella diga distaccata da parte del Provveditorato OO.PP.
2. il varco sulla diga distaccata, in corso di realizzazione per i primi 70 m, non verrà in questa fase ampliato secondo le previsioni del PRP, proprio per salvaguardare la sicurezza statica delle opere e la sicurezza della navigazione;
3. la realizzazione del radicamento a riva, che ingloba la scogliera sommersa anch'essa in corso di realizzazione, dovrà garantire con il completamento del pennello di foce, una migliore protezione dell'attuale litorale limitrofo al Porto (Nord-Ovest), che con l'apertura del varco si trova evidentemente esposto agli eventi ondososi di bora.

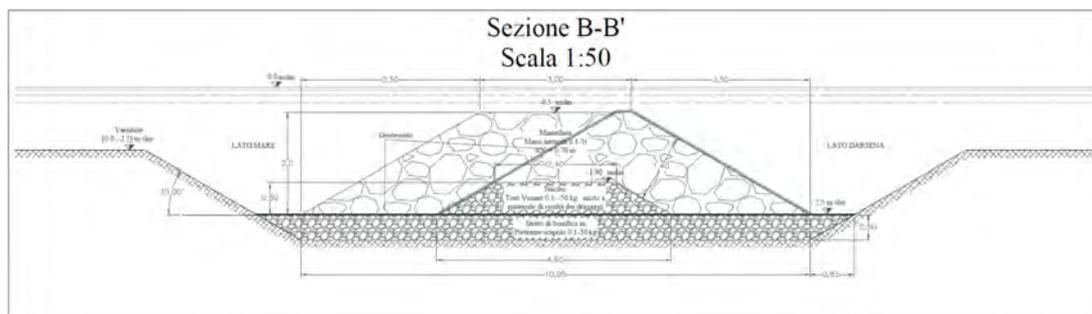
4. La barriera di radicazione consentirà di bloccare il "plume" fluviale impedendo che in particolari condizioni ambientali (durante la stagione estiva e con venti di scirocco) possa raggiungere la spiaggia limitrofa a Nord-Ovest, con evidenti ripercussioni sulle attività turistiche.

La realizzazione completa della presente fase darà compimento definitivo alle intenzioni del Provveditorato, con un miglioramento in termini ambientali. Inoltre, in questo modo la nuova foce inizierà ad operare secondo le indicazioni del PRP.

Le opere previste in questa fase, inclusa la scogliera di raccordo con la costa, eviteranno che il trasporto solido litoraneo diretto da Nord verso Sud interessi l'attuale imboccatura portuale e le zone che dovranno essere dragate secondo il PRP, con evidenti e positive ripercussioni economiche ed ambientali.

Come anticipato, le opere in corso di esecuzione da parte del Provveditorato Interregionale per le OO.PP. del Lazio, Abruzzo e Sardegna in anticipazione di alcune opere previste dal PRP 2008 sono costituite dalla realizzazione di:

- una barriera sommersa in massi naturali con giacitura simile alla sponda sinistra del nuovo molo di delimitazione del fiume deviato (vedi Figura 5-1);
- un primo tratto del pennello di foce posto in sinistra idraulica del canale deviato con armatura in tetrapodi (vedi Figura 5-2 e Figura 5-3);
- apertura parziale (varco) nella diga foranea per un tratto di circa 70,0 m inclusa la realizzazione di una testata provvisoria della diga foranea (vedi Figura 5-4).



**Figura 5-1 -Sezione rappresentativa della barriera sommersa in corso di realizzazione ad opera del Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna.**

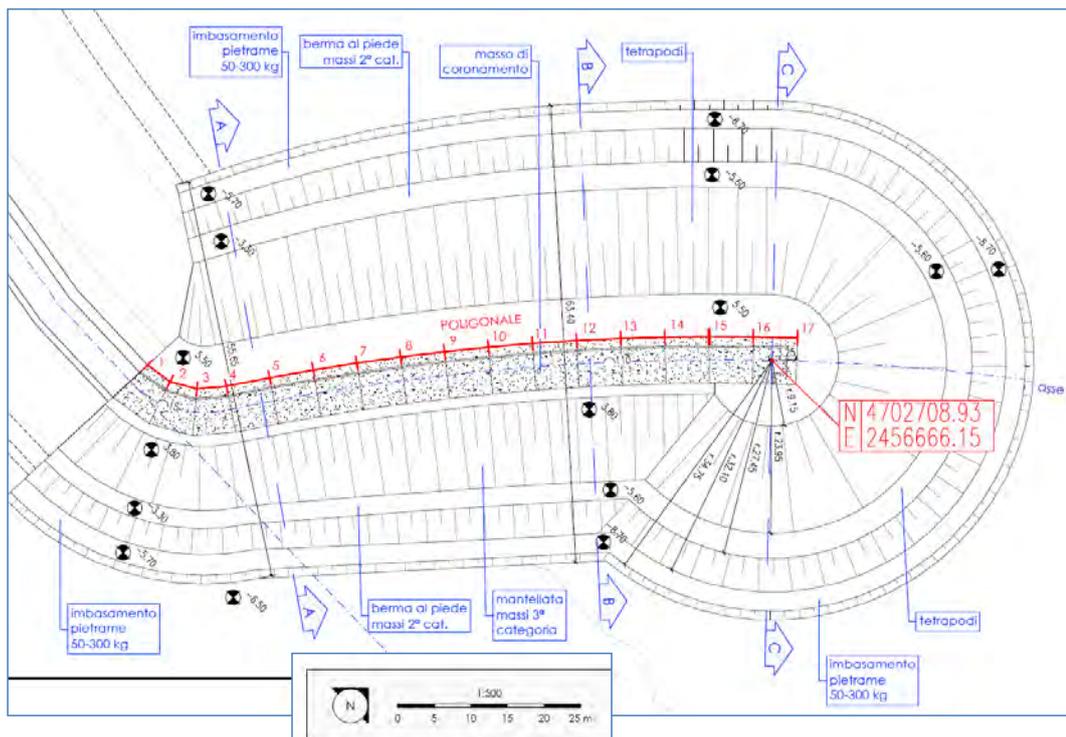


Figura 5-2 - Planimetria del primo tratto del pennello di foce in corso di realizzazione ad opera del Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna.

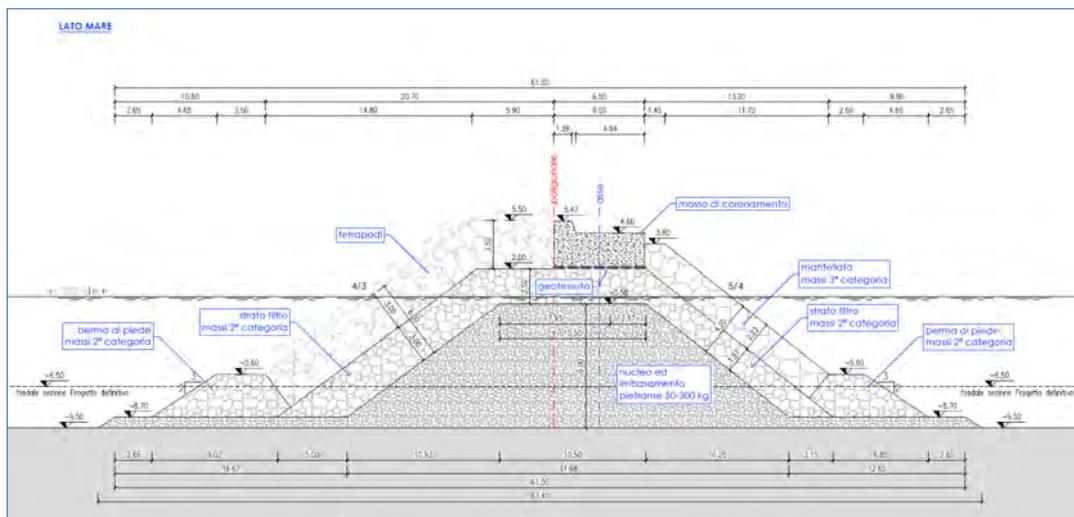
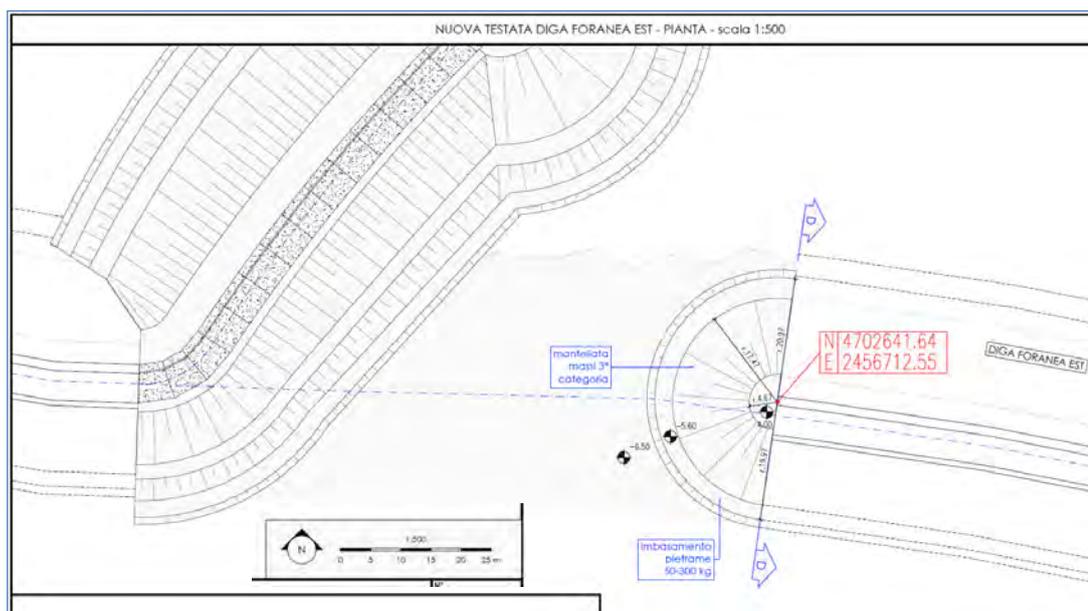


Figura 5-3 - Sezione rappresentativa del primo tratto del pennello di foce in corso di realizzazione ad opera del Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna.



**Figura 5-4 - Planimetria del varco della diga foranea in corso di realizzazione ad opera del Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna.**

Le opere previste nell'ambito del presente progetto sono state concepite in modo tale da inglobare al loro interno quelle in fase di realizzazione da parte del Provveditorato. In particolare, la barriera sommersa verrà ricompresa all'interno del raccordo e del tratto di radicamento come descritto nel seguito, mentre il pennello di foce in sinistra idraulica verrà completato, con sezione differente, salpando e riutilizzando parte dei tetrapodi di armatura del pennello del Provveditorato.

Le principali lavorazioni previste per la realizzazione delle nuove opere possono essere così riassunte:

- salpamento degli elementi di mantellata (tetrapodi) presenti nella testata del pennello in corso di realizzazione, con la contestuale riprofilatura degli strati inferiori in massi naturali;
- dragaggio della cunetta necessaria per la posa in opera del pietrame a formare la berma al piede;
- costruzione della nuova diga con versamento di tout-venant di cava a partire dall'opera in corso di realizzazione e successivo versamento di pietrame con la funzione di strato filtro; posa in opera della mantellata di protezione, posta con una inclinazione di 3/2, costituita da un doppio strato di massi artificiali prefabbricati di calcestruzzo tipo "Tetrapodi". Questi elementi artificiali provengono in parte dal salpamento ed in parte dalla nuova prefabbricazione. Il loro peso minimo è di 15 t.
- realizzazione della testata di chiusura con la mantellata di protezione sempre in tetrapodi, aventi un peso minimo di 25 t e posti con una inclinazione di 2/1.

I massi artificiali dovranno essere posizionati secondo un piano di posa casuale in doppio strato al fine di assicurare la formazione della mantellata che risponda alle seguenti caratteristiche tecniche:

- coefficiente di forma  $K_A = 1,04$ ;
- percentuale dei vuoti  $P = 50 \%$ ;
- coefficiente di stabilità ( $K_D$  - Hudson) minimo pari a 7,0;
- numero di danneggiamento  $N_{od}$  (Van del Meer) al massimo pari a 0.5.

Le lavorazioni di salpamento, dragaggio e di realizzazione del pennello potranno essere eseguite utilizzando esclusivamente mezzi marittimi.

Per il dimensionamento preliminare dei massi si è utilizzata la nota espressione di Hudson e quella di Van der Meer, quest'ultima valida per tetrapodi posti con una pendenza di 3/2 e per sezione corrente.

Nella stesura dei progetti definitivo ed esecutivo i calcoli suddetti verranno ulteriormente approfonditi ed esplicitati in una apposita relazione di calcolo. Verranno inoltre condotte le necessarie verifiche di stabilità d'insieme delle scogliere.

Nella Figura 5-5 è riportata la sezione tipo del nuovo pennello di foce posto in sinistra idraulica fluviale.

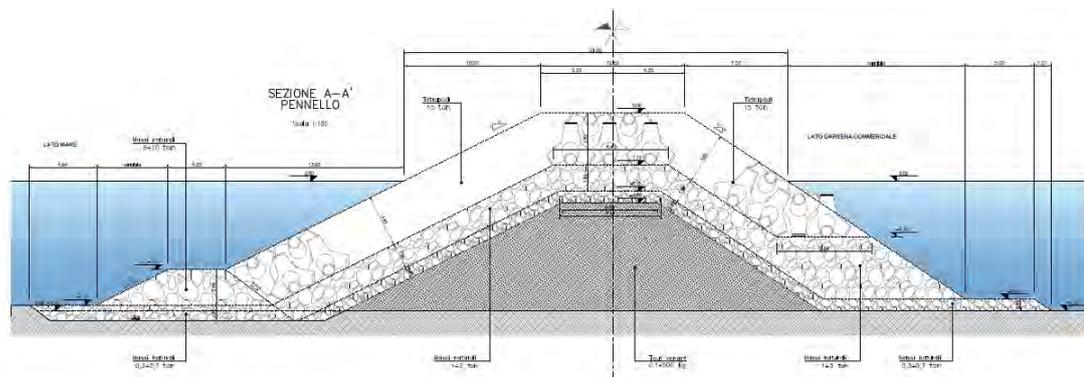


Figura 5-5 - Pennello di foce

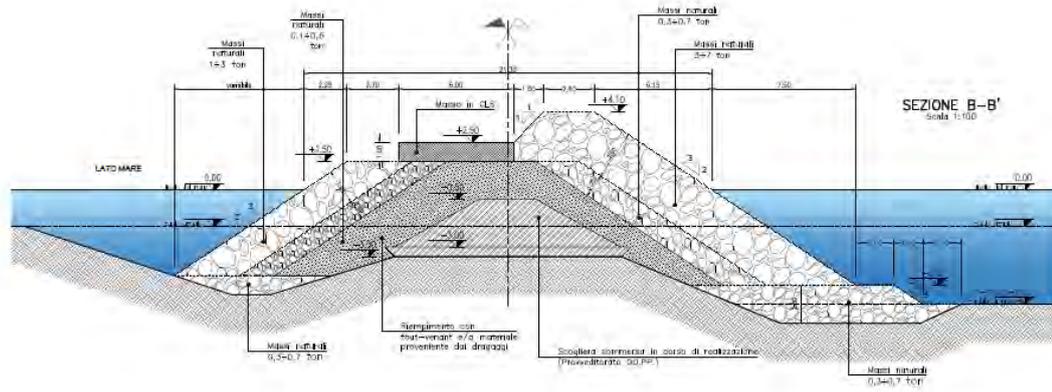


Figura 5-6 – Scogliera di raccordo

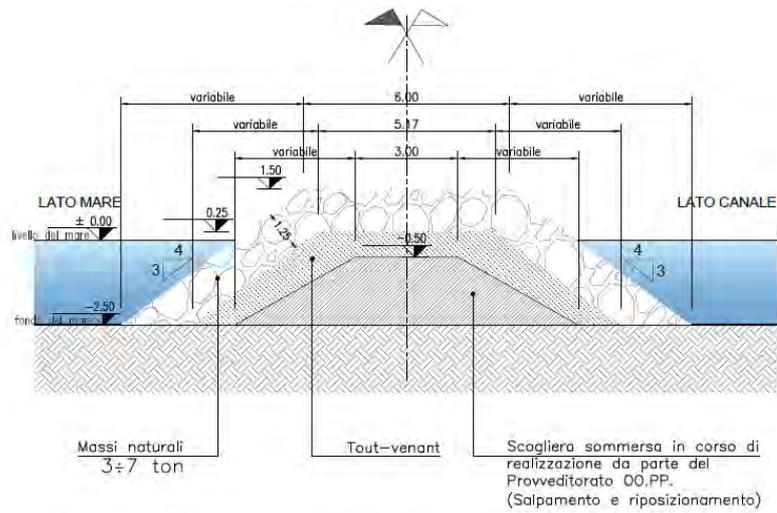


Figura 5-7 – Scogliera di radicamento

## 6. CONCLUSIONI

---

La Regione Abruzzo, con la concessione del finanziamento Masterplan PSRA/07, ha dato mandato all'A.R.A.P. di progettare e poi appaltare i lavori di "Deviazione del Porto canale di Pescara". L'importo stanziato nel programma Masterplan è pari ad € 15.000.000,00. Un ulteriore finanziamento pari ad € 16.000.000,00 è stato programmato nell'ambito della Delibera CIPE n° 12 del 28/02/2018, ed è in corso di perfezionamento.

Le risorse elencate non sono comunque sufficienti a concretizzare la deviazione del porto canale in quanto l'ordine di grandezza della provvista economica ammonta a 60 M€.

Conseguentemente sono stati individuati come primari gli interventi di completamento del pennello di foce in sinistra idraulica e la realizzazione del raccordo con la diga foranea con opere a "gettata" seguito da un tratto terminale a scogliera emersa di circa 540 m che consentirà il radicamento a riva.

Tutte le opere descritte sono annoverabili come opere di completamento di quelle avviate dal Provveditorato alle OO.PP..

In definitiva, nonostante la non completa disponibilità delle risorse necessarie, il progetto predisposto dall'A.R.A.P. col finanziamento Masterplan consente di cogliere risultati di rilievo in quanto migliora le condizioni di sicurezza connesse all'apertura del varco nella diga foranea ed isola la parte nord ovest del litorale rispetto ai negativi effetti del plume fluviale garantendo al tempo stesso dall'accumulo di sedimenti dovuti al trasporto solido litoraneo.

I Progettisti

**Dott. Ing. Giuseppe Nicola Bernabeo**

**Dott. Ing Tommaso Impicciatore**

Pag.  
51



**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento pennello di foce e primo tratto molo nord)

# PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Titolo tavola

## INTEGRAZIONE n.1 ALLA RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Supporto alla progettazione:



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Studio specialistico Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO

Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilita\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Soggetto attuatore

# ARAP

AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

**UFFICIO TECNICO**

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

**II PROGETTISTA**

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

**II PROGETTISTA**

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

**Il Gruppo di lavoro**

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Tavola

# MP.I-401

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

1

Data emissione

giugno 2019

Nome file

00\_Testatine - Moli guardiani porto Pescara.dwg

# 1. Sommario

---

1.	<b>Sommario</b>	1
2.	<b>Premessa</b>	2
3.	<b>Estratto degli studi pregressi</b>	3
3.1.	P.R.P. 2008 – STUDIO MORFOLOGICO (REDATTO DAL PROF. PAOLO DE GIROLAMO – NOVEMBRE 2008)	3
3.2.	APPROFONDIMENTI E IMPLEMENTAZIONI DEGLI STUDI IDRAULICI E DI MORFODINAMICA FLUVIALE E COSTIERA A CORREDO DEL P.R.P. DI PESCARA (BETA STUDIO) – GIUGNO 2016	6
3.3.	IL PROBLEMA DEL PORTO DI PESCARA: IPOTESI DI SOLUZIONE (FRANCESCO LALLI, STEFANO CORSINI, FRANCO GUIDUCCI, IOLANDA LISI - ISPRA, ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE GIUGNO 2009)	15
3.4.	VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA – RAPPORTO AMBIENTALE (PRP – MED INGEGNERIA – GENNAIO 2012)	16
3.5.	MODELLAZIONE NUMERICA DELLE CORRENTI LITORANEE E DEL TRASPORTO SOLIDO (PROFF. GALLERANO E CANNATA, INGG. DE GAUDENZI E SCARPONE – LUGLIO 2015)	21
4.	<b>Conclusioni</b>	24
5.	<b>Allegato sub.1</b>	25

## 2. Premessa

---

Con nota allegata al verbale della riunione del giorno 30/05/2019, tenutasi presso la sede del CCR, l'ARTA Abruzzo ha esplicitato alcune osservazioni sulla documentazione progettuale inerente alle opere di **“DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA (Completamento opere di protezione - pennello di foce e scogliera di radicamento)” – Codice progetto PSRA/07** - con particolare riferimento al tema della paventata erosione lungo il litorale Sud – Est di Pescara in direzione Francavilla.

Nel corso della riunione, con l'obiettivo di fare chiarezza, sono stati approfonditi i concetti espressi dal Prof. Paolo De Girolamo – Ordinario presso l'Università degli Studi di L'Aquila, Facoltà di Ingegneria Idraulica – nella propria nota del 09/05/2019 che per comodità di lettura si allega alla presente integrazione (sub. 1).

Le argomentazioni del Prof. De Girolamo rimandano ad una serie di studi specialistici che nel corso del tempo sono stati effettuati per la redazione del P.R.P. di Pescara e per la realizzazione da parte del Provveditorato OO.PP. di una barriera “sommersa” a Nord dell'attuale foce fluviale nonché dell'apertura parziale della diga foranea e contestuale realizzazione di un primo tratto del pennello di foce.

Precisato che le suddette opere del Provveditorato avevano ed hanno i connotati di opere da completare, è chiaro ed evidente che i risultati ed i benefici potenzialmente derivanti possono essere sicuramente migliorati col completamento degli stessi.

Lo scopo delle opere proposte dall'ARAP, acclarata la necessità di posticipare più avanti nel tempo l'effettiva deviazione del porto canale, è quello di perfezionare gli interventi già attuati contribuendo al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

1. Miglioramento sensibile delle condizioni di sicurezza della navigazione;
2. Miglioramento delle condizioni ambientali con intercettazione dei sedimenti marini a monte della foce fluviale evitando la miscelazione degli stessi con i limi del Pescara;
3. Miglioramento delle condizioni di intercettazione e deflusso del plume fluviale.

Come detto in precedenza notevoli sono gli Studi effettuati; di seguito si riporta un estratto degli stessi con gli opportuni riferimenti utili alle ricerche e verifiche che si vorranno effettuare.

### 3. Estratto degli studi pregressi

#### 3.1. P.R.P. 2008 – Studio morfologico (redatto dal Prof. Paolo De Girolamo – Novembre 2008)

Pagg. 3 e 4

... omissis... In relazione alla situazione attuale, nell'area oggetto di studio il trasporto solido longitudinale potenziale è di tipo bimodale potendo verificarsi sia trasporto longitudinale diretto verso sud-est (in presenza di attacchi di moto ondoso provenienti da tramontana e grecale) sia verso nord-ovest (in presenza di attacchi di moto ondoso provenienti da levante). Mediamente durante l'anno, la componente diretta verso sud est tende a prevalere rispetto a quella diretta verso nord-ovest lungo gran parte del litorale in esame.

In prossimità del porto di Pescara, l'“effetto schermo” operato dallo stesso porto sul moto ondoso incidente, determina ad est del porto e per un breve tratto, l'inversione della direzione del trasporto solido longitudinale netto, causano la convergenza del trasporto verso l'area portuale. Ciò giustifica l'attuale tendenza all'insabbiamento che si osserva nei tratti di costa posti subito ad est ed a ovest del porto esistente.

In relazione alla situazione di progetto, e per quanto riguarda l'impatto esercitato dal porto sulle coste adiacenti, si è verificato che le nuove opere non modificando sostanzialmente l'“effetto schermo” attualmente esercitato dalle opere esistenti e pertanto si ritiene nulla tale tipologia di impatto. Peraltro, si osserva che le coste poste sia ad est, sia a ovest del porto sono protette per lunghi tratti da opere di difesa costiere le quali recentemente sono state oggetto di interventi di riqualificazione ad opera della Regione Abruzzo ...omissis...

Pag. 18

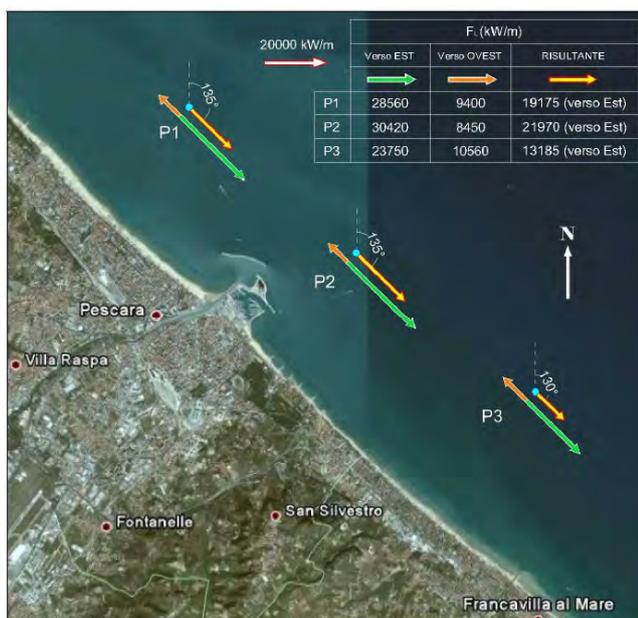
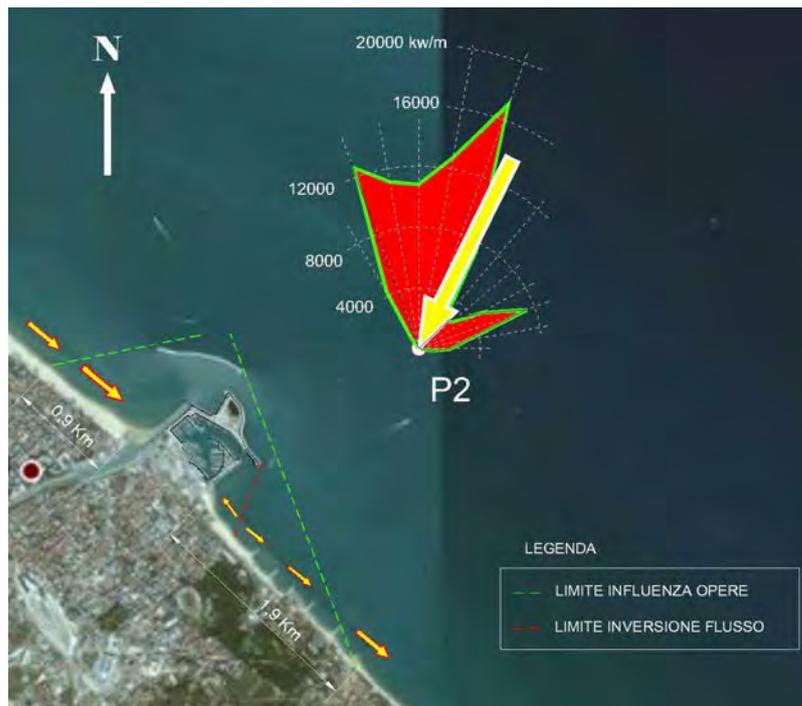


Figura 3.6 – Componenti longitudinali  $F_x$  dei vettori flussi di energia per unità di lunghezza di spiaggia ottenuti per i tre punti P1, P2 e P3 posti in prossimità della costa.

Pag. 3

**Pag. 19**



**Figura 3.7 - Situazione attuale: andamento delle componenti longitudinali dei vettori del flusso di energia lungo la costa.**

**Pag. 20**

...omissis... La diga foranea, assimilabile ad un'opera di difesa parallela, insieme ai pennelli di armatura della foce fluviale ed al porto turistico, costituiscono una discontinuità per il trasporto solido longitudinale costiero. Come evidenziato in Figura 3.6 dove è riportato l'andamento del flusso di energia longitudinale in costa, l'effetto schermo costituito dalle suddette opere è tale da dar luogo lungo i litorali adiacenti al porto alla convergenza del trasporto solido verso l'area portuale. Peraltro, questo risultato è provato in modo chiaro dalla tendenza all'insabbiamento che si osserva sia ad est sia ad ovest dell'area portuale, ovvero sia in corrispondenza dell'imboccatura del porto turistico sia nella località "La Madonna" posta in prossimità della radice di riva del molo ovest di armatura della foce fluviale...omissis...

**Pag. 27**

...omissis... Per analizzare l'impatto delle nuove opere portuali sulla dinamica delle coste adiacenti, in analogia a quanto fatto per la configurazione attuale, si è valutato l'andamento della componente longitudinale del vettore flusso di energia delle onde frangenti, che costituisce il "motore" dei sedimenti. I risultati ottenuti sono riportati in Figura 5.2. Il confronto tra la Figura 3.7 e la Figura 5.2 permette di valutare le variazioni, rispetto alla situazione attuale, dell'influenza esercitata dalle nuove opere sui litorali adiacenti. Tale variazione risulta nulla ad ovest del porto ed estremamente contenuta ad est di esso dove l'area di influenza delle opere portuali passa da 1,9 km a 2,3 km. Si evidenzia che la costa ad ovest del porto risulta completamente protetta dalle opere di difesa costiera che recentemente sono state riqualificate dalla Regione Abruzzo mediante un ripascimento artificiale protetto da un sistema di difesa a celle costituito da pennelli e da una barriera debolmente sommersa. Pertanto si ritiene del tutto trascurabile l'influenza

Pag.  
4

*che le nuove opere portuali eserciteranno sui litorali adiacenti. Di fatto non viene modificato sostanzialmente l'effetto "schermo" esercitato attualmente dalle opere foranee sulla costa...omissis...*

**Pag. 29**



**Figura 5.2 – Andamento delle componenti longitudinali dei vettori del flusso di energia in prossimità delle opere del porto di Pescara.**

## 3.2. Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del P.R.P. di Pescara (Beta Studio) – Giugno 2016

### Pag. 105

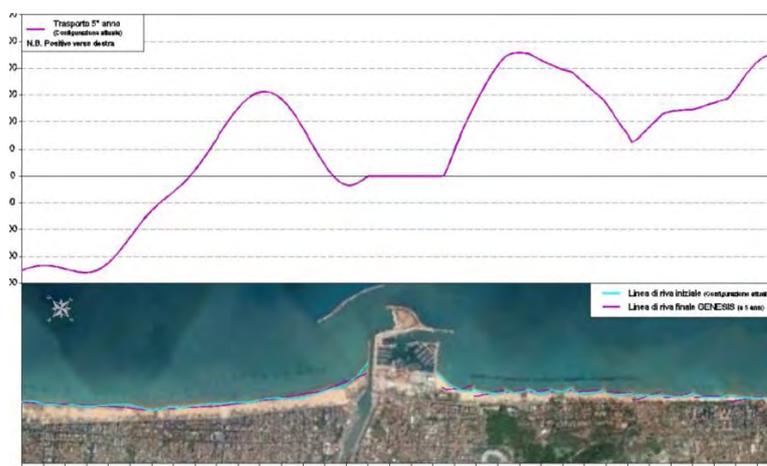
...omissis... Il modello di evoluzione morfologica, tarato sulla base delle informazioni disponibili (cfr. precedente paragrafo 4.3.4), è stato impiegato per la previsione dell'evoluzione della linea di riva e del trasporto solido in stato attuale e in configurazione di progetto, ovvero nella configurazione prevista dal P.R.P. (cfr. successivo paragrafo 4.8).

Per stimare la tendenza evolutiva del litorale e l'influenza dell'infrastruttura portuale (sia nell'assetto attuale che in configurazione di P.R.P.), è stata condotta una simulazione dell'evoluzione della linea di riva. La simulazione è stata condotta con riferimento ad un periodo temporale di 5 anni, in quanto si ritiene che i dati a disposizione per la predisposizione di un modello previsionale non consentano una previsione sufficientemente affidabile per tempi più lunghi. A differenza delle simulazioni di taratura, in questo caso sono state inserite nel modello tutte le opere presenti lungo il litorale dalla foce del fiume Saline (a Nord-Ovest) alla foce del Torrente Alento (a Sud-Est) ...omissis...

### Pagg. 106-107

...omissis... Nel presente paragrafo si riportano i risultati della simulazione di evoluzione morfologica a 5 anni in configurazione attuale, condotta con il codice di calcolo GENESIS. I risultati sono rappresentati sia in termini di trasporto solido che di evoluzione della linea di riva (Figura 4.21), con riferimento ad un dettaglio della griglia di calcolo centrato nell'area di interesse (tra le progressive 6000 e 13000 m del modello), nell'intorno dell'infrastruttura portuale.

Anche in questo caso, come per la simulazione di taratura, il trasporto solido risulta globalmente diretto verso Sud-Est, ovvero da Montesilvano a Francavilla al Mare; l'inserimento delle barriere presenti lungo il litorale comporta tuttavia una locale inversione del verso del trasporto nel litorale sopraflutto all'infrastruttura portuale. A ridosso del porto si ottengono valori del trasporto (diretto verso Sud-Est) di circa 15'000 m<sup>3</sup>/anno, in buon accordo con i quantitativi di materiale dragato dalla spiaggia della Madonna; mentre il litorale a Sud del porto è caratterizzato da valori del trasporto compresi tra 10'000 e 25'000 m<sup>3</sup>/anno. ...omissis...



Nella zona in esame e nello stato attuale (senza opere di PRP) il trasporto solido a 5 anni è nullo!

### **Pagg. 118-119**

...omissis... I risultati delle simulazioni in termini di trasporto solido, ottenuti per mezzo del codice di calcolo CMS-FLOW applicato all'area di interesse in configurazione attuale, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine successive (da Figura 4.36 a Figura 4.41).

I risultati sono riportati per ciascuno dei due diversi diametri ipotizzati; per ciascuna simulazione sono rappresentati puntualmente, in termini di gradazioni cromatiche, l'andamento del trasporto e la quantità dei sedimenti mobilitati (concentrazione dei sedimenti messi in sospensione).

I risultati delle simulazioni, in termini di evoluzione dei fondali, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine successive (da Figura 4.42 a Figura 4.47). L'evoluzione del fondale fornisce la tendenza della dinamica sedimentaria (erosione/deposizione); i risultati sono riportati con scala cromatica che varia dal valore di massima erosione (-0.3 m) al valore di massima deposizione (+0.3 m). Al fine di facilitare la lettura dei risultati è stata utilizzata una scala cromatica differente per i risultati ottenuti con la granulometria più fine (più mobile, con valori di variazione compresi tra +0.6 e -0.6 m).

Si sottolinea che, come premesso, in relazione alla natura qualitativa dello studio, i risultati non sono da considerarsi rigorosamente quantitativi, ma forniscono comunque una stima dei volumi di sedimento movimentati e dell'evoluzione del fondale nell'arco delle 24 ore, a partire dalla batimetria iniziale fornita come input.

La mareggiata di Tramontana da 1 g/anno sviluppa una consistente dinamica sedimentaria delle sabbie medio-fini della spiaggia attiva, prevalentemente nella zona immediatamente al largo delle opere di difesa del litorale e comunque ben più vicino alla riva rispetto alla posizione dell'antemurale. È comunque ben visibile anche la dinamica all'interno delle barriere frangiflutti, con evidente tendenza allo sviluppo di tomboli dietro alle singole barriere. I sedimenti più fini si mobilitano anche a distanza dalla riva, quanto meno fino alla posizione dell'antemurale.

Nello specchio acqueo protetto dall'antemurale, nonostante la presenza di una significativa circolazione, la dinamica sedimentaria si riduce moltissimo; manca infatti l'azione del moto ondoso per la risospensione dei sedimenti, che non vengono mobilitati dalla sola corrente. Questo specchio acqueo diventa così una zona di forte deposizione, peraltro chiaramente evidenziata dal confronto tra rilievi successivi del fondale (cfr. par. 1.3). La zona di deposizione, che si sviluppa dalla spiaggia della Madonnina fino ai trabucchi e oltre l'armatura di foce, viene alimentata prevalentemente da Nord-Ovest, mentre il materiale proveniente da Sud (come conseguenza della locale inversione della corrente litoranea a Sud del porto) tende a sedimentare in prossimità dell'imboccatura del porto turistico.

La dinamica sedimentaria di fronte all'armatura di foce del Pescara è molto scarsa: si presume quindi che il materiale apportato dal fiume non sia in grado di essere mobilizzato, ma sedimenti pressoché interamente nell'area di espansione del flusso fluviale. Come già accennato al Capitolo 3 in tale sedimentazione è più che probabile un importante contributo dovuto alla flocculazione delle argille che vengono a contatto con l'acqua di mare ([22]).

La dinamica sviluppata dalla mareggiata di Levante da 1 g/anno è piuttosto ridotta per i sedimenti più grossolani, non interessando la specchio acqueo protetto retrostante l'antemurale, né il litorale a Nord-

*Ovest del porto più prossimi a quest'ultimo; da rilevare invece, soprattutto con le granulometrie più fini (ma non solo), la tendenza all'interrimento dei fondali prossimi all'imboccatura del porto turistico.*

*La dinamica sviluppata dalle mareggiate meno intense (5gg/anno) è notevolmente inferiore; per la mareggiata di Tramontana il comportamento è simile a quello della mareggiata da 1 g/anno, ma le concentrazioni e le tendenze evolutive sono assai minori e le aree interessate limitate a fondali più bassi. Nel caso del Levante, si evidenziano solo dinamiche limitate in basso fondale, peraltro di scarsa rilevanza per l'evoluzione complessiva dell'area e la problematica dell'interrimento delle aree portuali.*

*Tutte le simulazioni evidenziano la tendenza alla demolizione del dosso presente immediatamente a Nord-Ovest del canale dragato di fronte all'armatura di foce (cfr. batimetria 2013, Figura 1.11), con conseguente interrimento del canale stesso. Così come oggi si evidenzia una mobilità dei sedimenti sul basso fondale del dosso, è presumibile attendersi che la riduzione delle profondità nelle aree oggi caratterizzate dalla forte deposizione possa rapidamente portare ad un incremento della mobilità dei sedimenti su aree più estese, peggiorando ulteriormente la navigabilità della foce e l'operatività del porto commerciale.*

*In conclusione, si può affermare che la presenza dell'antemurale determina dinamiche e tendenze evolutive simili a quelle di una barriera frangiflutti, anche se la distanza dalla riva è notevole e la presenza di altre opere (armatura di foce, porto commerciale e turistico) tutt'altro che trascurabile. Lo specchio acqueo protetto dall'antemurale si comporta come una zona di cattura dei sedimenti, in netta prevalenza di quelli provenienti da Nord-Ovest. Le opere di difesa del litorale sono altamente efficienti, ciò nonostante le mareggiate più intense sono in grado di movimentare i sedimenti anche al largo di queste, alimentando, soprattutto con le frazioni più fini, l'interrimento dello specchio acqueo a Nord dell'armatura di foce (zona della Madonnina e dei trabucchi) e di fronte a quest'ultima. Nonostante le mareggiate di Tramontana possano sviluppare forti correnti a tergo dell'antemurale, la capacità di trasporto dei sedimenti, anche fini, è trascurabile; è possibile affermare inoltre che l'eventuale apporto solido fluviale non possa che sedimentare immediatamente di fronte alla foce. ...omissis...*

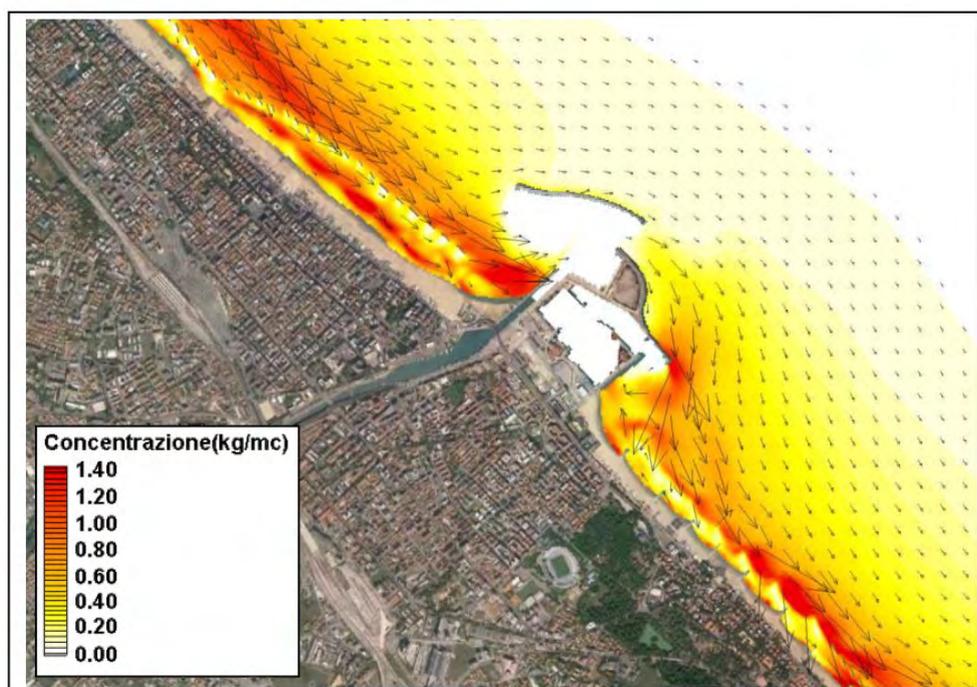


Figura 4.37 – TEST 1A (Tramontana) frequenza 1 g/anno – Trasporto solido con  $D_{50}$  pari a 0.05 mm

Nel grafico è evidente l'area completamente bianca della zona portuale.

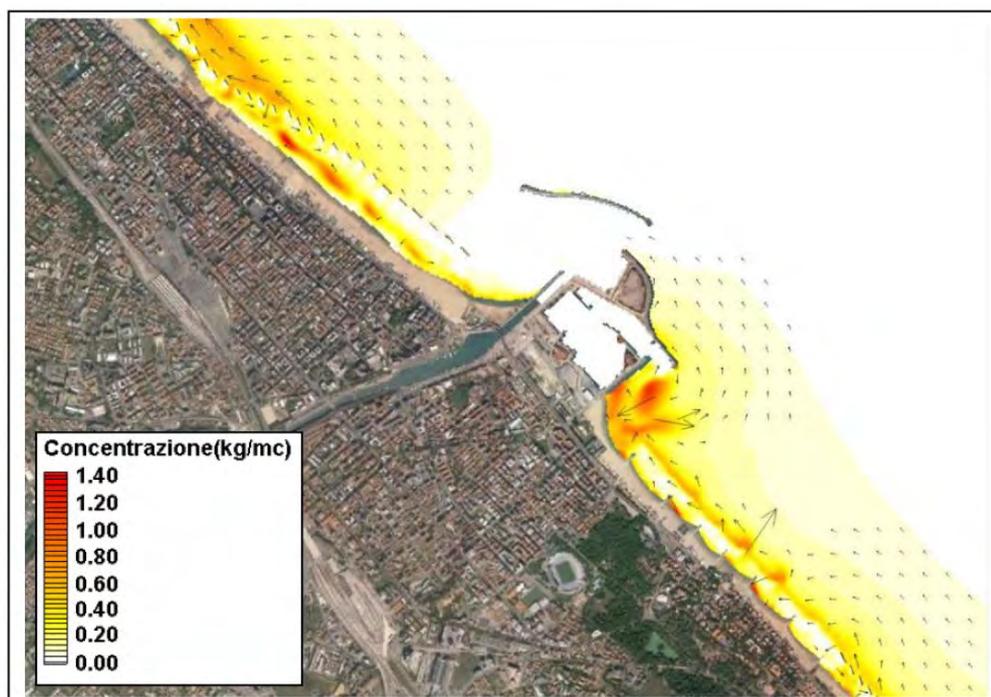


Figura 4.39 – TEST 2A (Levante) frequenza 1 g/anno – Trasporto solido con  $D_{50}$  pari a 0.05 mm



Figura 4.41 – TEST 4 (Levante) frequenza 5 gg/anno – Trasporto solido con  $D_{50}$  pari a 0.25 mm

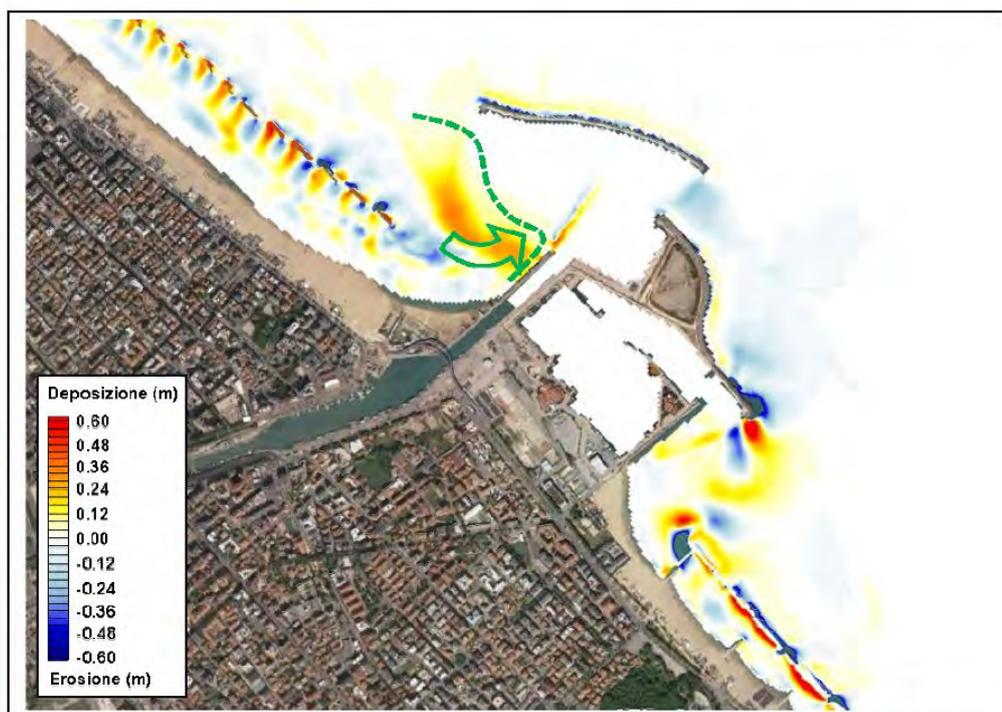


Figura 4.43 – TEST 1A (Tramontana) frequenza 1 g/anno – Evoluzione dei fondali con  $D_{50}$  pari a 0.05 mm



Figura 4.44 – TEST 2 (Levante) frequenza 1 g/anno – Evoluzione dei fondali con  $D_{50}$  pari a 0.25 mm



Figura 4.45 – TEST 2A (Levante) frequenza 1 g/anno – Evoluzione dei fondali con  $D_{50}$  pari a 0,05 mm

## Pag. 126

...omissis... I risultati ottenuti hanno mostrato che i sedimenti litoranei tendono a depositarsi prevalentemente nella zona di fronte alla spiaggia della Madonnina e nella zona a ridosso (e di fronte) dell'armatura di foce del Pescara. Tale tendenza è confermata dai numerosi dragaggi eseguiti nel passato nella zona di fronte alla spiaggia e dalle tendenze evolutive delle batimetrie evidenziate dai rilievi eseguiti dal 2008 ad oggi.

Le simulazioni, pur non avendo beneficiato di specifica taratura, hanno consentito di fornire una stima indicativa dei volumi di sedimento movimentati dalla singola mareggiata nell'arco delle 24 ore. I risultati (nello specifico quelli per la mareggiata di Tramontana, Figura 4.48 e Figura 4.49) mostrano una vasta area di deposizione dei sedimenti compresa tra la spiaggia, l'armatura di foce e l'antemurale, più o meno estesa e sviluppata, in termini di spessore della coltre di deposizione, in relazione al diametro dei sedimenti considerato. Nella successiva tabella si riportano i risultati ottenuti in termini di area di deposito e di volumi depositati dalla singola mareggiata. ...omissis...

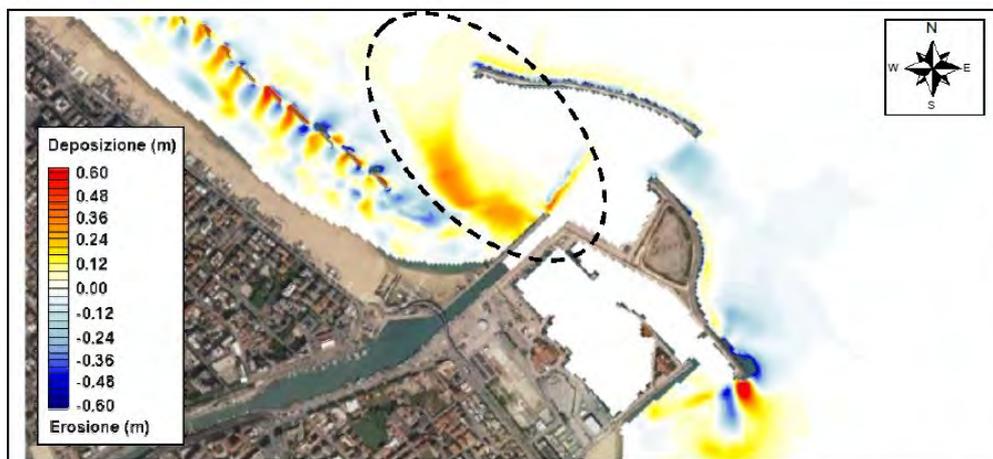


Figura 4.49 – Aree di deposizione del sedimento con  $D_{50}$  pari a 0,05 m, comprese tra la spiaggia e la diga foranea

**Pag. 127**

Tabella 4-10- Volumi di materiale sedimentato per la singola mareggiata

TEST	Mareggiata	Frequenza	D <sub>50</sub> (mm)	CARATTERISTICHE MAREGGIATA (PUNTO P)			Deposizione in 24 ore	
				H <sub>s</sub> (m)	T <sub>p</sub> (s)	Dir (°N)	Area (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
1	Tramontana	1 g/anno	0.25	2.73	8.1	5	70'000	3'000
1A	Tramontana	1 g/anno	0.05	2.73	8.1	5	124'000	14'000

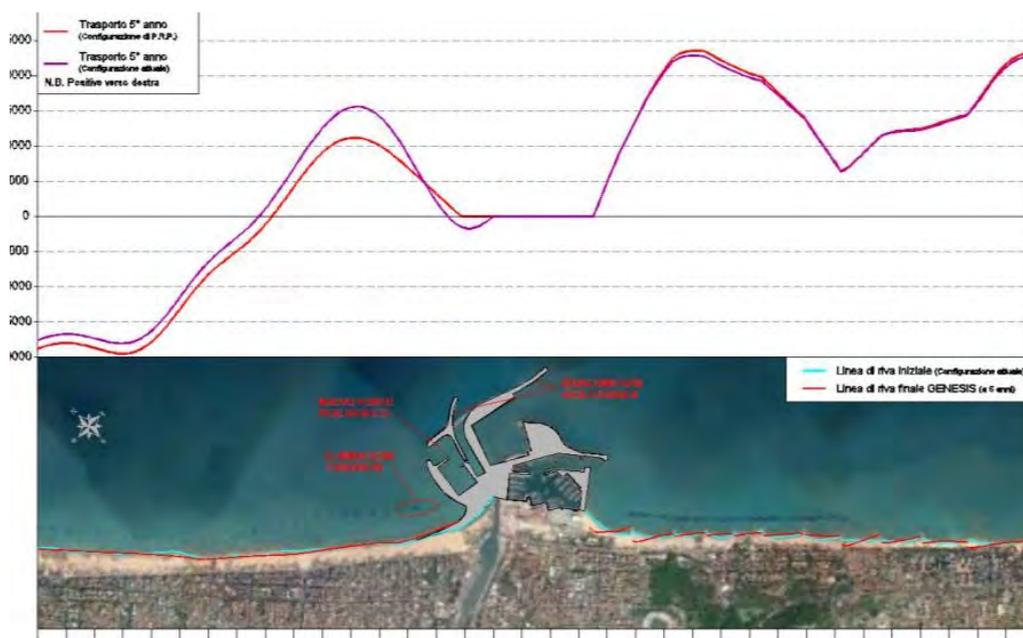
**Pag. 142**

...omissis... Nel presente paragrafo sono riportati i risultati della simulazione di evoluzione morfologica a 5 anni in configurazione di P.R.P., condotta con il codice di calcolo GENESIS.

I risultati sono rappresentati sia in termini di trasporto solido che di evoluzione della linea di riva (Figura 4.70), con riferimento ad un dettaglio della griglia di calcolo centrato nell'intorno delle opere portuali (tra le progressive 6000 e 13000 m). Per facilitare il confronto tra i risultati delle simulazioni di evoluzione morfologica, nella Figura 4.70 è stato rappresentato anche il trasporto solido longitudinale relativo alla simulazione di evoluzione in configurazione attuale (cfr. precedente paragrafo 4.3.5.B).

Il trasporto solido risulta globalmente diretto verso Sud-Est, ovvero da Montesilvano verso Francavilla al Mare; anche in questo caso, come per la simulazione dell'evoluzione in configurazione attuale, l'inserimento delle barriere presenti lungo il litorale comporta un'inversione del verso del trasporto nel litorale sopraflutto all'infrastruttura portuale.

Le modifiche introdotte all'infrastruttura portuale determinano una riduzione del trasporto a Nord-Ovest del porto (si passa da 15 000 a 10 000 m<sup>3</sup>/anno, con una riduzione pari a circa il 30%), mentre a Sud-Est la situazione rimane sostanzialmente invariata (variazione del picco del trasporto inferiore al 3%). ...omissis...



## Pag. 174 - 175

...omissis... Analisi dell'evoluzione storica dei volumi di trasporto litoraneo

La questione della quantificazione del trasporto solido litoraneo è ancora in parte da dirimere, in quanto la superficie coperta dai rilievi disponibili non è mai totale e non consente quindi un bilancio complessivo. Va anche evidenziato che, allo stato attuale, non è possibile distinguere gli apporti solidi fluviali da quelli litoranei.

Appare comunque più che ragionevole affermare che i dragaggi effettuati presso la spiaggia della Madonna, essendo quasi certamente (sulla base delle modellazioni condotte nell'ambito del presente studio e delle evidenze geomorfologiche contenute nei rilievi disponibili) costituiti da sedimenti di origine litoranea, rappresentano un limite inferiore del valore medio del trasporto solido proveniente da Nord-Ovest. Si tratta in ogni caso di sabbie, più o meno fini, destinate al ripascimento degli arenili, prelevate nella misura media di circa 15 000 m<sup>3</sup>/anno.

Il trasporto stimato da MODIMAR in precedenti studi si attesta sui 20 000 m<sup>3</sup>/anno, mentre quello stimato nel presente studio con il modello bidimensionale (considerando le sole sabbie) è di poco superiore (23 000 m<sup>3</sup>/anno); questi valori sono sempre riferiti alla portata solida che si deposita nella zona della Madonna. È evidente che, nei significativi interrimenti rilevati nello specchio acqueo compreso tra la costa e la diga, pesa considerevolmente anche la capacità della diga di "catturare" anche sedimenti fini mobili nell'area, ma non propriamente appartenenti alla dinamica delle sabbie litoranee e provenienti anche dal fiume.

Il meccanismo di deposizione, oltre che al trasporto fluviale e litoraneo, è certamente legato anche alla flocculazione dei sedimenti colloidali al contatto con l'acqua salata, di difficile, se non impossibile, descrizione e quantificazione.

Analisi della dinamica litoranea e di foce

L'area di interesse è caratterizzata da due differenti dinamiche, che si instaurano come effetto delle condizioni meteomarine tipiche dei due principali settori di traversia, Tramontana e Levante. Le mareggiate di Tramontana sono responsabili della deriva dei sedimenti verso Sud, quelle di Levante verso Nord; l'effetto della Tramontana è nettamente prevalente rispetto a quello del Levante, caratterizzato da altezze significative più basse e da un'incidenza sulla costa meno obliqua. Gli effetti delle opere portuali sulla dinamica litoranea sono sostanziali, sia in configurazione attuale che di P.R.P., e tali da determinare locali inversioni delle correnti e del trasporto solido nell'intorno delle opere stesse: i sedimenti tendono ad essere attratti nella "zona d'ombra" della diga foranea sia con mareggiate di Tramontana che di Levante. I sedimenti provenienti da Sud vanno ad interrere l'imboccatura del porto turistico, mentre quelli provenienti da Nord tendono a formare il grande deposito osservato a tergo della diga foranea, responsabile dell'interrimento del porto commerciale, delle rotte di ingresso e della foce fluviale.

La dinamica dei sedimenti, fatta eccezione per quelli più fini (e anche in questo caso in minima parte), si annulla a tergo della diga foranea, nonostante non si annulli completamente la corrente litoranea; come conseguenza la zona compresa tra il porto commerciale, la foce e la diga foranea rappresenta una efficientissima trappola per tutti i sedimenti mobili nei fondali antistanti il litorale pescarese. Medesima sorte tocca ai sedimenti fluviali, che, anche in caso concomitanza delle piene con mareggiate intense, non riescono ad uscire dai varchi ai lati della diga e precipitano nella zona protetta, dove non vengono più risospesi.

La configurazione di P.R.P. offre una soluzione alle problematiche attualmente esistenti, peraltro prefigurata nello studio APAT del 2005, estromettendo le aree portuali dal fiume e portando quest'ultimo a

*sfociare nel mare al largo della diga foranea. La configurazione proposta seziona definitivamente gli ambiti litoranei, costituendo un ostacolo insormontabile sia al trasporto solido che alla corrente litoranea. I sedimenti provenienti dal litorale a Nord vanno a depositarsi nella sacca della Madonnina, senza mescolarsi con gli apporti solidi fluviali, che precipitano nelle acque relativamente (e inizialmente) profonde antistanti la nuova foce, mentre i sedimenti provenienti da Sud continueranno ad interrare l'imboccatura del porto turistico, senza che le nuove opere ne alterino in alcun modo la dinamica. ...omissis...*

### 3.3. Il problema del porto di Pescara: ipotesi di soluzione (Francesco Lalli, Stefano Corsini, Franco Guiducci, Iolanda Lisi - ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale Giugno 2009)

---

#### Pag. 117

...omissis... Nella configurazione attuale il deflusso del fiume Pescara è fortemente condizionato dalle opere presenti immediatamente a ridosso della foce. Le prove sperimentali hanno evidenziato che, tra gli interventi proposti, quelli che mantengono l'apertura del porto sul lato nord sono in grado di limitare il deflusso di acque fluviali (e di quanto ad esse associato) lungo la costa settentrionale, **ma non di eliminato completamente**. Ad esempio, le soluzioni analizzate che prevedono la realizzazione di **aperture**, anche ampie, **nella diga foranea**, non garantiscono una soluzione soddisfacente del problema della qualità delle acque. Inoltre, la realizzazione di aperture nella diga foranea richiede opere permeabili finalizzate a contrastare la penetrazione del moto ondoso nel porto; l'efficienza (dal punto di vista del drenaggio delle acque fluviali) di aperture così "attrezzate" richiede, quindi, ulteriori verifiche.

Alla luce di quanto osservato, **solo la chiusura del varco a nord**, tra la diga foranea e la foce, è in grado di eliminare in maniera completa e definitiva il fenomeno della propagazione delle acque dolci lungo il litorale.

A tal proposito, la barriera galleggiante tra il molo nord del porto canale e la diga foranea ha mostrato la sua efficienza, ma è evidente che tale tipo di intervento non può che essere limitato alla stagione estiva.

Come possibile soluzione definitiva è stata proposta la configurazione descritta in Figura 9, con la quale si propone di risolvere le problematiche ambientali deviando il fiume Pescara al di fuori dell'area portuale. A tale scopo è prevista la realizzazione di un pennello di contenimento a nord dell'opera di collegamento tra la diga foranea e la riva, l'apertura della connessione tra i due pennelli e il fiume Pescara, il riempimento dell'attuale porto canale e la possibile realizzazione di una darsena per la pesca a nord del nuovo pennello. I benefici indotti da questa soluzione sono molteplici. In primo luogo, il deflusso del fiume Pescara avviene in condizioni analoghe a quelle che si avevano in assenza della diga foranea eliminando quindi i problemi di qualità delle acque lungo il litorale settentrionale legati all'interazione tra il deflusso delle acque dolci e l'opera foranea. ...omissis...

### 3.4. Valutazione Ambientale Strategica – Rapporto Ambientale (PRP – Med Ingegneria – Gennaio 2012)

#### CONFIGURAZIONE ATTUALE

##### Pag. 159

...omissis... **VENTO DI LEVANTE (90°N)** (Figura 103): dopo 12 ore l'inquinante arriva fino alla scogliera antemurale con una concentrazione massima pari al 50%, e aumenta al 60% dopo 24 ore. Il flusso è indirizzato verso Nord, ragione per cui il porto turistico non è interessato dall'inquinante. Facendo riferimento alla costa Nord-Ovest dopo 12 ore in corrispondenza della prima scogliera c'è una concentrazione di inquinante pari al 60% che si riduce gradualmente fino ad annullarsi ad una distanza, a Nord di questa scogliera, di circa 2'300 m. Dopo 24 ore in corrispondenza della prima scogliera la concentrazione è del 70% e diminuisce gradualmente; in corrispondenza del pennello la concentrazione è del 30%, per poi ridursi al 20%, lungo tutto il tratto costiero Nord-Ovest compreso nel dominio di calcolo. ...omissis...

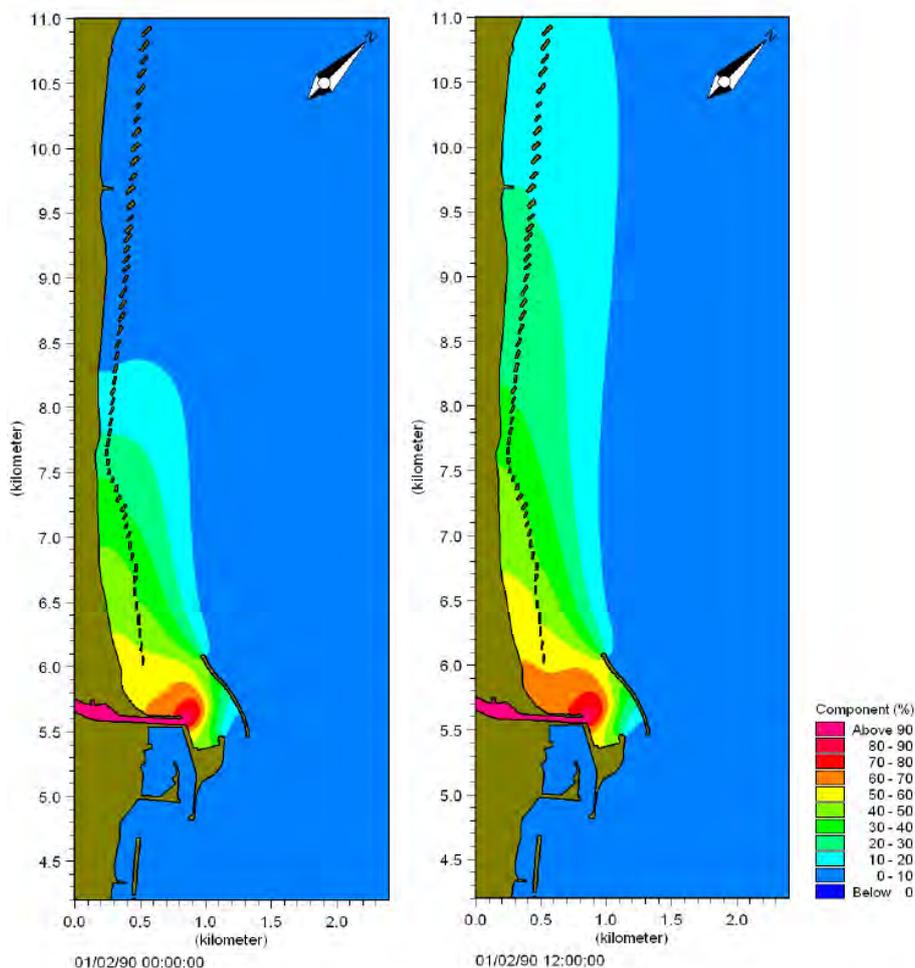


Figura 103 – Vento di Levante (90°N): dopo 12 ore (a sn) e dopo 24 ore (a dx) di simulazione

**Pag. 163**

...omissis... **VENTO DI MAESTRALE (315°N)** (Figura 107): l'inquinante arriva fino alla scogliera antemurale con una concentrazione massima pari al 40% e condizioni pressoché invariate dopo 12 e 24 ore. Dopo 12 ore, il porto turistico non è interessato dall'inquinante che raggiunge l'entrata di detto porto dopo 24 ore, con una concentrazione del 20%. Facendo riferimento alla costa Sud-Est dopo 12 ore una concentrazione di inquinante pari al 30% arriva fino in corrispondenza del secondo pennello localizzato a Sud della foce del Fiume Pescara, senza però raggiungere la costa. Questo tratto costiero, fino all'ultimo pennello, è interessato da una concentrazione di inquinante del 20%. Dopo 24 ore una concentrazione del 30% si diffonde fino all'inizio del secondo sistema di scogliere, mentre tutto il tratto costiero a Sud della foce, facente parte del dominio di calcolo, è interessato da una percentuale di inquinante pari al 10%....omissis...

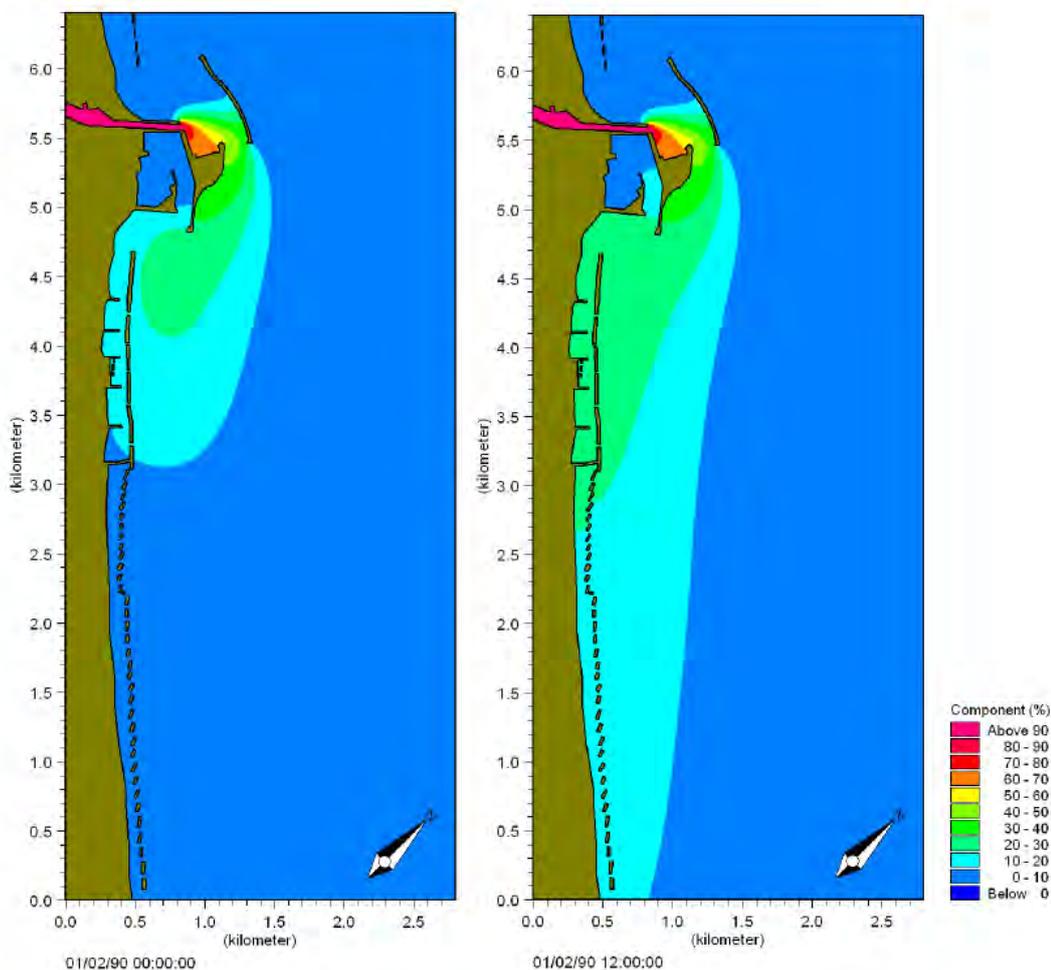


Figura 107 – Vento di Maestrale (315°N): dopo 12 ore (a sn) e dopo 24 ore (a dx) di simulazione

## CONFIGURAZIONE CON MOLO NORD E PENNELLO DI FOCE ESEGUITI

### Pag. 183

...omissis... **VENTO DI LEVANTE (90°N)** (Figura 125): dopo 12 ore nei tre porti (pescherecci, turistico e commerciale) non vi è presenza di inquinante; solo all'imboccatura del porto pescherecci vi è con concentrazione del 20%, e in questa percentuale, dopo 24 ore, l'inquinante è presente nell'intero bacino.

Sempre una concentrazione del 20% si ha, sia dopo 12 che 24 ore, in corrispondenza della testata del molo di sopraflutto del porto commerciale.

Dopo 12 ore, la costa Nord-Ovest è interessata dall'inquinante (concentrazione del 20%) per un tratto di costa di circa 1'100m a Nord del porto pescherecci, e tale tratto diventa di circa 3'700 m dopo 24 ore.

...omissis...

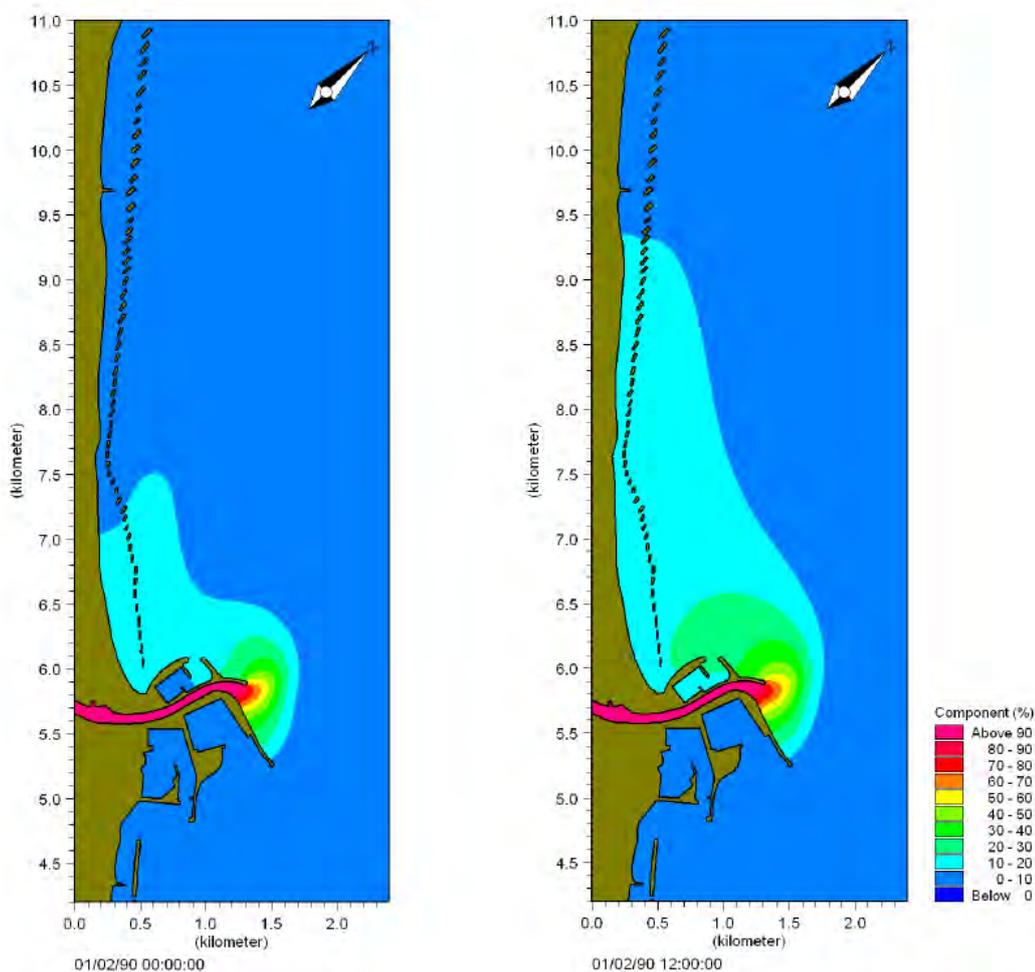


Figura 125 – Vento di Levante (90°N): dopo 12 ore (a sn) e dopo 24 ore (a dx) di simulazione

**Pag. 187**

...omissis... **VENTO DI MAESTRALE** (315°N) (Figura 129): dopo 12 ore nei tre porti (pescherecci, turistico e commerciale) non vi è presenza di inquinante; dopo 24 ore solo all'interno del porto commerciale si prevede una concentrazione di inquinante del 20%.

Facendo riferimento alla costa Sud-Est, dopo 12 ore l'inquinante non interessa la costa e una concentrazione di inquinante pari al 30% arriva fino in corrispondenza del molo di sopraflutto del porto commerciale. Dopo 24 ore, l'inquinante, con una concentrazione del 20%, si diffonde lungo la costa fino a circa 4'000 m a Sud del porto turistico. ...omissis...

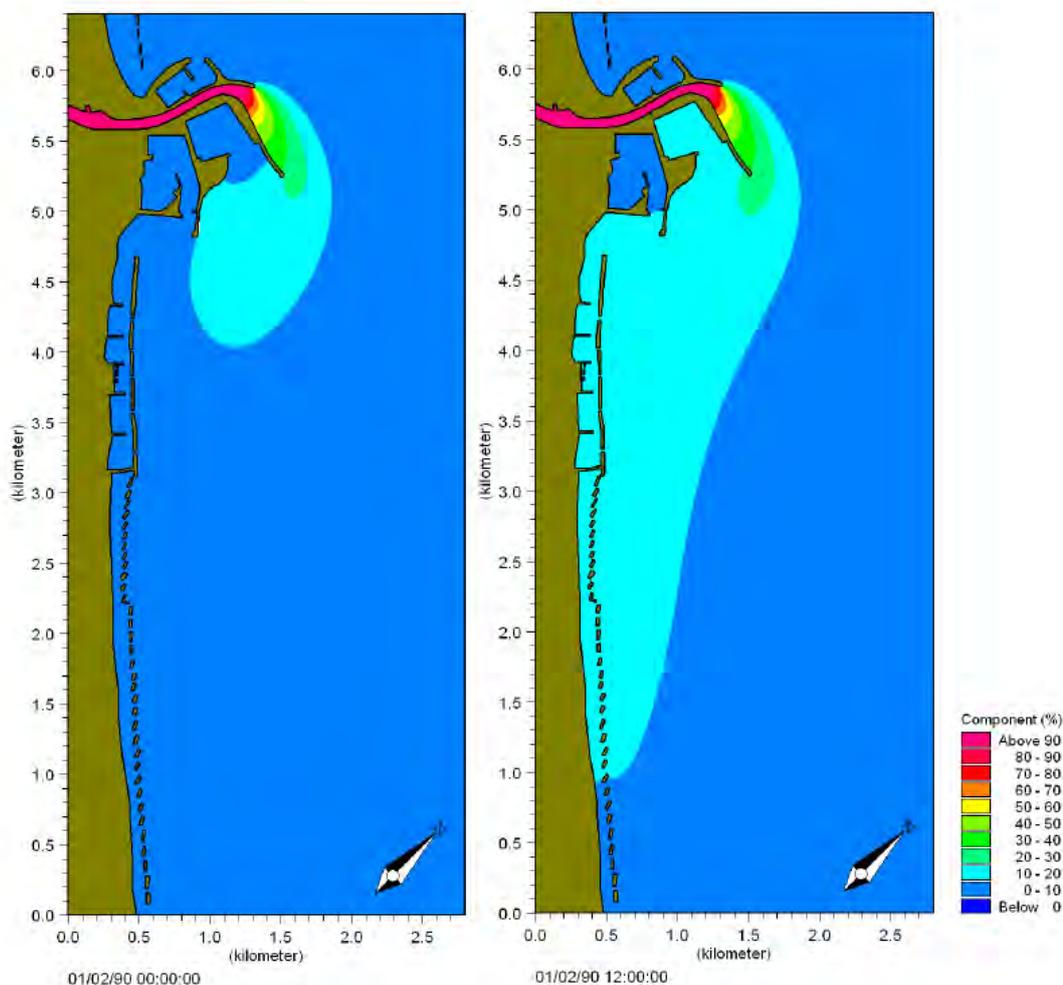


Figura 129 - Vento di Maestrale (315°N): dopo 12 ore (a sn) e dopo 24 ore (a dx) di simulazione

**Pag. 193**

...omissis... Considerazioni sui risultati dello studio sulla diffusione e dispersione delle acque del fiume Pescara.

*Le simulazioni svolte sulla diffusione e dispersione in mare delle acque del fiume Pescara mostrano chiaramente che la configurazione di progetto determina degli effetti positivi rispetto allo stato attuale della foce. Le analisi sul pennacchio fluviale confermano quanto precedentemente rilevato da APAT: il deflusso del fiume Pescara avviene in condizioni analoghe a quelle che si avevano in assenza della diga foranea; ed eliminano quindi i problemi di qualità delle acque lungo il litorale settentrionale legati all'interazione tra il deflusso delle acque dolci e l'opera foranea. ...omissis...*

### 3.5. MODELLAZIONE NUMERICA DELLE CORRENTI LITORANEE E DEL TRASPORTO SOLIDO (Proff. Gallerano e Cannata, Ingg. De Gaudenzi e Scarpone – Luglio 2015)

#### PAG 66 e ss.:

...omissis... Nelle condizioni caratterizzate dalla forzante di moto ondoso irregolare di altezza pari a 1.5m proveniente da 0° Nord, nella configurazione 1 (presenza della barriera sommersa), la simulazione numerica dei campi di velocità e di elevazione della superficie libera produce onde di altezza pari a circa 0.30m in corrispondenza dell'imboccatura del porto canale. Dai risultati della suddetta simulazione numerica si evince che, nelle condizioni caratterizzate dalla forzante di moto ondoso irregolare di altezza pari a 1.5m proveniente da 0° Nord e nella configurazione 1 (presenza della barriera sommersa), la diga foranea e la barriera sommersa assolvono alla funzione di proteggere la zona antistante l'imboccatura del porto canale dalla propagazione di onde provenienti da largo e dirette verso l'imboccatura del porto canale stesso.

In Figura 35 sono rappresentate le zone in cui vengono calcolati i volumi di materiale solido sedimentato ottenuti dalla simulazione numerica delle modifiche delle curve di livello (che rappresentano la distanza tra il livello medio marino ed il fondo) prodotte dalla forzante di moto ondoso irregolare di altezza pari a 1.5m proveniente da 0° Nord (a largo) e agente per circa 360ore/anno nella configurazione 1 (in presenza della barriera sommersa). I suddetti volumi di materiale solido sedimentato, calcolati dalla suddetta simulazione numerica, risultano essere: pari a circa 6000m<sup>3</sup>/anno nella zona A1, pari a circa 10000m<sup>3</sup>/anno nella zona B e pari a circa 15000m<sup>3</sup>/anno nella zona C (le zone A1, B e C sono mostrate in Figura 35). La sedimentazione di volumi di materiale solido nella zona C, calcolati dalla suddetta simulazione numerica, produce inoltre un non trascurabile avanzamento della linea di costa.

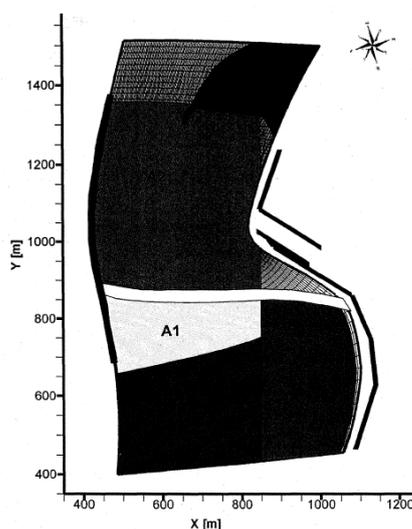


Figura 35 - Zone in cui vengono calcolati i volumi di materiale solido sedimentato nella configurazione 1 (presenza della barriera sommersa)

S.C.  
De G.  
Scarpone

ML  
Pagina 104 di 116

La barriera sommersa rappresenta, nelle simulazioni numeriche, un ostacolo al flusso di materiale solido trasportato dalle correnti litoranee provenienti da Nord-Ovest.

Tale materiale solido è quindi destinato a sedimentare nella regione delimitata a Est dalla barriera sommersa, a Nord dalla diga foranea ed a Sud dalla linea di costa (schematizzata dalle zone A1, B e C

mostrate nella Figura 35). In particolare, il materiale solido destinato a sedimentare nella regione schematizzata dalla zona C, della Figura 35, provoca un avanzamento della linea di costa.

Conseguentemente, nella regione corrispondente alla zona C mostrata nella Figura 35, al fine di mantenere inalterate le attuali quote del fondo e l'attuale posizione della linea di costa, si devono prevedere operazioni manutentive annuali di dragaggio per la rimozione di non meno di 15000m<sup>3</sup> all'anno di sedimenti. Inoltre, nella regione corrispondente alla zona A1 mostrata nella Figura 35, al fine di mantenere inalterate le attuali quote del fondo, si devono prevedere operazioni manutentive annuali di dragaggio per la rimozione di non meno di 6000m<sup>3</sup> all'anno di sedimenti. Infine, nella regione corrispondente alla zona B mostrata nella Figura 35, al fine di mantenere inalterate le attuali quote del fondo, si devono prevedere operazioni manutentive annuali di dragaggio per la rimozione di non meno di 10000m<sup>3</sup> all'anno di sedimenti. I sedimenti destinati alla sedimentazione nelle suddette zone, a differenza di quelli trasportati dal fiume Pescara, possono ritenersi, probabilmente, di buona qualità, poiché probabilmente non inquinati.

Si sottolinea che la presenza della barriera sommersa non è sufficiente ad impedire l'innalzamento delle quote del fondo davanti all'imboccatura del porto canale. Infatti, è da tenere in considerazione il fatto che i risultati delle simulazioni numeriche delle modifiche delle curve di livello (che rappresentano la distanza tra il livello medio marino ed il fondo) ed i volumi di materiale solido sedimentato, calcolati dalle suddette simulazioni numeriche, non tengono conto del materiale solido trasportato dalle correnti litoranee provenienti da Sud-Est e di quello proveniente dal fiume Pescara e sedimentabile nella zona dell'avamposto compresa tra l'imboccatura del porto canale, la diga foranea ed il molo di levante. Anche in presenza della barriera sommersa si deve prevedere un innalzamento delle quote del fondo nella zona a valle della barriera sommersa stessa (zona A2 nella Figura 35), imputabile al materiale solido trasportato dal fiume Pescara e dalle correnti litoranee provenienti da Sud-Est.

Come già detto, le valutazioni effettuate dal Prof. De Girolamo (nelle "Risposte ai quesiti espressi nel parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici protocollo n. 56/2014") concludono che i volumi di materiale solido provenienti dal fiume Pescara e destinati a sedimentare nella regione dell'avamposto compresa tra la barriera sommersa, la diga foranea e l'imboccatura del porto canale, non siano inferiori a 10000m<sup>3</sup>/anno. La cautela, anche in questo caso, come già detto, induce a ritenere che tali volumi di materiale solido portati dal fiume e destinati a sedimentare nella zona summenzionata non siano inferiori a 15000-20000m<sup>3</sup>/anno. I volumi di materiale solido trasportati dalle correnti litoranee provenienti da Sud-Est e destinati alla sedimentazione nella suddetta zona sono di più ridotta entità. Conseguentemente, nella suddetta regione dell'avamposto, ed anche in presenza della barriera sommersa, al fine di mantenere inalterate le condizioni di navigabilità, si devono prevedere operazioni manutentive annuali di dragaggio per la rimozione di non meno di 15000-20000m<sup>3</sup> all'anno di sedimenti probabilmente caratterizzati da scarsa qualità, poiché probabilmente inquinati, dovuti all'apporto solido da parte del fiume Pescara ed in quantità ridotta dal materiale solido trasportato dalle correnti litoranee provenienti da Sud-Est. ...omissis...

Pag.  
22

### **Pagg. 68-69**

...omissis... Nelle condizioni caratterizzate dalla forzante di moto ondosso irregolare di altezza 2.5m proveniente da 0°N, nella configurazione 2 (presenza della barriera sommersa e apertura della diga foranea), la simulazione numerica dei campi di velocità e di elevazione della superficie libera produce, in corrispondenza dell'imboccatura del porto canale, valori di altezza d'onda pari a circa 2m.

*Nella configurazione caratterizzata dall'apertura della diga foranea, nelle condizioni meteomarine caratterizzate da forzanti di moto ondoso irregolare di altezza 2.5m proveniente da 0°N, viene ridotta drasticamente la funzione della diga stessa di impedire la propagazione delle onde, provenienti da largo, nella zona dell'avamposto e all'imboccatura del porto canale e di garantire condizioni di navigabilità all'interno del porto canale stesso.*

*La simulazione numerica dei campi di velocità e di elevazione della superficie libera (prodotta dalla forzante di moto ondoso irregolare di altezza pari a 2.5m proveniente da 0°Nord, nella configurazione caratterizzata dall'apertura della diga foranea e dalla presenza della barriera sommersa) produce, in corrispondenza dell'imboccatura del porto canale, valori di altezza d'onda pari a circa 2m e valori della velocità istantanea pari a circa 1.65m/s. Onde di tale entità, una volta entrate nel porto canale, possono ulteriormente amplificarsi di almeno un 30% per effetto delle riflessioni contro le pareti verticali impermeabili del canale stesso. In tali condizioni possono prodursi, all'interno del porto canale, onde con altezze pari a circa 2.6m.*

*In sintesi, la parziale apertura della diga foranea ha come effetto la realizzazione di condizioni di moto ondoso e di velocità istantanee all'imboccatura del porto canale che rendono notevolmente difficoltosa la navigazione, che può diventare proibitiva per non meno di 80 ore l'anno.*

*Nelle condizioni caratterizzate dalla forzante di moto ondoso irregolare di altezza 2.0m proveniente da 80°N, nella configurazione 3 (barriera sommersa, apertura della diga foranea e barriera posta a protezione dell'apertura della diga foranea), la simulazione numerica dei campi di velocità e di elevazione della superficie libera produce in prossimità dell'imboccatura del porto canale valori di altezza d'onda pari a circa 1.7m.*

*Nella configurazione caratterizzata dall'apertura della diga foranea e dalla presenza della barriera posta a protezione dell'apertura della diga, nelle condizioni meteomarine caratterizzate da una forzante di moto ondoso di altezza 2.0m proveniente da 80°N, viene ridotta drasticamente la capacità della diga foranea di abbattere l'altezza d'onda nella zona dell'avamposto e all'imboccatura del porto canale e di garantire condizioni di navigabilità all'interno del porto canale stesso.*

*La simulazione numerica dei campi di velocità e di elevazione della superficie libera (prodotta dalla forzante di moto ondoso irregolare di altezza pari a 2.0m proveniente da 80°Nord, nella configurazione caratterizzata dall'apertura della diga foranea, dalla presenza della barriera posta a protezione dell'apertura della diga foranea e dalla presenza della barriera sommersa) produce, in corrispondenza dell'imboccatura del porto canale, valori di altezza d'onda pari a circa 1.7m e valori della velocità istantanea pari a circa 0.65m/s. Onde di tale entità, una volta entrate nel porto canale, possono ulteriormente amplificarsi di almeno un 30% per effetto delle riflessioni contro le pareti verticali impermeabili del canale stesso. In tali condizioni possono prodursi, all'interno del porto canale, onde con altezze pari a circa 2.2m. In sintesi, la parziale apertura della diga foranea, anche in presenza della barriera posta a protezione della apertura stessa (configurazione 3), ha come effetto la realizzazione di condizioni di moto ondoso e di velocità istantanee all'imboccatura del porto canale che rendono notevolmente difficoltosa la navigazione, che può diventare proibitiva per non meno di 175ore l'anno ...omissis...*

## 4. Conclusioni

---

Quanto sopra esposto, e quanto precisato nella nota del Prof. De Girolamo allegata alla presente integrazione, ci consente di riassumere i risultati degli studi in precedenza richiamati anche nel modo seguente:

Sul tema del trasporto solido litoraneo, gli studi morfodinamici elaborati dal Prof. De Girolamo nel 2008 e dalla Società Beta Studio nel 2016 convergono nell'affermare che la situazione attuale, prim'ancora della realizzazione delle opere Masterplan, è quella di un fronte di costa che è già "disconnesso" a seguito della presenza del porto, delle armature di foce fluviale e della diga antemurale, cui si è oggi aggiunta anche la barriera sommersa realizzata dal Provveditorato.

L'esistenza di una pur minima circolazione idrodinamica non determina comunque trasporto solido significativo nell'area d'interesse.

L'effetto schermo operato dalle nuove opere modifica solo in modo marginale la situazione attuale.

Per indicazioni sui volumi si richiamano, oltre i citati studi, anche quello operato dai Proff. Gallerano e Cannata che quantificano, in via cautelativa, un persistente accumulo nell'area antistante l'attuale foce di circa 15 – 20.000 mc di sedimenti derivanti sia dal trasporto solido in direzione Nord che dal trasporto fluviale, che nulla hanno a che vedere con le opere Masterplan.

Dello stesso ordine di grandezza è stato valutato l'accumulo di sedimenti a Nord, appena prima della scogliera in progetto.

Sul tema del miglioramento ambientale, i citati studi evidenziano che i sedimenti intercettati a Nord della scogliera di progetto sono ipotizzati come di buona qualità, riutilizzabili a fini di ripascimento e sono tali grazie al fatto che essi non si mischiano con i limi fluviali inquinati così come invece avviene ancora oggi.

Rispetto al plume fluviale, i medesimi studi, anche grazie ad elaborazioni grafiche di confronto tra la situazione attuale e la situazione che prevede la presenza di un argine Nord e di una apertura della diga foranea con relativo pennello di foce, evidenziano senza ombra di dubbio alcuno il miglioramento della qualità delle acque rispetto alla situazione attuale e confermano, inoltre, la necessità di avere una barriera emersa.

Sul tema della sicurezza della navigazione si conferma quanto detto nella relazione di progetto ribadendo che il presente completamento si rende necessario anche per il miglioramento delle condizioni di navigabilità nel bacino portuale.

Pag.  
24

I Progettisti

**Dott. Ing. Giuseppe Nicola Bernabeo**

**Dott. Ing Tommaso Impicciatore**

## 5. Allegato sub.1

---

**Prof. Ing. PAOLO DE GIROLAMO**

Codice fiscale DGRPLA59L01H5011  
Partita IVA 06532791008

00136 Roma – Via Lucio Afranio, 4  
tel. 3292987254

Roma, 9 Maggio, 2019

Spett.le  
ARAP – Azienda Regionale Attività Produttive  
c.a. Ing. Nicola Bernabeo  
Ing. Tommaso Impicciatore  
[nicola.bernabeo@arapabruzzo.it](mailto:nicola.bernabeo@arapabruzzo.it)  
[tommaso.impicciatore@arapabruzzo.it](mailto:tommaso.impicciatore@arapabruzzo.it)

**Oggetto:** Intervento Masterplan Abruzzo “Deviazione del porto canale di Pescara”. Completamento opere di protezione - pennello di foce e scogliera di radicamento. Progetto di fattibilità tecnico economica. Risposta alle osservazioni del Comitato CCR-VIA.

Facendo seguito alle Vostre richieste con riferimento al progetto in oggetto, la presente nota ha i seguenti obiettivi:

- a) rispondere alle dichiarazioni rese dall’ARTA nell’ambito del Comitato CCR-VIA;
- b) analizzare il problema della penetrazione del moto ondoso nella zona posta a tergo della diga foranea in relazione agli interventi previsti.

### **1. Risposta alle dichiarazioni rese dall’ARTA**

#### ***Dichiarazioni rese dall’ARTA:***

*“gli elementi valutati non consentono di escludere il rischio che le opere possano determinare un aumento della sedimentazione a nord-ovest ed un aumento del fenomeno erosivo a sud-est e, quindi, di inquadrare pienamente l’opera come opera di difesa della costa”.*

#### ***Risposta***

L’argomento sollevato dall’ARTA è stato oggetto dei seguenti studi:

- 1) PRP 2008 – Studio di impatto ambientale;
- 2) PRP 2008 – Studio morfologico;
- 3) Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del PRP 2008 di Pescara (Beta Studio 2016);
- 4) Modellazione numerica di campi di velocità e di elevazione della superficie libera nel tratto di mare prospiciente il porto di Pescara (Convenzione “La Sapienza” responsabile Prof. F. Gallerano – Provveditorato Interr. Per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna - luglio 2015).

Gli studi 1) e 2) sono stati redatti nell’ambito della redazione del PRP 2008.

Gli studi 3) e 4) sono stati redatti: il primo nell’ambito della fase approvativa del PRP 2008 (su richiesta del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ad opera del Comune di Pescara); il secondo per la redazione del progetto relativo alla realizzazione della barriera sommersa in anticipazione delle opere del PRP 2008 attuate recentemente da parte del Provveditorato Interregionale per il Lazio, l’Abruzzo e la Sardegna.

Pag.  
25

Tutti gli studi eseguiti concordano nell'affermare che nello stato attuale la diga foranea e le altre opere portuali bloccano completamente il trasporto solido litoraneo longitudinale diretto sia da Nord-Ovest verso Sud-Est (trasporto prevalente) sia quello diretto da Sud-Est verso Nord-Ovest (trasporto secondario).

Il trasporto longitudinale diretto da Nord-Ovest verso Sud-Est sedimenta a tergo della diga foranea, mentre quello diretto da Sud-Est verso Nord-Ovest sedimenta in prossimità dell'imboccatura del porto turistico.

Sostanzialmente quindi nello stato attuale la diga foranea insieme alle altre opere marittime finora realizzate "disconnettono" ovvero "separano" dal punto di vista del trasporto solido litoraneo i due litorali posti a Nord-Ovest e a Sud-Est del porto.

Pertanto si ritiene che la preoccupazione sollevata dall'ARTA non trovi alcun riscontro nelle analisi finora eseguite.

Si evidenzia inoltre che questa conclusione è stata tratta da tre soggetti diversi (il sottoscritto, la Società Beta Studio e il Prof. Ing. Francesco Gallerano) che nel tempo sono stati chiamati ad analizzare in modo indipendente la problematica in questione.

Invece sulla base dei risultati degli studi sopra richiamati si può affermare che le opere previste dell'intervento in oggetto svolgeranno un ruolo estremamente positivo dal punto di vista ambientale in relazione alla difesa della costa perché eviteranno che i sedimenti costieri provenienti da Nord-Ovest e diretti verso Sud-Est, ottimi per il loro possibile utilizzo a fini di ripascimento costiero, si miscelino con i limi inquinati di origine fluviale rendendo la miscela stessa non utilizzabile per il ripascimento delle spiagge.

Si precisa infine che la programmazione della Regione Abruzzo attualmente vigente sul tema della difesa della costa (sviluppata nell'ambito dello Studio di Fattibilità finanziato dal CIPE n.106/99 e denominato: "Gestione integrata dell'area costiera. Piano organico per il rischio delle aree vulnerabili. Fattibilità di interventi di difesa e di gestione della fascia litoranea su scala regionale") e approvata con la Delibera della Giunta Regionale DGR 964 del 31/11/2002, ha previsto circa sedici anni fa la realizzazione di un pennello di forma arcuata posto ad Ovest della foce fluviale con lo scopo di bloccare i sedimenti provenienti da Nord-Ovest prima che questi si potessero miscelare con i limi inquinati di origine fluviale.

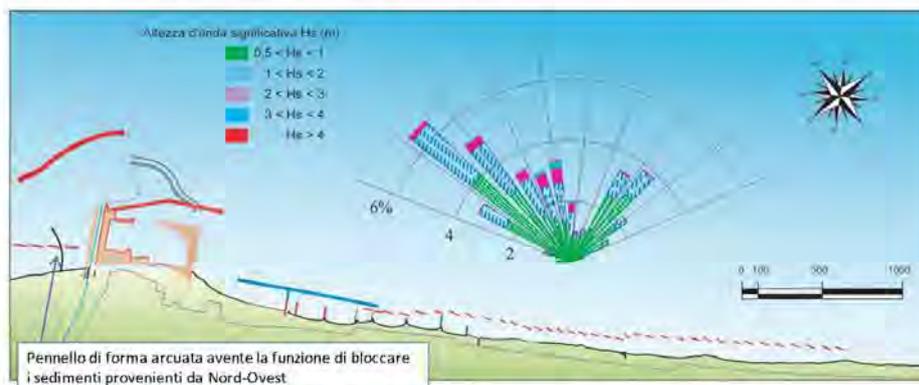


Figura 1 Litorale Montesilvano-Pescara Nord: pennello previsto dalla programmazione della Regione Abruzzo attualmente vigente sul tema della difesa della costa.

Nella Figura 1, tratta dal documento dal titolo "Analisi di rischio morfologico e socioeconomico della fascia costiera abruzzese: fattibilità degli interventi di riqualificazione morfologica a scala regionale (Progetto SICORA - Regione Abruzzo, Abruzzo cronache 2006)" dove sono stati riassunti gli interventi previsti dalla citata programmazione regionale, viene riportato lo schema di tale pennello.

Per completezza si allega in formato elettronico il documento sopra citato.

## **2. Penetrazione del moto ondoso nella zona posta a tergo della diga foranea**

Per quanto riguarda questo argomento si ritiene che lo studio già redatto dal sottoscritto per l'ARAP in relazione alla penetrazione del moto ondoso relativa alla configurazione completa delle opere previste per la deviazione del Fiume Pescara, possa essere allegato al presente progetto per le seguenti ragioni:

- 1) Il pennello aggettante in mare è uguale nelle due configurazioni e pertanto i risultati dello studio possono essere utilizzati, insieme allo studio meteomarino già eseguito dal sottoscritto, per il dimensionamento dello stesso pennello;
- 2) Per quanto riguarda la zona posta ad Ovest della barriera di collegamento tra la diga foranea e la costa, i risultati dello studio sono da considerarsi pienamente validi per il dimensionamento del lato Ovest della barriera in quanto non vi è una sostanziale differenza tra le due configurazioni;
- 3) Per il dimensionamento della zona posta ad Est della barriera i risultati dello studio devono essere considerati cautelativi per due motivi. Il primo riguarda il fatto che l'apertura della diga risulta inferiore rispetto a quanto previsto dallo studio di penetrazione del moto ondoso e pertanto ci si aspetta che nella configurazione di progetto la penetrazione del moto ondoso sia inferiore rispetto a quella analizzata. Il secondo invece è dovuto al fatto che i fondali presenti sul lato Est della barriera, non superiori ai due metri, risultano nettamente inferiori rispetto a quelli previsti dallo studio dove si è considerato il letto fluviale deviato, dragato alla profondità -6,0 m sul l.m.m.

Rimanendo a Vostra disposizione per eventuali ulteriori chiarimenti, si porgono

distinti saluti

Prof. Ing. Paolo De Girolamo





**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Soggetto attuatore

**ARAP**

AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

Il Gruppo di lavoro

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Titolo tavola

# RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA

Supporto alla progettazione:



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Arecheologa:

Dott.ssa Maria Di IORIO

FIRMA

*Maria Di Iorio*

Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilità\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Tavola

**MP.I-202**

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

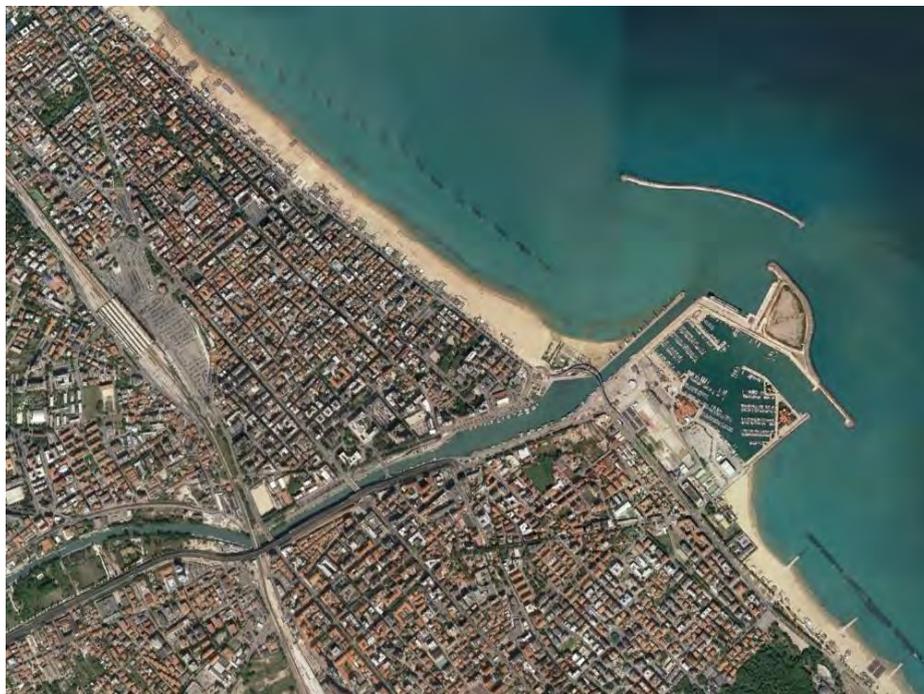
Nome file

00\_Testatine\_Preliminare Porto Pescara.dwg

**Dott.ssa Maria Di Iorio**

C.so Marrucino n.154 – 66100 Chieti (CH)  
Tel. 0871.071960 – fax 0871.071990  
CF: DRIMRA79L59C6320 – P.iva

## **INTERVENTO MASTERPLAN ABRUZZO “DEVIAZIONE DEL PORTO-CANALE DI PESCARA”**



### **VERIFICA PREVENTIVA DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO**

**Committente:** ARAP Abruzzo

**Redazione del documento:** dott.ssa Maria Di Iorio, in possesso di Diploma di Specializzazione in Archeologia come previsto dal D.M. n.60 del 20/03/2009

**FIRMA**

**AGOSTO 2017**

**Dott.ssa Maria Di Iorio**

C.so Marrucino n.154 – 66100 Chieti (CH)  
Tel. 0871.071960 – fax 0871.071990  
[maria.diiorio.raimondi@gmail.com](mailto:maria.diiorio.raimondi@gmail.com)

RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>1-3</b>
1.1 Premessa	
1.2 Riferimenti legislativi	
1.3 Descrizione sintetica del progetto	
1.4 Inquadramento geomorfologico e ambientale	
<b>2. ANALISI DEI DATI.....</b>	<b>4-12</b>
2.1 Analisi archivistica	
2.2 Analisi bibliografica	
2.3 Analisi della cartografia storica	
2.4 Analisi del regime vincolistico	
<b>3. RELAZIONE ARCHEOLOGICA CONCLUSIVA.....</b>	<b>13-14</b>
3.1 Criteri di valutazione del rischio	
3.2 Valutazione del rischio	
<b>4. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>15-16</b>

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 Premessa

Il presente documento illustra gli esiti delle indagini di verifica preventiva dell'interesse archeologico eseguite ai sensi del D.Lgs. 50/2016, nell'ambito dell'Intervento Masterplan Abruzzo "Deviazione del porto canale di Pescara", allo scopo di valutare il grado di impatto dell'opera su eventuali preesistenze archeologiche.

Come indicato nelle Linee guida per l'archeologia preventiva (Circolare n. 10/2012, prot. n. 6548 del 15/06/2012 della Direzione Generale per le Antichità, Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo), il lavoro si è articolato nelle seguenti attività di ricerca:

- 1) Analisi archivistica
- 2) Analisi bibliografica
- 3) Analisi della cartografica storica
- 4) Analisi del regime vincolistico

La combinazione dei dati raccolti con le caratteristiche progettuali dell'opera ha infine consentito di elaborare una valutazione del potenziale archeologico dell'area interessata dall'opera in progetto, illustrata nelle conclusioni. Tuttavia è bene precisare che, viste le specificità peculiari dell'ambito dell'intervento (sostanzialmente la foce del fiume e lo specchio marino ad essa antistante), non sono state effettuate le tradizionali ricerche di superficie (ricognizioni/field survey), né sono state possibili più sofisticate analisi aeree, ostacolate dalla torbidezza delle acque di questo tratto.

La valutazione ha valore predittivo e non intende in alcun modo rappresentare un fattore decisivo al fine dei provvedimenti effettivi che vengono adottati dall'Ente preposto alla tutela, come previsto dalla normativa vigente.

### 1.2 Riferimenti legislativi

Le procedure di verifica preventiva dell'interesse archeologico sono disciplinate dalle seguenti fonti normative:

- D.Lgs n. 42/2004 (*Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*), in particolare gli articoli: 12; 13 ss.; 18 s.; 20 ss.; 28; 45 ss.; 88 ss.; 142, comma 1, lettera m); 146; 150 ss.; 155
- D.Lgs. n. 152/2006 (*Codice dell'Ambiente*), in particolare gli articoli 4, 19 ss.
- D.Lgs. n.50/2016 (*Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture*), in particolare gli articoli 25; 145, 146; 147; 148; 149.

- D.P.R. n. 207/2010 (*Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 163/2006*), in particolare gli articoli: 14, comma 1, lettera e) e comma 2, lettera a), punto 4.2; 15, commi 6 e 9; 17, comma 1, lettera d) e comma 3, lettera a); 18, comma 1, lettere a) e b); 19, comma 1, lettera e); 20, comma 1, lettera a), punto 3), e lettera b), punto 7; 24, comma 2, lettere a) e b); 26, comma 1, lettera e); 27; 33, comma 1, lettere a) e b); 34, comma 2; 35, comma 1; 215, comma 4, lettera e); 240, 245; 248, 251, comma 4.

Per la stesura del presente documento si è inoltre tenuto conto della Circolare n.1/2016 della Direzione Generale Archeologia (prot. n. 410 del 20/01/2016), emessa a integrazione e completamento della precedente Circolare n.10/2012, che riassume l'intero procedimento fornendo complete linee guida a beneficio degli uffici dell'amministrazione, delle stazioni appaltanti e dei tecnici coinvolti. Detta Circolare contiene inoltre in allegato utili strumenti, ed in particolare una tabella che riepiloga l'ambito applicativo delle norme di cui agli artt. 95-96 del D.Lgs. n. 163/2006 (allegato 1), ora recepiti nell'art.25 del D.Lgs. 50/2016, e un workflow dell'intera procedura di verifica preventiva dell'interesse archeologico (allegato 2).

### 1.3 Descrizione sintetica dell'opera

L'opera in esame interessa l'ambito portuale della città di Pescara, situato in corrispondenza dello sbocco del fiume omonimo (latitudine 42°28',14" Nord, longitudine 14°13'7" Est), il cui assetto progettuale iniziale, della fine dell'Ottocento, con adeguamenti successivi, nasceva dalle istanze della marineria locale, alle prese con il problema dei bassi fondali della foce fluviale. Vennero realizzati due moli su palafitte, aggettanti di 500 metri verso nord-est, che trasformarono l'approdo in un vero e proprio porto-canale a servizio delle attività di pesca ma anche di navi di piccole e medio cabotaggio. Nonostante i problemi derivanti dall'insabbiamento dell'alveo fluviale e dall'eccessiva esposizione foranea del canale, al porto fu riconosciuta la seconda classe con regio decreto del 23 giugno del 1912. Quasi completamente distrutto dai bombardamenti tedeschi nel 1944, venne ricostruito insieme al ponte Risorgimento, continuando ad utilizzare, per la manutenzione dei fondali, una draga fissa che li manteneva più o meno stabili intorno ai 4 metri. Tra gli anni novanta e gli inizi del XXI secolo vennero effettuati diversi interventi, completati nel 2005, tra cui la costruzione della diga foranea, responsabile, insieme all'insufficiente dragaggio, di grossi problemi di interrimento, poiché ostacola il deflusso dei depositi fluviali verso il largo. Il 25 luglio 2014 il Consiglio Comunale di Pescara ha approvato il Piano Regolatore Portuale.

È in questo contesto ambientale che si cala il progetto attuale che prevede la riconfigurazione del porto-canale attraverso la deviazione del tratto terminale del fiume, la realizzazione di due nuovi moli e l'apertura della diga foranea che delimita a Nord l'attuale avamposto.

In estrema sintesi, le opere previste, dislocate nel tempo in azioni successive, sono:

- realizzazione del nuovo molo nord;
- completamento dell'antemurale e apertura della diga foranea;
- realizzazione del nuovo molo sud;

- demolizione del molo nord;
- dragaggio;
- sistemazione dell'area cd. della Madonnina;
- deviazione del fiume e completamento del molo sud.

#### 1.4. Caratteri ambientali e geomorfologici

L'area di progetto è situata nella piana costiera di Pescara, in corrispondenza dell'imbocco del porto-canale, ed è caratterizzata dal punto di vista geomorfologico da una sequenza stratigrafica regolare di depositi olocenici riferibili ad ambienti genetici diversi: depositi di spiaggia (olo<sub>g2</sub>), formati da sabbie a granulometria medio-fine e localmente da ghiaie; depositi lacustri e palustri (olo<sub>e</sub>), formati da peliti e peliti sabbioso-ciottolose, terreni di bonifica e torbe<sup>1</sup>. Il substrato di questi depositi costieri è costituito da argille e marne sabbiose del Calabriano poste in continuità stratigrafica con le argille azzurre plioceniche.

Sotto il profilo orografico, il territorio di Pescara ha i tratti tipici della fascia pedemontana e costiera periadriatica, dall'area marchigiana e abruzzese fino all'area molisana, caratterizzata da un ampio paesaggio collinare lentamente digradante verso nord-est e da una piana costiera di ampiezza variabile. Entrambe queste aree sono tagliate trasversalmente dai tratti terminali delle numerose valli fluviali grosso modo parallele che sboccano nell'Adriatico, interessate fin dal II millennio a.C. da fenomeni di profonda incisione accompagnati dalla generale aggradazione delle coste in corrispondenza delle foci dei fiumi e dalla formazione di cordoni litoranei, di paludi e di stagni costieri. Queste dinamiche, in parte dovute anche alla progressiva eliminazione del manto forestale ad opera dell'uomo, sono all'origine della scarsa ricettività delle coste adriatiche – in particolare di quelle abruzzesi, prive di baie e di porti naturali importanti – ed hanno condizionato le modalità insediamentali antiche.

---

<sup>1</sup> Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 351 Pescara e relative Note illustrative.

## 2. ANALISI DEI DATI

Per la valutazione archeologica dell'area di intervento, si è proceduto all'acquisizione di un apparato documentale relativo alle presenze archeologiche individuate e/o documentate nel contesto in esame, mediante la collazione di informazioni desumibili da varie fonti: archivistiche, bibliografiche, cartografiche e vincolistiche.

### 2.1 Analisi archivistica

Presso la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio dell'Abruzzo è stato possibile visionare i dati d'archivio relativi alla città di Pescara, con particolare riguardo all'ambito portuale, oggetto in anni recenti di lavori finalizzati alla realizzazione del porto turistico e del nuovo molo di levante.

I faldoni contenenti la documentazione sono stati integralmente esaminati nel loro contenuto rivelatosi sostanzialmente burocratico, relativo infatti a opere pubbliche e private, edilizie e infrastrutturali, che negli anni hanno interessato l'area prossima alla foce; tra quelli consultati, sono stati considerati in questa sede naturalmente solo i documenti contenenti notizie di ritrovamenti nelle fasce che precedono lo sbocco fluviale vero e proprio. Nei documenti consultati **non si fa comunque menzione di siti o rinvenimenti archeologici effettuati nell'area direttamente interessata dall'opera in progetto.**

I documenti di seguito elencati, contenuti nella cartella PE 28.I (fascicolo PE28IA6-Pescara-interventi sul territorio), sono quelli che presentano qualche motivo di interesse, riferendo di rinvenimenti fortuiti di materiali ceramici (anfore per lo più) nel compartimento territoriale di Pescara:

Documento consultato	Contenuto
Prot. n. 213, 10 marzo 1986 lettera da SBA alla Capitaneria di Porto di Pescara	In risposta a lettera della Capitaneria del 20 gennaio 1986, il Soprintendente incarica U. Salute della SBA di recuperare un'anfora in deposito presso Capitaneria. Sullo stesso documento, con data 11/3/1986, dichiarazione di ricevuta dell'anfora "integra e in buono stato di conservazione ritrovata in mare in data 19/5/1986", cui viene assegnato n. inv. 30886.
Lettera della Capitaneria di Porto del Compartimento Marittimo di Pescara alla Sovrintendenza Monumenti e Gallerie-L'Aquila, foglio T/19114 del 30 agosto 1966	Segnalazione da parte della Capitaneria del rinvenimento di un'anfora antica (presumibilmente quella del documento precedente) nelle acque del compartimento a opera di Tommaso Camplone che pescava a bordo del motopeschereccio Antonio Vincenzo, in data 30 maggio 1966.
Carteggio tra 16a Legione Guardia di Finanza, Comando Compagnia di Pescara e Soprintendenza alle Antichità riguardante rinvenimento in mare di 4 anfore antiche: lettera n. 5422/267 del 12 settembre 1966 lettera n. 2719/267 del 6 maggio 1966 dalla	La pratica contiene due documenti: la lettera autografa di Giuseppe Romani di S. Benedetto del Tronto, proprietario del peschereccio che ha effettuato il recupero, e una della Guardia di Finanza (lettera n. 2719/267) con cui si richiedono notizie circa indennizzo per danni riportati dalle reti da pesca in seguito al recupero di anfore antiche.

**Dott.ssa Maria Di Iorio**  
C.so Marrucino n.154 – 66100 Chieti (CH)  
Tel. 0871.071960 – fax 0871.071990  
[maria.diiorio.raimondi@gmail.com](mailto:maria.diiorio.raimondi@gmail.com)

**RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA**

Guardia di Finanza alla SAA

In merito all'istanza precedente, si stima il danno intorno alle 70-80.000 lire.

Lettera 2565/267 del 28 aprile 1966 della 16a Legione Guardia di Finanza, Comando Compagnia di Pescara alla SA

Lettera che segue verbale consegna, redatto il 27-4-66 e allegato, di 4 anfore antiche rinvenute in mare dai “componenti dell'equipaggio del motopeschereccio Romani Francesco, consegnate dal comandante Giuseppe Romani ai militari dell GdF di Pescara. Nel verbale si precisa che il materiale è stato rinvenuto pescando con reti a ca. 30 miglia a nord delle isole Tremiti. Le anfore appaiono coperte da “materiale marino accumulatosi per lunga degenza nel mare”.

Lettera 2419/267 del 25 luglio 1963, della 16a Legione Guardia di Finanza, Comando Nucleo PT di Pescara alla Soprintendenza alle Antichità di Chieti

Fermo, in data 23-7-63, del sign. Giuseppe Romagno da Pescara che “portava seco un vaso di rame ed un'anfora, dal cui apparente stato emergeva trattasi di oggetti recuperati in mare”.

Lettera n. 1486/267 del 13 marzo 1962 della 16a Legione Guardia di Finanza, Comando Compagnia di Pescara alla SA

Il giorno 12 marzo, il signor Bernardino Voltattorno, capobarca del motopeschereccio Igeo del Compartimento Marittimo di Pescara, consegna un'anfora (80x120x16 cm); la segnalazione della GdF fa seguito alla dichiarazione del succitato Voltattorno che riferisce di aver ripescato l'oggetto, coperto da incrostazioni marine, tirando a bordo le reti nei pressi dell'isola di Pomo, il 10-3-62, e di averla consegnata.

Lettera 1335/267 del 23 marzo 1966, della 16a Legione Guardia di Finanza, Comando Compagnia di Pescara alla SA

Si riferisce della consegna alla GdF da parte del signor Antonio Frusciacchi, comproprietario del motopeschereccio Colosseo, di un'anfora (misure 81x119x12 cm).

Foglio n. 4753 del 12 luglio 1958 della Legione della Guardia di Finanza, Comando Compagnia di Pescara alla SA

Si comunica rinvenimento in locali di proprietà del sign. Giuseppe Terra di Pescara di “un'anfora di forma tronco-conica, probabilmente dell'era Romana” (misure 88x123x16 cm).

Come si desume dalle fonti archivistiche riportate, le segnalazioni di un qualche interesse per l'area in oggetto che, è bene ribadirlo, coinvolge il tratto terminale dell'attuale porto canale e il tratto di mare ad esso contiguo, riguardano solo ed esclusivamente materiale erratico rinvenuto in mare aperto. Le segnalazioni sono contenute in un carteggio tra la Guardia di Finanza e la Capitaneria di Porto da una parte e l'allora Sovrintendenza alle Antichità dall'altra, tra il 1958 e il 1986, e riguardano la consegna di anfore recuperate fortuitamente da pescatori su pescherecci locali al largo della costa (genericamente si fa infatti riferimento al Compartimento Marittimo di Pescara; in un solo caso, lettera 1486/267, compare un'indicazione più dettagliata: l'isola di Pomo davanti alla costa dell'allora Jugoslavia). I recuperi sembrerebbero tutti da localizzarsi in mare aperto, nel corso di attività di pesca con reti, dunque nessuna delle segnalazioni sembra lasciare spazio a ipotesi di eventuali relitti o siti subacquei alla foce del fiume.

Tutto ciò considerato, i dati desunti dall'archivio della Soprintendenza non risultano rilevanti per il progetto in esame.

## 2.2. Analisi bibliografica

La città di Pescara fu istituita nel 1927 in seguito alla fusione dei due centri di Pescara e di Castellammare Adriatico, posti rispettivamente alla destra e alla sinistra del fiume. A dispetto dell'impronta moderna che la caratterizza, vanta origini antichissime, che gli studi e le ricerche condotti negli ultimi anni hanno chiaramente documentato.

L'analisi della bibliografia archeologica e storica consente una buona ricostruzione delle dinamiche dell'insediamento antico, di seguito sintetizzata.

Nella bibliografia consultata, aggiornata all'anno attuale, **non sono riportati rinvenimenti o notizie riguardanti strettamente e direttamente la zona del porto canale e le immediate adiacenze**, cioè l'area interessata dai lavori in progetto, tuttavia un veloce quadro delle presenze archeologiche<sup>2</sup> può essere di supporto a una valutazione il più possibile aderente, quandanche in via preliminare e preventiva, alla complessità delle situazioni reali.

### Età preistorica, protostorica e italica

Le prime tracce della presenza umana risalgono al V millennio e consistono nei resti di un abitato neolitico individuato in località Fontanelle, oggetto nel 1977 di una limitata campagna di saggi<sup>3</sup>.

Al II millennio si data il primo popolamento dei colli di Pescara, testimoniato dai resti dell'abitato protostorico individuato dall'Università di Pisa nel 1964 sul Colle del Telegrafo<sup>4</sup>. Si trattava di un insediamento d'altura posto a controllo della sottostante foce del fiume Pescara, con successive fasi di età romana, tardoantica, altomedievale e medievale, individuate nel corso degli scavi effettuati nel 2005 sia sulla cima del colle che sul terrazzo verso via di Fonte Borea<sup>5</sup>.

L'organizzazione del popolamento tra Colle del Telegrafo e Colle Marino nell'Età del ferro è indiziata da piccoli gruppi di necropoli databili tra VI-IV sec.a.C. individuate nell'area del Campo Sportivo Ex Gesuiti. Altri nuclei cimiteriali di VI-IV sec.a.C. sono noti nell'area compresa tra via del Santuario, via dei Colli Innamorati, Colle del Telegrafo e la linea ferroviaria<sup>6</sup>.

<sup>2</sup> Ancora, sostanzialmente, quelle nel testo di A.R.Staffa "Carta archeologica della provincia di Pescara" del 2004, cui ci si riferirà in questa disamina per l'individuazione dei siti.

<sup>3</sup> DUCCI, PERAZZI, RONCHITELLI 1986; DUCCI, PERAZZI 1987; STAFFA 2004, p.94: Sito 7/18.

<sup>4</sup> MORI, TOZZI 1970; STAFFA 2004, p.93: Sito 7/2.

<sup>5</sup> STAFFA 2012a, p.209.

<sup>6</sup> STAFFA 2001a, pp.79-93.

## Età romana e tarda antichità

A partire dalla tarda età repubblicana, un insediamento noto come *Ostia Aterni* è documentato anche alla foce del fiume Pescara. Utilizzato come approdo forse già dalla fine del V sec.a.C.<sup>7</sup>, Strabone ne attribuisce il controllo alle tribù italiche dei Vestini, dei Marrucini e dei Peligni<sup>8</sup>. Le sistematiche ricerche condotte dalla Soprintendenza Archeologica dell'Abruzzo tra il 1990 e il 2005 hanno consentito di individuarne i resti e gli elementi di continuità nelle successive fasi bizantina, altomedievale e medievale nello storico quartiere di Portanuova, all'interno del circuito della fortezza cinquecentesca<sup>9</sup>. Le modalità insediative sono chiarite dalla posizione strategica di questo centro alla foce del fiume, al crocevia della strada litoranea ricordata dalle fonti come diverticolo della via *Flaminia ab Urbe per Picenum, Anconam et inde Brundisium*<sup>10</sup> e dei due itinerari che risalivano la valle del Pescara, intersecandosi all'altezza di Piazza Unione. I due assi viari definivano uno schema a triangolo allungato, in seguito ripreso nelle successive fasi medievale e rinascimentale<sup>11</sup>. Il più antico itinerario di fondovalle, rintracciato nell'area del Bagno Borbonico e a Piazza Unione, scandiva, fin dalle origini nel I sec.a.C., l'allineamento dell'abitato romano verso il fiume e verso il porto<sup>12</sup>. Su di esso si affacciavano le strutture insediative e commerciali della prime e media età imperiale individuate lungo via delle Caserme<sup>13</sup> e l'edificio in laterizio con pavimento rivestito da un mosaico tessellato indagato lungo la golena sud<sup>14</sup>. Strutture riferibili al porto romano sono state individuate lungo la golena sud, di fronte al Bagno Borbonico, e in via delle Caserme<sup>15</sup>. L'altro itinerario, oggi ricalcato da via dei Bastioni, è stato identificato con il tratto urbano della via Claudia Valeria, fatta costruire nel 48-49 d.C. dall'imperatore Claudio<sup>16</sup>. La necropoli dell'insediamento era situata a nord del fiume, presso la contrada Rampigna<sup>17</sup>, in connessione con la strada litoranea. Le due sponde del fiume erano collegate da un ponte in muratura, costruito in epoca tardo-repubblicana e oggetto di restauri e rifacimenti in età traianea e nel IV sec.d.C.<sup>18</sup>. L'analisi della cartografia storica e le indagini archeologiche condotte lungo la golena nord hanno permesso di individuarne i resti, all'altezza dell'attuale ponte D'Annunzio.

In epoca tardo antica le fonti storiche e i dati archeologici testimoniano l'accresciuta importanza dell'abitato, strategicamente posto sull'itinerario sia terrestre (*Via Claudia Valeria*) sia marittimo che

<sup>7</sup> L'ipotesi deriva dalla presenza di una *kylix* attica a figure nere nel corredo di una sepoltura rinvenuta nell'area funeraria di Colle Pietra sui colli di Pescara.

<sup>8</sup> Strabone, V, 4.

<sup>9</sup> Un bilancio complessivo delle ricerche è in STAFFA 2006a, con bibliografia precedente, in particolare STAFFA 1991, STAFFA 1999.

<sup>10</sup> *Itinerarium Antonini*, 310, 5 ss.; *Tabula Peutingeriana*, V, 3, VIII, 1. STAFFA 2004, pp.66-67.

<sup>11</sup> STAFFA 1991, p.276.

<sup>12</sup> STAFFA 1991, fig.43: nn.2,14.

<sup>13</sup> STAFFA 1991, pp.205-209; STAFFA 2006b, fig. 38, nn.5-6, 4-3, 103, 104, 15.

<sup>14</sup> STAFFA 2006b, fig. 38, n.109 e fig.41; STAFFA 2012b, pp. 41-42, figg.5-6.

<sup>15</sup> STAFFA 2001b, pp.359-360, fig. 7: nn.107, 106, 24A.

<sup>16</sup> C.I.L. IX, 5973; STAFFA 1991, p.280; STAFFA 2004, pp.63-65.

<sup>17</sup> STAFFA 1991, p.286; STAFFA 2004, p.94: Sito 7/13. Da quest'area provengono due iscrizioni funerarie, oggi perdute: C.I.L. IX, n.3337 e C.I.L. IX, n.3338. LOPEZ 1985, p.21.

<sup>18</sup> STAFFA 1991, pp.260-262, fig. 51; STAFFA 2004, p.94: Sito 7/14.

collegava a Roma il palazzo di Salona (odierna Spalato), nuova sede imperiale<sup>19</sup>. Oltre ad alcuni interventi di ristrutturazione degli edifici antichi, delle strutture portuali e del ponte romano, a questa fase risale la costruzione di un monumentale complesso a pianta centrale, forse dedicato alla Vittoria<sup>20</sup>, trasformato in sinagoga in età altomedievale e poi dall'XI secolo in chiesa di S. Gerusalemme, i cui resti sono visibili di fronte alla Cattedrale di S. Cetto, lungo viale G. D'Annunzio<sup>21</sup>.

### **Età bizantina**

Alla metà del VI secolo si datano importanti interventi di ristrutturazione dell'abitato, della viabilità lungofiume, delle strutture portuali e soprattutto la realizzazione della cinta muraria, rintracciata lungo la Golena sud, all'interno del Bagno Borbonico e a Piazza Unione. Tali interventi sono stati messi in relazione con la riconquista dell'*oppidum* di Aterno ad opera dei Bizantini, nell'ambito delle operazioni della Guerra greco-gotica (538-560 d.C.)<sup>22</sup>. I Bizantini mantengono il controllo dell'approdo fino alla fine del VI secolo, epoca nella quale si registrano nelle stratigrafie urbane, negli scavi in cui è stato possibile recuperarle, le tracce di un vasto incendio connesso con la discesa dei Longobardi in Abruzzo.

### **Altomedioevo**

A partire dall'inizio del VII secolo la città murata di età romana si trasforma in un borgo di capanne e case di terra, con la progressiva demolizioni delle strutture antiche divenute fatiscenti, il rialzamento dei livelli di vita, il riutilizzo dei materiali dai crolli per realizzare le fondazioni di semplici unità abitative povere e la persistenza in muratura solo di alcuni edifici religiosi. Un ruolo determinante nelle trasformazioni dell'assetto e del paesaggio della città ha avuto il sistematico rialzamento delle acque di falda, connesso alle variazioni del regime del fiume e ad un più generale rialzamento dei livelli del mare Adriatico. L'azione di erosione esercitata dal fiume determina l'abbandono di una parte della golena sud e un cambiamento nell'orientamento dell'abitato medievale, ruotato di circa 9 gradi verso sud rispetto a quello romano.

### **Età medievale e moderna**

All'età normanna risalgono le ultime grandi opere pubbliche, con la costruzione di un nuovo porto ad opera di re Ruggero II e la realizzazione di una nuova cinta difensiva (XII secolo), che riutilizza lunghi tratti delle mura bizantine, tagliando però fuori dall'abitato la fascia golenale.

Tra XIV e XV secolo il progressivo impaludamento della zona a causa dell'innalzamento dei livelli di falda segna l'abbandono quasi totale dell'abitato.

Nel XVI secolo il sito della città antica e medievale è trasformato in una fortezza, realizzata nell'ambito delle grandi opere di difesa dell'Italia meridionale riferibili alla prima fase del vicereame

<sup>19</sup> BUONOCORE, FIRPO 1991, p.914.

<sup>20</sup> STAFFA 1991, p.267. L'ipotesi della dedica alla Vittoria poggia su una perduta epigrafe un tempo incassata nel muro posteriore dell'edificio su cui era possibile leggere (vic)TORIAE/AUGUSTAE/SACRUM: C.I.L. IX, 3336.

<sup>21</sup> STAFFA ET AL. 1993, pp.8-41.

<sup>22</sup> *Additamentum Marcellini Comititis*, in MGH XI, 2, Berlino, 1894, p.105: *Johannes vero [...] Samnitum regionem ingressus et, Aternoque oppido expugnato, Tremonem Gothorum ducem cum suis prosternit. Ortona quoque similiter invadit, Picenum depraedans Ariminum occupat*; vedi LOPEZ 1985, p.42.

spagnolo e in gran parte demolita nella seconda metà del XIX secolo<sup>23</sup>. Di essa si conserva un settore oggi noto come Bagno Borbonico, utilizzato nel XIX come prigione e periodicamente soggetto alle inondazioni del fiume.

In conclusione, **non sono noti in bibliografia siti archeologici nell'area che sarà interessata dai lavori per la realizzazione dell'opera in progetto.**

### 2.3. Analisi della cartografia storica

Per l'analisi della cartografia storica, strumento indispensabile per ricostruire l'evoluzione del paesaggio antico, si è fatto riferimento alle planimetrie edite da M.R. Pessolano nel suo prezioso lavoro sulla piazzaforte di Pescara, costruita nella seconda metà del XVI secolo sui resti di *Ostia Aterni-Aternum*<sup>24</sup>.

L'unica raffigurazione della città disponibile per l'epoca anteriore alla costruzione della fortezza è quella contenuta nel portolano dell'ammiraglio turco Piri Re'is (1518)<sup>25</sup>, documento che offre un quadro abbastanza esaustivo del litorale adriatico con i suoi centri fortificati. Tra questi è appunto Pescara, racchiusa nella cinta muraria di età tardo-aragonese nella quale è ancora in funzione l'attraversamento del fiume sulle antiche *pilae* del ponte romano a breve distanza dalla foce<sup>26</sup>.

Le rare planimetrie cinquecentesche si concentrano sulla fortezza, senza prendere in considerazione l'assetto del territorio circostante. Due di esse raffigurano, con diverso grado di accuratezza, la cinta muraria medievale di forma trapezoidale, alla quale si sovrappone la nuova fortificazione: la planimetria conservata a Firenze<sup>27</sup> è un semplice schizzo esplicativo, con idea di progetto disegnata sul precedente assetto difensivo, senza riferimenti precisi alle peculiarità del territorio; nella *Pianta di Pescara dall'Atlante di opere fortificate di autore ignoto*, probabilmente redatta fra il 1557 e il 1590 rifacendosi ad un disegno più antico<sup>28</sup>, la cinta muraria medievale risulta meglio delineata nel percorso lungo il fiume nel quale sporge un corpo avanzato, identificato da Staffa con una banchina del porto romano.

La pianta redatta alla fine del secolo dal Marchese di Celenza Valfortore, Carlo Gambacorta, incaricato di ispezionare le torri costiere dell'Abruzzo e la piazzaforte di Pescara nel mese di ottobre 1598, per la prima volta raffigura il nucleo urbano chiuso dalle mura della fortezza sul lato destro del fiume e riveste grande interesse per la localizzazione dei piloni del ponte romano<sup>29</sup>.

Allo stato attuale delle ricerche, una sola planimetria permette di individuare le variazioni verificatesi nel corso del XVII secolo, dovute essenzialmente all'interrimento della foce del fiume, fenomeno che accomuna tutto il litorale abruzzese e che nel caso di Pescara assume particolare gravità tanto da

<sup>23</sup> PESSOLANO 2006.

<sup>24</sup> PESSOLANO 2006.

<sup>25</sup> KISSLING 1966, tav.113

<sup>26</sup> PESSOLANO 1993, pp.164-165, fig.55.

<sup>27</sup> Firenze, Uffizi, Gabinetto disegni e stampe, 4255 A, Pescara.

<sup>28</sup> Roma, Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio (ISCAG), *Atlante di opere fortificate di autore ignoto*, Bibl. Atl.51/tav.92.

<sup>29</sup> Parigi, Biblioteca Nazionale, Manoscritti Italiani 470. *Visita delle torri di Capitanata nel mese di dicembre 1594 e di quelle dell'Abruzzo nel mese di ottobre 1598* [relazione del marchese di Celenza al marchese Olivares, vicerè di Chieti], Chieti 20.12.1598.

comprometterne il ruolo di piazzaforte<sup>30</sup>: nel disegno, che probabilmente risale al tardo Seicento<sup>31</sup>, la linea di costa è abbastanza lontana dall'insediamento e la foce è in parte ostruita da un ammasso di detriti creato dalle piene del fiume, una sorta di isolotto piatto in seguito detto "dei cannizzi", per via della vegetazione spontanea che vi cresceva. L'area a nord del fiume è suddivisa in terreni coltivati e in superfici alberate, mentre quella posta a sud, a parte le dune costiere, è vuota, probabilmente per la presenza di vaste aree paludose.

Il grosso della produzione cartografica si data a partire dagli inizi del XVIII secolo, quando la fortezza di Pescara, dopo la lunga tregua secentesca, è di nuovo al centro dell'attenzione in previsione di invasioni del regno dalla frontiera settentrionale. All'interno di questa produzione si possono individuare tre grandi categorie: rappresentazioni prodotte a scopi strategici dai tecnici militari nel XVIII e nel XIX secolo; rappresentazioni prodotte in relazione a specifici problemi (esondazioni, rafforzamento degli argini, sistemazione della viabilità, attraversamento del fiume), realizzate dai tecnici militari nei primi decenni del XIX secolo; disegni tecnici realizzati a corredo di atti amministrativi (progetti di nuove strade urbane, spazi pubblici, quotizzazioni). All'interno delle prime due categorie numerose sono le planimetrie ricche di dettagli sulla morfologia del territorio circostante la fortezza.

In un disegno degli inizi del Settecento<sup>32</sup> è ben delineato il tortuoso tracciato del fiume, che prima di distendersi quasi rettilineo nella piana formava una profonda ansa in corrispondenza delle mura e restringeva il proprio letto nei pressi dei piloni del ponte romano, provocando in tal modo continui danni alle fortificazioni. L'isolotto alla foce ha assunto un diverso perimetro rispetto al precedente disegno, mentre la fascia costiera è occupata dalle aree paludose identificabili come Palata e Vallicella, situate a sud e a nord dell'alveo, separate dal mare dai cordoni di dune che impedivano il deflusso delle acque. La loro formazione sarebbe secondo alcuni da riferire ad un'antica biforcazione del fiume, che in antico avrebbe avuto una foce a delta. Nel disegno si nota anche una netta differenza tra il territorio di Castellammare, intensamente coltivato, e quello di Pescara, desolato e vuoto, nel quale appaiono delineate le saline in gran parte occupate dalla palude.

Un disegno del 1734<sup>33</sup> riporta il piano di assedio alla fortezza da parte dell'esercito di Carlo di Borbone: l'opera fortificata è ben inserita nel territorio circostante, nel quale sono evidenziati strade, fiume, colline, aree pianeggianti, boschi e paludi costiere.

La stessa situazione è "fotografata" da una planimetria del 1811<sup>34</sup> che raffigura lo stagno della Palata, piuttosto esteso, le dune costiere e l'area libera intorno al corpo della piazza. Anche in questo disegno

<sup>30</sup> PESSOLANO 1993, p.174.

<sup>31</sup> Napoli, Archivio di Stato (ASN), Sezione Iconografica, Piante e disegni, Cartella XXXI, n.3.

<sup>32</sup> Madrid, Biblioteca Nazionale, Manoscritti 77, f.15. Il disegno fa parte dell'album intitolato *Royaume de Naples et de villes de Gaette, Pescara, Longone, Talamone et Orbitelle*.

<sup>33</sup> Napoli, Archivio di Stato (ASN), Carte Montemar, vol.73, n.20.

<sup>34</sup> Roma, Istituto Storico e di Cultura dell'Arma del Genio (ISCAG), Bibl. FT 72B 46.35.

**Dott.ssa Maria Di Iorio**  
C.so Marrucino n.154 – 66100 Chieti (CH)  
Tel. 0871.071960 – fax 0871.071990  
[maria.diiorio.raimondi@gmail.com](mailto:maria.diiorio.raimondi@gmail.com)

## RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA

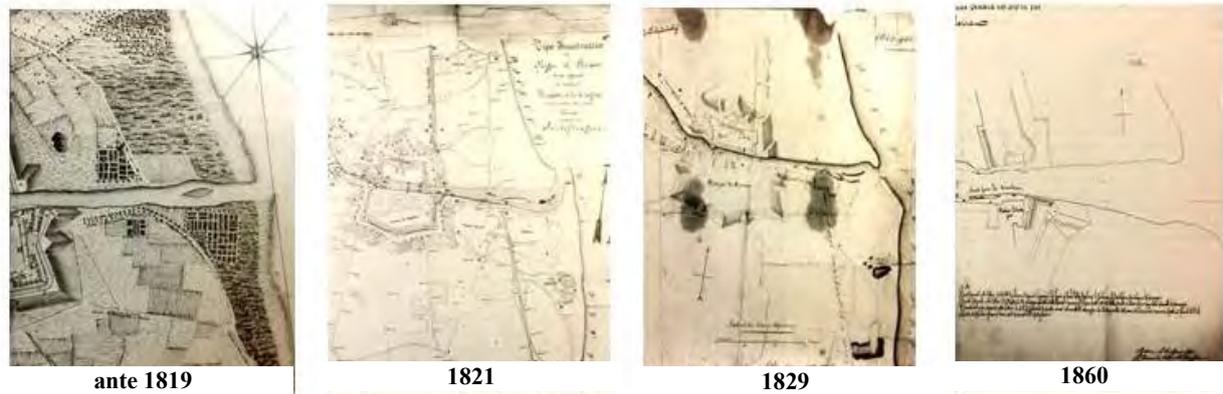
il territorio di Castellammare appare più ricco di aree messe a coltura e arborate. In evidenza, alla foce del fiume, è l'isolotto "dei cannizzi".

Una grande planimetria del 1821<sup>35</sup>, firmata da Domenico Colella, capitano del Genio, riporta tutte le quote dei terreni interessati alla bonifica ed evidenzia le aree paludose, le zone delle antiche saline, il percorso del fiume e una foce completamente diversa da quella rilevata prima dell'alluvione del 1819.

Nella planimetria realizzata nel 1829<sup>36</sup> da Carlo Forti, Ispettore delle Acque e Strade degli Abruzzi, sono evidenziate le zone raggiunte dalle terribili alluvioni del 1826 e del 1827, le aree paludose e la foce di nuovo cambiata, ora ostruita da tre isolotti.

Uno degli ultimi rilievi della fortezza preunitaria, realizzato nel 1860<sup>37</sup>, indica l'andamento del letto fluviale che corre rettilineo fino alla foce liberata dall'isolotto "dei cannizzi".

L'analisi della cartografia storica permette di seguire il progressivo avanzamento della linea di costa rispetto alla fortezza (e ai resti dei *Ostia Aterni-Aternum*) a causa dell'aumento dei sedimenti fluviali, con la conseguente formazione di vaste aree paludose costiere e lo spostamento verso sud della foce del fiume, fenomeno già in atto a partire dalla Tarda Antichità e intensificatosi a partire dal XVII secolo.



*Evoluzione della foce del fiume Pescara*

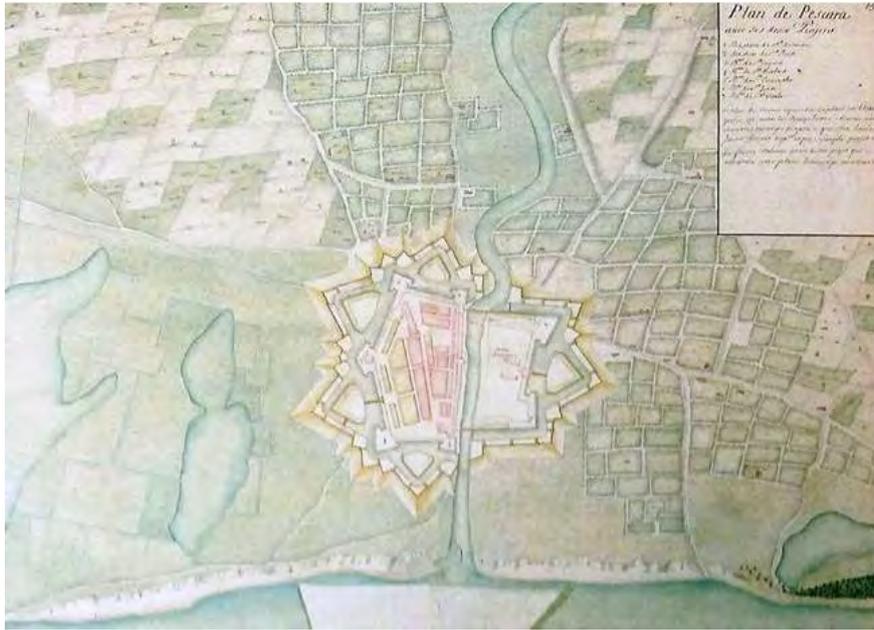
<sup>35</sup> Napoli, Archivio di Stato (ASN), Sezione militare, Ministero della Guerra, fascio 2383, inc.4397. *Tipo dimostrativo della Piazza di Pescara e terreno adiacente per accompagnare il rapporto su la Direzione e rilievo de' tronchi della strada consolare e profondità delle fortificazioni.*

<sup>36</sup> Napoli, Biblioteca Nazionale, Sezione Manoscritti e Rari, Carte geografiche, Ba 25A 109.

<sup>37</sup> Napoli, Archivio di Stato (ASN), Sezione militare, Ministero della Guerra, fascio 2466, inc.94.

**Dott.ssa Maria Di Iorio**  
C.so Marrucino n.154 – 66100 Chieti (CH)  
Tel. 0871.071960 – fax 0871.071990  
[maria.diiorio.raimondi@gmail.com](mailto:maria.diiorio.raimondi@gmail.com)

## RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA



*Gli stagni della Palata e della Vallicella*

### 2.4. Analisi del regime vincolistico

L'area di progetto **non risulta essere sottoposta a vincoli di tutela archeologica** ai sensi dell'art. 142 comma 1 lettera m) del D.Lgs n. 42/2004 da nessuno degli strumenti urbanistici vigenti.

Si segnala tuttavia che a circa 1,2 km di distanza dalla zona del porto ricadono le seguenti aree direttamente interessate da resti archeologici e soggette a prescrizioni di salvaguardia *ex lege*, così come riportato dalla Carta archeologica della Provincia di Pescara:

**Sito 7/11: Portanuova.** In questo quartiere si concentrano i principali resti dell'abitato romano e altomedievale di *Ostia Aterni-Aternum*<sup>38</sup>.

**Sito 7/13: Campo sportivo Rampigna.** Resti della necropoli romana di *Ostia Aterni* indiziati dal rinvenimento di epigrafi funerarie e da anomalie rilevate dalle indagini geognostiche condotte con metodologia ground probing radar<sup>39</sup>.

**Sito 7/14: Golena nord, altezza del ponte G. d'Annunzio.** Piloni in muratura del ponte antico che attraversava il Pescara lungo il tracciato litoraneo della via Flaminia adriatica, ancora visibili nella cartografia storica fra XVI e XVIII<sup>40</sup>.

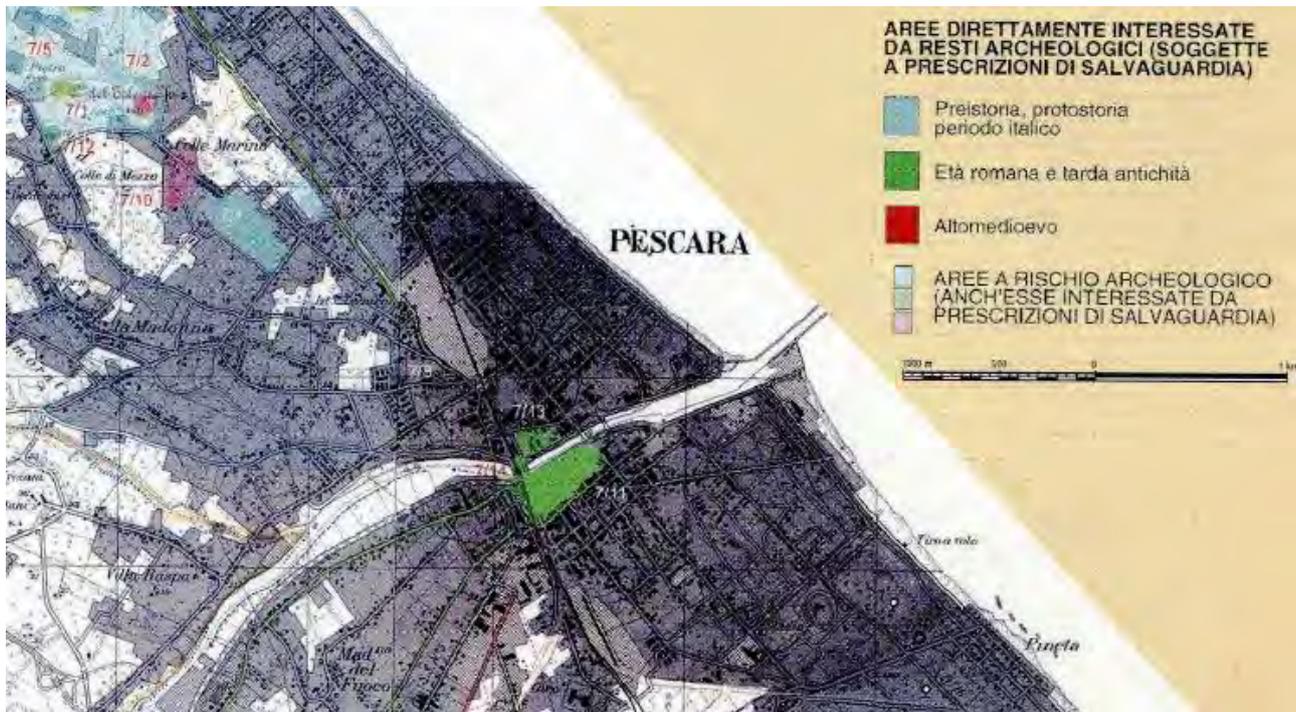
<sup>38</sup> STAFFA 2004, p.94.

<sup>39</sup> STAFFA 2004, p.94.

<sup>40</sup> STAFFA 2004, p.94.

**Dott.ssa Maria Di Iorio**  
C.so Marrucino n.154 – 66100 Chieti (CH)  
Tel. 0871.071960 – fax 0871.071990  
[maria.diiorio.raimondi@gmail.com](mailto:maria.diiorio.raimondi@gmail.com)

**RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA**



**Stralcio della Carta Archeologica del Comune di Pescara  
con il posizionamento dei siti 7/11, 7/13 e 7/14, evidenziati in verde (da STAFFA 2004)**



**Stralcio della CTR con posizionamento dei siti noti in bibliografia rispetto all'area di intervento**

### 3. RELAZIONE ARCHEOLOGIOCA CONCLUSIVA

#### 3.1 Criteri di valutazione del rischio archeologico

Per la redazione della Carta del Potenziale Archeologico si è fatto riferimento alla Tavola dei gradi di potenziale archeologico, allegata alla Circolare MiBACT n.1/2016, di seguito schematizzata:

	Grado di potenziale archeologico del sito	Grado di rischio	Grado di impatto
0	<b>NULLO.</b> Non sussistono elementi di interesse archeologico	Nessuno	
1	<b>IMPROBABILE.</b> Mancanza quasi totale di elementi indiziari all'esistenza di beni archeologici. Non è del tutto da escludere la possibilità di ritrovamenti sporadici.	Inconsistente	<b>Non determinato:</b> il progetto investe un'area in cui non è stata accertata presenza di tracce di tipo archeologico
2	<b>MOLTO BASSO.</b> Anche se il sito presenta caratteristiche favorevoli all'insediamento antico, in base allo studio del contesto fisico e morfologico non sussistono elementi che possano confermare una frequentazione in epoca antica. Nel contesto limitrofo sono attestate tracce di tipo archeologico.	Molto basso	
3	<b>BASSO</b> Il contesto territoriale circostante dà esito positivo. Il sito si trova in posizione favorevole (geografia, geologia, geomorfologia, pedologia) ma sono scarsissimi gli elementi concreti che attestino la presenza di beni archeologici	Basso	
4	<b>NON DETERMINABILE</b> Esistono elementi per riconoscere un potenziale di tipo archeologico ma i dati raccolti non sono sufficienti a definirne l'entità. Le tracce potrebbero non palesarsi, anche qualora fossero presenti (es. presenza di coltri detritiche)	Medio	<b>Medio:</b> il progetto investe l'area indiziata o le sue immediate vicinanze
5	<b>INDIZIATO DA ELEMENTI OGGETTIVI</b> , non riconducibili oltre ogni dubbio all'esatta collocazione in questione (es. dubbi di erraticità degli stessi), che lasciano intendere un potenziale di tipo archeologico (geomorfologia, topografia, toponomastica, notizie) senza la possibilità di intrecciare più fonti in modo definitivo	Medio	
6	<b>INDIZIATO DA DATI TOPOGRAFICI O DA OSSERVAZIONI REMOTE</b> , ricorrenti nel tempo e interpretabili oggettivamente come degni di nota (es. soilmark, cropmark, micromorfologia, tracce centuriali). Può essere presente o anche assente il rinvenimento materiale.	Medio	
7	<b>INDIZIATO DA RITROVAMENTI MATERIALI LOCALIZZATI:</b> rinvenimenti di materiale nel sito, in contesti chiari e con quantità tali da non poter essere di natura erratica. Elementi di supporto raccolti dalla topografia e dalle fonti. Le tracce possono essere di natura puntiforme o anche diffusa/discontinua	Medio-alto	<b>Alto:</b> il progetto investe un'area con presenza di dati materiali che testimoniano uno o più contesti di rilevanza archeologica (o le dirette prossimità)
8	<b>INDIZIATO DA RITROVAMENTI MATERIALI DIFFUSI</b> Diversi ambiti di ricerca danno esito positivo. Numerosi rinvenimenti materiali dalla provenienza assolutamente certa. L'estensione e la pluralità delle tracce coprono una vasta area, tale da indicare la presenza nel sottosuolo di contesti archeologici.	Alto	
9	<b>CERTO, NON DELIMITATO</b> Tracce evidenti ed incontrovertibili di strutture etc. Il sito, però, non è mai stato indagato o è verosimile che sia noto solo in parte	Esplicito	<b>Difficilmente compatibile:</b> il progetto investe un'area non delimitabile con chiara presenza di siti archeologici e potrebbe essere sottoposto a varianti sostanziali o a parere negativo
10	<b>CERTO, BEN DOCUMENTATO.</b> Il sito è noto in tutte le sue parti, in seguito a studi approfonditi e grazie ad indagini pregresse sul campo, sia stratigrafiche sia di <i>remote sensing</i> .	Esplicito	<b>Difficilmente compatibile:</b> il progetto investe un'area con chiara presenza di siti archeologici o aree limitrofe

**Dott.ssa Maria Di Iorio**  
C.so Marrucino n.154 – 66100 Chieti (CH)  
Tel. 0871.071960 – fax 0871.071990  
[maria.diiorio.raimondi@gmail.com](mailto:maria.diiorio.raimondi@gmail.com)

RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA

La valutazione ha tenuto conto di una serie di fattori, quali:

- assenza di siti direttamente impattanti con il progetto;
- informazioni archeologiche reperibili attraverso lo studio della cartografia storica
- livello di urbanizzazione nell'area dai lavori
- litologia dei terreni che saranno direttamente interessati dall'opera;
- caratteristiche progettuali dell'opera
- presenza di siti nelle zone circostanti l'area di progetto noti su base archivistica e bibliografica

### 3.2 Valutazione del rischio archeologico

I dati derivanti dall'analisi della documentazione bibliografica, archivistica e cartografica uniti alle caratteristiche geomorfologiche hanno permesso di attribuire all'area di progetto un **grado di potenziale improbabile**. La valutazione nel suo complesso ha dato **esito negativo**: il progetto presenta un **rischio inconsistente** di intercettare resti di tipo archeologico. L'**impatto** del progetto sull'archeologia è **non determinato** non essendo accertata nell'area la presenza di tracce di tipo archeologico.

	Grado di potenziale archeologico del sito	Grado di rischio	Grado di impatto
1	<b>IMPROBABILE.</b> Mancanza quasi totale di elementi indiziari all'esistenza di beni archeologici. Non è del tutto da escludere la possibilità di ritrovamenti sporadici.	Inconsistente	<b>Non determinato:</b> il progetto investe un'area in cui non è stata accertata presenza di tracce di tipo archeologico

La valutazione ha valore predittivo e non intende in alcun modo rappresentare un fattore decisivo al fine dei provvedimenti effettivi che vengono adottati dalla Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio dell'Abruzzo, come previsto dalla normativa vigente.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- BUONOCORE, FIRPO 1991** Buonocore M., Firpo G., *Fonti latine e greche per la storia dell'Abruzzo antico*, I, Padova.
- DUCCI, PERAZZI 1987** Ducci S., Perazzi P., *Tricalle (CH), Fontanelle (PE): nuovi aspetti del neolitico abruzzese a ceramica impressa*, in Atti IIPP XXVI (Firenze, 7-10 novembre 1985), Firenze, pp.645-654.
- DUCCI, PERAZZI, RONCHITELLI 1986** Ducci S., Perazzi P., Ronchitelli A., *Gli insediamenti neolitici abruzzesi con ceramica impressa di Tricalle (CH) e Fontanelle (PE)*, in *RdA* 6, Firenze, pp.65-128.
- KISSLING 1966** Kissling H.J., *Der See-Atlas des Sejjd Nuh*, Münch.
- LOPEZ 1985** Lopez L., *Pescara. Dalla Vestina Aterno al 1815*, L'Aquila.
- MORI, TOZZI 1970** Mori G., Tozzi M., *Resti di un insediamento piceno al Colle del Telegrafo a Pescara*, in Atti Società Toscana Scienze Naturali, Memorie, Serie A, pp.217-230.
- PESSOLANO 1993** Pessolano M.R., *Il sistema portuale abruzzese-molisano dal Viceregno all'Unità*, in G. SIMONCINI (a cura di), *Sopra i porti di mare. Il Regno di Napoli*, II, Firenze, pp.155-194.
- PESSOLANO 2006** Pessolano M.R., *Una fortezza scomparsa: la piazzaforte di Pescara tra memoria e oblio*, Pescara.
- STAFFA 1991** Staffa A.R., *Scavi nel centro storico di Pescara, 1: primi elementi per una ricostruzione dell'assetto antico e altomedievale dell'abitato di Ostia Aterni-Aternum*, in *Archeologia Medievale* XVII, pp.201-367.
- STAFFA 1998** Staffa A.R., *Scavi medievali in Abruzzo 1994-1995*, in S. PATITUCCI UGGERI (a cura di), *Scavi medievali in Italia 1994-1995*, Atti della I Conferenza Italiana di Archeologia Medievale (Cassino 1994), Roma-Freiburg-Wien, pp.45-54.
- STAFFA 1999** Staffa A.R., *Città antiche d'Abruzzo: dalle origini alla crisi tardoromana*, in *Bullettino della Commissione Archeologica del Comune di Roma*, XCVII (1997), pp.163-214.
- STAFFA 2001a** Staffa A.R., *La necropoli presso il Campo Sportivo ex Gesuiti e l'abitato antico sui colli di Pescara*, in AA.VV., *Dalla valle del Piomba alla valle del basso Pescara*, "Documenti dell'Abruzzo Teramano" V, Chieti, pp.79-93.
- STAFFA 2001b** Staffa A.R., *Abruzzo: strutture portuali e assetto del litorale fra antichità ed altomedioevo*, in C. ZACCARIA (a cura di), *Strutture portuali e rotte marittime nell'Adriatico di età romana*, Atti della XXIX Settimana di Studi Aquileiesi (Aquileia, 20-23 maggio 1998),

**Dott.ssa Maria Di Iorio**

C.so Marrucino n.154 – 66100 Chieti (CH)

Tel. 0871.071960 – fax 0871.071990

[maria.diiorio.raimondi@gmail.com](mailto:maria.diiorio.raimondi@gmail.com)

## RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA

Trieste-Roma, pp.343-413.

### STAFFA 2002

Staffa A.R., *L'Abruzzo costiero. Viabilità, insediamenti, strutture portuali ed assetto del territorio fra Tarda Antichità ed Alto Medioevo*, Lanciano.

### STAFFA 2004

Staffa A.R., *Carta Archeologica della Provincia di Pescara*, Mosciano S. Angelo.

### STAFFA 2006a

Staffa A.R., *Quindici anni di ricerche archeologiche a Pescara (1990-2005): un bilancio*, in R. FRANCOVICH, M. VALENTI (a cura di), *Atti del IV Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (Abbazia di San Galgano, 26-30 settembre 2006)*, Firenze, pp.157-167.

### STAFFA 2006b

Staffa A.R., *I centri urbani dell'Abruzzo adriatico tra tarda antichità e altomedioevo*, in A. AUGENTI (a cura di), *Le città italiane tra la tarda antichità e l'alto medioevo*, *Atti del Convegno (Ravenna, 26-28 febbraio 2006)*, Firenze, pp.345-476.

### STAFFA 2007

Staffa A.R., *Il porto romano ed altomedievale di Pescara*, in G. UGGERI (a cura di), *I porti del Mediterraneo in età classica*, *Atti del V Congresso di Topografia Antica (Roma, 5-6 ottobre 2004)*, Galatina, pp.7-58.

### STAFFA 2010

Staffa A.R., *L'assetto abitativo fra età del ferro ed epoca vestina alla foce del Pescara*, in L. FRANCHI DELL'ORTO (a cura di), *Pinna Vestinorum e il popolo dei Vestini*, Sambuceto (Ch), pp. 33-35.

### STAFFA 2012a

Staffa A.R., *Centri urbani dell'Abruzzo adriatico: origini del popolamento*, in G. DE MARINIS ET AL. (a cura di), *I processi formativi ed evolutivi della città in area adriatica*, *Atti del Convegno (Macerata 2009)*, Oxford, pp.197-280.

### STAFFA 2012b

Staffa A.R., *Provincia di Pescara: mosaici da Pescara e Manoppello*, in *Atti del XVII Colloquio AISCOM, Teramo*, pp.41-58.

### STAFFA ET AL. 1993

Staffa A.R., Natalucci P., Pellegrini W., *Pescara antica: il recupero di S. Gerusalemme*, S. Atto di Teramo.



**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Titolo tavola

# PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI FONDALI OGGETTO DI DRAGAGGIO

Supporto alla progettazione:



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Il tecnico

Ing. Emanuela FATTORI

Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilità\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Soggetto attuatore



AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

Il Gruppo di lavoro

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Tavola

# MP.I-203

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

Nome file

00\_Testatine\_Preliminare Porto Pescara.dwg

# 1. SOMMARIO

---

1. <b>SOMMARIO</b>	<b>1</b>
2. <b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
3. <b>DEFINIZIONE DEL “TIPO” DI AREA</b>	<b>3</b>
4. <b>AREE UNITARIE DI CAMPIONAMENTO</b>	<b>4</b>
4.1. <b>MODALITÀ DI PRELIEVO E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI</b>	<b>5</b>
4.1.1. <i>Campionamento</i>	<i>5</i>
4.1.2. <i>Preparazione e conservazione del campione</i>	<i>6</i>
4.2. <b>CARATTERIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE ECOTOSSICOLOGICA DEI CAMPIONI</b>	<b>7</b>
4.2.1. <i>Saggi biologici</i>	<i>7</i>
4.2.2. <i>Classificazione ecotossicologica</i>	<i>8</i>
4.2.3. <i>Caratterizzazione e classificazione chimica</i>	<i>8</i>
4.2.4. <i>Classificazione chimica dei materiali</i>	<i>8</i>
4.2.5. <i>Caratterizzazione fisica</i>	<i>9</i>
5. <b>CLASSIFICAZIONE DI QUALITÀ DEI MATERIALI DI ESCAVO</b>	<b>11</b>
6. <b>OPZIONI DI GESTIONE</b>	<b>12</b>
7. <b>RESTITUZIONE DEI RISULTATI</b>	<b>13</b>

## 2. PREMESSA

Il presente documento costituisce il “Piano della caratterizzazione ambientale” dei fondali oggetto di dragaggio da effettuare nell’ambito dell’intervento Masterplan Abruzzo – Patto per il Sud denominato “Deviazione del Porto canale di Pescara” (PSRA/07), redatto secondo le disposizioni dell’Allegato Tecnico di cui al D.M. n. 173 del 15 luglio 2016 recante “Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l’autorizzazione all’immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini”.

L’Allegato Tecnico, avente ad oggetto “Decreto attuativo dell’art. 109, comma 2 lettera a), D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.” detta le procedure da seguire per la caratterizzazione, classificazione e gestione dei materiali di escavo.

L’entità delle indagini ambientali richieste segue un criterio di semplificazione graduale in relazione al livello di inquinamento presunto, come illustrato nello schema sintetico in Fig. 1.

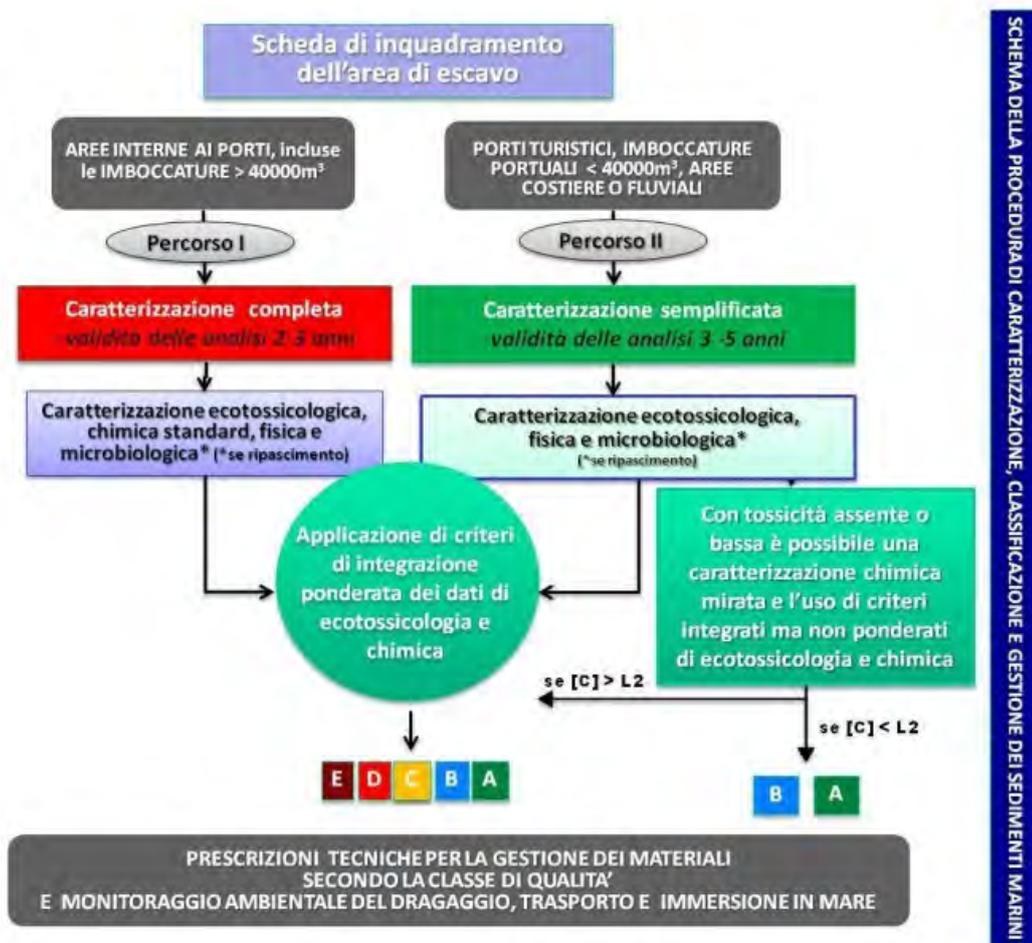


Figura 1 - Quadro generale per la caratterizzazione, classificazione e gestione dei materiali

### **3. DEFINIZIONE DEL “TIPO” DI AREA**

---

In base all'ubicazione e alla tipologia dell'area di escavo e in considerazione del fatto che si tratta di un'area interna al porto commerciale, di servizio passeggeri, pescherecci, sarà seguito il “Percorso I” di indagine che prevede una caratterizzazione completa.

## 4. AREE UNITARIE DI CAMPIONAMENTO

La pianificazione della caratterizzazione rappresentativa dell'intera superficie e del volume di materiale da sottoporre a movimentazione è stata realizzata secondo quanto disposto dall'Allegato tecnico, che per le aree sottoposte a "Percorso I", prevede aree unitarie di campionamento di tre tipologie, da posizionare:

- a ridosso dei manufatti interni al porto (Tipologia 1), quali ad esempio pontili, darsene e banchine in cui, all'area da sottoporre a escavo deve essere sovrapposta una griglia a maglia quadrata di lato pari a 50 m;
- nelle zone centrali del porto (Tipologia 2), zone interne a distanze dai manufatti superiori a 50 m in cui, all'area da sottoporre a dragaggio deve essere sovrapposta una griglia a maglia quadrata di lato pari a 100 m. Detta griglia deve essere posizionata in contiguità con le eventuali aree unitarie di tipo «1» e «3»;
- presso le zone all'ingresso del porto (Tipologia 3), nell'ambito delle imboccature portuali, delle zone esterne al porto a esso adiacenti, lungo le dighe di protezione esterna e le barriere frangiflutto in cui, all'area da sottoporre a dragaggio deve essere sovrapposta una griglia a maglia quadrata di lato pari a 200 m. Detta griglia deve essere posizionata in contiguità con le griglie di aree unitarie «1» e «2» ove presenti.

Alla luce di quanto sopra e in considerazione delle previste operazioni di dragaggio fino al raggiungimento delle quote di progetto, si prevedono aree unitarie di campionamento come di seguito specificate:

- maglia 50 x 50 m - a ridosso della diga foranea;
- maglia 100 x 100 m - nella zone distaccata dalla diga foranea;
- maglia 200 x 200 m - nella zona esterna alla diga foranea per il completamento del pennello di foce;

Le aree di campionamento sopra elencate sono rappresentate nell'elaborato – Tavola MP.I-309 – “*Planimetria del Piano di Caratterizzazione*” di cui al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (allegato al presente documento).

All'interno di ciascuna area unitaria il punto di campionamento è individuato nel centro della stessa ed è rappresentativo dell'intera area.

Nella seguente Tabella 1 sono indicati per ogni area unitaria, la profondità del fondo e la massima profondità di escavo, con stima dello spessore di escavo.

Denominazione punto di campionamento	Coordinata N	Coordinata E	Profondità fondale in m da l.m.m.	Profondità escavo in m da l.m.m.	spessore di escavo in m
P1	N 4702733.5	E 2456694.2	- 9,1	- 10,80	1,70
P2	N 4702613.8	E 2456616.5	- 1,75	- 7,00	5,25
P3	N 4702540.8	E 2456586.1	- 2,30	- 7,00	4,70

Tabella 1 - Tabella riepilogativa dei punti di campionamento con le profondità e gli spessori di escavo

## 4.1. Modalità di prelievo e conservazione dei campioni

### 4.1.1. Campionamento

Per le attività di campionamento, sarà utilizzata la tecnica di carotaggio continuo, in modo da evitare rimescolamenti o diluizioni della matrice solida del sedimento.

Le carote di sedimento saranno decorticate della parte più esterna a contatto con le pareti interne del carotiere, per evitare la contaminazione da trascinamento e fenomeni di cross-contamination.

Le attrezzature utilizzate per il carotaggio, saranno accuratamente pulite prima del loro reimpiego.

In considerazione dei diversi spessori di escavo (Tab. 1), per ciascuna verticale di sondaggio saranno individuate sezioni di 50 cm, 100 cm o 200 cm, o sezioni residue di almeno 20 cm rappresentative del livello più profondo, secondo le seguenti modalità:

- le carote fino a 1 m di altezza saranno suddivise in due sezioni, di cui la prima di 50 cm a partire dalla sommità;
- per carote con altezza superiore a 1 metro e fino a 2 m, oltre alle 2 sezioni di cui al punto precedente, sarà individuata una sezione rappresentativa del metro successivo al primo;
- per carote con altezza superiore ai 2 m, oltre alle 3 sezioni di cui ai punti precedenti, deve essere individuata una sezione rappresentativa di ogni successivo intervallo di 2 m;

I campionamenti previsti per ogni verticale di sondaggio sono indicati nella seguente Tabella 2.

Punto di campionamento	Lunghezza carota in m	Denominazione Campione	Profondità di campionamento riferite al l.m.m.
P1	1,70	C 01	-9,10 ÷ -9,60
		C 02	-9,60 ÷ -10,10
		C 03	-10,10 ÷ -10,80
P2	5,25	C 04	-1,75 ÷ -2,25
		C 05	-2,25 ÷ -2,75
		C 06	-2,75 ÷ -3,75
		C 07	-3,75 ÷ -5,75
		C 08	-5,75 ÷ -7,00
P3	4,70	C 09	-2,30 ÷ -2,80
		C 10	-2,80 ÷ -3,30
		C 11	-3,30 ÷ -4,30
		C 12	-4,30 ÷ -6,30
		C 13	-6,30 ÷ -7,30

Tabella 2 - Tabella riepilogativa dei campioni previsti sulla base delle profondità da indagare

#### 4.1.2. Preparazione e conservazione del campione

Da ciascuna sezione sarà prelevata una aliquota di sedimento in modo tale da garantire la massima rappresentatività del campione.

Il campione prelevato sarà omogeneizzato e suddiviso nelle aliquote previste per le diverse analisi.

La quantità di materiale prelevato per ciascun campione sarà sufficiente a garantire tutte le analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche, compresa l'aliquota di riserva da conservare per eventuali approfondimenti e/o verifiche.

Dal campione, saranno rimosse le componenti di origine antropica (frammenti di plastica, vetro, metallo, ecc) e naturale (ciottoli, organismi del macrobenthos) di dimensioni superiori a 5 mm.

Per ogni campione prelevato sarà redatta apposita "scheda di campionamento", nella quale saranno annotate tutte le informazioni riguardanti la stazione di prelievo e i parametri di identificazione del campione: data, luogo, note meteo marine, coordinate geografiche, profondità, operatore, sezione, descrizione macroscopica del campione come: caratteristiche fisiche, colore, odore, grado di idratazione, presenza di resti vegetali o frammenti conchigliari, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali, numero di aliquote per le differenti indagini, eventuali note sull'ambiente circostante con riferimento alla presenza di fonti inquinanti.

La quantità di materiale prelevato per ogni campione sarà tale da poter essere suddiviso nelle aliquote sottoindicate che saranno utilizzate per l'esecuzione delle analisi fisiche, chimiche ed ecotossicologiche ed una conservata a temperatura di -20° C per le eventuali controanalisi e verifiche.

Parametro	Contenitore	Trasporto	Conservazione	Quantità	n. aliquote per analisi	n. aliquote per conservazione
		°C	°C	g		
Granulometria	plastica o vetro	4/6	4/6	500	1	1
Chimica organica e TOC	vetro	4/6	-20	1000	1	1
Metalli inorganici	Polietilene o vetro	4/6	-20	1000	1	1
Ecotossicologia	Polietilene o vetro	4/6	4/6	500	1	1

Tabella 3 - Tabella riepilogativa del numero di aliquote dei campioni necessari per le analisi, condizioni di stato per il trasporto e conservazione e quantità

## 4.2. Caratterizzazione e classificazione ecotossicologica dei campioni

### 4.2.1. Saggi biologici

I saggi biologici saranno eseguiti su tutti i campioni destinati alle analisi e i risultati saranno riportati su rapporti di prova rilasciati dal laboratorio di analisi indicando i parametri richiesti nell'Appendice 2A dell'Allegato tecnico e con le seguenti procedure:

- il sedimento intero o la frazione solida del sedimento sarà saggiata a fresco (non congelata, non essiccata né liofilizzata) prima possibile e comunque non oltre 15 giorni di conservazione a 4 – 6 °C al buio;
- la frazione liquida (acqua interstiziale o elutriato 1:4 p/v) sarà preparata entro 10 giorni dal sedimento tal quale conservato a 4°C al buio e, se non saggiata entro le 24 h dalla preparazione, conservata a -20°C fino al momento dell'analisi;
- i contenitori con la matrice di prova non presenteranno spazio d'aria.

Per la batteria composta da 3 organismi appartenenti a gruppi tassonomici ben distinti, è stata selezionata una combinazione rappresentata da Batteri-Alghe-Molluschi Bivalvi (che sarà la stessa per la totalità dei campioni analizzati) di quelli presenti nella Tabella 2.3 dell'Allegato tecnico, come di seguito specificati:

1. saggio sulla fase solida. Bioluminescenza con *Vibrio fischeri* su sedimento privato dell'acqua interstiziale;
2. saggio su fase liquida. Inibizione di crescita algale con *Pheodactylum tricornutum* su elutriato;
3. saggio con effetti cronici/sub-letali/a lungo termine e di comprovata sensibilità su *Mytilus galloprovincialis* su elutriato.

Le metodologie di analisi sono indicate nella seguente Tabella 4.

TEST DI ECOTOSSICITÀ	METODO DI PROVA
Test con batteri <i>Vibrio fischeri</i> su sedimento tal quale (SPI)	UNI EN ISO 11348-3:2009
Test di tossicità acuta con <i>Pheodactylum tricornutum</i>	UNI EN ISO 10253:2006
Test di tossicità sub cronica con <i>Mytilus galloprovincialis</i>	MPI PE 37 rev 0 2012

Tabella 4 - Tabella riepilogativa delle analisi ecotossicologiche da eseguire con indicazione del metodo di prova

I risultati dei saggi, inclusi i dati relativi ai controlli positivi (risultanti nei rapporti di prova), in forma riepilogativa tabellare, saranno riportati e discussi nella Relazione tecnica.

#### 4.2.2. Classificazione ecotossicologica

Completata la fase di analisi e sulla base delle risultanze ottenute si procederà con la classificazione ecotossicologica di ciascun campione di sedimento basata sull'utilizzo dei criteri di integrazione ponderata di cui all'Appendice 2B dell'Allegato tecnico.

Nel caso in cui la stragrande maggioranza dei campioni risulti particolarmente tossica o del tutto priva di tossicità, si potrà semplificare la procedura di classificazione avvalendosi del criterio tabellare di cui al paragrafo 2.3.2 dell'Allegato Tecnico.

#### 4.2.3. Caratterizzazione e classificazione chimica

In considerazione del percorso da seguire, sarà effettuata per la totalità dei campioni una caratterizzazione chimica di tipo standard di cui alla Tab. 2.4 dell'Allegato Tecnico, di cui si riporta il riepilogo degli analiti e la relativa metodologia di prova nella successiva Tabella 5.

ANALISI CHIMICHE	METODO DI PROVA
TOC	UNI EN 13137 2002
Metalli (Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cromo, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco) + Fosforo	EPA 6010 C 2007
Mercurio	EPA 7471 B 2007
Idrocarburi pesanti C>12	EPA 8015 C 2007
Idrocarburi Policiclici Aromatici (*) IPA totali [Fluorantene, Naftalene, Antracene, Fluorene, Acenafilene, Acenaftene, Fenantrene, Pirene, Crisene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo (g, h, i) perilene, Benzo(a)antracene, Indeno (1,2,3 - cd) pirene, Dibenzo (a, h) antracene	EPA 8270 D 2007
Policlorobifenili (*) PCB totali [PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180]	ISO 103 82: 2002
Pesticidi Organoclorurati (*) Aldrin, Dieldrin, Endrin, alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH, delta HCH, DDD o-p, DDD p-p, DDE op, DDE p-p, DDT o-p, DDT p-p, HCB, pentaclorobenzene, cisclordano, trans-clordano, metossicloro, sommatoria isomeri DDD DDE DDT	ISO 103 82: 2002
Composti Organostannici Tributilstagno (TBT)	MPI PE 49 rev 0 2015

Tabella 5: Tabella riepilogativa delle analisi chimiche da eseguire con indicazione del metodo di prova

Pag.

8

#### 4.2.4. Classificazione chimica dei materiali

La classificazione chimica dei materiali sarà basata sul confronto con le concentrazioni rilevate nei campioni analizzate e i limiti di cui alla Tabella 2.5 dell'Allegato Tecnico (che si riporta per completezza nel presente documento), per definirne il livello chimico di riferimento.

PARAMETRO	L1	L2
<b>Elementi in tracce</b>	<b>[mg kg<sup>-1</sup>] p.s.</b>	
Arsenico	12	20
Cadmio	0,3	0,80
Cromo	50	150
Cr VI	2	2
Rame	40	52
Mercurio	0,3	0,80
Nichel	30	75
Piombo	30	70
Zinco	100	150
<b>Contaminanti organici</b>	<b>[mg kg<sup>-1</sup>] p.s.</b>	
Composti organostannici	5 <sup>(1)</sup>	72 <sup>(2)</sup>
Σ PCB <sup>(3)</sup>	8	60
Σ DDD <sup>(4)</sup>	0,8	7,8
Σ DDE <sup>(4)</sup>	1,8	3,7
Σ DDT <sup>(4)</sup>	1,0	4,8
Clordano	2,3	4,8
Aldrin	0,2	10 <sup>7</sup>
Dieldrin	0,7	4,3
Endrin	2,7	10
α-HCH	0,2	10 <sup>7</sup>
β-HCH	0,2	10 <sup>7</sup>
γ-HCH (Lindano)	0,2	1,0
Eptacloro epossido	0,6	2,7
HCB	0,4	50 <sup>7</sup>
Idrocarburi C>12	-	50000
Σ IPA(16) <sup>(5)</sup>	900	4000
Antracene	24	245
Benzo[a]antracene	75	500
Benzo[a]pirene	30	100
Benzo[b]fluorantene	40	500 <sup>7</sup>
Benzo[k]fluorantene	20	500 <sup>7</sup>
Benzo[g,h,i]perilene	55	100 <sup>7</sup>
Crisene	108	846
Indenopirene	70	100 <sup>7</sup>
Fenantrene	87	544
Fluorene	21	144
Fluorantene	110	1494
Naftalene	35	391
Pirene	153	1398
Σ T.E. PCDD, PCDF <sup>(6)</sup> (Diossine e Furani) e PCB diossina simili	2 x 10 <sup>-3</sup>	1 X 10 <sup>-2*</sup>
<p>Note</p> <p>(1) riferito al solo TBT</p> <p>(2) riferito alla sommatoria di MBT, DBT, TBT;</p> <p>(3) come sommatoria dei seguenti congeneri: 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180;</p> <p>(4) come sommatoria degli isomeri 2,4 e 4,4;</p> <p>(5) come sommatoria dei 16 IPA di maggior rilevanza ambientale indicati dall'USEPA (Acenafilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo (g, h, i) perilene, Acenafene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo (a, h) antracene, Crisene, Indeno (1,2,3, c-d) pirene;</p> <p>(6) L'Elenco dei congeneri e relativi Fattori di Tossicità Equivalenti (EPA, 1989) e l'elenco congeneri PCB Diossina simili (WHO, 2005) e quello riportato alle note della tabella 3/A di cui al D. Lgs.172/2015;</p> <p>(7) Concentrazione valida solo per attività di ripascimento emerso;</p> <p>* relativa alla sommatoria di PCDD e PCDF</p>		

#### 4.2.5. Caratterizzazione fisica

La descrizione delle caratteristiche fisiche dei campioni sarà basata sui seguenti parametri con relativi metodi di prova come riepilogato in Tabella 6.

La descrizione macroscopica sarà riportata nella “scheda di campo”, insieme ai dati di

campo ritenuti più significativi.

Nella Relazione tecnica saranno riportate le principali classi granulometriche per ciascun campione analizzato, ovvero:

- ghiaia ( $> 2$  mm);
- sabbia ( $2 \text{ mm} < x < 0,063$  mm);
- pelite (silt:  $0,063 \text{ mm} < x < 0,004$  mm + argilla:  $< 0,004$  mm).

PARAMETRI FISICI	METODO DI PROVA
Residuo secco a 105°C	ISO 11465:1993/corr 1994
Descrizione macroscopica (colore, odore, stato fisico)	Acquisizione diretta
Granulometria (Ghiaia, sabbia, pelite)	UNI CEN ISO /TS 17892 - 4:2005

Tabella 6 - Tabella riepilogativa delle analisi fisiche da eseguire con indicazione del metodo di prova

## 5. CLASSIFICAZIONE DI QUALITÀ DEI MATERIALI DI ESCAVO

Qualora per le analisi ecotossicologiche e chimiche siano stati applicati i criteri di integrazione ponderata di cui alle Appendici 2B e 2C dell'Allegato Tecnico, si deve procedere con la loro integrazione, al fine di determinare la classe di qualità dei sedimenti.

### Classificazione ponderata

L'attribuzione della Classe di Qualità dei materiali scaturisce dalla integrazione della classificazione chimica ed ecotossicologica ottenute attraverso l'applicazione dei criteri di integrazione ponderata di cui alle Appendici 2B e 2C.

In particolare, la classificazione ecotossicologica è basata su un giudizio di pericolo ecotossicologico (da Assente a Molto alto) elaborato dalla integrazione ponderata dei risultati di tutte le componenti dell'intera batteria di saggi biologici.

La classificazione chimica (Tab. 7) è basata sull'elaborazione di un indice Hazard Quotient chimico (HQ<sub>C</sub>) che considera la tipologia e il numero dei parametri non conformi, nonché l'entità di tali superamenti e sulla sua successiva attribuzione in una classe di pericolo (da assente a Molto alto).

Classe di pericolo ecotossicologico elaborato per l'intera batteria (HQ <sub>Batteria</sub> )	Classificazione chimica	Classe di Qualità del materiale
Assente	HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Trascurabile	A
	Basso ≤ HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Medio	B
	HQ <sub>C</sub> (L2) = Alto	C
	HQ <sub>C</sub> (L2) > Alto	D
Basso	HQ <sub>C</sub> (L1) ≤ Basso	A
	HQ <sub>C</sub> (L1) ≥ Medio e HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Basso	B
	Medio ≤ HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Alto	C
	HQ <sub>C</sub> (L2) > Alto	D
Medio	HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Basso	C
	HQ <sub>C</sub> (L2) ≥ Medio	D
≥ Alto	HQ <sub>C</sub> (L2) ≤ Basso	D
	HQ <sub>C</sub> (L2) ≥ Medio	E

Tabella 7 - Classificazione della qualità dei sedimenti secondo i criteri di integrazione ponderata HQ<sub>C</sub>: Hazard Quotient (Chimico)

Pag.

11

## 6. OPZIONI DI GESTIONE

Le opzioni di gestione, che saranno identificate in funzione della classe di qualità dei materiali determinata secondo quanto riportato nelle Tabelle 7 e 8, sono rappresentate nella successiva Figura 2.

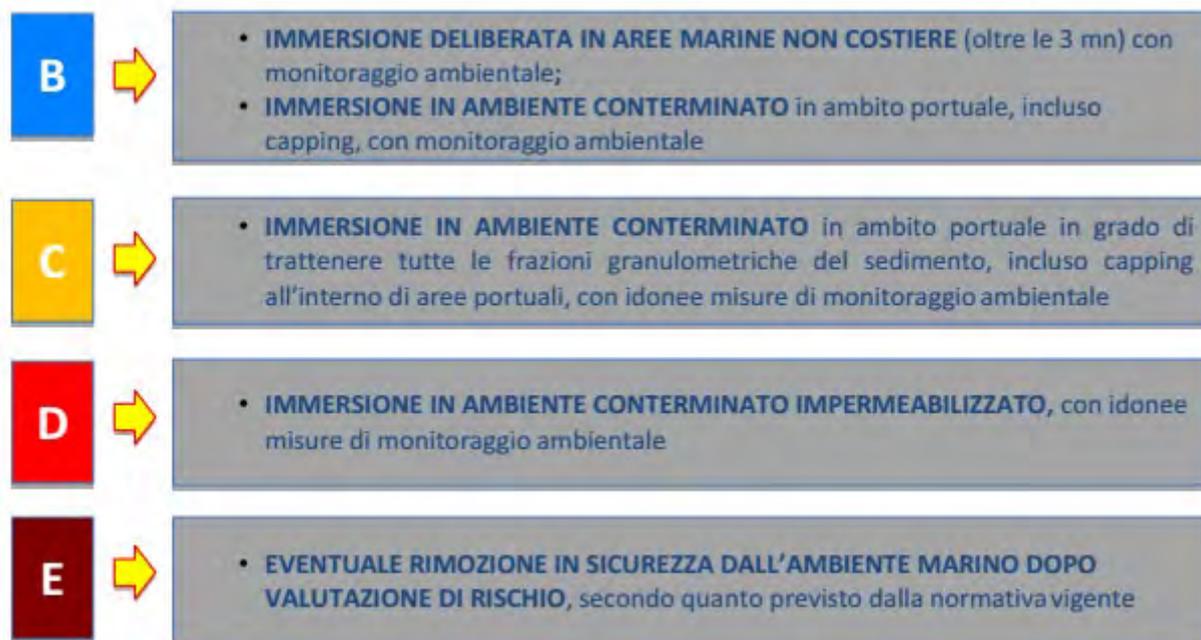


Figura 2 - Opzioni di gestione compatibili con la classificazione di qualità dei materiali da dragare

## 7. RESTITUZIONE DEI RISULTATI

Al termine delle operazioni di indagine, tutti i dati relativi al campionamento, alla caratterizzazione, alle prestazioni analitiche (QA/QC), alla classificazione effettuata secondo quanto indicato al paragrafo 2.7 dell'Allegato Tecnico e alle opzioni di gestione proposte saranno riportate in una relazione tecnica contenente i seguenti allegati:

- la Scheda di inquadramento dell'area di escavo di cui al Capitolo 1 dell'Allegato tecnico;
- le "Schede di campo" (secondo il modello redatto da ISPRA);
- i rapporti di prova.
- 

La classificazione delle singole aree unitarie saranno rappresentate (per livelli) su carta rispetto alla batimetria, a partire dalla quota di dragaggio e fino alla quota l.m.m. del fondale al momento del campionamento, come schematizzato nella Figura 3.

Sigla carota	P1	P2	P3	P4	P5
Profondità (cm)	CLASSE	CLASSE	CLASSE	CLASSE	CLASSE
Livello medio mare					
Superficie del fondale					
300-400	C B	C C	D C		
400-500	B	B	C	D D	E C
500-600	A	A	B	B	C
600-700	A	A	A	A	A
700-800	A	A	A	A	A
800-900	A	A	A	A	A
Profondità di dragaggio (- 9 m)					

Figura 3 - esempio di restituzione di sezione longitudinale del volume di sedimento da dragare



**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Soggetto attuatore

**ARAP**

AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

Il Gruppo di lavoro

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Titolo tavola

# STUDIO METEOMARINO

Supporto alla progettazione:



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Studio specialistico Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO



Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilità\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Tavola

**MP.I-204**

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

Nome file

00\_Testatine\_Preliminare Porto Pescara.dwg



**INTERVENTO MASTERPLAN ABRUZZO**  
**“DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA” (PSRA/07)**  
**STUDIO METEOMARINO**

**Roma, giugno 2017**  
**Rev 1, dicembre 2017**

**Prof. Ing. Paolo De Girolamo**



## Indice

<b>Capitolo 1</b>	<b>Premesse, obiettivi, dati di base, metodologia .....</b>	<b>3</b>
1.1	Premesse.....	3
1.2	Obiettivi.....	3
1.3	Dati di base e metodologia.....	4
<b>Capitolo 2</b>	<b>Inquadramento geografico .....</b>	<b>7</b>
2.1	Fetch geografico ed efficace.....	7
<b>Capitolo 3</b>	<b>Regime dei venti .....</b>	<b>12</b>
3.1	Regime dei venti al largo di Pescara sulla base dei dati MeteOcean DICCA.....	12
<b>Capitolo 4</b>	<b>Definizione del clima di moto ondoso al largo di Pescara .....</b>	<b>16</b>
4.1	Dati di moto ondoso in analisi forniti da MeteOcen DICCA.....	16
4.2	Distribuzione degli eventi di moto ondoso per classi di altezza d'onda e direzione di provenienza.....	17
4.3	Curva di durata.....	23
4.4	Distribuzione degli eventi in relazione al periodo .....	23
4.5	Dati di moto ondoso provenienti dall'ondametro di Ortona .....	26
<b>Capitolo 5</b>	<b>Analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso al largo .....</b>	<b>31</b>
5.1	Preparazione del campione .....	32
5.2	Individuazione del modello probabilistico per i dati selezionati .....	34
5.3	Statistica dei valori estremi .....	35
<b>Capitolo 6</b>	<b>Clima di moto ondoso sottocosta .....</b>	<b>42</b>
6.1	Griglia di calcolo .....	43
6.2	Condizioni al contorno e ipotesi di calcolo .....	43
6.3	Propagazione nel punto sottocosta P1 .....	44
6.4	Distribuzione degli eventi di moto ondoso propagati per classi di altezza d'onda e direzione di provenienza.....	46
<b>Capitolo 7</b>	<b>Analisi delle variazioni del livello del mare.....</b>	<b>48</b>
7.1	Premessa e metodologia seguita .....	48
7.2	Serie storica dei livelli misurata dalla stazione RMN di Ortona .....	48
7.3	Analisi armonica.....	49
7.4	Analisi del residuo (componente meteorologica) .....	50
7.5	Analisi del sovrizzo associato al moto ondoso frangente.....	51
7.6	Variazioni del livello del mare connesse a fenomeni di eustatismo .....	52
7.7	Confronto con le misure del mareografo di Pescara.....	53
<b>Capitolo 8</b>	<b>Propagazione sottocosta degli stati di mare estremi .....</b>	<b>54</b>
8.1	Introduzione .....	54
8.2	Definizione dei domini di calcolo .....	54
8.3	Stati di mare estremi .....	55
8.4	Condizioni al contorno .....	57
8.5	Condizioni di calcolo.....	58
8.6	Uscite del modello .....	60
8.7	Risultati.....	60

# Capitolo 1

## Premesse, obiettivi, dati di base, metodologia

### 1.1 Premesse

Con riferimento all'Intervento Masterplan Abruzzo "Deviazione del porto canale di Pescara" l'Azienda Regionale Attività Produttive (ARAP) della Regione Abruzzo, con lettera di trasmissione prot. n. 1030 del 3/4/2017, ha dato incarico al Prof. Ing. Paolo De Girolamo di redigere una serie di analisi e studi - definiti in dettaglio nell'offerta del professionista del 27/03/2017 protocollata dall'ARAP al n. 932 - a supporto delle attività di progettazione inerenti le opere necessarie per la deviazione del tratto terminale del fiume Pescara, secondo quanto previsto dal nuovo Piano Regolatore del Porto di Pescara (PRP 2008) approvato dalla Giunta Regionale in data 25/10/2016. La presente relazione costituisce lo "Studio Meteomarino" redatto a supporto delle attività di progettazione.

Si evidenzia che lo studio meteomarino eseguito in questa sede deve essere considerato un aggiornamento rispetto a quello redatto circa dieci anni fa sempre dallo scrivente a supporto del PRP 2008. L'aggiornamento ha riguardato sia i dati all'ora esaminati estendendone e aggiornandone le serie storiche, sia nel prendere in esame delle nuove fonti di dati meteomarini non disponibili all'epoca della redazione del PRP.

### 1.2 Obiettivi

Coerentemente alle specifiche di incarico e alle necessità delle attività di progettazione, gli obiettivi del presente studio sono i seguenti: (i) definire le caratteristiche del moto ondoso a largo sulla base delle quali (ii) definire le caratteristiche del moto ondoso in corrispondenza delle opere tenendo conto dei fenomeni fisici dominanti che intervengono nella propagazione delle onde da largo a riva. Le caratteristiche del moto ondoso in prossimità delle opere sono state definite tenendo conto delle variazioni del livello del mare indotte sia dalla marea astronomica che da quella meteorologica. Inoltre per propagare le onde da largo a riva si è tenuto conto anche della rigenerazione del moto ondoso a causa del vento e pertanto è stata preliminarmente eseguita una analisi anemologica del paraggio.

In particolare lo studio è stato articolato nelle seguenti attività:

- inquadramento geografico del paraggio e definizione del settore di traversia che lo contraddistingue. Determinazione dell'area di generazione efficace per il moto ondoso.
- analisi dei venti e le loro principali caratteristiche in termini di direzione e intensità;
- definizione delle caratteristiche del moto ondoso, al largo e in prossimità del sito in esame per mezzo di idonea modellistica numerica, in modo da valutare il regime di moto ondoso che contraddistingue il paraggio;
- valutazione, su base statistica, della legge di distribuzione dei valori estremi di moto ondoso in modo da poter definire gli eventi di progetto associati a determinati tempi di ritorno;
- valutazione delle variazioni del livello marino;

- propagazione degli stati di mare di progetto da largo fino alle opere tenendo conto dei principali fenomeni fisici di interesse nella propagazione: rifrazione, shoaling, dispersione in frequenza e in direzione dell'energia, frangimento e rigenerazione del moto ondoso ad opera del vento.

La propagazione del moto ondoso nelle aree ridossate dalle opere marittime e all'interno del porto canale è stata eseguita utilizzando una modellistica numerica specifica che si è basata sui risultati del presente studio e che viene riportata nel documento dal titolo "Propagazione del moto ondoso nella zona di interesse".

### 1.3 Dati di base e metodologia

Per la definizione delle condizioni di moto ondoso al largo di Pescara sono state prese in esame le fonti di dati maggiormente attendibili e attualmente disponibili per il sito in esame, ovvero:

- la serie storica di dati di moto ondoso tri-orari registrati dalla boa ondometrica direzionale della RON (Rete Ondometrica Nazionale) di Ortona gestita dall'ISPRA che presenta una durata di circa 16 anni (dal 1989 al 2007).
- la serie storica oraria ricostruita in ri-analisi in un punto posto al largo di Pescara in prossimità della boa RON dal servizio MeteOcean del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (DICCA) dell'università di Genova che presenta una durata di circa 36 anni. I dati in ri-analisi sono stati ricostruiti con il modello di generazione e propagazione del moto ondoso WaveWatcht III utilizzando come forzante il vento ricostruito con un modello di circolazione atmosferica.

Ciascuna delle due serie storiche è stata analizzata separatamente. I risultati delle analisi sono stati messi a confronto al fine di definire quale delle due serie risultasse più affidabile per la progettazione delle opere in questione. Il confronto ha riguardato:

- il clima ondometrico del paraggio valutato per ciascuna serie storica sull'intera popolazione dei dati;
- i valori sincroni (triorari) di altezza d'onda significativa ( $H_s$ ) forniti dalle due serie storiche nel periodo di misura/ricostruzione comune;
- i valori asincroni di altezza d'onda significativa ( $H_s$ ) e di direzione di provenienza delle onde al culmine delle mareggiate nel periodo di misura/ricostruzione comune.

I risultati del confronto hanno mostrato che complessivamente i dati ricostruiti in ri-analisi dal DICCA risultano maggiormente cautelativi rispetto a quelli della RON sia in relazione ai valori medi che a quelli estremi di  $H_s$ . Tenendo inoltre conto della maggiore significatività statistica dei dati del DICCA rispetto a quelli della RON dovuta: (i) alla maggiore estensione temporale dei dati del DICCA rispetto a quelli della RON (36 anni di osservazione rispetto ai 16 anni della RON); (ii) al maggiore rendimento dei dati del DICCA rispetto a quelli della RON (99,7% del DICCA rispetto a circa il 79% della RON); (iii) alla migliore risoluzione temporale dei dati del DICCA rispetto a quelli della RON (risoluzione oraria dei dati del DICCA rispetto alla risoluzione tri-oraria dei dati della RON), si è deciso di utilizzare esclusivamente i dati del DICCA per l'esecuzione del presente studio e quindi per la progettazione delle opere.

A seguito del confronto sopra citato si è quindi proceduto alla valutazione della legge di distribuzione dei valori estremi di moto ondoso sulla base dell'analisi statistica delle altezze d'onda al colmo delle mareggiate estratte dalle serie storica MeteOcean DICCA, in funzione dei settori di traversia che caratterizzano il paraggio, applicando la metodologia proposta da Goda (1988).

Per la definizione delle caratteristiche dei venti al largo di Pescara sono stati analizzati i dati di vento in ri-analisi appartenenti alla serie storica (1979-2015) ricostruita da MeteOcean DICCA al largo di Pescara con cadenza oraria.

Le variazioni del livello del mare che contraddistinguono il paraggio di Pescara sono state determinate facendo riferimento alle misure mareografiche eseguite tra gennaio 1999 e gennaio 2017 dalla stazione della RMN (Rete Mareografica Nazionale) di Ortona gestita dall'ISPRA. L'analisi dei dati ha permesso di separare la componente di marea astronomica (deterministica) da quella meteorologica (stocastica) e di valutare pertanto le ampiezze massime e minime delle oscillazioni di marea (valori caratteristici di marea) e di determinare la correlazione statistica tra i livelli estremi e i relativi tempi di ritorno dovuti al sovrizzo meteorologico.

Per la propagazione del moto ondoso da largo a riva sono stati applicati due modelli distinti. Il primo (modello di inversa spettrale MEROPE) è stato applicato per propagare l'intera serie storica di moto ondoso definita a largo e costituita da più di 300.000 stati di mare in punto localizzato di fronte alla diga foranea del Porto di Pescara. Questa applicazione ha consentito di ricostruire in prossimità del porto l'intero clima ondometrico. Il secondo modello (modello spettrale diretto SWAN) è stato applicato per definire le caratteristiche del moto ondoso estreme (onde di progetto) per le opere foranee direttamente esposte al moto ondoso. SWAN consente di simulare i processi fisici che governano sia la generazione che la propagazione delle onde sottocosta.

L'applicazione del modello SWAN ha consentito di definire per un punto posto poco a largo delle opere in esame su un fondale di circa 10,0 m le caratteristiche del moto ondoso in relazione a 6 direzioni del moto ondoso incidente che coprono l'intero settore di traversia a largo e relative ai tempi di ritorno pari a 2, 10, 50 e 100 anni. Per ciascuna condizione di moto ondoso di progetto è stato inoltre definito il corrispondente livello del mare da prendere in esame per il progetto delle opere marittime.

Per quanto riguarda le batimetrie nell'area esterna al porto, queste sono state dedotte dalle Carte Nautiche dell'Istituto Idrografico della Marina Italiana (IIM) CN 34, CN35 e CN 211. Tali batimetrie sono state integrate nell'area prossima alle opere foranee con quelle rilevate dall'ARAP nel mese di maggio 2017.

In Tabella 1-1 sono elencate le diverse fonti utilizzate per lo svolgimento dello studio, per ognuna delle quali sono riportati il punto di acquisizione della serie di dati ed il periodo temporale di acquisizione.

Tabella 1-1. Fonti utilizzate per lo studio meteomarinario.

Rif.	Fonte dati	Descrizione	Posizione	Periodo
1	DICCA MeteOcean Re-Analysis 1979-2015 Point_001563	Dati di vento ricostruiti al largo di Pescara con il modello atmosferico WRF-ARW	14.6007 42.4200	1979 2015
2	DICCA MeteOcean Re-Analysis 1979-2015 Point_001563	Dati di moto ondoso ricostruiti al largo di Pescara con il modello di generazione e propagazione WAVEWATCH III	14.6007 42.4200	1979 2015
3	Boa RON di Ortona	Misure di moto ondoso al largo di Pescara eseguite con ondometro direzionale	14.53611 42.40694	1989 2007
4	Mareografo RMN di Ortona	Misure di livello idrometrico	42° 21' 21.24"N 14° 24'53.50"E	1999 2017

## Capitolo 2 Inquadramento geografico

Il Porto di Pescara è localizzato in corrispondenza della sbocca a mare del Fiume Pescara che sfocia nel Mar Adriatico (Figura 2-1). L'ambito costiero in esame ricade all'interno dell'estesa unità fisiografica che si estende per circa 210 km da Punta della Penna, in prossimità dell'abitato di Vasto, fino al promontorio del Conero a Sud di Ancona (vedi Progetto Coste del Portale Cartografico Italiano).



Figura 2-1. Inquadramento geografico del sito in esame [Fonte: De Agostini].

### 2.1 Fetch geografico ed efficace

Una prima valutazione delle condizioni di esposizione al moto ondoso del sito in esame può essere effettuata sulla base dei settori di traversia geografica, rappresentativi dell'estensione della superficie marina che può contribuire alla generazione del moto ondoso ("fetch").

Ponendosi al largo della costa in corrispondenza del punto di coordinate 42.40 °N 14.53 °E, ovvero in corrispondenza della localizzazione della boa ondometrica della RON gestita dall'ISPRA, posto circa 25 km a Sud Est del Porto di Pescara su fondali di circa 80 m, è stato individuato il settore di traversia geografica utilizzando un riferimento polare e tracciando i limiti della superficie marina per ogni settore di discretizzazione.

In corrispondenza del punto indicato, tra il 1989 e il 2006, sono state effettuate misure di moto ondoso registrate dall'ondametro RON di Ortona. Sempre in prossimità del punto indicato sono stati acquisiti i dati di vento e moto ondoso ricostruiti con il modello di generazione e propagazione del moto ondoso prodotti del gruppo MeteOcean del Dipartimento di Ingegneria Civile Chimica e Ambientale (DICCA) dell'Università di Genova.

In Figura 2-2 è rappresentato il fetch geografico che è stato tracciato per il punto in esame. Il paraggio risulta esposto al mare aperto per il settore di traversia compreso tra le direzioni 310°N e 120°N. Le lunghezze massime del fetch geografico si hanno per le direzioni che traggurano la costa veneta (310-340°N) e la costa albanese (100-110°N) con estensione di circa 400 km. Il settore che si affaccia sulle coste croate (10-80°N) è il più limitato, con lunghezze del fetch geografico nell'ordine di circa 200 km.

Il *fetch efficace* è la porzione di mare sulla quale si esplica “effettivamente” l'azione del vento ai fini della generazione del moto ondoso. Esso è funzione dei valori dei *fetch geografici* associati alle direzioni contigue a quella considerata; in questo modo i *fetch efficaci* tengono conto del fatto che alla generazione del moto ondoso oltre alla lunghezza della superficie marina individuata nella direzione media  $\phi_w$  lungo la quale spira mediamente il vento, contribuiscono anche le porzioni di mare dalle direzioni comprese in un settore di  $\pm\theta$  rispetto alla direzione media di azione del vento. Di conseguenza la lunghezza dei *fetch efficaci* risulta essere diversa da quella dei *fetch geografici* in quanto tengono conto, mediante una media pesata, anche delle lunghezze dei fetch geografici adiacenti alla direzione presa in esame. Il calcolo dei *fetch efficaci* può essere eseguito in base alla seguente relazione:

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

nella quale i simboli che compaiono rappresentano i seguenti parametri:

- $F_{e,w}$ : lunghezza del fetch efficace relativa alla direzione  $\phi_w$ ;
- $F_i$ : lunghezza del fetch geografico relativa alla direzione i-esima  $\phi_i$ ;
- $\phi_w$ : direzione media (riferita al nord geografico) di possibile provenienza del vento responsabile del fenomeno di generazione del moto ondoso lungo la traversia;
- $\phi_w - \theta \leq \phi_i \leq \phi_w + \theta$ : direzione i-esima (riferita al nord geografico) relativa ad un settore di  $2 \cdot \theta$  considerato nell'intorno della direzione  $\phi_w$ ;
- $\theta$  ampiezza del settore di possibile provenienza del moto ondoso (il metodo di Saville prevede un valore di  $\theta = \pm 45^\circ$  mentre quello di Seymour fa riferimento ad un valore di  $\theta = \pm 90^\circ$ );
- $n$  termine esponenziale definito in funzione della legge di distribuzione direzionale degli spettri di moto ondoso che caratterizzano il sito in esame (solitamente si assume  $n = 4$ ).

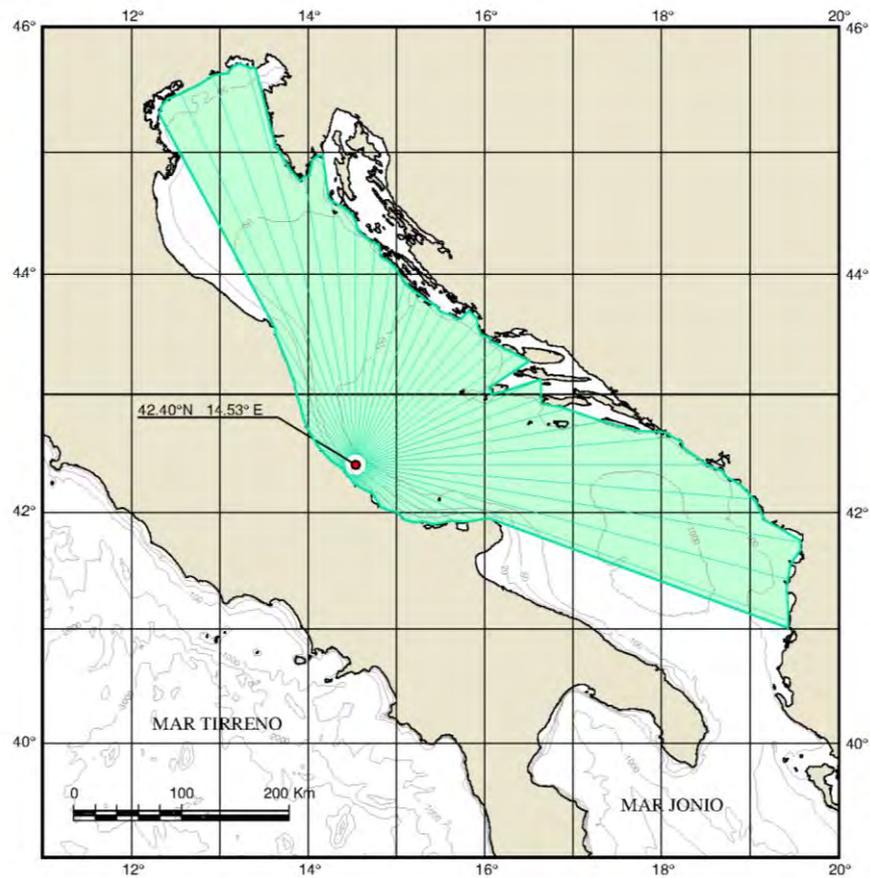


Figura 2-2. Fetch geografici al largo di Pescara nel punto di coordinate 42.24.4°N – 9.25°E.

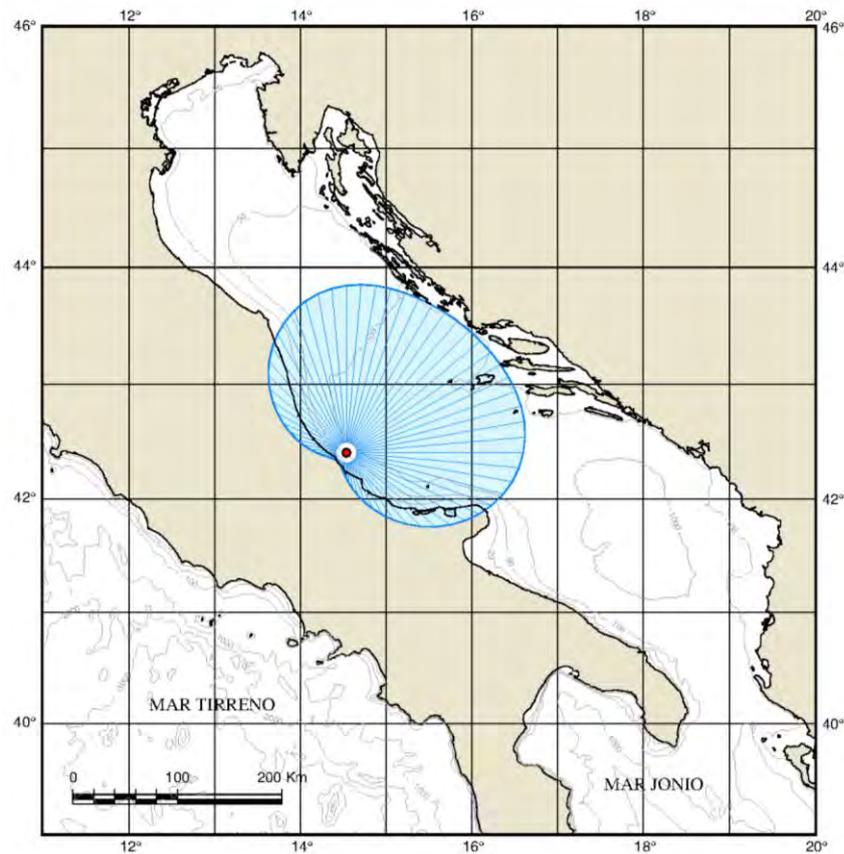


Figura 2-3. Fetch efficace al largo di Pescara nel punto di coordinate 42.24.4°N – 9.25°E.

L'equazione sopra riportata per il calcolo dei fetch efficaci deriva dalla teoria di ricostruzione indiretta del moto ondoso nota come metodo S.M.B. (Sverdrup, Munk e Bretshneider, 1947) e dai suoi successivi aggiornamenti (Saville 1954, Seymour 1977, Smith 1991). Il calcolo del fetch efficace è stato eseguito utilizzando l'applicazione ENIF<sup>1</sup>, che risolve la precedente equazione.

I risultati dell'elaborazione sono riportati graficamente nel diagramma polare di Figura 2-3 e numericamente nella Tabella 2-1 e nel grafico di Figura 2-4.

Il fetch efficace tra 320°N e 130°N presenta un'estensione compresa tra 110 e 160 km con un massimo di circa 170 km in direzione Est.

L'applicazione del modello numerico suddetto consente inoltre di definire la legge di deviazione tra la direzione media del vento e la direzione media del moto ondoso generato (Figura 2-4). La figura evidenzia che le massime deviazioni tra la direzione lungo la quale spirava il vento e la direzione lungo la quale si propagano le onde si verifica per venti che agiscono lungo direzioni parallele alla costa.

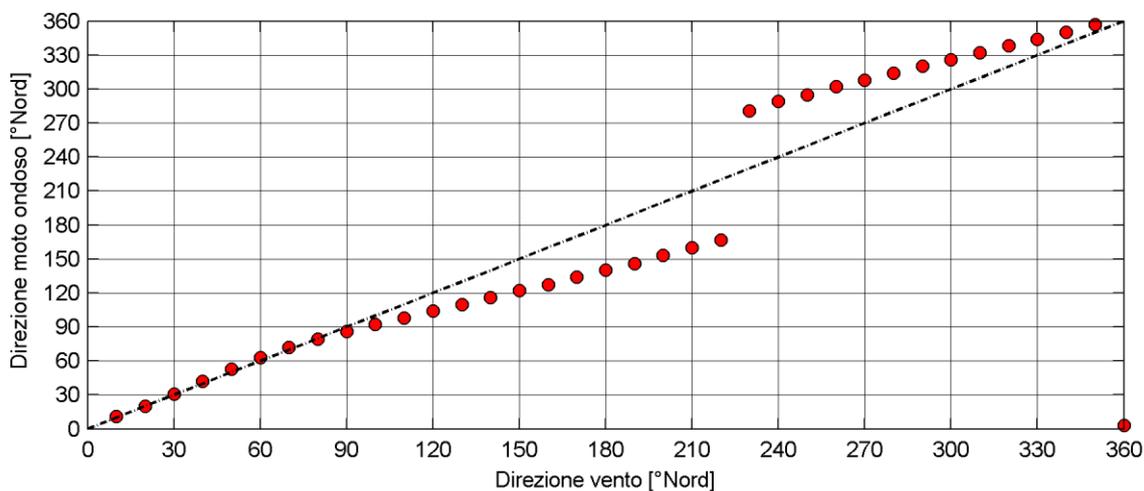
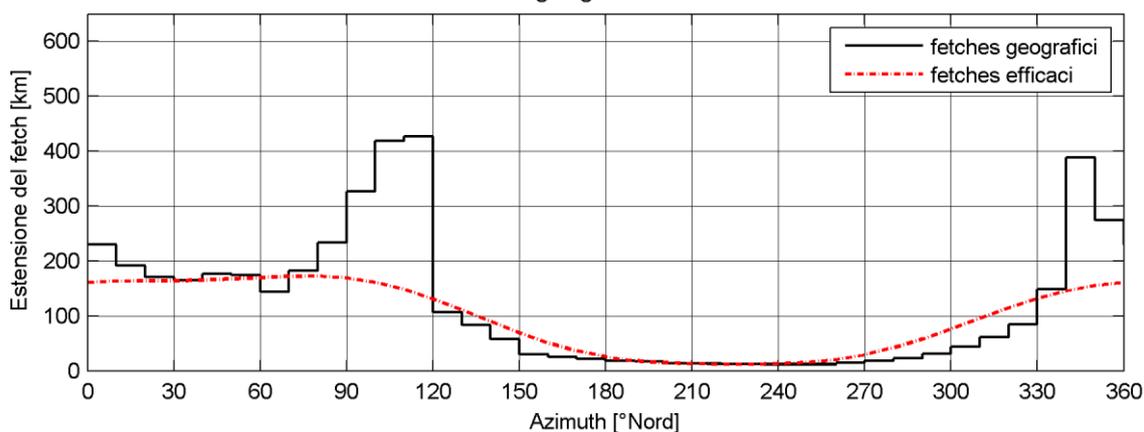
---

<sup>1</sup> Il software per ambiente windows ENIF per il calcolo automatico dei fetch efficaci è stato sviluppato e commercializzato dalla società MODIMAR s.r.l..

**Tabella 2-1. Fetch geografici, efficaci e deviazione direzione vento/mare nel punto al largo di Pescara di coordinate 42.24.4°N – 9.25°E.**

Direzione di provenienza	Fetch geografico	Fetch efficace	Deviazione vento/mare	Direzione di provenienza	Fetch geografico	Fetch efficace	Deviazione vento/mare
[°Nord]	[km]	[km]	[gradi]	[°Nord]	[km]	[km]	[gradi]
0	229.8	161.0	3.0	180	18.4	25.1	-40.0
10	191.4	163.3	1.0	190	16.4	18.4	-44.0
20	170.6	163.7	0.0	200	13.7	14.8	-47.0
30	164.5	164.1	1.0	210	13.0	12.9	-50.0
40	176.4	165.2	2.0	220	12.7	12.0	-53.0
50	173.8	167.3	3.0	230	11.9	12.1	51.0
60	143.6	169.9	3.0	240	11.9	13.1	49.0
70	182.8	172.4	2.0	250	11.9	15.4	45.0
80	233.2	172.7	-1.0	260	14.1	20.3	42.0
90	326.2	169.2	-4.0	270	17.6	29.0	38.0
100	418.7	161.0	-8.0	280	23.1	41.7	34.0
110	427.1	148.1	-12.0	290	31.0	57.8	30.0
120	106.2	131.1	-16.0	300	43.3	76.4	26.0
130	83.1	111.3	-20.0	310	60.6	95.9	22.0
140	57.2	90.2	-24.0	320	84.8	114.9	18.0
150	29.4	69.6	-28.0	330	148.0	131.8	14.0
160	24.6	51.0	-33.0	340	388.3	145.6	10.0
170	21.1	36.0	-36.0	350	274.3	155.4	7.0

**Fetches geografici ed efficaci**



**Figura 2-4. Estensione dei fetches e legge di deviazione angolare vento/mare al largo di Pescara nel punto di coordinate 42.24.4°N – 9.25°E.**

## Capitolo 3

### Regime dei venti

Per la definizione del regime del vento che caratterizza il sito in esame è stata utilizzata la serie oraria dei dati di vento ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean DICCA che si estende dal 1979 al 2015.

I dati di vento forniti da MeteOcean DICCA sono ricostruiti con il modello di circolazione atmosferica WRF utilizzando come condizioni al contorno i dati in reanalisi forniti dal centro meteorologico americano NOAA-CFSR. Il modello restituisce i valori delle componenti vettoriali del vento  $u_{10}$  e  $v_{10}$  alla quota convenzionale +10 m sul l.m.m..

#### 3.1 Regime dei venti al largo di Pescara sulla base dei dati MeteOcean DICCA

I dati di vento appartenenti alla serie storica MeteOcean DICCA sono stati suddivisi per classi di direzione e velocità (Tabella 3-1) al fine di determinare la frequenza di accadimento delle diverse classi (vedi Tabella 4-2 e diagramma polare di Figura 3-1).

Le calme (stati di vento con velocità inferiore a 2 m/s) di scarso interesse ai fini della generazione del moto ondoso, si verificano con una frequenza pari al 17.3%.

I venti regnanti (più frequenti) provengono dal settore 255-330 °N (Ponente-Maestrale) con una frequenza complessiva pari al 41.4%. Il settore di traversia compreso tra 75° e 150° N (Levante-Scirocco) è caratterizzato invece da una frequenza di accadimento pari a 16.9%.

I venti dominanti (più intensi), con velocità del vento superiori a 20 m/s, provengono prevalentemente dal settore 345-15 °N (tramontana) e in misura minore dal settore di maestrale (300-330 °N) e grecale (30-60 °N).

In Figura 3-2 è riportata la curva di durata degli stati di vento che fornisce le ore/anno corrispondenti ad una soglia di velocità del vento.

La distribuzione oraria degli stati di vento appartenenti alla serie storica (vedi diagrammi polari di Figura 3-3) evidenzia che i venti prevalenti provenienti da Ponente risultano più frequenti nelle ore notturne (0:00 e 6:00) mentre i venti di Maestrale e Scirocco sono più frequenti nelle ore diurne (12:00 e 18:00).

**Tabella 3-1. Suddivisione dei dati di vento ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean DICCA (periodo 1979-2015)**

Direzione di provenienza ° N	Classi di velocità del vento [m/s]												Tot
	calm	1.00 2.00	2.00 4.00	4.00 6.00	6.00 8.00	8.00 10.00	10.00 12.00	12.00 14.00	14.00 16.00	16.00 18.00	18.00 20.00	>20.00	
0	485	1766	3940	2222	1658	1284	906	530	213	80	23	20	13127
15	490	1643	2998	1306	995	1026	846	500	216	61	25	6	10112
30	543	1534	2443	863	621	554	410	224	104	50	19	2	7367
45	535	1539	2257	674	414	282	180	89	49	19	3	0	6041
60	516	1559	2537	717	287	191	150	66	30	13	0	0	6066
75	514	1660	3230	1032	309	145	111	61	18	4	1	0	7085
90	482	1649	4174	2037	715	255	79	45	14	10	2	0	9462
105	526	1956	5290	3488	1559	538	154	50	26	11	1	1	13600
120	588	1857	5226	3409	1612	809	268	58	7	3	1	0	13838
135	569	1859	4746	2613	1591	1221	591	192	76	14	0	0	13472
150	586	1760	3887	1912	1609	1137	449	115	24	6	0	0	11485
165	576	1690	3002	1427	1163	634	247	76	8	0	0	0	8823
180	526	1609	2571	1180	687	417	150	38	9	1	0	0	7188
195	540	1642	2553	902	386	193	98	33	10	3	0	0	6360
210	531	1785	2675	858	234	76	30	21	3	2	0	0	6215
225	531	1818	3194	1263	202	47	22	12	9	1	0	0	7099
240	571	2004	4444	2358	475	89	33	13	9	5	1	1	10003
255	582	2155	5887	4442	1613	462	124	45	17	14	5	1	15347
270	678	2106	7282	8109	5935	1450	347	109	31	11	2	0	26060
285	522	1961	7429	9478	9648	3082	440	95	42	9	0	0	32706
300	523	1959	6714	7000	6009	3115	1076	317	118	48	6	3	26888
315	507	1875	6036	5997	5162	3221	1242	410	171	73	11	4	24709
330	527	1858	5551	6005	5323	3021	1088	288	101	28	12	7	23809
345	520	1774	5086	3928	2946	1683	868	378	190	63	27	6	17469
<b>N° di eventi</b>	<b>12968</b>	<b>43018</b>	<b>103152</b>	<b>73220</b>	<b>51153</b>	<b>24932</b>	<b>9909</b>	<b>3765</b>	<b>1495</b>	<b>529</b>	<b>139</b>	<b>51</b>	<b>324331</b>

**Tabella 3-2. Frequenza di accadimento dei venti ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean DICCA (periodo 1979-2015)**

Direzione di provenienza ° N	Classi di velocità del vento [m/s]												Freq. %	≥2.00
	calm	1.00 2.00	2.00 4.00	4.00 6.00	6.00 8.00	8.00 10.00	10.00 12.00	12.00 14.00	14.00 16.00	16.00 18.00	18.00 20.00	>20.00		
0	0.15	0.54	1.21	0.69	0.51	0.40	0.28	0.16	0.07	0.02	0.01	0.01	4.0	3.4
15	0.15	0.51	0.92	0.40	0.31	0.32	0.26	0.15	0.07	0.02	0.01	0.00	3.1	2.5
30	0.17	0.47	0.75	0.27	0.19	0.17	0.13	0.07	0.03	0.02	0.01	0.00	2.3	1.6
45	0.16	0.47	0.70	0.21	0.13	0.09	0.06	0.03	0.02	0.01	0.00		1.9	1.2
60	0.16	0.48	0.78	0.22	0.09	0.06	0.05	0.02	0.01	0.00			1.9	1.2
75	0.16	0.51	1.00	0.32	0.10	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00		2.2	1.5
90	0.15	0.51	1.29	0.63	0.22	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00		2.9	2.3
105	0.16	0.60	1.63	1.08	0.48	0.17	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	4.2	3.4
120	0.18	0.57	1.61	1.05	0.50	0.25	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00		4.3	3.5
135	0.18	0.57	1.46	0.81	0.49	0.38	0.18	0.06	0.02	0.00			4.2	3.4
150	0.18	0.54	1.20	0.59	0.50	0.35	0.14	0.04	0.01	0.00			3.5	2.8
165	0.18	0.52	0.93	0.44	0.36	0.20	0.08	0.02	0.00				2.7	2.0
180	0.16	0.50	0.79	0.36	0.21	0.13	0.05	0.01	0.00	0.00			2.2	1.6
195	0.17	0.51	0.79	0.28	0.12	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00			2.0	1.3
210	0.16	0.55	0.82	0.26	0.07	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00			1.9	1.2
225	0.16	0.56	0.98	0.39	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00			2.2	1.5
240	0.18	0.62	1.37	0.73	0.15	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.1	2.3
255	0.18	0.66	1.82	1.37	0.50	0.14	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	4.7	3.9
270	0.21	0.65	2.25	2.50	1.83	0.45	0.11	0.03	0.01	0.00	0.00		8.0	7.2
285	0.16	0.60	2.29	2.92	2.97	0.95	0.14	0.03	0.01	0.00			10.1	9.3
300	0.16	0.60	2.07	2.16	1.85	0.96	0.33	0.10	0.04	0.01	0.00	0.00	8.3	7.5
315	0.16	0.58	1.86	1.85	1.59	0.99	0.38	0.13	0.05	0.02	0.00	0.00	7.6	6.9
330	0.16	0.57	1.71	1.85	1.64	0.93	0.34	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	7.3	6.6
345	0.16	0.55	1.57	1.21	0.91	0.52	0.27	0.12	0.06	0.02	0.01	0.00	5.4	4.7
<b>Freq. %</b>	<b>4.0</b>	<b>13.26</b>	<b>31.80</b>	<b>22.58</b>	<b>15.77</b>	<b>7.69</b>	<b>3.06</b>	<b>1.16</b>	<b>0.46</b>	<b>0.16</b>	<b>0.04</b>	<b>0.02</b>	<b>100.0</b>	<b>82.7</b>
<b>Freq. Cumulate</b>		<b>17.3</b>	<b>49.1</b>	<b>71.6</b>	<b>87.4</b>	<b>95.1</b>	<b>98.2</b>	<b>99.3</b>	<b>99.8</b>	<b>99.9</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>		

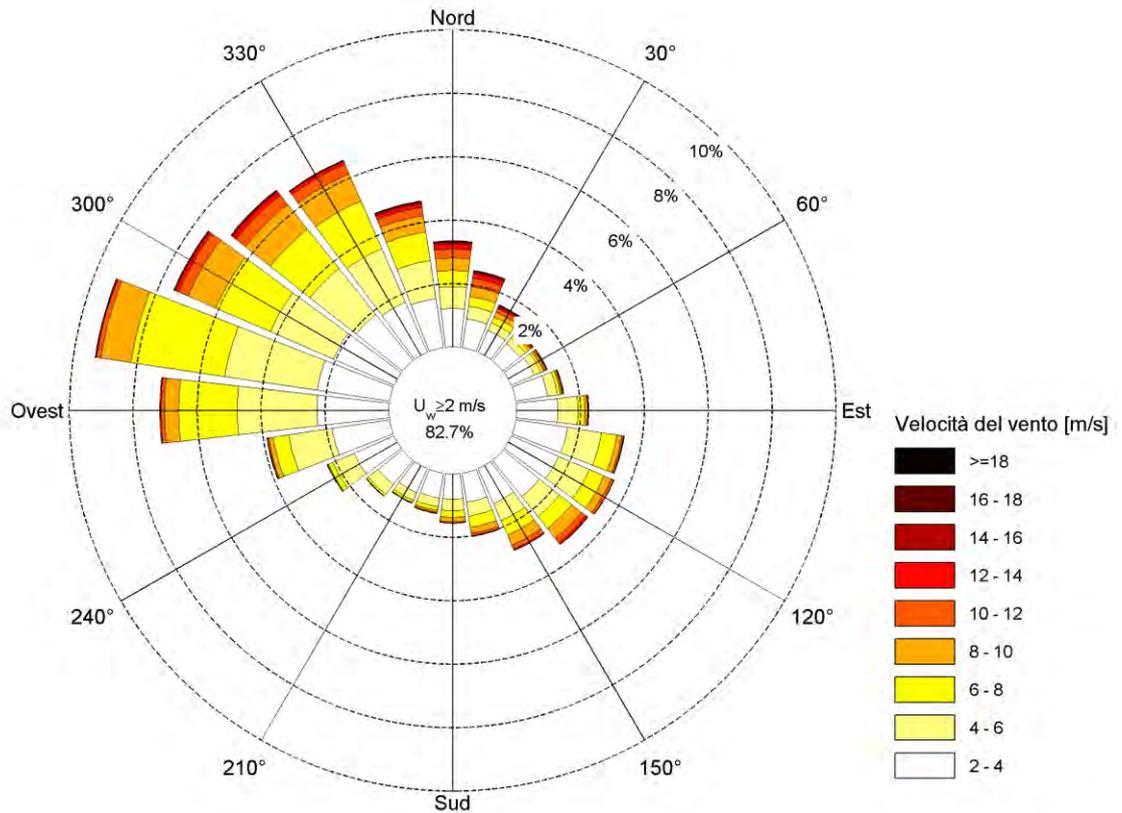


Figura 3-1. Distribuzione direzionale dei venti ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean DICCA (periodo 1979 - 2015).

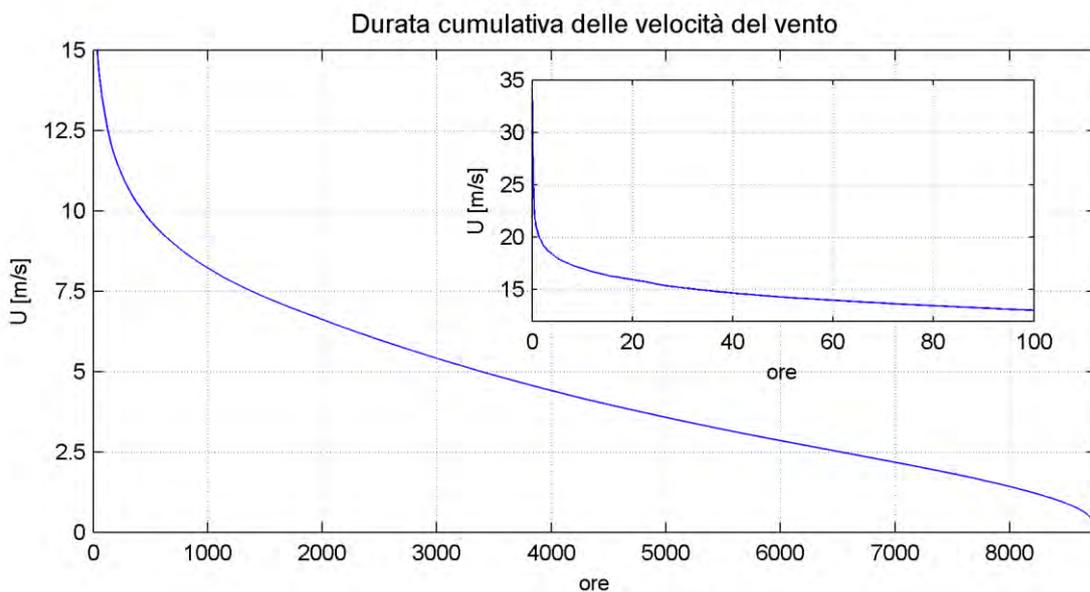


Figura 3-2. Curva di durata delle velocità del vento al largo di Pescara.

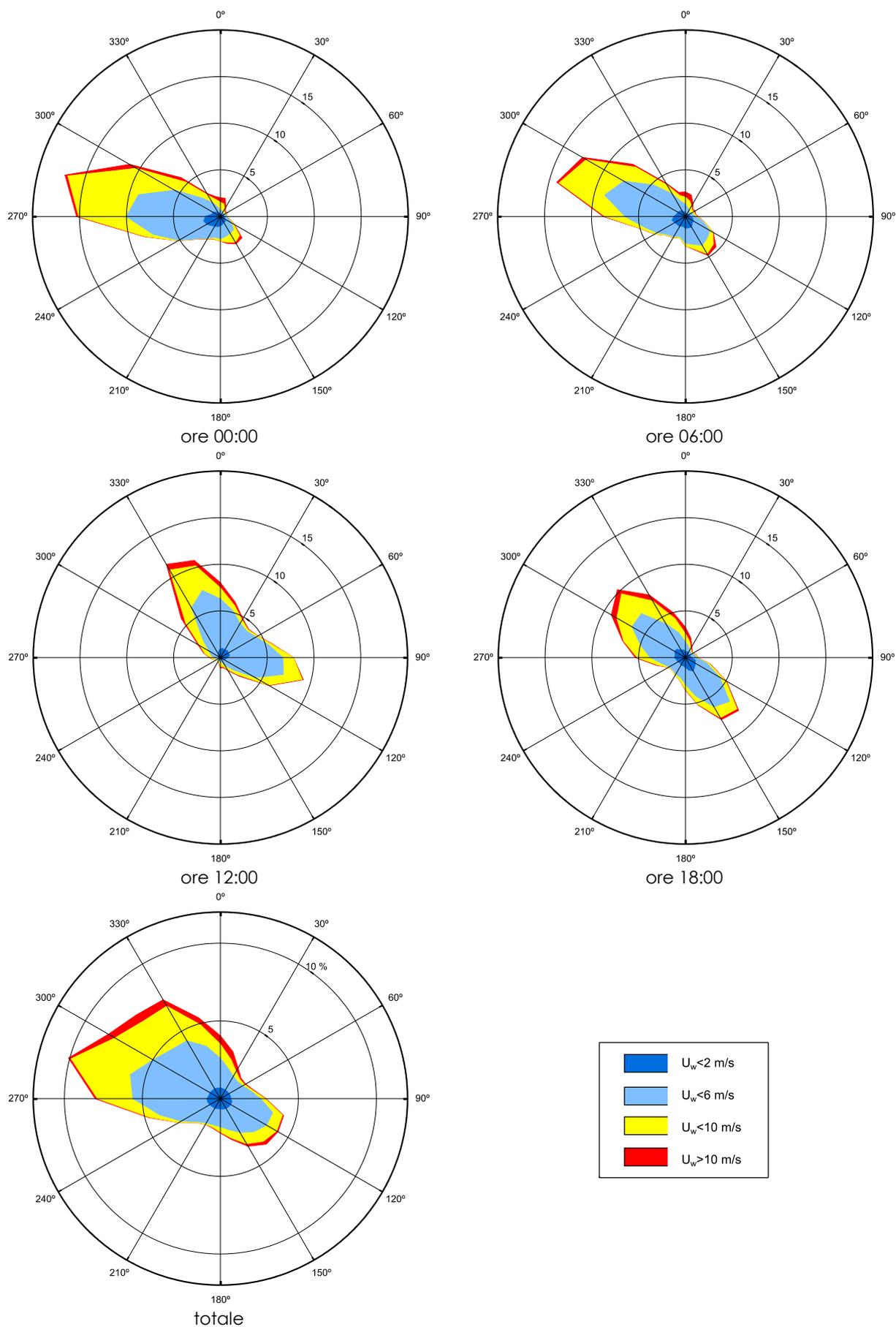


Figura 3-3. Distribuzione direzionale su base oraria dei venti ricostruiti da MeteOcean DICCA al largo di Pescara.

## Capitolo 4 Definizione del clima di moto ondoso al largo di Pescara

Come accennato nel Capitolo 1, per la definizione delle caratteristiche ondometriche a largo di Pescara da assumere per la progettazione delle opere marittime si è fatto riferimento alle due fonti di dati di maggiore affidabilità oggi disponibili per il sito in esame, ovvero (i) alla serie storica ricostruita in reanalisi dal DICCA dell'Università di Genova e (ii) alla serie storica misurata mediante la boa accelerometrica della RON (Rete Ondametrica Nazionale) di Ortona, istituita alla fine degli anni '80 del secolo scorso dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri poi passata in gestione dall'inizio del nuovo secolo (anni 2000) all'ISPRA. La posizioni in corrispondenza delle quali sono disponibili le due serie storiche sono riportate in Figura 4-1. Nei prossimi paragrafi vengono descritte e confrontate queste due serie storiche al fine di individuare quella da assumere per la progettazione delle opere marittime di Pescara.

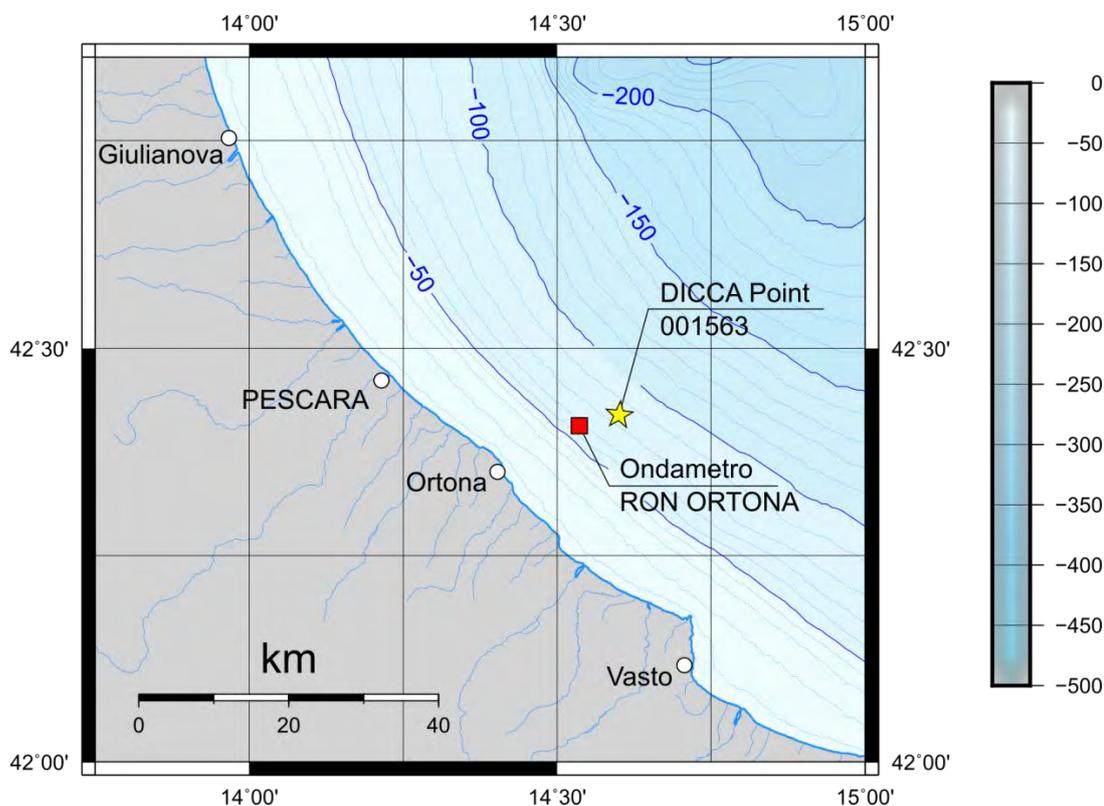


Figura 4-1. Posizione del punto di ricostruzione DICCA 001569 e della stazione ondametrica RON di Ortona.

### 4.1 Dati di moto ondoso in analisi forniti da MeteOcen DICCA

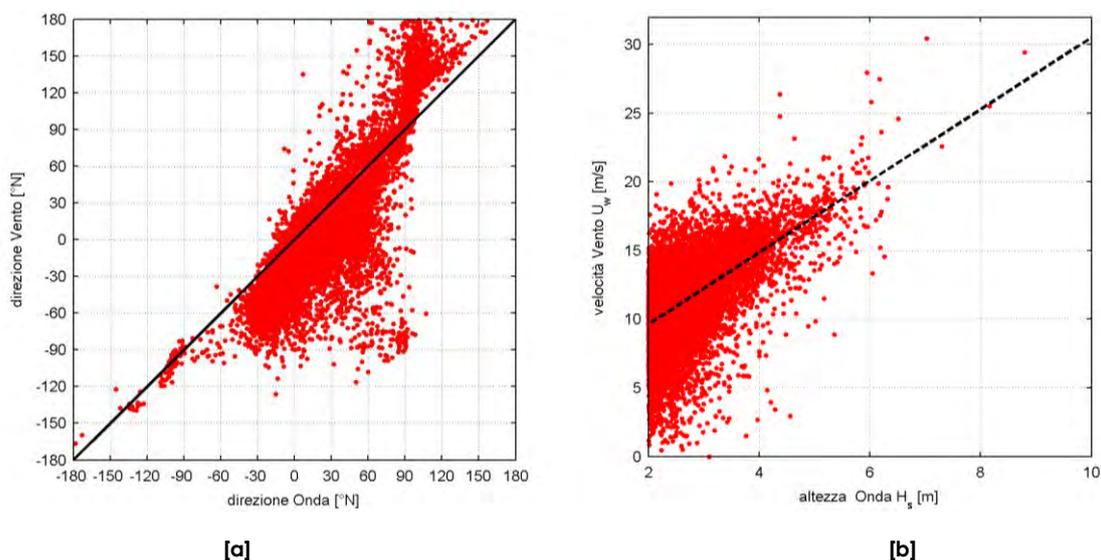
Per lo studio del clima di moto ondoso al largo di Pescara e la definizione della statistica degli eventi estremi di moto ondoso è stata acquisita dal servizio MeteOcean del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova (DICCA), la serie storica dei dati di vento e moto ondoso, che si estende dal 1979 al 2015, ottenuti utilizzando una procedura di ricostruzione del moto ondoso (hindcasting) nel punto di coordinate 14.60 °E 42.42 °N posto a circa 30 km a SE di Pescara su un fondale di circa 80 m (DICCA Point 001563).

Il punto in analisi risulta poco distante dal punto dove ha operato tra il 1989 e il 2006 l'ondametro RON di Ortona.

MeteOcean utilizza il modello di generazione del moto ondoso di terza generazione WAVEWATCH III utilizzando una griglia di calcolo con passo di 10 km. La forzante è rappresentata dal campo di vento ricostruito con il modello di circolazione atmosferica WRF utilizzando come condizioni al contorno i dati in reanalisi forniti dal centro meteorologico americano NOAA-CFSR.

La serie storica esaminata conta complessivamente di 324331 eventi, e fornisce, con cadenza oraria, i parametri spettrali di moto ondoso ( $H_s$ ,  $T_p$ ,  $T_{m-1,0}$ , Dir) e le componenti vettoriali  $u_w$  e  $v_w$  della velocità del vento alla quota convenzionale di 10 m sul l.m.m..

La serie storica sintetica risulta molto robusta, dispone infatti di un elevatissimo numero di dati (dal 1979 al 2015) con un'efficienza del 99.7%. Pertanto si ritiene rappresentativa del clima di moto ondoso che si verifica al largo di Pescara.



**Figura 4-2. Stati di moto ondoso con  $H_s > 2.0$  m ricostruiti da MeteOcean al largo di Pescara (1979-2015).**  
**[a] Diagramma di correlazione tra la direzione del vento e la direzione del moto ondoso.**  
**[b] Correlazione tra l'altezza d'onda  $H_s$  e la velocità del vento  $U_w$ .**

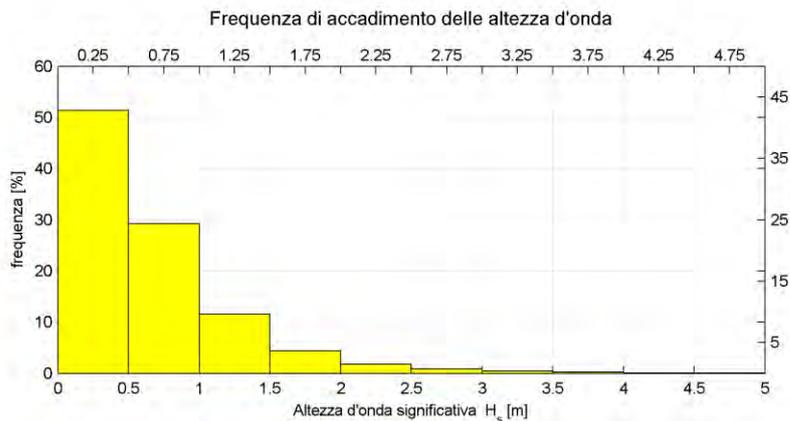
Il diagramma riportato in Figura 4-2 mostra la correlazione tra la direzione del vento e la direzione del moto ondoso generato nel nodo in esame e la correlazione tra l'altezza d'onda significativa  $H_s$  generata e la velocità del vento locale  $U_{w10}$ .

## 4.2 Distribuzione degli eventi di moto ondoso per classi di altezza d'onda e direzione di provenienza

In Figura 4-3 è riportata la frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso della serie storica suddivisi per classi di altezza d'onda significativa.

Gli stati di calma, contraddistinti da altezze d'onda significative comprese tra  $0 < H_s < 0.5$  m rappresentano più del 50% dei dati. Gli stati di mare con  $0.5 \text{ m} < H_s < 2.0$  m sono i più frequenti al largo di Pescara; mediamente si verificano 165 giorni l'anno, con una frequenza di accadimento poco superiore al 45%. Complessivamente gli stati di moto ondoso con altezza d'onda superiore a 2.0 m

sono poco frequenti, in media si presentano per il 3.5% del tempo (circa 13 giorni l'anno).



**Figura 4-3. Frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso suddivisi per classi di altezza d'onda significativa.**

Per studiare la distribuzione direzionale del moto ondoso gli eventi presenti nella serie storica sono stati suddivisi per classi di altezza d'onda e direzione.

In Tabella 4-1 e in Tabella 4-2 sono riportati il numero di eventi di moto ondoso e la frequenza di accadimento percentuale, degli eventi di moto ondoso, ricostruiti al largo di Pescara suddivisi secondo classi di direzione e di altezza significativa suddivisi per settori di provenienza di  $10^\circ$  e per classi di altezza d'onda significativa  $H_s$ .

Il clima di moto ondoso al largo di Pescara è sintetizzato dal diagramma polare (rosa ondometrica) di Figura 4-4 che riporta la distribuzione direzionale della frequenza di accadimento degli stati di mare aventi altezza d'onda superiore a 0.5 m per classi di altezza d'onda significativa  $H_s$ .

In Figura 4-5 è rappresentato lo "scatter plot" direzionale di tutti gli eventi registrati con altezza d'onda significativa superiore a 2.0 m.

**Tabella 4-1. Numero di eventi di moto ondoso, suddivisi per classi di altezza d'onda significativa e direzione, ricostruiti al largo di Pescara**

Dir ° Nord	Altezza d'onda significativa [m]												Tot
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 1.00	1.00 1.50	1.50 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	>6	
0	8026	11298	11600	4695	1805	737	401	269	136	93	27	4	39091
15	5386	6936	7533	4220	2336	1147	623	299	119	112	33	3	28747
30	4270	5075	5800	3718	1896	881	440	210	178	94	17	0	22579
45	4284	4479	4947	2602	1124	522	307	132	83	35	19	3	18537
60	4896	5275	4967	1723	750	379	232	129	32	23	13	3	18422
75	7594	8187	6196	1582	454	215	125	56	36	8	1	0	24454
90	13387	15896	12832	3937	1104	405	151	64	22	18	8	0	47824
105	7933	8981	7966	2885	950	322	110	45	19	13	0	0	29224
120	1845	2298	3228	1309	352	67	15	1	0	0	0	0	9115
135	399	876	1528	608	128	30	0	1	0	0	0	0	3570
150	133	466	889	287	75	14	1	1	0	0	0	0	1866
165	102	241	512	170	55	12	1	2	0	0	0	0	1095
180	62	172	247	111	38	2	0	0	0	0	0	0	632
195	51	127	141	43	15	0	0	0	0	0	0	0	377
210	66	127	123	24	14	1	0	0	0	0	0	0	355
225	74	126	144	32	17	11	0	0	0	0	0	0	404
240	153	219	245	40	17	3	0	0	0	0	0	0	677
255	385	694	802	246	50	30	8	2	0	0	0	0	2217
270	813	1708	1926	387	97	22	6	1	0	0	0	0	4960
285	943	1646	1295	130	30	6	1	3	0	0	0	0	4054
300	1115	1837	943	142	30	12	2	1	0	0	0	0	4082
315	1297	2193	1660	304	93	34	17	4	2	1	0	0	5605
330	2790	3229	4957	2059	837	338	160	62	20	12	2	1	14467
345	9381	8986	14398	6140	1878	631	292	135	77	30	3	4	41955
<b>Tot</b>	<b>75385</b>	<b>91072</b>	<b>94879</b>	<b>37394</b>	<b>14145</b>	<b>5821</b>	<b>2892</b>	<b>1417</b>	<b>724</b>	<b>439</b>	<b>123</b>	<b>18</b>	<b>324309</b>

**Tabella 4-2. Frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso ricostruiti al largo di Pescara.**

Dir ° Nord	Altezza d'onda significativa [m]												Tot	Hs>0.5
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 1.00	1.00 1.50	1.50 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	>6		
0	2.5	3.5	3.6	1.4	0.6	0.2	0.1	0.08	0.04	0.03	0.008	0.001	12.05	6.10
15	1.7	2.1	2.3	1.3	0.7	0.4	0.2	0.09	0.04	0.03	0.01	0.001	8.86	5.06
30	1.3	1.6	1.8	1.1	0.6	0.3	0.1	0.06	0.05	0.03	0.005		6.96	4.08
45	1.3	1.4	1.5	0.8	0.3	0.2	0.09	0.04	0.03	0.01	0.006	0.001	5.72	3.01
60	1.5	1.6	1.5	0.5	0.2	0.1	0.07	0.04	0.010	0.007	0.004	0.001	5.68	2.54
75	2.3	2.5	1.9	0.5	0.1	0.07	0.04	0.02	0.01	0.002	0.000		7.54	2.67
90	4.1	4.9	4.0	1.2	0.3	0.1	0.05	0.02	0.007	0.006	0.002		14.75	5.72
105	2.4	2.8	2.5	0.9	0.3	0.10	0.03	0.01	0.006	0.004			9.01	3.80
120	0.6	0.7	1.0	0.4	0.1	0.02	0.005	0.000					2.81	1.53
135	0.1	0.3	0.5	0.2	0.04	0.009		0.000					1.10	0.71
150	0.04	0.1	0.3	0.09	0.02	0.004	0.000	0.000					0.58	0.39
165	0.03	0.07	0.2	0.05	0.02	0.004	0.000	0.001					0.34	0.23
180	0.02	0.05	0.08	0.03	0.01	0.001							0.19	0.12
195	0.02	0.04	0.04	0.01	0.005								0.12	0.06
210	0.02	0.04	0.04	0.007	0.004	0.000							0.11	0.05
225	0.02	0.04	0.04	0.010	0.005	0.003							0.12	0.06
240	0.05	0.07	0.08	0.01	0.005	0.001							0.21	0.09
255	0.1	0.2	0.2	0.08	0.02	0.009	0.002	0.001					0.68	0.35
270	0.3	0.5	0.6	0.1	0.03	0.007	0.002	0.000					1.53	0.75
285	0.3	0.5	0.4	0.04	0.009	0.002	0.000	0.001					1.25	0.45
300	0.3	0.6	0.3	0.04	0.009	0.004	0.001	0.000					1.26	0.35
315	0.4	0.7	0.5	0.09	0.03	0.01	0.005	0.001	0.001	0.000			1.73	0.65
330	0.9	1.0	1.5	0.6	0.3	0.1	0.05	0.02	0.006	0.004	0.001	0.000	4.46	2.60
345	2.9	2.8	4.4	1.9	0.6	0.2	0.09	0.04	0.02	0.009	0.001	0.001	12.94	7.27
<b>Tot</b>	23.24	28.08	29.26	11.53	4.36	1.79	0.89	0.44	0.22	0.14	0.04	0.006	100	50.42
<b>Tot. Cumulate</b>		51.33	80.58	92.11	96.47	98.27	99.16	99.60	99.82	99.96	99.99	100.00		

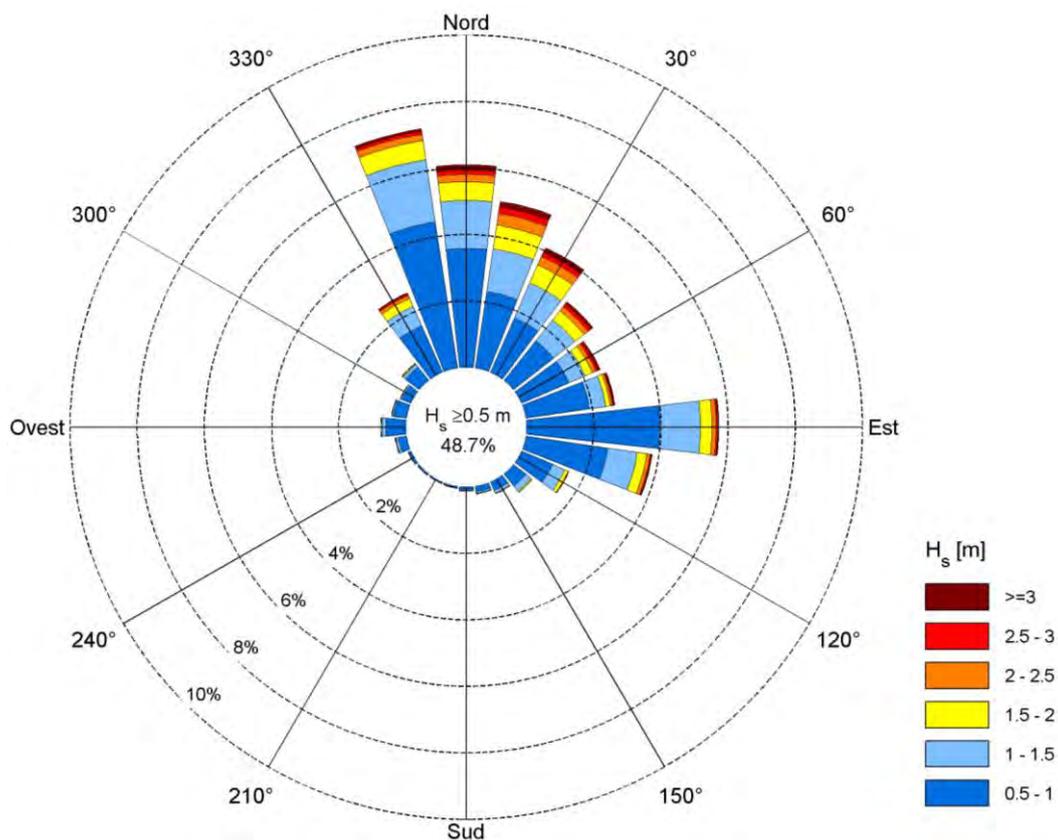


Figura 4-4. Rosa di distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso nel punto di ricostruzione al largo di Pescara.

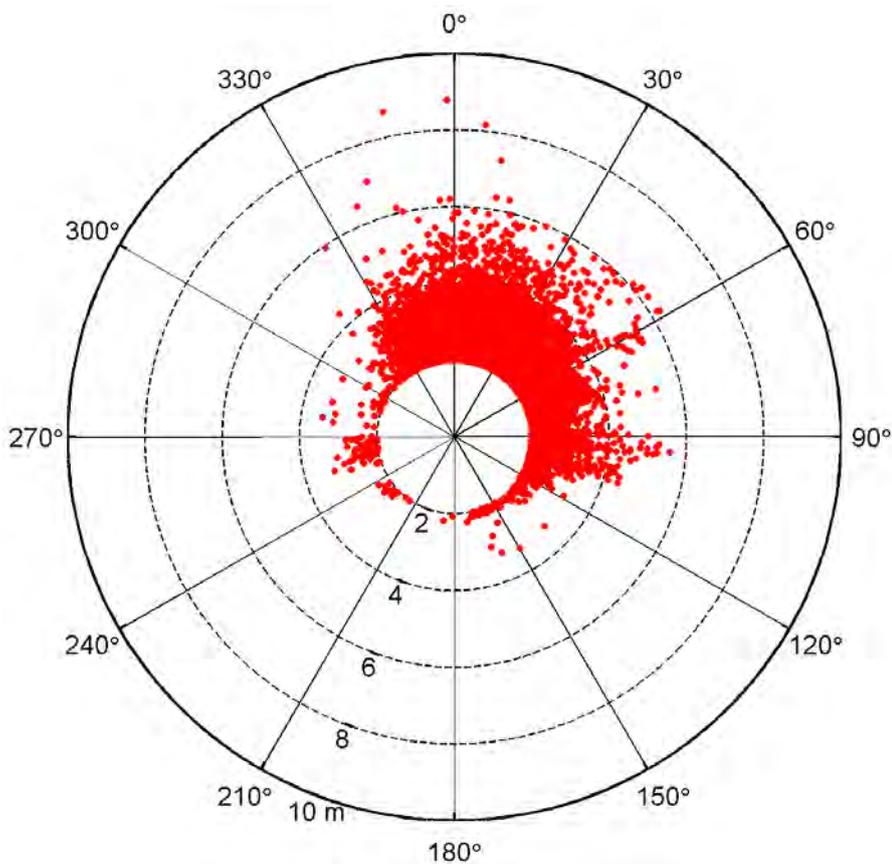


Figura 4-5. Scatter plot polare degli eventi di moto ondoso di altezza d'onda significativa superiore a 2.0 m nel punto di ricostruzione del moto ondoso al largo di Pescara.

I risultati dell'analisi della distribuzione direzionale e della frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso ricostruiti al largo di Pescara permettono di stabilire che:

- gli stati di mare più rilevanti, aventi altezza d'onda significativa  $H_s$  superiore a 0.5 m, si verificano mediamente, con una frequenza di accadimento del 48.7% pari a circa 178 giorni l'anno. Il 45% degli stati di mare appartenenti alla serie storica ricadono nella classe di altezza d'onda compresa tra  $0.5 \text{ m} < H_s < 2.0 \text{ m}$ ;
- le calme, contraddistinte da altezze d'onda inferiori a 0.5 m, si presentano per il 51.3% del tempo (pari a circa 187 gg/anno);
- gli stati di mare rilevanti più frequenti si presentano dai settori di tramontana  $[345 \div 15^\circ \text{N}]$  (frequenza di accadimento 18.4%) e grecale  $[30 \div 60^\circ \text{N}]$  (frequenza di accadimento 9.6%), e dal settore di levante  $[75 \div 105^\circ \text{N}]$  (frequenza di accadimento 12.2%) che di fatto rappresentano i settori di traversia principale e secondario per il paraggio in esame;
- gli eventi di moto ondoso più intensi, caratterizzati da altezza d'onda superiore a 2.0 m, si verificano in media 13 giorni l'anno e provengono in misura maggiore da tramontana e grecale con una frequenza di accadimento complessiva pari a 2.7%, e, in misura minore, da levante (0.5%).
- Le mareggiate più intense, con altezze d'onda superiori a 4.0 m si verificano in media circa 15 ore l'anno (frequenza di accadimento 0.2%) e provengono prevalentemente da tramontana e grecale, più raramente da levante.

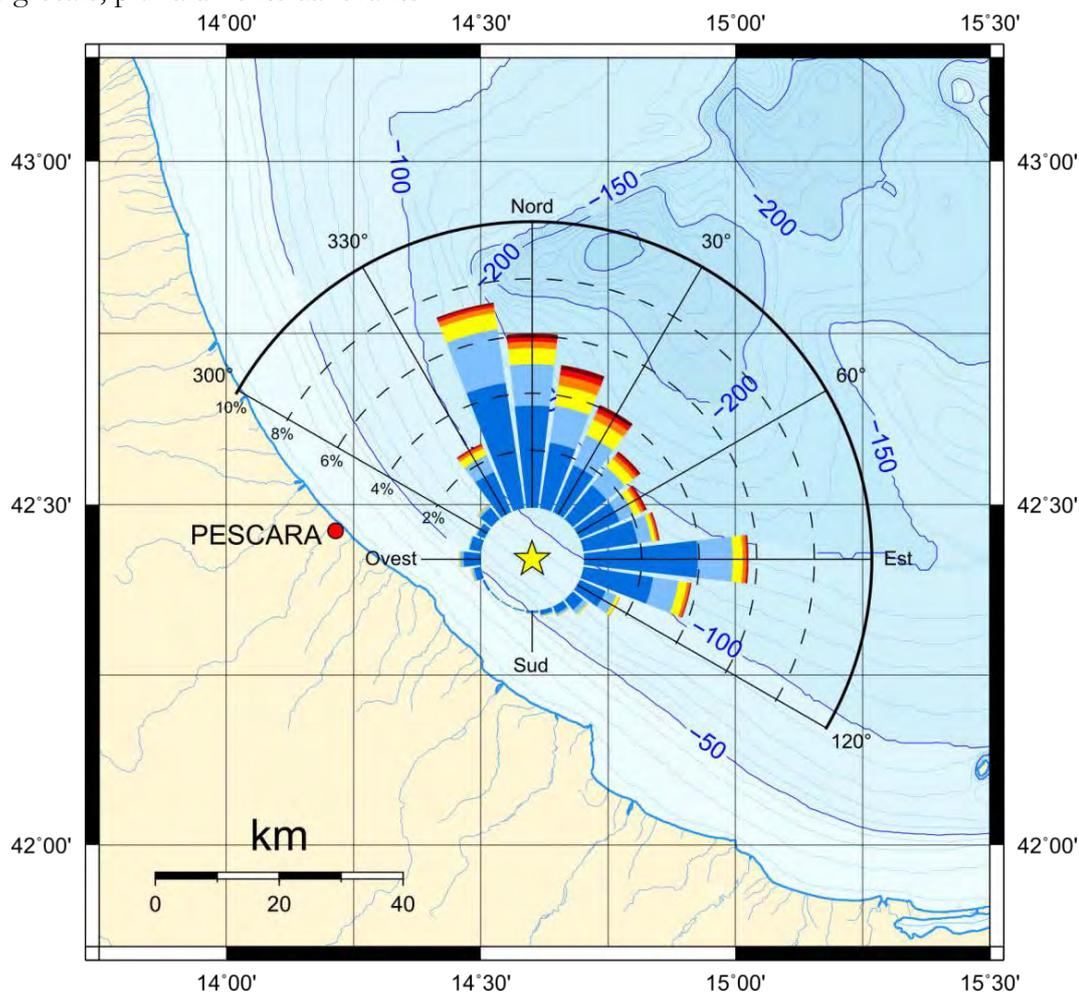


Figura 4-6. Clima di moto ondoso ottenuto dall'analisi dei dati di moto ondoso ricostruiti da MeteOcean - DICCA nel punto di coordinate 14.60°E 42.42°N al largo di Pescara.

### 4.3 Curva di durata

In merito alla persistenza degli eventi di moto ondoso al largo di Pescara si può far riferimento alla curva di durata rappresentata in Figura 4-7. Dall'analisi della serie storica è stato possibile determinare la durata media annuale associata a diverse soglie di altezza d'onda significativa.

durata media degli eventi con $H_s \geq 1.0$ m	1700 ore/anno
durata media degli eventi con $H_s \geq 2.0$ m	312 ore/anno
durata media degli eventi con $H_s \geq 3.0$ m	84 ore/anno
durata media degli eventi con $H_s \geq 4.0$ m	18 ore/anno

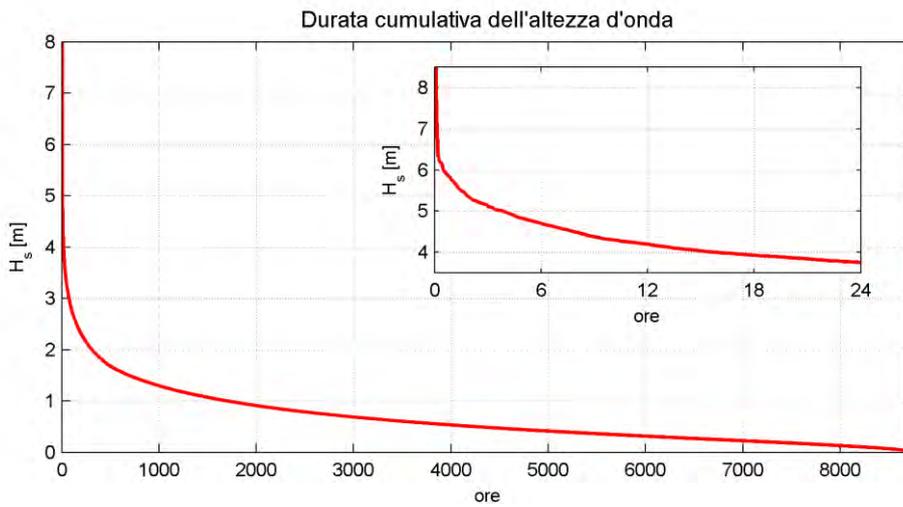


Figura 4-7. Curva di durata degli eventi di moto ondoso al largo di Pescara.

### 4.4 Distribuzione degli eventi in relazione al periodo

L'istogramma di Figura 4-8 riporta la frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso appartenenti alla serie storica MeteOcean DICCA suddivisi in base a classi di periodo di picco spettrale  $T_p$  di ampiezza di un secondo tra 0 e 16 secondi.

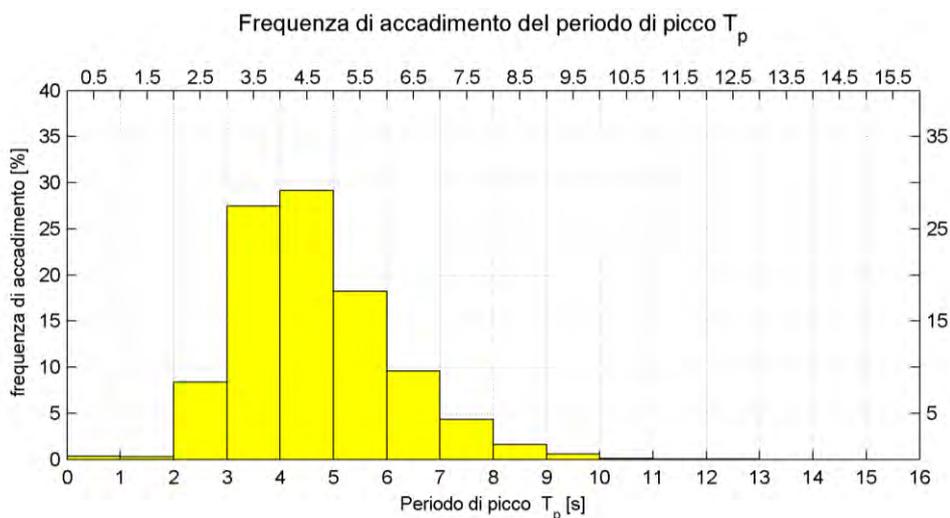


Figura 4-8. Frequenza di accadimento del periodo di picco.

Si può osservare che la maggior parte degli stati di moto ondoso che si verificano al largo di Pescara hanno periodo di picco  $T_p$  compreso tra 3 e 6 secondi, con una prevalenza di stati di mare aventi periodo tra 4 e 5 secondi.

In Tabella 4-3 è riportato il valore medio del periodo di picco  $T_p$  ottenuto suddividendo gli eventi della serie storica per classi di  $H_s$  e direzione di provenienza. I valori riportati tra parentesi indicano il valore della deviazione standard rispetto alla media calcolata.

**Tabella 4-3. Valore medio del periodo di picco  $T_p$  associato a classi di direzione e altezza d'onda significativa  $H_s$  per gli eventi della serie storica MeteOcean-DICCA**

Dir ° Nord	VALORE MEDIO DEL PERIODO DI PICCO $T_p$ PER CLASSI DI ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA $H_s$ E DIREZIONE												valore medio
	Hs [m]												
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 1.00	1.00 1.50	1.50 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	>6.00	
0	3.3 (0.5)	3.9 (0.5)	4.7 (0.6)	5.6 (0.6)	6.4 (0.6)	7.1 (0.5)	7.6 (0.5)	7.9 (0.4)	8.5 (0.3)	9 (0.4)	9.8 (0.2)	10.5 (1.1)	7.0
15	3.3 (0.6)	4 (0.5)	4.8 (0.6)	5.7 (0.6)	6.5 (0.5)	7.1 (0.5)	7.6 (0.5)	8 (0.4)	8.5 (0.4)	9.1 (0.4)	9.7 (0.3)	10.8 (0.5)	7.1
30	3.4 (0.6)	4 (0.6)	4.9 (0.7)	5.8 (0.6)	6.5 (0.5)	7.1 (0.4)	7.6 (0.4)	8.2 (0.4)	8.6 (0.4)	9.2 (0.4)	9.9 (0.2)		6.8
45	3.5 (0.7)	4.2 (0.7)	5.1 (0.8)	6 (0.7)	6.7 (0.6)	7.4 (0.6)	8 (0.4)	8.4 (0.5)	8.9 (0.3)	9.5 (0.4)	10.1 (0.3)	10.8 (0.2)	7.4
60	3.6 (0.7)	4.4 (0.8)	5.4 (0.9)	6.4 (0.8)	7 (0.7)	7.7 (0.7)	8.1 (0.6)	8.5 (0.5)	8.9 (0.6)	9.7 (0.3)	10.2 (0.2)	11 (0.1)	7.6
75	3.7 (0.8)	4.5 (0.8)	5.5 (1)	6.5 (0.9)	7.2 (0.8)	7.8 (0.7)	8.2 (0.7)	8.6 (0.6)	8.7 (0.5)	10 (1)	10.9 (0)		7.4
90	3.7 (0.8)	4.4 (0.9)	5.4 (1.1)	6.5 (0.9)	7.3 (0.9)	8 (0.9)	8.3 (0.9)	8.7 (0.8)	8.8 (0.8)	9.3 (0.7)	10.4 (0.6)		7.4
105	3.4 (1)	4.2 (1.2)	5.4 (1.5)	6.7 (1.5)	7.6 (1.2)	8.1 (1.1)	8.3 (0.9)	8.6 (0.7)	9.3 (0.6)	9.8 (0.3)			7.1
120	2.8 (1)	4.1 (1.2)	5 (1.3)	5.7 (1.3)	6.4 (1.3)	7 (1.3)	7.3 (1.1)	10.2 (0)					6.1
135	2.6 (1.3)	4 (1.2)	4.7 (1.2)	5.3 (1.1)	6.1 (1.2)	6.2 (0.2)		10.2 (0)					5.6
150	3 (1.2)	3.8 (0.9)	4.3 (1)	5 (0.9)	5.8 (1.1)	6 (1.3)	5.9 (0)	6.4 (0)					5
165	2.6 (1.3)	3.7 (0.9)	4.4 (1)	4.9 (0.8)	5.5 (0.7)	5.7 (0.3)	6.1 (0)	6.5 (0.1)					4.9
180	2.6 (1.3)	3.7 (0.9)	4.3 (0.9)	4.8 (0.5)	5.4 (0.8)	5.8 (0)							4.4
195	3 (1)	3.7 (1)	4.4 (1.3)	5 (1.1)	5.4 (1.1)								4.3
210	2.6 (1.1)	3.5 (0.9)	4.5 (1.4)	5 (0.8)	5.7 (1.3)	5.3 (0)							4.4
225	2.3 (1.4)	3.4 (0.9)	4.2 (1.2)	5.2 (1.5)	5.9 (1.7)	5.8 (0.2)							4.5
240	2.1 (1.2)	3.3 (1)	4 (1)	4.8 (1.3)	5.6 (1.3)	5.7 (0.4)							4.3
255	2 (1.1)	3.2 (0.7)	4 (0.7)	4.7 (0.5)	5.4 (0.3)	5.8 (0.3)	6.3 (0.1)	6.7 (0.1)					4.8
270	2.1 (0.9)	3.1 (0.6)	3.8 (0.5)	4.6 (0.4)	5.3 (0.3)	5.9 (0.2)	6.3 (0.1)	6.8 (0)					4.7
285	2.3 (0.7)	3 (0.7)	3.6 (0.6)	4.5 (0.7)	5.1 (0.4)	5.7 (0.3)	6.4 (0)	6.9 (0.1)					4.7
300	2.5 (0.9)	3.1 (0.8)	3.9 (1.1)	5.1 (1.1)	5.8 (1.2)	5.9 (0.7)	7.1 (0.3)	7.3 (0)					5.1
315	2.9 (0.9)	3.4 (1)	4.2 (1)	5.1 (0.9)	5.9 (1)	6.1 (0.6)	6.8 (0.5)	7.4 (0.3)	8.4 (1.3)	7.5 (0)			5.8
330	3.2 (0.8)	3.7 (0.8)	4.4 (0.8)	5.3 (0.7)	6 (0.7)	6.7 (0.7)	7.2 (0.6)	7.9 (0.6)	8.4 (0.3)	8.7 (0.6)	9.4 (0.5)	10.1 (0)	6.8
345	3.3 (0.6)	4 (0.6)	4.6 (0.6)	5.5 (0.7)	6.3 (0.7)	7.1 (0.7)	7.7 (0.7)	8.1 (0.6)	8.6 (0.5)	9.1 (0.5)	9.9 (0.6)	10.3 (0.8)	7.1
valore medio	2.9	3.8	4.6	5.4	6.1	6.6	7.3	8	8.7	9.2	10	10.6	
Note: 1. Periodo di picco $T_p$ espresso in secondi 2. Tra parentesi valore della deviazione standard													

Al fine di individuare la legge di dipendenza tra il periodo di picco delle onde  $T_p$  e l'altezza d'onda significativa  $H_s$  si è fatto riferimento alla seguente relazione (Mathiesen et al., 1994) utilizzata anche nell'Atlante delle Onde Italiane edito da ISPRA:

$$T_p = a \cdot (H_s)^b$$

ove i parametri  $a$  e  $b$  sono stati ricavati dall'analisi di correlazione statistica dei dati ricostruiti in analisi.

Per trovare la legge di dipendenza si è fatto riferimento agli eventi di moto ondoso con altezza d'onda significativa  $H_s \geq 0.5$  m. In Figura 4-9 è riportata la funzione di correlazione tra  $T_p$  e  $H_s$  trovata con il metodo dei minimi quadrati per i dati della serie storica ricostruita al largo di Pescara.

I valori dei parametri della funzione di correlazione ottenuti sono  $a=5.44$ ,  $b=0.34$ .

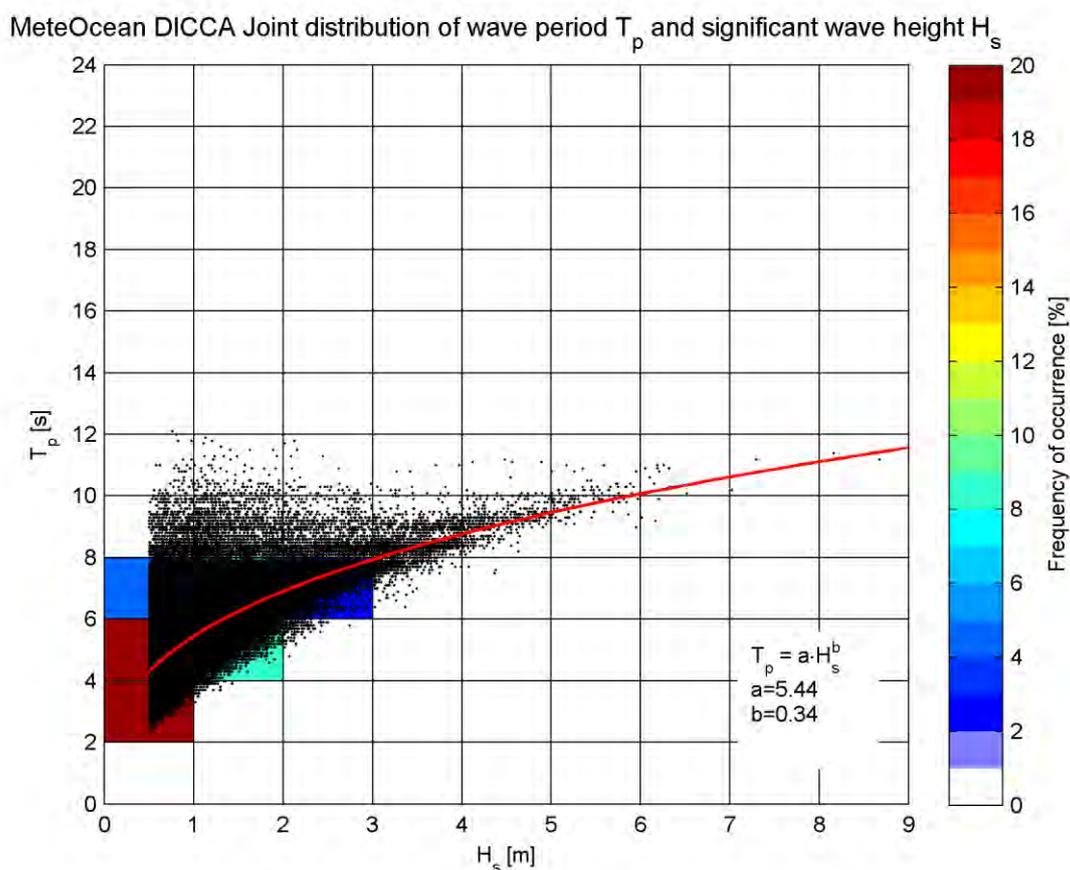


Figura 4-9. Correlazione altezza – periodo per i dati della serie storica MeteOcean-DICCA al largo di Pescara.

#### 4.5 Dati di moto ondoso provenienti dall'ondametro di Ortona

La stazione ondometrica di Ortona, appartenente alla Rete Ondometrica Nazionale (RON) ha operato con continuità tra 1989 ed il 2007 utilizzando una boa ondometrica direzionale (Datawell fino al 2002, Triaxis dal 2002 al 2007). La stazione di misura risulta posizionata in corrispondenza del punto di coordinate 42.40 °N, 14.53°E su fondali di circa 80 m.

Successivamente a seguito del rinnovamento della rete, la stazione ha ripreso ad operare con una boa tipo Watchkeeper a partire da Agosto 2009 fino a Maggio 2011 ma con uno scarsissimo rendimento che di fatto non consente di utilizzare questi dati più recenti.

Il grafico di Figura 4-10 riporta il rendimento dell'ondametro tra il 1989 ed il 2007 da cui si può verificare che lo strumento ha operato con un ottimo rendimento almeno fino al 2003, per poi calare. Complessivamente il rendimento effettivo risulta pari a 78.7%.

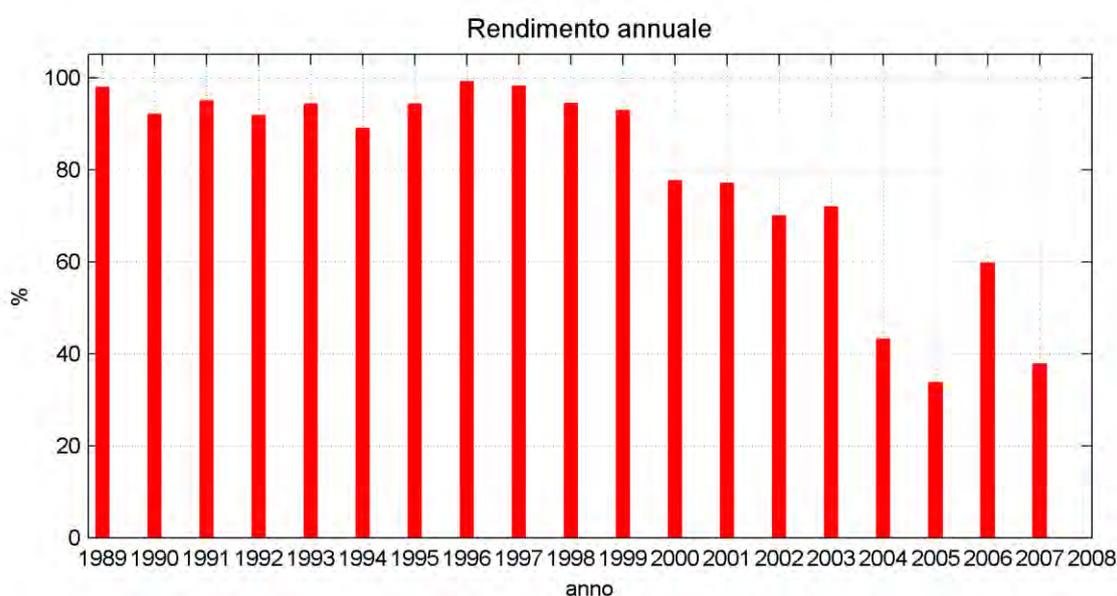


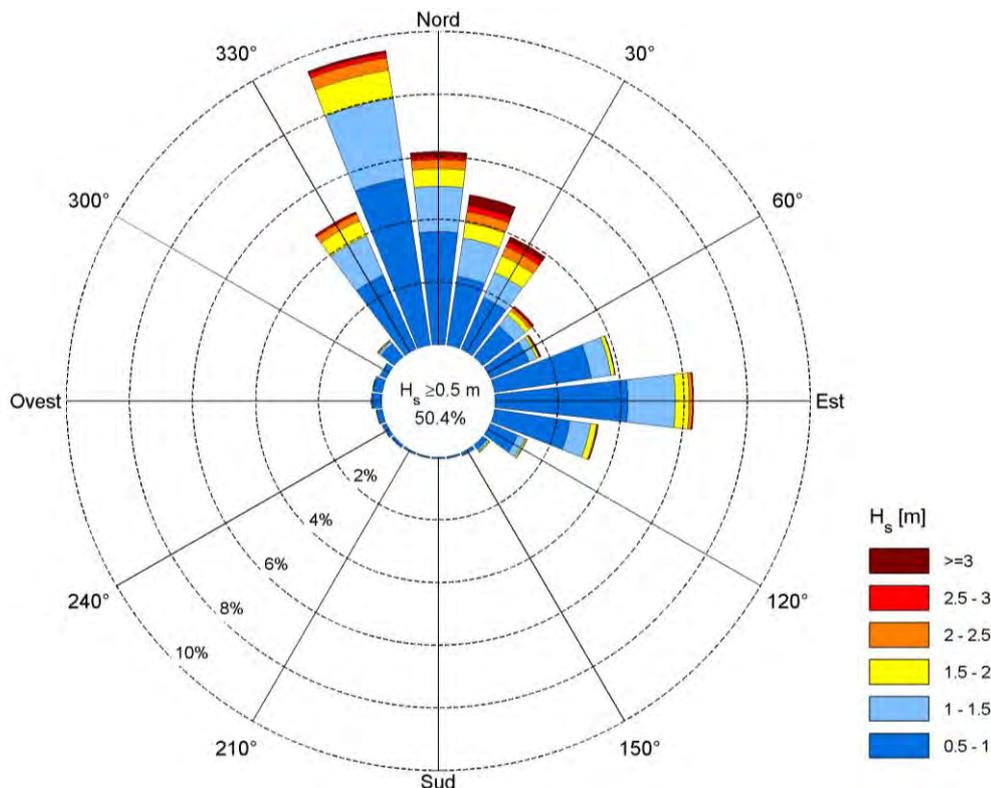
Figura 4-10. Rendimento dell'ondametro di Ortona tra il 1989 e il 2007.

In Tabella 4-4 è riportata la suddivisione degli eventi di moto ondoso registrati dall'ondametro di Ortona suddivisi per classi di altezza d'onda significativa. In Tabella 4-5 è riportata la frequenza di accadimento degli stati di mare osservati dall'ondametro di Ortona suddivisi per classi di  $H_s$  e direzione.

Osservando la distribuzione degli eventi, si può rilevare una frequenza di stati di calma ( $H_s < 0.5$  m) pari al 49.2% del totale degli eventi registrati. Gli stati di mare vivo sono in prevalenza rappresentati da altezze significative comprese tra  $0.5 \text{ m} < H_s < 2.0$  m, con un frequenza di occorrenza pari a 46.9%. Altezze d'onda superiori a 2,0 m si presentano in media con una frequenza del 3.6%.

Dal punto di vista direzionale (vedi grafico di Figura 4-11) si può rilevare, al pari di quanto già trovato analizzando i dati ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean, che il clima di moto ondoso risulta bimodale. Gli stati di mare con  $H_s \geq 0.5$  si presentano in prevalenza dal settore 330-30 °N con una frequenza del 24.45% e dal settore 75-105 °N con una frequenza di 13.5%.

Rispetto ai dati in hindcasting ricostruiti da MeteOcean DICCA l'ondametro ha osservato una maggior frequenza di stati di mare provenienti da Maestrale [330-345 °N] e presenta una differente distribuzione degli stati di mare provenienti da grecale che risultano lievemente ruotati ad Est: si ha una frequenza minore di onde provenienti da 45-60 °N ed una frequenza maggiore di onde provenienti da 75-90°N.



**Figura 4-11. Distribuzione direzionale degli stati di mare con altezza d'onda significativa  $H_s \geq 0.5$  m registrati dall'ondametro di Ortona tra il 1989 e il 2007.**

I grafici riportati in Figura 4-12 riportano il confronto tra i valori sincroni di altezza d'onda significativa  $H_s$  misurati dall'ondametro RON di Ortona e quelli ricostruiti con il modello WWIII da MeteOcean-DICCA nel periodo di misura/ricostruzione comune 1989-2007.

Il pannello in alto a sinistra riporta la correlazione tra i valori misurati dall'ondametro (HM) e quelli ricostruiti da MeteOcean (HP).

Il pannello in alto a destra riporta la densità di distribuzione della differenza osservata tra le misure sincrone  $\Delta H = HM - HP$ , mentre il pannello in basso a sinistra riporta la frequenza cumulata di non superamento di  $\Delta H$ .

Infine nel pannello in basso a destra è riportata la frequenza cumulata di non superamento del rapporto tra le misure  $HR = HM/HP$ .

L'analisi mostra che mediamente le altezze d'onda  $H_s$  appartenenti alla serie storica fornita da MeteOcean DICCA risultano maggiori del 5% rispetto a quelle osservate dall'ondametro e che la differenza i valori di altezza d'onda è mediamente contenuta tra +/-0.5 m.

**Tabella 4-4. Numero di eventi registrati dall'ondametro di Ortona suddivisi per classi di altezza d'onda e direzione.  
 (periodo di riferimento 1989 - 2007)**

Dir ° Nord	Altezza d'onda significativa [m]												Tot
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 1.00	1.00 1.50	1.50 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	>6	
0	969	1139	1544	619	240	124	63	32	11	4	2	0	4747
15	849	739	947	527	214	149	83	69	40	41	0	0	3658
30	727	539	766	373	247	138	68	37	25	13	1	0	2934
45	707	513	542	189	73	46	21	5	3	3	0	0	2102
60	738	686	575	112	33	12	8	1	4	1	0	0	2170
75	990	1251	1321	271	52	8	1	1	0	0	0	0	3895
90	1068	1551	1795	641	190	44	12	4	0	0	0	0	5305
105	888	1228	1031	285	79	15	6	3	0	0	0	0	3535
120	543	517	403	110	22	5	2	0	0	0	0	0	1602
135	281	121	72	32	16	3	0	0	0	0	0	0	525
150	142	55	34	12	2	0	0	0	0	0	0	0	245
165	85	32	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	142
180	65	29	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
195	43	23	14	4	1	0	0	0	0	0	0	0	85
210	41	31	21	5	0	0	0	0	0	0	0	0	98
225	42	29	35	7	2	0	0	0	0	0	0	0	115
240	37	29	47	11	0	0	0	0	0	1	0	0	125
255	62	50	75	8	2	0	0	0	0	0	0	0	197
270	96	62	127	14	2	0	0	0	0	0	0	0	301
285	110	99	124	11	3	0	0	0	0	0	0	0	347
300	169	188	84	10	0	0	0	0	0	0	0	0	451
315	245	357	225	43	14	4	3	0	0	0	0	0	891
330	377	668	1099	580	228	96	22	10	2	1	0	0	3083
345	726	1219	2302	1098	386	172	61	17	12	5	1	0	5999
<b>Tot</b>	10000	11155	13221	4970	1806	816	350	179	97	69	4	0	42667

**Tabella 4-5. Frequenza di accadimento degli eventi di moto ondoso registrati dall'ondametro di Ortona suddivisi per classi di altezza d'onda e direzione (periodo di riferimento 1989 - 2007).**

Dir ° Nord	Altezza d'onda significativa [m]												Tot	Hs>0.5
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 1.00	1.00 1.50	1.50 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	>6		
0	2.3	2.7	3.6	1.5	0.6	0.3	0.1	0.07	0.03	0.009	0.005		11.13	6.19
15	2.0	1.7	2.2	1.2	0.5	0.3	0.2	0.2	0.09	0.10			8.57	4.85
30	1.7	1.3	1.8	0.9	0.6	0.3	0.2	0.09	0.06	0.03	0.002		6.88	3.91
45	1.7	1.2	1.3	0.4	0.2	0.1	0.05	0.01	0.007	0.007			4.93	2.07
60	1.7	1.6	1.3	0.3	0.08	0.03	0.02	0.002	0.009	0.002			5.09	1.75
75	2.3	2.9	3.1	0.6	0.1	0.02	0.002	0.002					9.13	3.88
90	2.5	3.6	4.2	1.5	0.4	0.1	0.03	0.009					12.43	6.30
105	2.1	2.9	2.4	0.7	0.2	0.04	0.01	0.007					8.29	3.33
120	1.3	1.2	0.9	0.3	0.05	0.01	0.005						3.75	1.27
135	0.7	0.3	0.2	0.07	0.04	0.007							1.23	0.29
150	0.3	0.1	0.08	0.03	0.005								0.57	0.11
165	0.2	0.07	0.04	0.02									0.33	0.06
180	0.2	0.07	0.05										0.27	0.05
195	0.1	0.05	0.03	0.009	0.002								0.20	0.04
210	0.10	0.07	0.05	0.01									0.23	0.06
225	0.10	0.07	0.08	0.02	0.005								0.27	0.10
240	0.09	0.07	0.1	0.03						0.002			0.29	0.14
255	0.1	0.1	0.2	0.02	0.005								0.46	0.20
270	0.2	0.1	0.3	0.03	0.005								0.71	0.34
285	0.3	0.2	0.3	0.03	0.007								0.81	0.32
300	0.4	0.4	0.2	0.02									1.06	0.22
315	0.6	0.8	0.5	0.1	0.03	0.009	0.007						2.09	0.68
330	0.9	1.6	2.6	1.4	0.5	0.2	0.05	0.02	0.005	0.002			7.23	4.78
345	1.7	2.9	5.4	2.6	0.9	0.4	0.1	0.04	0.03	0.01	0.002		14.06	9.50
<b>Tot</b>	23.44	26.14	30.99	11.65	4.23	1.91	0.82	0.42	0.23	0.16	0.01	0.000	100	50.42
<b>Tot. Cumulate</b>		49.58	80.57	92.22	96.45	98.36	99.18	99.60	99.83	99.99	100.00	100.00		

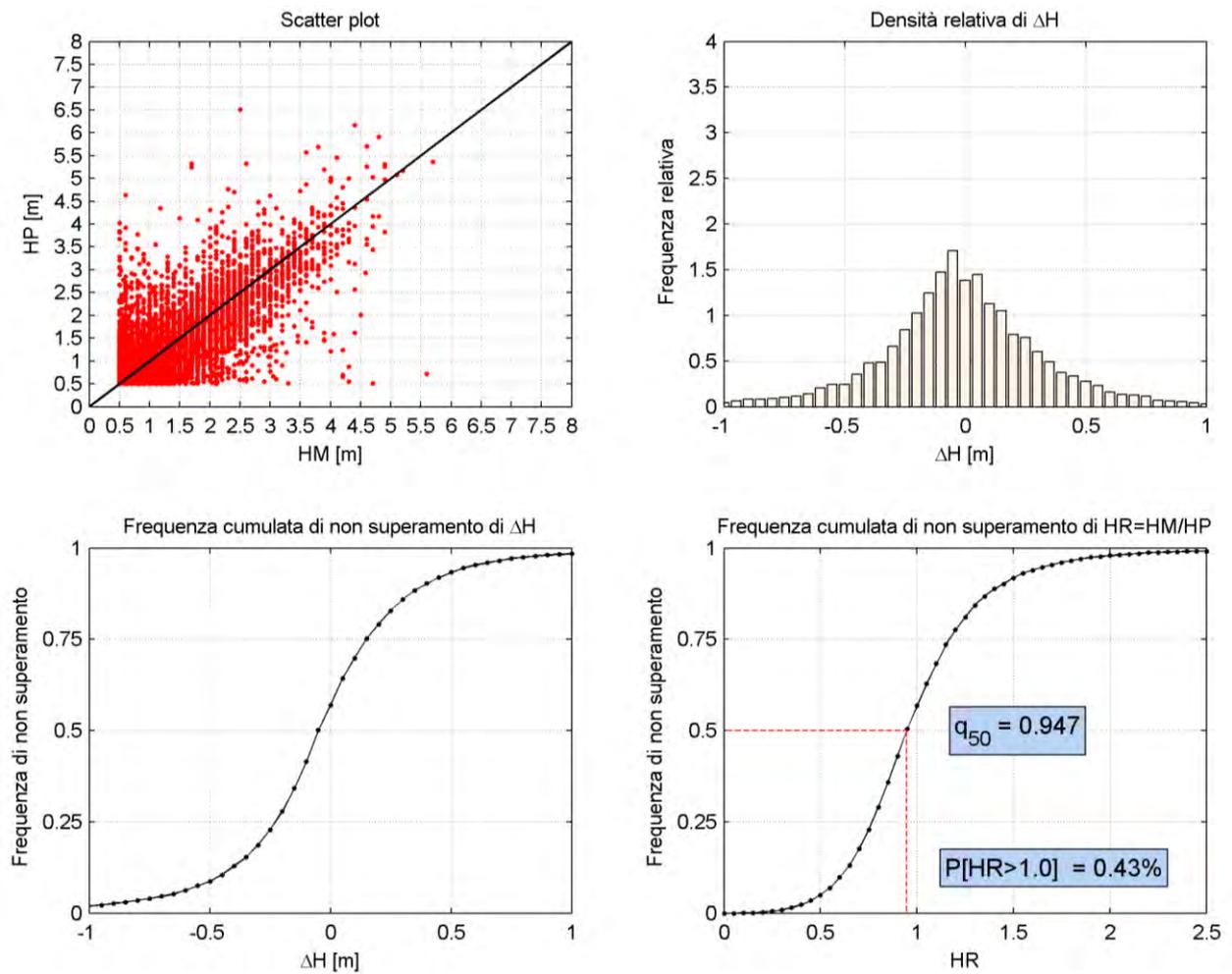


Figura 4-12. Confronto fra i dati sincroni triorari registrati dalla boa RON di Ortona ed i dati ricostruiti da DICCA (periodo di riferimento 1989 - 2007)

## Capitolo 5

# Analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso al largo

Prima di eseguire l'analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso a largo è risultato necessario completare il confronto tra le due serie storiche disponibili. Il confronto è stato completato analizzando gli eventi estremi di moto ondoso che di fatto costituiscono il parametro più importante per il dimensionamento strutturale delle opere marittime in progetto.

Nei grafici di Figura 5-1 sono riportati i valori di  $H_s$  e direzione di provenienza al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica MeteOcean DICCA e dalla serie registrata dall'ondametro RON di Ortona nel periodo di misura/ricostruzione comune 1989-2007 (14.5 anni). I dati fanno riferimento alle stesse mareggiate ma non risultano sincroni.

Dal punto di vista direzionale i dati risultano ben correlati con uno scarto quadratico medio di  $\pm 12^\circ$ . I valori di  $H_s$  al colmo risultano più dispersi, e mediamente si osserva che i dati MeteOcean DICCA risultano maggiori di quelli registrati dalla boa di Ortona (differenza media  $+0.1$  m, scarto quadratico medio  $0.54$  m).

In conclusione tenendo conto anche dei confronti effettuati nei paragrafi precedenti, si può affermare che complessivamente i dati ricostruiti in ri-analisi dal DICCA risultano maggiormente cautelativi rispetto a quelli della RON sia in relazione ai valori medi che a quelli estremi di  $H_s$ . Tenendo inoltre conto della maggiore significatività statistica dei dati del DICCA rispetto a quelli della RON dovuta: (i) alla maggiore estensione temporale dei dati del DICCA rispetto a quelli della RON (36 anni di osservazione rispetto ai 16 anni della RON); (ii) al maggiore rendimento dei dati del DICCA rispetto a quelli della RON (99,7% del DICCA rispetto a circa il 79% della RON); (iii) alla migliore risoluzione temporale dei dati del DICCA rispetto a quelli della RON (risoluzione oraria dei dati del DICCA rispetto alla risoluzione tri-oraria dei dati della RON), si è deciso di utilizzare esclusivamente i dati del DICCA per il completamento del presente studio e quindi per la progettazione delle opere.

Pertanto per determinare l'onda di progetto al largo è stata eseguita un'analisi statistica dei valori estremi utilizzando come campione di dati la serie dei colmi delle mareggiate appartenenti alla serie storica di dati di moto ondoso ricostruiti in rianalisi da MeteOcean DICCA al largo di Pescara nel punto di coordinate  $42.42^\circ\text{N}$   $14.60^\circ\text{E}$ . La serie oraria ricostruita tra il 1979 e il 2015 consente di operare con campione di dati molto numeroso ed un elevato numero di anni ( $K=36.87$ ). Ciò come già osservato rende molto più affidabile l'analisi statistica dei valori estremi basata sui dati del DICCA rispetto a quella della RON.

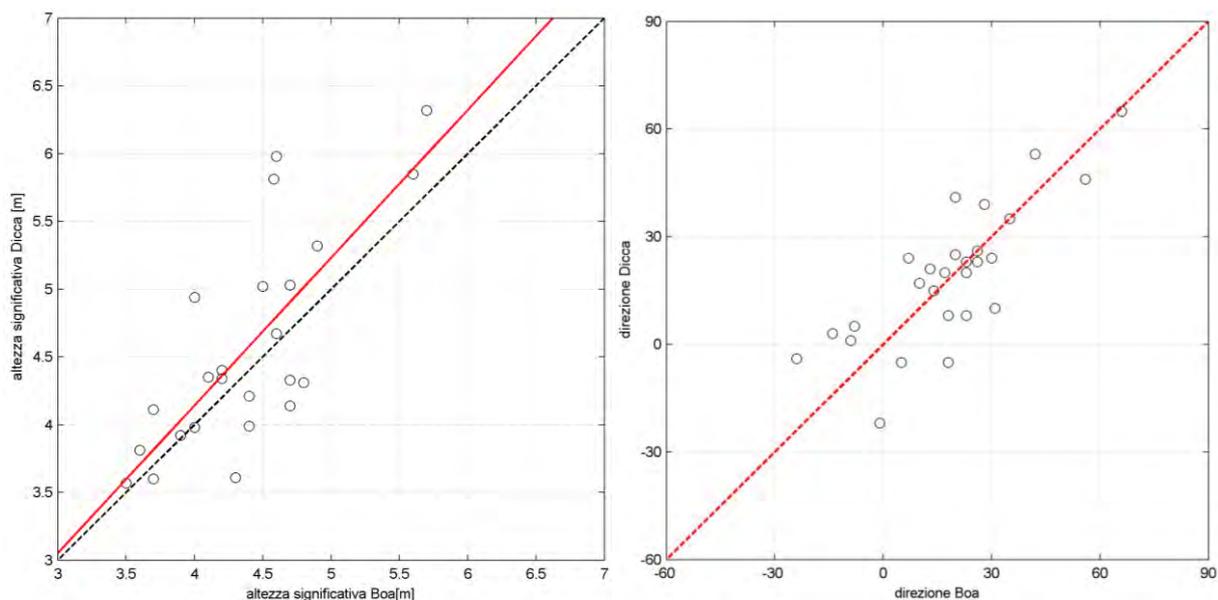


Figura 5-1. Confronto asincrono tra i valori al colmo di mareggiata (Hs e Direzione) registrati dalla boa ondometrica RON di Ortona tra il 1989 ed il 2007 con cadenza trioraria e quelli ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean DICCA.

## 5.1 Preparazione del campione

L'analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso richiede necessariamente di definire dei criteri al fine di selezionare un campione di dati rappresentativo delle mareggiate più significative per eseguire un'analisi di inferenza statistica.

Per eseguire l'analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso risulta necessario selezionare preliminarmente dei dati che rispondano al doppio requisito di risultare tra loro statisticamente **omogenei ed indipendenti**.

È regola caratterizzare una mareggiata assegnandole i valori di altezza significativa, periodo e direzione corrispondenti al massimo, ovvero al culmine, dell'intensità raggiunta durante il singolo evento estremo.

Per l'individuazione delle mareggiate (evento estremo) all'interno della serie temporale, costituita da K anni di registrazione, si considerano le successioni di stati di mare caratterizzate da una persistenza dell'altezza significativa sopra la soglia di  $H_s > 1.0$  m maggiore a 12 ore consecutive e valore di altezza d'onda al colmo  $H_s \geq 2.0$  m.

L'indipendenza tra le singole mareggiate viene assicurata imponendo un valore di soglia per l'intervallo che intercorre tra due mareggiate successive. Generalmente tale intervallo, come raccomandato da Mathiesen, è pari a 48 ore.

Complessivamente sono stati individuati  $N_T=682$  eventi di mareggiata così suddivisi per classi di altezza d'onda significativa al colmo:

$2.0 \leq H_s < 2.5$  (m): 261

$2.5 \leq H_s < 3.0$  (m): 171

$3.0 \leq H_s < 3.5$  (m): 114

$3.5 \leq H_s < 4.0$  (m): 60

$4.0 \leq H_s < 4.5$  (m): 36

$4.5 \leq H_s < 5.0$  (m): 15

$H_s \geq 5.0$  (m): 25

L'omogeneità dei dati all'interno del campione di solito viene assicurata raggruppando gli stessi dati in eventi caratterizzati da una simile genesi meteorologica. Ciò normalmente si traduce nel separare i valori di altezza d'onda significativa al colmo delle mareggiate in distinti settori di traversia del paraggio.

Nel diagramma polare riportato in Figura 5-2 sono rappresentati i colmi delle mareggiate (superiori a 2.0 m di altezza significativa) appartenenti alla serie storica MeteOcean DICCA Point 001563 (1979-2015). Sulla base della distribuzione direzionale dei colmi di mareggiata sono stati individuati due settori di traversia che caratterizzano il paraggio in esame:

- il settore di traversia compreso tra  $330^\circ\text{N}$  e  $30^\circ\text{N}$ ,
- il settore di traversia secondaria compreso tra  $30^\circ\text{N}$  e  $120^\circ\text{N}$ .

Individuati i settori principali di provenienza del moto ondoso, si è quindi proceduto applicando il metodo POT (Peak Over Threshold) per selezionare tra le mareggiate individuate gli N - valori al colmo superiori ad una prefissata soglia di riferimento.

Il metodo POT, a differenza del metodo dei massimi annuali, consente di selezionare un numero maggiore di dati garantendo intervalli di confidenza minori per la stima dei valori estremi.

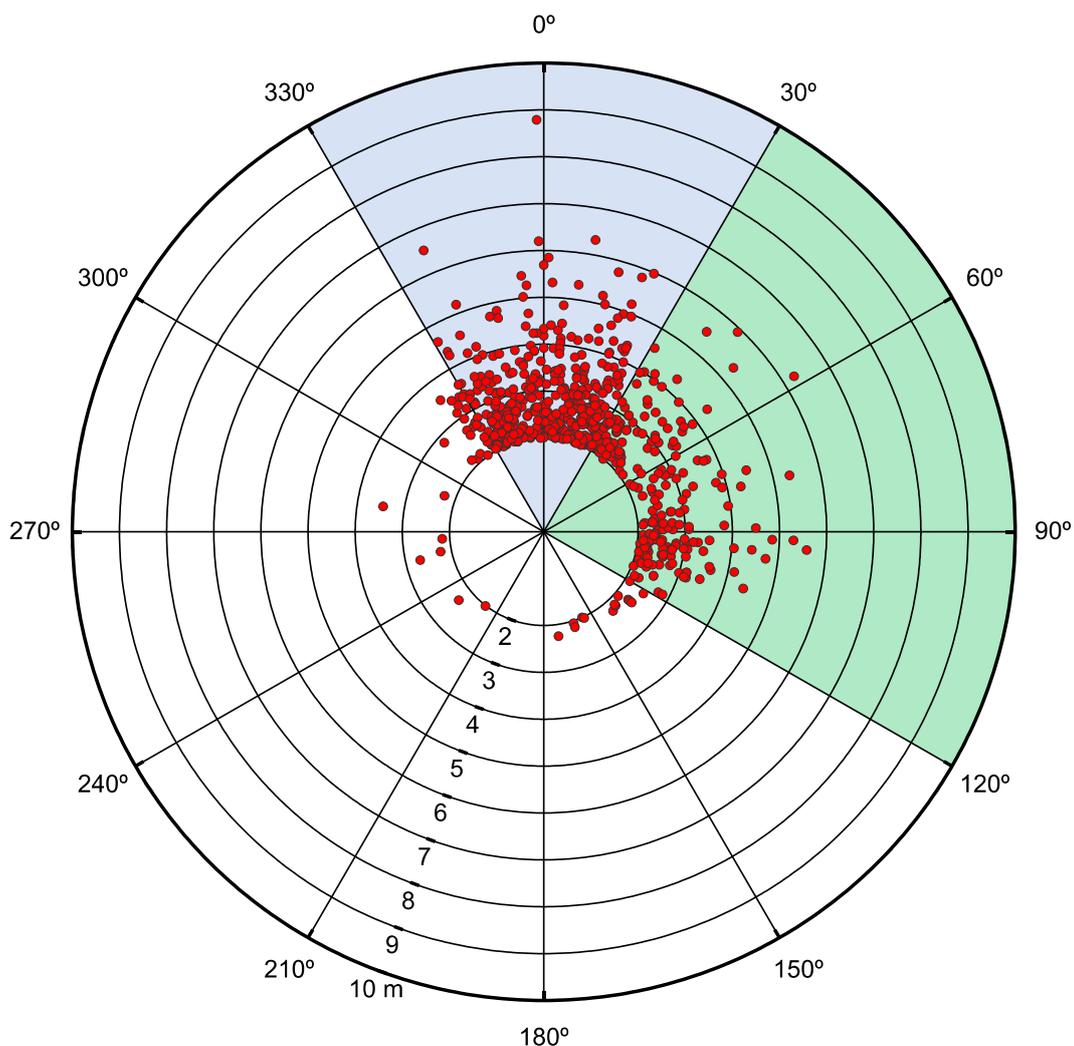


Figura 5-2. Valori al colmo delle mareggiate ricostruite da MeteOcean DICCA nel periodo 1979-2015.

## 5.2 Individuazione del modello probabilistico per i dati selezionati

Tra le distribuzioni statistiche per l'analisi dei valori estremi è stata selezionata la distribuzione di probabilità di non superamento (funzione di ripartizione) di Weibull (limitata inferiormente):

$$P_{X_{\min}}(x) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{x - B}{A} \right)^{\kappa} \right]$$

in cui  $X$  è la variabile aleatoria,  $x$  il valore di non superamento mentre  $A$ ,  $B$  sono i parametri della distribuzione e  $\kappa$  è il parametro di forma della distribuzione.

La valutazione dei parametri della distribuzione richiede la preliminare stima della frequenza campionaria dei dati.

Per fare questo il campione dei dati viene ordinato in senso decrescente e per ogni  $m$ -esimo evento viene calcolata la frequenza campionaria di non superamento utilizzando la formula di Gringorten<sup>2</sup>:

$$\hat{F}_m = 1 - \frac{m - \alpha}{N + \beta}, m = 1, 2, \dots, N$$

<sup>2</sup> I valori dei parametri  $\alpha$  e  $\beta$  sono forniti da Goda (1988), per la distribuzione Weibull sono  $\alpha = 0.20 + 0.27/\sqrt{\kappa}$ ,  $\beta = 0.20 + 0.23/\sqrt{\kappa}$

In seguito introducendo la variabile ridotta:

$$y_{(m)} = \left[ -\ln(1 - \hat{F}_m) \right]^{1/k}$$

viene applicato il metodo dei minimi quadrati per determinare i parametri A e B della retta:

$$x_{(m)} = B + A \cdot y_{(m)}$$

Ottenuta la funzione di probabilità di non superamento è possibile valutare il corrispondente valore al colmo della mareggiata corrispondente ad un tempo di ritorno assegnato.

Tenendo conto che la probabilità cumulata di non superamento è legata al tempo di ritorno dell'evento dalla relazione:

$$Tr(X \leq x) = \frac{1}{(1 - P(X \leq x))}$$

si possono stimare le altezze d'onda significative al colmo associate a diversi tempi di ritorno.

### 5.3 Statistica dei valori estremi

La serie oraria di eventi di moto ondoso ricostruita al largo di Pescara tra il 1979 e il 2015 consente di operare con un elevato numero anni ( $K=36.87$ ) ed un rendimento prossimo al 100%.

A seguire sono riportati i risultati delle analisi statistiche svolte sui campioni rappresentativi dei due settori di traversia, il settore di traversia A, compreso tra 330 e 30 °N, ed il settore di traversia B, compreso tra 30 e 120 °N.

Applicando il metodo POT utilizzando la soglia di 3.80 m per il settore A sono stati individuati 71 eventi di mareggiata con un valore medio di 4.64 m ed una deviazione standard di 0.84 m.

Per il settore secondario, fissata la soglia di 3.0 m, sono stati individuati 80 eventi di mareggiata con un valore medio di 3.76 m ed una deviazione standard di 0.75 m.

In Tabella 5-1 sono riportati, per ciascun settore di traversia, i campioni ordinati dei colmi delle mareggiate utilizzati per l'analisi statistica. La tabella riporta i primi 25 valori ordinati e gli ultimi 10 valori del campione.

Per ogni evento sono riportati la data di registrazione, il valore di altezza significativa al colmo  $H_s$ , il corrispondente valore del periodo di picco  $T_p$  e la direzione di provenienza. Viene inoltre riportato il corrispondente tempo di ritorno associato all'evento.

**Tabella 5-1. Campione degli eventi estremi orari osservati fra il 1979 e il 2015 e parametri della distribuzione di adattamento ottenuti con la regressione lineare.**

K=36.87 N=71	sett. A 330 - 30 °N soglia POT H <sub>s</sub> = 3.8 m Weibull 1.0					K=36.87 N=80	sett. B 30 - 120 °N soglia POT H <sub>s</sub> = 3.0 m Weibull 1.0				
	m	Data	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	Dir [°N]		T <sub>R</sub>	m	Data	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]
1	31/12/1979	8.79	11.5	359	70.0	1	14/11/2004	6.26	11	58	69.9
2	20/12/1991	6.52	10.1	337	24.2	2	02/12/1983	5.92	10.3	44	24.2
3	28/03/1995	6.32	10.3	10	14.7	3	15/03/1980	5.59	11	94	14.7
4	27/02/1997	6.20	9.9	359	10.5	4	05/03/2015	5.49	10	39	10.5
5	01/12/1996	5.98	10.1	23	8.2	5	03/01/1993	5.35	10.9	77	8.2
6	27/12/2001	5.85	10.0	1	6.7	6	27/11/2015	5.33	9.5	49	6.7
7	23/12/2003	5.81	9.9	21	5.7	7	11/12/2005	5.3	9.9	92	5.7
8	15/02/2005	5.76	9.8	16	4.9	8	10/03/2010	4.85	9.4	92	4.9
9	29/08/1989	5.69	9.8	360	4.4	9	12/12/2008	4.74	9.9	97	4.4
10	14/10/1997	5.48	9.9	355	3.9	10	17/12/1988	4.57	9.1	31	3.9
11	05/12/1999	5.32	9.8	2	3.5	11	01/03/2011	4.5	9	89	3.5
12	16/02/1997	5.32	9.8	8	3.2	12	06/03/2008	4.49	9.4	73	3.2
13	10/02/1984	5.27	9.9	356	3.0	13	25/03/2015	4.43	8.6	95	3.0
14	26/11/2013	5.20	9.3	21	2.7	14	22/12/1979	4.4	10.1	106	2.7
15	02/01/2007	5.19	10.0	339	2.6	15	04/01/1995	4.34	9.3	53	2.6
16	20/12/1999	5.19	9.5	14	2.4	16	27/12/1996	4.31	9.5	41	2.4
17	20/01/1998	5.03	9.7	355	2.2	17	10/02/2012	4.29	9.3	77	2.2
18	02/01/1994	5.02	9.9	15	2.1	18	31/01/1986	4.13	10	102	2.1
19	09/02/2015	4.95	9.1	22	2.0	19	01/02/2003	4.11	9	35	2.0
20	22/12/1998	4.94	9.6	20	1.9	20	01/03/1993	4.05	8.8	95	1.9
21	04/12/1980	4.85	9.6	5	1.8	21	08/01/1981	4.02	8.5	32	1.8
22	09/12/2012	4.82	9.8	19	1.7	22	14/12/1990	3.98	8.6	46	1.7
23	31/01/1983	4.82	9.5	348	1.7	23	20/12/1981	3.98	9	39	1.7
24	06/01/2012	4.73	9.2	346	1.6	24	26/12/2008	3.97	8.5	72	1.6
25	16/11/1993	4.67	9.2	356	1.5	25	27/02/1982	3.97	8.4	36	1.5
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
61	24/03/2002	3.92	8.4	3	0.6	70	15/12/2007	3.07	7.2	36	0.5
62	26/02/2001	3.92	9.0	360	0.6	71	24/11/1987	3.07	8.7	97	0.5
63	19/03/1981	3.92	8.5	351	0.6	72	01/02/2012	3.06	7.7	100	0.5
64	02/03/2000	3.91	8.1	346	0.6	73	30/12/2004	3.06	7.7	36	0.5
65	07/03/1995	3.90	8.9	344	0.6	74	21/10/1994	3.03	9.3	68	0.5
66	16/05/2011	3.87	8.3	357	0.6	75	19/02/1987	3.03	8.6	95	0.5
67	03/11/1995	3.86	8.5	12	0.6	76	22/11/1998	3.02	9.3	77	0.5
68	15/11/1981	3.86	8.5	357	0.6	77	19/12/1980	3.02	9.4	81	0.5
69	25/01/2014	3.81	8.4	5	0.5	78	04/02/1998	3.01	8	64	0.5
70	31/01/1995	3.81	9.0	23	0.5	79	26/12/2004	3.00	9.2	107	0.5
71	02/09/2014	3.80	8.2	19	0.5	80	12/02/2004	3.00	7.6	39	0.5
	μ	4.64	9.13	165			μ	3.76	8.68	68	
	σ	0.84	0.65	168			σ	0.75	0.81	25	
Par.	A	0.85					A	0.76			
	B	2.29					B	2.22			
Corr.	R <sup>2</sup>	0.99					R <sup>2</sup>	0.99			

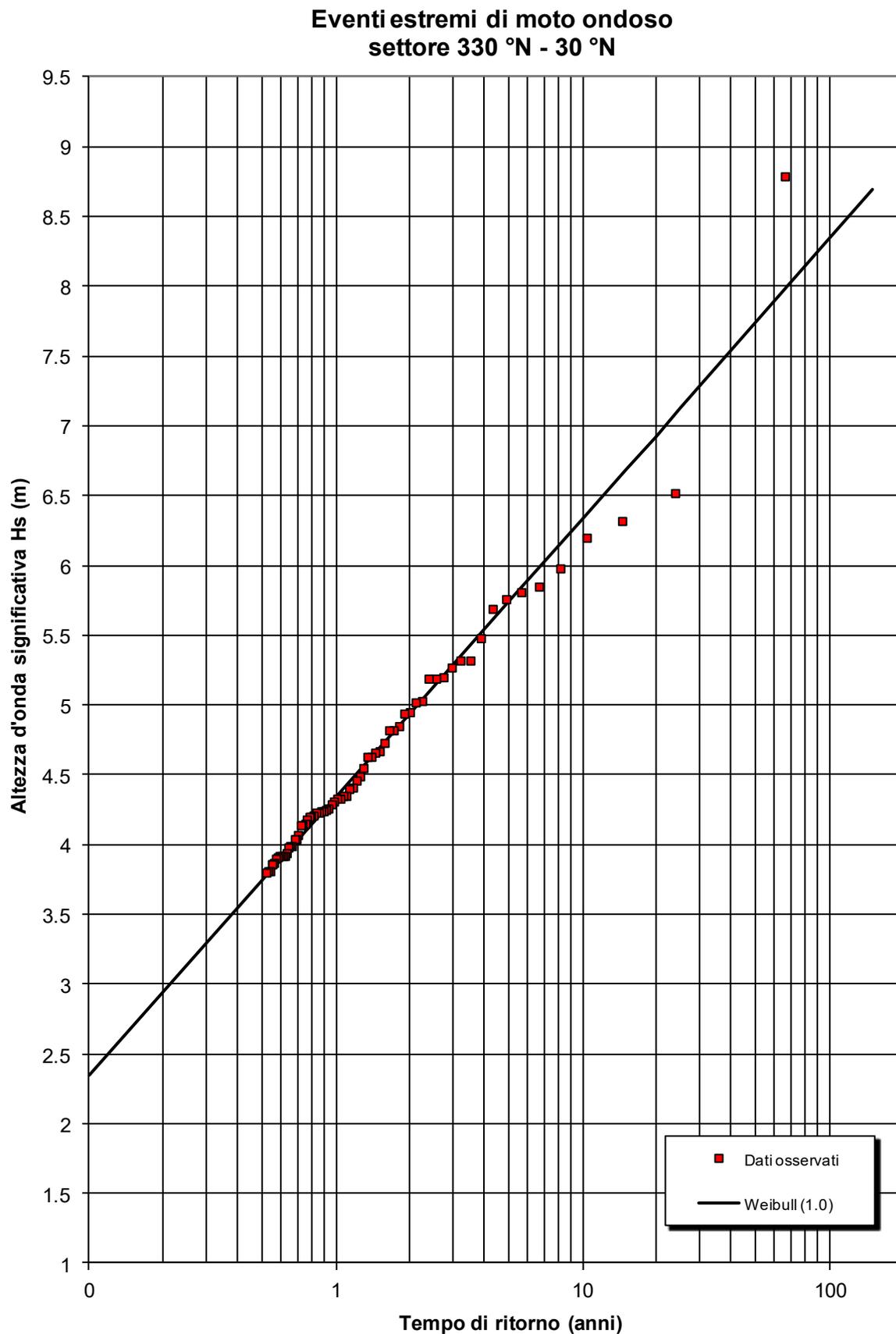


Figura 5-3. Adattamento alla legge di distribuzione tipo Weibull 1.0 dei valori al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica MeteOcean DICCA tra il 1979 ed il 2015. Settore di traversia 330 - 30 °N.

**Tabella 5-2. Statistica degli eventi estremi per il settore di traversia A: 330° - 30° N.**

**MeteOcean DICCA Point 001563 - Analisi delle onde estreme  
 settore di traversia: 330° - 30° Nord**

Numero di anni	36.87	Media (m)	4.64
Numero di eventi	411	Deviazione standard (m)	0.842
Altezza di soglia (m)	>3.80	Peak over threshold:	71
Direzione iniziale:	330°N	Direzione finale:	30°N

H <sub>s</sub> (m)	Tempo di ritorno (anni)						
8.79	69.99	4.95	2.00	4.33	1.02	4.04	0.68
6.52	24.24	4.94	1.90	4.31	0.99	3.99	0.67
6.32	14.66	4.85	1.81	4.29	0.96	3.99	0.66
6.20	10.51	4.82	1.72	4.26	0.94	3.98	0.64
5.98	8.19	4.82	1.65	4.25	0.92	3.94	0.63
5.85	6.71	4.73	1.58	4.24	0.89	3.92	0.62
5.81	5.68	4.67	1.51	4.24	0.87	3.92	0.61
5.76	4.93	4.66	1.45	4.23	0.85	3.92	0.60
5.69	4.35	4.63	1.40	4.23	0.83	3.92	0.59
5.48	3.89	4.63	1.35	4.21	0.81	3.91	0.58
5.32	3.52	4.55	1.30	4.20	0.80	3.90	0.57
5.32	3.22	4.49	1.26	4.20	0.78	3.87	0.57
5.27	2.96	4.46	1.21	4.18	0.76	3.86	0.56
5.20	2.74	4.41	1.18	4.15	0.75	3.86	0.55
5.19	2.55	4.40	1.14	4.14	0.73	3.81	0.54
5.19	2.39	4.35	1.11	4.14	0.72	3.81	0.53
5.03	2.24	4.35	1.07	4.07	0.71	3.80	0.53
5.02	2.12	4.33	1.04	4.04	0.69		

T <sub>R</sub> (anni)	GUMBEL		WEI(.75)	
	H <sub>s</sub> (m)	c.i.(m)	H <sub>s</sub> (m)	c.i.(m)
2	5.0	0.4	4.9	2.6
5	5.7	0.6	5.6	0.4
10	6.3	0.8	6.2	0.6
25	7.1	1.0	7.0	0.9
50	7.7	1.3	7.5	1.2
100	8.2	1.6	8.1	1.4
<b>A</b>	0.836		0.419	
<b>B</b>	2.377		2.977	
<b>r</b>	0.986		0.99	

T <sub>R</sub> (anni)	WEI(1.0)		WEI(1.4)		WEI(2.0)	
	H <sub>s</sub> (m)	c.i.(m)	H <sub>s</sub> (m)	c.i.(m)	H <sub>s</sub> (m)	c.i.(m)
2	4.9	0.3	5.0	0.4	5.1	0.4
5	5.7	0.5	5.8	0.6	5.9	0.5
10	6.3	0.7	6.4	0.8	6.5	0.7
25	7.1	1.0	7.2	1.0	7.2	0.9
50	7.7	1.3	7.8	1.3	7.7	1.1
100	8.3	1.6	8.3	1.5	8.2	1.3
<b>A</b>	0.853		1.686		3.087	
<b>B</b>	2.289		1.204		-0.411	
<b>r</b>	0.987		0.982		0.976	

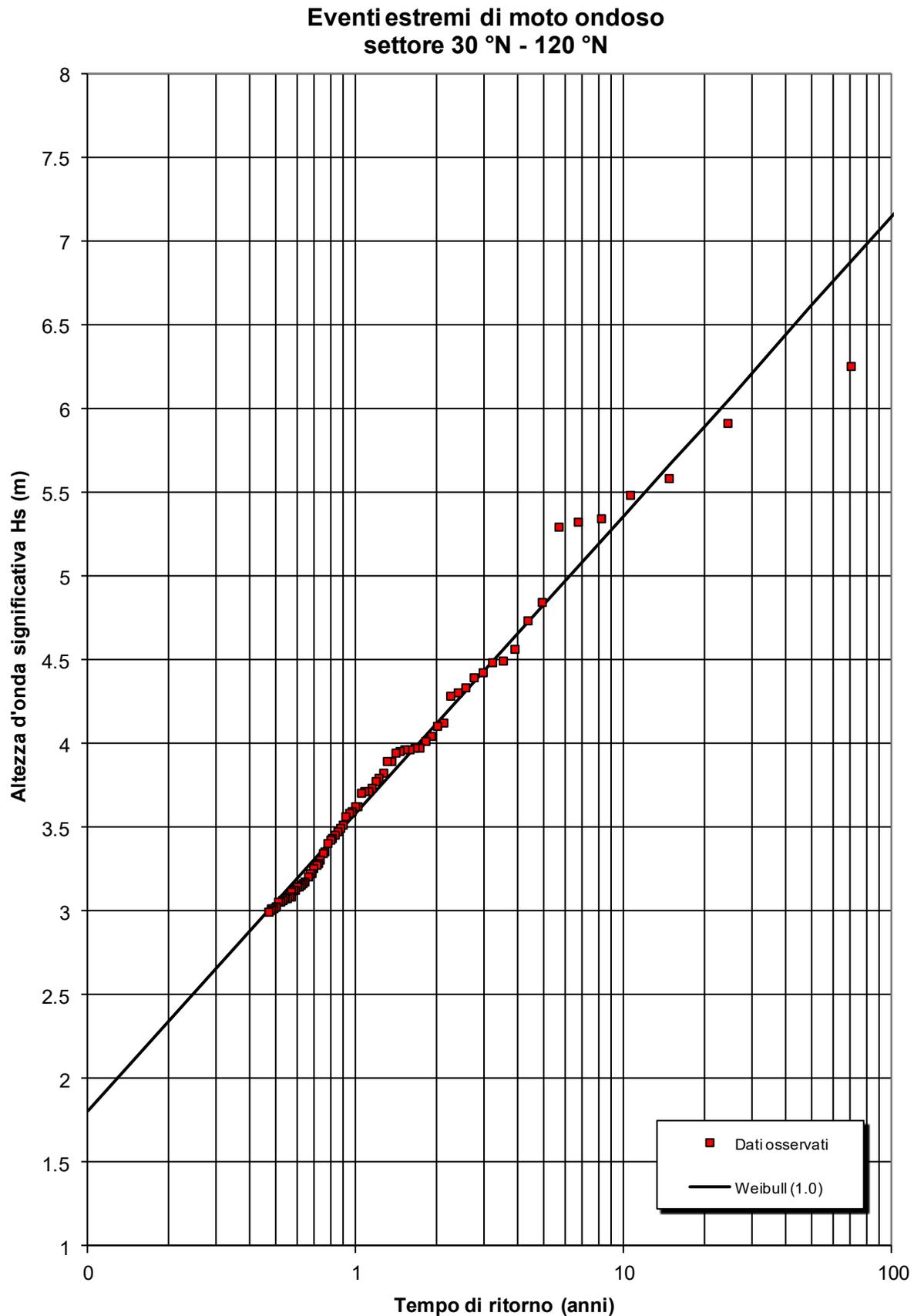


Figura 5-4. Adattamento alla legge di distribuzione tipo Weibull 1.0 dei valori al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica MeteOcean DICCA tra il 1979 ed il 2015. Settore di traversia 30 - 120 °N.

**Tabella 5-3. Statistica degli eventi estremi per il settore di traversia B: 30° - 120° N.**

**MeteOcean DICCA Point 001563 - Analisi delle onde estreme**  
**settore di traversia: 30° - 120° Nord**

Numero di anni	36.87	Media (m):	3.76
Numero di eventi	224	Deviazione standard (m):	0.75
Altezza di soglia (m):	>3.00	Peak over threshold:	80
Direzione iniziale:	30°N	Direzione finale:	120°N

H <sub>s</sub> (m)	Tempo di ritorno (anni)						
6.26	69.94	4.11	2.00	3.63	1.01	3.23	0.68
5.92	24.23	4.05	1.90	3.63	0.99	3.23	0.67
5.59	14.65	4.02	1.81	3.60	0.96	3.21	0.66
5.49	10.50	3.98	1.72	3.59	0.94	3.18	0.64
5.35	8.18	3.98	1.65	3.57	0.91	3.17	0.63
5.33	6.70	3.97	1.58	3.52	0.89	3.16	0.62
5.30	5.68	3.97	1.51	3.50	0.87	3.15	0.61
4.85	4.92	3.96	1.45	3.48	0.85	3.15	0.60
4.74	4.35	3.95	1.40	3.46	0.83	3.13	0.59
4.57	3.89	3.90	1.35	3.44	0.81	3.13	0.58
4.50	3.52	3.90	1.30	3.43	0.80	3.12	0.57
4.49	3.21	3.83	1.26	3.41	0.78	3.09	0.57
4.43	2.96	3.80	1.21	3.36	0.76	3.09	0.56
4.40	2.74	3.78	1.18	3.35	0.75	3.08	0.55
4.34	2.55	3.74	1.14	3.31	0.73	3.08	0.54
4.31	2.39	3.72	1.11	3.29	0.72	3.07	0.53
4.29	2.24	3.72	1.07	3.28	0.71	3.07	0.53
4.13	2.11	3.71	1.04	3.26	0.69	3.06	0.52

T <sub>R</sub> (anni)	GUMBEL		WEI(.75)	
	H <sub>s</sub> (m)	c.i.(m)	H <sub>s</sub> (m)	c.i.(m)
2	4.1	0.3	4.0	0.2
5	4.8	0.5	4.7	0.4
10	5.3	0.7	5.2	0.6
25	6.0	0.9	5.9	0.8
50	6.5	1.1	6.4	1.1
100	7.0	1.3	7.0	1.3
<b>A</b>	0.727		0.399	
<b>B</b>	2.367		2.692	
<b>r</b>	0.993		0.978	

T <sub>R</sub> (anni)	WEI(1.0)		WEI(1.4)		WEI(2.0)	
	H <sub>s</sub> (m)	c.i.(m)	H <sub>s</sub> (m)	c.i.(m)	H <sub>s</sub> (m)	c.i.(m)
2	4.1	0.3	4.2	0.3	4.3	0.3
5	4.8	0.5	4.9	0.5	5.0	0.5
10	5.4	0.7	5.5	0.7	5.5	0.6
25	6.1	0.9	6.1	0.9	6.1	0.9
50	6.6	1.2	6.6	1.1	6.6	1.1
100	7.2	1.4	7.1	1.4	7.0	1.3
<b>A</b>	0.761		1.406		2.43	
<b>B</b>	2.221		1.483		0.391	
<b>r</b>	0.991		0.995		0.994	

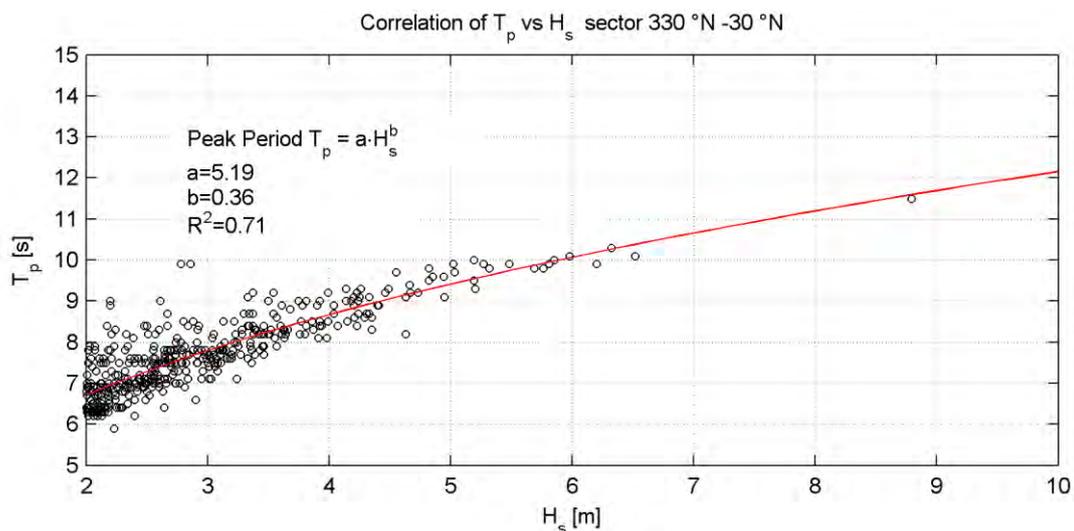


Figura 5-5. Correlazione tra le altezze significative ed il periodo di picco al colmo delle mareggiate estratte dalla serie DICCA (1979-20015) per il settore di traversia 330-30 °N

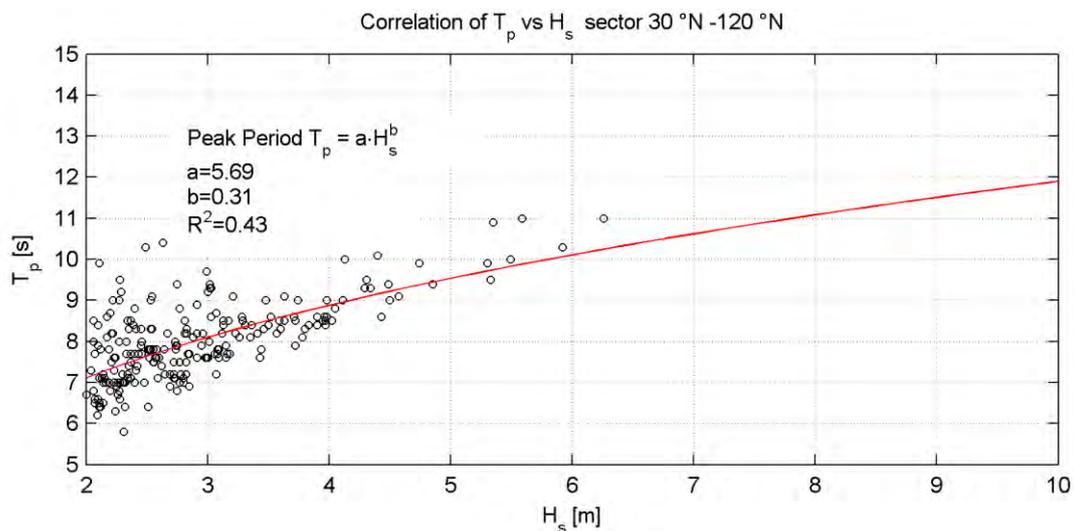


Figura 5-6. Correlazione tra le altezze significative ed il periodo di picco al colmo delle mareggiate estratte dalla serie DICCA (1979-20015) per il settore di traversia 30-120 °N

L'analisi di correlazione tra l'altezza significativa  $H_s$  ed il periodo  $T_p$  associati alle mareggiate estratte dalla serie storica DICCA (1979-2015) riportata nei grafici di Figura 5-5 e Figura 5-6 ha quindi permesso di definire le caratteristiche degli stati di mare estremi al largo di Pescara associati a determinati tempi di ritorno come riportato in Tabella 8-1.

Tabella 5-4. Eventi estremi di moto ondoso al largo

Tempo di ritorno	Settore 330 - 30 °N		Settore 30 - 120 °N	
	Hs	Tp	Hs	Tp
[anni]	[m]	[s]	[m]	[m]
2	4.9	9.3	4.1	8.8
10	6.3	10.1	5.4	9.6
50	7.7	10.9	6.6	10.2
100	8.3	11.2	7.2	10.5

## Capitolo 6

### Clima di moto ondoso sottocosta

Nelle progettazione di opere marittime la conoscenza delle condizioni di moto ondoso in costa risulta di interesse per numerose applicazioni di ingegneria come ad esempio (i) per l'analisi degli aspetti navigazionali, (ii) per lo studio del trasporto solido litoraneo, (iii) per lo studio della dispersione e diffusione di inquinanti a mare e (iv) per il dimensionamento strutturale delle opere marittime.

Per le applicazioni (i), (ii) e (iii) sopra richiamate può risultare utile disporre del clima ondometrico in prossimità della costa. In tal caso è opportuno propagare in costa l'intera serie storica di moto ondoso registrata al largo, ovvero risulta necessario propagare centinaia di migliaia di stati di mare.

Invece per la definizione delle condizioni di moto ondoso da utilizzare per il dimensionamento strutturale delle opere marittime è di solito sufficiente propagare poche decine di stati di mare.

Ovviamente date le differenti finalità e il differente onere di calcolo richiesto dalle due tipologie di applicazioni, di solito si utilizzano modelli numerici differenti a seconda che si debba definire in modo completo il clima (o regime) ondometrico in costa o un numero limitato di stati di mare estremi.

Nel primo caso, data la necessità di propagare un numero elevato di stati di mare, si usano modelli numerici meno onerosi dal punto di vista computazionale rispetto al secondo caso. La minore onerosità computazionale dei modelli numerici è ovviamente ottenuta semplificando le problematiche fisiche da simulare.

In conclusione per lo studio in oggetto per propagare le onde in costa sono stati utilizzati due modelli numerici distinti. Il primo, la cui applicazione è descritta nel presente capitolo, è stato applicato per definire il clima ondometrico in costa e quindi per propagare l'intera serie storica ricostruita in rianalisi a largo (più di 300.000 stati di mare). La seconda applicazione, descritta nel Capitolo 8, è stata effettuata per propagare solo le condizioni di moto ondoso di progetto per il dimensionamento strutturale delle opere.

Per quanto riguarda il modello numerico utilizzato per definire il clima di moto ondoso in costa, si è utilizzato il modello di rifrazione inversa spettrale MEROPE sviluppato dalla MODIMAR. Questo modello è in grado di propagare in un solo punto in costa onde provenienti da largo da qualsiasi direzione e aventi caratteristiche spettrali qualsiasi. Il modello simula nella propagazione i fenomeni combinati di rifrazione e shoaling, trascurando gli effetti dissipativi dovuti al frangimento e all'attrito sul fondo. Ovviamente il punto in costa in corrispondenza del quale viene studiata la propagazione delle onde deve essere posizionato su un fondale non inferiore ai  $10,0 \div 15,0$  m ovvero su fondali in corrispondenza dei quali i fenomeni dissipativi risultano, a favore di sicurezza, trascurabili.

Il vantaggio computazionale di MEROPE è insito nella tecnica numerica utilizzata che consiste nell'effettuare il tracciamento inverso dei raggi d'onda partendo dal punto di interesse localizzato in costa e muovendosi verso il largo. Il tracciamento dei raggi viene effettuato per una stella di raggi equispaziati nel punto in costa di frazioni di grado allo scopo di stabilire, per un prefissato periodo di

moto ondoso, la corrispondenza direzionale largo-riva. Il tracciamento dei raggi si ripete per un numero rilevante di periodi di moto ondoso in grado di coprire l'intero campo di periodi delle onde a largo. La conoscenza della corrispondenza direzionale largo-riva al variare del periodo delle onde consente poi di propagare in modo poco oneroso dal punto di vista del calcolo, stati di mare al largo caratterizzati da prefissati spettri in frequenza e direzione.

## 6.1 Griglia di calcolo

In Figura 6-1 è rappresentato il dominio di calcolo utilizzato per le simulazioni effettuate con il modello MEROPE, definito sulla base dei dati batimetrici desunti dalla carta nautica del paraggio (CN 34 e CN 35).

Il suddetto dominio ha dimensioni  $50000 \times 30000$  m, ed è numericamente definito da una griglia regolare con passo di discretizzazione di 200 m, per un totale di  $250 \times 150$  nodi. La griglia è orientata con l'asse verticale allineato a  $40^\circ$  Nord.

All'interno della griglia di calcolo è stato selezionato un punto di propagazione, indicato rispettivamente con P1, posto in corrispondenza della batimetrica -10 m sul l.m.m. poco a largo della diga foranea del Porto di Pescara posizionato in corrispondenza delle coordinate  $42^\circ 28.726'N$   $14^\circ 14.130'E$ .

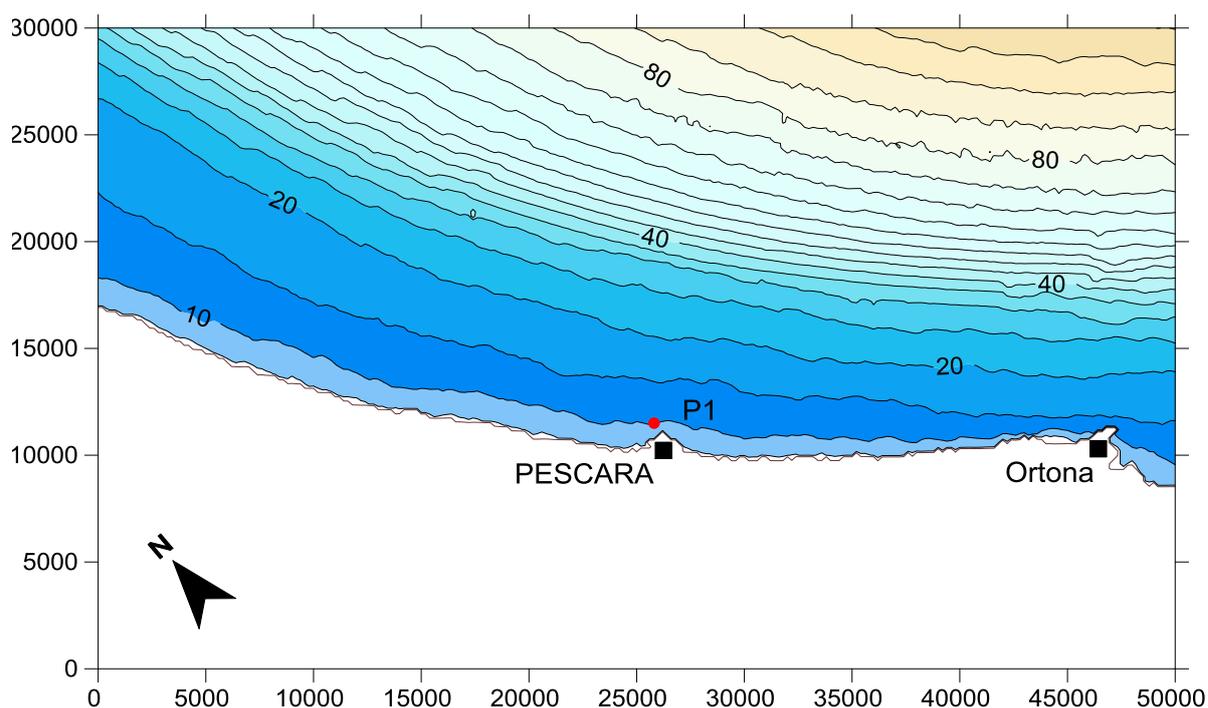


Figura 6-1. Griglia di calcolo utilizzata dal modello di inversa spettrale MEROPE.

## 6.2 Condizioni al contorno e ipotesi di calcolo

Per il punto P1 sono stati calcolati 20 piani d'onda d'inversa per altrettanti periodi compresi tra 2 e 22 secondi, tracciando una serie di raggi (ortogonali ai fronti d'onda), spazati di  $0.5^\circ$ , sino a coprire l'intero settore (geografico) di traversia ( $330^\circ N - 140^\circ N$ ).

I 4000 piani d'onda inversi (20x200) così calcolati hanno consentito di costruire un data-base di correlazione largo-riva. Mediante questo data-base l'intera serie storica fornita da MeteOcean DICCA al largo di Pescara è stata propagata sotto costa nel punto prescelto.

Per simulare la dispersione dell'energia in frequenza e direzione si è utilizzata la funzione densità spettrale:

$$S(f,\theta) = S(f) G(f,\theta)$$

dove la funzione  $S(f)$  è stata espressa con uno spettro di tipo JONSWAP con  $\gamma = 3.3$ .

La funzione  $G(f,\theta)$  viene esplicitata nel modello MEROPE sulla base dell'equazione fornita da Goda ponendo  $s_{max}=18$  (onde di mare vivo). Si ricorda che le "onde di mare vivo" (sea), tipiche dell'area di generazione (fetch), hanno una elevata dispersione direzionale dell'energia e per tale ragione vengono anche chiamate "onde a cresta corta".

### 6.3 Propagazione nel punto sottocosta P1

Il diagramma riportato in Figura 6-2 mostra la correlazione largo/riva per gli spettri di moto ondoso più rappresentativi. Nella parte alta del diagramma è rappresentato il campo di variazione del coefficiente di rifrazione e shoaling,  $K=K_r \cdot K_s$ , rappresentativo del rapporto tra i valori di altezza d'onda nel punto di propagazione ed al largo, in funzione della direzione al largo e del periodo di picco dello spettro dell'onda. Nella parte bassa del diagramma è riportata la variazione di direzione del moto ondoso sottocosta sempre al variare del periodo di picco.

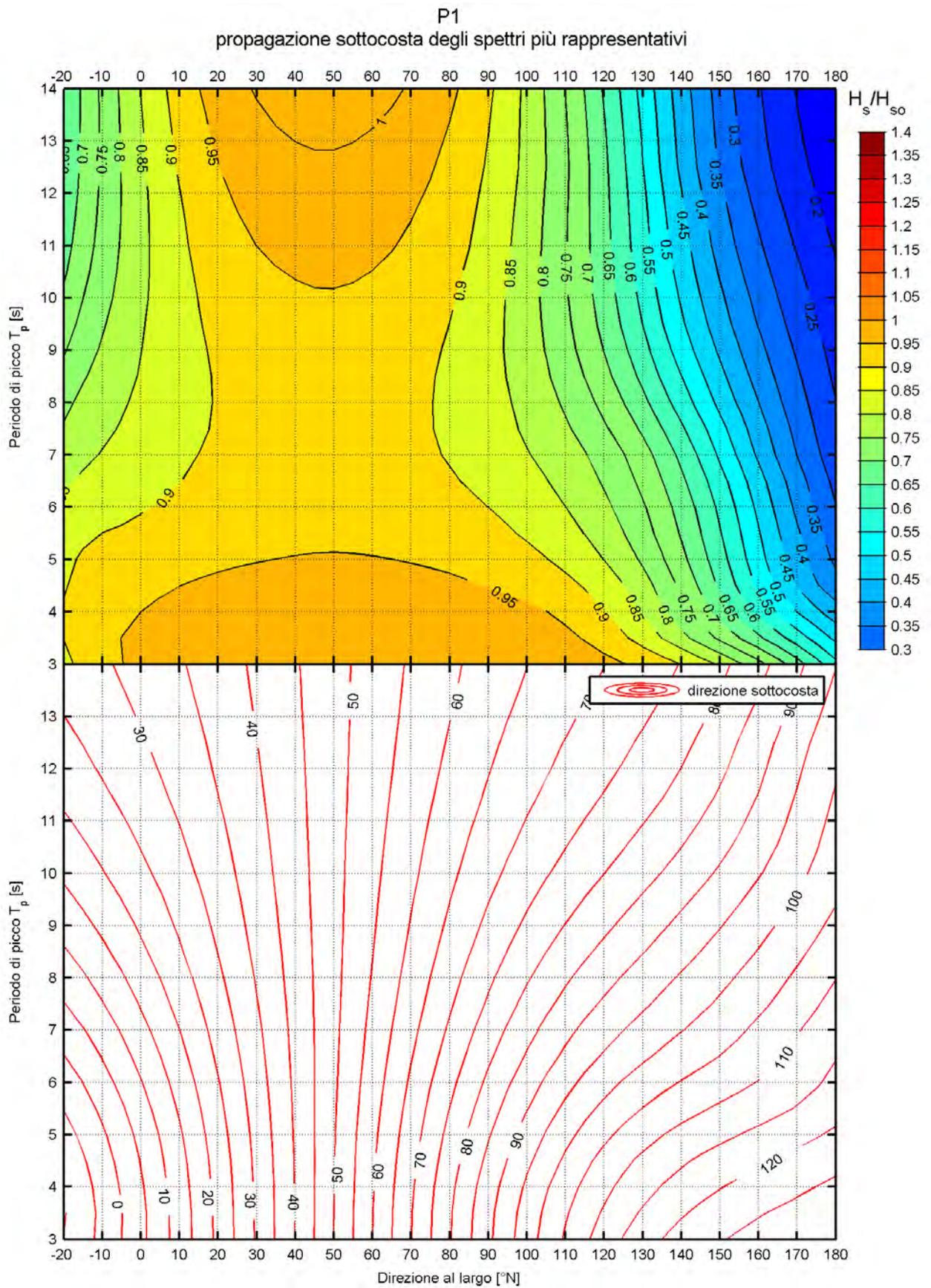


Figura 6-2. Punto sottocosta P1 – diagramma di correlazione largo/riva per gli spettri più rappresentativi.

## **6.4 Distribuzione degli eventi di moto ondoso propagati per classi di altezza d'onda e direzione di provenienza**

Nel diagramma di Figura 6-3 è riportata la distribuzione direzionale degli stati di moto ondoso di altezza superiore a 0.5 m propagati nel punto P1.

La corrispondente tabella climatica di frequenza di accadimento del moto ondoso è riportata in Tabella 6-1.

Confrontando la Figura 6-3 con la Figura 4-11, dove è riportato il clima ondometrico a largo, si osserva che l'effetto di rifrazione tende a restringere sensibilmente il settore di traversia a riva. In particolare gli stati di mare provenienti dal settore settentrionale tendono a ruotare in verso orario, mentre quelli provenienti da Sud-Est tendono a ruotare in verso antiorario.

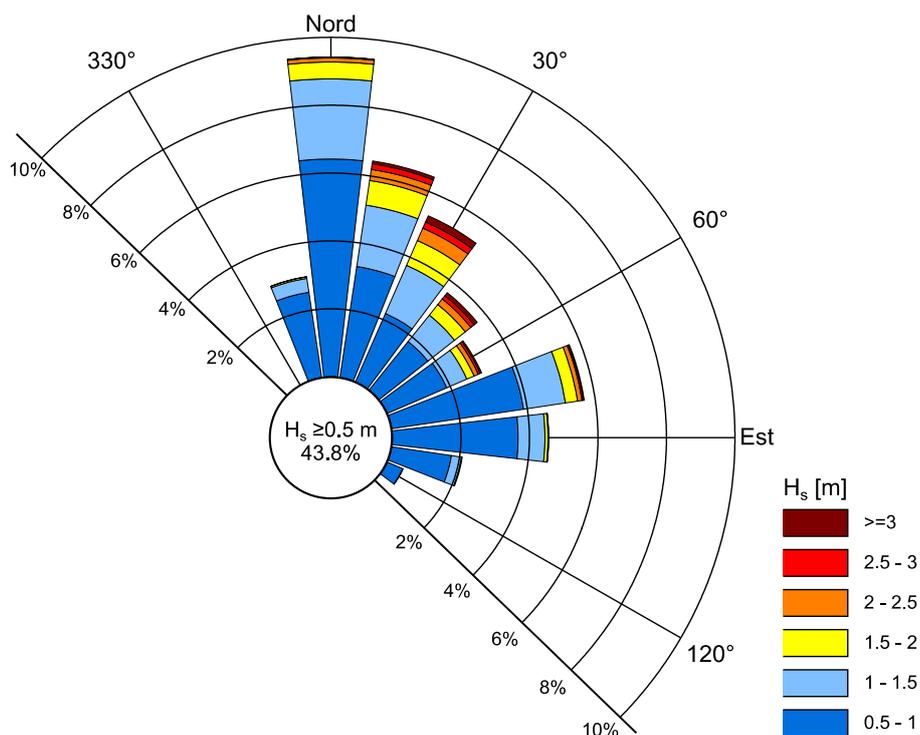


Figura 6-3. Punto sottocosta P1 –Distribuzione degli eventi di moto ondoso con altezza d'onda superiore a 0.5 m.

Tabella 6-1. Punto sottocosta P1. Tabella climatica di frequenza di accadimento del moto ondoso.

Dir ° Nord	Altezza d'onda significativa [m]												Tot	Hs>0.5	
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 1.00	1.00 1.50	1.50 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	>6			
330	4.0	0.8	0.1											4.84	0.11
345	3.7	3.0	2.9	0.5	0.05	0.001								10.06	3.44
0	4.6	6.1	7.4	2.7	0.6	0.1	0.03	0.001	0.000					21.54	10.82
15	2.3	3.2	3.8	2.1	0.8	0.4	0.2	0.07	0.02	0.009	0.001			12.90	7.41
30	1.6	2.1	2.5	1.8	0.9	0.5	0.2	0.1	0.06	0.05	0.006	0.001		9.82	6.12
45	1.5	1.8	2.1	1.1	0.5	0.2	0.1	0.07	0.04	0.02	0.009	0.000		7.53	4.21
60	1.8	2.2	2.2	0.7	0.3	0.2	0.08	0.03	0.005	0.006	0.002			7.45	3.45
75	3.0	4.2	4.5	1.4	0.4	0.2	0.05	0.02	0.006	0.004				13.82	6.53
90	5.7	6.5	4.2	0.9	0.1	0.02	0.001							17.42	5.24
105	2.0	2.6	2.0	0.3	0.03									6.97	2.39
120	0.6	1.0	0.6	0.005										2.17	0.57
135	0.3	0.03												0.38	0.00
150														0.00	0.00
<b>Tot</b>	31.19	33.42	32.24	11.62	3.64	1.54	0.71	0.30	0.13	0.08	0.02	0.002		114.899	50.42
<b>Tot. Cumulate</b>		64.61	96.86	108.47	112.12	113.66	114.37	114.67	114.80	114.88	114.90	114.90			

## Capitolo 7

# Analisi delle variazioni del livello del mare

### 7.1 Premessa e metodologia seguita

Le variazioni del livello del mare lungo la costa possono essere dovute a varie cause inquadrabili nei seguenti fenomeni:

- variazioni dovute alla componente astronomica della marea (assimilabili a deterministiche);
- variazioni dovute alla componente meteorologica della marea (di tipo probabilistico) indotte essenzialmente da due fenomeni: (i) effetto barometrico inverso e (ii) azione esercitata dal vento sulle masse d'acqua ("wind set-up"). In presenza di aree cicloniche (perturbazioni atmosferiche), la componente meteorologica della marea dà luogo ad un aumento del livello del mare. Tale aumento è comunemente indicato con il termine sovrizzo di tempesta ("storm surge");
- aumento del livello del mare indotto dal moto ondoso frangente ("wave set-up").

Per la valutazione delle variazioni di livello attese presso il Porto di Pescara si è fatto riferimento alle misure della stazione mareografica di Ortona appartenente alla Rete Mareografica Nazionale. Sulla base delle misure effettuate tra gennaio 1999 e gennaio 2017 è stata analizzata la componente astronomica e la componente residua dovuta in prevalenza agli effetti meteorologici.

I risultati ottenuti sono stati inoltre posti a confronto con i risultati contenuti nello studio meteomarino del PRP del Porto di Pescara 2008 relativi all'analisi dei livelli misurati tra il 1993 e il 2000 dal mareografo installato presso il porto turistico di Pescara.

### 7.2 Serie storica dei livelli misurata dalla stazione RMN di Ortona

La definizione delle componenti astronomiche e meteorologiche della marea può essere condotta analizzando serie storiche di misure del livello del mare, ovvero i dati campionati da una stazione mareografica.

La stazione mareografica più vicina al sito in esame è quella situata nel Porto di Ortona (coordinate geografiche della stazione 42° 21' 21.24"N, 14° 24' 53.50"E) facente parte della rete Mareografica Nazionale (RMN) gestita dall'ISPRA. Pertanto per la redazione del presente studio si è utilizzata la serie storica di misura del livello del mare fornita da questa stazione.

Per il presente studio sono state acquisite le misure effettuate dal mareografo di Ortona da gennaio del 1999 a gennaio 2017 (per un totale di 18 anni). Risulta importante sottolineare che le misure di livello hanno un intervallo temporale di acquisizione pari a 10 minuti dal 1999 al 2009 (compreso). Dal 2010 a oggi l'intervallo temporale di acquisizione è stato portato a 1 ora.

Si osserva che la stazione mareografica in esame è localizzata all'interno del Porto di Ortona il quale attualmente presenta una imboccatura portuale localizzata a circa -6,0 m sul l.m.m. locale e pertanto non si esclude che il residuo meteorologico dei livelli possa essere influenzato in alcune occasioni anche dalla componente dovuta al moto ondoso frangente.

### 7.3 Analisi armonica

In questa sezione viene descritta l'analisi armonica delle misure di livello mareografico volta all'individuazione delle costanti armoniche (marea astronomica) e al calcolo dei livelli caratteristici della marea astronomica. In Figura 7-1 viene mostrata la serie storica delle misure di livello registrate dallo strumento mareografico della stazione di Ortona.

Tali misure sono state processate mediante l'algoritmo Matlab T-TIDE (Pawlowicz et al., 2002), comunemente utilizzato a livello mondiale per l'analisi armonica delle misure di livello. Le costanti armoniche sono quindi state utilizzate per la generazione della serie storica della sola componente astronomica di marea nel periodo di riferimento. Tale segnale, sottratto alle misure di livello registrate dal mareografo, ha reso possibile sia il calcolo dei livelli caratteristici di marea (HAT, MHWS, MHWN, MSL, MLWN, MLWS, LAT) comunemente impiegati per la progettazione di opere marittime che l'identificazione della componente meteorologica (residuo). I valori dei livelli caratteristici di marea attesi sono riportati nella Tabella 7-1 mentre la Figura 7-2 mostra rispettivamente la serie storica delle misure di livello (in nero), la serie storica della componente armonica (in rosso) e la serie storica della componente meteorologica (in blu).

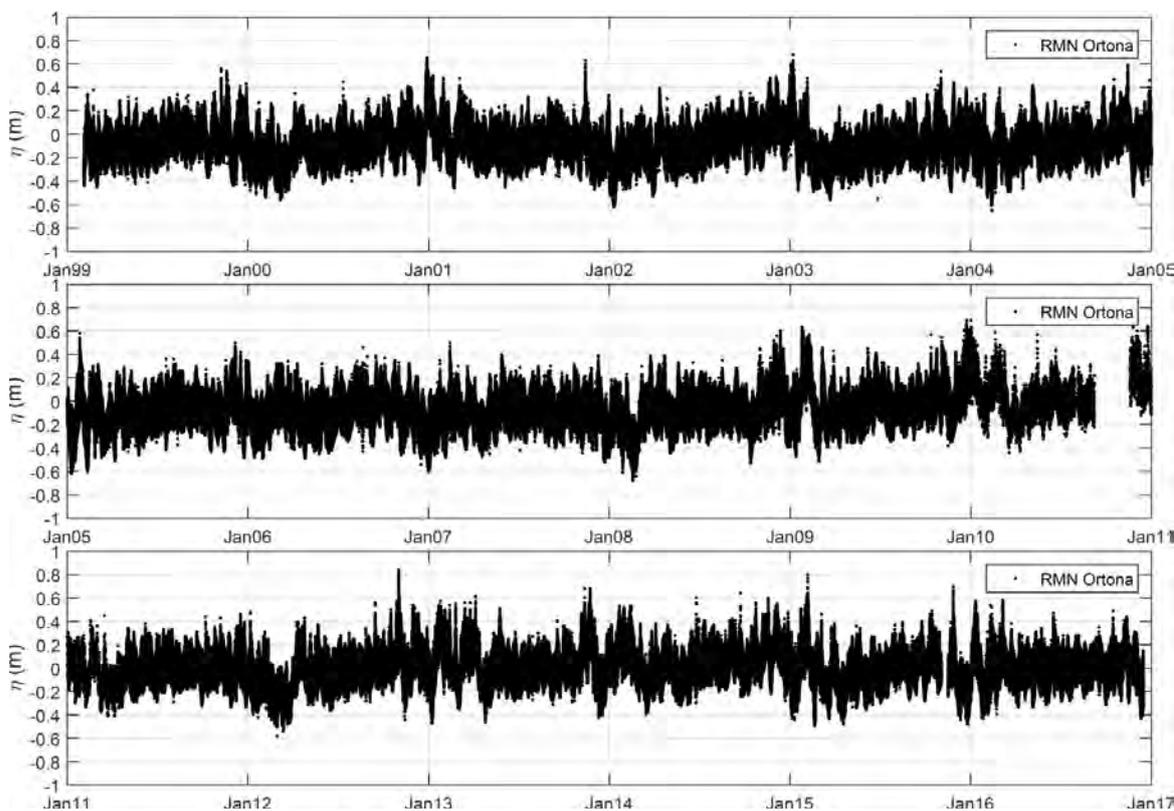


Figura 7-1. Serie storica delle misure di livello misurate presso la stazione RMN di Ortona

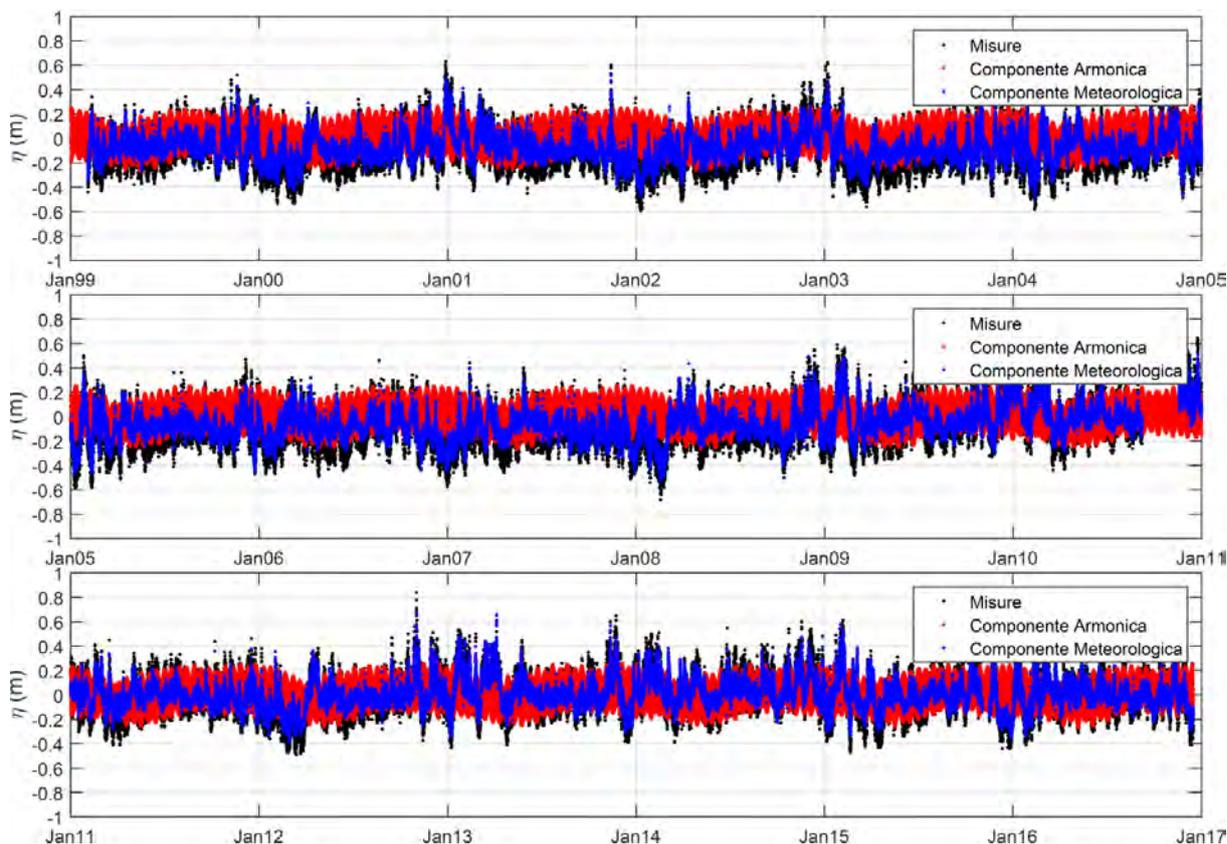


Figura 7-2. Analisi della storica delle misure di livello misurate presso la stazione RMN di Ortona: identificazione delle componenti armonica e meteorologica

Tabella 7-1. Livelli di marea attesi presso la stazione mareografica di Ortona

HAT	0,225	m
MHWS	0,152	m
MHWN	0,068	m
MSL	-0,045	m
MLWN	-0,154	m
MLWS	-0,222	m
LAT	-0,311	m

HAT = Highest Astronomical Tide = massima alta marea astronomica  
 MHWS = Mean High Water Spring = media delle alte maree sizigiali  
 MHWN = Mean High Water Neap = media delle alte maree di quadratura  
 MSL = Mean Sea Level = l.m.m., livello medio marino  
 MLWN = Mean Low Water Neap = media delle basse maree di quadratura  
 MLWS = Mean Low Water Spring = media delle basse maree sizigiali  
 LAT = Lowest Astronomical Tide = massima bassa marea astronomica

## 7.4 Analisi del residuo (componente meteorologica)

Una volta identificata la serie storica della sola componente meteorologica (residuo) è stato pertanto possibile effettuare l'analisi dei valori estremi di tale forzante. L'analisi degli eventi estremi è stata effettuata utilizzando il metodo dei picchi sopra soglia (POT) con valore di soglia del sovrizzo meteorologico pari a +0.40 m sul l.m.m.. Anche in questo caso la distribuzione di probabilità che meglio approssima i dati è risultata essere la distribuzione di Weibull ( $k=1$ ).

In Figura 7-3 e in Tabella 7-2 viene riportato l'andamento del sovralzo meteorologico in funzione del tempo di ritorno.

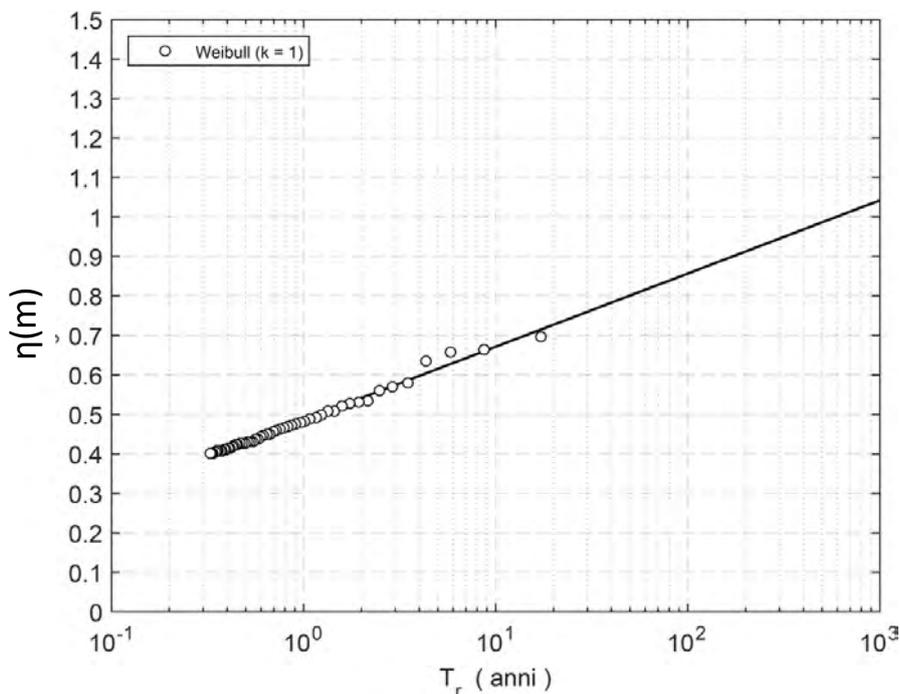


Figura 7-3. Analisi della storica delle misure di livello misurate presso la stazione RMN di Ortona: identificazione delle componenti armonica e meteorologica.

Tabella 7-2. Andamento del sovralzo meteorologico in funzione del tempo di ritorno

Tr [anni]	ηR [m]
1	0.49
2	0.54
10	0.67
20	0.73
50	0.8
100	0.86
1000	1.04

## 7.5 Analisi del sovralzo associato al moto ondoso frangente

Infine, vengono proposti in questa sezione i risultati dell'analisi relativa al sovralzo associato al moto ondoso frangente (wave set-up) e della risalita del moto ondoso (wave run-up).

Per il calcolo del sovralzo associato al moto ondoso frangente si è fatto uso dell'integrazione numerica delle equazioni lineari delle acque basse mediate sul periodo delle onde corte (LSWE). Tali equazioni hanno la seguente forma funzionale:

$$\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} = -\frac{1}{\rho gh} \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} \quad (3)$$

Dove  $\bar{\eta}$  rappresenta la variazione del livello medio,  $x$  la coordinata ortogonale alla linea di costa,  $\rho$  la densità dell'acqua,  $g$  l'accelerazione di gravità,  $b$  il tirante idrico locale ed infine  $S_{xx}$  il cosiddetto "radiation stress" che rappresenta il termine forzante per le variazioni di livello e dipende dall'altezza d'onda.

La (3) è stata risolta numericamente tramite integrazione numerica mediante il metodo delle differenze finite. I valori del sovrizzo associato al moto ondoso frangente ottenuti da tale metodo sono riportati nel pannello di sinistra della Figura 7-4 in funzione dell'altezza d'onda frangente.

Per il calcolo della risalita del moto ondoso lungo la costa si è invece utilizzata la relazione di Holman (Holman, 1986) che permette di calcolare il parametro  $R_{2\%}$ , che rappresenta il livello di risalita delle onde, misurato verticalmente rispetto al l.m.m., che risulta essere superato dal 2% delle onde incidenti, in funzione del parametro di Irribarren e dell'altezza d'onda a largo mediante la seguente espressione:

$$R_{2\%} = (0.83\xi_0 + 0.2)H_0 \quad (4)$$

I valori della risalita del moto ondoso  $R_{2\%}$  ottenuti utilizzando la (4), vengono mostrati nel pannello di destra della Figura 7-4 in funzione dell'altezza d'onda a  $H_0$  (alla profondità  $z = -10.0$  sul l.m.m.).

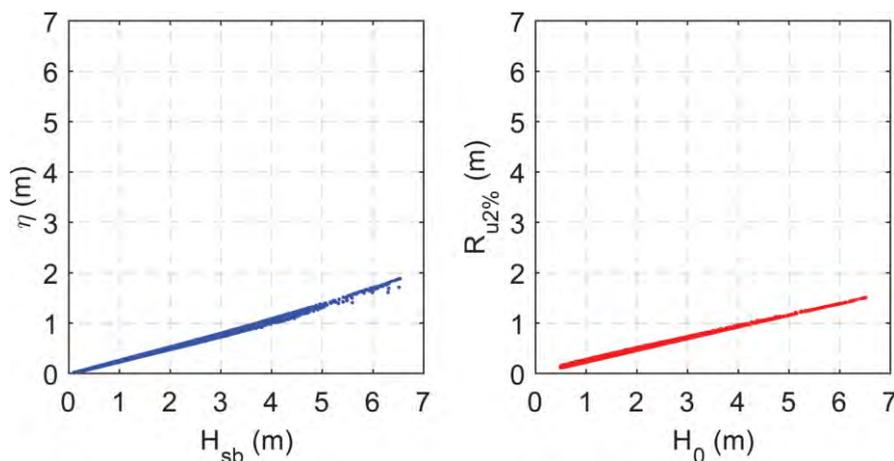


Figura 7-4. Pannello di sinistra: sovrizzo dovuto al moto ondoso frangente (wave-set-up) in funzione dell'altezza d'onda al frangimento. Pannello di destra: altezza di run-up  $R_{u2\%}$  in funzione dell'altezza d'onda  $H_0$  (alla profondità  $z = -10.0$  sul l.m.m.)

## 7.6 Variazioni del livello del mare connesse a fenomeni di eustatismo

Il fenomeno di innalzamento o abbassamento relativo del livello medio del mare rispetto alle terre emerse valutato a lungo termine, ovvero su scale temporali dell'ordine delle decine, centinaia e migliaia di anni, è indicato nella letteratura scientifica con il termine eustatismo.

Le cause di questo fenomeno possono essere diverse e sono tuttora oggetto di ricerca da parte della comunità scientifica. L'unica accertata è connessa alle glaciazioni e ai disgeli che hanno interessato la terra nel passato diverse volte.

Ricerche specifiche indicano che durante l'ultima glaciazione che ha interessato la terra, quella di Würm avvenuta nel Pleistocene, il livello del mare era più basso rispetto a quello attuale di circa 120 m. La glaciazione di Würm è iniziata circa 110.000 anni fa e ha avuto termine circa 18.000 anni fa.

Pertanto da circa 18.000 anni il livello del mare è in fase di risalita a causa del progressivo riscaldamento della terra.

Negli ultimi tempi la comunità internazionale ha riconosciuto che il fenomeno del riscaldamento della terra può avere avuto una accelerazione a causa dell'intervento umano.

Oltre all'eustatismo allo stato attuale non vi sono elementi per ritenere che le coste dell'Abruzzo possano essere interessate da altri fenomeni, come ad esempio dalla subsidenza, che possano accelerare localmente l'innalzamento relativo del livello del mare.

Per quanto riguarda l'eustatismo, l'unica previsione disponibile è quella effettuata dall' "International Panel on Climate Change (IPCC)" riportata in Figura 7-5. Si evidenzia a tal riguardo che le misure mareografiche disponibili sono caratterizzate da serie storiche relativamente troppo brevi per poter essere utilizzate per valutare una eventuale tendenza (trend) di innalzamento del livello del mare (sea level rise).

La Figura 7-5 mostra la previsione di innalzamento del livello del mare per il nostro secolo. Le tre linee colorate presenti nella figura mostrano gli scenari in termini di innalzamento di livello forniti da diversi modelli climatologici. La previsione di variazione del livello per il 2100 anni risulta molto ampia essendo compresa tra un minimo di circa 25 cm in un secolo (1 mm/anno) ad un massimo di circa 98 cm (9.8 mm/anno). Assumendo per il rateo di innalzamento il valore medio pari a 5,0 mm/anno e assumendo un tempo di vita delle opere di difesa in progetto di 50 anni, si ottiene una previsione di innalzamento del livello da assumere per la progettazione di circa 25 cm.

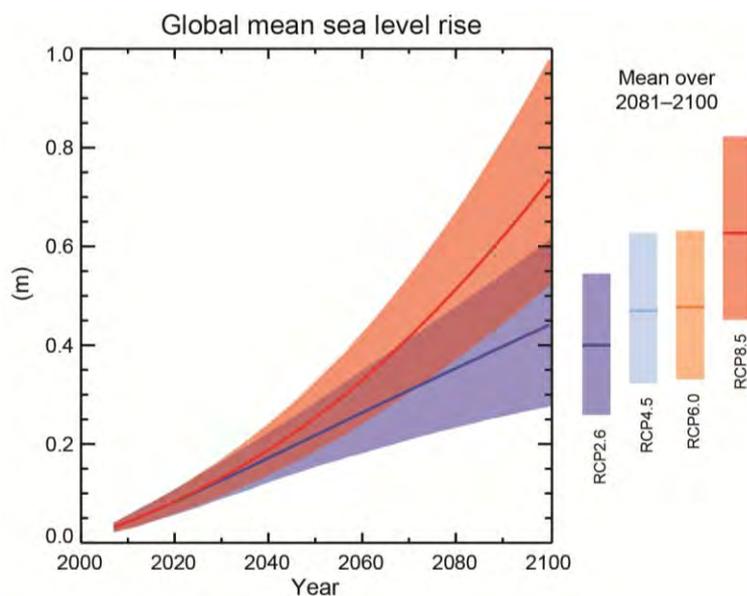


Figura 7-5. Innalzamento globale dei livelli (sea level rise) previsto secolo dall'IPCC-AR5 per il XXI secolo.

## 7.7 Confronto con le misure del mareografo di Pescara

Nello studio meteomarino del PRP 2008 del Porto di Pescara è contenuta l'analisi armonica dei livelli totali misurati dalla stazione mareografica di Pescara installata presso il porto turistico. I risultati presentati nel suddetto studio indicano un'oscillazione di marea astronomica compresa tra un minimo di 0,20 m ed un massimo di 0,44 m. Mentre i livelli residui estremi sono compresi tra un minimo di 20 cm ed un massimo di 80 cm per tempi di ritorno variabili tra un minimo di 2 anni e un massimo di 100 anni. Dal confronto con i valori ottenuti a seguito dell'analisi dei livelli del mareografo di Ortona si evince che le variazioni di livello attese sono pressoché equivalenti ad eccezione del valore residuo associato a bassi tempi di ritorno che nel caso di Pescara risulta lievemente sottostimato.

## Capitolo 8

# Propagazione sottocosta degli stati di mare estremi

### 8.1 Introduzione

Al fine di determinare le condizioni di moto ondoso in prossimità della diga foranea del Porto di Pescara, associate ad eventi estremi associati a tempi di ritorno di 2, 10, 50 e 100 anni, è stato applicato il modello numerico spettrale di propagazione del moto ondoso SWAN.

In particolare SWAN è stato applicato per propagare sottocosta solo gli stati di mare estremi definiti al largo di Pescara (vedi Cap. 5).

Il modello numerico SWAN (Simulating Waves Nearshore), sviluppato dall'Università olandese TU-Delft, consente di simulare la generazione e la propagazione di stati di mare caratterizzati da spettri di energia dispersi in frequenza e direzione. In particolare il modello è in grado di simulare i processi di rifrazione e shoaling, l'interazione non lineare tra le componenti spettrali (Triads e Quadruplets), il frangimento in acque profonde e basse (indotto dal fondale), l'attrito sul fondo ed il sovrizzo indotto dal moto ondoso frangente (wave set-up).

### 8.2 Definizione dei domini di calcolo

Il modello SWAN consente di utilizzare una procedura di *nesting*, per la quale, i risultati di una propagazione effettuata su una griglia principale (*coarse grid*), con passo di discretizzazione elevato in modo da contenere i tempi di calcolo, possano essere utilizzati come condizione iniziale lungo il bordo di una griglia più definita (*nested grid*), con passo di discretizzazione più piccolo, in modo da ottenere un'informazione precisa nella zona di interesse caratterizzata da una maggiore variabilità dei fondali.

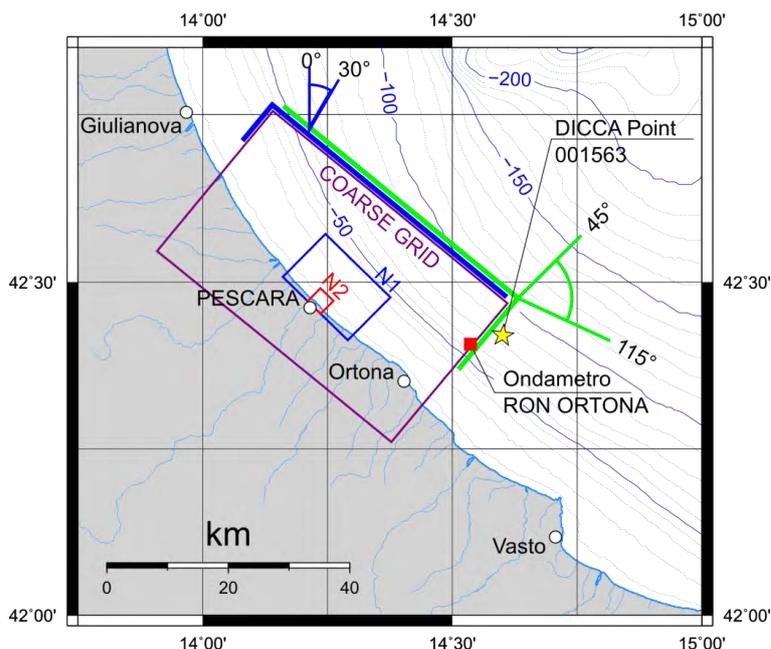


Figura 8-1 – Griglie di calcolo utilizzate per le simulazioni con il modello di propagazione SWAN.

Per la propagazione da largo verso riva è stata effettuata una procedura di "nesting" utilizzando tre griglie di calcolo "annidate" rappresentate in Figura 8-1.

Le tre griglie di calcolo hanno le seguenti caratteristiche:

- COARSE GRID: di dimensioni 50 km × 30 km e passo di discretizzazione di 200 m, con l'asse delle ordinate orientato a 40 °N definita sulla base delle informazioni batimetriche dalle carte nautiche IIMI CN 34 e CN35.
- NESTED GRID 1: di dimensioni 15 km × 10 km con passo di discretizzazione di 100 m, con l'asse delle ordinate orientato a 45 °N, definita sulla base delle informazioni batimetriche desunte dalle carte nautiche CN 34 e CN35 e IIMI CN 211.
- NESTED GRID 2: di dimensioni 3000 m × 3000 m con un passo di discretizzazione di 10 m, con l'asse delle ordinate orientato a 45 °N, definita sulla base dei rilievi batimetrici rappresentativi dello stato attuale del Porto di Pescara rilevati dall'ARAP nel mese di maggio 2017.

All'interno della Nested Grid 2 è stato individuato un punto di analisi P0, posto a circa 170 m dalla diga foranea del Porto di Pescara su fondali di circa 10 m (coordinate UTM33 436800E 4702800N), per il quale a seguire sono riportati i valori ottenuti in forma numerica.

### 8.3 Stati di mare estremi

Sulla base dei dati presentati nei capitoli precedenti sono stati definiti gli **stati di mare estremi** riportati in Tabella 8-1 associati ai tempo di ritorno 2, 10, 50 e 100 anni da propagare sottocosta.

Al fine di valutare le condizioni di progetto associate agli eventi estremi di maestrale sono state condotte delle ulteriori simulazioni con uno stato di mare proveniente da 330 °N con tempo di ritorno 100 anni (indicato in tabella con un asterisco).

Ogni stato di mare è definito da una combinazione di livello idrico (still water level SWL), condizioni di moto ondoso al largo ( $H_s$ ,  $T_p$ , Dir), e vento ( $U_w$ , Dir<sub>w</sub>).

La probabilità di accadimento di uno stato di mare estremo dovrebbe essere analizzata valutando la probabilità condizionata di accadimento di un evento estremo di moto ondoso e di un sovrizzo di tempesta. Data la loro natura infatti tali eventi possono risultare parzialmente indipendenti.

Utilizzando un approccio cautelativo, gli stati di mare sono stati definiti considerando la concomitanza di condizioni di moto ondoso e sovrizzi di tempesta associati allo stesso tempo di ritorno  $T_R$ . Di fatto quindi si è assunto cautelativamente che tali eventi risultino tra di loro totalmente dipendenti.

I livelli idrici sono stati quindi definiti combinando un livello di alta marea astronomica sizigiale (MHWS) di +0.15 m rispetto al livello medio mare con i livelli residui riportati in Tabella 7-2 in relazione al  $T_R$ .

Ad ogni stato di mare è stato inoltre associato un vento di velocità e direzione compatibile con le condizioni di moto ondoso ricostruite a largo. L'intensità e la direzione del vento sono state valutate utilizzando le leggi di adattamento dei dati appartenenti alla serie storica MeteOcean DICCA con altezza d'onda superiore a 3.0 m illustrate nei diagrammi di Figura 8-2.

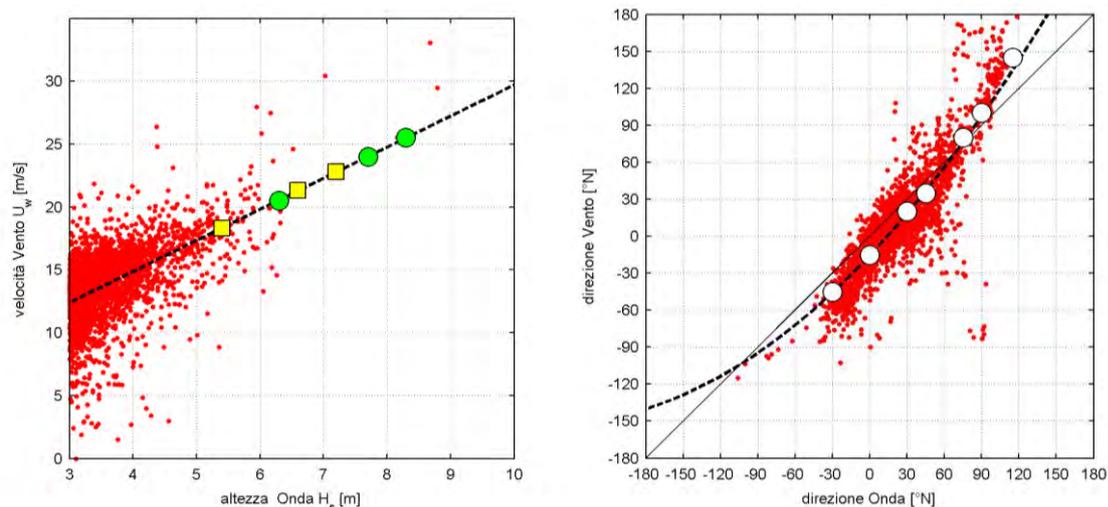


Figura 8-2. Adattamento dei dati di vento e moto ondoso con  $H_s \geq 3.0$  m estratti dalla serie storica MeteOcean DICCA al largo di Pescara. I punti indicati rappresentano le condizioni di moto ondoso e vento adottate per le simulazioni con il modello SWAN.

Tabella 8-1. Stati di mare estremi al largo di Pescara propagati sottocosta con il modello SWAN

TR 2 anni						
Codice evento	SWL [m]	Hs [m]	Tp [s]	Dir [°N]	Uw [m/s]	DIRw [°N]
00101	0.65	4.9	9.3	0	17.1	345
00102	0.65	4.9	9.3	30	17.1	20
00201	0.65	4.1	8.8	45	15.1	35
00202	0.65	4.1	8.8	75	15.1	80
00203	0.65	4.1	8.8	90	15.1	100
00204	0.65	4.1	8.8	115	15.1	145
TR 10 anni						
Codice evento	SWL [m]	Hs [m]	Tp [s]	Dir [°N]	Uw [m/s]	DIRw [°N]
10101	0.80	6.3	10.1	0	20.5	345
10102	0.80	6.3	10.1	30	20.5	20
10201	0.80	5.4	9.6	45	18.3	35
10202	0.80	5.4	9.6	75	18.3	80
10203	0.80	5.4	9.6	90	18.3	100
10204	0.80	5.4	9.6	115	18.3	145
TR 50 anni						
Codice evento	SWL [m]	Hs [m]	Tp [s]	Dir [°N]	Uw [m/s]	DIRw [°N]
20101	0.95	7.7	10.9	0	24	345
20102	0.95	7.7	10.9	30	24	20
20201	0.95	6.6	10.2	45	21.3	35
20202	0.95	6.6	10.2	75	21.3	80
20203	0.95	6.6	10.2	90	21.3	100
20204	0.95	6.6	10.2	115	21.3	145
TR 100 anni						
Codice evento	SWL [m]	Hs [m]	Tp [s]	Dir [°N]	Uw [m/s]	DIRw [°N]
30100*	1.00	8.3	11.2	330	25.5	315
30101	1.00	8.3	11.2	0	25.5	345
30102	1.00	8.3	11.2	30	25.5	20
30201	1.00	7.2	10.5	45	22.8	35
30202	1.00	7.2	10.5	75	22.8	80
30203	1.00	7.2	10.5	90	22.8	100
30204	1.00	7.2	10.5	115	22.8	145

## 8.4 Condizioni al contorno

Come condizione al contorno lungo i lati della griglia di calcolo principale (coarse grid) esposti al mare aperto sono stati applicati gli spettri di moto ondoso tipo JONSWAP definiti sulla base dei parametri di moto ondoso ( $H_s$ ,  $T_p$  e  $Dir$ ) associati agli stati di mare estremi precedentemente definiti e riportati in Tabella 8-1, secondo lo schema riportato in Figura 8-1. Ad ogni stato di mare è stato inoltre associato un campo di vento uniforme assumendo le direzioni e le velocità indicate in Tabella 8-1.

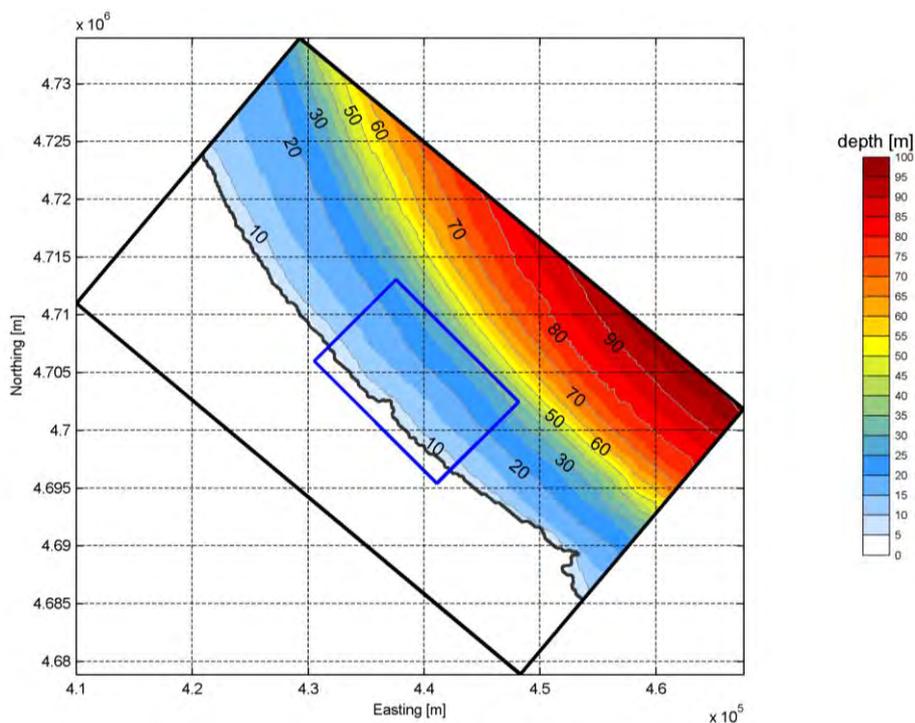


Figura 8-3. COARSE GRID.

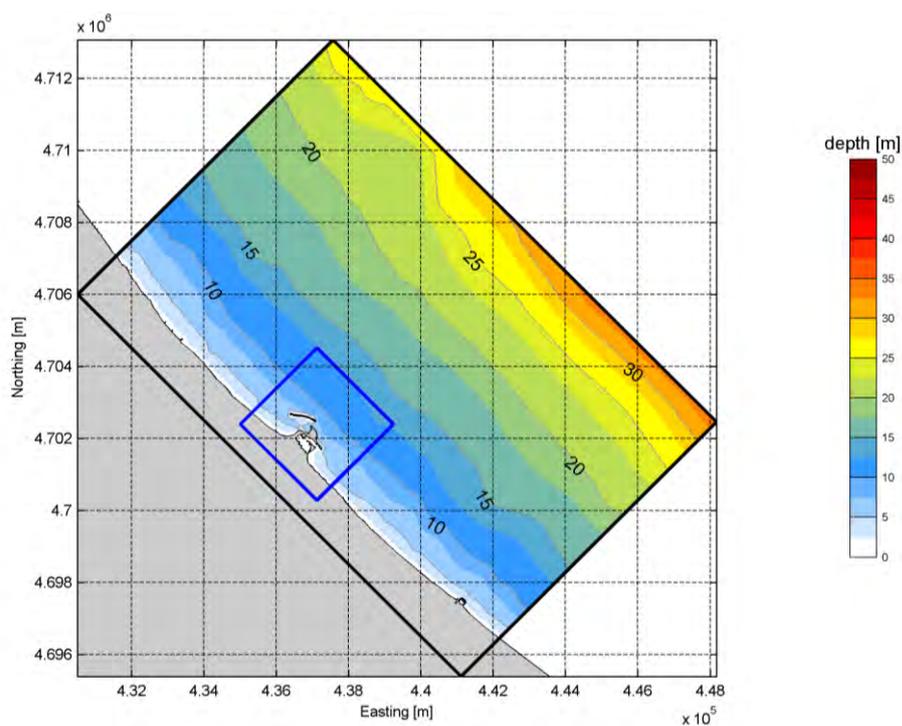


Figura 8-4. NESTED GRID N1

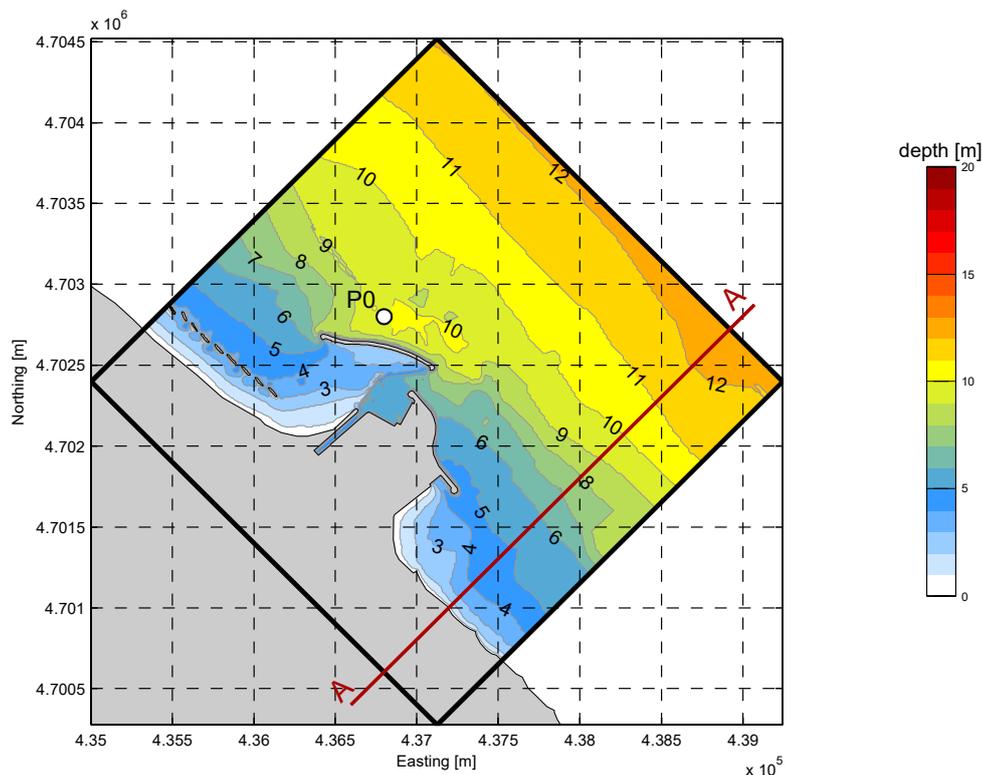


Figura 8-5. NESTED GRID N2 con indicazione del punto di analisi P0.

## 8.5 Condizioni di calcolo

Le simulazioni sono state condotte sfruttando la capacità del modello di propagazione e generazione del moto ondoso e di simulare i processi di rifrazione e shoaling delle onde. Nei calcoli è stata trascurata la dissipazione di energia dovuta all'attrito sul fondo e dovuta al frangimento in acqua profonda (white capping). Tali assunzioni sono certamente cautelative ed operano a favore della sicurezza.

Una panoramica dei processi di generazione, propagazione e dissipazione del moto ondoso utilizzati nelle simulazioni condotte con SWAN per le varie griglie di calcolo è riportata in Tabella 8-2.

Il frangimento dovuto al fondale è stato attivato, assumendo un coefficiente di frangimento  $\gamma_b = H_b/h_b = 0.95$ , in cui  $H_b$  è l'altezza d'onda al frangimento e  $h_b$  è la profondità al frangimento. Il frangimento è stato attivato solo per le simulazioni condotte con le griglie di dettaglio (N1 e N2) operando anche in questo caso a favore di sicurezza.

Recentemente diversi autori a seguito di studi di letteratura e ricerche di laboratorio hanno evidenziato una generale sottostima dell'altezza d'onda fornita dal modello SWAN per onde di vento caratterizzate da elevata ripidità in acqua profonda che si propagano su fondali quasi orizzontali. In tali condizioni si hanno valori del coefficiente di frangimento superiori a 0.85.

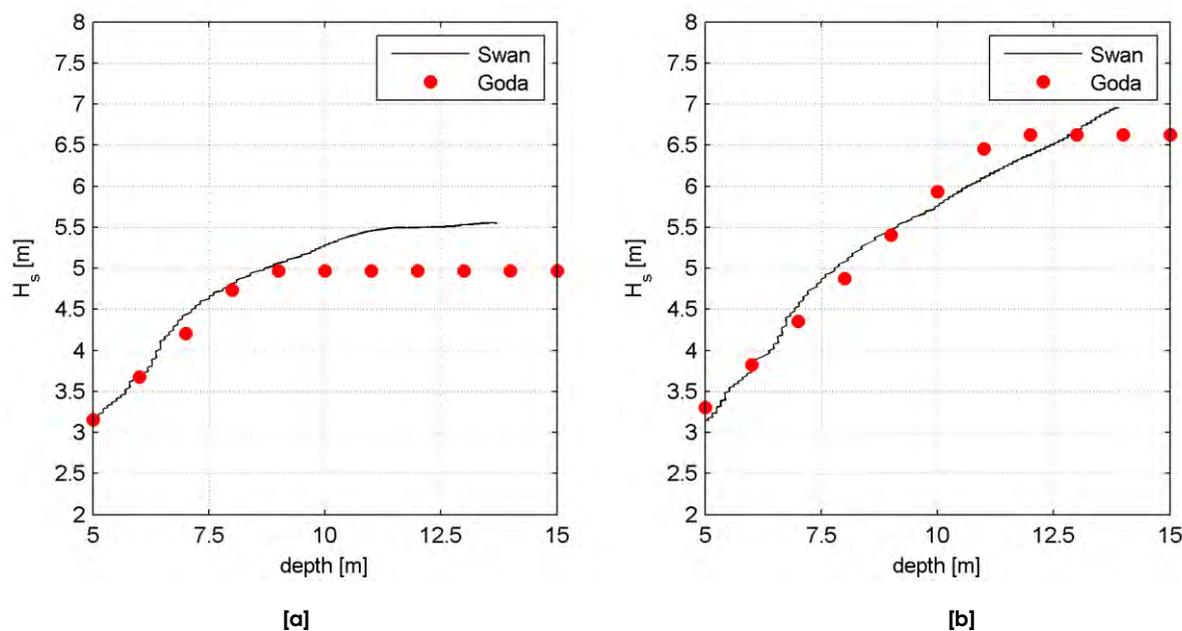
Nel caso in esame la ripidità delle onde simulate varia da un minimo di 0.037 ad un massimo di 0.042, mentre le pendenze dei fondali risultano molto deboli: pari a circa 1/400 tra -30 m e -10 m.

Il valore del coefficiente di frangimento è stato assunto a seguito di una procedura di taratura del modello assumendo come riferimento la formulazione di Goda per la determinazione dell'altezza d'onda nella zona dei frangenti.

**Tabella 8-2. Processi di generazione, propagazione e dissipazione del moto ondoso attivati (A) o disattivati (D) nelle simulazioni condotte con il modello numerico SWAN.**

	COARSE GRID	NESTED GRID N1	NESTED GRID N2
<b>PROCESSI DI PROPAGAZIONE</b>			
Rifrazione dovuta alle variazioni spaziali del fondale marino	A	A	A
"Shoaling" dovuto a variazioni spaziali del fondale marino	A	A	A
Diffrazione	D	D	D
Blocking e riflessione dovuti ad ostacoli ed a correnti	D	D	D
Sovralzo indotto dal moto ondoso	D	D	A
<b>PROCESSI DI GENERAZIONE E DISSIPAZIONE</b>			
Generazione dal vento	A	A	A
Dissipazione dovuto al frangimento in acqua profonda (white-capping)	D	D	D
Interazioni non lineari onda-onda	A	A	A
Dissipazione per attrito fondo	D	D	D
Dissipazione per frangimento indotto dal fondale	D	A	A

Nei grafici di Figura 8-6 è presentato il confronto tra i valori di altezza d'onda ottenuti con il modello SWAN lungo il profilo di spiaggia A-A indicato in Figura 8-5 ed i corrispondenti valori determinati con le formule di Goda per due differenti stati di mare, di altezza d'onda pari a 5.4 m e 7.2 m con una pendenza del fondale di 1/400. Il valore del coefficiente di frangimento scelto porta ad una leggera sovrastima dell'altezza d'onda al di fuori della zona dei frangenti ma fornisce dei valori congruenti con la formulazione di Goda in prossimità del piede delle opere (-10 m sul l.m.m).



**Figura 8-6. Altezza d'onda ottenuta con il modello SWAN lungo il profilo di spiaggia simulato posta a confronto con i valori forniti dalle formule di Goda per la valutazione dell'altezza d'onda all'interno della surf zone assumendo una pendenza costante del fondale di 1/400. [a]  $H_o = 5.4$  m,  $T_p = 9.6$  s, Dir  $75^\circ N$ . [b]  $H_o = 7.2$  m,  $T_p = 10.5$  s, Dir  $75^\circ N$ .**

## 8.6 Uscite del modello

SWAN risolve l'equazione che descrive la propagazione dell'energia associata al moto ondoso e consente di determinare lo spettro di energia, in frequenza ed in direzione della densità di energia,  $E(f, \theta)$ . Sulla base di questa elaborazione il modello è in grado di determinare i parametri associati allo spettro di moto ondoso (altezza d'onda, direzione, periodo):

$$\text{Altezza d'onda significativa spettrale} \quad H_{m0} = 4\sqrt{m_0}$$

$$\text{Periodo medio spettrale} \quad T_{m-1,0} = \frac{m_{-1}}{m_0}$$

$$\text{Direzione media} \quad DIR = \arctan \left[ \frac{\int \int \sin \theta E(f, \theta) df d\theta}{\int \int \cos \theta E(f, \theta) df d\theta} \right]$$

dove i termini  $m_0$ ,  $m_{-1}$  ed  $m_1$  rappresentano i momenti di ordine  $n$  dello spettro:

$$m_n = \int \int f^n E(f, \theta) df d\theta$$

## 8.7 Risultati

Nei grafici riportati da Figura 8-7 a Figura 8-9 nelle pagine a seguire sono presentati a titolo di esempio i risultati di alcune delle simulazioni condotte con il modello SWAN.

I grafici riportano il campo di altezza d'onda significativa  $H_s$  (rappresentato con una scala di colori) ed il campo vettoriale di direzione del moto ondoso ottenuti, per le diverse condizioni di moto ondoso esaminate, con i tre livelli di simulazione utilizzando le tre griglie di calcolo.

Gli eventi mostrati sono rappresentativi di condizioni di moto ondoso associate ad un tempo di ritorno di 100 anni con le seguenti caratteristiche di moto ondoso al largo, sovrizzo e vento:

Evento 30102:  $H_s$  8.3 m ,  $T_p$  11.2 s, Dir 30°N, SWL +1.0 m,  $U_w$  25.5 m/s, Dirw 20 °N

Evento 30202:  $H_s$  7.2 m ,  $T_p$  10.5 s, Dir 75°N, SWL +1.0 m,  $U_w$  22.8 m/s, Dirw 80 °N

Evento 30204:  $H_s$  7.2 m ,  $T_p$  10.5 s, Dir 115°N, SWL +1.0 m,  $U_w$  22.8 m/s, Dirw 145 °N

I risultati mostrati mettono ben in evidenza i processi di trasformazione che subisce il moto ondoso nella sua propagazione da largo verso riva. Si osserva infatti una significativa rotazione dei fronti d'onda che tendono a disporsi paralleli alle curve di livello del fondale. Le direzioni del moto ondoso di fronte al Porto di Pescara risultano comprese tra 25 e 75°N.

Ad esclusione della griglia principale (Coarse Grid), per la quale non è stato attivato il frangimento, è possibile osservare per le "nested grids" N1 ed N2 la progressiva riduzione dell'altezza d'onda dovuta al frangimento indotto dal fondale.

Le condizioni di moto ondoso di progetto, associate ad eventi estremi aventi tempi di ritorno di 2, 10, 50 e 100 anni, ottenute con il modello SWAN al piede dell'opera nel punto P0, sono riportate nei grafici di Figura 8-10 e in Tabella 8-3.

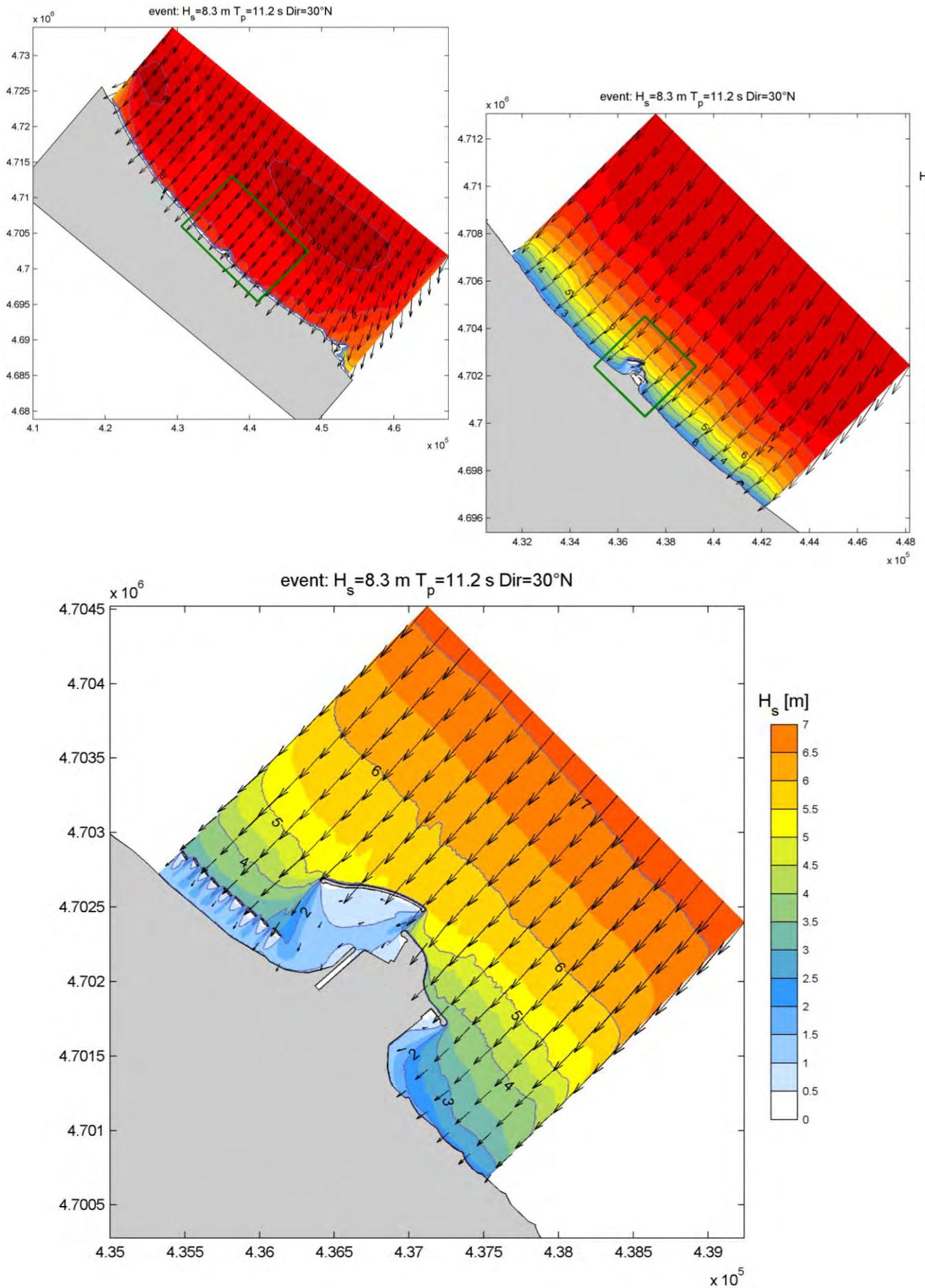


Figura 8-7. Risultato della propagazione dello stato di mare 30102 -  $T_R = 100$  anni.

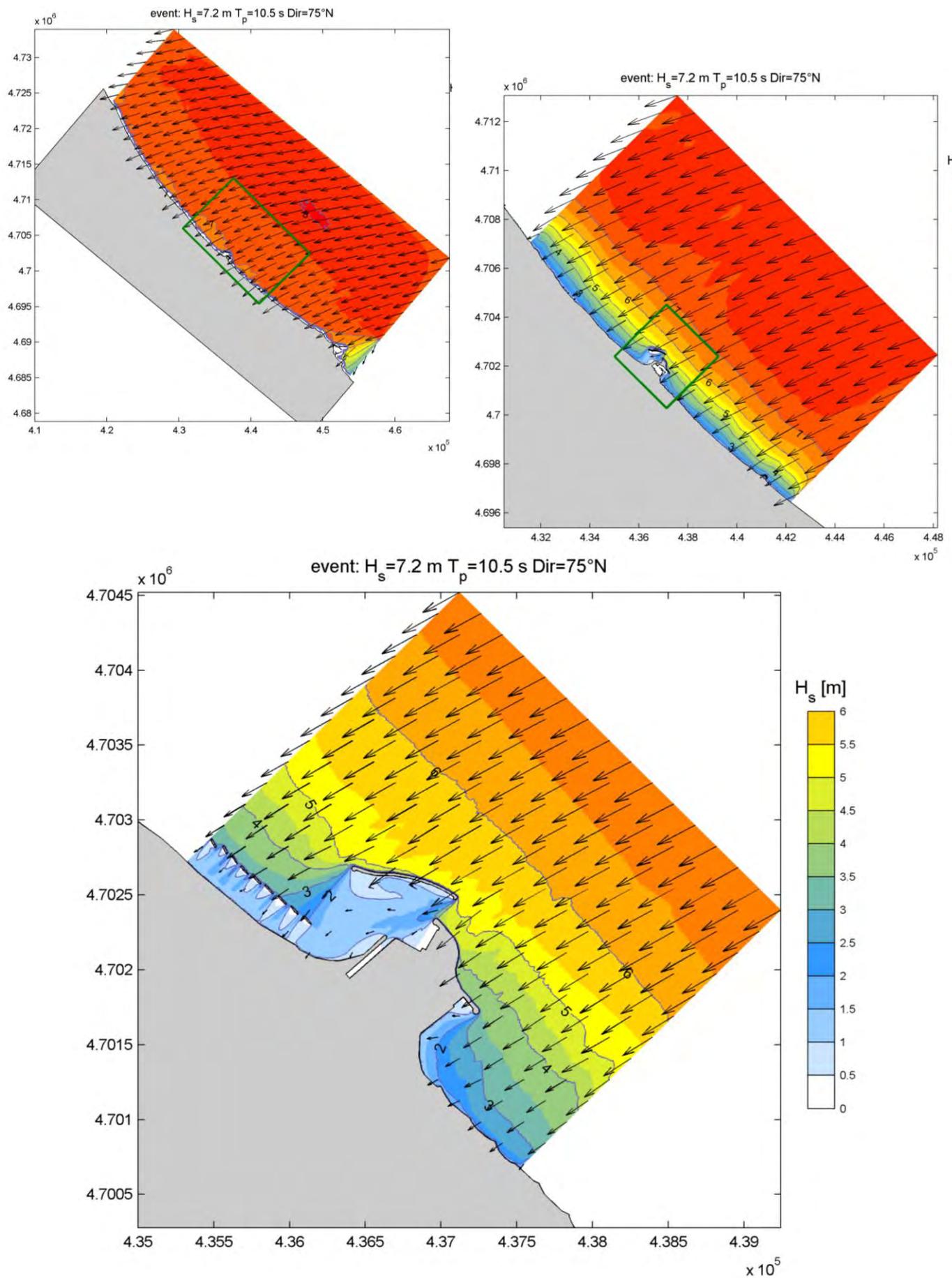


Figura 8-8. Risultato della propagazione dello stato di mare 30202 -  $T_R = 100$  anni.

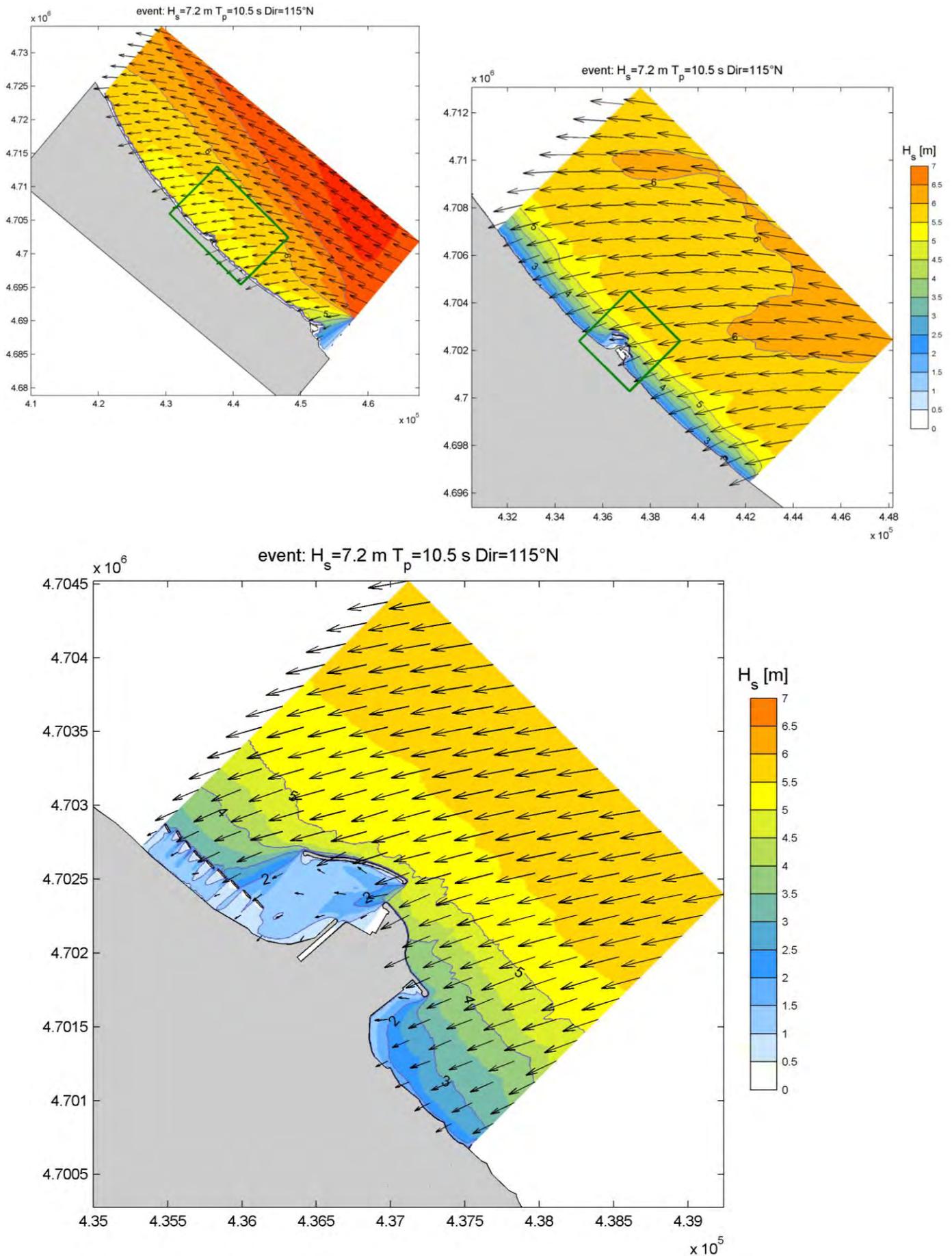


Figura 8-9. Risultato della propagazione dello stato di mare 30204 -  $T_R = 100$  anni.

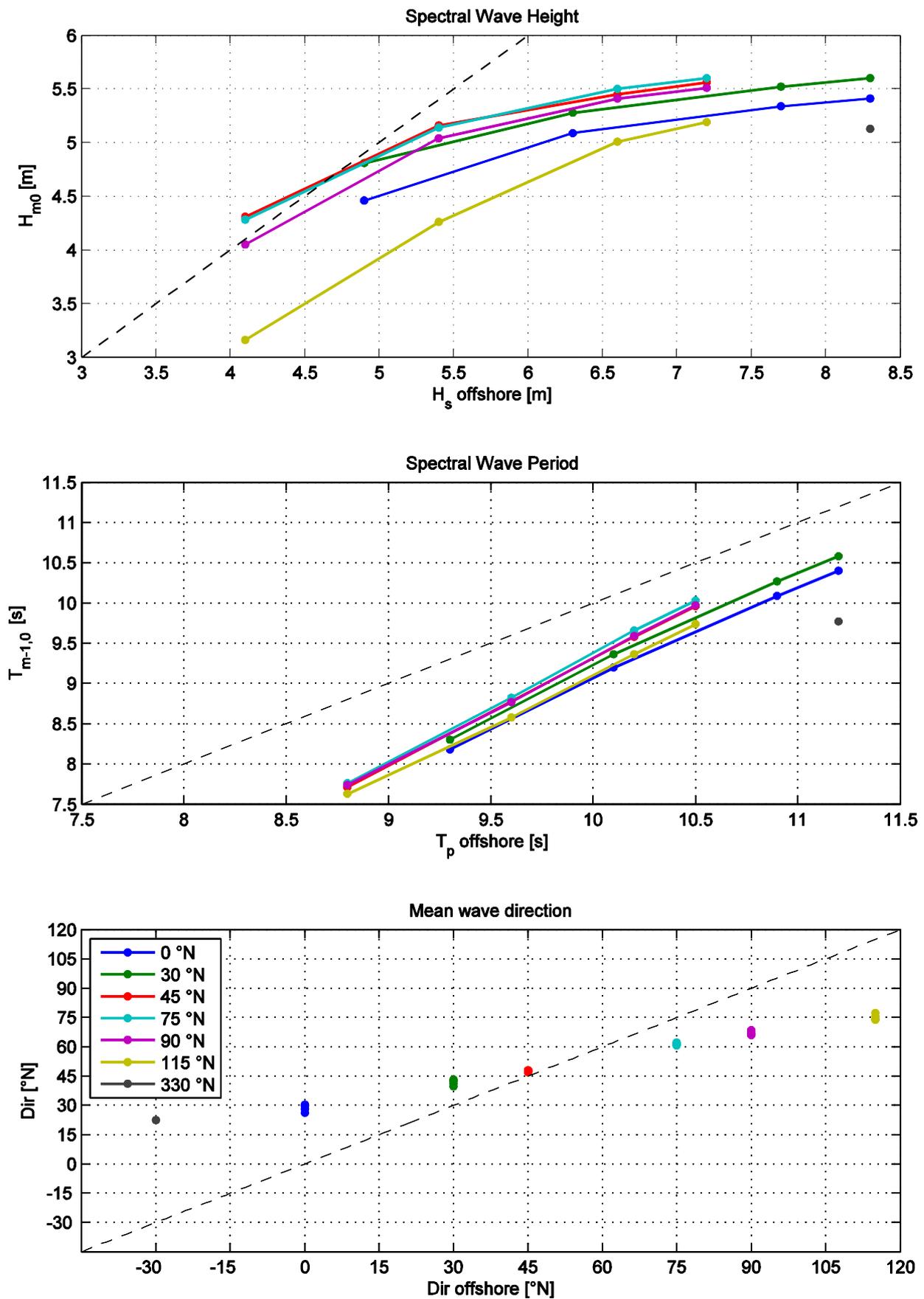


Figura 8-10. Condizioni di moto ondoso nel punto P0 determinate con il modello SWAN.

Tabella 8-3. Condizioni di moto ondoso estreme nel punto sottocosta P0 ottenute con il modello SWAN.

TR 2 anni														
Event	Tr	SWL [m]	Hs0 [m]	Tp0 [s]	Dir0	Uw [m/s]	Dirw	Hmo [m]	RTP [s]	Tm01 [s]	Tm10 [s]	Dir	Depth [m]	Setup [m]
00101	2	0.65	4.9	9.3	0	17.1	345	4.46	8.98	7.21	8.18	26.06	10.13	-0.02
00102	2	0.65	4.9	9.3	30	17.1	20	4.81	8.98	7.38	8.3	39.71	10.14	-0.01
00201	2	0.65	4.1	8.8	45	15.1	35	4.31	8.98	6.83	7.71	46.89	10.13	-0.02
00202	2	0.65	4.1	8.8	75	15.1	80	4.28	8.98	6.89	7.76	62.27	10.14	-0.01
00203	2	0.65	4.1	8.8	90	15.1	100	4.05	8.98	6.84	7.74	68.64	10.14	-0.01
00204	2	0.65	4.1	8.8	115	15.1	145	3.16	8.98	6.52	7.63	77.24	10.15	0
TR 10 anni														
Event	Tr	SWL [m]	Hs0 [m]	Tp0 [s]	Dir0	Uw [m/s]	Dirw	Hmo [m]	RTP [s]	Tm01 [s]	Tm10 [s]	Dir	Depth [m]	Setup [m]
10101	10	0.80	6.3	10.1	0	20.5	345	5.09	9.87	8.11	9.2	28.21	10.3	0
10102	10	0.80	6.3	10.1	30	20.5	20	5.28	9.87	8.32	9.36	41.06	10.33	0.03
10201	10	0.80	5.4	9.6	45	18.3	35	5.16	9.87	7.86	8.78	47.51	10.31	0.01
10202	10	0.80	5.4	9.6	75	18.3	80	5.14	9.87	7.9	8.82	61.48	10.32	0.02
10203	10	0.80	5.4	9.6	90	18.3	100	5.04	9.87	7.8	8.77	67.31	10.32	0.02
10204	10	0.80	5.4	9.6	115	18.3	145	4.26	9.87	7.44	8.58	75.42	10.3	0
TR 50 anni														
Event	Tr	SWL [m]	Hs0 [m]	Tp0 [s]	Dir0	Uw [m/s]	Dirw	Hmo [m]	RTP [s]	Tm01 [s]	Tm10 [s]	Dir	Depth [m]	Setup [m]
20101	50	0.95	7.7	10.9	0	24	345	5.34	10.86	8.82	10.09	29.69	10.49	0.04
20102	50	0.95	7.7	10.9	30	24	20	5.52	10.86	9.11	10.27	42.36	10.52	0.07
20201	50	0.95	6.6	10.2	45	21.3	35	5.45	9.87	8.54	9.58	47.69	10.51	0.06
20202	50	0.95	6.6	10.2	75	21.3	80	5.5	9.87	8.73	9.66	60.88	10.52	0.07
20203	50	0.95	6.6	10.2	90	21.3	100	5.41	10.86	8.58	9.59	66.26	10.52	0.07
20204	50	0.95	6.6	10.2	115	21.3	145	5.01	9.87	8.23	9.36	74.26	10.47	0.02
TR 100 anni														
Event	Tr	SWL [m]	Hs0 [m]	Tp0 [s]	Dir0	Uw [m/s]	Dirw	Hmo [m]	RTP [s]	Tm01 [s]	Tm10 [s]	Dir	Depth [m]	Setup [m]
30100	100	1.00	8.3	11.2	330	25.5	345	5.13	10.86	8.36	9.77	22.5	10.50	0.00
30101	100	1.00	8.3	11.2	0	25.5	345	5.41	10.86	9.03	10.4	30.2	10.54	0.04
30102	100	1.00	8.3	11.2	30	25.5	20	5.6	10.86	9.33	10.58	43.19	10.58	0.08
30201	100	1.00	7.2	10.5	45	22.8	35	5.56	10.86	8.89	9.96	47.99	10.57	0.07
30202	100	1.00	7.2	10.5	75	22.8	80	5.6	10.86	9.07	10.03	60.64	10.59	0.09
30203	100	1.00	7.2	10.5	90	22.8	100	5.51	10.86	8.92	9.97	65.81	10.59	0.09
30204	100	1.00	7.2	10.5	115	22.8	145	5.19	10.86	8.56	9.74	73.85	10.54	0.04



**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Titolo tavola

# RELAZIONI SPECIALISTICHE

Supporto alla progettazione:



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Studio specialistico Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO



Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilità\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Soggetto attuatore



AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

**II PROGETTISTA**

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

**II PROGETTISTA**

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

**Il Gruppo di lavoro**

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Tavola

# MP.I-205

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

Nome file

00\_Testatine\_Preliminare Porto Pescara.dwg



## INTERVENTO MASTERPLAN ABRUZZO

“DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA” (PSRA/07)

# STUDIO DELLA PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSI NELLA ZONA DI INTERESSE

Roma, giugno 2017

Prof. Ing. Paolo De Girolamo



## **Indice**

1. PREMESSE, OBIETTIVI, DATI DI BASE METODOLOGIA DI LAVORO E SINTESI DEI RISULTATI	4
1.1 Premesse	4
1.2 Obiettivi	4
1.3 Dati di base	5
1.4 Metodologia di lavoro	5
1.5 Sintesi dei risultati	6
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	8
2.1 Inquadramento dell'area oggetto di studio	8
2.2 Informazioni batimetriche	11
2.3 Fonte dei dati meteo marini utilizzati per la redazione dello studio	12
3. SIMULAZIONI NUMERICHE: SWASH	14
3.1 Descrizione del modello	14
3.2 Definizione delle griglie di calcolo	14
3.3 Scenari simulati	22
4. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	24
4.1 Simulazioni idrodinamiche: scenario S1	27
• Zona Z1	28
• Zona Z2	28
• Zona Z3	28
• Zona Z4	29
4.2 Simulazioni idrodinamiche: scenario S2	30
• Zona Z2	31
• Zona Z3	31
• Zona Z4	32
4.3 Simulazioni idrodinamiche: scenario S3	33
• Zona Z2	34
• Zona Z3	34
• Zona Z4	35
4.4 Simulazioni idrodinamiche: scenario S4	36
• Zona Z1	37

•	Zona Z2	37
•	Zona Z3	37
•	Zona Z4	38
4.5	Simulazioni idrodinamiche: scenario S5	39
•	Zona Z2	40
•	Zona Z3	40
•	Zona Z4	41
4.6	Simulazioni idrodinamiche: scenario S6	42
•	Zona Z2	43
•	Zona Z3	43
•	Zona Z4	44
4.7	Simulazioni idrodinamiche: scenario S7	45
•	Zona Z1	46
•	Zona Z2	46
•	Zona Z3	46
•	Zona Z4	47
4.8	Simulazioni idrodinamiche: scenario S8	48
•	Zona Z2	49
•	Zona Z3	49
•	Zona Z4	50
4.9	Simulazioni idrodinamiche: scenario S9	51
•	Zona Z2	52
•	Zona Z3	52
•	Zona Z4	53
4.10	Simulazioni idrodinamiche: scenario S10	54
5.	CONCLUSIONI	57

## **1. PREMESSE, OBIETTIVI, DATI DI BASE METODOLOGIA DI LAVORO E SINTESI DEI RISULTATI**

### **1.1 Premesse**

Con riferimento all'Intervento Masterplan Abruzzo "Deviazione del porto canale di Pescara" l'Azienda Regionale Attività Produttive (ARAP) della Regione Abruzzo, con lettera di trasmissione prot. n. 1030 del 3/4/2017, ha dato incarico al Prof. Ing. Paolo De Girolamo di redigere una serie di analisi e studi - definiti in dettaglio nell'offerta del professionista del 27/03/2017 protocollata dall'ARAP al n. 932 - a supporto delle attività di progettazione inerenti le opere necessarie per la deviazione del tratto terminale del fiume Pescara, secondo quanto previsto dal nuovo Piano Regolatore del Porto di Pescara (PRP 2008) approvato dalla Giunta Regionale in data 25/10/2016.

La presente relazione costituisce lo "Studio della penetrazione del moto ondoso nella zona di interesse" redatto a supporto delle attività di progettazione.

Per la realizzazione del presente studio il Prof. Paolo De Girolamo si è avvalso della collaborazione dell'Ing. Alessandro Romano.

### **1.2 Obiettivi**

Coerentemente alle specifiche di incarico e alle necessità delle attività di progettazione la finalità del presente studio è stata quella di definire l'influenza delle caratteristiche relative alle opere di delimitazione interna del canale deviato in relazione ai fenomeni di penetrazione del moto ondoso nella zona di interesse tenendo anche conto dell'influenza della corrente fluviale sulla penetrazione delle onde.

I risultati dello studio sono propedeutici per il dimensionamento strutturale e funzionale delle opere in progetto.

Rispetto agli studi sviluppati a supporto del PRP 2008, il presente studio ha preso in esame la geometria delle sole opere previste per l'attuazione della prima fase del PRP 2008 che riguarda la sola deviazione del tratto terminale del fiume Pescara. Tale deviazione risulta indispensabile per separare il fiume dal porto commerciale e di conseguenza per ridurre drasticamente i fenomeni di insabbiamento che nell'ultimo decennio hanno fortemente limitato l'utilizzo dello stesso porto. Inoltre la deviazione del fiume consentirà di portare la sua foce su fondali maggiori rispetto a quelli attuali, ottenendo il duplice beneficio di garantire un netto miglioramento delle capacità di deflusso delle acque a ragione della attesa riduzione dei fenomeni di insabbiamento della sua foce e di ottenere una migliore diluizione delle acque fluviali che sfociano a mare garantendo di conseguenza un rilevante miglioramento della qualità delle acque marine lungo i litorali posti ad Est ed a Ovest del porto canale come dimostrato dagli studi eseguiti a supporto del PRP 2008.

La configurazione delle opere esaminata risulta coerente con la geometria prevista dal PRP 2008 ad eccezione del tratto di deviazione del fiume posto in corrispondenza dell'attuale Ponte del Mare di recente realizzazione che consente il collegamento ciclo-pedonale tra le sponde Est ed Ovest del fiume.

In corrispondenza al ponte si è reso necessario mantenere l'attuale larghezza del fiume a causa della presenza dei due blocchi di fondazione dei piloni del ponte stesso che ha indotto i progettisti a evitare l'interferenza tra il nuovo assetto fluviale e tali fondazioni. Per tale aspetto si rimanda alla relazione di progetto.

### 1.3 Dati di base

I dati di base per la redazione del presente lavoro sono costituiti dagli stati di mare di progetto ottenuti nell'ambito dello Studio Metomarinò e riportati nella Tabella 8-3 dello stesso studio.

Per quanto riguarda le batimetrie si è fatto riferimento a quelle rilevate dall'ARAP nel mese di maggio 2017 che sono state integrate nell'area esterna alle opere foranee con le batimetrie desunte dalle carte nautiche dell'Istituto Idrografico della Marina CN 34, CN35 e CN 211.

### 1.4 Metodologia di lavoro

Le simulazioni numeriche sono state effettuate con il codice SWASH (Simulating Waves till Shore, Zijlema et al., 2011 e di Smit et al., 2013). SWASH è un modello numerico "multi-purpose" che permette di simulare moti a superficie libera in condizioni idrostatiche o non idrostatiche in una, due o tre dimensioni, e, tramite la risoluzione delle equazioni non lineari delle onde in acqua bassa (Non Linear Shallow Water Equations, NLSWE) comprensive dei termini non idrostatici della pressione, permette di simulare una vasta gamma di fenomeni fisici connessi alla modellazione delle aree costiere, fluviali, lagunari e deltizie.

Per il caso oggetto di studio, data la complessità dei fenomeni fisici in gioco si è utilizzato un approccio numerico basato sulla rotazione delle griglie in funzione dell'angolo di attacco del moto ondoso. Si sono pertanto individuate tre direzioni principali di attacco del moto ondoso largo (N, NE, E) reputate, in sede di modellazione numerica, di interesse per la valutazione della risposta alle forzanti ondose dell'area oggetto di studio.

La configurazione delle opere esaminate è quella prevista nella prima fase del nuovo piano regolatore portuale (PRP 2008) del Porto di Pescara che prevede la deviazione del tratto terminale del fiume fino a raggiungere e ad oltrepassare l'attuale diga foranea.

Le simulazioni numeriche hanno riguardato dieci diversi scenari (denominati S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9 e S10) ritenuti rappresentativi delle condizioni di maggior interesse per le simulazioni numeriche volte a valutare le prestazioni idrodinamiche della soluzione di progetto.

Come accennato in precedenza, gli scenari identificati sono stati dedotti dallo Studio Meteomarinò allegato al presente progetto e hanno riguardato condizioni di moto ondoso estreme caratterizzate dai tempi di ritorno di 2, 10 e 50 anni di interesse sia ai fini dell'operatività portuale sia ai fini del dimensionamento strutturale delle opere marittime. Tempi di ritorno superiori a 50 anni non sono stati presi in esame poiché per tali condizioni il frangimento del moto ondoso limita le massime altezze d'onda in grado di interessare le opere.

I dieci scenari analizzati sono caratterizzati dai seguenti parametri relativi al moto ondoso incidente e al sovrizzo di tempesta:

- **S1:**  $\theta_0 = 0^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.46$  m,  $T_p = 7.21$  s,  $\theta = 26^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.65$  m;
- **S2:**  $\theta_0 = 30^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.81$  m,  $T_p = 7.38$  s,  $\theta = 39^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.65$  m;
- **S3:**  $\theta_0 = 90^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.05$  m,  $T_p = 6.84$  s,  $\theta = 68^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.65$  m;
- **S4:**  $\theta_0 = 0^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 10$  anni,  $H_{m0} = 5.09$  m,  $T_p = 8.11$  s,  $\theta = 26^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.80$  m;
- **S5:**  $\theta_0 = 30^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 10$  anni,  $H_{m0} = 5.28$  m,  $T_p = 8.32$  s,  $\theta = 39^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.80$  m;
- **S6:**  $\theta_0 = 90^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 10$  anni,  $H_{m0} = 5.04$  m,  $T_p = 7.80$  s,  $\theta = 68^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.80$  m;
- **S7:**  $\theta_0 = 0^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 50$  anni,  $H_{m0} = 5.34$  m,  $T_p = 8.82$  s,  $\theta = 26^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.95$  m;
- **S8:**  $\theta_0 = 30^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 50$  anni,  $H_{m0} = 5.52$  m,  $T_p = 9.11$  s,  $\theta = 39^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.95$  m;
- **S9:**  $\theta_0 = 90^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 50$  anni,  $H_{m0} = 5.41$  m,  $T_p = 8.58$  s,  $\theta = 68^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.95$  m;
- **S10:**  $\theta_0 = 30^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.46$  m,  $T_p = 7.21$  s,  $\theta = 26^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.65$  m,  
 $Q = 49.22$  m<sup>3</sup>/s;

dove:

- $\theta_0$  è la direzione di provenienza del moto ondoso a largo (acqua profonda);
- $\theta$  è la direzione del moto ondoso propagato in costa su un fondale di circa 10.0 m;
- $T_R$  è il tempo di ritorno dello stato di mare esaminato;
- $H_{m0}$  e  $T_p$  sono rispettivamente l'altezza d'onda significativa e il periodo di picco spettrale imposte lungo il contorno di largo utilizzato per le simulazioni numeriche;
- $S$  è il valore del sovrizzo del livello medio marino utilizzato;
- $Q$  è la portata media annuale del fiume Pescara che è stata posta sulla base degli studi idraulici eseguiti a supporto del presente progetto pari a  $Q = 49.22$  m<sup>3</sup>/s .

Con riferimento agli scenari sopra indicati, per ogni tempo di ritorno si sono esaminate tre direzioni di attacco del moto ondoso a largo ( $\theta_0 = 0^\circ\text{N}$ ,  $\theta_0 = 30^\circ\text{N}$  e  $\theta_0 = 90^\circ\text{N}$ ) provenienti dall'intero settore di traversia. Le corrispondenti direzioni in prossimità della costa  $\theta$  che hanno costituito le condizioni al contorno per lo studio di penetrazione del moto ondoso, sono state determinate mediante l'analisi della propagazione del moto ondoso da largo a riva eseguito nell'ambito dello Studio Meteomarina con il modello SWAN.

Si evidenzia che lo studio dell'interazione tra moto ondoso e portata fluviale è stato limitato al solo scenario S10 in quanto si è riscontrato che l'effetto della portata fluviale è quello di ridurre la capacità di penetrazione delle onde all'interno dell'alveo fluviale e di conseguenza si è ritenuto cautelativo per le finalità della progettazione trascurare nelle altre simulazioni questo effetto.

Poichè il modello integra nel tempo le equazioni differenziali che regolano il fenomeno, la durata temporale delle simulazioni svolge un ruolo importante dal punto di vista applicativo. Tale durata è stata scelta in modo opportuno al fine di portare il campo idrodinamico in condizioni stazionarie.

## 1.5 Sintesi dei risultati

Si riportano di seguito le principali conclusioni che possono essere tratte dallo studio svolto.

Le simulazioni mostrano che lungo il tratto terminale del fiume deviato si verifica una veloce attenuazione del moto ondoso incidente anche con onde provenienti da direzioni prossime a quelle dell'asse della foce fluviale che presentano quindi una potenziale capacità di penetrazione lungo il fiume. L'attenuazione del moto ondoso è tale da non dar luogo per alcuna condizione

esaminata alla risalita del moto ondoso nel porto canale dove è assicurata una assoluta tranquillità.

Questi risultati si sono ottenuti in assenza di corrente fluviale, la quale deve essere considerata cautelativa rispetto alla penetrazione delle onde nel fiume. Infatti si è verificato che la presenza della corrente fluviale riduce ulteriormente la capacità di penetrazione delle onde. A tal riguardo si evidenzia che il fiume Pescara presenta mediamente durante tutto l'anno una portata fluviale e quindi una corrente abbastanza sostenuta.

La capacità di attenuazione rispetto al moto ondoso incidente è da imputare alle seguenti ragioni:

- la forma planimetrica del canale deviato caratterizzata da una giacitura curvilinea;
- la presenza del pennello posto in sinistra fluviale;
- la soluzione costruttiva delle opere di deviazione che nel loro tratto terminale sono previste dal PRP del tipo a gettata e quindi in grado di assorbire le onde incidenti.

Si evidenzia infine che dal punto di vista costruttivo non è necessario realizzare lungo i muri di sponda del canale deviato, previsti in palancole, dispositivi particolari per l'attenuazione del moto ondoso.

Questo risultato risulta di estrema importanza. Infatti la storia del porto mostra che una delle ragioni che spinse a realizzare l'antemurale, era costituita dalla necessità di ridurre la penetrazione del moto ondoso all'interno dello stesso porto canale che è caratterizzato da una giacitura rettilinea e privo di pareti in grado di assorbire le onde che risalgono la foce fluviale.

Pertanto, uno dei timori che c'era nel deviare il fiume portando la sua foce oltre l'antemurale era quello relativo alla possibilità di incrementare, rispetto alla situazione attuale, la capacità delle onde di risalire il tratto terminale del fiume. I presenti risultati confermano che questo problema è stato superato dalle soluzioni individuate con il nuovo Piano Regolatore Portuale.

I risultati dello studio sono inoltre propedeutici alla progettazione delle opere oggetto della prima fase di attuazione del PRP.

La struttura della relazione è la seguente. Nel capitolo seguente viene fornita una breve descrizione dell'inquadramento geografico e delle condizioni batimetriche dell'area oggetto di studio ( si rimanda allo Studio Meteomarino per i necessari approfondimenti). Successivamente vengono proposti i capitoli che descrivono le condizioni al contorno utilizzate per le simulazioni e i risultati delle simulazioni idrodinamiche.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

### 2.1 Inquadramento dell'area oggetto di studio

Il Porto di Pescara (PE), ubicato presso la foce dell'omonimo fiume, si affaccia sul Mar Adriatico. In Figura 1, Figura 2 e Figura 3 vengono riportati rispettivamente l'inquadramento geografico a larga scala, la vista aerea del Porto di Pescara e dell'area prospiciente il porto che rappresenta l'area di interesse ai fini del presente studio.



Figura 1. Inquadramento geografico a grande scala.



Figura 2. Inquadramento geografico a media scala: Porto di Pescara



Figura 3. Dettaglio dell'area oggetto di studio

Le immagini di Figura 2 e Figura 3 mostrano la foce fluviale e il porto canale nella configurazione attuale. Oggi una parte del porto si sviluppa all'interno del tratto terminale fiume (porto canale) dove, nella darsena posta in asse al canale, trovano ricovero i pescherecci e la nautica minore. Il porto commerciale è localizzato sul terrapieno di levante posto all'esterno della foce fluviale. Il porto commerciale e l'imboccatura del porto canale sono protetti dall'antemurale che è costituito da una diga frangiflutti a gettata armata in tetrapodi distaccata dalla costa con giacitura ad S. Le opere relative al porto canale e a quello commerciale vennero progettate dal Genio Civile per le OO.MM. di Ancona il quale curò il precedente Piano Regolatore Portuale che risale agli anni '80 del secolo scorso. Ad Est del porto canale, idraulicamente separato dal fiume, è localizzato il porto turistico di Pescara.

Nella Figura 4 è riportata la configurazione delle opere di prima fase prevista dal nuovo PRP 2008 la quale è stata utilizzata per la redazione del presente studio. Sostanzialmente le opere marittime previste realizzano la deviazione del tratto terminale del fiume mediante una doppia curva, spostando la foce fluviale oltre l'antemurale esistente. In questo modo il porto commerciale viene idraulicamente separato dal fiume evitando completamente i fenomeni di sedimentazione attualmente causati sia dal trasporto solido costiero che da quello fluviale. Lo spostamento della foce fluviale su fondali superiori agli 8,0÷ 9,0 m consentirà inoltre di ridurre drasticamente rispetto alla situazione attuale i fenomeni di insabbiamento della foce fluviale. Inoltre si otterrà il beneficio di aumentare la capacità di diluizione delle acque fluviali attualmente inquinate dagli scarichi urbani migliorando la qualità delle acque costiere.

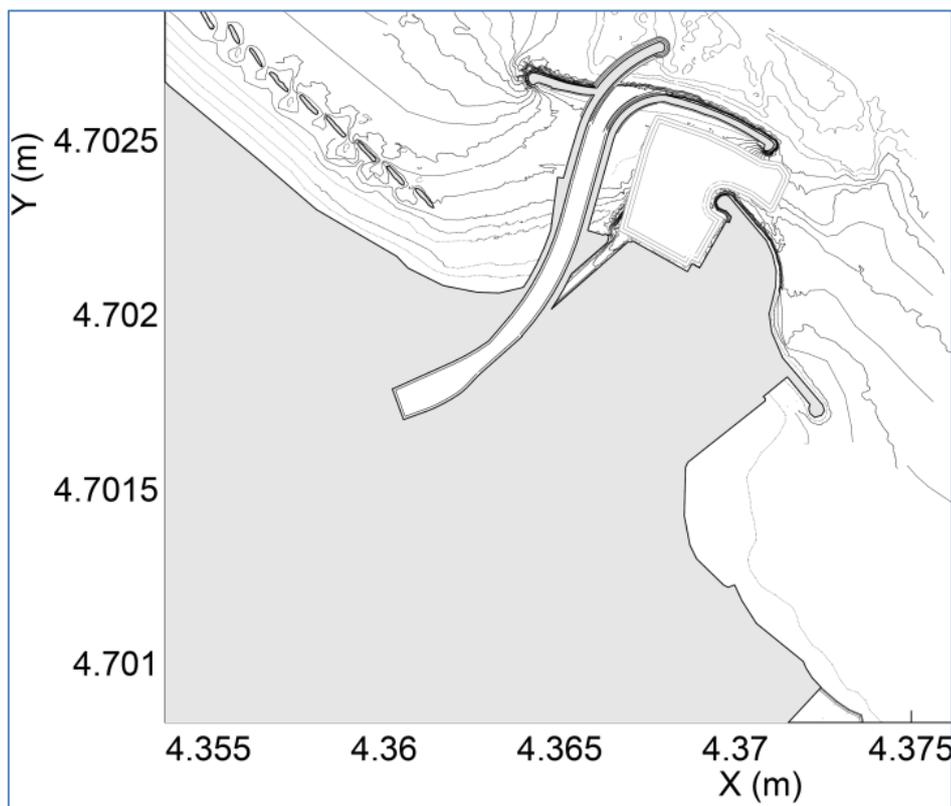


Figura 4 - Deviazione del tratto terminale del fiume Pescara prevista dal PRP 2008.

## 2.2 Informazioni batimetriche

Le informazioni batimetriche, necessarie per le simulazioni idrodinamiche, sono state ricavate da diverse fonti. In primo luogo si sono utilizzati i dati digitalizzati della carta nautica in scala 1:100.000 che mostra il tratto di costa che va da Ortona alla foce del Tronto. Le informazioni batimetriche delle carte nautiche sono state utilizzate per ricostruire la batimetria a grande scala del paraggio costiero. I dati batimetrici di maggiore dettaglio sono invece stati ricavati utilizzando il rilievo batimetrico eseguito nel maggio 2017 dall'ARAP. In Figura 5 e in Figura 6 vengono riportati i rilievi batimetrici e la batimetria di dettaglio dell'area oggetto di studio.

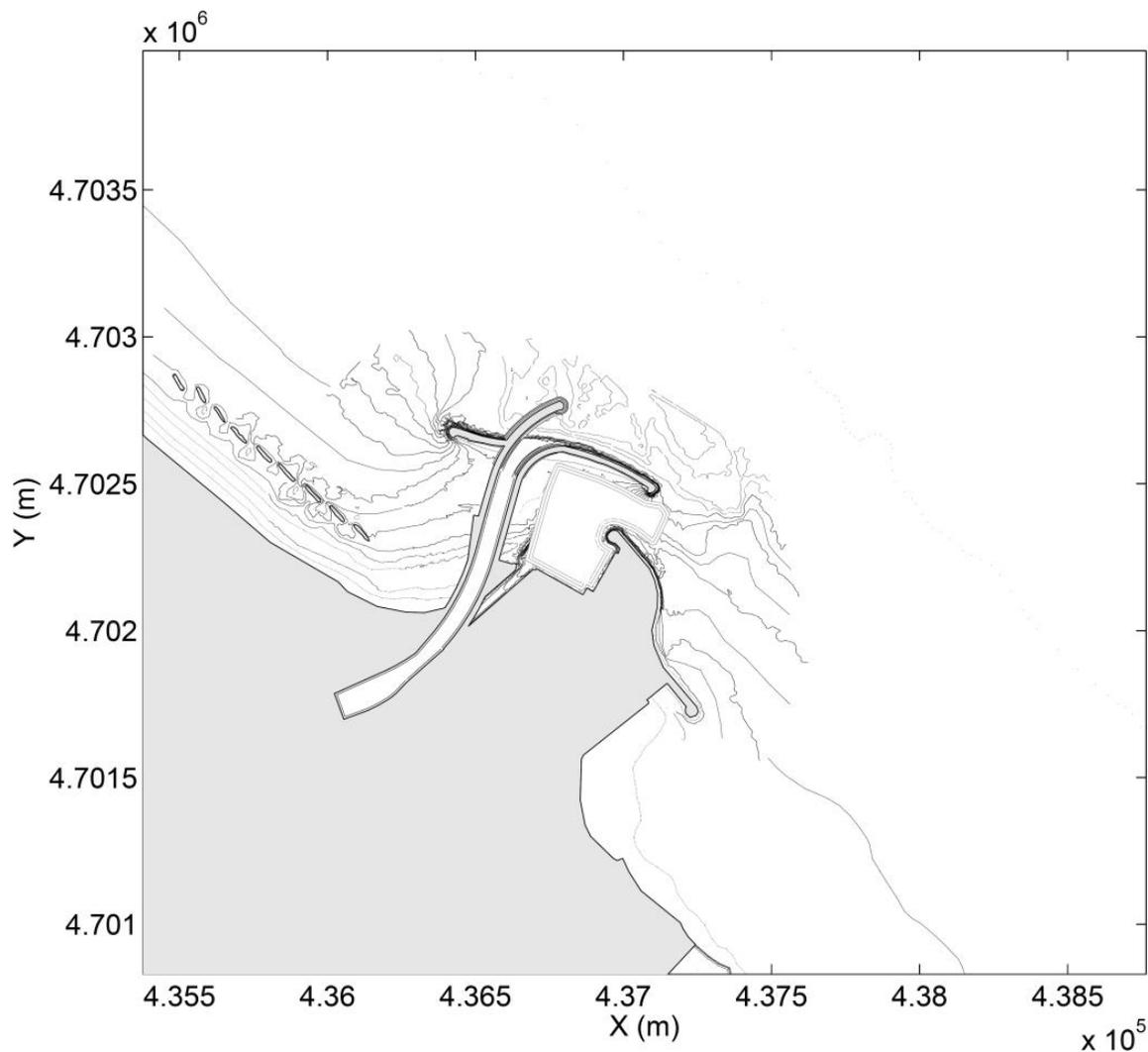


Figura 5. Rilievi batimetrici dell'area oggetto di studio.

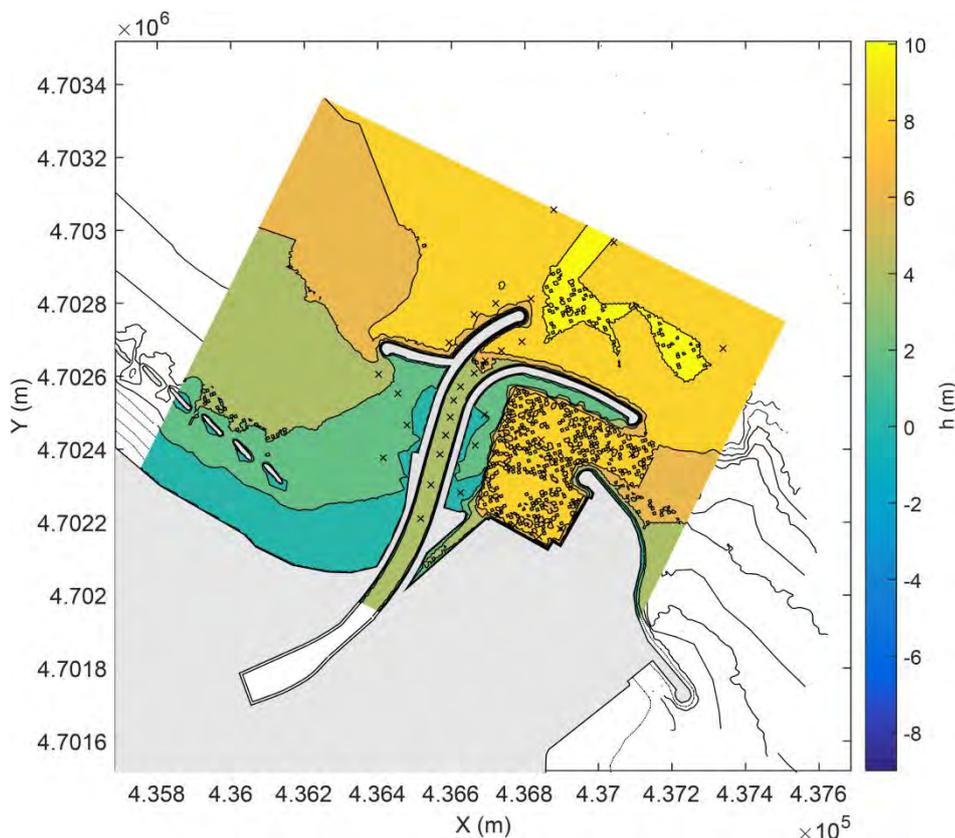


Figura 6. Rilievi batimetrici dell'area oggetto di studio e batimetria nel dominio di calcolo.

### 2.3 Fonte dei dati meteo marini utilizzati per la redazione dello studio

Le simulazioni numeriche eseguite per il presente studio hanno riguardato la penetrazione del moto ondoso in relazione alla configurazione planimetrica di prima fase del PRP 2008 indicata nella Figura 4 e nella Figura 6.

Data la complessità del punto di vista computazionale del codice utilizzato, le simulazioni hanno riguardato l'area prospiciente le opere foranee, il tratto terminale del fiume deviato, il porto commerciale e la costa posta ad Ovest della foce. Si è esclusa dalle simulazioni la zona del porto turistico localizzata ad Est del porto canale perché non di interesse ai fini del presente lavoro.

Gli scenari analizzati in termini di forzanti idrauliche (moto ondoso e livelli) sono stati desunti dallo Studio Meteomarinò allegato al presente progetto ed in particolare dalla Tabella 8-3 dello stesso studio riportata nella seguente Tabella 1. La tabella riporta le onde di progetto per un punto posto a largo dell'antemurale su un fondale dell'ordine dei 10,0 m. Tali onde sono state definite dallo studio meteomarinò propagando a riva con il codice SWAN le onde di progetto definite a largo in condizioni di acqua profonda.

DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA

PENETRAZIONE DEL MOTO ONDOSO

TR 2 anni														
Event	Tr	SWL [m]	Hs0 [m]	Tp0 [s]	Dir0	Uw [m/s]	Dirw	Hmo [m]	RTP [s]	Tm01 [s]	Tm10 [s]	Dir	Depth [m]	Setup [m]
00101	2	0.65	4.9	9.3	0	17.1	345	4.46	8.98	7.21	8.18	26.06	10.13	-0.02
00102	2	0.65	4.9	9.3	30	17.1	20	4.81	8.98	7.38	8.3	39.71	10.14	-0.01
00201	2	0.65	4.1	8.8	45	15.1	35	4.31	8.98	6.83	7.71	46.89	10.13	-0.02
00202	2	0.65	4.1	8.8	75	15.1	80	4.28	8.98	6.89	7.76	62.27	10.14	-0.01
00203	2	0.65	4.1	8.8	90	15.1	100	4.05	8.98	6.84	7.74	68.64	10.14	-0.01
00204	2	0.65	4.1	8.8	115	15.1	145	3.16	8.98	6.52	7.63	77.24	10.15	0
TR 10 anni														
Event	Tr	SWL [m]	Hs0 [m]	Tp0 [s]	Dir0	Uw [m/s]	Dirw	Hmo [m]	RTP [s]	Tm01 [s]	Tm10 [s]	Dir	Depth [m]	Setup [m]
10101	10	0.80	6.3	10.1	0	20.5	345	5.09	9.87	8.11	9.2	28.21	10.3	0
10102	10	0.80	6.3	10.1	30	20.5	20	5.28	9.87	8.32	9.36	41.06	10.33	0.03
10201	10	0.80	5.4	9.6	45	18.3	35	5.16	9.87	7.86	8.78	47.51	10.31	0.01
10202	10	0.80	5.4	9.6	75	18.3	80	5.14	9.87	7.9	8.82	61.48	10.32	0.02
10203	10	0.80	5.4	9.6	90	18.3	100	5.04	9.87	7.8	8.77	67.31	10.32	0.02
10204	10	0.80	5.4	9.6	115	18.3	145	4.26	9.87	7.44	8.58	75.42	10.3	0
TR 50 anni														
Event	Tr	SWL [m]	Hs0 [m]	Tp0 [s]	Dir0	Uw [m/s]	Dirw	Hmo [m]	RTP [s]	Tm01 [s]	Tm10 [s]	Dir	Depth [m]	Setup [m]
20101	50	0.95	7.7	10.9	0	24	345	5.34	10.86	8.82	10.09	29.69	10.49	0.04
20102	50	0.95	7.7	10.9	30	24	20	5.52	10.86	9.11	10.27	42.36	10.52	0.07
20201	50	0.95	6.6	10.2	45	21.3	35	5.45	9.87	8.54	9.58	47.69	10.51	0.06
20202	50	0.95	6.6	10.2	75	21.3	80	5.5	9.87	8.73	9.66	60.88	10.52	0.07
20203	50	0.95	6.6	10.2	90	21.3	100	5.41	10.86	8.58	9.59	66.26	10.52	0.07
20204	50	0.95	6.6	10.2	115	21.3	145	5.01	9.87	8.23	9.36	74.26	10.47	0.02
TR 100 anni														
Event	Tr	SWL [m]	Hs0 [m]	Tp0 [s]	Dir0	Uw [m/s]	Dirw	Hmo [m]	RTP [s]	Tm01 [s]	Tm10 [s]	Dir	Depth [m]	Setup [m]
30101	100	1.00	8.3	11.2	0	25.5	345	5.41	10.86	9.03	10.4	30.2	10.54	0.04
30102	100	1.00	8.3	11.2	30	25.5	20	5.6	10.86	9.33	10.58	43.19	10.58	0.08
30201	100	1.00	7.2	10.5	45	22.8	35	5.56	10.86	8.89	9.96	47.99	10.57	0.07
30202	100	1.00	7.2	10.5	75	22.8	80	5.6	10.86	9.07	10.03	60.64	10.59	0.09
30203	100	1.00	7.2	10.5	90	22.8	100	5.51	10.86	8.92	9.97	65.81	10.59	0.09
30204	100	1.00	7.2	10.5	115	22.8	145	5.19	10.86	8.56	9.74	73.85	10.54	0.04

Tabella 1 - Condizioni di moto ondoso estreme nel punto sottocosta P0 ottenute con il modello SWAN (vedi Studio Meteomarino).

### **3. SIMULAZIONI NUMERICHE: SWASH**

#### **3.1 Descrizione del modello**

Il modello numerico utilizzato per le simulazioni numeriche è SWASH (Simulating Waves till Shore). Il codice numerico, sviluppato dall'Università TU Delft (<http://swash.sourceforge.net/>) è descritto in numerose memorie scientifiche pubblicate su riviste internazionali (si vedano ad esempio i lavori di Zijlema et al., 2011 e di Smit et al., 2013).

SWASH è un modello numerico “multi-purpose” che permette di simulare moti a superficie libera in condizioni idrostatiche o non idrostatiche in una, due o tre dimensioni. Le equazioni risolte dal codice sono le equazioni non lineari delle acque basse (Non Linear Shallow Water Equations, NLSWE) comprensive dei termini non idrostatici della pressione. Il modello permette inoltre di simulare i principali fenomeni fisici connessi alla modellazione delle aree costiere, fluviali, lagunari e deltizie. La versatilità e la robustezza del codice numerico permettono agevolmente di impiegare il codice stesso in una vasta gamma di applicazioni legate all'ingegneria idraulica e marittima, come ad esempio:

- propagazione del moto ondoso su spiagge;
- penetrazione ondosa nei porti;
- simulazione di onde di piena in ambito fluviale;
- intrusione salina in un estuario;
- moti oceanici a grande scala;
- propagazione di onde e di marea e simulazione di “storm surge”.

Con particolare riferimento alle applicazioni legate all'ingegneria costiera e alle costruzioni marittime è opportuno sottolineare che SWASH risulta essere particolarmente utile e versatile per la simulazione dei seguenti fenomeni fisici:

- propagazione del moto ondoso (dispersione in frequenza, shoaling, rifrazione e diffrazione);
- interazioni non lineari tra onde (wave-wave interactions);
- frangimento del moto ondoso;
- wave run-up e run-down;
- interazione tra moto ondoso e strutture (riflessione indotta dalle strutture);
- interazione onda-corrente;
- correnti indotte dal moto ondoso.

Si evidenzia che nel caso in esame risulta di interesse studiare anche l'interazione tra moto ondoso e corrente fluviale ai fini di valutare la capacità di penetrazione delle onde all'interno del tratto fluviale deviato. Questo aspetto è di interesse ai fini navigazionali della foce fluviale e per l'ormeggio delle imbarcazioni lungo le sponde del porto canale.

#### **3.2 Definizione delle griglie di calcolo**

Per l'applicazione del modello, ovvero per la risoluzione delle equazioni differenziali alle derivate spaziali che regolano i processi fisici da simulare, è necessario utilizzare una discretizzazione spaziale tale da essere in grado di risolvere nello spazio la fase delle onde nella loro evoluzione e di riprodurre la geometria delle opere marittime da simulare incluso il loro coefficiente di riflessione. Per conseguire tali obiettivi l'ordine di grandezza della risoluzione spaziale da

utilizzare è di alcuni metri. Ovviamente all'aumentare della porzione di mare da simulare aumenta, a parità di discrittizzazione spaziale, il numero di nodi della griglia di calcolo e quindi la complessità computazionale del problema (tempi di calcolo).

Per raggiungere un giusto compromesso tra queste contrapposte esigenze l'approccio che comunemente si segue è quello di porre il contorno di largo della griglia di calcolo su profondità intermedie in una zona in cui la batimetria risulta abbastanza regolare. Allo stesso tempo la griglia di calcolo, di forma rettangolare, si orienta in modo tale che il contorno di largo della stessa griglia risulti ortogonale alla direzione delle onde da simulare. Sostanzialmente quindi per ogni direzione da simulare si deve progettare una griglia di calcolo apposita.

Pertanto nel progettare l'applicazione numerica il primo passo è quello di definire le direzioni del moto ondoso da simulare e quindi per ciascuna direzione l'orientamento della griglia di calcolo.

Con riferimento alla Figura 6 ai fini della penetrazione del moto ondoso le aree di interesse sono tre, ovvero l'area posta ad Ovest del canale dragato, l'area posta ad Est del canale dragato (darsena commerciale), e la nuova foce fluviale. Ovviamente in relazione a ciascuna area è associata una particolare direzione del moto ondoso che è in grado di causare la massima penetrazione delle onde.

In conclusione quindi si è deciso di impostare tre griglie di calcolo.

Le direzioni del moto ondoso incidente da associare a ciascuna griglia di calcolo sono state definite utilizzando la Tabella 1.

Nella Tabella 1 sono riportate per ciascun tempo di ritorno sei direzioni del moto ondoso incidente da largo comprese tra  $0^\circ$  e  $115^\circ$  N, ovvero in grado di coprire l'intero settore di traversia a largo. Tale settore tende a restringersi avvicinando a riva ad opera dei processi di rifrazione subiti dalle onde. Allo stesso tempo le onde che presentano a largo una maggiore inclinazione rispetto alla costa tendono a ridurre la propria altezza propagandosi a riva.

Con riferimento alla Tabella 1 e al TR = 2 anni, per quanto riguarda la zona posta ad Ovest della foce fluviale, le onde che presentano una maggiore capacità di penetrazione sono quelle provenienti a largo da Nord ( $0^\circ$  N) alle quali risulta associata su fondali di circa 10,0 m, assimilabili a quelli in corrispondenza dei quali le onde verranno generate, una direzione di circa  $26^\circ$  N. Questa direzione aumenta solo di pochi gradi all'aumentare del tempo di ritorno. In conclusione si è deciso, utilizzando un approccio cautelativo, di utilizzare la direzione  $26^\circ$  N per studiare la massima penetrazione delle onde nella zona posta ad Ovest del canale deviato.

Applicando lo stesso ragionamento per la zona posta ad Est del canale dragato si è scelta la direzione a largo pari a  $90^\circ$  N alla quale corrisponde sui fondali oggetto della generazione delle onde la direzione  $68^\circ$  N. Si evidenzia che alla direzione  $115^\circ$  N che potrebbe dar luogo ad una penetrazione del moto ondoso nella darsena commerciale maggiore rispetto a quella prodotta dalla  $90^\circ$  N risulta associata una sensibile riduzione di altezza d'onda e di conseguenza si è preferito esaminare la direzione  $68^\circ$  N la quale peraltro risulta di interesse anche al fine di studiare la penetrazione del moto ondoso all'interno della foce fluviale.

Per quanto riguarda le azioni esercitate dal moto ondoso sulla testata del pennello Nord di delimitazione della nuova foce fluviale, la direzione di attacco peggiore del moto ondoso risulta di circa  $68^\circ$  N. A tale direzione corrisponde la direzione a largo di circa  $30^\circ$  N.

In conclusione quindi si è deciso di generare tre griglie computazionali ciascuna denominata GC1, GC2 e GC3 alle quali risultano associate le seguenti direzioni a largo e in costa:

- **GC1** -  $00^{\circ}$  N a largo –  $26^{\circ}$  N in costa;
- **GC1** -  $30^{\circ}$  N a largo –  $39^{\circ}$  N in costa;
- **GC1** -  $90^{\circ}$  N a largo –  $68^{\circ}$  N in costa.

I corrispondenti angoli di rotazione delle griglie sono i seguenti:

- **GC1** = Griglia Computazionale 1, angolo di rotazione  $\alpha = 116^{\circ}$ N;
- **GC2** = Griglia Computazionale 2, angolo di rotazione  $\alpha = 129^{\circ}$ N;
- **GC3** = Griglia Computazionale 3, angolo di rotazione  $\alpha = 158^{\circ}$ N;

Si noti che, secondo la convenzione adottata, l'angolo di rotazione  $\alpha$  è da intendersi come l'angolo formato tra il lato inferiore della griglia (che per  $\alpha = 90^{\circ}$ N avrebbe giacitura parallela alla congiungente Est-Ovest) e il Nord geografico.

Le tre griglie di calcolo sono rappresentate nella Figura 7, GC1, nella Figura 8, GC2 e nella Figura 9 GC3.

Si precisa che le 3 griglie sono esattamente identiche sia per quanto concerne l'estensione (lunghezza e larghezza) che per quanto riguarda la risoluzione spaziale (passo di griglia o di maglia). Le griglie sono composte da  $280 \times 240$  maglie e hanno un'estensione di  $1400 \text{ m} \times 1200 \text{ m}$ . Pertanto il passo di maglia scelto è rispettivamente pari a  $dx = 5.0 \text{ m}$ ,  $dy = 5.0$ . Si noti che l'approccio basato sulle griglie ruotate permette di disporre la giacitura del lato lungo della griglia quanto più possibile parallela ai fronti d'onda incidenti. Tale aspetto offre l'indubbio vantaggio di minimizzare gli errori numerici sul contorno di generazione.

In ogni griglia la generazione del moto ondoso viene effettuata imponendo lungo il contorno di generazione (vedi Figura 7, Figura 8, e Figura 9) la serie temporale di elevazione della superficie libera  $\eta(t)$  desiderata.

Lungo i 3 bordi restanti (Sud, Ovest, Est del riferimento locale) sono stati realizzati degli opportuni strati di assorbimento, o "sponge layer", aventi larghezza pari a  $200 \text{ m}$ , predisposti in modo tale da assorbire il moto ondoso incidente senza generare onde riflesse. In tal modo vengono riprodotte le condizioni di radiazione delle onde incidenti.

Per quanto riguarda la discretizzazione temporale del modello si è utilizzato un intervallo temporale di integrazione ( $dt$ ) pari a  $0.01 \text{ s}$ . La scelta dell'intervallo di discretizzazione temporale è particolarmente importante per assicurare la stabilità numerica del modello e quindi l'accuratezza dei risultati che è espressa come noto dal numero di Courant.

Il modello numerico è in grado di simulare differenti coefficienti di riflessione per le opere marittime da simulare mediante l'utilizzo di cosiddetti strati porosi o "porous layers". I coefficienti utilizzati sono riportati nella Figura 10.

Infine vengono riportati in Figura 11, in Figura 12 e in Figura 13 gli andamenti della batimetria all'interno delle tre griglie computazionali utilizzate (GC1, GC2 e GC3).

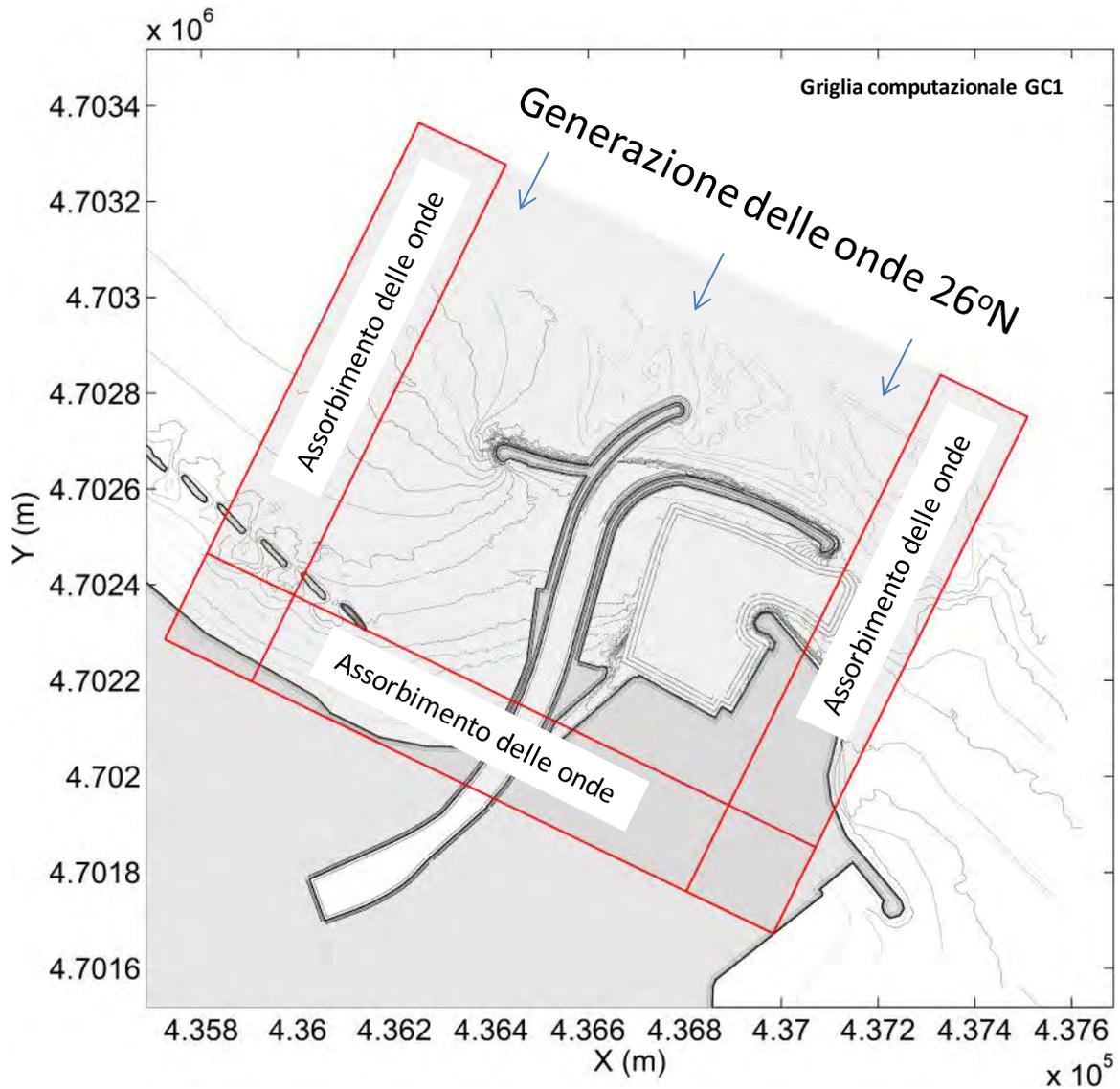


Figura 7. Schema di definizione della griglia di calcolo GC1  $dx = dy = 5.0$  m. Nota: le linee in rosso identificano l'ubicazione degli sponge layers.

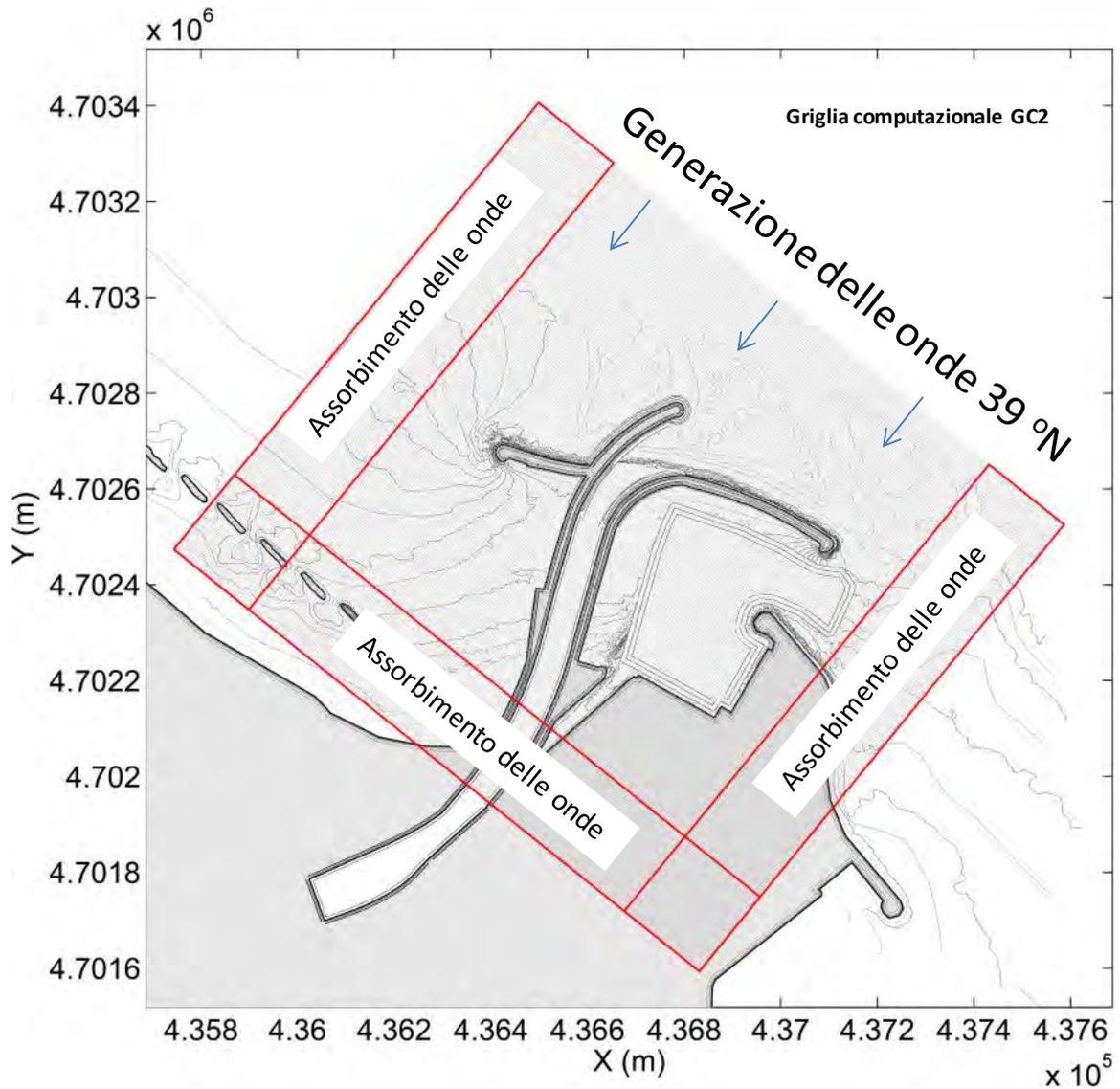


Figura 8. Schema di definizione della griglia di calcolo GC2  $dx = dy = 5.0$  m. Nota: le linee in rosso identificano l'ubicazione degli sponge layers.

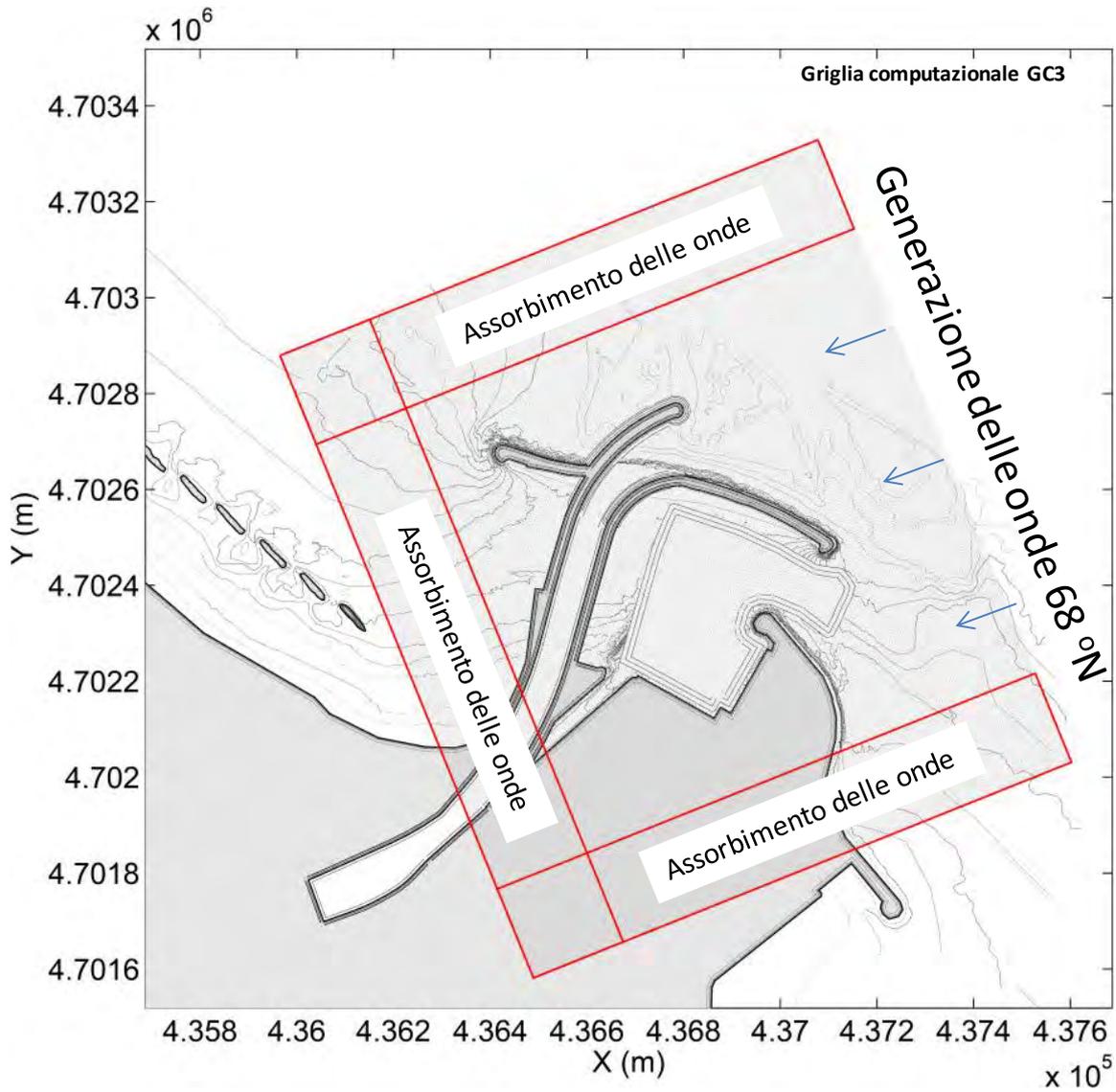


Figura 9. Schema di definizione della griglia di calcolo GC3  $dx = dy = 5.0$  m. Nota: le linee in rosso identificano l'ubicazione degli sponge layers.

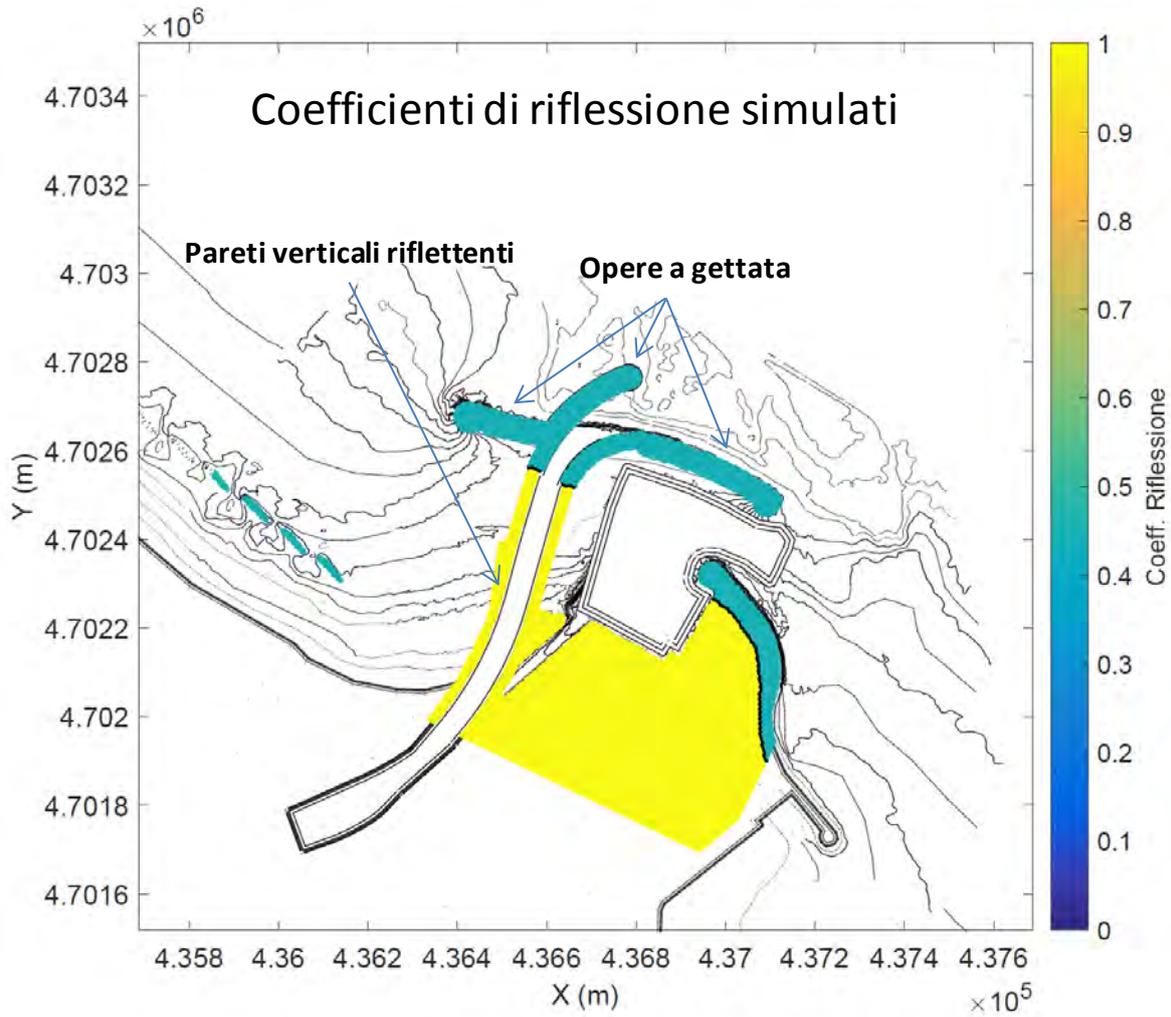


Figura 10 - Coefficienti di riflessione attribuiti alle opere marittime

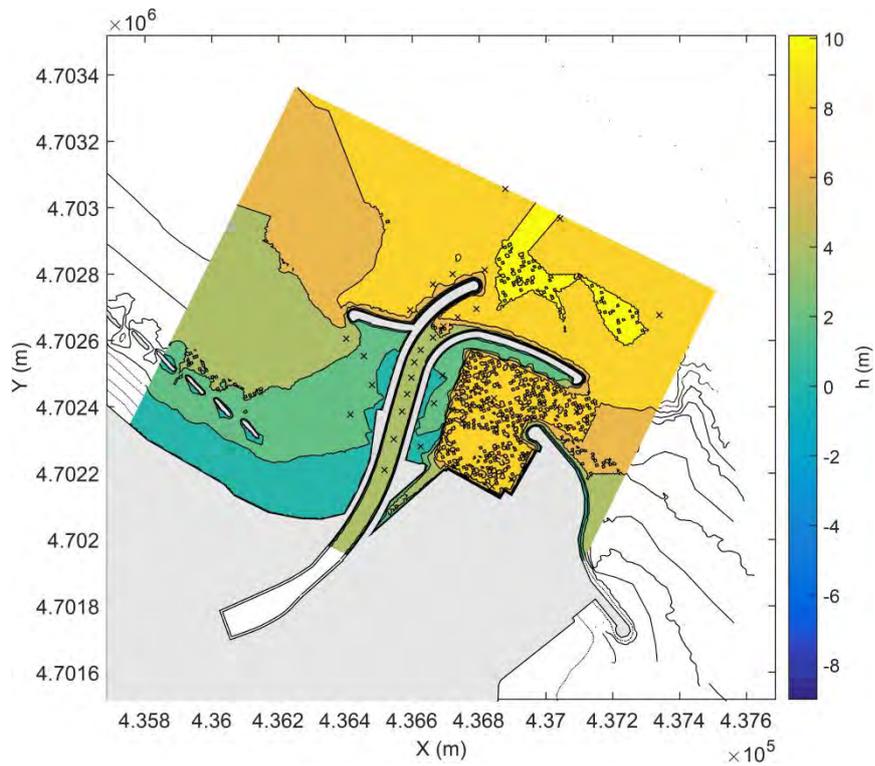


Figura 11. Definizione della batimetria all'interno della griglia di calcolo GC1  $dx = dy = 5.0$  m.

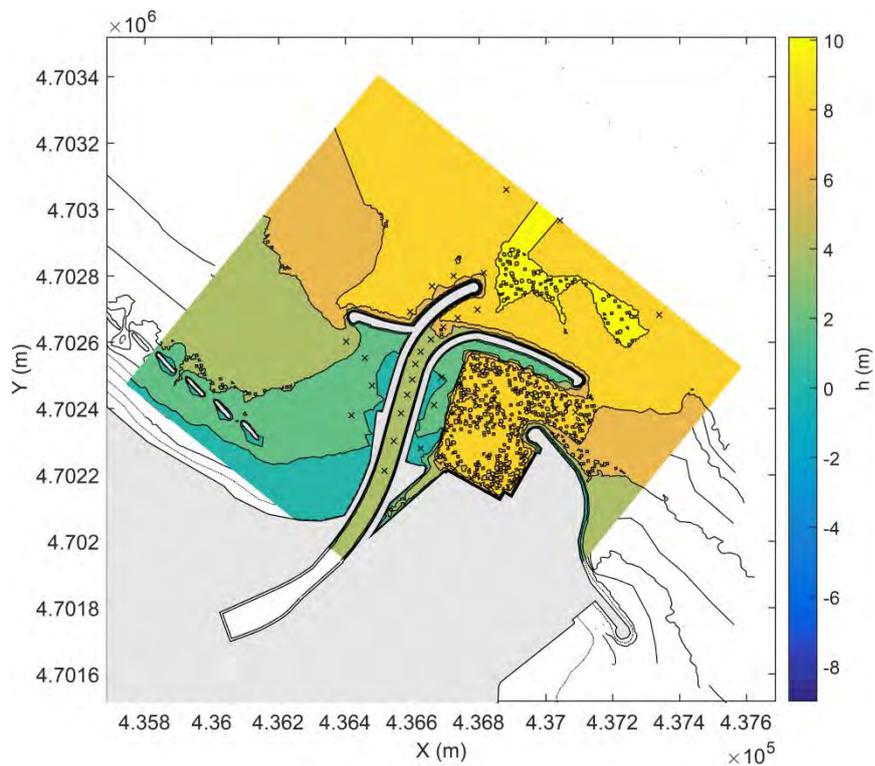


Figura 12. Definizione della batimetria all'interno della griglia di calcolo GC2  $dx = dy = 5.0$  m.

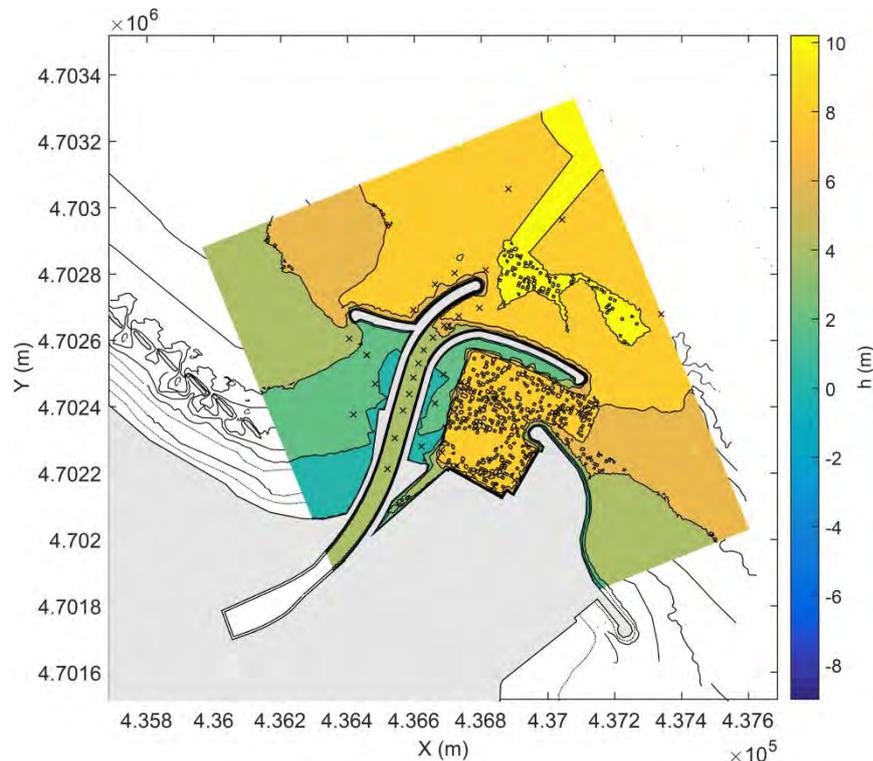


Figura 13. Definizione della batimetria all'interno della griglia di calcolo GC3  $dx = dy = 5.0$  m.

### 3.3 Scenari simulati

Le variabili che caratterizzano ciascun scenario simulato sono costituite dalle informazioni batimetriche, dalla geometria della costa e dai valori delle forzanti idrodinamiche (livelli e moto ondoso).

Gli scenari simulati sono stati desunti come già accennato dallo Studio Meteomarine che ha consentito di propagare il moto ondoso da largo in prossimità delle opere.

I dieci scenari analizzati sono stati caratterizzati dalle seguenti caratteristiche del moto ondoso incidente e di sovrizzo di tempesta:

- **S1:**  $\theta_0 = 0^\circ N$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.46$  m,  $T_p = 7.21$  s,  $\theta = 26^\circ N$ ,  $S = 0.65$  m;
- **S2:**  $\theta_0 = 30^\circ N$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.81$  m,  $T_p = 7.38$  s,  $\theta = 39^\circ N$ ,  $S = 0.65$  m;
- **S3:**  $\theta_0 = 90^\circ N$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.05$  m,  $T_p = 6.84$  s,  $\theta = 68^\circ N$ ,  $S = 0.65$  m;
- **S4:**  $\theta_0 = 0^\circ N$ ,  $T_R = 10$  anni,  $H_{m0} = 5.09$  m,  $T_p = 8.11$  s,  $\theta = 26^\circ N$ ,  $S = 0.80$  m;
- **S5:**  $\theta_0 = 30^\circ N$ ,  $T_R = 10$  anni,  $H_{m0} = 5.28$  m,  $T_p = 8.32$  s,  $\theta = 39^\circ N$ ,  $S = 0.80$  m;
- **S6:**  $\theta_0 = 90^\circ N$ ,  $T_R = 10$  anni,  $H_{m0} = 5.04$  m,  $T_p = 7.80$  s,  $\theta = 68^\circ N$ ,  $S = 0.80$  m;
- **S7:**  $\theta_0 = 0^\circ N$ ,  $T_R = 50$  anni,  $H_{m0} = 5.34$  m,  $T_p = 8.82$  s,  $\theta = 26^\circ N$ ,  $S = 0.95$  m;
- **S8:**  $\theta_0 = 30^\circ N$ ,  $T_R = 50$  anni,  $H_{m0} = 5.52$  m,  $T_p = 9.11$  s,  $\theta = 39^\circ N$ ,  $S = 0.95$  m;
- **S9:**  $\theta_0 = 90^\circ N$ ,  $T_R = 50$  anni,  $H_{m0} = 5.41$  m,  $T_p = 8.58$  s,  $\theta = 68^\circ N$ ,  $S = 0.95$  m;
- **S10:**  $\theta_0 = 30^\circ N$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.46$  m,  $T_p = 7.21$  s,  $\theta = 26^\circ N$ ,  $S = 0.65$  m,  $Q = 49.22$  m<sup>3</sup>/s;

dove:

- $\theta_0$  è la direzione di provenienza del moto ondoso lungo il contorno di largo (acqua profonda);
- $\theta$  è la direzione del moto ondoso in costa (profondità intermedia);
- $T_R$  è il tempo di ritorno dello stato di mare esaminato;

- $H_{m0}$  e  $T_p$  sono rispettivamente l'altezza d'onda significativa e il periodo di picco spettrale imposte lungo il contorno di largo utilizzato per le simulazioni numeriche;
- $S$  è il valore del sovrizzo del livello medio marino utilizzato;
- $Q$  è la portata media annuale del fiume Pescara che è stata posta sulla base degli studi idraulici eseguiti a supporto del presente progetto pari a  $Q = 49.22 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Con riferimento agli scenari sopra indicati e alla Tabella 1, per ogni tempo di ritorno si sono esaminate tre direzioni di attacco del moto ondoso a largo ( $\theta_0 = 0^\circ\text{N}$ ,  $\theta_0 = 30^\circ\text{N}$  e  $\theta_0 = 90^\circ\text{N}$ ) provenienti dall'intero settore di traversia. Le corrispondenti direzioni in prossimità della costa  $\theta$  sono state determinate mediante l'analisi della propagazione del moto ondoso da largo a riva eseguito nell'ambito dello Studio Meteomarino con il modello SWAN.

Si evidenzia che lo studio dell'interazione tra moto ondoso e portata fluviale è stato limitato al solo scenario S10 in quanto si è riscontrato che l'effetto della portata fluviale è quello di ridurre la capacità di penetrazione delle onde all'interno dell'alveo fluviale e di conseguenza si è ritenuto cautelativo per le finalità della progettazione trascurare nelle altre simulazioni questo effetto.

Il moto ondoso è stato simulato utilizzando onde regolari non lineari aventi altezza d'onda  $H$  pari a  $H_{m0}$  e periodo  $T$  pari a  $T_p$ .

La durata temporale delle simulazioni è stata scelta in modo tale da consentire il raggiungimento di condizioni stazionarie.

#### **4. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI**

I risultati prodotti dal modello numerico SWASH sono del tutto simili a quelli che possono essere forniti da un modello fisico dove le caratteristiche del moto ondoso vengono misurate in una vasca marittima mediante un certo numero di sonde di livello che registrano, con un opportuno tempo di campionamento, la variazione dei livelli idrici nel tempo. In un modello fisico le sonde di livello vengono opportunamente distribuite nell'area allo scopo di definire, limitatamente ai punti di interesse, le caratteristiche del moto ondoso.

Nel presente caso le sonde che si hanno potenzialmente a disposizione sono, in numero, molto superiori rispetto a quelle impiegabili nei modelli fisici. Infatti ogni nodo della griglia di calcolo rappresenta una "sonda virtuale" dove possono essere memorizzate le serie temporali dei livelli e dei parametri idrodinamici ottenuti durante la prova con un tempo di acquisizione pari all'intervallo temporale utilizzato per l'integrazione nel tempo delle equazioni.

Ovviamente la quantità di dati che vengono generati dal codice di calcolo durante le simulazioni è estremamente elevata.

I risultati numerici prodotti durante le simulazioni sono stati salvati ed archiviati seguendo due diverse modalità, ovvero:

- andamento nello spazio e nel tempo delle grandezze di interesse all'interno del dominio di calcolo;
- andamento nel tempo (i.e. serie temporali) delle grandezze di interesse in alcuni punti di specifici.

La prima modalità è di ausilio principalmente per l'interpretazione qualitativa dell'andamento nel tempo del campo idrodinamico generato all'interno dell'intero dominio di calcolo. Tale modalità consente di verificare, ad esempio realizzando dei filmati, l'andamento dei livelli nel tempo in tutta l'area simulata allo scopo di verificare se effettivamente la generazione delle onde e i contorni assorbenti o parzialmente riflettenti si comportano come desiderato.

Generalmente questa tipologia di risultati è molto utile nella fase di messa a punto del modello numerico.

Nella fase interpretativa dei risultati, ovvero al fine di definire in modo quantitativo i risultati ottenuti per le conseguenti applicazioni di ingegneria, risulta importante posizionare nell'area simulata un certo numero di sonde numeriche in corrispondenza delle quali vengono memorizzati gli andamenti nel tempo dei parametri idrodinamici. Il posizionamento delle sonde numeriche è ovviamente legato agli aspetti progettuali di interesse.

Nella Figura 14 sono rappresentate in planimetria le posizioni delle sonde numeriche che sono state utilizzate per registrare ed analizzare i risultati in termini di variazioni nel tempo della superficie libera. I risultati quantitativi di interesse per le attività di progettazione (caratteristiche del moto ondoso) sono stati calcolati in corrispondenza di tali sonde.

Con riferimento alla Figura 14 il dominio di calcolo è stato suddiviso in 4 zone, rispettivamente indicate: Z1 (area in rosso), Z2 (area in magenta), Z3 (area in blu) e Z4 (area in nero).

In ciascuna delle 4 zone sono state identificate due diverse tipologie di "stazioni di misura", volte ad altrettante tipologie di analisi dei dati.

Nello specifico, le due tipologie di stazioni di misura e le relative tecniche di analisi dati utilizzate, sono rispettivamente le seguenti:

- **Stazioni di misura del tipo  $Z_{iRGj}$  (ogni stazione di misura è composta da 3 sonde di misura):** sonde utilizzate per le analisi di riflessione (e.g. Mansard and Funke, 1980) per la valutazione dell'altezza d'onda incidente.
- **Stazioni di misura del tipo  $\eta_k$  (ogni stazione di misura è composta da 1 sonda di misura):** sonde utilizzate per le analisi zero-crossing nel dominio del tempo per la valutazione dell'altezza d'onda totale.

Le stazioni di misura del primo tipo ( $Z_{iRGj}$ ), ciascuna composta da tre sonde di misura, consentono di fornire per la stazione in esame le *caratteristiche del moto ondoso incidente*. In generale in corrispondenza di un punto del dominio di calcolo l'andamento dei livelli idrici e quindi le caratteristiche del moto ondoso sono prodotte dall'interferenza di due sistemi di onde: le onde incidenti, generate lungo il contorno di largo, e le onde "scatterate" dal campo, ovvero quelle riflesse in corrispondenza delle variazioni del fondale e delle strutture emergenti dal livello del mare. La conoscenza della sola componente incidente risulta di estrema importanza per due scopi:

- per verificare le caratteristiche delle onde effettivamente generate dal modello;
- per calcolare le onde incidenti in corrispondenza di strutture che vengono dimensionate in funzione della sola componente incidente del moto ondoso.

Per separare nel punto del campo di interesse le onde incidenti da quelle riflesse è necessario disporre di tre sonde di livello poste a breve distanza l'una dall'altra (la distanza tra le sonde deve essere inferiore alla lunghezza delle onde incidenti). Per tale ragione questa tipologia di stazione di misura è composta da tre sonde.

Le stazioni di misura del tipo  $Z_{iRGj}$  sono state posizionate in prossimità dei contorni di generazione delle onde per le tre griglie esaminate. In particolare:

- la stazione di misura  $Z_{1RG1}$  è stata utilizzata per verificare le onde generate relative alla griglia computazionale GC1 dove le onde provengono da 26°N;
- la stazione di misura  $Z_{3RG1}$  è stata utilizzata per verificare le onde generate relative alla griglia computazionale GC2 dove le onde provengono da 39°N;
- la stazione di misura  $Z_{4RG1}$  è stata utilizzata per verificare le onde generate relative alla griglia computazionale GC3 dove le onde provengono da 68°N.

In corrispondenza del pennello, posto a protezione della sponda idraulica sinistra della foce fluviale, sono state poste altre due stazioni di misura del tipo  $Z_{iRGj}$ , ovvero le stazioni  $Z_{1RG2}$  e  $Z_{1RG3}$ . La funzione di queste due stazioni è stata quella di misurare le caratteristiche del moto ondoso incidente in corrispondenza della sezione corrente del pennello e in corrispondenza della sua testata.

Infine è stata posta una ultima stazione di questo tipo in corrispondenza dell'imboccatura della darsena commerciale per valutare le onde in ingresso nella stessa darsena.

Le stazioni di misura del secondo tipo ( $\eta_k$ ) composte da una sola sonda consentono di calcolare mediante l'analisi "zero-crossing" delle onde apparenti l'altezza d'onda complessiva registrata, ovvero quella incidente e quella riflessa. Volendo in tali stazioni si potrebbe esguire anche l'analisi spettrale del segnale di livello.

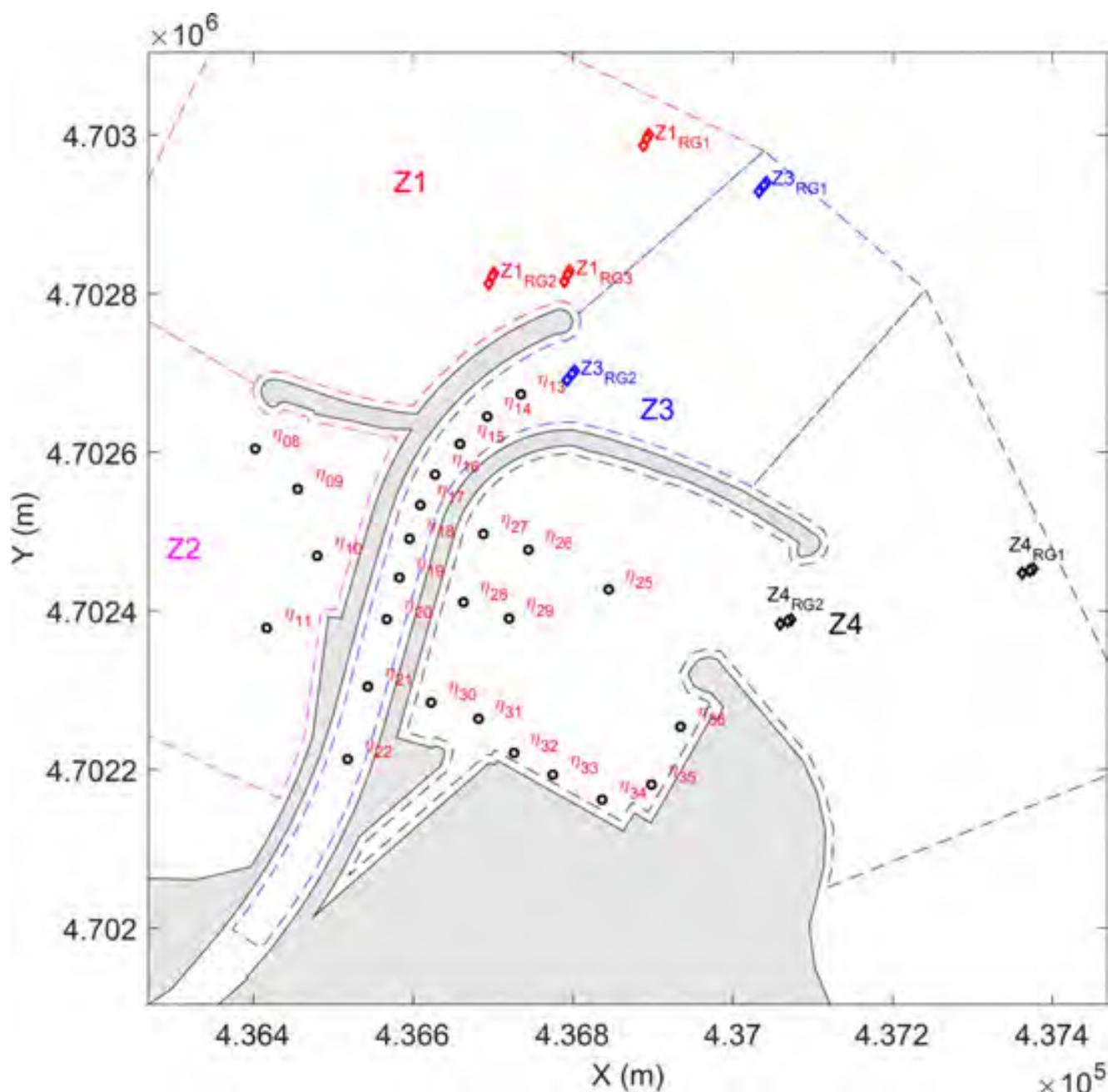


Figura 14. Schema chiave per la definizione planimetrica delle posizioni delle “stazioni di misura”.

Con riferimento alla Figura 14 una prima serie di stazioni di misura di questo tipo sono state poste in asse al tratto di fiume deviato allo scopo di calcolare l'andamento dell'altezza d'onda. Tale informazione è molto importante per valutare la capacità di penetrazione delle onde nella foce fluviale sia in relazione alla navigabilità del fiume sia in relazione alla capacità del tratto terminale del fiume di schermare dal moto ondosso incidente le zone interne destinate all'ormeggio delle imbarcazioni.

Altre sonde di questo tipo sono state poste ad Ovest del tratto deviato e ad Est di esso nella darsena commerciale.

Nei prossimi paragrafi vengono presentati i risultati delle simulazioni per i vari scenari esaminati.

#### 4.1 Simulazioni idrodinamiche: scenario S1

**S1:**  $\theta_0 = 0^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.46$  m,  $T_p = 7.21$  s,  $\theta = 26^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.65$  m;

In questa sezione vengono riportati i risultati delle simulazioni idrodinamiche relative alla configurazione di progetto in presenza dello scenario S1. La Figura 15 mostra l'andamento dell'altezza d'onda nel campo in condizioni stazionarie.

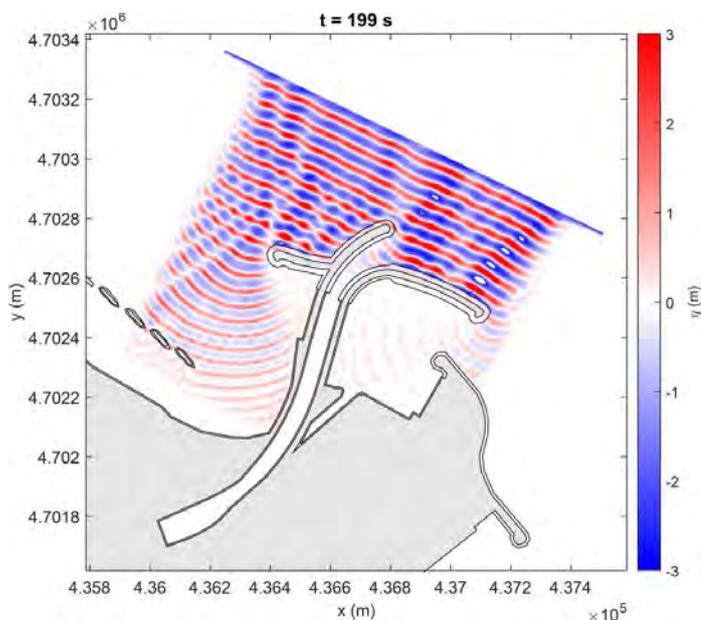
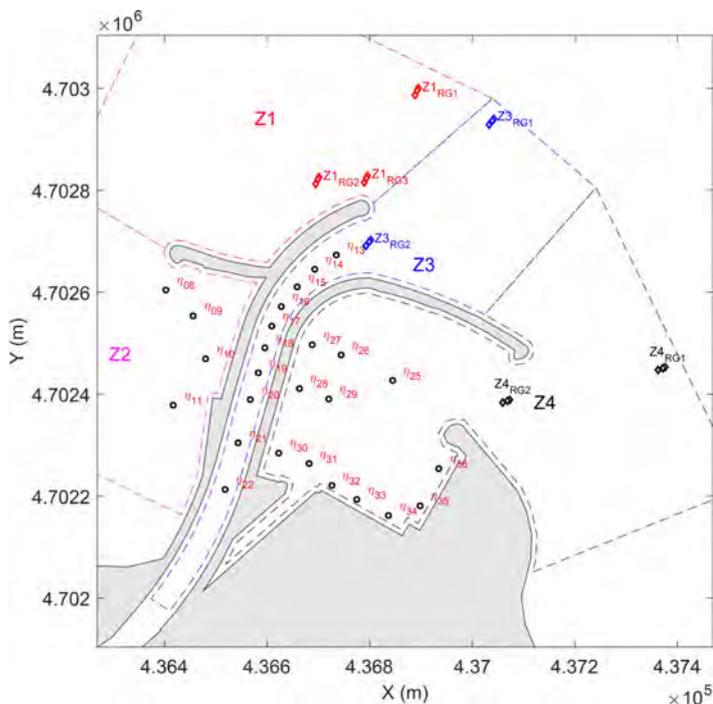


Figura 15. Andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo.



Pianta chiave sonde

- Zona Z1**

**Tabella 2. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 3 punti di interesse per la zona Z1**

$H_{Z1-RG1}$ (m)	$H_{Z1-RG2}$ (m)	$H_{Z1-RG3}$ (m)
4.34	3.53	3.39

Il valore  $H_{Z1-RG1}$  mostrano che le onde generate hanno una buona corrispondenza con quelle imposte in generazione. In corrispondenza del pennello le onde incidenti risultano attenuate dal frangimento rispetto a quelle generate.

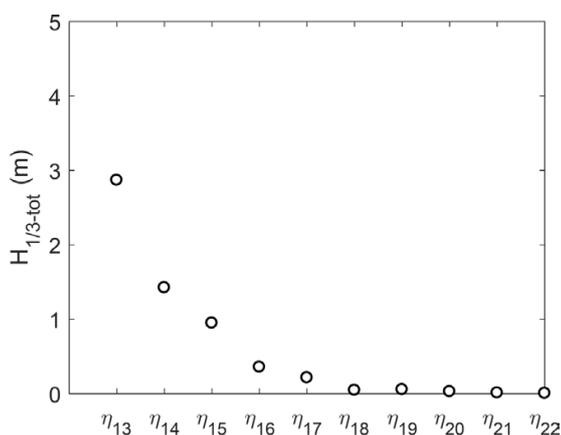
- Zona Z2**

**Tabella 3. Altezze d'onda totali calcolate nei 4 punti di interesse per la zona Z2**

Z2	
WG	$H_{1/3-tot}$
( )	(m)
8	0.78
9	0.47
10	1.34
11	1.87

Il moto ondoso totale (incidente + riflesso) ad Ovest della deviazione è sensibilmente attenuato.

- Zona Z3**



**Figura 16. Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume.**

Lungo l'asse del fiume si verifica un rapido decadimento dell'altezza d'onda complessiva che si annulla molto velocemente risalendo la foce fluviale. La penetrazione delle onde nel porto canale è nulla.

**Tabella 4. Altezze d'onda totali calcolate nei 10 punti di interesse per la zona Z3**

Z3	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
13	2.87
14	1.43
15	0.95
16	0.36
17	0.21
18	0.05
19	0.06
20	0.03
21	0.01
22	0.01

- **Zona Z4**

**Tabella 5. Altezze d'onda totali calcolate nei 12 punti di interesse per la zona Z4**

Z4	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
25	0.18
26	0.08
27	0.12
28	0.26
29	0.14
30	0.19
31	0.20
32	0.10
33	0.04
34	0.09
35	0.05
36	0.07

L'agitazione nella darsena commerciale è pressoché nulla.

## 4.2 Simulazioni idrodinamiche: scenario S2

- **S2:**  $\theta_0 = 30^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.81$  m,  $T_p = 7.38$  s,  $\theta = 39^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.65$  m;

In questa sezione vengono riportati i risultati delle simulazioni idrodinamiche relative alla configurazione di progetto in presenza dello scenario S2. La Figura 17 mostra l'andamento dell'altezza d'onda nel campo in condizioni stazionarie.

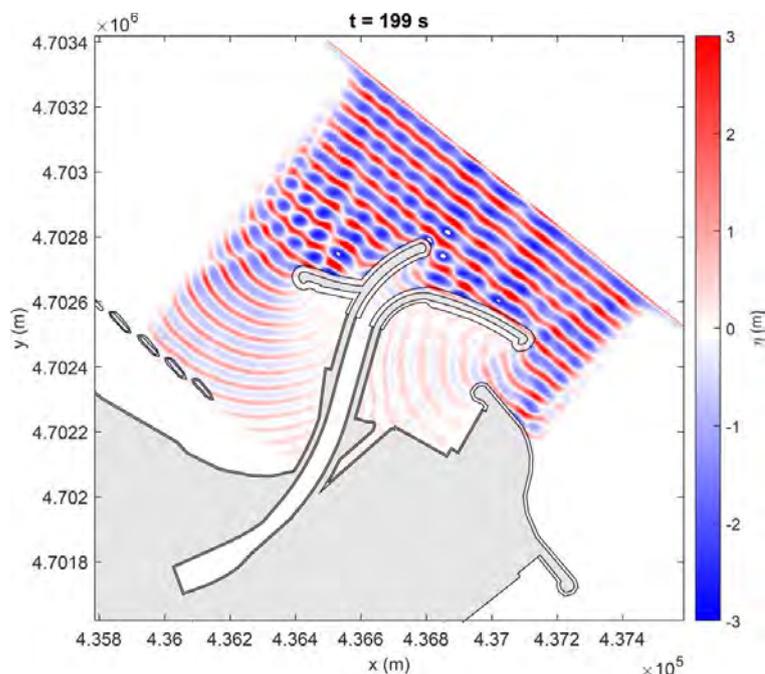
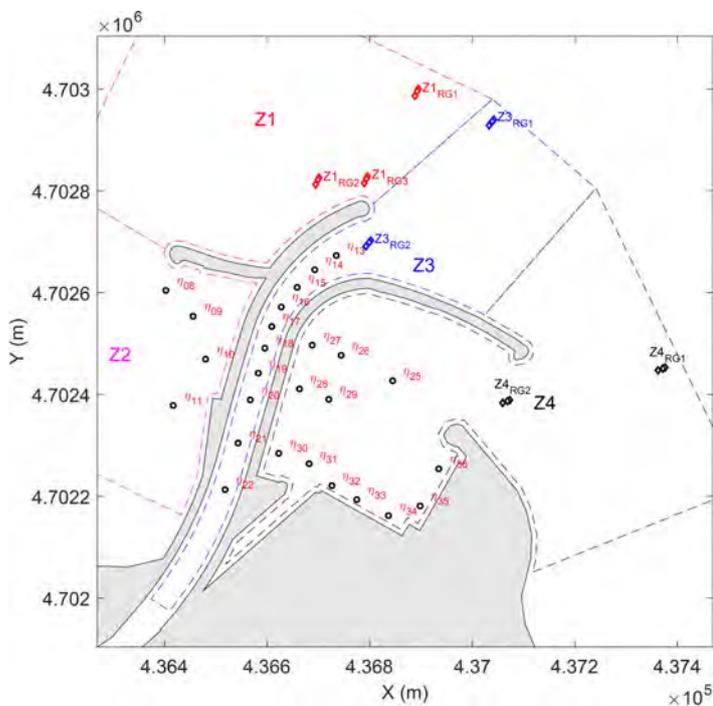


Figura 17. Andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo.



Pianta chiave sonde

- Zona Z2**

**Tabella 6. Altezze d'onda totali calcolate nei 4 punti di interesse per la zona Z2**

Z2	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
8	0.52
9	0.25
10	0.23
11	0.72

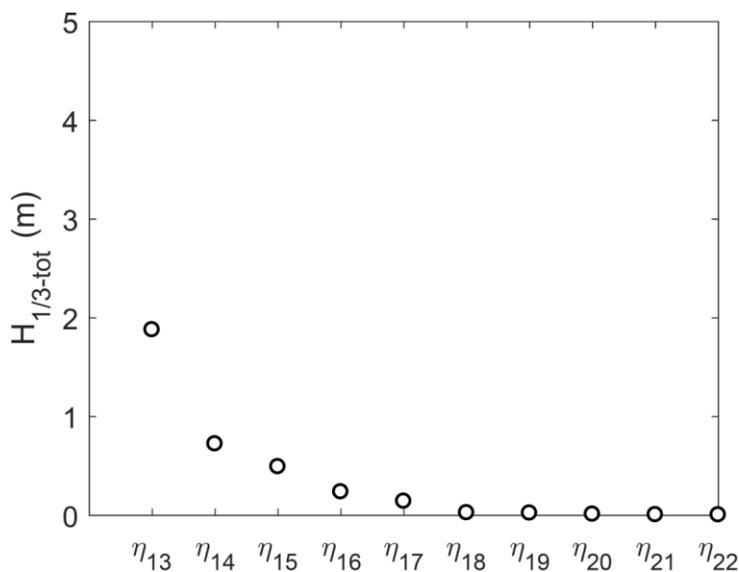
In questa zona le onde sono molto attenuate.

- Zona Z3**

**Tabella 7. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 2 punti di interesse per la zona Z3**

H <sub>Z3-RG1</sub> (m)	H <sub>Z3-RG2</sub> (m)
4.57	1.34

Il valore H<sub>Z3-RG1</sub> mostra che le onde generate hanno una buona corrispondenza con quelle imposte in generazione. In corrispondenza dell'imboccatura fluviale le onde incidenti risultano sensibilmente attenuate dal frangimento rispetto a quelle generate.



**Figura 18. Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume.**

**Tabella 8. Altezze d'onda totali calcolate nei 10 punti di interesse per la zona Z3**

Z3	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
13	1.88
14	0.72
15	0.49
16	0.24
17	0.14
18	0.03
19	0.02
20	0.01
21	0.01
22	0.00

Le onde lungo la foce fluviale si attenuano molto rapidamente.

- **Zona Z4**

**Tabella 9. Altezze d'onda totali calcolate nei 12 punti di interesse per la zona Z4**

Z4	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
25	0.80
26	0.43
27	0.43
28	0.60
29	0.62
30	0.40
31	0.43
32	0.18
33	0.23
34	0.20
35	0.15
36	0.23

L'agitazione ondosa nella darsena commerciale è molto contenuta.

### 4.3 Simulazioni idrodinamiche: scenario S3

- **S3:**  $\theta_0 = 90^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.05$  m,  $T_p = 6.84$  s,  $\theta = 68^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.65$  m;

In questa sezione vengono riportati i risultati delle simulazioni idrodinamiche relative alla configurazione di progetto in presenza dello scenario S3. La Figura 19 mostra l'andamento dell'altezza d'onda nel campo in condizioni stazionarie.

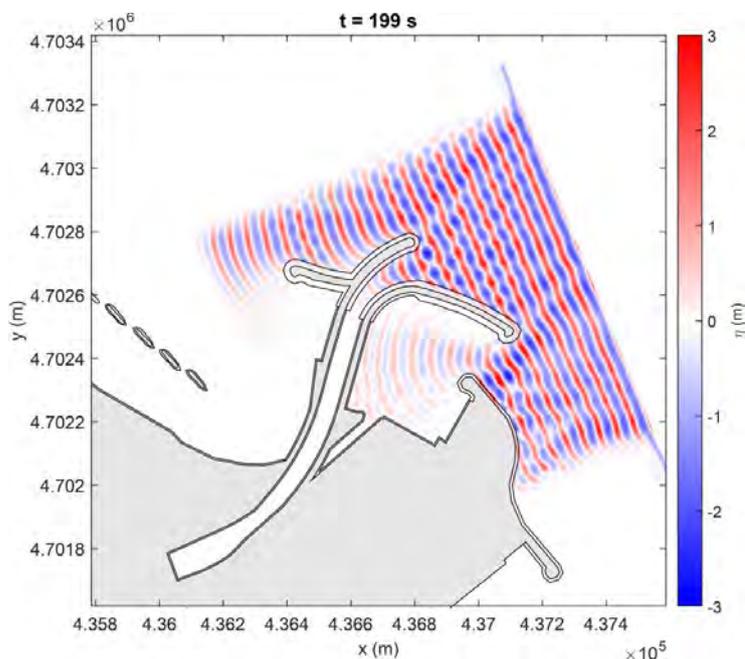
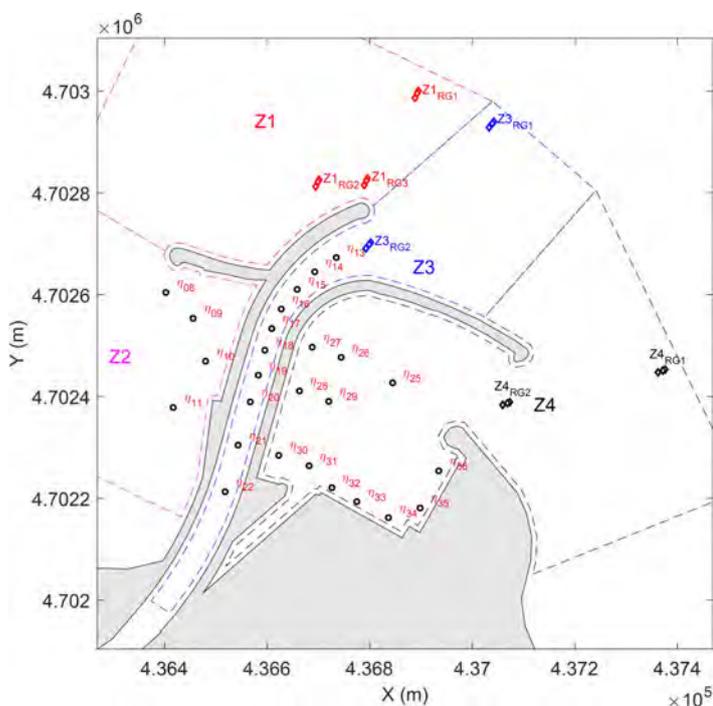


Figura 19. Andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo.



Pianta chiave sonde

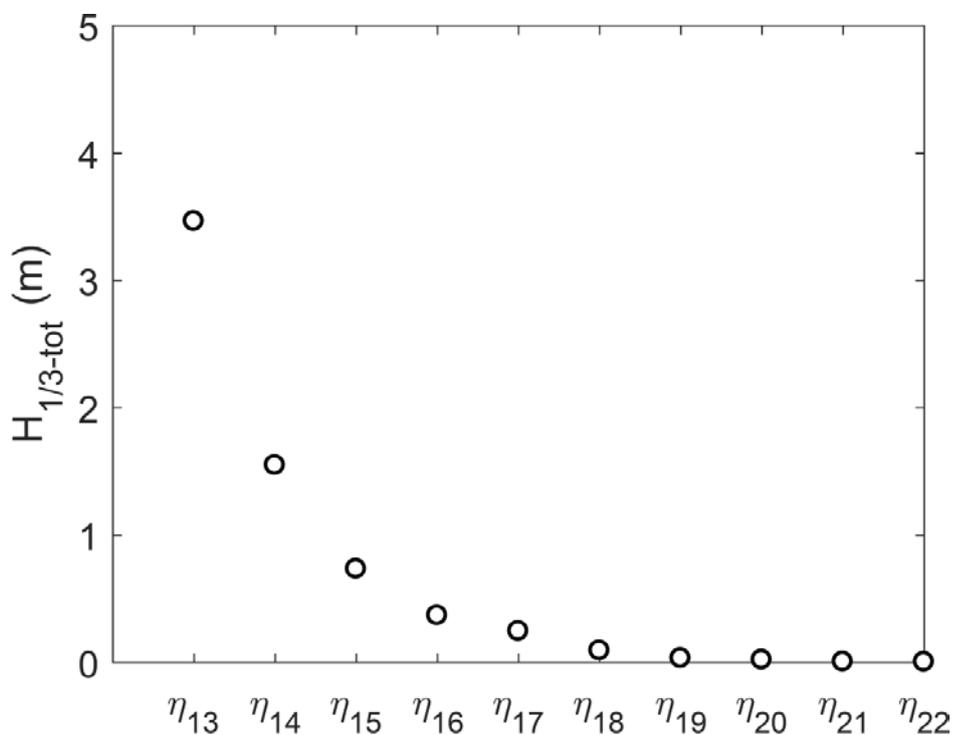
- Zona Z2**

**Tabella 10. Altezze d'onda totali calcolate nei 4 punti di interesse per la zona Z2**

Z2	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
8	0.14
9	0.11
10	0.07
11	0.10

L'agitazione ondosa è molto contenuta.

- Zona Z3**



**Figura 20. Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume.**

Nonostante che questa sia la direzione peggiore per la penetrazione del moto ondoso nella foce fluviale, le onde si attenuano molto velocemente nel tratto deviato.

**Tabella 11. Altezze d'onda totali calcolate nei 10 punti di interesse per la zona Z3**

Z3	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
13	3.46
14	1.55
15	0.73
16	0.37
17	0.24
18	0.09
19	0.03
20	0.02
21	0.01
22	0.00

- Zona Z4**

**Tabella 12. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 2 punti di interesse per la zona Z4**

H <sub>Z4-RG1</sub> (m)	H <sub>Z4-RG2</sub> (m)
3.37	2.77

Le onde tendono a frangere in generazione e risultano attenuate all'imboccatura della darsena commerciale. Questa è la direzione peggiore anche per la darsena commerciale, tuttavia luno le due attuali banchine il moto ondosono è estremamente contenuto.

**Tabella 13. Altezze d'onda totali calcolate nei 12 punti di interesse per la zona Z4**

Z4	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
25	1.83
26	2.03
27	0.93
28	1.06
29	0.67
30	0.37
31	0.43
32	0.27
33	0.23
34	0.26
35	0.16
36	0.25

#### 4.4 Simulazioni idrodinamiche: scenario S4

- **S4:**  $\theta_0 = 0^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 10$  anni,  $H_{m0} = 5.09$  m,  $T_p = 8.11$  s,  $\theta = 26^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.80$  m;

In questa sezione vengono riportati i risultati delle simulazioni idrodinamiche relative alla configurazione di progetto in presenza dello scenario S4. La Figura 21 mostra l'andamento dell'altezza d'onda nel campo in condizioni stazionarie.

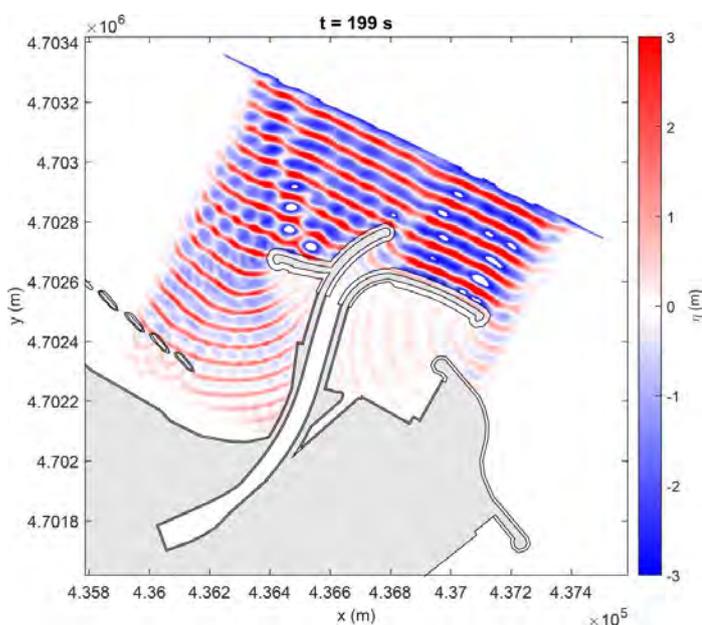
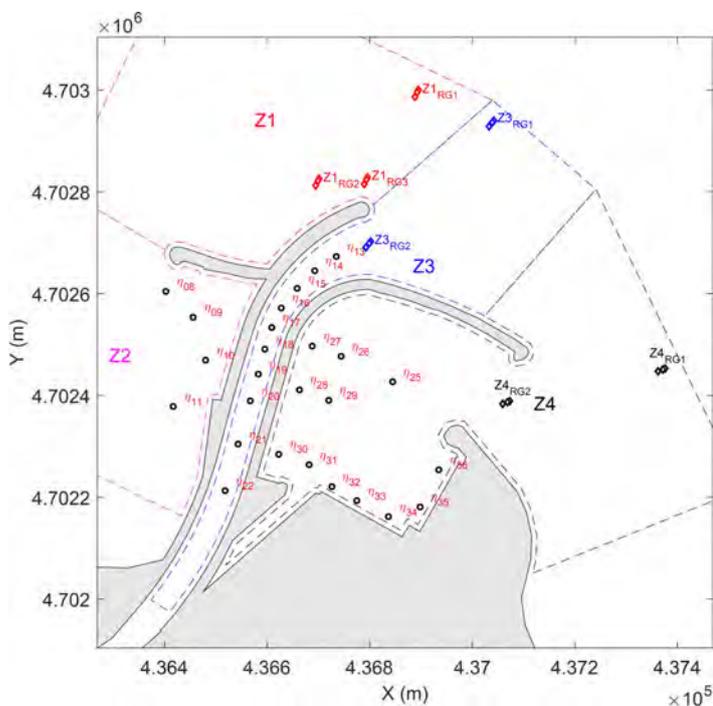


Figura 21. Andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo.



Pianta chiave sonde

- Zona Z1**

Tabella 14. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 3 punti di interesse per la zona Z1

$H_{Z1-RG1}$ (m)	$H_{Z1-RG2}$ (m)	$H_{Z1-RG3}$ (m)
5.35	6.55	5.68

- Zona Z2**

Tabella 15. Altezze d'onda totali calcolate nei 4 punti di interesse per la zona Z2

Z2	
WG	$H_{1/3-tot}$
( )	(m)
8	1.39
9	0.76
10	1.61
11	2.67

- Zona Z3**

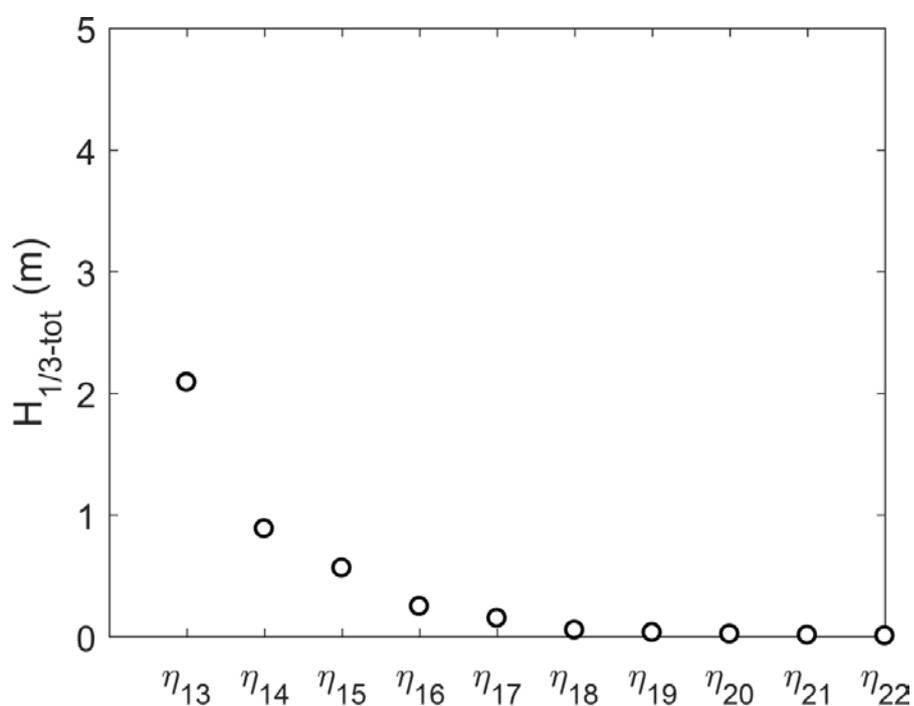


Figura 22. Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume.

**Tabella 16. Altezze d'onda totali calcolate nei 10 punti di interesse per la zona Z3**

Z3	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
13	2.09
14	0.89
15	0.56
16	0.25
17	0.15
18	0.05
19	0.03
20	0.02
21	0.01
22	0.01

- **Zona Z4**

**Tabella 17. Altezze d'onda totali calcolate nei 12 punti di interesse per la zona Z4**

Z4	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
25	0.25
26	0.12
27	0.20
28	0.19
29	0.27
30	0.08
31	0.27
32	0.17
33	0.07
34	0.05
35	0.07
36	0.04

#### 4.5 Simulazioni idrodinamiche: scenario S5

- **S5:**  $\theta_0 = 30^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 10$  anni,  $H_{m0} = 5.28$  m,  $T_p = 8.32$  s,  $\theta = 39^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.80$  m;

In questa sezione vengono riportati i risultati delle simulazioni idrodinamiche relative alla configurazione di progetto in presenza dello scenario S5. La Figura 23 mostra l'andamento dell'altezza d'onda nel campo in condizioni stazionarie.

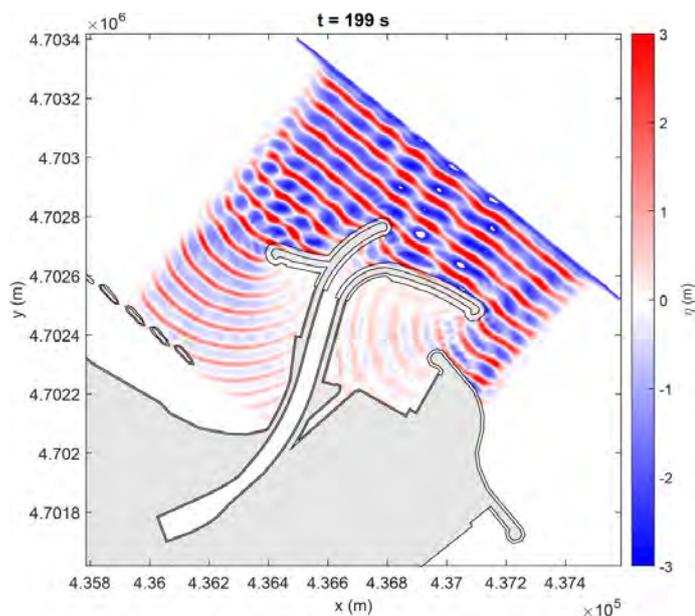
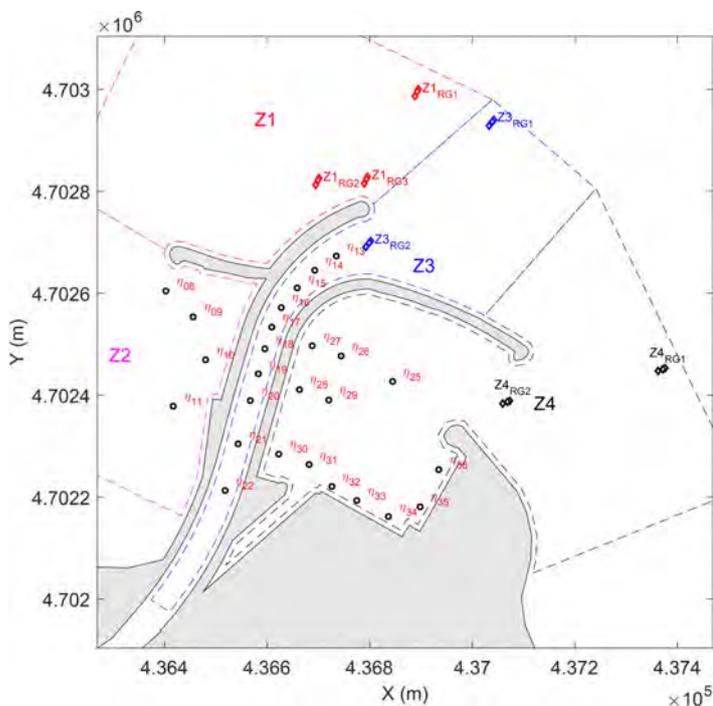


Figura 23. Andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo.



Pianta chiave sonde

- Zona Z2**

Tabella 18. Altezze d'onda totali calcolate nei 4 punti di interesse per la zona Z2

Z2	
WG	$H_{1/3-tot}$
( )	(m)
8	0.93
9	0.42
10	0.47
11	1.14

- Zona Z3**

Tabella 19. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 2 punti di interesse per la zona Z3

$H_{Z3-RG1}$ (m)	$H_{Z3-RG2}$ (m)
4.38	3.23

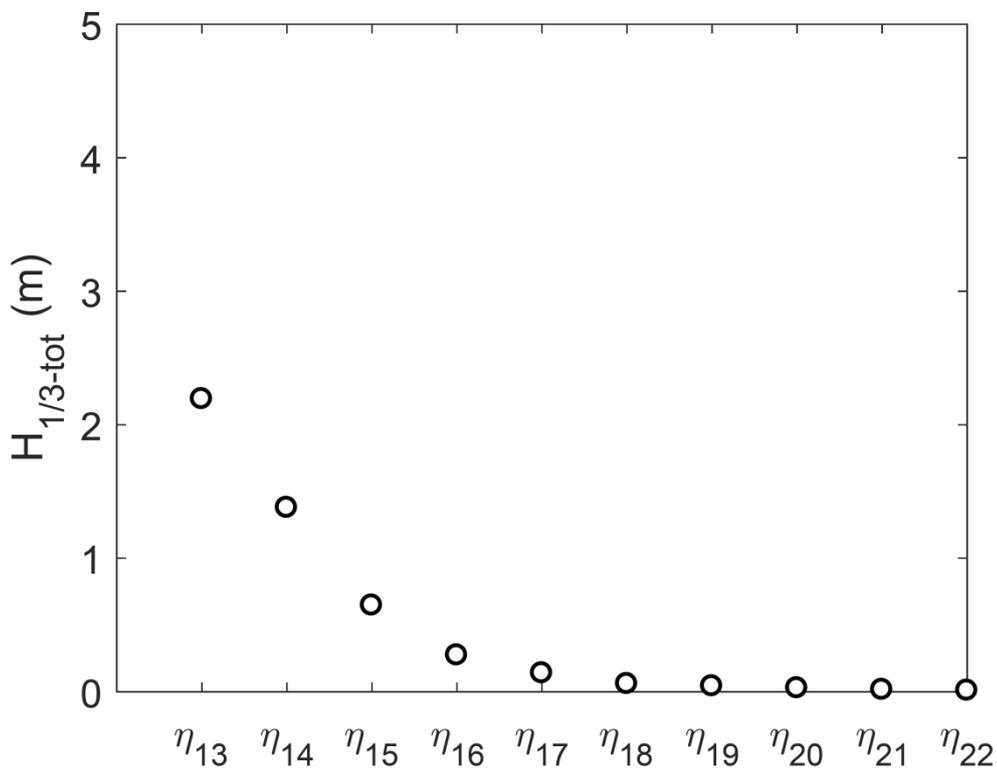


Figura 24. Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume.

**Tabella 20. Altezze d'onda totali calcolate nei 10 punti di interesse per la zona Z3**

Z3	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
13	2.19
14	1.38
15	0.65
16	0.27
17	0.14
18	0.06
19	0.04
20	0.03
21	0.02
22	0.01

- **Zona Z4**

**Tabella 21. Altezze d'onda totali calcolate nei 12 punti di interesse per la zona Z4**

Z4	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
25	1.05
26	0.73
27	0.48
28	0.73
29	0.68
30	0.75
31	0.72
32	0.23
33	0.13
34	0.13
35	0.11
36	0.29

#### 4.6 Simulazioni idrodinamiche: scenario S6

- **S6:**  $\theta_0 = 90^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 10$  anni,  $H_{m0} = 5.04$  m,  $T_p = 7.80$  s,  $\theta = 68^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.80$  m;

In questa sezione vengono riportati i risultati delle simulazioni idrodinamiche relative alla configurazione di progetto in presenza dello scenario S6. La Figura 25 mostra l'andamento dell'altezza d'onda nel campo in condizioni stazionarie.

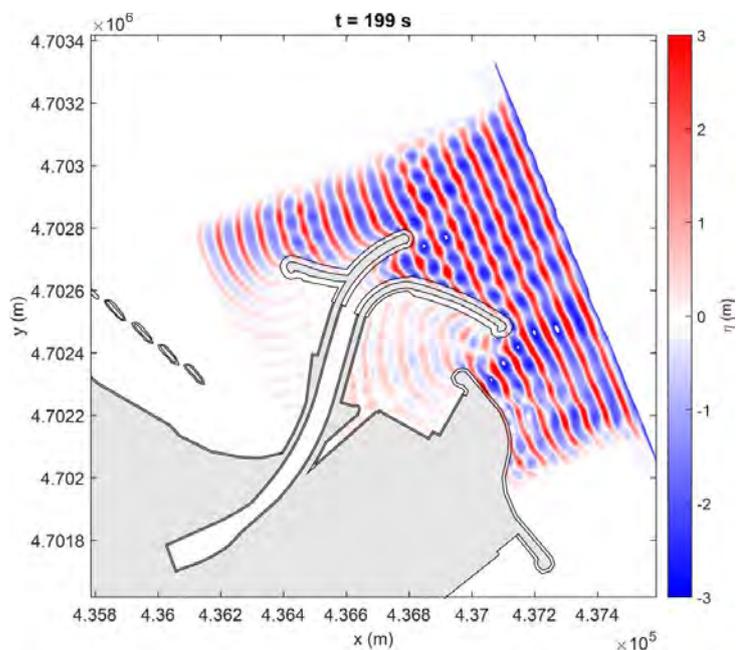
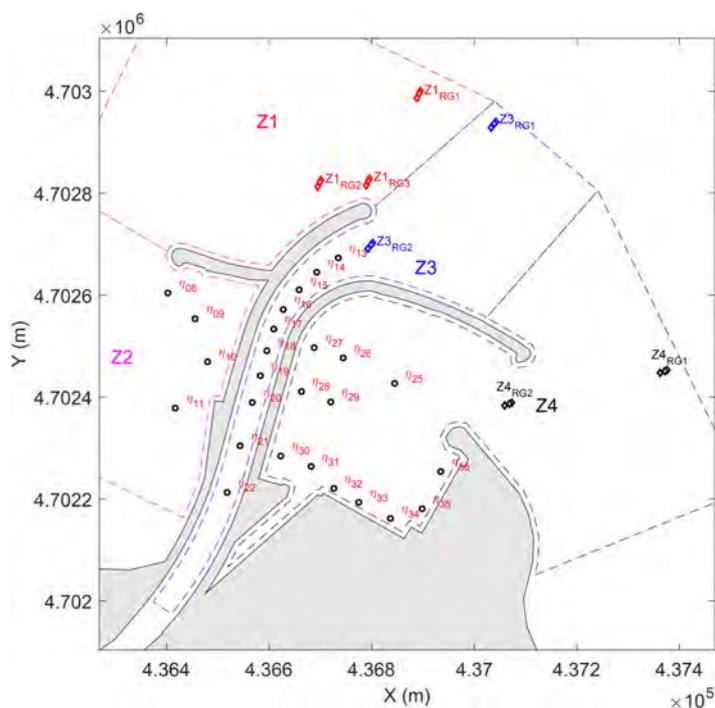


Figura 25. Andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo.



Pianta chiave sonde

- Zona Z2**

Tabella 22. Altezze d'onda totali calcolate nei 4 punti di interesse per la zona Z2

Z2	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
8	0.23
9	0.14
10	0.09
11	0.15

- Zona Z3**

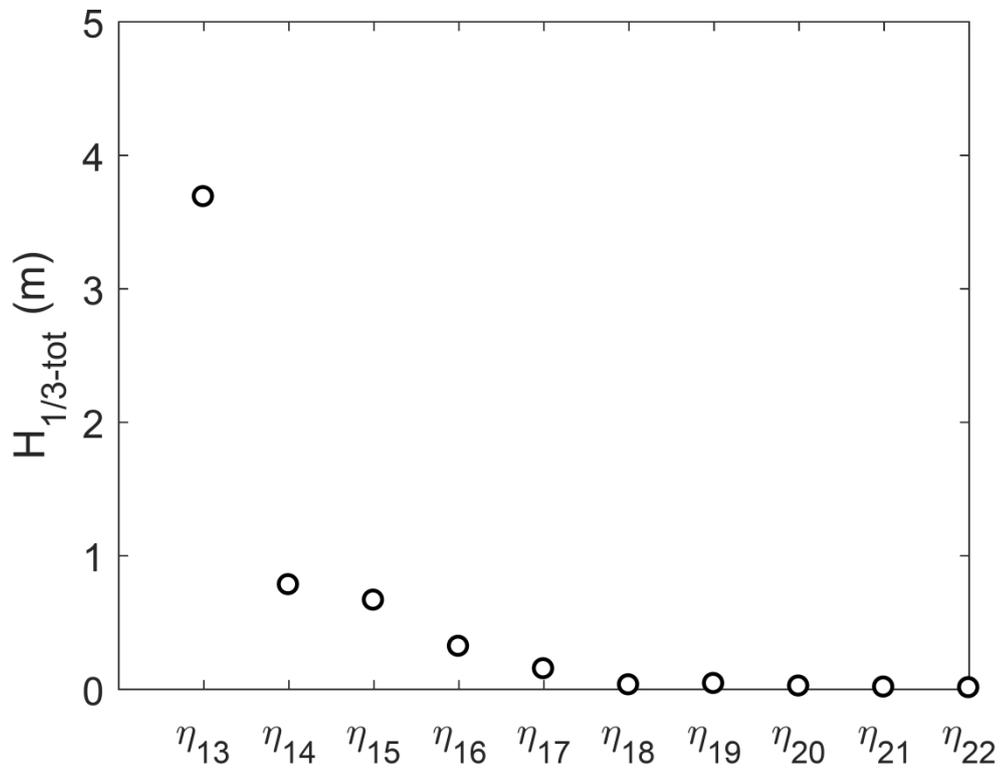


Figura 26. Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume.

**Tabella 23. Altezze d'onda totali calcolate nei 10 punti di interesse per la zona Z3**

Z3	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
13	3.69
14	0.78
15	0.66
16	0.32
17	0.15
18	0.03
19	0.04
20	0.02
21	0.01
22	0.01

- **Zona Z4**

**Tabella 24. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 12 punti di interesse per la zona Z4**

H <sub>Z4-RG1</sub> (m)	H <sub>Z4-RG2</sub> (m)
4.33	1.93

**Tabella 25. Altezze d'onda totali calcolate nei 12 punti di interesse per la zona Z4**

Z4	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
25	1.47
26	1.78
27	1.56
28	0.89
29	1.23
30	0.74
31	1.10
32	0.38
33	0.22
34	0.20
35	0.16
36	0.27

### 4.7 Simulazioni idrodinamiche: scenario S7

- **S7:**  $\theta_0 = 0^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 50$  anni,  $H_{m0} = 5.34$  m,  $T_p = 8.82$  s,  $\theta = 26^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.95$  m;

In questa sezione vengono riportati i risultati delle simulazioni idrodinamiche relative alla configurazione di progetto in presenza dello scenario S7. La Figura 27 mostra l'andamento dell'altezza d'onda nel campo in condizioni stazionarie.

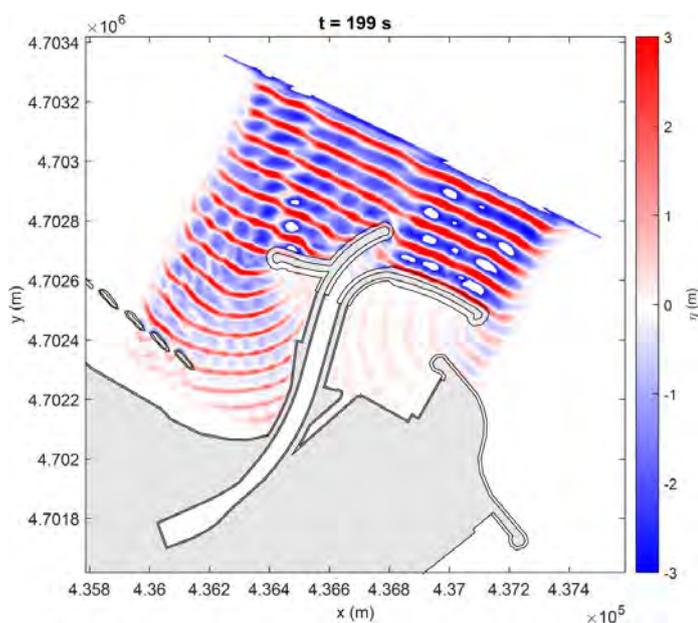
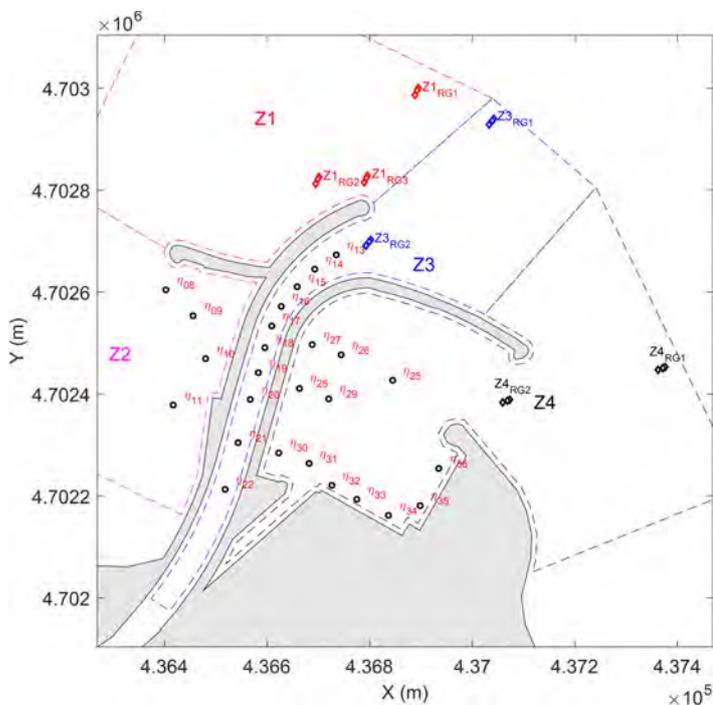


Figura 27. Andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo.



Pianta chiave sonde

- Zona Z1**

**Tabella 26. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 3 punti di interesse per la zona Z1**

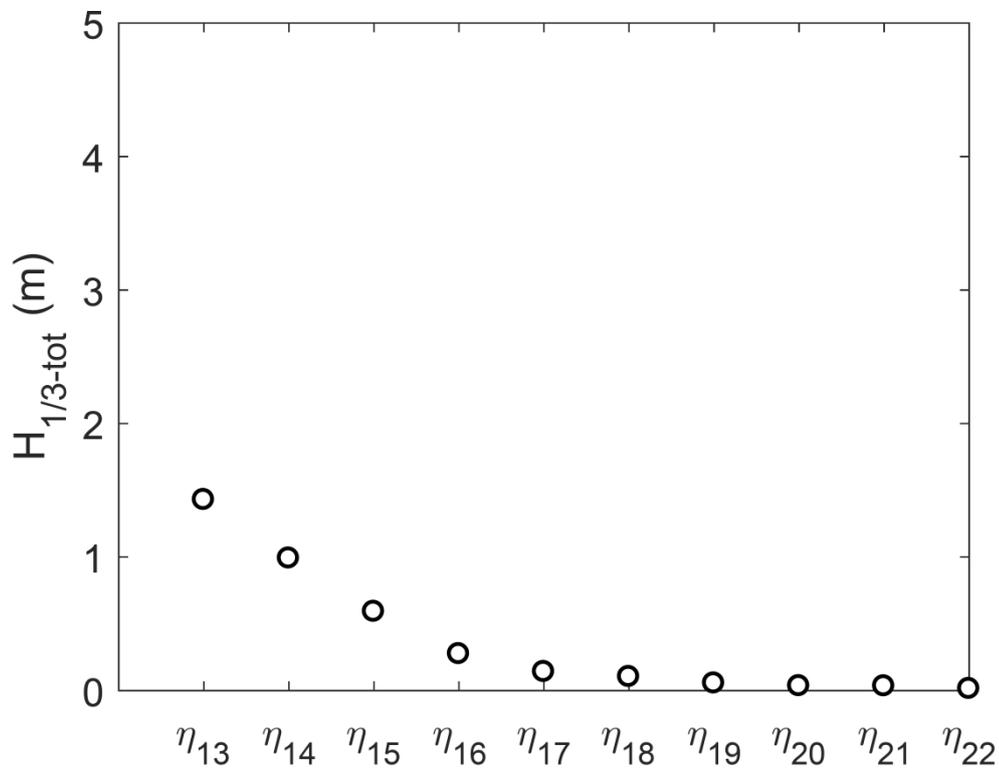
$H_{Z1-RG1}$ (m)	$H_{Z1-RG2}$ (m)	$H_{Z1-RG3}$ (m)
4.75	6.14	5.31

- Zona Z2**

**Tabella 27. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 4 punti di interesse per la zona Z2**

Z2	
WG	$H_{1/3-tot}$
( )	(m)
8	1.62
9	0.82
10	2.18
11	3.30

- Zona Z3**



**Figura 28. Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume.**

**Tabella 28. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 10 punti di interesse per la zona Z3**

Z3	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
13	1.43
14	0.99
15	0.59
16	0.27
17	0.14
18	0.10
19	0.05
20	0.03
21	0.03
22	0.01

- **Zona Z4**

**Tabella 29. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 12 punti di interesse per la zona Z4**

Z4	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
25	0.24
26	0.25
27	0.15
28	0.19
29	0.20
30	0.25
31	0.13
32	0.11
33	0.12
34	0.04
35	0.08
36	0.07

#### 4.8 Simulazioni idrodinamiche: scenario S8

- **S8:**  $\theta_0 = 30^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 50$  anni,  $H_{m0} = 5.52$  m,  $T_p = 9.11$  s,  $\theta = 39^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.95$  m;

In questa sezione vengono riportati i risultati delle simulazioni idrodinamiche relative alla configurazione di progetto in presenza dello scenario S8. La Figura 29 mostra l'andamento dell'altezza d'onda nel campo in condizioni stazionarie.

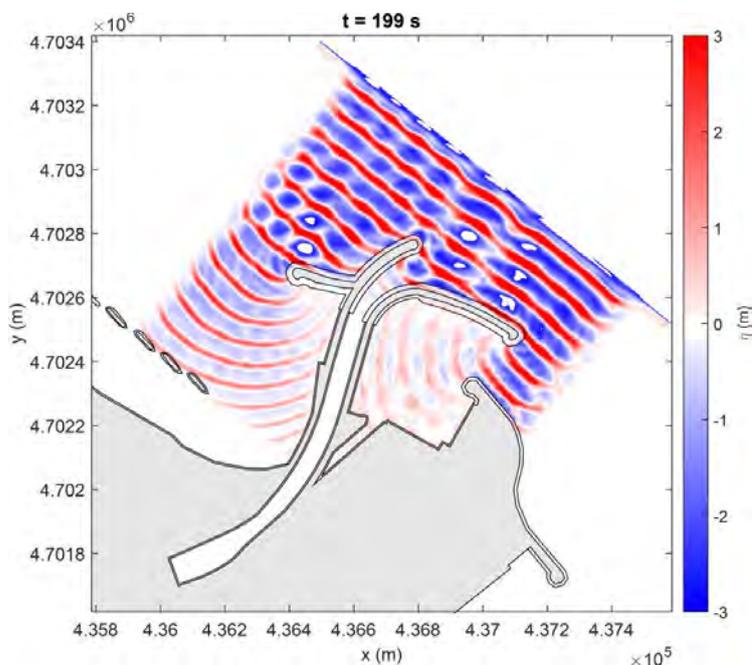
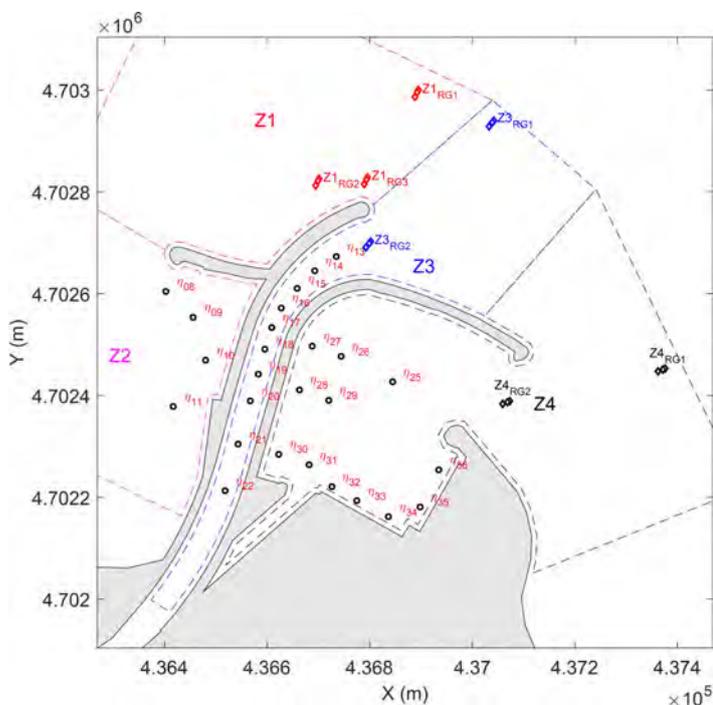


Figura 29. Andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo.



Pianta chiave sonde

- Zona Z2**

Tabella 30. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 4 punti di interesse per la zona Z2

Z2	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
8	1.23
9	0.63
10	0.84
11	1.49

- Zona Z3**

Tabella 31. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 2 punti di interesse per la zona Z3

H <sub>Z3-RG1</sub> (m)	H <sub>Z3-RG2</sub> (m)
4.54	4.25

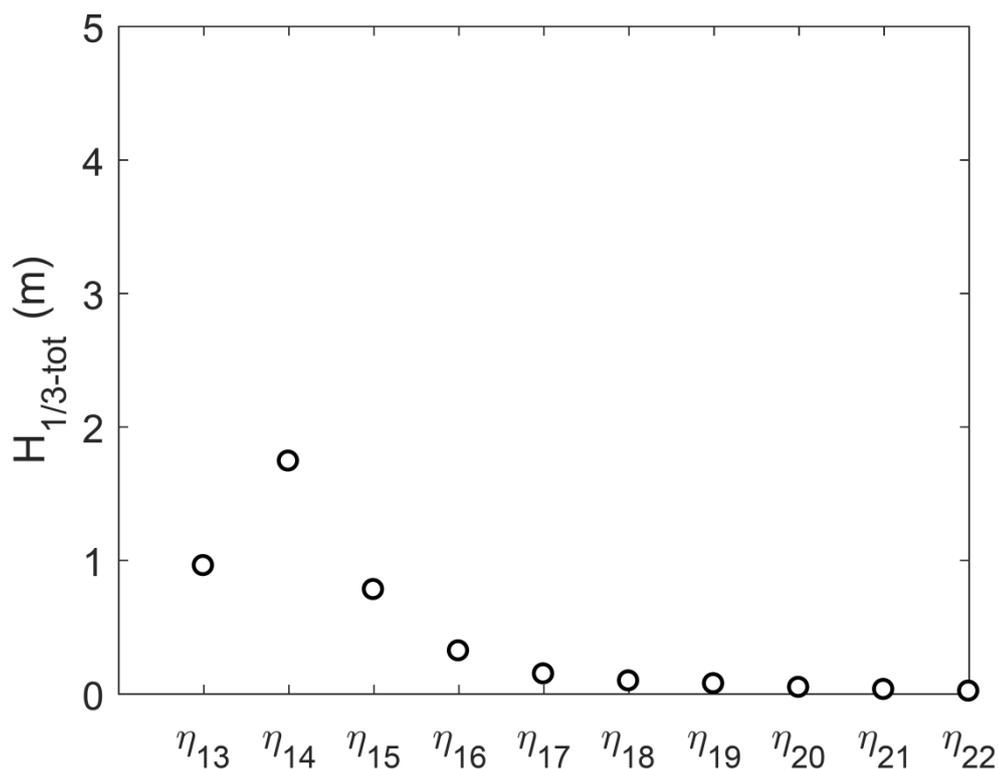


Figura 30. Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume.

**Tabella 32. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 10 punti di interesse per la zona Z3**

Z3	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
13	0.96
14	1.74
15	0.78
16	0.32
17	0.15
18	0.09
19	0.07
20	0.05
21	0.03
22	0.02

- **Zona Z4**

**Tabella 33. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 12 punti di interesse per la zona Z4**

Z4	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
25	1.23
26	0.62
27	0.71
28	1.05
29	0.92
30	1.03
31	0.66
32	0.54
33	0.51
34	0.23
35	0.10
36	0.12

### 4.9 Simulazioni idrodinamiche: scenario S9

- **S9:**  $\theta_0 = 90^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 50$  anni,  $H_{m0} = 5.41$  m,  $T_p = 8.58$  s,  $\theta = 68^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.95$  m;

In questa sezione vengono riportati i risultati delle simulazioni idrodinamiche relative alla configurazione di progetto in presenza dello scenario S9. La Figura 31 mostra l'andamento dell'altezza d'onda nel campo in condizioni stazionarie.

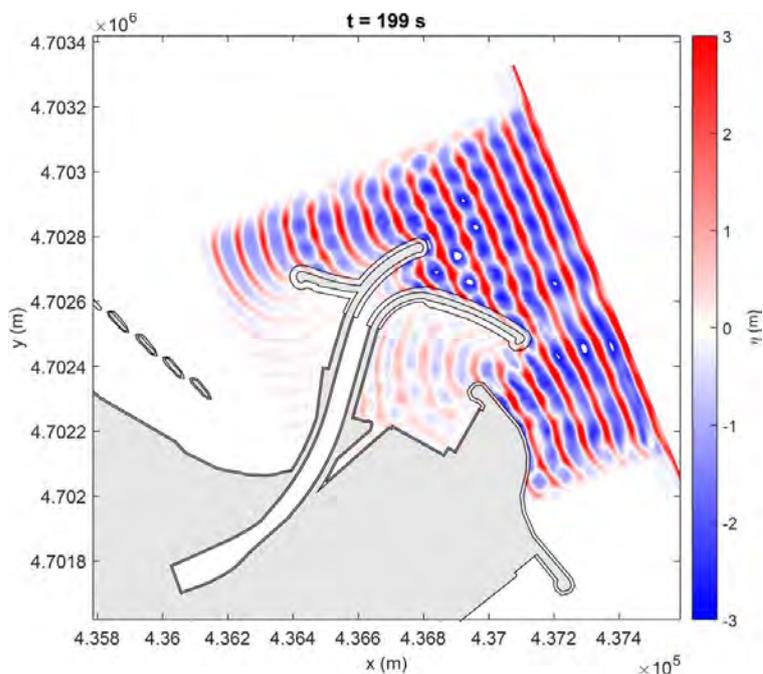
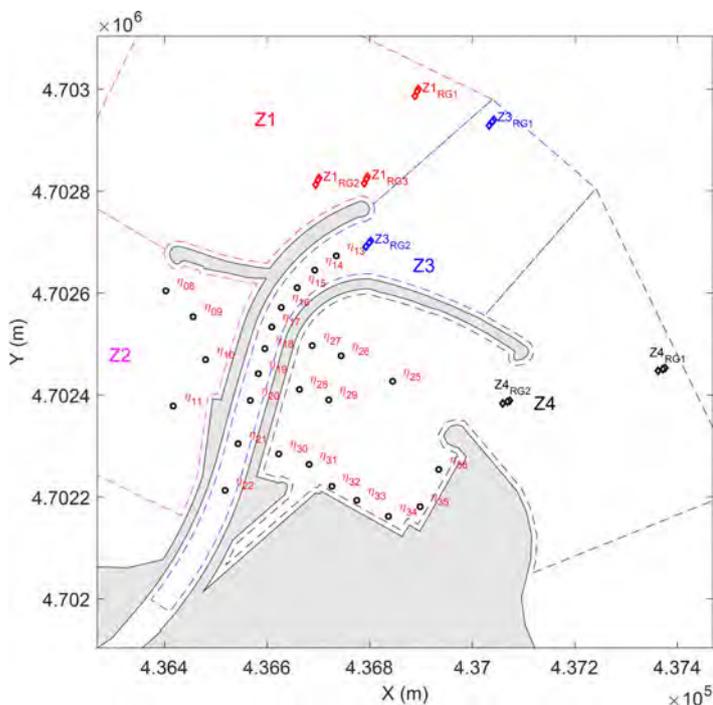


Figura 31. Andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo.



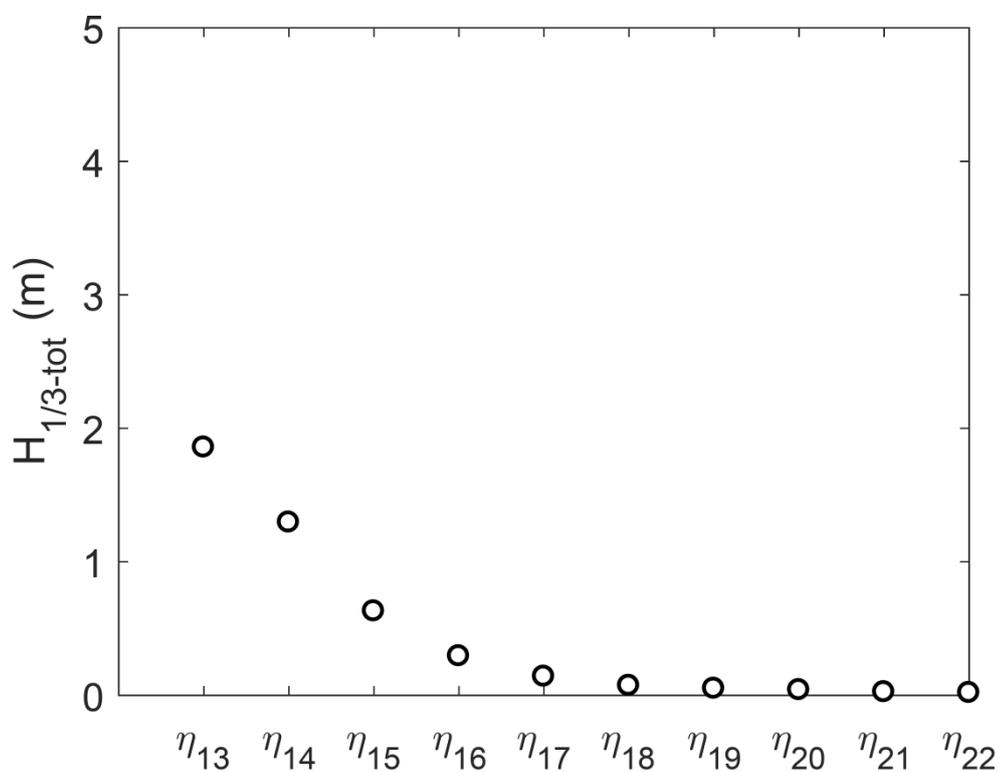
Pianta chiave sonde

- Zona Z2**

**Tabella 34. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 4 punti di interesse per la zona Z2**

Z2	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
8	0.29
9	0.16
10	0.16
11	0.19

- Zona Z3**



**Figura 32. Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume.**

**Tabella 35. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 10 punti di interesse per la zona Z3**

Z3	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
13	1.86
14	1.30
15	0.63
16	0.29
17	0.14
18	0.07
19	0.05
20	0.04
21	0.02
22	0.02

- Zona Z4**

**Tabella 36. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 2 punti di interesse per la zona Z4**

H <sub>Z4-RG1</sub> (m)	H <sub>Z4-RG2</sub> (m)
4.74	3.35

**Tabella 37. Altezze d'onda incidenti calcolate nei 12 punti di interesse per la zona Z4**

Z4	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
25	1.33
26	1.29
27	1.17
28	1.14
29	1.02
30	1.03
31	0.77
32	0.41
33	0.32
34	0.21
35	0.20
36	0.47

#### 4.10 Simulazioni idrodinamiche: scenario S10

- **S10:**  $\theta_0 = 30^\circ\text{N}$ ,  $T_R = 2$  anni,  $H_{m0} = 4.46$  m,  $T_p = 7.21$  s,  $\theta = 26^\circ\text{N}$ ,  $S = 0.65$  m,  $Q = 49.22$  m<sup>3</sup>/s;

In questa sezione vengono riportati i risultati delle simulazioni idrodinamiche relative alla configurazione di progetto in presenza dello scenario S10. La Figura 33 mostra l'andamento dell'altezza d'onda nel campo in condizioni stazionarie. In questa simulazione è stata riprodotta la corrente fluviale corrispondente alla portata media annuale. La simulazione va confrontata con quella relativa allo scenario S1.

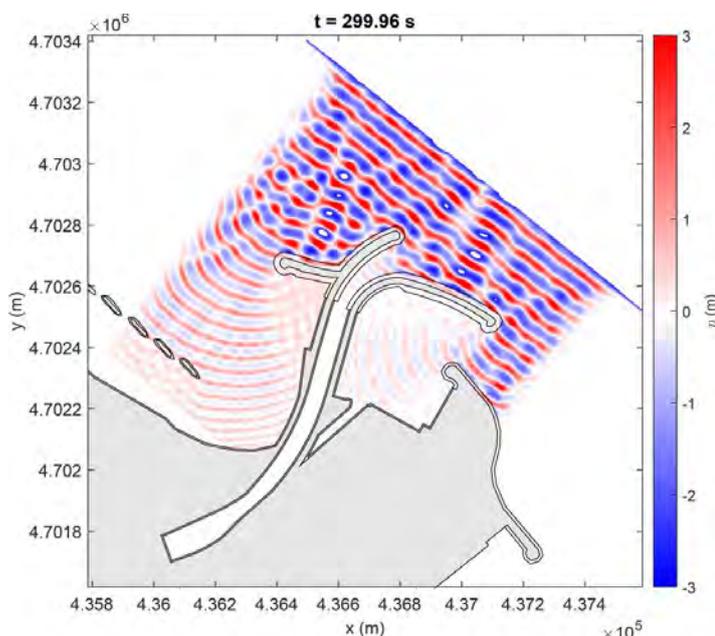
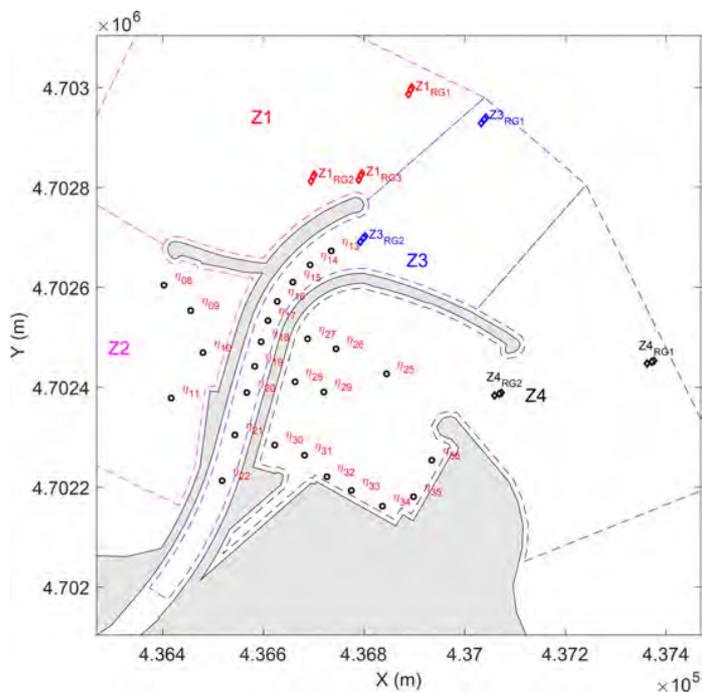


Figura 33. Andamento spaziale dell'elevazione della superficie libera ad un fissato istante di tempo.



Pianta chiave sonde

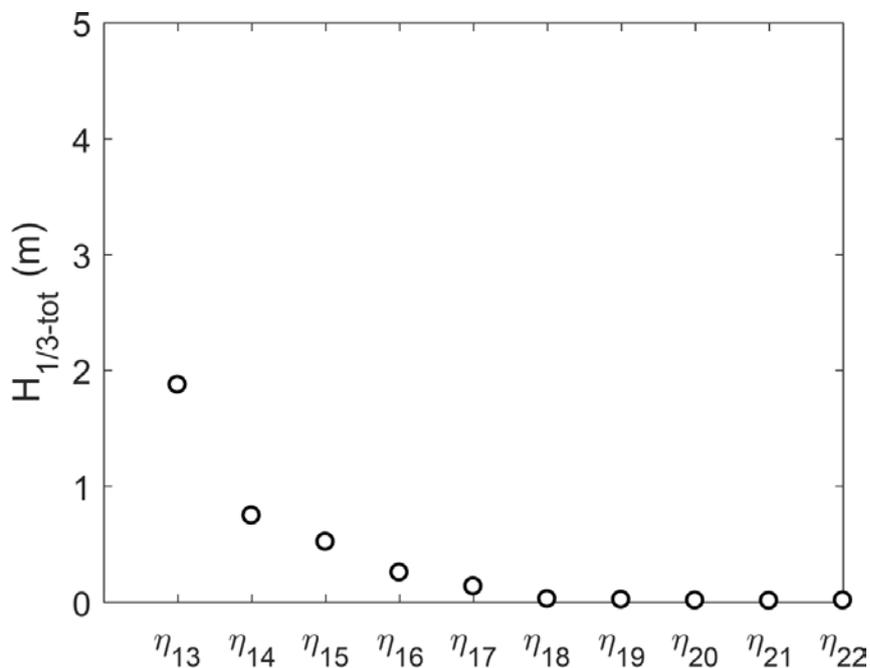


Figura 34. Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume con portata fluviale.

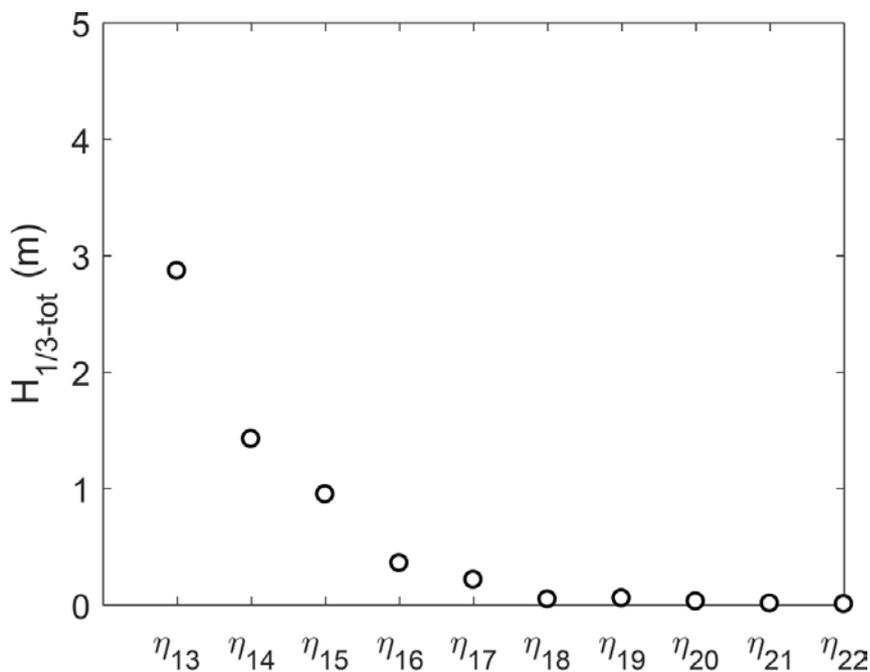


Figura 35 - Andamento dell'altezza d'onda totale lungo l'asse del fiume senza portata fluviale (S1).

Il confronto tra la Figura 34 e la Figura 35 mostra che l'effetto della portata fluviale riduce sensibilmente l'altezza delle onde che riescono a penetrare nel fiume. Pertanto i risultati delle simulazioni effettuate (S1 – S9) devono essere considerati a favore di sicurezza.

**Tabella 38. Altezze d'onda totali calcolate nei 10 punti di interesse per la zona Z3**

Z3	
WG	H <sub>1/3-tot</sub>
( )	(m)
13	1.88
14	0.75
15	0.52
16	0.25
17	0.13
18	0.03
19	0.02
20	0.01
21	0.01
22	0.01

## 5. CONCLUSIONI

Si riportano di seguito le principali conclusioni che possono essere tratte dallo studio svolto.

Le simulazioni mostrano che lungo il tratto terminale del fiume deviato si verifica una veloce attenuazione del moto ondoso incidente anche con onde provenienti da direzioni prossime a quelle dell'asse della foce fluviale che presentano quindi una potenziale capacità di penetrazione lungo il fiume. L'attenuazione del moto ondoso è tale da non dar luogo per alcuna condizione esaminata alla risalita del moto ondoso nel porto canale dove è assicurata una assoluta tranquillità.

Questi risultati si sono ottenuti in assenza di corrente fluviale, la quale deve essere considerata cautelativa rispetto alla penetrazione delle onde nel fiume. Infatti si è verificato che la presenza della corrente fluviale riduce ulteriormente la capacità di penetrazione delle onde. A tal riguardo si evidenzia che il fiume Pescara presenta mediamente durante tutto l'anno una portata fluviale e quindi una corrente abbastanza sostenuta.

La capacità di attenuazione rispetto al moto ondoso incidente è da imputare alle seguenti ragioni:

- la forma planimetrica del canale deviato caratterizzata da una giacitura curvilinea;
- la presenza del pennello posto in sinistra fluviale;
- la soluzione costruttiva delle opere di deviazione che nel loro tratto terminale sono previste dal PRP del tipo a gettata e quindi in grado di assorbire le onde incidenti.

Si evidenzia infine che dal punto di vista costruttivo non è necessario realizzare lungo i muri di sponda del canale deviato, previsti in palancole, dispositivi particolari per l'attenuazione del moto ondoso.

Questo risultato risulta di estrema importanza. Infatti la storia del porto mostra che una delle ragioni che spinse a realizzare l'antemurale, era costituita dalla necessità di ridurre la penetrazione del moto ondoso all'interno dello stesso porto canale che è caratterizzato da una giacitura rettilinea e privo di pareti in grado di assorbire le onde che risalgono la foce fluviale.

Pertanto, uno dei timori che c'era nel deviare il fiume portando la sua foce oltre l'antemurale era quello relativo alla possibilità di incrementare, rispetto alla situazione attuale, la capacità delle onde di risalire il tratto terminale del fiume. I presenti risultati confermano che questo problema è stato superato dalle soluzioni individuate con il nuovo Piano Regolatore Portuale.

I risultati dello studio sono inoltre propedeutici alla progettazione delle opere oggetto della prima fase di attuazione del PRP.

## Bibliografia

1. Mansard, E.P., Funke, E., 1980. The measurement of incident and reflected spectra using a least squares method, in: Coastal Engineering 1980, pp. 154-172.
2. Smit, P., Zijlema, M. and Stelling, G., 2013. Depth-induced wave breaking in a non-hydrostatic, near-shore wave model. Coast. Eng., 76, 1-16.
3. Zijlema, M., Stelling, G. and Smit, P., 2011. SWASH: An operational public domain code for simulating wave fields and rapidly varied flows in coastal waters. Coast. Eng., 58, 992-1012.

Per quanto riguarda la foce fluviale si evidenzia che l'obiettivo delle simulazioni è stato quello di valutare la capacità del moto ondoso di penetrare all'interno del fiume la quale risulta maggiore quando le onde presentano una direzione di propagazione grossomodo coincidente con l'asse della foce fluviale.

La valutazione della penetrazione delle onde lungo l'asta fluviale risulta di estrema importanza in relazione a due aspetti:

- (i) agli aspetti navigazionali;
- (ii) al dimensionamento delle opere.

A tal riguardo si evidenzia che la capacità di penetrazione delle onde all'interno della foce fluviale dipende sia dalla geometria dell'asta fluviale (forme ad S sono ovviamente da preferire rispetto ad andamenti rettilinei) sia dalle caratteristiche dissipative delle opere di delimitazione spondale utilizzate.

in relazione alle stesse onde della tipologia di opere

Per quanto riguarda gli aspetti navigazionali si evidenzia che la capacità del moto ondoso di penetrare all'interno del fiume dipende

## **1. Risposta alle dichiarazioni rese dall'ARTA**

### ***Dichiarazioni rese dall'ARTA:***

*“gli elementi valutati non consentono di escludere il rischio che le opere possano determinare un aumento della sedimentazione a nord-ovest ed un aumento del fenomeno erosivo a sud-est e, quindi, di inquadrare pienamente l'opera come opera di difesa della costa”.*

### ***Risposta***

L'argomento sollevato dall'ARTA è stato oggetto dei seguenti studi:

1. PRP 2008 – Studio di impatto ambientale;
2. PRP 2008 – Studio morfologico;
3. Approfondimenti e implementazioni degli studi idraulici e di morfodinamica fluviale e costiera a corredo del PRP 2008 di Pescara (Beta Studio 2016);
4. Modellazione numerica di campi di velocità e di elevazione della superficie libera nel tratto di mare prospiciente il porto di Pescara (Convenzione “La Sapienza” responsabile Prof. F. Gallerano – Provveditorato Interr. Per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna - luglio 2015).

Gli studi 1) e 2) sono stati redatti nell'ambito della redazione del PRP 2008.

Gli studi 3) e 4) sono stati redatti: il primo nell'ambito della fase approvativa del PRP 2008 (su richiesta del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ad opera del Comune di Pescara); il secondo per la redazione del progetto relativo alla realizzazione della barriera sommersa in anticipazione delle opere del PRP 2008 attuate recentemente da parte del Provveditorato Interregionale per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna.

Tutti gli studi eseguiti concordano nell'affermare che nello stato attuale la diga foranea e le altre opere portuali bloccano completamente il trasporto solido litoraneo longitudinale diretto sia da Nord-Ovest verso Sud-Est (trasporto prevalente) sia quello diretto da Sud-Est verso Nord-Ovest (trasporto secondario).

Il trasporto longitudinale diretto da Nord-Ovest verso Sud-Est sedimenta a tergo della diga foranea, mentre quello diretto da Sud-Est verso Nord-Ovest sedimenta in prossimità dell'imboccatura del porto turistico.

Sostanzialmente quindi nello stato attuale la diga foranea insieme alle altre opere marittime finora realizzate “disconnettono” ovvero “separano” dal punto di vista del trasporto solido litoraneo i due litorali posti a Nord-Ovest e a Sud-Est del porto.

Pertanto, si ritiene che la preoccupazione sollevata dall'ARTA non trovi alcun riscontro nelle analisi finora eseguite.

Si evidenzia inoltre che questa conclusione è stata tratta da tre soggetti diversi (il sottoscritto, la Società Beta Studio e il Prof. Ing. Francesco Gallerano) che nel tempo sono stati chiamati ad analizzare in modo indipendente la problematica in questione.

Invece sulla base dei risultati degli studi sopra richiamati si può affermare che le opere previste dell'intervento in oggetto svolgeranno un ruolo estremamente positivo dal punto di vista ambientale in

relazione alla difesa della costa perché eviteranno che i sedimenti costieri provenienti da Nord-Ovest e diretti verso Sud-Est, ottimi per il loro possibile utilizzo a fini di ripascimento costiero, si miscolino con i limi inquinati di origine fluviale rendendo la miscela stessa non utilizzabile per il ripascimento delle spiagge.

Si precisa infine che la programmazione della Regione Abruzzo attualmente vigente sul tema della difesa della costa (sviluppata nell'ambito dello Studio di Fattibilità finanziato dal CIPE n.106/99 e denominato: "Gestione integrata dell'area costiera. Piano organico per il rischio delle aree vulnerabili. Fattibilità di interventi di difesa e di gestione della fascia litoranea su scala regionale") e approvata con la Delibera della Giunta Regionale DGR 964 del 31/11/2002, ha previsto circa sedici anni fa la realizzazione di un pennello di forma arcuata posto ad Ovest della foce fluviale con lo scopo di bloccare i sedimenti provenienti da Nord-Ovest prima che questi si potessero miscelare con i limi inquinati di origine fluviale.

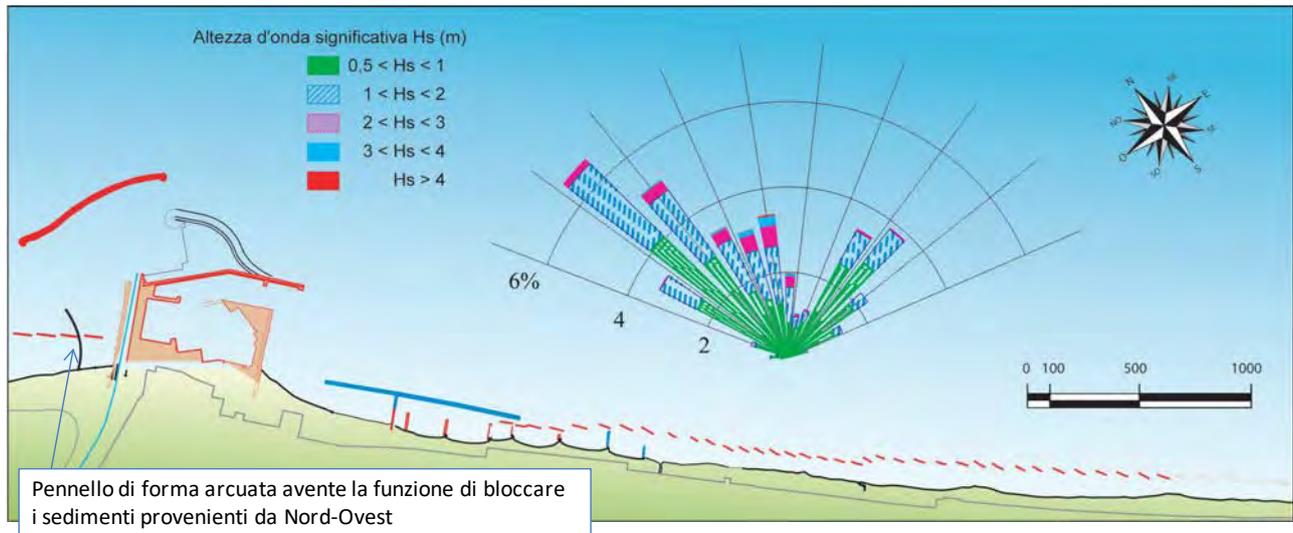


Figura 1 Litorale Montesilvano-Pescara Nord: pennello previsto dalla programmazione della Regione Abruzzo attualmente vigente sul tema della difesa della costa.

Nella Figura 1, tratta dal documento dal titolo "Analisi di rischio morfologico e socioeconomico della fascia costiera abruzzese: fattibilità degli interventi di riqualificazione morfologica a scala regionale (Progetto SICORA – Regione Abruzzo, Abruzzo cronache 2006)" dove sono stati riassunti gli interventi previsti dalla citata programmazione regionale, viene riportato lo schema di tale pennello.

Per completezza si allega in formato elettronico il documento sopra citato.

## **2. Penetrazione del moto ondoso nella zona posta a tergo della diga foranea**

Per quanto riguarda questo argomento si ritiene che lo studio già redatto dal sottoscritto per l'ARAP in relazione alla penetrazione del moto ondoso relativa alla configurazione completa delle opere previste per la deviazione del Fiume Pescara, possa essere allegato al presente progetto per le seguenti ragioni:

1. Il pennello aggettante in mare è uguale nelle due configurazioni e pertanto i risultati dello studio possono essere utilizzati, insieme allo studio meteomarinario già eseguito dal sottoscritto, per il dimensionamento dello stesso pennello;

2. Per quanto riguarda la zona posta ad Ovest della barriera di collegamento tra la diga foranea e la costa, i risultati dello studio sono da considerarsi pienamente validi per il dimensionamento del lato Ovest della barriera in quanto non vi è una sostanziale differenza tra le due configurazioni;
3. Per il dimensionamento della zona posta ad Est della barriera i risultati dello studio devono essere considerati cautelativi per due motivi. Il primo riguarda il fatto che l'apertura della diga risulta inferiore rispetto a quanto previsto dallo studio di penetrazione del moto ondoso e pertanto ci si aspetta che nella configurazione di progetto la penetrazione delle moto ondoso sia inferiore rispetto a quella analizzata. Il secondo invece è dovuto al fatto che i fondali presenti sul lato Est della barriera, non superiori ai due metri, risultano nettamente inferiori rispetto a quelli previsti dallo studio dove si è considerato il letto fluviale deviato, dragato alla profondità -6,0 m sul l.m.m.

**Prof. Ing. Paolo De Girolamo**





# ABRUZZO

## *cronache*

numero speciale settembre 2006

## ANALISI DI RISCHIO MORFOLOGICO E SOCIOECONOMICO

DELLA FASCIA COSTIERA ABRUZZESE:  
FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI  
DI RIQUALIFICAZIONE MORFOLOGICA  
A SCALA REGIONALE



**S.I.CO.R.A.**  
Supporto informativo  
per la gestione  
della zona Costiera  
della Regione Abruzzo



Università  
dell'Aquila



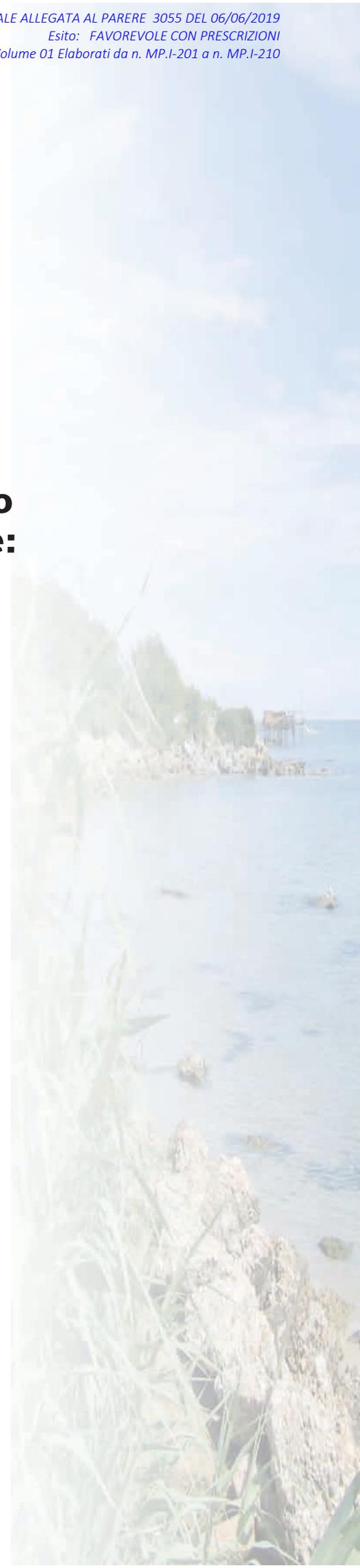
**DISAT**

Laboratorio di Idraulica e  
Ambientale e marittimo



# **Analisi di rischio morfologico e socioeconomico della fascia costiera abruzzese:**

**fattibilità degli interventi  
di riqualificazione morfologica  
a scala regionale**



## Partecipanti alla impostazione e redazione del lavoro

Responsabili tecnici per la Regione Abruzzo: *Ing. Pierluigi Caputi  
Ing. Carlo Visca  
Ing. Daniele Raggi  
Dott. Nicola Caporale*

Responsabili scientifici: *Prof. Ing. Paolo De Girolamo  
Prof. Ing. Alberto Noli*

Coordinamento tecnico/amministrativo: *Ing. Gian Mario Beltrami  
Ing. Paolo Contini  
Dott. Ennio Iacovitti  
Dott. Flavio Grimaldi*

Analisi socio-economiche: *Prof. Diego Cuzzi  
Dott. Marco Polidoro*

Analisi morfologiche e meteomarine: *Ing. Gian Mario Beltrami  
Ing. Fabio Mondini  
Ing. Paolo Contini  
Ing. Giuseppe Venturini  
Prof. Ing. Paolo Sammarco  
Prof. Ing. Leopoldo Franco  
Ing. Andrea Sanzone  
Ing. Giorgio Bellotti  
Ing. Marcello Di Risio*

Banche dati e sistemi informatici: *Ing. Giuseppe Venturini  
Dott. Andrea Fiduccia  
Ing. Antimo Battistoni*

Progettazione: *Prof. Ing. Alberto Noli  
Prof. Ing. Paolo De Girolamo  
Prof. Ing. Paolo Contini  
Ing. Fabio Mondini  
Ing. Andrea Sanzone*

Progettazione e realizzazione grafica: *Paolo Leone  
studio grafico Arkhé*

### **Abruzzo Cronache**

Direttore responsabile: *Alfonso Morelli*  
Segreteria di redazione: *Loredana Micheli  
Chiara Patrizia Cialfi*

Produzione: *Abruzzo Comunicazione  
Ufficio Stampa Giunta Regionale  
67100 L'Aquila  
Piazza Santa Giusta  
tel. 0862/364232  
fax 0862/419383*

## Qualifiche dei partecipanti alla impostazione e redazione del lavoro

### **Personale della Regione Abruzzo**

Direzione Lavori Pubblici, Aree Urbane, Servizio Idrico Integrato, Manutenzione Programmata del Territorio, Gestione Integrata dei Bacini Idrografici, Protezione Civile, Attività di Relazione Politica con i Paesi del Mediterraneo  
*ing. Pierluigi Caputi* Direttore

Servizio Opere Marittime e Qualità delle Acque Marine  
*ing. Carlo Visca* Dirigente  
*ing. Daniele Raggi* Funzionario  
*dott. Nicola Caporale* Funzionario

Servizio Acque e Demanio Idrico  
*Ing. Giuseppe Venturini* Specialista Tecnico

### **Personale Universitario**

Università degli Studi di L'Aquila, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Ingegneria delle Strutture, delle Acque e del Terreno

*ing. Paolo De Girolamo* professore associato di "Costruzioni Marittime"  
responsabile scientifico del LIAM  
responsabile scientifico dei progetti RICAMA e SICORA  
*dott. Diego Cuzzi* professore associato di "Economia Aziendale"  
*ing. Gian Mario Beltrami* PhD, contrattista di ricerca  
*ing. Marcello Di Risio* PhD, contrattista di ricerca  
*dott. Flavio Grimaldi* Segretario amministrativo del Disat

Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Strade

*ing. Alberto Noli* professore ordinario di "Ingegneria Costiera"

Università degli Studi di Roma 3, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile

*ing. Leopoldo Franco* professore ordinario di "Ingegneria Costiera"  
*ing. Giorgio Bellotti* PhD, contrattista di ricerca

Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Dipartimento di Ingegneria Civile

*ing. Paolo Sammarco* professore associato di "Idraulica"

### **Consulenti esterni**

*ing. Paolo Contini* ingegnere, Modimar s.r.l.  
*dott. Marco Polidoro* economista libero professionista  
*ing. Fabio Mondini* ingegnere, Modimar s.r.l.  
*ing. Andrea Sanzone* ingegnere, Modimar s.r.l.  
*dott. Ennio Iacovitti* esperto in "Project Management", coordinatore amministrativo del progetto R.I.C.A.M.A.

fattibilità degli interventi di riqualificazione morfologica a scala regionale

rispetto all'attuale scenario evolutivo. L'insieme dei dati di campo e delle analisi condotte ha confermato la piena sostenibilità dello scenario di interventi previsti consentendo una definizione di maggiore dettaglio.

L'intervento proposto (fig. 5.23) è stato concepito in modo tale da non realizzare nuove opere nei tratti di costa dove queste non sono attualmente presenti. Pertanto sono stati proposti versamenti periodici di sabbia al fine di alimentare le spiagge di Pineto e Silvi. Tali versamenti, la cui frequenza e estensione dovrà essere stabilita nel dettaglio nell'ambito dei livelli superiori di progettazione, ammontano a circa 500.000 m<sup>3</sup> di sabbia e dovranno essere eseguiti nell'arco di 10/15 anni.

Per proteggere il litorale nord di Pineto e contrastare la deriva longitudinale delle ghiaie è stata prevista la ricarica dei tre pennelli attualmente ubicati in prossimità della foce del Vomano.

Per quanto riguarda la zona meridionale del litorale di Silvi e il litorale di Città Sant'Angelo è stato previsto un ripascimento delle spiagge tale da determinare un avanzamento medio della linea di riva a regime, cioè al netto delle perdite di sabbia iniziali dovute al fenomeno dell'overfill e alla risagomatura naturale del profilo trasversale di ripascimento, pari a circa 30 m. Il ripascimento prevede il versamento di circa 370.000 m<sup>3</sup> di sabbia.

Infine per garantire un adeguato livello di protezione del tratto di spiaggia ubicato nella zona meridionale del litorale di Silvi e attualmente difeso da una scogliera radente è stata prevista la realizzazione di due pennelli di contenimento della sabbia di ripascimento.

### 5.3.4 Montesilvano - Pescara nord

Il tratto di costa compreso tra la foce del Saline ed il porto turistico di Pescara (fig. 5.24) è interamente difeso da tre serie di barriere distaccate emergenti in massi naturali realizzate a partire dagli anni '60. Lo stato attuale è il risultato di molteplici interventi spesso improntati al salpamento e/o alla riqualificazione di barriere realizzate precedentemente. Tale modalità di intervento ha interferito notevolmente con la dinamica evolutiva naturale e ha prodotto effetti il più delle volte contrastanti e negativi per le spiagge limitrofe alle zone d'intervento.

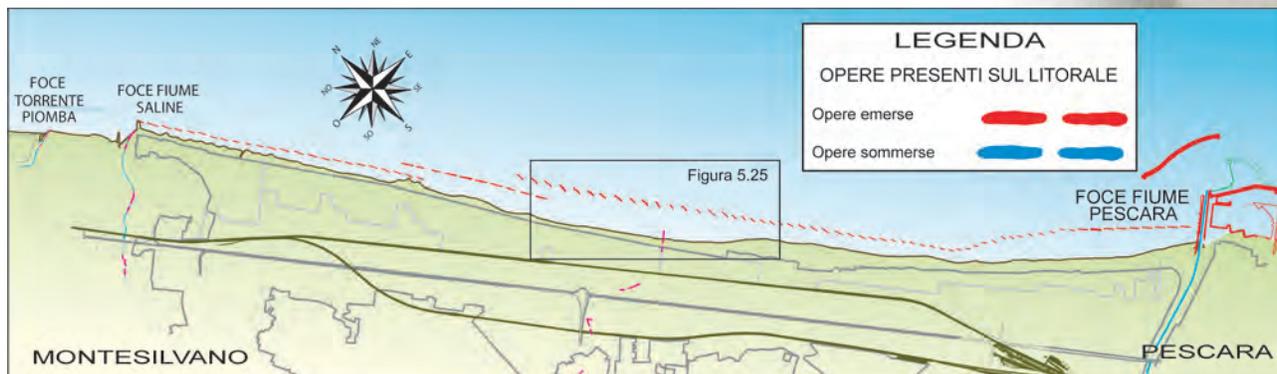
Dalla foce del Saline si estende verso sud una prima fila di barriere distaccate realizzate per la maggior parte tra il 1970 ed il 1972. La seconda serie, realizzata tra il 1997 ed il 1998, è ubicata in una posizione poco più avanzata rispetto alla prima serie di barriere. La terza serie è ubicata ad una distanza dalla linea di riva molto variabile a causa del suo andamento curvilineo.

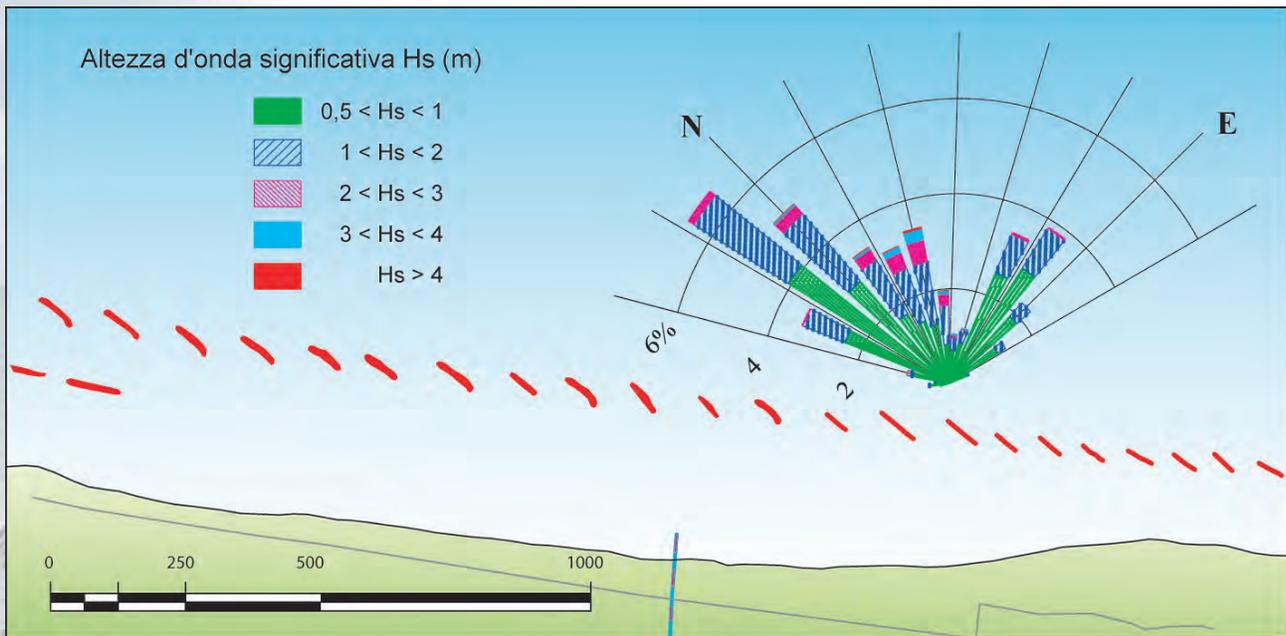
Inoltre, le barriere che difendono il tratto meridionale del litorale di Montesilvano e quello di Pescara sono caratterizzate da un orientamento obliquo (nord-nord-ovest) rispetto all'andamento medio della linea di riva e pressoché parallelo alla direzione del moto ondoso più intenso e più frequente come evidenziato nella figura 5.25. Tali barriere sono state realizzate negli anni 1982-1983, 1988 e 1992-1993. Il litorale che si estende dalla zona dove si sovrappongono la serie centrale e meridionale di barriere fino a circa 500 m a sud del confine meridionale è caratterizzato da una esigua larghezza di spiaggia e da fenomeni erosivi: la linea di riva è posizionata ad una distanza media dal lungomare e dagli stabilimenti balneari rispettivamente pari a circa 60 e 27 m. In alcuni punti tali distanze tendono a ridursi ulteriormente fino a raggiungere



Fig. 5.24

Tratto di costa compreso tra la foce del Saline e il porto di Pescara. Situazione attuale





**Fig. 5.25**

Confronto tra la distribuzione direzionale annuale del moto ondoso locale e la disposizione planimetrica delle opere di difesa

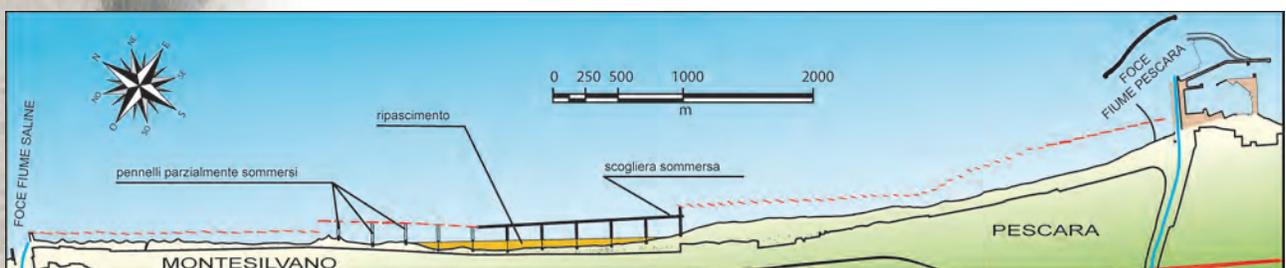
rispettivamente circa 30 e 10 m. Questa circostanza, unitamente al fatto che la quota della spiaggia emersa non supera +1,5 m sul l.m.m., rende questo tratto di litorale particolarmente vulnerabile. Infatti è sufficiente un modesto innalzamento del livello del mare dovuto alla marea meteorologica, per esporre il lungomare o gli stabilimenti all'azione diretta del moto ondoso. Gli elementi evidenziati sono imputabili in parte alla discontinuità tra la posizione delle due serie di barriere distaccate e in parte, come evidenziato precedentemente, all'inclinazione delle barriere rispetto allo sviluppo della linea di riva e alla direzione del moto ondoso incidente prevalente.

L'intervento individuato (fig. 5.26) è così articolato:

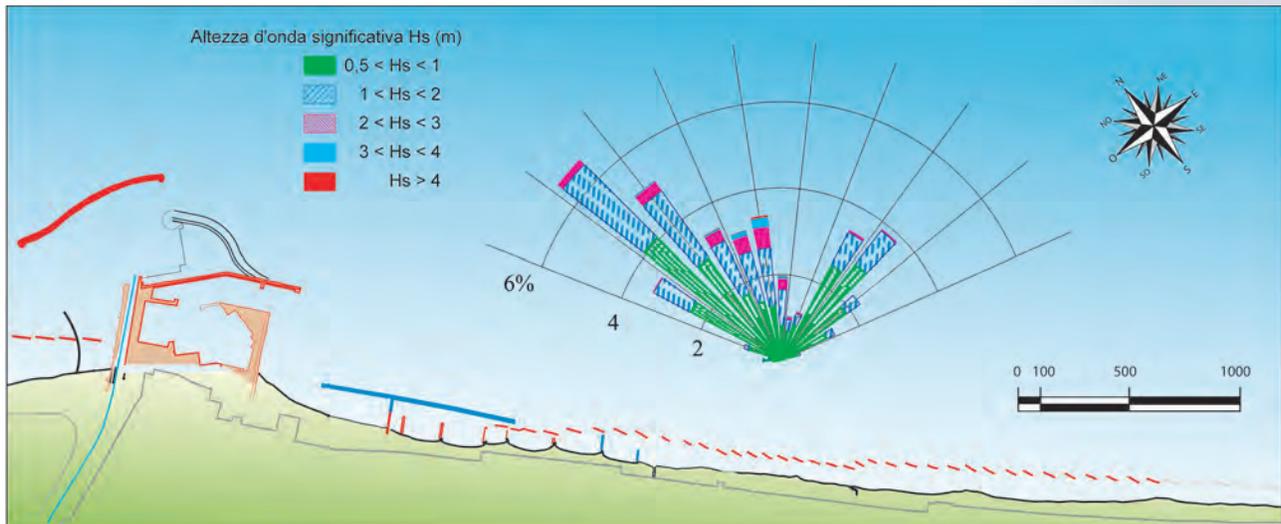
- realizzazione di un sistema di difesa a celle di contenimento (per uno sviluppo complessivo di circa 1200 m) costituito da:
  - una barriera sommersa;
  - cinque pennelli di contenimento con un primo tratto emergente e pedonabile radicato a terra ed un secondo tratto sommerso, disposti ad un interasse di circa 250 m;
  - sei pennelli di contenimento con un primo tratto emergente e pedonabile radicato a terra ed un secondo tratto sommerso, disposti ad un interasse di circa 250 m e collegati alle antistanti barriere emergenti;
- realizzazione di un pennello di forma arcuata e radicato a terra nella zona adiacente al molo ovest del porto canale di Pescara avente l'obiettivo di bloccare i sedimenti a monte dell'area portuale;
- salpamento di sedici barriere emergenti esistenti e recupero dei massi salpati per la realizzazione delle nuove opere di difesa e di contenimento della sabbia di ripascimento;
- ricostituzione di una adeguata larghezza della spiaggia (mediamente pari a circa 100 m) tramite il versamento di circa 520.000 m<sup>3</sup> di sabbia di ripascimento. Il ripascimento prevede un avanzamento medio della linea di riva in esercizio pari a 45 m.

**Fig. 5.26**

Montesilvano-Pescara nord. Interventi previsti dallo studio di fattibilità



fattibilità degli interventi di riqualificazione morfologica a scala regionale



**Fig. 5.27**

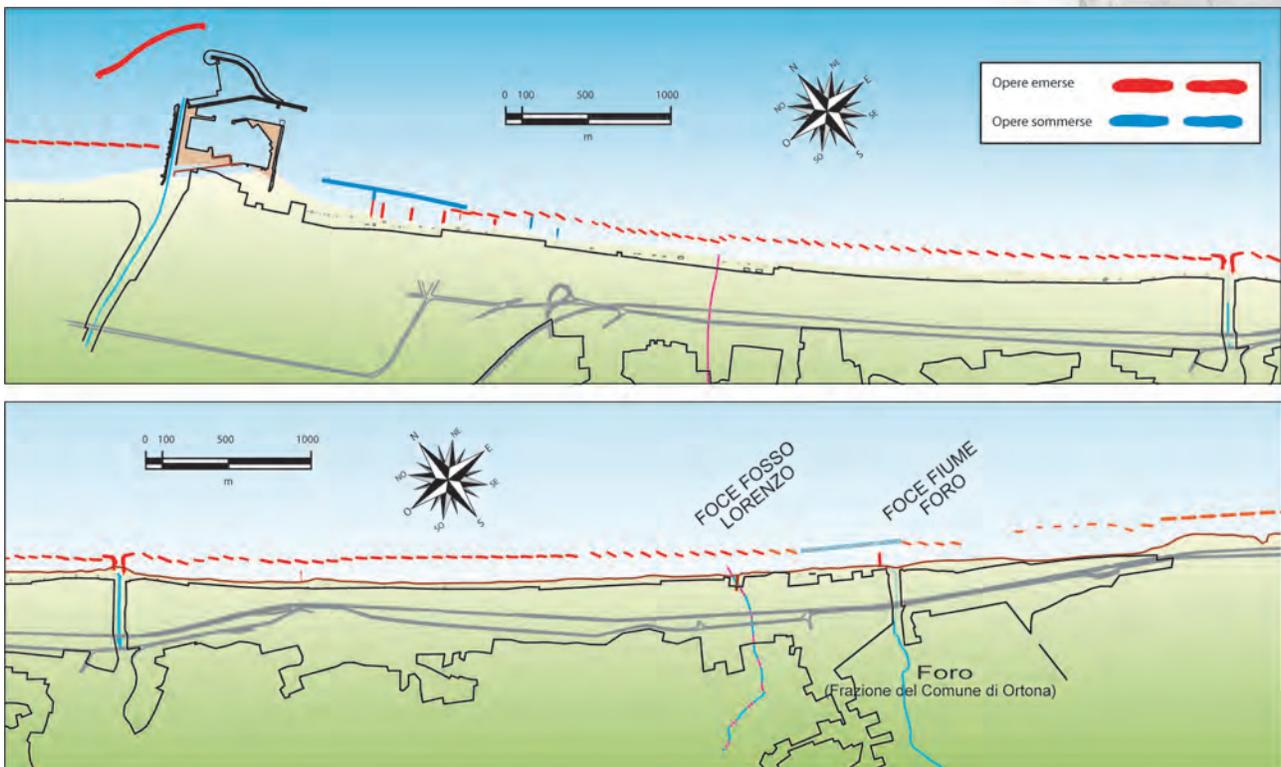
Pescara sud. Confronto tra la distribuzione direzionale annuale del moto ondoso locale e la disposizione planimetrica delle opere di difesa

### 5.3.5 Pescara sud - Francavilla

Il tratto di costa compreso tra il porto turistico di Pescara e per tutta la fascia litoranea del comune di Francavilla al Mare (fig. 5.28) è caratterizzato dalla presenza di circa 130 barriere distaccate emergenti in massi naturali, realizzate a partire dagli anni '60. La maggior parte delle barriere distaccate ha un orientamento obliquo (nord-nord-ovest) rispetto all'andamento medio della linea di riva e pressoché parallelo alla direzione del moto ondoso più intenso e più frequente, come evidenziato nella fig. 5.27. Sono presenti anche delle opere di tipo trasversale (pennelli), che nella zona ubicata in prossimità del porto turistico sono abbinati a barriere di tipo sommerso. Lungo il litorale in esame sfociano due fiumi, l'Alento e il Foro. Nel 1989 sull'Alento è stata realizzata l'armatura della foce, mentre in prossimità della foce del Foro è stato realizzato un pennello per il contenimento del "drift" litoraneo diretto verso sud-est. In prossimità del porto turistico si è manifestata dal 1984 in poi una tendenza alla deposizione di sedimenti a ridosso del molo di sottoflutto. La deposizione dei sedimenti ha comportato la riduzione della profondità dei fondali antistanti l'imboccatura portuale con conseguenze negative sull'accessibilità al porto turistico.

**Fig. 5.28**

Pescara sud-Francavilla. Situazione attuale





**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Soggetto attuatore

**ARAP**

AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

Il Gruppo di lavoro

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Titolo tavola

# RAPPORTO DI INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE

Supporto alla progettazione:



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Studio specialistico Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO



*Paolo De Girolamo*

Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilità\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Tavola

**MP.I-206**

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

Nome file

00\_Testatine\_Preliminare Porto Pescara.dwg

**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del 05-11-2007 per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
info@sonedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

Esito: FAVOREVOLE CON PRESCRIZIONI

Volume 01 Elaborati da n. MPI-2017 a n. MPI-1-210



Ente Pubblico Economico  
Sottoposte ai controlli e Circoli, Confezionamento, Tutela e Vigilanza della Regione Abruzzo

# **Intervento Masterplan Abruzzo "Deviazione del porto canale di Pescara" (PSRA/07). Indagini geognostiche**

## **CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE**

### **RELAZIONE TECNICA**

Ottobre 2017

**SONDEDILE SRL**



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY  
Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## ARAP

### “INDAGINI GEOGNOSTICHE PER L’INTERVENTO PSRA/07 “DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA””

#### INDICE

PREMESSA.....	2
NORMATIVE APPLICATE.....	3
SONDAGGI A CAROTAGGIO.....	4
ATTREZZATURE IMPIEGATE.....	5
MODALITA’ OPERATIVE SONDAGGI A MARE.....	10
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA.....	10
PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI GEOTECNICI.....	12
PROVE STANDARD PENETRATION TEST (SPT).....	13
STRUMENTAZIONE INSTALLATA.....	15
TUBI PVC PER PROVE DOWN-HOLE.....	15

#### ALLEGATI

- Report Stratigrafici e relativa documentazione fotografica;
- Planimetria ubicazione indagini
- Indagini geofisiche tipo Down Hole;



**SONDEDILE**

s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-112007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17

64100 Teramo (TE)

ITALY

Tel: +39 0861 411432

Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com

info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo

P.IVA e C.F.: 00075830679

Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



## PREMESSA

La presente relazione raccoglie i risultati delle indagini geotecniche “off-shore”, eseguite su incarico ARAP per l’intervento Masterplan Abruzzo “Deviazione del porto canale di Pescara” Tali indagini sono state eseguite per mezzo di un motopontone, e sono state realizzate all’interno dell’area portuale di Pescara..

Le indagini sono consistite in:

- realizzazione di n° 9 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti a mare, con prelievo di campioni geotecniche indisturbati e rimaneggiati di terreno, ed esecuzione di prove SPT ;
- realizzazione di n° 1 sondaggio geotecnico a carotaggio continuo a terra sulla banchina, con prelievo di campioni indisturbati di terreno, esecuzione di prove SPT ed installazione di strumentazione geofisica per prove Down Hole;
- esecuzione di prova sismica tipo Down Hole;



**SONDEDILE**

s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-112007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17

64100 Teramo (TE)

ITALY

Tei: +39 0861 411432

Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com

info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo

P.IVA e C.F.: 00075830679

Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



## NORMATIVE APPLICATE

I carotaggi, l'installazione delle attrezzature e l'esecuzione delle prove in situ sono stati eseguiti in ottemperanza alle normative di riferimento elencate di seguito:

- AGI: "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche". Giugno 1997;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" D.M. 11.03.1988;.
- ENV 1997-3: "Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 3 – Design assisted by field testing";
- Specifiche tecniche ARAP.



## SONDAGGI A CAROTAGGIO

Sono stati eseguiti nel corso della campagna di indagine n°10 sondaggi a carotaggio continuo (9 a mare + 1 a terra), spinti fino alla profondità massima di 30,00 m. secondo il Piano di indagini fornito dalla D.L..

Il quadro sinottico seguente riporta le attività eseguite nel corso delle varie Perforazioni:

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m)	TIPO DI SONDAGGIO	CAMPIONI RIMANEGGIATI N°	CAMPIONI INDISTURBATI N°	SPT N°	STRUMENTAZIONE INSTALLATA
S1	30,00	A TERRA	6	2	5	Down Hole
S2	20,00	A MARE	5	2	3	-
S3	20,00	A MARE	1	1	5	-
S4	50,00	A MARE	5	6	5	-
S6	20,00	A MARE	4	2	3	-
S7	5,00	A MARE	5	-	-	-
S8	5,00	A MARE	5	-	-	-
S9	5,00	A MARE	5	-	-	-
S10	20,00	A MARE	5	-	-	-
S11	5,00	A MARE	5	-	-	-



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY  
Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

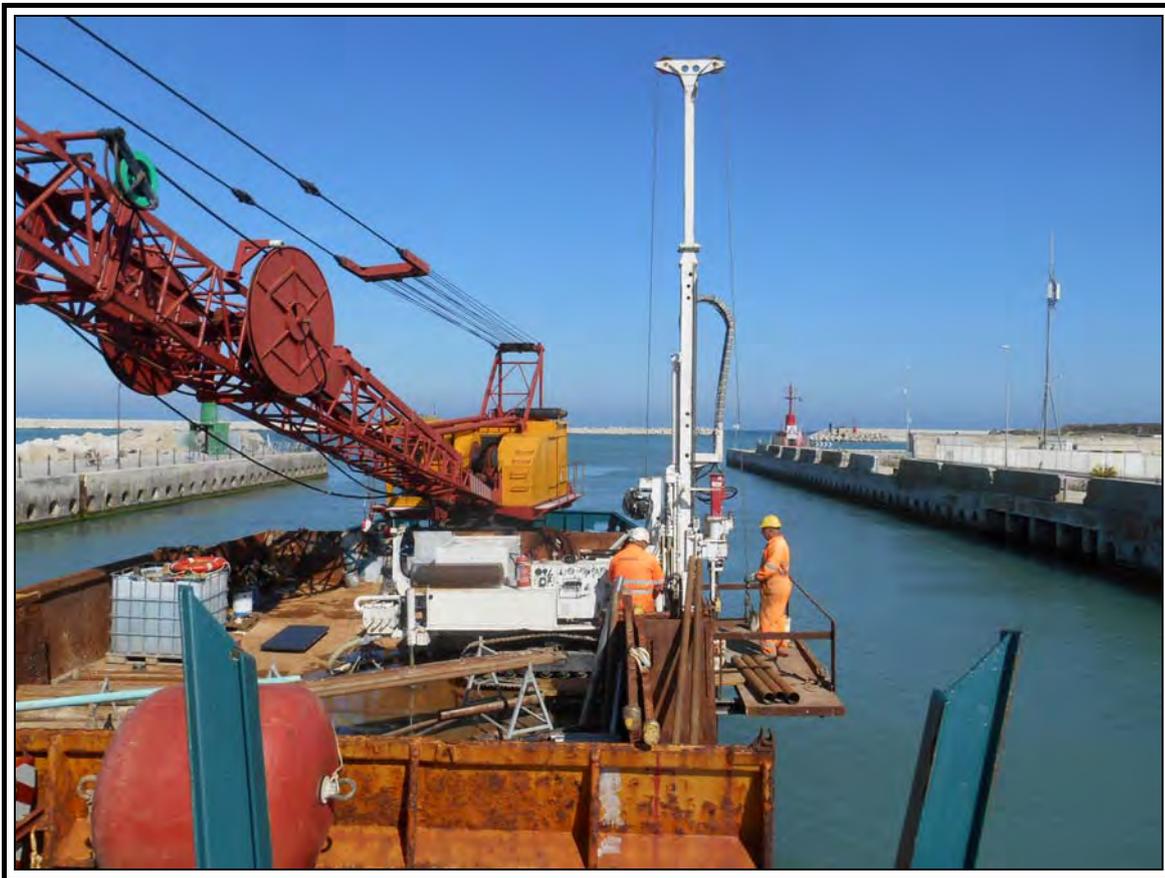
**SINCERT**



## ATTREZZATURE IMPIEGATE

Per l'esecuzione dei sondaggi a mare è stata impiegata una sonda a rotazione cingolata TIPO **Geomarc GM 600** (foto1), avente le caratteristiche idonee al tipo di lavorazione prevista, ovvero:

- velocità di rotazione variabile tra 0 e 600 giri/min;
- spinta > 4000 kg;
- tiro > 4000 kg;
- coppia max => 750 kmg.



**GEOMARC Srl**

<b>DATI TECNICI</b>	<b>GM 600 C</b>	<b>MATR. 13/2006</b>
---------------------	-----------------	----------------------

<b>CARRO CINGOLATO</b>	<b>A 5 - 17</b>
------------------------	-----------------

<b>MOTORE</b>	<b>DEUTZ F4L914</b>
---------------	---------------------

Potenza	56 KW
---------	-------

Capacità serbatoio gasolio	80 lt.
----------------------------	--------

Capacità serbatoio olio idr.	150 lt.
------------------------------	---------

<b>SLITTA</b>	<b>GM 600</b>
---------------	---------------

Lunghezza	5500 mm
-----------	---------

Corsa testa di rotazione	3400 mm
--------------------------	---------

Forza max di estrazione	4000 Kg
-------------------------	---------

Spinta max	2600 Kg
------------	---------

Velocità rapida spinta	32 m/min.
------------------------	-----------

Velocità rapida risalita	22 m/min.
--------------------------	-----------

<b>GRUPPO MORSE</b>
---------------------

Freno max capacità	220 mm
--------------------	--------

Svitatore max capacità	220 mm
------------------------	--------

Freno forza serraggio	88 kN
-----------------------	-------

Svitatore coppia	21 kNm
------------------	--------

<b>ARGANO</b>	<b>S 19</b>
---------------	-------------

Tiro	2000 Kg
------	---------

Diametro fune	12 mm
---------------	-------

Velocità	36 m/min
----------	----------

<b>TESTA DI ROTAZIONE</b>
---------------------------

Coppia	Nm	lenta RPM	rapida RPM	Coppia Nm
--------	----	-----------	------------	-----------

I	6050	28	75	2300
---	------	----	----	------

II	2400	68	180	940
----	------	----	-----	-----

III	1490	114	339	498
-----	------	-----	-----	-----

IV	800	215	550	310
----	-----	-----	-----	-----

<b>POMPA TRIPLEX 200</b>	<b>MATR. 725.06</b>
--------------------------	---------------------

Portata	200 lt/min
---------	------------

Pressione massima	35 Bar
-------------------	--------

<b>IMPIANTO IDRAULICO</b>
---------------------------

Pompa pistoni	Q <sub>1</sub> = 44 l /min	240 Bar
---------------	----------------------------	---------

Pompa ingranaggi Doppia	Q <sub>2</sub> = 67 l /min	175 Bar
-------------------------	----------------------------	---------

	Q <sub>3</sub> = 50 l /min	175 Bar
--	----------------------------	---------

<b>DIMENSIONI</b>
-------------------

Lunghezza 5.600 mm	Larghezza 1.800 mm	Altezza 2.460 mm
--------------------	--------------------	------------------

<b>PESO TOTALE MACCHINA</b>	<b>6.800 Kg</b>
-----------------------------	-----------------



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale  
Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY  
Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



La sonda è stata dotata di normali attrezzi di perforazione: aste, carotieri semplici e ambientali, campionatori (SCHELBY, OSTERBERG, MAZIER), accessori vari.

Gli utensili di perforazione hanno permesso il carotaggio integrale del terreno attraversato senza procurare frantumazioni o dilavamenti.

Il rivestimento del foro è stato effettuato con batterie di tubazioni metalliche di spessore e resistenza atte a sostenere le pareti e con diametro di 127mm.

Inoltre, la sonda è stata dotata di tutti gli accessori necessari per la corretta esecuzione del lavoro e degli utensili per la riparazione dei guasti d'ordinaria natura.

I grassi utilizzati per la corretta manutenzione della sonda e degli utensili di perforazione, tenuto conto della finalità delle indagini, sono di natura vegetale.

La piattaforma utilizzata per i sondaggi a mare era un motopontone tipo **MOTOPONTONE ELISEO 5BA859**





**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale  
Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY  
Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



## MOTOPONTONE ELISEO 5BA859

- Name/ *Nome* : ELISEO
- Owner/ *Armatore* : STES S.n.c. – MOLA DI BARI (BA)
- Flag/ *Bandiera* : ITALIANA
- Registered No./ *No. di registrazione* : RINA 49381
- Call sign/ *Nom. Internaz.* : ILUE
- Built on/ *Anno Costruzione* : 1970 – CANTIERE BUGARI - FANO
- Navigation/ *Tipo di navigazione* : NAZIONALE LITORANEA
- Length/ *Lunghezza* : 33.00 M
- Breadth/ *Larghezza* : 8.52 M
- Draft/ *Pescaggio* : 2.20 M
- Gross T./ *Stazza lorda* : 199.13 T
- Net. T./ *Stazza netta* : 129.22 T
- Main Engines/ *Motori* : N°2 CARTERPILLAR DA 253HP CADAUNO
- Propellers/ *Eliche* : N°2
- Speed/ *Velocità* : 6 NODI
- Generators/ *Generatori* : N°1X40KW, N°1X25KW
- Cranes/ *Gru* : N°1 AMERICAN HOIST MODELLO 5299 - 15 T
- Caisson capacity/ *Portata cassoni* : 120 MC
- Maximum capacity/ *Portata massima* : 200 T
- Anchorages/ *Ancoraggi* : N°2 PILONI DI ANCORAGGIO SINO A 9.50 M
- Winches/ *Verricelli* : N°4
- Radar : N°1 FURUNO PORTATA 10 MIGLIA
- Compass/ *Bussola* : N°1
- Auto pilot/ *Pilota aut.* : N°1
- Vhf : N°2
- GPS c/w Plotter : N°1 NAVIONICIS
- Echo sounder/ *Ecoscandaglio* : N°1
- Tender : N°1
- Accomodation/ *Alloggi* : N°1 COMANDANTE, N°4 MOTORISTA E MARINAI
- Gallery c/w messroom/ *Cucina con mensa* : N°1
- Toilets c/w showers/ *Servizi completi* : N°1
- **UNDERWATER AND MARITIME WORKS (DREDGING, CLIFFS, RECOVERIES, ETC.)/LAVORI SUBACQUEI E MARITTIMI IN GENERE (DRAGAGGI, SCOGLIERE, RECUPERI, ECC.)**



Per l'esecuzione del sondaggio a terra è stata utilizzata una sonda gommata tipo CMV 600 avente le seguenti caratteristiche



## SONDA A ROTAZIONE TIPO MK 600 A

La mobilità nei cantieri è oggi elemento indispensabile e noi abbiamo pensato alla soluzione di questo problema.

Infatti, la nuova serie di macchine da trivellazione a rotazione per sondaggi, micropali, ancoraggi, ecc. è stata realizzata su carrelli gommati semoventi, muniti di idroguida, a trazione idraulica a due e a quattro ruote motrici.

Il sistema di rotazione della MK 600 A consente l'utilizzo di varie tecnologie di perforazione come circolazione forzata, scalpelli, triconi, carotieri, augher, martello fondo foro, ecc.

*La mobilité dans le chantier est aujourd'hui indispensable c'est pourquoi nous avons bien pensé à la solution de ce problème.*

*En effet, la nouvelle production de machines de forages à rotation pour sondages, minipieux, ancrages, etc. nous l'avons réalisée sur chariots à pneus automoteur à traction hydraulique à 2 ou à 4 pneus motrices.*

*Le système de rotation de la MK 600 A permet l'utilisation de plusieurs technologies de perforations comme circulation forcée, trépan, carottier, augher, marteau fond de trou, etc.*

*Nowadays a mobile working place is indispensable and we resolved this problem.*

*In fact, the new line of rotation drills for test holes, micropales, anchorage etc. has been created on self-propelled rubber carriages, furnished with a hydraulic guide on hydraulic traction on two ad four driving wheels.*

*The MK 600 A self-propelled rotation system consents the use of various perforation technologies such as forced circulation, chisels, triconi, dredges, auger and deep boring hammer, etc.*

### CARATTERISTICHE / CARACTERISTIQUES / TECHNICAL DATA:

- Motore VM tipo SUN 4105 HP 80 a 2300 g/1'; *Deutz*  
Moteur / Engine;
- Momento torcente max Kgm. 530 - min. Kgm. 85;  
Couple / Twisting;
- Giri testa di rotazione max 310 - min. 50;  
Nombre de tours de la tête de rotation / Power swivel;
- Cambio di velocità a 4 marce + R.M.; *99 + 8 + 3*  
Changement de vitesse / Speed gear box;
- Senso di rotazione reversibile;  
Sens de rotation reversible / Reverse circulation rotation;
- Avanzamento automatico testa di rotazione;  
Avance automatique de la tête de rotation / Power feed of power swivel;
- Corsa testa di rotazione mm. 3.500;  
Course de la tête de rotation / Stroke;
- Lunghezza antenna mm. 5.400;  
Longueur de la glissière / Length of the mast;
- Traslazione verticale antenna mm. 600;  
Translation verticale de la glissière / Vertical translation of the mast;
- Spinta sulla testa di rotazione Kg. 2700;  
Force de pression sur la tête de rotation / Pull down;
- Spinta di ritorno sulla testa di rotazione Kg. 4500;  
Force de traction sur la tête de rotation / Pull up;
- Spostamento idraulico testa di rotazione;  
Déplacement de la tête de rotation hydraulique / Hydraulic shifting of the power swivel;
- Argano idraulico da Kg. 1.000;  
Treuil hydraulique / Hydraulic winch;
- Morsa idraulica di sostegno aste da  $\varnothing 250$  a  $\varnothing 70$ ;  
Mors hydraulique pour tiges / Hydraulic jaw for rods;
- Cilindro idraulico per chiave svitasta;  
Vérin hydraulique pour clef de devissage / Hydraulic jack for unscrewing spanner;
- Autocarro SIRECOME tipo S 60 - 4 x 4;  
Porteur sur pneus / Bearer tyres;
- Dimensioni: largh. mm. 1.700; lungh. mm. 5.500; alt. mm. 3.000;  
Encombrement: largeur mm. 1.700; longueur mm. 5.500; hauteur mm. 3.000;  
Site of aera: width mm. 1.700; length mm. 5.500; heighth mm. 3.000;
- Peso della macchina Kg. 6000;  
Poids de l'ensemble / Total weight;

La CMV migliora costantemente i suoi prodotti riservandosi il diritto di apportare qualsiasi modifica senza preavviso né responsabilità.  
La CMV améliore constamment ses produits, se réservant le droit de modifier sans préavis ni responsabilité.  
CMV continuously improves its products reserving the right to modify data without advance notice decling any responsibility.

**M V - COSTRUZIONI MECCANICHE VENAFRANE S.p.A. — CAPITALE SOCIALE 250.000.000 INT. VERS. — VENA FRO (IS)**



## MODALITA' OPERATIVE SONDAGGI A MARE

Una volta posizionata la piattaforma, per prima cosa è stato necessario “intestare” il rivestimento sul fondale marino.

La perforazione a carotaggio continuo è stata realizzata a secco utilizzando il carotiere semplice di diametro 101mm munito di corona in widia. Tale metodologia, evitando di dilavare il materiale, ha consentito di ottenere la percentuale di carotaggio ottimale e di recuperare le varie frazioni costituenti il terreno.

Durante la perforazione si è provveduto al sostegno delle pareti del foro mediante infissione di rivestimenti metallici provvisori del diametro di 127mm con circolazione di acqua.

## MODALITA' OPERATIVE SONDAGGI

La perforazione a carotaggio continuo è stata realizzata a secco utilizzando il carotiere semplice di diametro 101mm munito di corona in widia. Tale metodologia, evitando di dilavare il materiale, ha consentito di ottenere la percentuale di carotaggio ottimale e di recuperare le varie frazioni costituenti il terreno.

Durante la perforazione si è provveduto al sostegno delle pareti del foro mediante infissione di rivestimenti metallici provvisori del diametro di 127mm con circolazione di acqua.

## DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

Le carote estratte nel corso della perforazione sono state riposte in apposite casse catalogatrici in plastica munite di setti separatori, successivamente fotografate.

L'esame delle carote recuperate dai sondaggi ha permesso l'identificazione di intervalli della successione stratigrafica macroscopicamente omogenei (strati), costituiti da un tipo di terreno predominante o da alternanze più o meno regolari di terreni differenti.



**SONDEDILE**

s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-112007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sondedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17

64100 Teramo (TE)

ITALY

Te: +39 0861 411432

Fax: +39 0861 411442

www.sondedile.com

info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo

P.IVA e C.F.: 00075830679

Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



Nei tratti di terreno coesivo sono stati riportati i valori di consistenza del materiale, misurati con pocket penetrometer.

Definita la successione degli strati è stata redatta la descrizione geotecnica in accordo con le specifiche tecniche e le normative vigenti.



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale  
Decreto di concessione, n.57211 del  
05-112007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale  
Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY  
Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



## PRELIEVO DI CAMPIONI INDISTURBATI GEOTECNICI

Nel corso della campagna d'indagini, sono stati prelevati n°14 campioni indisturbati di terreno all'interno dei litotipi coesivi e semicoesivi. Tali campioni sono stati prelevati all'interno di 8 sondaggi eseguiti a campionamento continuo.

Per il prelievo di tali campioni è stato utilizzato un campionatore a pareti sottili tipo OSTERBERG e SHELBY.

Le particolari caratteristiche costruttive proprie di questo campionatore consente di minimizzare il disturbo del campione di terreno durante il prelievo.

Si riporta di seguito le caratteristiche costruttive delle fustelle in acciaio INOX, utilizzate durante le indagini in oggetto:

- -diametro interno: 89mm;
- -lunghezza utile 600mm;
- -spessore della parete 3mm.

La fustella, una volta estratta con il campione, è stata accuratamente paraffinata in testa ed in scarpa.

I campioni destinati al laboratorio sono stati sistemati verticalmente e protetti dalle intemperie.

Ogni prelievo di campione indisturbato è stato preceduto dal rivestimento del foro del sondaggio con tubi metallici fino alla quota di fondo foro. Il campionatore è stato quindi introdotto nel foro, a seguito di una preliminare manovra di pulizia dello stesso, utilizzando le aste di perforazione, confrontando la quota di arresto della batteria con la profondità di perforazione raggiunta, per accertarsi della completa pulizia del foro.

Dopo il campionamento, ogni fustella è stata accuratamente ripulita alle estremità da eventuali parti detritiche e si è misurata la lunghezza del campione estratto. La sigillatura del contenitore è stata eseguita per colaggio di paraffina alle estremità e chiusura con tappi a tenuta. Di seguito



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale  
Decreto di concessione, n.57211 del  
05-112007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale  
Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY  
Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
info@sondedile.com  
C.C.I.A.A. di Teramo  
P.IVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



si riporta la tabella con i punti di indagine indagati e le quote dei campioni prelevati.

Sono inoltre stati prelevati, su indicazioni della DL, n° 50 campioni rimaneggiati da cassetta, opportunamente sigillati all'interno dei contenitori in PVC.

## PROVE STANDARD PENETRATION TEST (SPT)

Nel corso del sondaggio a carotaggio GA01/07bis sono stati eseguiti n° 26 prove SPT in corrispondenza dei terreni granulari e semicoesivi.

La procedura seguita per l'esecuzione della prova e per la registrazione dei dati di avanzamento è quella contenuta nella normativa europea ENV 1997-3.

L'esecuzione della prova è avvenuta, dove possibile, utilizzando il campionatore Raymond, dotato di una scarpa terminale che consente il prelievo, a fine prova, di un campione rimaneggiato.

L'attrezzatura impiegata, in accordo alle norme ENV 1997-3, è costituita da un maglio del peso di 63.5 kg, predisposto per la caduta da un'altezza di 76 cm. Le aste di collegamento del maglio al campionatore terminale hanno un diametro di 50 mm ed un peso proprio pari a 7.2 kg/m.

L'esecuzione della prova è avvenuta secondo le seguenti modalità:

- perforazione a carotaggio;
- estrazione della batteria di perforazione;
- stabilizzazione delle pareti del foro con tubi di rivestimento metallico, con arresto della corona ad una quota superiore di circa 10 cm rispetto a quella prevista, di inizio prova;
- discesa nel foro della batteria di aste con annesso campionatore;
- controllo della quota di arresto della batteria di prova;
- identificazione di 3 tratti contigui, di 15 cm ciascuno, lungo la porzione di batteria sporgente in superficie;
- collegamento del dispositivo di percussione (maglio) alla batteria di prova;



Decreto di concessione, n.57211 del  
05-112007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sondedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17

64100 Teramo (TE)

ITALY

Te: +39 0861 411432

Fax: +39 0861 411442

www.sondedile.com

info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo

P.IVA e C.F.: 00075830679

Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



- inizio della prova vera e propria: il campionatore viene infisso nel terreno per mezzo di colpi impressi con la massa battente, ad un ritmo di percussione prossimo a 25 colpi al minuto.

- I colpi vengono contati in successione, avendo cura di separare il numero di colpi necessari per l'avanzamento del campionatore per i tre tratti consecutivi di 15 cm.

Il valore di NSPT è dato dalla somma dei colpi ottenuti nel 2° e 3° tratto (ultimi 30cm), che vengono annotati nel rapporto di prova.

Il raggiungimento del "rifiuto" e, quindi, la fine della prova si determinano nei seguenti casi:

- un numero di colpi superiore a 50 per l'infissione nel primo tratto di 15cm;
- un numero di colpi superiore a 100 per l'infissione nel secondo e nel terzo tratto (ultimi 30cm).

Al termine della prova, il campionatore a scarpa è stato estratto ed aperto; il materiale recuperato è stato catalogato e conservato in apposito contenitore.

## STRUMENTAZIONE INSTALLATA

Al termine delle lavorazioni, nel sondaggio S1 è stata installata la seguente strumentazione di controllo.

### TUBI PVC PER PROVE DOWN-HOLE

Questi tubi, installati a fondo foro al termine della perforazione, sono tubi in PVC rigido aventi una sezione interna pari a 80 mm ed uno spessore pari a 9 mm.

Tali tubi sono filettati M/F alle estremità, senza l'uso del "bicchiere", in modo da mantenere inalterato lo spessore per tutta la lunghezza.

Una volta inseriti all'interno del foro, i tubi sono stati resi solidali al terreno circostante tramite cementazione a bassa pressione, realizzata con l'ausilio di un doppio tubicino di PVC semirigido calato insieme ai tubi in PVC fino a fondo foro.

La cementazione è stata eseguita pompando una miscela ternaria costituita da acqua/cemento/bentonite, dal basso verso l'alto in modo da eliminare la presenza d'acqua dall'intercapedine tubazione-terreno.



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY

Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



Ente Pubblico Economico  
Sottoposto ai controlli di Direzione, Concessione, Tutela e Vigilanza della Regione Abruzzo

# **Intervento Masterplan Abruzzo "Deviazione del porto canale di Pescara" (PSRA/07). Indagini geognostiche**

## **CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE**

**ALLEGATI TECNICI**

Ottobre 2017

**SONDEDILE SRL**



**SONDEDILE srl**  
 STUDIO OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

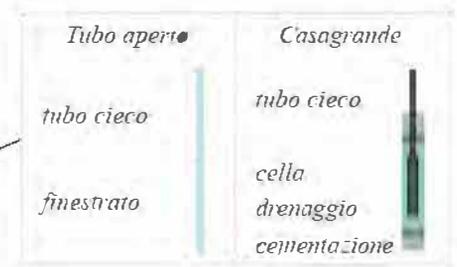
Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-112007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del
Committente:	Sondaggio:
Riferimento:	Data:
Coordinate:	Quota:
Perforazione:	

## LEGENDA STRATIGRAFIA

Ø mm	R v	Pz m	metri son	LITOLOGIA	Campioni	R.P	VI	Prel. % 0-100	Standard Penetration Test m	SPT	R.Q.D % 0-100	N	DESCRIZIONE	Cass	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua
- 4) DH: Down-Hole; CH Cross-Hole; Pz: Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)
- 9) Vane test (kg/cm<sup>2</sup>)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 12) Prova S.P.T.
- 13) Valore di Nspr
- 14) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 15) Descrizione della litologia dello strato
- 16) Cassette catalogatrici



*She* = Shelby  
*Den* = Denison  
*St* = Osterberg  
*Mac* = Mazier  
*Crp* = Craps  
*nk3* = NK3  
*Ind* = Indisturbato  
*Dis* = Disturbato  
*SDi* = Semi disturbato  
*SPT* = SPT

**SONDEDILE SRI**STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIACertificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

Certificato n° 752 del 16/10/2017

Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017

Committente: A.R.A.P. Abruzzo

Sondaggio: S1

Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara

Data: 09-11/10/2017

Coordinate: N: 42°28'06,91 E:14°13'39,71"

Quota:

Perforazione: carotaggio continuo

SCALA 1:100

**STRATIGRAFIA - S1**

Pagina 1/2

Ø mm	R v	A r	S	DH metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
										m	S.P.T.	N				
															Asfalto.	
				1											Blocco in calcestruzzo (scogliera artificiale). Presente vuoto da 1.60m a 1.90m.	
				2		CR1) Rim 2,00 2,30							2.0		Ripporto costituito da ghiaia di origine poligenica con sabbia eterometrica limosa, addensata, di colore grigiastro.	1
				3												
				4												
				5		1) SPT < 4,90 5,35			4,9	18-26-70	96					
				6												
				7												
				8		CR2) Rim 7,70 8,00							7.0		Ghiaia poligenica con sabbia fine limosa, subarrotondata, eterometrica, moderatamente addensata, di colore grigiastro.	2
				9		2) SPT < 9,00 9,45			9,0	3-3-3	6		8,8		Sabbia fine debolmente limosa, umida, da moderatamente addensata ad addensata, di colore marrone chiaro.	
				10		1) She < 10,30 10,80										
				11		CR3) Rim 11,00 11,30		0.15								
				12		3) SPT < 12,00 12,45		0.15		12,0	4-5-8	13				
				13												
				14				0.20								
				15												
				16		4) SPT < 16,50 16,95		0.15		16,5	4-5-9	14	16,0		Sabbia fine, a luoghi debolmente limosa, da poco umida ad umida, da addensata a molto addensata, di colore grigiastro. Presenti a luoghi resti e frammenti di gusci di bivalvi da millimetrici a centimetrici biancastri. Da 24.80m presenti rari clasti eterometrici subarrotondati.	4
				17		CR4) Rim 17,50 17,80										
				18												
				19												
				20												

Il Direttore  
Dott. Davide CosentinoIl Responsabile di sito  
Dott. Pierluigi De Luca



**SONDEDILE srl**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

<b>Certificato n° 752 del 16/10/2017</b>	<b>Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017</b>
Committente: A.R.A.P. Abruzzo	Sondaggio: S1
Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara	Data: 09-11/10/2017
Coordinate:N: 42°28'06,91 E:14°13'39,71"	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1:100	<b>STRATIGRAFIA - S1</b>	Pagina 2/2
-------------	--------------------------	------------

Ø mm	R v	A r	S s	DH	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
											m	S.P.T.				
					21		5) SPT < 21,00 21,45			21,0	5-9-21	30			Sabbia fine, a luoghi debolmente limosa, da poco umida ad umida, da addensata a molto addensata, di colore grigiastro. Presenti a luoghi resti e frammenti di gusci di bivalvi da millimetrici a centimetrici biancastri. Da 24.80m presenti rari clasti eterometrici subarrotondati.	5
					23		CR5) Rim 23,00 23,30		0.25							
					26				1				26,1		Limo torboso debolmente argilloso, umido, da poco a mediamente consistente, di colore grigiastro. Presenti resti lignei in fase di decomposizione di colore marrone scuro.	6
					27		2) She < 27,00 27,50		1							
					28		CR6) Rim 28,00 28,30		0.75							
					29				1							
101					30								30,0			

Perforazione eseguita a carotaggio continuo lungo il molo zona trabocchi del canale Pescara.  
 Campione indisturbato fallito a 15.00m dal p.c.  
 Installata tubazione in PVC da 3" fino a 30.00m per l'esecuzione di prova sismica tipo DOWN-HOLE.  
 Installato pozzetto in cemento con chiusino carrabile in ghisa.  
 Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.  
 Normativa : A.G.I. 1977

Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**Sondaggio S1**



**Sondaggio S1**



## Sondaggio S1



**Sondaggio S1**



**SONDEDILE SRI**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

<b>Certificato n° 753 del 16/10/2017</b>	<b>Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017</b>
Committente: A.R.A.P. Abruzzo	Sondaggio: S2
Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara	Data: 06/10/2017
Coordinate: N: 42°28'12,77" E:14°13'42,33"	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

## STRATIGRAFIA - S2

Pagina 1/2

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
										m	S.P.T.	N				
						CR1) Rimm 0,50 0,80		0.2								
				1		CR2) Rimm 1,20 1,50		0.2								
				2		CR3) Rimm 2,30 2,60										
				3		1) SPT < 3,00 3,45			3,0	4-6-9	15					1
				4		CR4) Rimm 3,40 3,70		0.2								
				5		CR5) Rimm 4,20 4,50		0.25								
				6		C1) She< 4,50 5,00		0.25					5,8			
				7				0.25								
				8		C12) She< 7,50 7,95		0.2								2
				9		2) SPT < 9,00 9,45		0.18	9,0	5-7-11	18					
				10												
				11												
				12				0.2								
				13		3) SPT < 13,50 13,95		0.2	13,5	8-19-17	36					3
				14				0.15								
				15				0.3								
								0.3								

Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**SONDEDILE srl**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

<b>Certificato n° 753 del 16/10/2017</b>	<b>Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017</b>
Committente: A.R.A.P. Abruzzo	Sondaggio: S2
Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara	Data: 06/10/2017
Coordinate:N: 42°28'12,77" E:14°13'42,33"	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1 :75 **STRATIGRAFIA - S2** Pagina 2/2

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m S.P.T.	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
101				16									Sabbia fine, da molto umida a umida, da addensata a molto addensata, grigio verdastra passante a grigiastra. Presenti resti di gusci millimetrici e rari inclusi ghiaiosi arrotondati, con Ømax 1-2cm. - Da 11.50m a 11.80m livello limoso grigiastr, molto umido, poco consistente. -Da 19.00m a 20.00m presenti livelli centimetrici limosi, molto umidi, poco consistenti, grigiastr.	4
				17										
				18										
				19										
				20								20.0		

Perforazione eseguita a carotaggio continuo lungo il porto canale del fiume Pescara.  
 Utilizzato moto pontone.  
 Profondità fondale 1.55m dal livello del mare - altezza pontone 1.60m sopra il livello del mare.  
 Campione indisturbato fallito a 18.00m dal p.c.

Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.

Normativa : A.G.I. 1977

Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**Sondaggio S2**



**Sondaggio S2**



**Sondaggio S2**



**SONDEDILE SRI**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

Certificato n° 754 del 16/10/2017

Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017

Committente: A.R.A.P. Abruzzo

Sondaggio: S3

Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara

Data: 09/10/2017

Coordinate: N: 42°28'17,91 E:14°13'44,24

Quota:

Perforazione: carotaggio continuo

SCALA 1:120

## STRATIGRAFIA - S3

Pagina 1/1

Ø mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Standard Penetration Test			RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	
									Prel. % 0 --- 100	S.P.T. m	N					
				1		CR1) Rim 0,50 0,80	0									
				2		CR2) Rim 1,40 1,70										
				3		CR3) Rim 2,40 2,70	0									1
				4		1) SPT < 3,00 3,45				3,0	1-1-2	3				
				5		CR4) Rim 3,50 3,80										
				6		CR5) Rim 4,50 4,80							4,3			
				7				0,15								
				8				0,2								
				9				0,2								
				10		2) SPT < 7,50 7,95		0,15		7,5	4-7-10	17				2
				11				0,25								
				12				0,25					9,5			
				13		1) Ost < 10,50 11,00		0,3								
				14				0,15								
				15				0,15								
				16		3) SPT < 14,00 14,45				14,0	5-7-11	18				3
				17												
				18		4) SPT < 16,50 16,95				16,5	8-12-17	29				
				19				0,2								
				20		5) SPT < 18,00 18,45		0,2		18,0	9-19-28	47				4
				20				0,30								

Perforazione eseguita a carotaggio continuo lungo il porto canale sul fiume Pescara.

Utilizzato moto pontone.

Profondità fondale 2.50m dal livello del mare - altezza pontone 1.50m sopra il livello del mare.

Prelievo di campione indisturbato fallito a quota 5.00m e 9.00m.

Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.

Normativa : A.G.I. 1977

Il Direttore  
Dott. Davide Cosentino

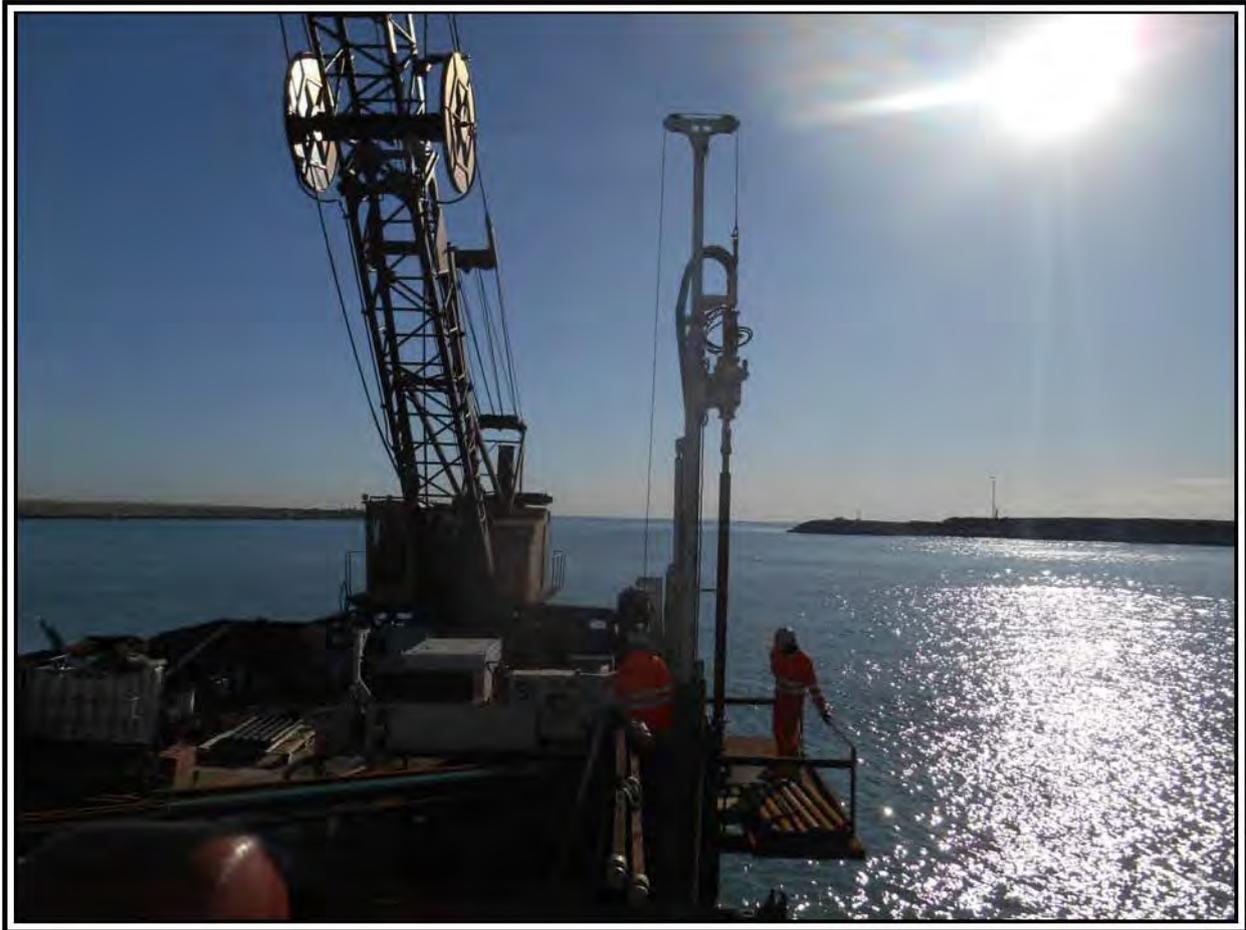
Il Responsabile di sito  
Dott. Pierluigi De Luca



**Sondaggio S3**



**Sondaggio S3**



**Sondaggio S3**


**SONDEDILE SRI**

 STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

 Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

Certificato n° 755 del 16/10/2017

Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017

Committente: A.R.A.P. Abruzzo

Sondaggio: S4

Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara

Data: 10-11/10/2017

Coordinate: N: 42°28'22,39" E: 14°13'46,93"

Quota:

Perforazione: carotaggio continuo

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA - S4

Pagina 1/3

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
										m	S.P.T.	N				
						CR1) Rim 0,50 0,80									Limo grigio scuro, poco consistente, saturo.	
				1									0,9			
						CR2) Rim 1,30 1,60									Sabbia fine limosa, da molto umida a saturo, sciolta, di colore grigio scuro.	
				2		1) Ost < 2,00 2,40										
						CR3) Rim 2,70 3,00										
				3												
						CR4) Rim 3,20 3,50 3,50 3,95		0,15	3,5	1-1-1	2					
				4		1) SPT < 3,50 3,95										
						CR5) Rim 4,50 4,80										
				5									5,0		Sabbia fine debolmente limosa, umida, moderatamente addensata, di colore grigio verdastro.	
				6				0,10					6,0			
						2) She < 6,40 6,90									Sabbia fine, a luoghi debolmente limosa, umida, molto addensata, di colore marrone chiaro. Livello limoso poco consistente di colore grigiastro da 8.20m a 8.30m. Resti di gusci di bivalvi centimetrici da 9,40m a 9.45m.	2
				7												
				8				0,2								
				9												
						2) SPT < 9,50 9,95			9,5	13-24-33	57					
				10												
				11				0,20								
						3) Ost < 12,50 13,05							12,5		Limo debolmente argilloso, a luoghi con intercalazioni centimetriche sabbioso fini, umido, da poco a mediamente consistente, di colore grigiastro. Resti lignei a 14.50m.	3
				12												
						3) SPT < 15,00 15,45			15,0	2-4-4	8		14,7		Sabbia fine con intercalazioni da millimetriche a centimetriche limose debolmente argillose, da umida a molto umida, da moderatamente addensata ad addensata, di colore grigiastro.	
				13												
								0,3								
				14												
								0,3								
				15												
								0,5								
				16												
								0,20								
				17												
				18												
								0,15								
				19												
								0,20	18,5	8-12-19	31		17,1		Sabbia fine, da poco a molto umida, da moderatamente addensata a molto addensata, di colore grigio. Da 21.50m a 22.30m limo sabbioso fine, da poco a mediamente consistente, di colore grigiastro. Presenti a luoghi resti di gusci e frammenti di organismi marini.	4
				20												

 Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

 Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**SONDEDILE srl**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

Certificato n° 755 del 16/10/2017	Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017
-----------------------------------	--

Committente: A.R.A.P. Abruzzo	Sondaggio: S4
Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara	Data: 10-11/10/2017
Coordinate: N: 42°28'22,39" E: 14°13'46,93"	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1:100	<b>STRATIGRAFIA - S4</b>	Pagina 2/3
-------------	--------------------------	------------

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Standard Penetration Test			RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	
									Prel. % 0 --- 100	S.P.T. m	N					
				21				0.15								
				22				0.5								
				23				0.5								
				24												
				25		4) She < 24.50 25.00										
				26				0.15								
				27												
				28		5) SPT < 28.00 28.45		0.45		28,0	16-5-3	8	28,0			6
				29				1								
				30				1								
				31				0.75								
				32				0.75								
				33				0.6								
				34		5) Ost < 33.60 34.15		0.75								
				35				0.75								
				36				1.00								
				37				1.25								
				38				1.25								
				39				1.00								
				40				1.00								

Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**SONDEDILE srl**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

Certificato n° 755 del 16/10/2017	Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017
Committente: A.R.A.P. Abruzzo	Sondaggio: S4
Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara	Data: 10-11/10/2017
Coordinate: N: 42°28'22,39" E: 14°13'46,93"	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1:100

## STRATIGRAFIA - S4

Pagina 3/3

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m S.P.T.	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
				41			1.00						Limo torboso debolmente argilloso, da asciutto a poco umido, mediamente consistente, di colore grigiastro. Presenti resti lignei in fase di decomposizione di colore marrone (lignite).	9
				42			1.25							
				42		6) Ost < 42,40 43,00	1.25							
				43										
				44										
				45								44,4	Ghiaia poligenica con limo debolmente argilloso, umida, molto addensata, arrotolata, eterometrica, con Ø max 3-4cm. Presenti rari ciottoli arrotolati Ø max >5cm.	10
				46										
				47										
				48										
				49										
101				50								50,0		

Perforazione eseguita a carotaggio continuo lungo il porto canale sul fiume Pescara.

Utilizzato moto pontone.

Profondità fondale 2.35m dal livello del mare - altezza pontone 1.45m sopra il livello del mare.

Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.

Normativa : A.G.I. 1977

Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**Sondaggio S4**



**Sondaggio S4**



**Sondaggio S4**



**Sondaggio S4**



Sondaggio S4



**Sondaggio S4**



**SONDEDILE SRI**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

Certificato n° 756 del 16/10/2017	Verbale di accettazione n° 13/17 del 16/10/2017
-----------------------------------	---

Committente: A.R.A.P. Abruzzo	Sondaggio: S6
Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara	Data: 05/10/2017
Coordinate: N:42°28'13,12" E14°13'39,06"	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1 :75	<b>STRATIGRAFIA - S6</b>	Pagina 1/2
-------------	--------------------------	------------

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Standard Penetration Test			RQD %	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.	
									Prel. % 0 --- 100	S.P.T. m	N					
						CR1) Rim 0,40 0,70										
				1												
				2		CR2) Rim 1,30 1,60										
				2		Cl2) Shec 2,00 2,45										
				3		1) SPT < 2,45 2,90		0,15	2,5	4-5-7	12					1
				4		CR3) Rim 3,50 3,80										
				4		CR4) Rim 4,20 4,50		0,15								
				5												
				6				0,25				5,8 6,0		Limo debolmente argilloso, umido, poco consistente, grigiastro.		
				7										Sabbia fine, umida, da moderatamente addensata a molto addensata, avana verdastra. Presenti frammenti millimetrici di gusci di bivalvi e rari clasti sub arrotondati grigiastri con Ømax 3cm.		
				8		2) SPT < 7,50 7,95		0,15	7,5	6-8-12	20			Presenti livelli centimetrici limoso sabbiosi fini, molto umidi, grigiastri.	2	
				9				0,15								
				10				0,1								
				10		Cl2) Ostc 10,50 11,03		0,25								
				11				0,25				11,0		Limo, molto umido, da tenero a poco consistente, grigiastro.		
				12				0,25				11,7		Presenti intercalazioni da millimetriche a centimetriche sabbiose fini, fino a 11.40m.		
				12				0,5						Sabbia fine, da umida a molto umida, da addensata a molto addensata, grigiasta.	3	
				13		3) SPT < 13,40 13,85		0,25	13,4	12-22-24	46					
				14				0,4								
				14				0,3								
				15				0,25								

Il Direttore  
Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
Dott. Pierluigi De Luca



**SONDEDILE srl**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

Certificato n° 756 del 16/10/2017	Verbale di accettazione n° 13/17 del 16/10/2017
-----------------------------------	---

Committente: A.R.A.P. Abruzzo	Sondaggio: S6
Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara	Data: 05/10/2017
Coordinate: N:42°28'13,12" E14°13'39,06"	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1 :75

## STRATIGRAFIA - S6

Pagina 2/2

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Standard Penetration Test		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
									Prel. % 0 --- 100	S.P.T. N				
101				16									Sabbia fine, da umida a molto umida, da addensata a molto addensata, grigiastra.	4
				17										
				18										
				19										
				20								20.0		

Perforazione eseguita a carotaggio continuo lungo il porto canale sul fiume Pescara.  
 Utilizzato moto pontone.  
 Profondità fondale 2.30m dal livello del mare - altezza pontone 1.50m sopra il livello del mare.

Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.

Normativa : A.G.I. 1977

Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**Sondaggio S6**



**Sondaggio S6**



**Sondaggio S6**



**SONDEDILE SRI**  
 STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

**Certificato n° 757 del 16/10/2017**      **Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017**

Committente: A.R.A.P. Abruzzo      Sondaggio: S7  
 Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara      Data: 03/10/2017  
 Coordinate: N: 42°27'50,73 E:14°13'01,88"      Quota:  
 Perforazione: carotaggio continuo

SCALA 1 :50

## STRATIGRAFIA - S7

Pagina 1/1

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m      S.P.T.	Test N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
				1		CR1) Rim= 0,70 1,00							1,1	Limo, saturo, poco consistente, nerastro, con sparsi clasti eterometrici, sub arrotondati, poligenici, con Ømax 2cm.	
				2		CR2) Rim= 1,80 2,00							2,7	Ghiaia con sabbia, saturo, moderatamente addensata, eterometrica, addensata, grigiastro, con Ømax 3cm.	1
				3		CR3) Rim= 2,70 3,00		0,5					2,7	Limo debolmente argilloso, a luoghi con intercalazioni millimetriche sabbiose fini, saturo, da poco consistente a mediamente consistente, grigio verdastro.	
				4		CR4) Rim= 3,70 4,00		0,5					4,5		
				5		CR5) Rim= 4,70 5,00		0,25 0,5					5,0	Sabbia medio grossolana, saturo, sciolta, grigiastro.	

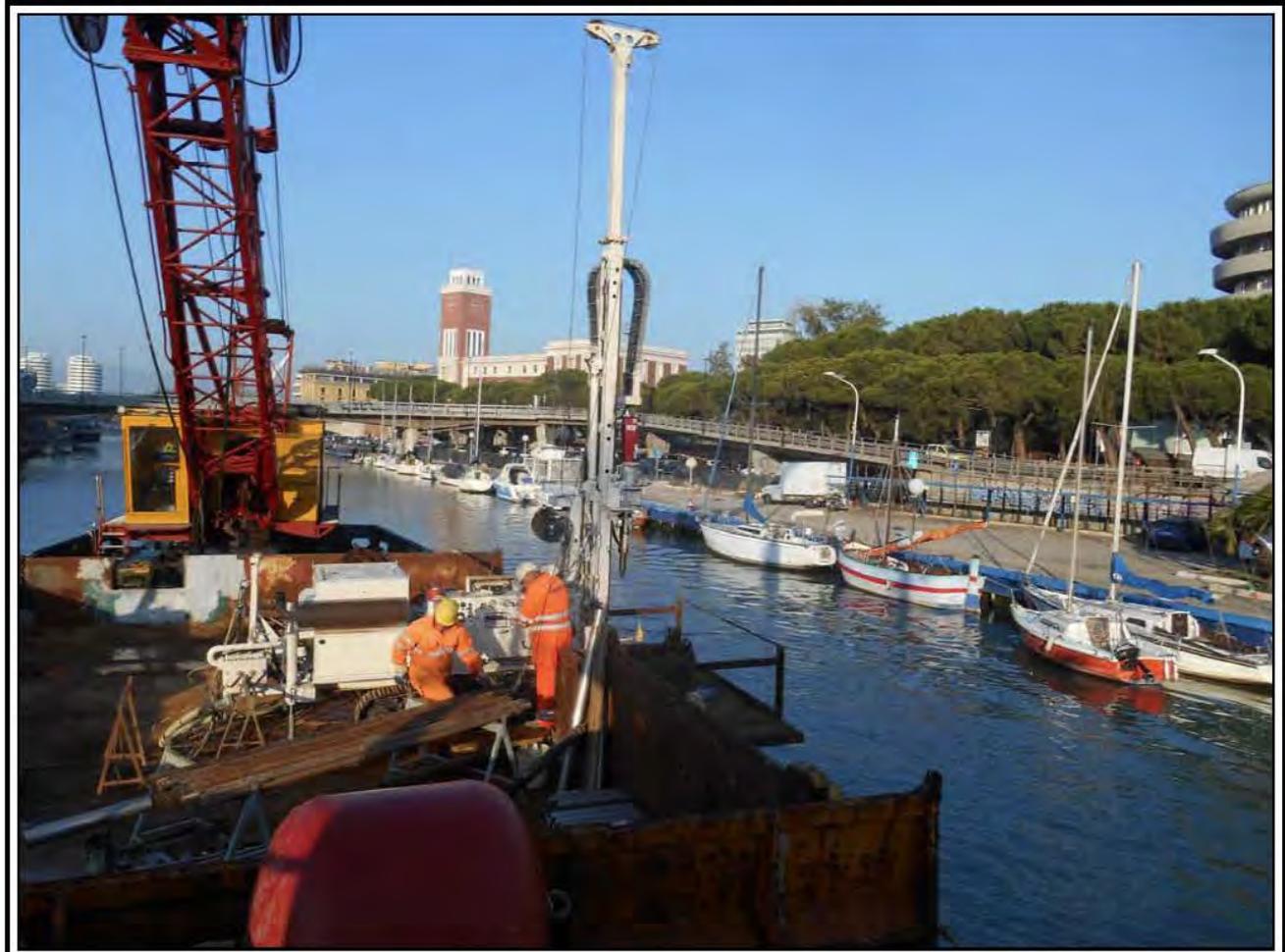
Perforazione eseguita a carotaggio continuo lungo il porto canale sul fiume Pescara.  
 Utilizzato moto pontone.  
 Profondità fondale 3.05m dal livello del mare - altezza pontone 1.60m sopra il livello del mare.

Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.

Normativa : A.G.I. 1977

Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**Sondaggio S7**



**SONDEDILE srl**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

Certificato n° 758 del 16/10/2017	Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017
-----------------------------------	--

Committente: A.R.A.P. Abruzzo	Sondaggio: S8
Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara	Data: 03/10/2017
Coordinate: N:42°27'52,72' E:14°13'10,71"	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1 :50	<b>STRATIGRAFIA - S8</b>	Pagina 1/1
-------------	--------------------------	------------

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m S.P.T.	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
				1		CR1) Rim <sup>κ</sup> 0,70 1,00						1,0	Limo, saturo, poco consistente, nerastro, con sparsi resti vegetali.	
				2		CR2) Rim <sup>κ</sup> 1,70 2,00						2,6	Ghiaia con sabbia eterometrica, saturo, moderatamente addensata, grigiastra; i clasti sono poligenici, eterometrici, con Ømax 2-3cm.	1
				3		CR3) Rim <sup>κ</sup> 2,90 3,20							Sabbia fine, saturo, da moderatamente addensata ad addensata, grigiastra.	
				4		CR4) Rim <sup>κ</sup> 3,70 4,00								
				5		CR5) Rim <sup>κ</sup> 4,70 5,00						5,0		

Perforazione eseguita a carotaggio continuo lungo il porto canale sul fiume Pescara.  
 Utilizzato moto pontone.  
 Profondità fondale 3.50m dal livello del mare - altezza pontone 1.60m sopra il livello del mare.

Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.

Normativa : A.G.I. 1977

Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**Sondaggio S8**



**SONDEDILE srl**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

<b>Certificato n° 759 del 16/10/2017</b>	<b>Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017</b>
Committente: A.R.A.P. Abruzzo	Sondaggio: S9
Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara	Data: 03/10/2017
Coordinate: N: 42°27'56,96" E: 14°13'23,88"	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1 :50	<b>STRATIGRAFIA - S9</b>	Pagina 1/1
-------------	--------------------------	------------

Ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m S.P.T.	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
				1		CR1) Rim <sup>κ</sup> 0,70 1,00							Limo, saturo, da tenero a poco consistente, nerastro.	
				2		CR2) Rim <sup>κ</sup> 1,80 2,10	0.25					1,6	Sabbia fine, saturo, da moderatamente addensata ad addensata, di colore variabile dal grigio verdastro al grigiastro. Da 1.80m a 2.20m livello sabbioso fine limoso, saturo, poco addensato, grigiastro con patine ocracee.	1
				3		CR3) Rim <sup>κ</sup> 3,00 3,30								
				4		CR4) Rim <sup>κ</sup> 4,00 4,30								
				5		CR5) Rim <sup>κ</sup> 4,70 5,00						5,0		

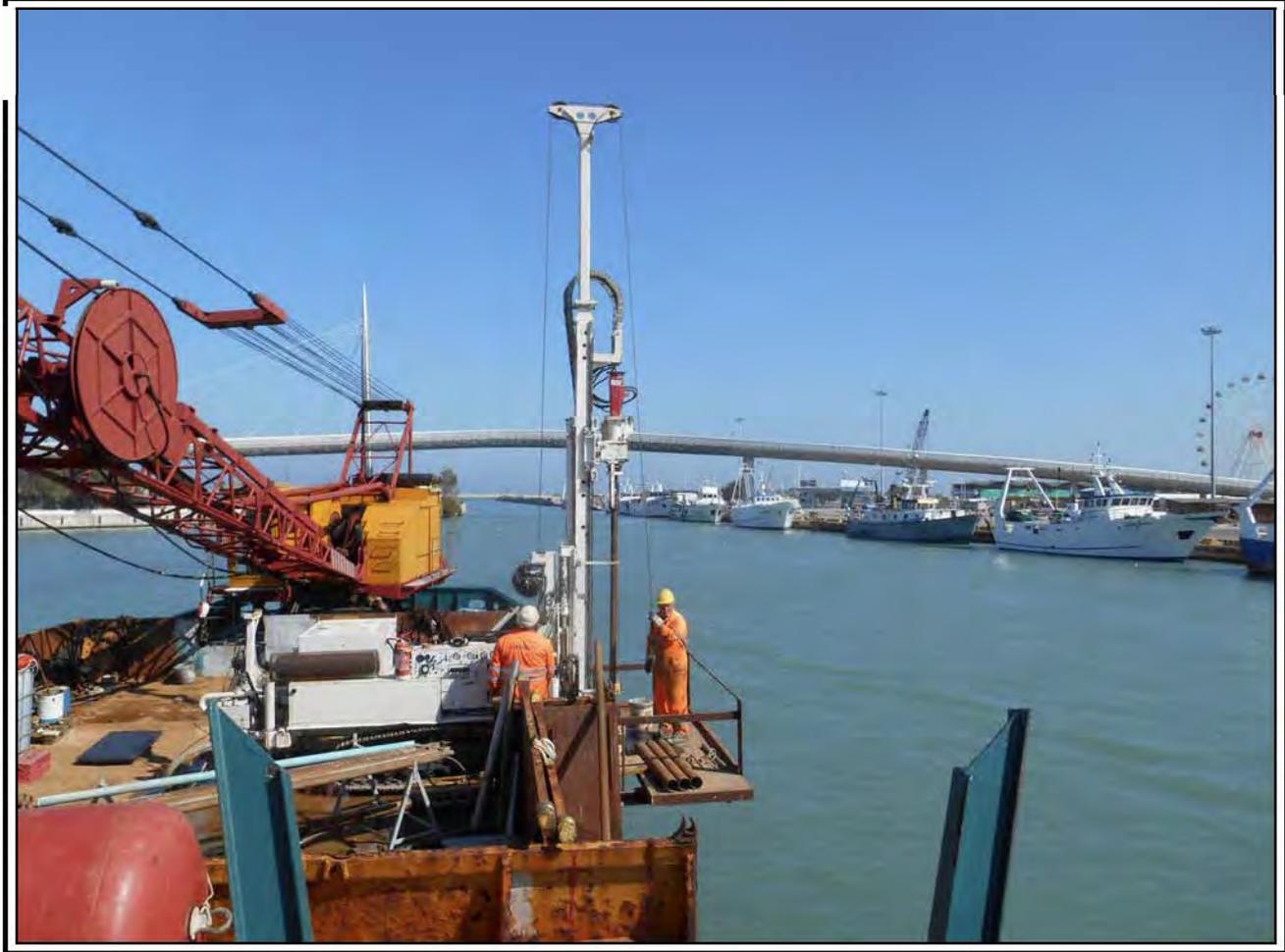
Perforazione eseguita a carotaggio continuo lungo il porto canale sul fiume Pescara.  
 Utilizzato moto pontone.  
 Profondità fondale 3.10m dal livello del mare - altezza pontone 1.55m sopra il livello del mare.

Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.

Normativa : A.G.I. 1977

Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**Sondaggio S9**


**SONDEDILE s.r.l.**

 STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

 Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

**Certificato n° 760 del 16/10/2017**
**Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017**

Committente: A.R.A.P. Abruzzo

Sondaggio: S10

Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara

Data: 04/10/2017

Coordinate: N 42°28'02,18" E 14°13'33,63"

Quota:

Perforazione: carotaggio continuo

SCALA 1:125

## STRATIGRAFIA - S10

Pagina 1/1

Ø mm	R v	A r	s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m S.P.T.	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
					1		CR1) Rim 1,00 1,30							Limo, da molto umido a saturo, tenero, grigio nerastro con resti di alghe.	1
					2										
					3							2.7		Limo debolmente sabbioso, molto umido, tenero, grigio nerastro.	1
					4		CR2) Rim 4,00 4,30						4.0	Presenti abbondanti resti di alghe e frammenti di bivalvi.	
					5									Sabbia media, saturo, moderatamente addensata, marrone chiara.	2
					6			0.3				5.6 5.8	Presenti sparsi clasti eterometrici, poligenici, arrotondati, con Ømax 2-3cm.		
					7		1) SPT < 7,00 7,45				7.0	5-9-19	28	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa, molto umida, addensata, di colore grigiastro e grigio scuro talora marrone; i clasti sono poligenici, eterometrici, arrotondati, con Ømax 2cm.	2
					8		CR3) Rim 8,00 8,30								
					9									Sabbia fine, da molto umida a saturo, da addensata a molto addensata, grigiastro.	3
					10		2) SPT < 10,00 10,45	0.25		10,0	5-4-13	17	Presenti rari clasti arrotondati, eterometrici, a 14.10m.		
					11			0.3							3
					12			0.22 0.28							
					13		3) SPT < 13,00 13,45			13,0	5-7-11	18			3
					14			0.2							
					15			0.25							4
					16		4) SPT < 16,00 16,45			16,0	4-7-12	19	16,0	Sabbia medio grossolana, umida, molto addensata, grigio scuro.	
					17		CR4) Rim 16,70 17,00						17,1	Presenti sparsi clasti arenacei, arrotondati, eterometrici, con Ømax 4cm, di colore grigiastro e grigio chiaro.	4
					18		Cl1) She< 17,50 18,05	0.1					17,5	Sabbia medio fine, molto umida, molto addensata, grigiastro.	
					19			0.75 0.5 0.25		19,0	2-2-3	5		Livello di torba costituito da limo debolmente argilloso, umido, da poco consistente a mediamente consistente, grigiastro.	4
					20		5) SPT < 19,00 19,45	0.75					20,0	Presenti abbondanti resti organici di colore ocreo.	

Perforazione eseguita a carotaggio continuo lungo il porto canale sul fiume Pescara.

Utilizzato moto pontone.

Profondità fondale 3.30m dal livello del mare - altezza pontone 1.60 sopra il livello del mare.

Prelievo di campioni indisturbati falliti a quota 4.00m e 7.00m dal p.c.

Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.

Normativa : A.G.I. 1977

 Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

 Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**Sondaggio S10**



**Sondaggio S10**



**Sondaggio S10**



**SONDEDILE srl**

STUDI, OPERE, INTERVENTI NEL CAMPO  
 DELLA GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito  
 AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
 Decreto 57211/5-11-2007 - DPR 380/2001 - Circolare 349/STC/1999

<b>Certificato n° 761 del 16/10/2017</b>	<b>Verbale di accettazione n° 13 del 16/10/2017</b>
Committente: A.R.A.P. Abruzzo	Sondaggio: S11
Riferimento: Deviazione Porto Canale Pescara	Data: 03/10/2017
Coordinate: N42°28'08,67" E : 14°13'43,69"	Quota:
Perforazione: carotaggio continuo	

SCALA 1 :50

## STRATIGRAFIA - S11

Pagina 1/1

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test m S.P.T.	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
				1		CR1) Rim 0,90 1,20							Limo, saturo, da tenero a poco consistente, grigio scuro nerastro, con sparsi resti vegetali.	
				2		CR2) Rim 1,70 2,00								
				3		CR3) Rim 2,80 3,10					2,8		Sabbia fine debolmente limosa, da molto umida a saturo, addensata, grigio verdastra.	1
				4		CR4) Rim 3,70 4,00					4,1		Sabbia fine a luoghi media, saturo, addensata, grigiastro.	
101				5		CR5) Rim 4,70 5,00					5,0			

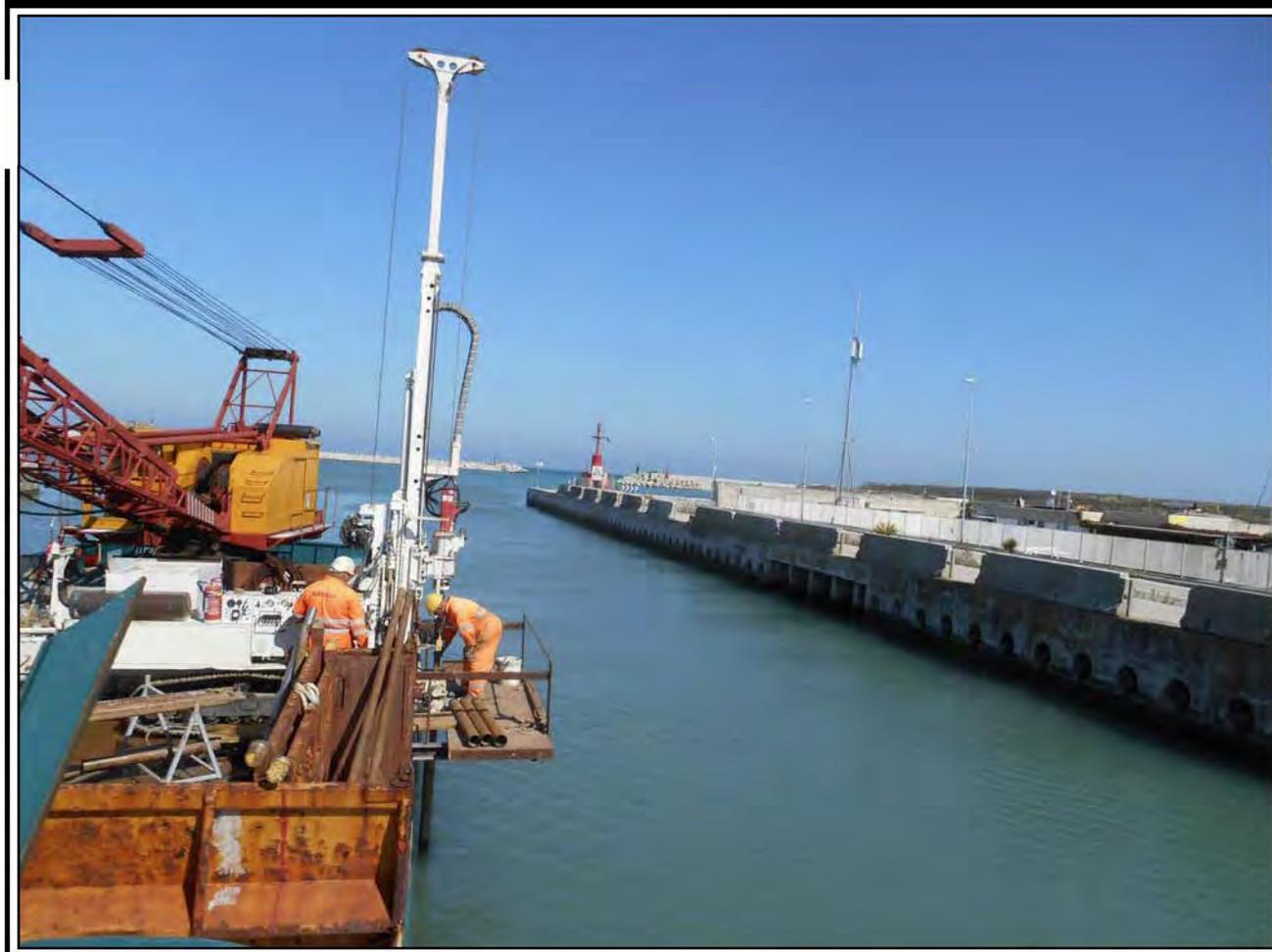
Perforazione eseguita a carotaggio continuo lungo il porto canale sul fiume Pescara.  
 Utilizzato moto pontone.  
 Profondità fondale 4.20m dal livello del mare - altezza pontone 1.55 sopra il livello del mare.

Decreto di concessione n°. 57211 del 05-11-2007, per il rilascio dei certificati relativi alle prove geotecniche sui terreni (settore C), ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 246.

Normativa : A.G.I. 1977

Il Direttore  
 Dott. Davide Cosentino

Il Responsabile di sito  
 Dott. Pierluigi De Luca



**Sondaggio S11**

# PIANO DI INDAGINI



**LEGENDA**  
◆ Sondaggio geonostico



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sondedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY  
Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

[www.sondedile.com](http://www.sondedile.com)  
[info@sondedile.com](mailto:info@sondedile.com)

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## **RISULTATI INDAGINE SISMICA DOWN-HOLE**

LOCALITÀ: Molo zona trabocchi del canale del Fiume Pescara - Pescara

DATA ESECUZIONE: 21/10/2017

### **Strumentazione impiegata**

Sismografo **Micromed SoilSpy Rosina** - acquisizione con risoluzione 24 bit, con segnale amplificato e digitalizzato in corrispondenza dei geofoni e inviato attraverso un cavo di trasmissione digitale dei dati

Geofono da foro **Sara SSBH** a 5 canali

Sorgente di energia: mazza battente da 8 kg



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sondedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY  
Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sondedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## INDAGINE SISMICA DOWN-HOLE

### Generalità

Il metodo Down-Hole rappresenta una delle più accurate misure in foro per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dinamiche dei terreni ed è utilizzato per una corretta valutazione della risposta di un mezzo soggetto a carichi dinamici; è particolarmente indicato per la determinazione in sito dello stato di consistenza dei terreni.

La metodologia si basa sui principi della sismica a rifrazione di superficie ma, rispetto a quest'ultima, permette di rilevare un orizzonte a minor velocità (orizzonte muto) sottostante ad orizzonti a maggior velocità, superando così i limiti della sismica a rifrazione di superficie che necessita, invece, di un aumento progressivo della velocità di propagazione delle onde sismiche con la profondità. È possibile individuare, inoltre, la presenza di strati sottili (nell'ordine del metro, comunque a seconda del grado di dettaglio del rilievo), non riconoscibili dal metodo sismico a rifrazione di superficie.

La prova Down-Hole è stata eseguita nel foro del sondaggio S1 della lunghezza di 30 metri, previa strumentazione con un tubo in PVC cementato alle pareti del foro per garantire un contatto ottimale con i terreni circostanti; è stato utilizzato un apparato di ricezione (geofono da foro a 5 canali) che è stato fatto aderire saldamente alle pareti del tubo ad intervalli regolari di un metro; per ciascuno step di lettura si è indotta una perturbazione meccanica in superficie, in senso verticale per generare onde di compressione P e lateralmente per generare onde di taglio  $S_H$ .

### Strumentazione impiegata

È stata utilizzata la seguente strumentazione:

- sistema energizzante per le onde P: mazza da 8 kg battente su una piastra posta sul piano campagna, opportunamente ripulito al fine di garantire un migliore accoppiamento;
- sistema energizzante per le onde  $S_H$ : trave di legno con direttrice ortogonale all'asse del foro, sovraccaricata dal peso di un mezzo cingolato;
- sensore starter per le onde S, fissato nel punto mediano dell'asse di battuta e sensore starter per le onde P, posto vicino alla piastra di battuta. Servono a definire il tempo iniziale di generazione dell'onda; il superamento dell'ampiezza dell'onda generata rispetto ad un valore di soglia opportunamente scelto permette di avviare la registrazione dei tempi di arrivo al geofono da foro;



**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale  
Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale  
Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY  
Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

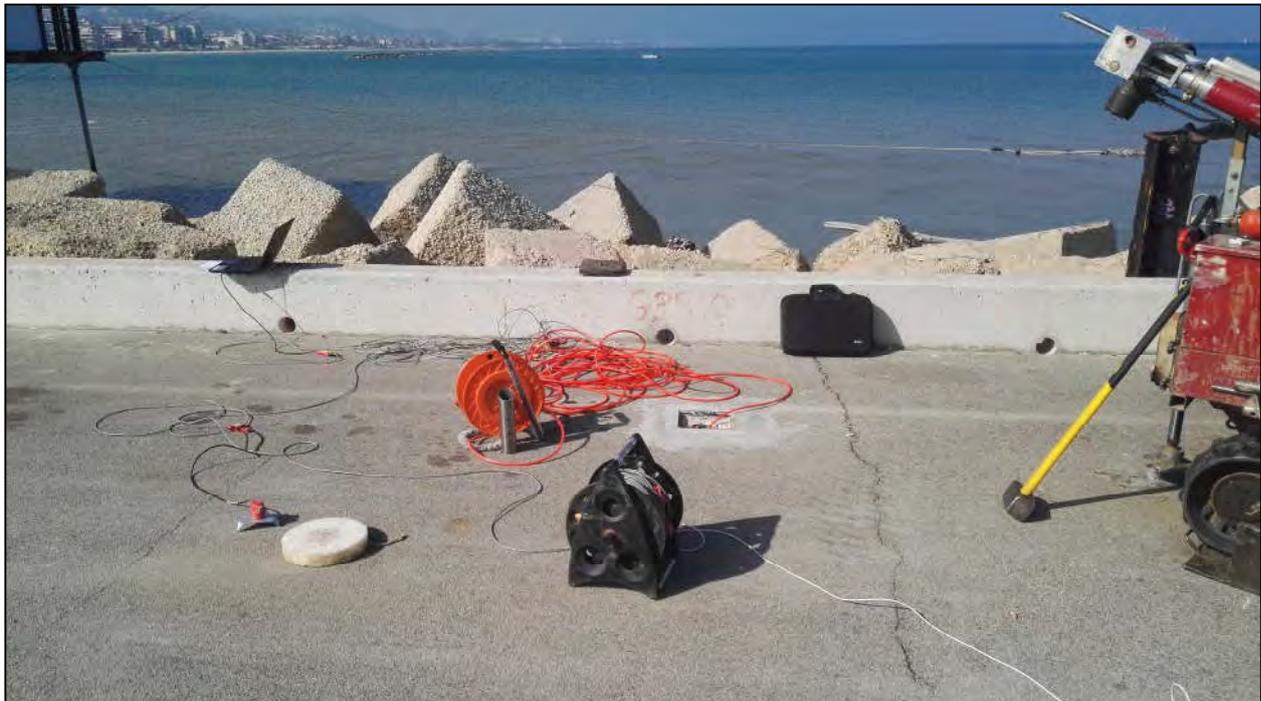
www.sonedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



- sistema ricevente: il geofono da foro utilizzato è il modello SSBH a 5 canali della SARA S.r.l., con un sensore verticale per le onde P e quattro sensori sul piano orizzontale per le onde  $S_H$ . I quattro sensori orizzontali sono assemblati con un orientamento di  $45^\circ$  l'uno rispetto all'altro; in questo modo le onde SH artificialmente provocate secondo una direttrice arbitraria incidono in almeno uno dei sensori con un angolo  $\leq 45^\circ$ , garantendo una sufficiente intensità del segnale in qualsiasi condizione. L'intero sistema comprende un motorino elettrico comandato dall'operatore, con il quale si sposta un pistone all'interno della sonda per renderla solidale al foro alla profondità prescelta;
- unità di acquisizione: sistema sismico digitale multicanale Micromed SoilSpy Rosina con risoluzione 24 bit, a cui è stato collegato il geofono da foro.



In fase di processing sono stati identificati i primi arrivi delle onde al geofono da foro, che corrispondono ai tempi necessari all'onda a percorrere lo spazio compreso tra il punto superficiale di energizzazione (*shot point*) e quello in profondità dove è posto il geofono. Tali tempi, sottoposti ad una fase di processing matematico (filtraggi, amplificazioni ed equalizzazioni) e di interpolazione lineare e inseriti in un diagramma spazio-tempo (dromocrona), sono stati utilizzati per la determinazione delle velocità di propagazione delle onde nei litotipi investigati.



**SONDEDILE**  
 s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
 05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
 relativi alle prove geotecniche sui terreni  
 (settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

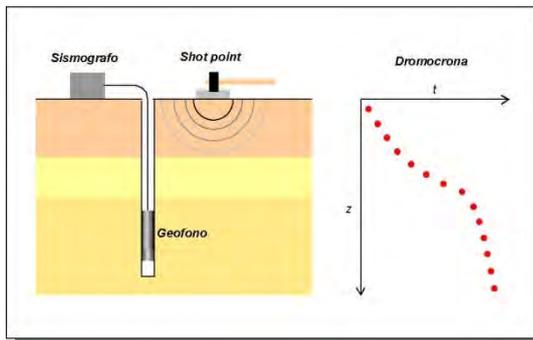
Sondedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17  
 64100 Teramo (TE)  
 ITALY  
 Tel: +39 0861 411432  
 Fax: +39 0861 411442

www.sondedile.com  
 info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
 P.IVA e C.F.: 00075830679  
 Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

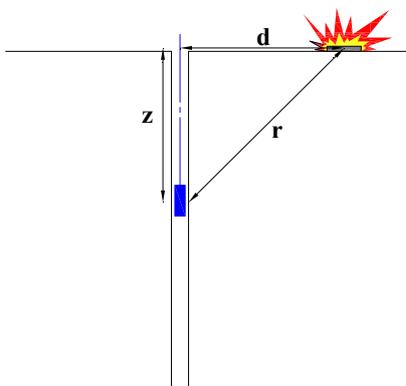
**SINCERT**



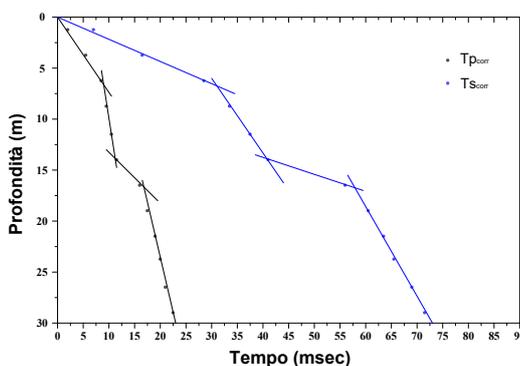
Rappresentazione schematica della prova Down-Hole e relativa dromocrona

Per l'interpretazione della prova Down-Hole sono stati corretti i tempi di tragitto ( $t$ ) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore, per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se  $d$  è la distanza della sorgente dall'asse del foro,  $r$  la distanza fra la sorgente e i sensori,  $z$  la profondità di misura, è possibile ottenere i tempi corretti ( $t_{\text{corr}}$ ) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{\text{corr}} = \frac{z}{r} t$$



Calcolati i tempi corretti si realizza il grafico  $t_{\text{corr}} - z$ ; la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali.





**SONDEDILE**  
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del  
05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
relativi alle prove geotecniche sui terreni  
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sondedile s.r.l. unipersonale  
Viale Francesco Crispi, 17  
64100 Teramo (TE)  
ITALY  
Tel: +39 0861 411432  
Fax: +39 0861 411442

www.sondedile.com  
info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
PIVA e C.F.: 00075830679  
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

**SINCERT**



## INTERPRETAZIONE DELLE MISURE

### Dati iniziali

Offset shot [m]	Numero di ricezioni	Interdistanza [m]
2	30	1

### Dati misure Down-Hole

Registrazione n°	Profondità [m]	T <sub>p</sub> [msec]	T <sub>s</sub> [msec]
1	1,00	48,64	53,25
2	2,00	50,22	54,22
3	3,00	50,19	54,69
4	4,00	52,10	56,15
5	5,00	53,57	58,13
6	6,00	55,57	59,11
7	7,00	57,54	60,57
8	8,00	59,63	61,94
9	9,00	60,98	63,74
10	10,00	62,47	64,94
11	11,00	63,96	66,41
12	12,00	64,94	68,36
13	13,00	65,98	71,29
14	14,00	67,40	73,73
15	15,00	68,36	75,68
16	16,00	69,84	79,57
17	17,00	71,00	83,01
18	18,00	73,70	85,94
19	19,00	75,68	88,38
20	20,00	78,61	90,84
21	21,00	80,07	92,73
22	22,00	81,05	94,58
23	23,00	82,50	96,75
24	24,00	83,89	98,73
25	25,00	85,44	101,06
26	26,00	87,40	103,30
27	27,00	89,84	106,10
28	28,00	91,79	110,30
29	29,00	93,50	115,14
30	30,00	95,58	119,90



**SONDEDILE**  
 s.r.l. unipersonale  
 Decreto di concessione, n.57211 del  
 05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
 relativi alle prove geotecniche sui terreni  
 (settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sondedile s.r.l. unipersonale  
 Viale Francesco Crispi, 17  
 64100 Teramo (TE)  
 ITALY  
 Tel: +39 0861 411432  
 Fax: +39 0861 411442

www.sondedile.com  
 info@sondedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
 P.IVA e C.F.: 00075830679  
 Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



## Risultati

Registrazione n°	Distanza sorgente – ricevitore [m]	Tempo tragitto corretto onde P	Tempo tragitto corretto onde S
		$T_{p\text{ corretto}}$ [msec]	$T_{s\text{ corretto}}$ [msec]
1	2,2361	21,7525	23,8141
2	2,8284	35,5109	38,3393
3	3,6056	41,7606	45,5048
4	4,4721	46,5997	50,2221
5	5,3852	49,7385	53,9724
6	6,3246	52,7183	56,0767
7	7,2801	55,3261	58,2395
8	8,2462	57,8496	60,0906
9	9,2195	59,5279	62,2222
10	10,1980	61,2569	63,6789
11	11,1803	62,9283	65,3388
12	12,1655	64,0564	67,4299
13	13,1530	65,2128	70,4610
14	14,1421	66,7226	72,9890
15	15,1328	67,7603	75,0161
16	16,1245	69,3007	78,9556
17	17,1172	70,5137	82,4414
18	18,1108	73,2492	85,4144
19	19,1050	75,2642	87,8944
20	20,0998	78,2199	90,3892
21	21,0950	79,7093	92,3123
22	22,0907	80,7172	94,1916
23	23,0868	82,1899	96,3863
24	24,0832	83,6002	98,3890
25	25,0799	85,1679	100,7382
26	26,0768	87,1426	102,9957
27	27,0740	89,5945	105,8101
28	28,0713	91,5567	110,0197
29	29,0689	93,2784	114,8672
30	30,0666	95,3683	119,6344

## Parametri elastici dinamici

Valori medi

Profondità [m]	$V_p$ [m/s]	$V_s$ [m/s]	$\rho$ [kN/mc]	$\nu$	$G$ [MPa]	$E_d$ [MPa]	$E$ [MPa]
2	56,32	52,16	14,29	--	3,97	4,62	--
4	180,34	168,35	18,72	--	54,09	62,07	--
8	355,56	405,27	21,21	2,67	355,27	273,45	2608,51
11	590,55	571,43	22,45	--	747,59	798,46	--
15	828,16	413,22	21,28	0,33	370,45	1487,93	988,54
26	567,6	393,14	20,32	0,04	320,22	667,47	665,36
30	486,03	240,53	19,34	0,34	114,12	465,97	305,36



**SONDEDILE**  
 s.r.l. unipersonale  
 Decreto di concessione, n.57211 del  
 05-11-2007 per il rilascio dei certificati  
 relativi alle prove geotecniche sui terreni  
 (settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale  
 Viale Francesco Crispi, 17  
 64100 Teramo (TE)  
 ITALY  
 Tel: +39 0861 411432  
 Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com  
 info@sonedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo  
 P.IVA e C.F.: 00075830679  
 Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.



**Legenda:**

$\rho$  = densità geofisica

$$\rho = 0.51 V_p^{0.19}$$

$\nu$  = coefficiente di Poisson

$$\nu = 0.5 \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

G = modulo di deformazione a taglio

$$G = \rho V_s^2$$

$E_d$  = modulo di compressibilità edometrica

$$E_d = \rho V_p^2$$

E = modulo di Young

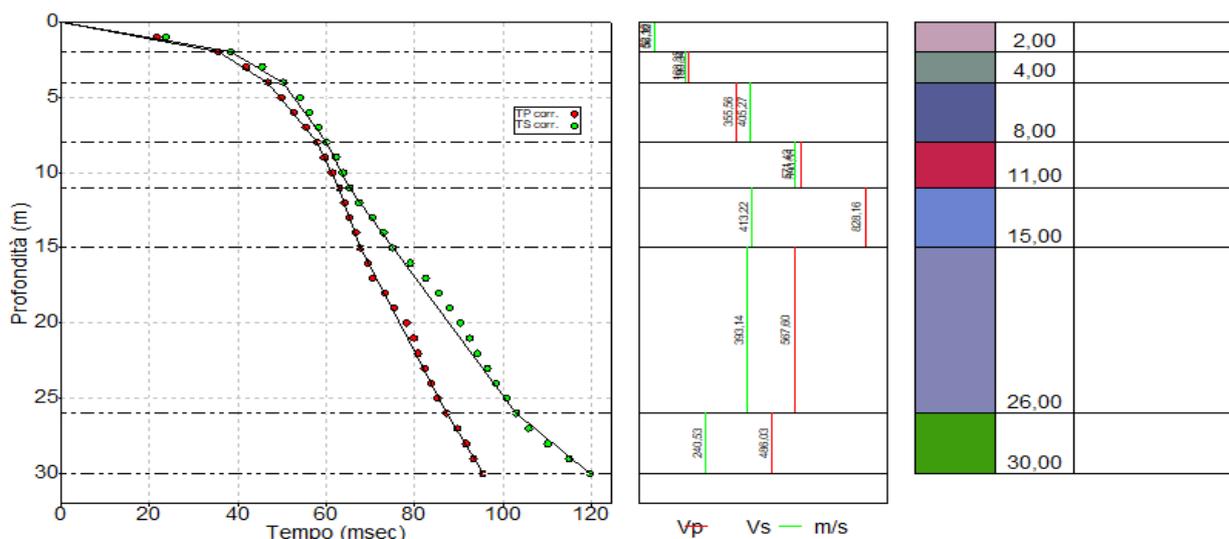
$$E = 2\rho V_s^2 (1 + \nu)$$

**Metodo diretto**

Profondità di riferimento 30,00 m  
 $V_{S30}$  250,77 m/sec

La categoria di sottosuolo di riferimento è la C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

**Dromocrone**



**COMUNE DI PESCARA****CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Titolo tavola

# PRIME INDICAZIONI DI SICUREZZA

Supporto alla progettazione:

Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Studio specialistico Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO

Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilità\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Soggetto attuatore



AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

Il Gruppo di lavoro

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Tavola

**MP.I-207**

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

Nome file

00\_Testatine\_Preliminare Porto Pescara.dwg

**Comune di Pescara**  
Provincia di PE

**PRIME INDICAZIONI  
E MISURE PER LA  
STESURA DEI PIANI  
DI SICUREZZA**

**progetto preliminare dei lavori pubblici**

(Art. 17, comma 1, lettera f) del D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e s.m.i.)

(Allegato XV del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.)

(D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106)

**OGGETTO:** "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di foce e scogliera di radicazione)

**COMMITTENTE:** ARAP Abruzzo.

**CANTIERE:** Via del Porto, Pescara (PE)

Pescara, 14/05/2019

**IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA**

\_\_\_\_\_

*per presa visione*

**IL COMMITTENTE**

\_\_\_\_\_

(Presidente del Consiglio di Amministrazione Leombroni Giampiero)



# LAVORO

## CARATTERISTICHE GENERALI DELL'OPERA:

---

**Natura dell'Opera:** Opera Marina  
**OGGETTO:** "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"  
(Completamento opere di protezione - pennello di foce e scogliera di radicamento)

**Importo presunto dei Lavori:** 7.704.366,00 euro

## Dati del CANTIERE:

---

**Indirizzo:** Via del Porto  
**CAP:** 65121  
**Città:** Pescara (PE)

## COMMITTENTI

### DATI COMMITTENTE:

---

**Ragione sociale:** ARAP Abruzzo  
**Indirizzo:** Via Nazionale SS602 Km 51+355  
**CAP:** 65012  
**Città:** Villanova di Cepagatti (PE)  
**Telefono / Fax:** 0859773101 0859773101

### nella Persona di:

**Nome e Cognome:** Giampiero Leombroni  
**Qualifica:** Presidente del Consiglio di Amministrazione  
**Indirizzo:** Via Nazionale SS602 Km 51+355  
**CAP:** 65012  
**Città:** Villanova di Cepagatti  
**Telefono / Fax:** 0859773101 0859773101  
**Codice Fiscale:** LMBGPR46E21C632P

## RESPONSABILI

### Progettista:

---

**Nome e Cognome:** Giuseppe Nicola Bernabeo  
**Qualifica:** Ingegnere  
**Indirizzo:** Via Nazionale SS602 km 51+355  
**CAP:** 65012  
**Città:** Villanova di Cepagatti (PE)  
**Telefono / Fax:** 0859773101 0859773101  
**Indirizzo e-mail:** nicola.bernabeo@arapabruzzo.it  
**Codice Fiscale:** BRNGPP67E28E372G

### Responsabile dei Lavori:

---

**Nome e Cognome:** Massimiliano Gramenzi  
**Qualifica:** Ingegnere  
**Indirizzo:** Via Nazionale SS 602 km 51+355  
**CAP:** 65012  
**Città:** Villanova di Cepagatti (PE)  
**Telefono / Fax:** 0859773101 0859773101  
**Indirizzo e-mail:** massimiliano.gramenzi@arapabruzzo.it

### Progettista:

---

**Nome e Cognome:** Tommaso Impicciatore  
**Qualifica:** Ingegnere  
**Indirizzo:** Via Nazionale SS 602 Km 51+355  
**CAP:** 65012  
**Città:** Villanova di Cepagatti (Pe)  
**Telefono / Fax:** 0859773101 0859773101  
**Indirizzo e-mail:** tommaso.impicciatore@arapabruzzo.it  
**Codice Fiscale:** MPCTMS67L26A485K

## **DESCRIZIONE DEL CONTESTO IN CUI È COLLOCATA L'AREA DEL CANTIERE**

L'area di cantiere è posta nell'ambito portuale di Ortona. Il contesto nel quale si trova il cantiere è quello prevalentemente interessato da attività marittime e commerciali con attività anche in ambito petrolifero e metalmeccanica pesante.  
[D.P.R. 207/2010, art. 17, comma 2, lettera a), punto 1]

## DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA

L'opera prevede tre macro categorie di intervento come di seguito individuate:

**1.** Demolizione di un tratto del molo Nord di circa 100 m di lunghezza. Questa demolizione riguarderà sia la parte emersa, che quella sommersa, fino alla quota fondale; stimata in circa - 6.00 m sul livello del mare. Il materiale sarà opportunamente analizzato e previa cernita eventualmente riutilizzato nell'ambito del cantiere.

**2.** Prolungamento diga Sud o di sottoflutto. Questa parte d'opera consiste nel classico intervento a gettata con l'utilizzo di massi naturali di diversa pezzatura e granulometria che costituiscono il nucleo. La sezione progettuale si completa con massi artificiali del tipo "accropodi" prefabbricati in loco, presso la radice del nuovo molo Nord o di sopraflutto. Nella parte sommitale vi è poi il coronamento a sezione rettangolare in CLS armato.

**3.** Completamento banchina di riva. E' prevista la realizzazione di una colmata mediante il completamento del filo banchina con palancolata metallica tirantata e cordolo in CLS sommitale. La profondità delle palancole è calibrata in funzione della quota fondale prevista dal nuovo PRP, in fase di approvazione. A tergo della palancolata verranno conferiti **parte dei sedimenti provenienti dal dragaggio operato da diversa stazione appaltante, nello specifico individuato nel comune di Ortona.** La quantità eccedente il volume di riempimento (circa 45.000 mc) non sarà competenza di ARAP e quindi del presente progetto.

[D.P.R. 207/2010, art. 17, comma 2, lettera a), punto 2]

## AREA DEL CANTIERE

Poiché il presente documento è uno strumento propedeutico al più esaustivo "Piano di Sicurezza e Coordinamento" (documento previsto in fase di progettazione esecutiva), in questa sezione si può far riferimento, per i contenuti, alle specifiche indicazioni dell'allegato XV al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. recante i contenuti minimi del Piano di Sicurezza e Coordinamento. Pertanto, in questo raggruppamento andranno considerate le situazioni di pericolosità relative sia alle caratteristiche dell'area su cui dovrà essere installato il cantiere, sia al contesto all'interno del quale esso stesso andrà a collocarsi. Secondo quanto richiesto dall'Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 tale valutazione, riferita almeno agli elementi di cui all'Allegato XV.2, dovrà riguardare i seguenti aspetti:

Caratteristiche area del cantiere, il cantiere si sviluppa nell'area portuale;  
[D.Lgs. 81/2008, Allegato XV, punto 2.1.2, lett. c) e d) punto 1 - punto 2.2.1, lett. a)]

Fattori esterni che comportano rischi per il cantiere, essenzialmente si individua fattori di interferenza dovuta alle normali attività portuali ea alle attività di traffico terrestre generate dal cantiere;  
[D.Lgs. 81/2008, Allegato XV, punto 2.1.2, lett. c) e d) punto 1 - punto 2.2.1, lett. b)]

Rischi che le lavorazioni di cantiere comportano per l'area circostante, potenziale intefreneza con le normali attività sia terrestri che marittime;  
[D.Lgs. 81/2008, Allegato XV, punto 2.1.2, lett. c) e d) punto 1 - punto 2.2.1, lett. c)]

Descrizione caratteristiche idrogeologiche, ove le caratteristiche dell'opera lo richieda, dove dovrà essere inserita una breve descrizione delle caratteristiche idrogeologiche del terreno. Qualora fosse disponibile una specifica relazione, potrà rinviarsi ad essa nel punto "Conclusioni Generali", dove verranno menzionati tutti gli allegati al Piano di Sicurezza.  
[D.Lgs. 81/2008, Allegato XV, punto 2.1.4]

# CARATTERISTICHE AREA DEL CANTIERE

## Banchine portuali

---

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Banchine portuali: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Opere provvisoriale e di protezione.** Per i lavori in prossimità di banchine portuali, ma che non interessano direttamente queste ultime, il rischio di caduta in acqua deve essere evitato con procedure di sicurezza analoghe a quelle previste per la caduta al suolo, ad esempio mediante la realizzazione di adeguate opere provvisoriale e di protezione (solidi parapetti con arresto al piede). Le opere provvisoriale e di protezione si possono differenziare sostanzialmente per quanto concerne la loro progettazione, che deve tener conto dei vincoli specifici richiesti dalla presenza del particolare fattore ambientale.

### Rischi specifici:

- 1) Annegamento;

## Condutture sotterranee

---

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Condutture sotterranee: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Reti di distribuzione di energia elettrica.** Si deve provvedere preliminarmente a verificare la presenza di linee elettriche interrate che possono interferire con l'area di cantiere. Nel caso di cavi elettrici in tensione interrati o in cunicolo, il percorso e la profondità delle linee devono essere rilevati o segnalati in superficie quando interessino direttamente la zona di lavoro. Nel caso di lavori di scavo che intercettano ed attraversano linee elettriche interrate in tensione è necessario procedere con cautela e provvedere a mettere in atto sistemi di sostegno e protezione provvisoriale al fine di evitare pericolosi avvicinamenti e/o danneggiamenti alle linee stesse durante l'esecuzione dei lavori.

**Reti di distribuzione acqua.** Si deve provvedere preliminarmente a verificare la presenza di elementi di reti di distribuzione di acqua e, se del caso, deve essere provveduto a rilevare e segnalare in superficie il percorso e la profondità.

**Reti di distribuzione gas.** Si deve provvedere preliminarmente a verificare la presenza di elementi di reti di distribuzione di gas che possono interferire con il cantiere, nel qual caso devono essere avvertiti tempestivamente gli esercenti tali reti al fine di concordare le misure essenziali di sicurezza da prendere prima dell'inizio dei lavori e durante lo sviluppo dei lavori. In particolare è necessario preventivamente rilevare e segnalare in superficie il percorso e la profondità degli elementi e stabilire modalità di esecuzione dei lavori tali da evitare l'insorgenza di situazioni pericolose sia per i lavori da eseguire, sia per l'esercizio delle reti. Nel caso di lavori di scavo che interferiscono con tali reti è necessario prevedere sistemi di protezione e sostegno delle tubazioni messe a nudo, al fine di evitare il danneggiamento delle medesime ed i rischi conseguenti.

**Reti fognarie.** Si deve provvedere preliminarmente a verificare la presenza di reti fognarie sia attive sia non più utilizzate. Se tali reti interferiscono con le attività di cantiere, il percorso e la profondità devono essere rilevati e segnalati in superficie. Specialmente durante lavori di scavo, la presenza, anche al contorno, di reti fognarie deve essere nota, poiché costituisce sempre una variabile importante rispetto alla consistenza e stabilità delle pareti di scavo sia per la presenza di terreni di rinterro, sia per la possibile formazione di improvvisi vuoti nel terreno (tipici nel caso di vetuste fognature dismesse), sia per la presenza di possibili infiltrazioni o inondazioni d'acqua dovute a fessurazione o cedimento delle pareti qualora limitrofe ai lavori di sterro.

### Rischi specifici:

- 1) Annegamento;
- 2) Elettrocuzione;
- 3) Incendi, esplosioni;
- 4) Sepellimento, sprofondamento;

## Falde

---

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Falde: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Indagini topografiche e geologiche.** L'area interessata dal cantiere deve essere individuata topograficamente e geologicamente onde ottenere informazioni utili a determinare le condizioni idrogeologiche in cui si opera al fine di prevenire il recapito in

cantiere del deflusso di eventuali acque di falda. Ove del caso è necessario prevedere canali di captazione e deflusso ed attrezzare il cantiere con pompe idrovore di capacità adeguata.

### Rischi specifici:

- 1) Annegamento;

## Fonti inquinanti

---

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Fonti inquinanti: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Provvedimenti per la riduzione del rumore.** In relazione alle specifiche attività svolte devono essere previste ed adottati tutti i provvedimenti necessari ad evitare o ridurre al minimo l'emissione di rumori, polveri, ecc. Al fine di limitare l'inquinamento acustico si può sia prevedere di ridurre l'orario di utilizzo delle macchine e degli impianti più rumorosi sia installare barriere contro la diffusione del rumore. Qualora le attività svolte comportino elevata rumorosità devono essere autorizzate dal Sindaco. Nelle lavorazioni che comportano la formazione di polveri devono essere adottati sistemi di abbattimento e di contenimento il più possibile vicino alla fonte. Nelle attività edili è sufficiente inumidire il materiale polverulento, segregare l'area di lavorazione per contenere l'abbattimento delle polveri nei lavori di sabbiatura, per il caricamento di silos, l'aria di spostamento deve essere raccolta e convogliata ad un impianto di depolverizzazione, ecc.

### Rischi specifici:

- 1) Rumore;
- 2) Polveri;

## Manufatti interferenti o sui quali intervenire

---

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Manufatti: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Opere provvisoriale e di protezione.** Per i lavori in prossimità di manufatti, ma che non interessano direttamente questi ultimi, il possibile rischio d'urto da parte di mezzi d'opera (gru, autocarri, ecc), deve essere evitato mediante opportune segnalazioni o opere provvisoriale e di protezione. Le misure si possono differenziare sostanzialmente per quanto concerne la loro progettazione, che deve tener conto dei vincoli specifici richiesti dalla presenza del particolare fattore ambientale.

### Rischi specifici:

- 1) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 2) Investimento, ribaltamento;
- 3) Urti, colpi, impatti, compressioni;

## Ordigni bellici inesplosi

---

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Ordigni bellici inesplosi: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Bonifica da ordigni bellici.** Prima di procedere all'esecuzione di qualsiasi attività di scavo deve essere prevista una bonifica, preventiva e sistematica, dell'area di cantiere da residui bellici inesplosi al fine di garantire le necessarie condizioni di sicurezza dei lavoratori e dell'opera futura. L'attività di bonifica comprende una serie di fasi operative che riguardano: la ricerca, la localizzazione, l'individuazione, lo scoprimento, l'esame, la disattivazione, la neutralizzazione e/o rimozione di residui bellici risalenti al primo e al secondo conflitto mondiale. L'attività di bonifica preventiva e sistematica deve essere svolta da un'impresa specializzata, in possesso dei requisiti di cui all'art. 104, comma 4-bis, del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., e sulla base di un parere vincolante dell'autorità militare competente per territorio in merito alle specifiche regole tecniche da osservare in considerazione della collocazione geografica e della tipologia dei terreni interessati, nonché mediante misure di sorveglianza dei competenti organismi del Ministero della difesa, del Ministero del lavoro e delle politiche sociali e del Ministero della salute.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 91.

**Rischi specifici:**

- 1) Incendi, esplosioni;

# FATTORI ESTERNI CHE COMPORTANO RISCHI PER IL CANTIERE

## Idrovie

---

## Insedimenti produttivi

---

## Strade

---

### Misure Preventive e Protettive generali:

- 1) Strade: misure organizzative;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

**Lavori stradali.** Per i lavori in prossimità di strade i rischi derivanti dal traffico circostante devono essere evitati con l'adozione delle adeguate procedure previste dal codice della strada. Particolare attenzione deve essere posta nella scelta, tenuto conto del tipo di strada e delle situazioni di traffico locali, della tipologia e modalità di delimitazione del cantiere, della segnaletica più opportuna, del tipo di illuminazione (di notte e in caso di scarsa visibilità), della dimensione delle deviazioni e del tipo di manovre da compiere.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.P.R. 16 dicembre 1992 n.495, Art.30; D.P.R. 16 dicembre 1992 n.495, Art.31; D.P.R. 16 dicembre 1992 n.495, Art.40; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Allegato 6, Punto 1.

### Rischi specifici:

- 1) Investimento;

## **RISCHI CHE LE LAVORAZIONI DI CANTIERE COMPORTANO PER L'AREA CIRCOSTANTE**

# DESCRIZIONE CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

## ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

Poiché il presente documento è uno strumento propedeutico al più esaustivo "Piano di Sicurezza e Coordinamento" (documento previsto in fase di progettazione esecutiva), in questa sezione si può far riferimento, per i contenuti, alle specifiche indicazioni dell'allegato XV al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. recante i contenuti minimi del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

In questo raggruppamento andranno considerate le situazioni di pericolosità, e le necessarie misure preventive, relative all'organizzazione del cantiere.

Secondo quanto richiesto dall'Allegato XV, punto 2.2.2 del D.Lgs. 81/2008 tale valutazione dovrà riguardare, in relazione alla tipologia del cantiere, l'analisi di almeno i seguenti aspetti:

- a) modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- b) servizi igienico-assistenziali;
- c) viabilità principale di cantiere;
- d) gli impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- e) gli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- f) le disposizioni per dare attuazione a quanto previsto dall'art. 102 del D.Lgs. 81/2008 (Consultazione del RLS);
- g) le disposizioni per dare attuazione a quanto previsto dall'art. 92, comma 1, lettera c) (Cooperazione e coordinamento delle attività);
- h) le eventuali modalità di accesso dei mezzi di fornitura dei materiali;
- i) la dislocazione degli impianti di cantiere;
- l) la dislocazione delle zone di carico e scarico;
- m) le zone di deposito attrezzature e di stoccaggio materiali e dei rifiuti;
- n) le eventuali zone di deposito dei materiali con pericolo d'incendio o di esplosione.

## **SEGNALETICA GENERALE PREVISTA NEL CANTIERE**

# LAVORAZIONI INTERFERENTI

## ALLESTIMENTO E SMOBILIZZO DEL CANTIERE

---

### La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:

#### Cantiere marittimo

Delimitazione di cantiere temporaneo sull'acqua

#### Preparazione delle aree di cantiere

Scavo di pulizia generale dell'area del cantiere

Trasporto a recupero di legna e frascame

Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere

Realizzazione della viabilità di cantiere

Realizzazione di schermatura di cantiere antirumore e antipolvere

Realizzazione di recinzione per la tutela delle fasce ripariali

#### Apprestamenti del cantiere

Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi

Allestimento di aree di deposito provvisorie per materiali recuperabili

Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere

Allestimento di servizi sanitari del cantiere

#### Impianti di servizio del cantiere

Realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere

Realizzazione di impianto di protezione da scariche atmosferiche del cantiere

Realizzazione di impianto elettrico del cantiere

Realizzazione di impianto idrico dei servizi igienico-assistenziali e sanitari del cantiere

Realizzazione di impianto idrico del cantiere

Realizzazione di impianto d'illuminazione di cantiere ad alta efficienza

#### Protezione delle linee elettriche aeree

Posa in opera di tubazioni in pvc per la messa in sicurezza di linee elettriche aeree

Realizzazione di barriera in legno per la messa in sicurezza di linee elettriche

#### Protezione delle postazioni di lavoro fisse

Realizzazione di passerella per attraversamento di scavi o spazi affaccianti sul vuoto

Realizzazione di tettoia in legno a protezione delle postazioni di lavoro

#### Smobilizzo del cantiere

Pulizia generale dell'area di cantiere

Smobilizzo del cantiere

Smontaggio del ponteggio metallico fisso

Smontaggio della gru a torre

## Cantiere marittimo (fase)

### Delimitazione di cantiere temporaneo sull'acqua (sottofase)

---

#### Macchine utilizzate:

- 1) Motobarca.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Annegamento; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla delimitazione dell'area di cantiere sull'acqua;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla delimitazione dell'area di cantiere sull'acqua;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** indumenti impermeabili; **e)** indumenti ad alta visibilità.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Annegamento;
- b) Scivolamenti, cadute a livello;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Preparazione delle aree di cantiere (fase)

### Scavo di pulizia generale dell'area del cantiere (sottofase)

---

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro;
- 2) Pala meccanica.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Scivolamenti, cadute a livello.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto allo scavo di pulizia generale dell'area di cantiere;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto allo scavo di pulizia generale dell'area di cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi; **g)** indumenti ad alta visibilità.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Investimento, ribaltamento;
- b) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Trasporto a recupero di legna e frascame (sottofase)

---

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro con gru.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Punture, tagli, abrasioni; Rumore; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto al trasporto a recupero di legna e frascame;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al trasporto a recupero di legna e frascame;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** visiera protettiva; **d)** guanti antivibrazioni; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi; **g)** indumenti ad alta visibilità.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Investimento, ribaltamento;
- b) Rumore;
- c) Vibrazioni;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

b) Motosega;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Rumore; Vibrazioni.

## Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere (sottofase)

---

**Macchine utilizzate:**

1) Autocarro.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

**Lavoratori impegnati:**

1) Addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

a) DPI: addetto alla realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

a) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

a) Attrezzi manuali;

b) Scala semplice;

c) Sega circolare;

d) Smerigliatrice angolare (flessibile);

e) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

## Realizzazione della viabilità di cantiere (sottofase)

---

**Macchine utilizzate:**

1) Autocarro;

2) Pala meccanica.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Scivolamenti, cadute a livello.

**Lavoratori impegnati:**

1) Addetto alla realizzazione della viabilità di cantiere;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

a) DPI: addetto alla realizzazione della viabilità di cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi; **g)** indumenti ad alta visibilità.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

a) Investimento, ribaltamento;

b) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

a) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Realizzazione di schermatura di cantiere antirumore e antipolvere (sottofase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione di schermatura di cantiere antirumore e antipolvere;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla realizzazione di schermatura di cantiere antirumore e antipolvere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;  
b) Scala semplice;  
c) Sega circolare;  
d) Smerigliatrice angolare (flessibile);  
e) Trapano elettrico;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

## Realizzazione di recinzione per la tutela delle fasce ripariali (sottofase)

### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione di recinzione per la tutela delle fasce ripariali ;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla realizzazione di recinzione per la tutela delle fasce ripariali ;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;  
b) Scala semplice;  
c) Sega circolare;  
d) Smerigliatrice angolare (flessibile);  
e) Trapano elettrico;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

## Apprestamenti del cantiere (fase)

## Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi (sottofase)

### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;
- 2) Autogru.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Elettrocuzione; Punture, tagli, abrasioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto all'allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto all'allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

## Allestimento di aree di deposito provvisorie per materiali recuperabili (sottofase)

### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;
- 2) Pala meccanica (minipala);
- 3) Autogru.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Scivolamenti, cadute a livello; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Elettrocuzione; Punture, tagli, abrasioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto all'allestimento di aree di deposito provvisorie per materiali recuperabili;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto all'allestimento di aree di deposito provvisorie per materiali recuperabili;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

## Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere (sottofase)

### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;
- 2) Autogru.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Elettrocuzione; Punture, tagli, abrasioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto all'allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto all'allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

---

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

---

## Allestimento di servizi sanitari del cantiere (sottofase)

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro;
- 2) Autogru.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Elettrocuzione; Punture, tagli, abrasioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto all'allestimento di servizi sanitari del cantiere;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto all'allestimento di servizi sanitari del cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

---

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

---

## Impianti di servizio del cantiere (fase)

---

## Realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere (sottofase)

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Elettrocuzione;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Avvitatore elettrico;  
c) Scala semplice;  
d) Scala doppia;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Elettrocuzione; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Cesoiamenti, stritolamenti.

## Realizzazione di impianto di protezione da scariche atmosferiche del cantiere (sottofase)

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione di impianto di protezione da scariche atmosferiche del cantiere;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla realizzazione di impianto di protezione da scariche atmosferiche del cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Elettrocuzione;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Scala semplice;  
c) Scala doppia;  
d) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Vibrazioni.

## Realizzazione di impianto elettrico del cantiere (sottofase)

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione di impianto elettrico di cantiere;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla realizzazione di impianto elettrico di cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Elettrocuzione;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Ponteggio mobile o trabattello;  
c) Scala doppia;  
d) Scala semplice;  
e) Trapano elettrico;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Cesoiamenti, stritolamenti; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Vibrazioni.

## **Realizzazione di impianto idrico dei servizi igienico-assistenziali e sanitari del cantiere (sottofase)**

---

### **Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla realizzazione di impianto idrico dei servizi igienico-assistenziali e sanitari del cantiere;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla realizzazione di impianto idrico dei servizi igienico-assistenziali e sanitari del cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** calzature di sicurezza; **c)** guanti; **d)** occhiali protettivi; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) R.O.A. (operazioni di saldatura);

#### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Cannello per saldatura ossiacetilenica;  
c) Scala doppia;  
d) Scala semplice;  
e) Trapano elettrico;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Inalazione fumi, gas, vapori; Incendi, esplosioni; Radiazioni non ionizzanti; Rumore; Caduta dall'alto; Cesoiamenti, stritolamenti; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Vibrazioni.

## **Realizzazione di impianto idrico del cantiere (sottofase)**

---

### **Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla realizzazione di impianto idrico del cantiere;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla realizzazione di impianto idrico del cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** calzature di sicurezza; **c)** guanti; **d)** occhiali protettivi; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) R.O.A. (operazioni di saldatura);

#### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Cannello per saldatura ossiacetilenica;  
c) Scala doppia;  
d) Scala semplice;  
e) Trapano elettrico;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Inalazione fumi, gas, vapori; Incendi, esplosioni; Radiazioni non ionizzanti; Rumore; Caduta dall'alto; Cesoiamenti, stritolamenti; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Vibrazioni.

## **Realizzazione di impianto d'illuminazione di cantiere ad alta efficienza (sottofase)**

---

### **Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla realizzazione di impianto d'illuminazione di cantiere ad alta efficienza;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla realizzazione di impianto d'illuminazione di cantiere ad alta efficienza;

*Prescrizioni Organizzative:*

"DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di foce e scogliera di radicamento) - Pag.

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

a) Elettrocuzione;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

a) Attrezzi manuali;

b) Ponteggio mobile o trabattello;

c) Scala doppia;

d) Scala semplice;

e) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Cesoiamenti, stritolamenti; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Vibrazioni.

## Protezione delle linee elettriche aeree (fase)

### Posa in opera di tubazioni in pvc per la messa in sicurezza di linee elettriche aeree (sottofase)

**Macchine utilizzate:**

1) Autocarro con cestello.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Vibrazioni.

**Lavoratori impegnati:**

1) Addetto alla posa in opera di tubazioni in pvc per la messa in sicurezza di linee elettriche aeree;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

a) DPI: addetto alla posa in opera di tubazioni in pvc per la messa in sicurezza di linee elettriche aeree;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

a) Elettrocuzione;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

a) Attrezzi manuali;

b) Scala semplice;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi.

### Realizzazione di barriera in legno per la messa in sicurezza di linee elettriche (sottofase)

**Lavoratori impegnati:**

1) Addetto alla realizzazione di barriera in legno per la messa in sicurezza di linee elettriche;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

a) DPI: addetto alla realizzazione di barriera in legno per la messa in sicurezza di linee elettriche;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

a) Elettrocuzione;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

a) Attrezzi manuali;

- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

## Protezione delle postazioni di lavoro fisse (fase)

### Realizzazione di passerella per attraversamento di scavi o spazi affacciati sul vuoto (sottofase)

---

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla realizzazione di passerella per attraversamento di scavi o spazi affacciati sul vuoto;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla realizzazione di passerella per attraversamento di scavi o spazi affacciati sul vuoto;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** attrezzatura anticaduta; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- d) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Vibrazioni.

### Realizzazione di tettoia in legno a protezione delle postazioni di lavoro (sottofase)

---

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla realizzazione di tettoia in legno a protezione delle postazioni di lavoro;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla realizzazione di tettoia in legno a protezione delle postazioni di lavoro;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** attrezzatura anticaduta; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Sega circolare;
- d) Smerigliatrice angolare (flessibile);
- e) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

## Smobilizzo del cantiere (fase)

---

## Pulizia generale dell'area di cantiere (sottofase)

---

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla pulizia generale dell'area di cantiere;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla pulizia generale dell'area di cantiere;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** maschera con filtro specifico; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi; **g)** indumenti ad alta visibilità.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Investimento, ribaltamento;

### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Smobilizzo del cantiere (sottofase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;  
2) Autogru.

### **Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Elettrocuzione; Punture, tagli, abrasioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto allo smobilizzo del cantiere;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto allo smobilizzo del cantiere;

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;

### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Scala doppia;  
c) Scala semplice;  
d) Smerigliatrice angolare (flessibile);  
e) Trapano elettrico;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Cesoiamenti, stritolamenti; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Vibrazioni.

## Smontaggio del ponteggio metallico fisso (sottofase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro.

### **Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto allo smontaggio del ponteggio metallico fisso;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto allo smontaggio del ponteggio metallico fisso;

**Prescrizioni Organizzative:**

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** attrezzatura anticaduta.

**Riferimenti Normativi:**

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta dall'alto;
- b) Rumore;
- c) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Argano a bandiera;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Scala semplice;
- d) Trapano elettrico;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Elettrocuzione; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Movimentazione manuale dei carichi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Vibrazioni.

## Smontaggio della gru a torre (sottofase)

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro;
- 2) Autogru.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Elettrocuzione; Punture, tagli, abrasioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Smontaggio della gru a torre;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto allo smontaggio della gru a torre;

**Prescrizioni Organizzative:**

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** guanti; **c)** calzature di sicurezza; **d)** attrezzatura anticaduta.

**Riferimenti Normativi:**

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta dall'alto;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## LAVORI MARITTIMI

**La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:**

Opere di difesa costiera con mezzi terrestri

- Realizzazione di pennello (mezzi terrestri)
- Realizzazione di scogliera (mezzi terrestri)
- Ripascimento artificiale (mezzi terrestri)
- Salpamento (mezzi terrestri)

Opere di difesa costiera con mezzi marittimi

- Realizzazione di pennello (mezzi marittimi)
- Realizzazione di scogliera (mezzi marittimi)
- Salpamento (mezzi marittimi)

## Opere di difesa costiera con mezzi terrestri (fase)

## Realizzazione di pennello (mezzi terrestri) (sottofase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Escavatore.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione di pennello (mezzi terrestri);

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla realizzazione di pennello (mezzi terrestri);

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** giubbotto di salvataggio; **f)** indumenti protettivi.

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Annegamento;  
b) Investimento, ribaltamento;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Realizzazione di scogliera (mezzi terrestri) (sottofase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Escavatore.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla realizzazione di scogliera (mezzi terrestri);

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla realizzazione di scogliera (mezzi terrestri);

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** giubbotto di salvataggio; **f)** indumenti protettivi.

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Annegamento;  
b) Investimento, ribaltamento;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Ripascimento artificiale (mezzi terrestri) (sottofase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Escavatore.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al ripascimento artificiale (mezzi terrestri);

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al ripascimento artificiale (mezzi terrestri);

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** giubbotto di salvataggio; **f)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Annegamento;  
b) Investimento, ribaltamento;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Salpamento (mezzi terrestri) (sottofase)

**Macchine utilizzate:**

- 1) Escavatore.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto al salpamento (mezzi terrestri);

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al salpamento (mezzi terrestri);

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** giubbotto di salvataggio; **f)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Annegamento;  
b) Investimento, ribaltamento;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Opere di difesa costiera con mezzi marittimi (fase)

### Realizzazione di pennello (mezzi marittimi) (sottofase)

**Macchine utilizzate:**

- 1) Pontone;  
2) Escavatore.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Annegamento; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Cesoiamenti, stritolamenti; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla realizzazione di pennello (mezzi marittimi);

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla realizzazione di pennello (mezzi marittimi);

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** giubbotto di salvataggio; **f)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

"DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Annegamento;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Realizzazione di scogliera (mezzi marittimi) (sottofase)

---

**Macchine utilizzate:**

- 1) Escavatore;  
2) Pontone.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni; Annegamento; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla realizzazione di scogliera (mezzi marittimi);

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla realizzazione di scogliera (mezzi marittimi);

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** giubbotto di salvataggio; **f)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Annegamento;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Salpamento (mezzi marittimi) (sottofase)

---

**Macchine utilizzate:**

- 1) Pontone;  
2) Escavatore.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Annegamento; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Cesoiamenti, stritolamenti; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Vibrazioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto al salpamento (mezzi marittimi);

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al salpamento (mezzi marittimi);

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** giubbotto di salvataggio; **f)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Annegamento;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Rinterri e rinfianchi

---

### La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:

- Rinterro di scavo eseguito a macchina
- Rinterro di scavo eseguito a mano
- Rinfianco con sabbia eseguito a macchina
- Rinfianco con sabbia eseguito a mano

## Rinterro di scavo eseguito a macchina (fase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Dumper;
- 2) Pala meccanica.

### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Vibrazioni; Scivolamenti, cadute a livello.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al rinterro di scavo eseguito a macchina;

### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto al rinterro di scavo eseguito a macchina;

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera antipolvere; **e)** guanti; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi; **h)** indumenti ad alta visibilità.

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Investimento, ribaltamento;

### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;

### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

## Rinterro di scavo eseguito a mano (fase)

---

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al rinterro di scavo eseguito a mano;

### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto al rinterro di scavo eseguito a mano;

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;
- b) Andatoie e Passerelle;

### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

## Rinfianco con sabbia eseguito a macchina (fase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;
- 2) Terna.

### **Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Elettrocuzione; Scivolamenti, cadute a livello.

### **Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto al rinfianco con sabbia eseguito a macchina;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al rinfianco con sabbia eseguito a macchina;

---

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera antipolvere; **e)** guanti antivibrazioni; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi; **h)** indumenti ad alta visibilità.

---

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Investimento, ribaltamento;  
b) Rumore;  
c) Vibrazioni;

### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Andatoie e Passerelle;  
c) Compattatore a piatto vibrante;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Inalazione fumi, gas, vapori; Incendi, esplosioni; Movimentazione manuale dei carichi; Rumore; Vibrazioni.

## **Rinfianco con sabbia eseguito a mano (fase)**

---

### **Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro.

#### **Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### **Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto al rinfianco con sabbia eseguito a mano;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al rinfianco con sabbia eseguito a mano;

---

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera antipolvere; **e)** guanti antivibrazioni; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi.

---

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Rumore;  
b) Vibrazioni;

### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Andatoie e Passerelle;  
c) Compattatore a piatto vibrante;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Inalazione fumi, gas, vapori; Incendi, esplosioni; Movimentazione manuale dei carichi; Rumore; Vibrazioni.

## **BONIFICHE DA ORDIGNI BELLICI**

---

### **La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:**

Localizzazione e bonifica profonda di eventuali ordigni bellici

Localizzazione e bonifica superficiale di eventuali ordigni bellici

Scavo eseguito a macchina di avvicinamento ad ordigni bellici

Scavo eseguito a mano di avvicinamento ad ordigni bellici

Taglio di arbusti e vegetazione in genere per opere di bonifica da ordigni bellici

## Localizzazione e bonifica profonda di eventuali ordigni bellici (fase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Trivellatrice.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Caduta di materiale dall'alto o a livello; Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla localizzazione e bonifica profonda di eventuali ordigni bellici;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla localizzazione e bonifica profonda di eventuali ordigni bellici;

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** visiera protettiva; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Incendi, esplosioni;
- b) Seppellimento, sprofondamento;
- c) Caduta dall'alto;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Apparato rilevatore;
- c) Attrezzi manuali;
- d) Scala semplice;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Incendi, esplosioni; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi.

## Localizzazione e bonifica superficiale di eventuali ordigni bellici (fase)

---

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla localizzazione e bonifica superficiale di eventuali ordigni bellici;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla localizzazione e bonifica superficiale di eventuali ordigni bellici;

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** visiera protettiva; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Incendi, esplosioni;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Apparato rilevatore;
- c) Attrezzi manuali;
- d) Scala semplice;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Incendi, esplosioni; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi.

## Scavo eseguito a macchina di avvicinamento ad ordigni bellici (fase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Autocarro;
- 2) Escavatore;
- 3) Pala meccanica.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Elettrocuzione; Scivolamenti, cadute a livello.

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto allo scavo eseguito a macchina di avvicinamento ad ordigni bellici;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto allo scavo eseguito a macchina di avvicinamento ad ordigni bellici;

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** visiera protettiva; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Incendi, esplosioni;  
b) Seppellimento, sprofondamento;  
c) Caduta dall'alto;

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;  
b) Apparato rilevatore;  
c) Attrezzi manuali;  
d) Scala semplice;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Incendi, esplosioni; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi.

### Scavo eseguito a mano di avvicinamento ad ordigni bellici (fase)

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto allo scavo eseguito a mano di avvicinamento ad ordigni bellici;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto allo scavo eseguito a mano di avvicinamento ad ordigni bellici;

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** visiera protettiva; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

#### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Incendi, esplosioni;  
b) Seppellimento, sprofondamento;  
c) Caduta dall'alto;  
d) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

#### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;  
b) Apparato rilevatore;  
c) Attrezzi manuali;  
d) Scala semplice;

#### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Incendi, esplosioni; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi.

### Taglio di arbusti e vegetazione in genere per opere di bonifica da ordigni bellici (fase)

#### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al taglio di arbusti e vegetazione in genere per opere di bonifica da ordigni bellici;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto al taglio di arbusti e vegetazione in genere per opere di bonifica da ordigni bellici;

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** visiera protettiva; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Incendi, esplosioni;
- b) Rumore;
- c) Vibrazioni;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Apparato rilevatore;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Decespugliatore a motore;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Incendi, esplosioni; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Vibrazioni.

## INDAGINI GEOTECNICHE

---

**La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:**

Sondaggi e prelievi geotecnici

Sondaggio geomeccanico

Indagini geotecniche e prelievo di campioni

Perforazione a rotazione a distruzione di nucleo

Indagini geognostiche

Esecuzione di indagini geognostiche con prove dinamiche

Esecuzione di indagine geognostica con georadar

Prove geotecniche penetrometriche e di portanza

Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU)

Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)

Prova penetrometrica statica con punta elettrica (CPTE)

Valutazione della portanza del terreno mediante carichi statici

### Sondaggi e prelievi geotecnici (fase)

#### Sondaggio geomeccanico (sottofase)

---

**Macchine utilizzate:**

- 1) Sonda di perforazione.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto al sondaggio geomeccanico;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al sondaggio geomeccanico;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** ottoprotettori; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Urti, colpi, impatti, compressioni;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

#### Indagini geotecniche e prelievo di campioni (sottofase)

---

### Macchine utilizzate:

- 1) Sonda di perforazione.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alle indagini geotecniche e prelievo di campioni;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alle indagini geotecniche e prelievo di campioni;

---

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

---

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Urti, colpi, impatti, compressioni;

### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;

### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

---

## Perforazione a rotazione a distruzione di nucleo (sottofase)

### Macchine utilizzate:

- 1) Sonda di perforazione.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla perforazione a rotazione a distruzione di nucleo;

#### Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:

- a) DPI: addetto alla perforazione a rotazione a distruzione di nucleo;

---

#### Prescrizioni Organizzative:

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

---

#### Riferimenti Normativi:

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Urti, colpi, impatti, compressioni;

### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;

### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

---

## Indagini geognostiche (fase)

---

## Esecuzione di indagini geognostiche con prove dinamiche (sottofase)

### Macchine utilizzate:

- 1) Sonda di perforazione.

#### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto all'esecuzione di indagini geognostiche con prove dinamiche;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto all'esecuzione di indagini geognostiche con prove dinamiche;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Urti, colpi, impatti, compressioni;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Andatoie e Passerelle;

- b) Attrezzi manuali;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## **Esecuzione di indagine geognostica con georadar (sottofase)**

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto all'esecuzione di indagine geognostica con georadar;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto all'esecuzione di indagine geognostica con georadar;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** maschera antipolvere; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti ad alta visibilità.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) M.M.C. (spinta e traino);

- b) Campi elettromagnetici;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;

- b) Georadar;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Campi elettromagnetici.

## **Prove geotecniche penetrometriche e di portanza (fase)**

### **Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU) (sottofase)**

**Macchine utilizzate:**

- 1) Sonda di perforazione.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU);

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU);

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Urti, colpi, impatti, compressioni;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Andatoie e Passerelle;

- b) Attrezzi manuali;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## **Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT) (sottofase)**

---

### **Macchine utilizzate:**

- 1) Sonda di perforazione.

### **Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### **Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT);

### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT);

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Urti, colpi, impatti, compressioni;

### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Andatoie e Passerelle;  
b) Attrezzi manuali;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## **Prova penetrometrica statica con punta elettrica (CPTE) (sottofase)**

---

### **Macchine utilizzate:**

- 1) Sonda di perforazione.

### **Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### **Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla prova penetrometrica statica con punta elettrica (CPTE);

### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla prova penetrometrica statica con punta elettrica (CPTE);

#### *Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

#### *Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Urti, colpi, impatti, compressioni;

### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Andatoie e Passerelle;  
b) Attrezzi manuali;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## **Valutazione della portanza del terreno mediante carichi statici (sottofase)**

---

### **Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro.

### **Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto alla valutazione della portanza del terreno mediante carichi statici;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla valutazione della portanza del terreno mediante carichi statici;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** maschera antipolvere; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Andatoie e Passerelle;  
b) Attrezzi manuali;

### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni.

## Rinterri e rin fianchi

### La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:

- Rinterro di scavo eseguito a macchina  
Rinterro di scavo eseguito a mano  
Rin fianco con sabbia eseguito a macchina  
Rin fianco con sabbia eseguito a mano

## Rinterro di scavo eseguito a macchina (fase)

### Macchine utilizzate:

- 1) Dumper;  
2) Pala meccanica.

### Rischi generati dall'uso delle macchine:

Cesoiamenti, stritolamenti; Inalazione polveri, fibre; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Vibrazioni; Scivolamenti, cadute a livello.

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al rinterro di scavo eseguito a macchina;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al rinterro di scavo eseguito a macchina;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera antipolvere; **e)** guanti; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi; **h)** indumenti ad alta visibilità.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### Rischi a cui è esposto il lavoratore:

- a) Investimento, ribaltamento;

### Attrezzi utilizzati dal lavoratore:

- a) Attrezzi manuali;  
b) Andatoie e Passerelle;

### Rischi generati dall'uso degli attrezzi:

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

## Rinterro di scavo eseguito a mano (fase)

### Lavoratori impegnati:

- 1) Addetto al rinterro di scavo eseguito a mano;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al rinterro di scavo eseguito a mano;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** maschera antipolvere; **d)** guanti; **e)** calzature di sicurezza; **f)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) M.M.C. (sollevamento e trasporto);

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Andatoie e Passerelle;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

## Rinfianco con sabbia eseguito a macchina (fase)

---

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro;  
2) Terna.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Elettrocuzione; Scivolamenti, cadute a livello.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto al rinfianco con sabbia eseguito a macchina;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al rinfianco con sabbia eseguito a macchina;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera antipolvere; **e)** guanti antivibrazioni; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi; **h)** indumenti ad alta visibilità.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Investimento, ribaltamento;  
b) Rumore;  
c) Vibrazioni;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Andatoie e Passerelle;  
c) Compattatore a piatto vibrante;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Inalazione fumi, gas, vapori; Incendi, esplosioni; Movimentazione manuale dei carichi; Rumore; Vibrazioni.

## Rinfianco con sabbia eseguito a mano (fase)

---

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autocarro.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto al rinfianco con sabbia eseguito a mano;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al rinfianco con sabbia eseguito a mano;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera antipolvere; **e)** guanti antivibrazioni; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Rumore;  
b) Vibrazioni;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;  
b) Andatoie e Passerelle;  
c) Compattatore a piatto vibrante;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Inalazione fumi, gas, vapori; Incendi, esplosioni; Movimentazione manuale dei carichi; Rumore; Vibrazioni.

## **Strutture in fondazione in c.a.**

---

### **La Lavorazione è suddivisa nelle seguenti Fasi e Sottofasi:**

Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione

Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione con casseforme riutilizzabili

Lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione

Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione

## **Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione (fase)**

---

### **Lavoratori impegnati:**

1) Addetto alla realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

a) DPI: addetto alla realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera con filtro specifico; **e)** guanti; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Chimico;
- b) Rumore;
- c) Punture, tagli, abrasioni;

### **Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Scala semplice;
- d) Pompa a mano per disarmante;
- e) Sega circolare;

### **Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi; Nebbie; Getti, schizzi; Elettrocuzione; Inalazione polveri, fibre; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello.

## **Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione con casseforme riutilizzabili (fase)**

---

### **Macchine utilizzate:**

1) Gru a torre.

#### **Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Elettrocuzione; Rumore.

### **Lavoratori impegnati:**

1) Addetto alla realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione con casseforme riutilizzabili;

#### **Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

a) DPI: addetto alla realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione con casseforme riutilizzabili;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** otoprotettori; **c)** occhiali protettivi; **d)** maschera con filtro specifico; **e)** guanti; **f)** calzature di sicurezza; **g)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

### **Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- b) Chimico;
- c) Punture, tagli, abrasioni;
- d) Rumore;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Attrezzi manuali;
- b) Scala semplice;
- c) Andatoie e Passerelle;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Caduta dall'alto; Movimentazione manuale dei carichi; Caduta di materiale dall'alto o a livello.

---

## Lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione (fase)

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto alla lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto alla lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Punture, tagli, abrasioni;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Scala semplice;
- d) Trancia-piegaferri;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi; Cesoiamenti, stritolamenti; Elettrocuzione; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello.

---

## Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione (fase)

**Macchine utilizzate:**

- 1) Autobetoniera;
- 2) Autopompa per cls.

**Rischi generati dall'uso delle macchine:**

Caduta di materiale dall'alto o a livello; Cesoiamenti, stritolamenti; Getti, schizzi; Incendi, esplosioni; Investimento, ribaltamento; Rumore; Scivolamenti, cadute a livello; Urti, colpi, impatti, compressioni; Vibrazioni; Elettrocuzione.

**Lavoratori impegnati:**

- 1) Addetto al getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione;

**Misure Preventive e Protettive, aggiuntive a quelle riportate nell'apposito successivo capitolo:**

- a) DPI: addetto al getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione;

*Prescrizioni Organizzative:*

Devono essere forniti: **a)** casco; **b)** occhiali protettivi; **c)** guanti; **d)** calzature di sicurezza; **e)** indumenti protettivi.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 75.

**Rischi a cui è esposto il lavoratore:**

- a) Chimico;
- b) Getti, schizzi;

**Attrezzi utilizzati dal lavoratore:**

- a) Andatoie e Passerelle;
- b) Attrezzi manuali;
- c) Scala semplice;
- d) Vibratore elettrico per calcestruzzo;

**Rischi generati dall'uso degli attrezzi:**

Caduta dall'alto; Caduta di materiale dall'alto o a livello; Punture, tagli, abrasioni; Urti, colpi, impatti, compressioni; Movimentazione manuale dei carichi; Elettrocuzione; Rumore; Vibrazioni.

# RISCHI individuati nelle Lavorazioni e relative MISURE PREVENTIVE E PROTETTIVE.

## rischi derivanti dalle lavorazioni e dall'uso di macchine ed attrezzi

### Elenco dei rischi:

- 1) Annegamento;
- 2) Caduta dall'alto;
- 3) Caduta di materiale dall'alto o a livello;
- 4) Campi elettromagnetici;
- 5) Chimico;
- 6) Elettrocuzione;
- 7) Getti, schizzi;
- 8) Incendi, esplosioni;
- 9) Investimento, ribaltamento;
- 10) M.M.C. (sollevamento e trasporto);
- 11) M.M.C. (spinta e traino);
- 12) Punture, tagli, abrasioni;
- 13) R.O.A. (operazioni di saldatura);
- 14) Rumore;
- 15) Seppellimento, sprofondamento;
- 16) Urti, colpi, impatti, compressioni;
- 17) Vibrazioni.

## RISCHIO: "Annegamento"

---

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Realizzazione di pennello (mezzi terrestri); Realizzazione di scogliera (mezzi terrestri); Ripascimento artificiale (mezzi terrestri); Salpamento (mezzi terrestri); Realizzazione di pennello (mezzi marittimi); Realizzazione di scogliera (mezzi marittimi); Salpamento (mezzi marittimi);

*Prescrizioni Organizzative:*

**Misure organizzative.** Nelle attività lavorative devono essere prese misure per evitare l'annegamento accidentale. I lavori devono essere programmati tenendo conto delle variazioni del livello dell'acqua, prevedendo mezzi per la rapida evacuazione. Deve essere approntato un programma di pronto intervento per il salvataggio delle persone sorprese da irruzioni d'acqua o cadute in acqua e previste le attrezzature necessarie. Devono essere disponibili in cantiere giubbotti insommergibili. Gli esposti al rischio, gli incaricati degli interventi di emergenza e tutti gli addetti al cantiere devono essere informati e formati sul comportamento da tenere e addestrati in funzione dei relativi compiti.

*Prescrizioni Esecutive:*

**Salvagente ad anello con fune.** In prossimità delle lavorazioni, e per tutta la durata delle stesse, deve essere presente almeno un salvagente ad anello fissato ad un punto saldo e stabile con cima di adeguata lunghezza.

## RISCHIO: "Caduta dall'alto"

---

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Smontaggio del ponteggio metallico fisso;

*Prescrizioni Organizzative:*

**Requisiti degli addetti.** Il personale addetto al montaggio e smontaggio di ponteggi metallici fissi deve essere in possesso di formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, fornito di attrezzi appropriati ed in buono stato di manutenzione.

*Prescrizioni Esecutive:*

**Attrezzatura anticaduta.** Il personale addetto al montaggio e smontaggio di ponteggi metallici fissi, ogni qual volta non siano attuabili misure di prevenzione e protezione collettiva, dovrà utilizzare idonei sistemi di protezione anticaduta individuali. In particolare sono da prendere in considerazione specifici sistemi di sicurezza che consentono una maggior mobilità del lavoratore quali: avvolgitori/svolgitori automatici di fune di trattenuta, sistema a guida fissa e ancoraggio scorrevole, altri sistemi analoghi.

- b) **Nelle lavorazioni:** Smontaggio della gru a torre;

*Prescrizioni Organizzative:*

**Requisiti degli addetti.** Il personale addetto al montaggio ed alla manutenzione della gru a torre, deve essere in possesso di formazione adeguata e mirata alle operazioni previste, fornito di attrezzi appropriati ed in buono stato di manutenzione.

*Prescrizioni Esecutive:*

**Attrezzatura anticaduta.** Il personale addetto al montaggio ed alla manutenzione della gru, ogni qual volta operi al di fuori delle protezioni fisse, dovrà utilizzare idonei sistemi di protezione anticaduta individuali. In particolare sono da prendere in considerazione cinture di sicurezza con bretelle, cosciali e doppia fune di trattenuta (la cui lunghezza non deve superare 1.5 metri).

- c) **Nelle lavorazioni:** Localizzazione e bonifica profonda di eventuali ordigni bellici; Scavo eseguito a macchina di avvicinamento ad ordigni bellici; Scavo eseguito a mano di avvicinamento ad ordigni bellici;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Accesso al fondo dello scavo.** L'accesso al fondo dello scavo deve avvenire tramite appositi percorsi (scale a mano, scale ricavate nel terreno, rampe di accesso, ecc.). Nel caso si utilizzino scale a mano, devono sporgere a sufficienza oltre il piano di accesso e devono essere fissate stabilmente per impedire slittamenti o sbandamenti.

**Accesso al fondo del pozzo di fondazione.** L'accesso nei pozzi di fondazione deve essere predisposto con rampe di scale, anche verticali, purché sfalsate tra loro ed intervallate da pianerottoli di riposo posti a distanza non superiore a 4 metri l'uno dall'altro.

**Parapetti di trattenuta.** Qualora si verificano situazioni che possono comportare la caduta da un piano di lavoro ad un altro posto a quota inferiore, di norma con dislivello maggiore di 2 metri, i lati liberi dello scavo o del rilevato devono essere protetti con appositi parapetti di trattenuta.

**Passerelle pedonali o piastre veicolari.** Gli attraversamenti devono essere garantiti da passerelle pedonali o piastre veicolari provviste da ambo i lati di parapetti con tavole fermapiede.

**Segnalazione e delimitazione del fronte scavo.** La zona di avanzamento del fronte scavo deve essere chiaramente segnalata e delimitata e ne deve essere impedito l'accesso al personale non autorizzato.

## RISCHIO: "Caduta di materiale dall'alto o a livello"

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi; Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere; Allestimento di servizi sanitari del cantiere; Realizzazione di passerella per attraversamento di scavi o spazi affaccianti sul vuoto; Realizzazione di tettoia in legno a protezione delle postazioni di lavoro; Smobilizzo del cantiere;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Imbracatura dei carichi.** Gli addetti all'imbracatura devono seguire le seguenti indicazioni: **a)** verificare che il carico sia stato imbracato correttamente; **b)** accompagnare inizialmente il carico fuori dalla zona di interferenza con attrezzature, ostacoli o materiali eventualmente presenti; **c)** allontanarsi dalla traiettoria del carico durante la fase di sollevamento; **d)** non sostare in attesa sotto la traiettoria del carico; **e)** avvicinarsi al carico in arrivo per pilotarlo fuori dalla zona di interferenza con eventuali ostacoli presenti; **f)** accertarsi della stabilità del carico prima di sganciarlo; **g)** accompagnare il gancio fuori dalla zona impegnata da attrezzature o materiali durante la manovra di richiamo.

- b) **Nelle lavorazioni:** Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione con casseforme riutilizzabili;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Custodia dell'utensile.** Non lasciare mai l'utensile in luoghi non sicuri, da cui potrebbe facilmente cadere. In particolare, durante il lavoro su postazioni sopraelevate, come scale, ponteggi, ecc., gli utensili devono essere tenuti entro apposite guaine o assicurati in modo da impedirne la caduta, nel tempo in cui non sono adoperati.

## RISCHIO: Campi elettromagnetici

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Esecuzione di indagine geognostica con georadar;

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure tecniche.** Al fine di prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione devono essere adottate le seguenti misure di prevenzione e protezione: **a)** i metodi di lavoro adottati devono comportare una minore esposizione a campi elettromagnetici; **b)** devono essere impiegati dispositivi di sicurezza, schermature o analoghi meccanismi di protezione dai campi elettromagnetici; **c)** le attrezzature di lavoro da adottare devono essere solo quelle che emettono campi elettromagnetici a minore intensità; **d)** devono essere predisposti opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature, dei luoghi di lavoro e delle postazioni di lavoro; **e)** i luoghi e le postazioni di lavoro devono essere progettati al fine di ridurre l'esposizione a campi elettromagnetici; **f)** la durata dell'attività lavorativa e il livello d'esposizione a campi elettromagnetici devono essere limitati allo stretto necessario per le esigenze della lavorazione e nel rispetto delle condizioni di salute dei lavoratori; **g)** i lavoratori devono avere la disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale da campi elettromagnetici.

**Segnalazione.** Requisiti dei luoghi di lavoro: **a)** i luoghi di lavoro dove i lavoratori possono essere esposti a campi elettromagnetici che superano i valori di azione devono essere indicati con un'apposita segnaletica; **b)** le aree dove i lavoratori possono essere esposti a campi elettromagnetici che superano i valori di azione devono essere identificate e l'accesso alle stesse deve essere limitato laddove ciò sia tecnicamente possibile e sussista il rischio di un superamento dei valori limite di esposizione.

## RISCHIO: Chimico

---

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione; Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione con casseforme riutilizzabili; Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione;

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure generali.** A seguito di valutazione dei rischi, al fine di eliminare o, comunque ridurre al minimo, i rischi derivanti da agenti chimici pericolosi, devono essere adottate adeguate misure generali di protezione e prevenzione: **a)** la progettazione e l'organizzazione dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro deve essere effettuata nel rispetto delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori; **b)** le attrezzature di lavoro fornite devono essere idonee per l'attività specifica e mantenute adeguatamente; **c)** il numero di lavoratori presenti durante l'attività specifica deve essere quello minimo in funzione della necessità della lavorazione; **d)** la durata e l'intensità dell'esposizione ad agenti chimici pericolosi deve essere ridotta al minimo; **e)** devono essere fornite indicazioni in merito alle misure igieniche da rispettare per il mantenimento delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori; **f)** le quantità di agenti presenti sul posto di lavoro, devono essere ridotte al minimo, in funzione delle necessità di lavorazione; **g)** devono essere adottati metodi di lavoro appropriati comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi e dei rifiuti che contengono detti agenti.

## RISCHIO: "Elettrocuzione"

---

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere; Realizzazione di impianto di protezione da scariche atmosferiche del cantiere; Realizzazione di impianto elettrico del cantiere; Realizzazione di impianto d'illuminazione di cantiere ad alta efficienza;

*Prescrizioni Organizzative:*

**Soggetti abilitati.** I lavori su impianti o apparecchiature elettriche devono essere effettuati solo da imprese singole o associate (elettricisti) abilitate che dovranno rilasciare, prima della messa in esercizio dell'impianto, la "dichiarazione di conformità".

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 82; D.M. 22 gennaio 2008 n.37.

- b) **Nelle lavorazioni:** Posa in opera di tubazioni in pvc per la messa in sicurezza di linee elettriche aeree; Realizzazione di barriera in legno per la messa in sicurezza di linee elettriche;

*Prescrizioni Organizzative:*

**Ricognizione dei luoghi.** Prima di iniziare le attività deve essere effettuata una ricognizione dei luoghi di lavoro al fine di individuare l'eventuale esistenza di linee elettriche aeree, interrate o sotto traccia, e stabilire le idonee precauzioni per evitare possibili contatti diretti o indiretti con elementi in tensione.

**Precauzioni.** Quando occorre effettuare lavori non elettrici in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, ferme restando le norme di buona tecnica, si deve rispettare almeno una delle seguenti precauzioni: **a)** mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori; **b)** posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive; **c)** tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza.

*Prescrizioni Esecutive:*

**Segnalazione in superficie.** I percorsi e la profondità delle linee interrate o in cunicolo in tensione devono essere rilevati e segnalati in superficie quando interessano direttamente la zona di lavoro.

**Distanza di sicurezza.** La distanza di sicurezza deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti e comunque la distanza di sicurezza non deve essere inferiore ai seguenti limiti: **a)** 3 metri, per tensioni fino a 1 kV; **b)** 3.5 metri, per tensioni superiori a 1 kV fino a 30 kV; **c)** 5 metri, per tensioni superiori a 30 kV fino a 132 kV; **d)** 7 metri, per tensioni superiori a 132 kV.

## RISCHIO: "Getti, schizzi"

---

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione;

*Prescrizioni Organizzative:*

**Operazioni di getto.** Durante lo scarico dell'impasto l'altezza della benna o del tubo di getto (nel caso di getto con pompa)

"DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di foce e scogliera di radicamento) - Pag.

deve essere ridotta al minimo.

## RISCHIO: "Incendi, esplosioni"

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle lavorazioni:** Localizzazione e bonifica profonda di eventuali ordigni bellici; Localizzazione e bonifica superficiale di eventuali ordigni bellici; Scavo eseguito a macchina di avvicinamento ad ordigni bellici; Scavo eseguito a mano di avvicinamento ad ordigni bellici; Taglio di arbusti e vegetazione in genere per opere di bonifica da ordigni bellici;

*Prescrizioni Organizzative:*

**Misure e precauzioni preliminari.** Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** Le attività di bonifica da ordigni bellici possono essere svolte solo da imprese specializzate; **b)** Le imprese specializzate dovranno operare dietro parere dell'autorità militare (Direzione Militare sezione B.C.M) competente per territorio in merito alle specifiche regole tecniche da osservare in considerazione della collocazione geografica e della tipologia dei terreni interessati, nonché mediante misure di sorveglianza dei competenti organismi del Ministero della difesa, Ministero del lavoro e delle politiche sociali e del Ministero della salute; **c)** Nel caso di ritrovamento di un ordigno bellico inesploso l'impresa specializzata dovrà effettuare tempestiva comunicazione alla più vicina compagnia dei carabinieri e alla direzione lavori e dovrà porre in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare che estranei possano avvicinarsi ai reperti bellici; **d)** Le attività di estrazione, rimozione e di disinnesco saranno di esclusiva competenza dell'autorità militare; **e)** Nel cantiere deve essere operante per l'intero orario lavorativo giornaliero, secondo le norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro, un posto di pronto soccorso attrezzato con cassetta di medicazione, barella portaferiti ed automezzo idoneo al trasporto di un infortunato al più vicino ospedale; **f)** Ogni altra attività in cantiere non potrà avere inizio che dopo il termine dei lavori di bonifica, ovvero, solo dopo il rilascio da parte dell'impresa specializzata dell'apposita dichiarazione di avvenuta bonifica da ordigni bellici.

*Prescrizioni Esecutive:*

**Frazionamento delle zone da bonificare.** Le zone da bonificare dovranno essere frazionate in parti dette "campi" (di norma di dimensione 50 m per 50 m) che dovranno essere numerati secondo un ordine stabilito o una progressione razionale. Gli stessi dovranno essere indicati su idonea planimetria e individuati materialmente con apposite tabelle. I "campi" dovranno essere ulteriormente frazionati in "strisce" (di norma di dimensione di 1 m) da delimitare - a mano a mano - con fettucce, nastri, cordelle, ecc. al fine di permettere la razionale, progressiva e sicura esplorazione con gli apparati rilevatori.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 91; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 104; Capitolato Direzione Genio Militare (Edizione 1984).

- b) Nelle lavorazioni:** Localizzazione e bonifica profonda di eventuali ordigni bellici;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Localizzazione e bonifica profonda.** Gli addetti devono attenersi alle seguenti istruzioni: **a)** la zona da esplorare dovrà essere preventivamente bonificata fino alla profondità di 1,00 metro; **b)** la zona dovrà essere suddivisa in quadrati aventi lato di 2,80 metri; **c)** al centro dei quadrati indicati, a mezzo di trivella non a percussione, dovrà essere eseguito un foro di profondità di un metro e capace di contenere la sonda dell'apparato rilevatore di profondità; **d)** la sonda di profondità deve garantire la rilevazione di masse interrate entro un raggio di 2 metri dal fondo del foro; **e)** l'esplorazione di profondità maggiori dovrà essere effettuata per trivellazioni progressive di 2 metri per volta come in precedenza descritto; **e)** le mine, gli ordigni e gli altri manufatti bellici localizzati debbono essere scoperti, quale che sia la loro profondità di interrimento e debbono essere rimossi - se sicuramente rimovibili - ed allocati in luoghi idonei e non accessibili ad estranei, in modo tale da non possano arrecare danni a persone e cose; quelli non perfettamente riconosciuti o che presentassero caratteristiche di pericolosità debbono essere lasciati in sito con apposita segnaletica.

*Riferimenti Normativi:*

Capitolato Direzione Genio Militare (Edizione 1984).

- c) Nelle lavorazioni:** Localizzazione e bonifica superficiale di eventuali ordigni bellici;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Localizzazione e bonifica superficiale.** Gli addetti devono attenersi alle seguenti istruzioni: **a)** l'esplorazione dovrà essere effettuata per "strisce" successive, di tutta la zona d'interesse, con apposito apparecchio rilevatore di profondità; **b)** le mine, gli ordigni e gli altri manufatti bellici localizzati debbono essere scoperti, quale che sia la loro profondità di interrimento e debbono essere rimossi - se sicuramente rimovibili - ed allocati in luoghi idonei e non accessibili ad estranei, in modo tale da non possano arrecare danni a persone e cose; quelli non perfettamente riconosciuti o che presentassero caratteristiche di pericolosità debbono essere lasciati in sito con apposita segnaletica.

*Riferimenti Normativi:*

Capitolato Direzione Genio Militare (Edizione 1984).

- d) Nelle lavorazioni:** Scavo eseguito a macchina di avvicinamento ad ordigni bellici;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Scavo eseguito a macchina.** Gli addetti devono attenersi alle seguenti istruzioni: **a)** le mine, gli ordigni e gli altri manufatti bellici localizzati debbono essere scoperti, quale che sia la loro profondità di interrimento e debbono essere rimossi - se sicuramente rimovibili - ed allocati in luoghi idonei e non accessibili ad estranei, in modo tale da non arrecare danni a persone e cose; quelli non perfettamente riconosciuti o che presentassero caratteristiche di pericolosità debbono essere lasciati in sito con apposita segnaletica; **b)** rimuovere dallo scavo ogni materiale compreso ceppi, radici, massi, murature, oggetti, ecc.; **c)** avanzare a strati non superiori alla sicura e provata ricettività dell'apparato in luogo, esplorando il fondo di ogni strato, prima

del successivo scavo, con metal detector di profondità e provvedendo alle eventuali bonifiche; tale esplorazione e bonifica dovrà essere eseguita anche sul fondo definitivo dello scavo; **d**) dare alle pareti degli scavi l'inclinazione necessaria per impedire scoscendimenti o franamenti per consentire il lavoro del rastrellatore e l'efficace impiego degli apparati rilevatori; **e**) le attività di estrazione, rimozione e di disinnesco saranno di esclusiva competenza dell'autorità militare.

*Riferimenti Normativi:*

Capitolato Direzione Genio Militare (Edizione 1984).

- e) Nelle lavorazioni:** Scavo eseguito a mano di avvicinamento ad ordigni bellici;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Scavo eseguito a mano.** Gli addetti devono attenersi alle seguenti istruzioni: **a**) le mine, gli ordigni e gli altri manufatti bellici localizzati debbono essere scoperti, quale che sia la loro profondità di interrimento e debbono essere rimossi - se sicuramente rimovibili - ed allocati in luoghi idonei e non accessibili ad estranei, in modo tale da non arrecare danni a persone e cose; quelli non perfettamente riconosciuti o che presentassero caratteristiche di pericolosità debbono essere lasciati in sito con apposita segnaletica; **b**) rimuovere dallo scavo ogni materiale compreso ceppi, radici, massi, murature, oggetti, ecc.; **c**) avanzare a strati non superiori alla sicura e provata ricettività dell'apparato in luogo, esplorando il fondo di ogni strato, prima del successivo scavo, con metal detector di profondità e provvedendo alle eventuali bonifiche; tale esplorazione e bonifica dovrà essere eseguita anche sul fondo definitivo dello scavo; **d**) le attività di estrazione, rimozione e di disinnesco saranno di esclusiva competenza dell'autorità militare.

*Riferimenti Normativi:*

Capitolato Direzione Genio Militare (Edizione 1984).

- f) Nelle lavorazioni:** Taglio di arbusti e vegetazione in genere per opere di bonifica da ordigni bellici;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Taglio di arbusti e vegetazione.** Gli addetti devono attenersi alle seguenti istruzioni: **a**) Il taglio della vegetazione dovrà essere eseguito per "campo" o "strisce" di bonifica, come è stabilito per l'esplorazione con l'apparato rilevatore, agendo con operai qualificati sotto controllo di un rastrellatore; **b**) Il materiale tagliato dovrà essere portato fuori da ogni "striscia" prima di procedere al taglio di quella successiva e periodicamente ed opportunamente eliminato fuori dai "campi" di lavoro; **c**) nel tagliare la vegetazione dovranno essere rispettate tutte le cautele atte ad evitare il fortuito contatto - sia del personale che dei mezzi di lavoro - con eventuali ordigni affioranti; comunque in terreni presumibilmente infestati da ordigni particolarmente pericolosi, il taglio della vegetazione deve procedere di pari passo con la bonifica superficiale; **d**) durante le operazioni di taglio - nel rispetto delle vigenti disposizioni emanate dall'autorità forestale - dovranno essere salvaguardate le piante ad alto fusto e le matricine esistenti.

*Riferimenti Normativi:*

Capitolato Direzione Genio Militare (Edizione 1984).

## RISCHIO: "Investimento, ribaltamento"

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle lavorazioni:** Scavo di pulizia generale dell'area del cantiere; Realizzazione della viabilità di cantiere; Realizzazione di pennello (mezzi terrestri); Realizzazione di scogliera (mezzi terrestri); Ripascimento artificiale (mezzi terrestri); Salpamento (mezzi terrestri); Rinterro di scavo eseguito a macchina; Rinfiacco con sabbia eseguito a macchina;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Presenza di manodopera.** Nei lavori di scavo con mezzi meccanici non devono essere eseguiti altri lavori che comportano la presenza di manodopera nel campo di azione dell'escavatore.

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 118.

- b) Nelle lavorazioni:** Trasporto a recupero di legna e frasche;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Individuazione della zona di abbattimento.** Al fine di stabilire l'ampiezza della zona di abbattimento (cioè la zona di caduta della pianta e/o dei rami) e della zona di pericolo, l'addetto all'abbattimento prima di effettuare il taglio valuta le caratteristiche costitutive della pianta in relazione alle caratteristiche del terreno (pendenza, ostacoli, copertura vegetale).

**Segnalazione della zona di abbattimento.** Tutti i lavoratori che lavorano nelle vicinanze sono avvisati a voce, o con altri sistemi, in modo che questi sospendano le operazioni fino a che la pianta non sia caduta a terra e non sia cessato il pericolo. La zona di pericolo e di abbattimento è sorvegliata o segnalata in modo tale da evitare che qualcuno si trovi in dette aree.

- c) Nelle lavorazioni:** Pulizia generale dell'area di cantiere;

*Prescrizioni Organizzative:*

**Precauzioni in presenza di traffico veicolare.** Nelle attività lavorative in presenza di traffico veicolare devono essere rispettate le seguenti precauzioni: **a**) le operazioni di installazione della segnaletica, così come le fasi di rimozione, sono precedute e supportate da addetti, muniti di bandierina arancio fluorescente, preposti a preavvisare all'utenza la presenza di uomini e veicoli sulla carreggiata; **b**) la composizione minima delle squadre deve essere determinata in funzione della tipologia di intervento, della categoria di strada, del sistema segnaletico da realizzare e dalle condizioni atmosferiche e di visibilità. La squadra dovrà essere composta in maggioranza da operatori che abbiano esperienza nel campo delle attività che prevedono interventi in presenza di traffico veicolare e che abbiano già completato il percorso formativo previsto dalla normativa vigente; **c**) in caso di nebbia, di precipitazioni nevose o, comunque, condizioni che possano limitare notevolmente la visibilità o le caratteristiche di aderenza della pavimentazione, non è consentito effettuare operazioni che comportino

"DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di foce e scogliera di radicamento) - Pag.

48

l'esposizione al traffico di operatori e di veicoli nonché l'installazione di cantieri stradali e relativa segnaletica di preavviso e di delimitazione. Nei casi in cui le condizioni negative dovessero sopraggiungere successivamente all'inizio delle attività, queste sono immediatamente sospese con conseguente rimozione di ogni e qualsiasi sbarramento di cantiere e della relativa segnaletica (sempre che lo smantellamento del cantiere e la rimozione della segnaletica non costituisca un pericolo più grave per i lavoratori e l'utenza stradale); **d**) la gestione operativa degli interventi, consistente nella guida e nel controllo dell'esecuzione delle operazioni, deve essere effettuata da un preposto adeguatamente formato. La gestione operativa può anche essere effettuata da un responsabile non presente nella zona di intervento tramite centro radio o sala operativa.

**Presegnalazione di inizio intervento.** In caso di presegnalazione di inizio intervento tramite sbandieramento devono essere rispettate le seguenti precauzioni: **a**) nella scelta del punto di inizio dell'attività di sbandieramento devono essere privilegiati i tratti in rettilineo e devono essere evitati stazionamenti in curva, immediatamente prima e dopo una galleria e all'interno di una galleria quando lo sbandieramento viene eseguito per presegnalare all'utenza la posa di segnaletica stradale; **b**) al fine di consentire un graduale rallentamento è opportuno che la segnalazione avvenga a debita distanza dalla zona dove inizia l'interferenza con il normale transito veicolare, comunque nel punto che assicura maggiore visibilità e maggiori possibilità di fuga in caso di pericolo; **c**) nel caso le attività si protraggano nel tempo, per evitare pericolosi abbassamenti del livello di attenzione, gli sbandieratori devono essere avvicinati nei compiti da altri operatori; **d**) tutte le volte che non è possibile la gestione degli interventi a vista, gli operatori impegnati nelle operazioni di sbandieramento si tengono in contatto, tra di loro o con il preposto, mediante l'utilizzo di idonei sistemi di comunicazione di cui devono essere dotati; **e**) in presenza di particolari caratteristiche planimetriche della tratta interessata (ad esempio, gallerie, serie di curve, svincoli, ecc.), lo sbandieramento può comprendere anche più di un operatore.

**Regolamentazione del traffico.** Per la regolamentazione del senso unico alternato, quando non sono utilizzati sistemi semaforici temporizzati, i movieri devono rispettare le seguenti precauzioni: **a**) i movieri si devono posizionare in posizione anticipata rispetto al raccordo obliquo ed in particolare, per le strade tipo "C" ed "F" extraurbane, dopo il segnale di "strettoia", avendo costantemente cura di esporsi il meno possibile al traffico veicolare; **b**) nel caso in cui queste attività si protraggano nel tempo, per evitare pericolosi abbassamenti del livello di attenzione, i movieri devono essere avvicinati nei compiti da altri operatori; **c**) tutte le volte che non è possibile la gestione degli interventi a vista, gli operatori impegnati come movieri si tengono in contatto tra di loro o con il preposto, mediante l'utilizzo di idonei sistemi di comunicazione di cui devono essere dotati; **d**) le fermate dei veicoli in transito con movieri, sono comunque effettuate adottando le dovute cautele per evitare i rischi conseguenti al formarsi di code.

*Prescrizioni Esecutive:*

**Istruzioni per gli addetti.** Per l'esecuzione in sicurezza delle attività di sbandieramento gli operatori devono: **a**) scendere dal veicolo dal lato non esposto al traffico veicolare; **b**) iniziare subito la segnalazione di sbandieramento facendo oscillare lentamente la bandiera orizzontalmente, posizionata all'altezza della cintola, senza movimenti improvvisi, con cadenza regolare, stando sempre rivolti verso il traffico, in modo da permettere all'utente in transito di percepire l'attività in corso ed effettuare una regolare e non improvvisa manovra di rallentamento; **c**) camminare sulla banchina o sulla corsia di emergenza fino a portarsi in posizione sufficientemente anticipata rispetto al punto di intervento in modo da consentire agli utenti un ottimale rallentamento; **d**) segnalare con lo sbandieramento fino a che non siano cessate le esigenze di presegnalazione; **e**) la presegnalazione deve durare il minor tempo possibile ed i lavoratori che la eseguono si devono portare, appena possibile, a valle della segnaletica installata o comunque al di fuori di zone direttamente esposte al traffico veicolare; **f**) utilizzare dispositivi luminosi o analoghi dispositivi se l'attività viene svolta in ore notturne.

*Riferimenti Normativi:*

D.M. 4 marzo 2013, Allegato I; D.M. 4 marzo 2013, Allegato II.

## **RISCHIO: M.M.C. (sollevamento e trasporto)**

### **MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:**

- a) Nelle lavorazioni:** Scavo di pulizia generale dell'area del cantiere; Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere; Realizzazione della viabilità di cantiere; Realizzazione di schermatura di cantiere antirumore e antipolvere; Realizzazione di recinzione per la tutela delle fasce ripariali; Smontaggio del ponteggio metallico fisso; Rinterro di scavo eseguito a mano; Scavo eseguito a mano di avvicinamento ad ordigni bellici;

*Misure tecniche e organizzative:*

**Organizzazione del lavoro.** Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a**) l'ambiente di lavoro (temperatura, umidità e ventilazione) deve presentare condizioni microclimatiche adeguate; **b**) gli spazi dedicati alla movimentazione devono essere adeguati; **c**) il sollevamento dei carichi deve essere eseguito sempre con due mani e da una sola persona; **d**) il carico da sollevare non deve essere estremamente freddo, caldo o contaminato; **e**) le altre attività di movimentazione manuale devono essere minimali; **f**) deve esserci adeguata frizione tra piedi e pavimento; **g**) i gesti di sollevamento devono essere eseguiti in modo non brusco.

## **RISCHIO: M.M.C. (spinta e traino)**

### **MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:**

- a) Nelle lavorazioni:** Esecuzione di indagine geognostica con georadar;

"DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

*Misure tecniche e organizzative:*

**Organizzazione del lavoro.** Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** la movimentazione dei carichi deve avvenire a basse accelerazioni e velocità, i punti di presa del carico devono trovarsi ad un'altezza da terra adeguata; **b)** il carico deve essere dotato di adeguati punti di presa, deve essere stabile e la visione attorno ad esso buona; **c)** le ruote dei carrelli devono essere adeguate al carico e dotate di freni, il pavimento non deve creare problemi per il corretto funzionamento delle ruote; **d)** l'ambiente di lavoro (spazi per la movimentazione e postura, rampe o piste, clima, illuminazione, ecc) deve essere adeguato; **e)** il tipo di lavoro svolto non deve richiedere una particolare capacità e formazione per i lavoratori; **f)** l'abbigliamento e le attrezzature di protezione non devono ostacolare la postura e i movimenti dei lavoratori; **g)** le attrezzature per la movimentazione e la pavimentazione devono essere tenuti in buona condizione, i lavoratori devono avere un'adeguata conoscenza delle procedure di manutenzione.

## RISCHIO: "Punture, tagli, abrasioni"

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle lavorazioni:** Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione; Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione con casseforme riutilizzabili; Lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione;

*Prescrizioni Esecutive:*

**Ferri d'attesa.** I ferri d'attesa delle strutture in c.a. devono essere protetti contro il contatto accidentale; la protezione può essere ottenuta attraverso la conformazione dei ferri o con l'apposizione di una copertura in materiale resistente.

**Disarmo.** Prima di permettere l'accesso alle zone in cui è stato effettuato il disarmo delle strutture si deve provvedere alla rimozione di tutti i chiodi e di tutte le punte.

## RISCHIO: R.O.A. (operazioni di saldatura)

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle lavorazioni:** Realizzazione di impianto idrico dei servizi igienico-assistenziali e sanitari del cantiere; Realizzazione di impianto idrico del cantiere;

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure tecniche, organizzative e procedurali.** Al fine di ridurre l'esposizione a radiazioni ottiche artificiali devono essere adottate le seguenti misure: **a)** durante le operazioni di saldatura devono essere adottati metodi di lavoro che comportano una minore esposizione alle radiazioni ottiche; **b)** devono essere applicate adeguate misure tecniche per ridurre l'emissione delle radiazioni ottiche, incluso, quando necessario, l'uso di dispositivi di sicurezza, schermatura o analoghi meccanismi di protezione della salute; **c)** devono essere predisposti opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature per le operazioni di saldatura, dei luoghi di lavoro e delle postazioni di lavoro; **d)** i luoghi e le postazioni di lavoro devono essere progettati al fine di ridurre l'esposizione alle radiazioni ottiche prodotte dalle operazioni di saldatura; **e)** la durata delle operazioni di saldatura deve essere ridotta al minimo possibile; **f)** i lavoratori devono avere la disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale dalle radiazioni ottiche prodotte durante le operazioni di saldatura; **g)** i lavoratori devono avere la disponibilità delle istruzioni del fabbricante delle attrezzature utilizzate nelle operazioni di saldatura; **h)** le aree in cui si effettuano operazioni di saldatura devono essere indicate con un'apposita segnaletica e l'accesso alle stesse deve essere limitato.

*Dispositivi di protezione individuale:*

Devono essere forniti: **a)** schermo facciale; **b)** maschera con filtro specifico.

## RISCHIO: Rumore

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle lavorazioni:** Trasporto a recupero di legna e frascame; Rinfianco con sabbia eseguito a macchina; Rinfianco con sabbia eseguito a mano; Taglio di arbusti e vegetazione in genere per opere di bonifica da ordigni bellici; Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione; Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione con casseforme riutilizzabili;

**Nelle macchine:** Dumper;

**Fascia di appartenenza.** Il livello di esposizione è "Maggiore dei valori superiori di azione: 85 dB(A) e 137 dB(C)".

*Misure tecniche e organizzative:*

**Organizzazione del lavoro.** Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** scelta

di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile; **b)** adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore; **c)** riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo; **d)** adozione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature e macchine di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro; **e)** progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori; **f)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti; **g)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento; **h)** locali di riposo messi a disposizione dei lavoratori con rumorosità ridotta a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

---

*Dispositivi di protezione individuale:*

Devono essere forniti: **a)** otoprotettori.

- b) Nelle lavorazioni:** Smontaggio del ponteggio metallico fisso;  
**Nelle macchine:** Autocarro; Pala meccanica; Autocarro con gru; Autogru; Pala meccanica (minipala); Autocarro con cestello; Escavatore; Terna; Gru a torre; Autobetoniera; Autopompa per cls;

**Fascia di appartenenza.** Il livello di esposizione è "Minore dei valori inferiori di azione: 80 dB(A) e 135 dB(C)".

---

*Misure tecniche e organizzative:*

**Organizzazione del lavoro.** Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile; **b)** adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore; **c)** riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo; **d)** adozione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature e macchine di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro; **e)** progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori; **f)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti; **g)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento; **h)** locali di riposo messi a disposizione dei lavoratori con rumorosità ridotta a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

- c) Nelle macchine:** Trivellatrice; Sonda di perforazione;

**Fascia di appartenenza.** Il livello di esposizione è "Compreso tra i valori inferiori e superiori di azione: 80/85 dB(A) e 135/137 dB(C)".

---

*Misure tecniche e organizzative:*

**Organizzazione del lavoro.** Le attività lavorative devono essere organizzate tenuto conto delle seguenti indicazioni: **a)** scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile; **b)** adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore; **c)** riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione e l'adozione di orari di lavoro appropriati, con sufficienti periodi di riposo; **d)** adozione di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature e macchine di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro; **e)** progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei lavoratori; **f)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore trasmesso per via aerea, quali schermature, involucri o rivestimenti realizzati con materiali fonoassorbenti; **g)** adozione di misure tecniche per il contenimento del rumore strutturale, quali sistemi di smorzamento o di isolamento; **h)** locali di riposo messi a disposizione dei lavoratori con rumorosità ridotta a un livello compatibile con il loro scopo e le loro condizioni di utilizzo.

---

*Dispositivi di protezione individuale:*

Devono essere forniti: **a)** otoprotettori.

---

## RISCHIO: "Seppellimento, sprofondamento"

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) Nelle lavorazioni:** Localizzazione e bonifica profonda di eventuali ordigni bellici; Scavo eseguito a macchina di avvicinamento ad ordigni bellici; Scavo eseguito a mano di avvicinamento ad ordigni bellici;

---

*Prescrizioni Esecutive:*

**Armature del fronte.** Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

**Divieto di depositi sui bordi.** E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

---

*Riferimenti Normativi:*

D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 118; D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, Art. 120.

## RISCHIO: "Urti, colpi, impatti, compressioni"

---

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Sondaggio geomeccanico; Indagini geotecniche e prelievo di campioni; Perforazione a rotazione a distruzione di nucleo; Esecuzione di indagini geognostiche con prove dinamiche; Prova penetrometrica statica con piezocono (CPTU); Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT); Prova penetrometrica statica con punta elettrica (CPE);

*Prescrizioni Esecutive:*

**Schermi protettivi.** In prossimità del foro di perforazione dovranno essere posizionati schermi protettivi dalle possibili proiezioni di residui di perforazione (terriccio), per salvaguardare il personale addetto.

## RISCHIO: Vibrazioni

---

### MISURE PREVENTIVE e PROTETTIVE:

- a) **Nelle lavorazioni:** Trasporto a recupero di legna e frasche; Rinfiacco con sabbia eseguito a macchina; Rinfiacco con sabbia eseguito a mano; Taglio di arbusti e vegetazione in genere per opere di bonifica da ordigni bellici;

**Fascia di appartenenza.** Mano-Braccio (HAV): "Compreso tra 2,5 e 5,0 m/s<sup>2</sup>"; Corpo Intero (WBV): "Non presente".

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure generali.** I rischi, derivanti dall'esposizione dei lavoratori a vibrazioni, devono essere eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

*Dispositivi di protezione individuale:*

Devono essere forniti: **a)** indumenti protettivi; **b)** guanti antivibrazione; **c)** maniglie antivibrazione.

- b) **Nelle macchine:** Autocarro; Autocarro con gru; Autogru; Autocarro con cestello; Autobetoniera; Autopompa per cls;

**Fascia di appartenenza.** Mano-Braccio (HAV): "Non presente"; Corpo Intero (WBV): "Inferiore a 0,5 m/s<sup>2</sup>".

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure generali.** I rischi, derivanti dall'esposizione dei lavoratori a vibrazioni, devono essere eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

- c) **Nelle macchine:** Pala meccanica; Pala meccanica (minipala); Escavatore; Dumper; Terna; Trivellatrice; Sonda di perforazione;

**Fascia di appartenenza.** Mano-Braccio (HAV): "Non presente"; Corpo Intero (WBV): "Compreso tra 0,5 e 1 m/s<sup>2</sup>".

*Misure tecniche e organizzative:*

**Misure generali.** I rischi, derivanti dall'esposizione dei lavoratori a vibrazioni, devono essere eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

*Dispositivi di protezione individuale:*

Devono essere forniti: **a)** indumenti protettivi; **b)** dispositivi di smorzamento; **c)** sedili ammortizzanti.

## INDICE

Lavoro	pag.	<a href="#">3</a>
Committenti	pag.	<a href="#">4</a>
Responsabili	pag.	<a href="#">5</a>
Descrizione del contesto in cui è collocata l'area del cantiere	pag.	<a href="#">6</a>
Descrizione sintetica dell'opera	pag.	<a href="#">7</a>
Area del cantiere	pag.	<a href="#">8</a>
Caratteristiche area del cantiere	pag.	<a href="#">9</a>
Fattori esterni che comportano rischi per il cantiere	pag.	<a href="#">12</a>
Rischi che le lavorazioni di cantiere comportano per l'area circostante	pag.	<a href="#">13</a>
Descrizione caratteristiche idrogeologiche	pag.	<a href="#">14</a>
Organizzazione del cantiere	pag.	<a href="#">15</a>
Segnaletica generale prevista nel cantiere	pag.	<a href="#">16</a>
Lavorazioni interferenti	pag.	<a href="#">17</a>
• Allestimento e smobilizzo del cantiere	pag.	<a href="#">17</a>
• Cantiere marittimo (fase)	pag.	<a href="#">17</a>
• Delimitazione di cantiere temporaneo sull'acqua (sottofase)	pag.	<a href="#">17</a>
• Preparazione delle aree di cantiere (fase)	pag.	<a href="#">18</a>
• Scavo di pulizia generale dell'area del cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">18</a>
• Trasporto a recupero di legna e frascome (sottofase)	pag.	<a href="#">18</a>
• Realizzazione della recinzione e degli accessi al cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">19</a>
• Realizzazione della viabilità di cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">19</a>
• Realizzazione di schermatura di cantiere antirumore e antipolvere (sottofase)	pag.	<a href="#">19</a>
• Realizzazione di recinzione per la tutela delle fasce ripariali (sottofase)	pag.	<a href="#">20</a>
• Apprestamenti del cantiere (fase)	pag.	<a href="#">20</a>
• Allestimento di depositi, zone per lo stoccaggio dei materiali e per gli impianti fissi (sottofase)	pag.	<a href="#">20</a>
• Allestimento di aree di deposito provvisorie per materiali recuperabili (sottofase)	pag.	<a href="#">21</a>
• Allestimento di servizi igienico-assistenziali del cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">21</a>
• Allestimento di servizi sanitari del cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">22</a>
• Impianti di servizio del cantiere (fase)	pag.	<a href="#">22</a>
• Realizzazione di impianto di messa a terra del cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">22</a>
• Realizzazione di impianto di protezione da scariche atmosferiche del cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">23</a>
• Realizzazione di impianto elettrico del cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">23</a>
• Realizzazione di impianto idrico dei servizi igienico-assistenziali e sanitari del cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">24</a>
• Realizzazione di impianto idrico del cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">24</a>
• Realizzazione di impianto d'illuminazione di cantiere ad alta efficienza (sottofase)	pag.	<a href="#">24</a>
• Protezione delle linee elettriche aeree (fase)	pag.	<a href="#">25</a>
• Posa in opera di tubazioni in pvc per la messa in sicurezza di linee elettriche aeree (sottofase)	pag.	<a href="#">25</a>
• Realizzazione di barriera in legno per la messa in sicurezza di linee elettriche (sottofase)	pag.	<a href="#">25</a>
• Protezione delle postazioni di lavoro fisse (fase)	pag.	<a href="#">26</a>
• Realizzazione di passerella per attraversamento di scavi o spazi affacciati sul vuoto (sottofase)	pag.	<a href="#">26</a>
• Realizzazione di tettoia in legno a protezione delle postazioni di lavoro (sottofase)	pag.	<a href="#">26</a>
• Smobilizzo del cantiere (fase)	pag.	<a href="#">26</a>
• Pulizia generale dell'area di cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">26</a>

• Smobilizzo del cantiere (sottofase)	pag.	<a href="#">27</a>
• Smontaggio del ponteggio metallico fisso (sottofase)	pag.	<a href="#">27</a>
• Smontaggio della gru a torre (sottofase)	pag.	<a href="#">28</a>
• Lavori marittimi	pag.	<a href="#">28</a>
• Opere di difesa costiera con mezzi terrestri (fase)	pag.	<a href="#">28</a>
• Realizzazione di pennello (mezzi terrestri) (sottofase)	pag.	<a href="#">28</a>
• Realizzazione di scogliera (mezzi terrestri) (sottofase)	pag.	<a href="#">29</a>
• Ripascimento artificiale (mezzi terrestri) (sottofase)	pag.	<a href="#">29</a>
• Salpamento (mezzi terrestri) (sottofase)	pag.	<a href="#">30</a>
• Opere di difesa costiera con mezzi marittimi (fase)	pag.	<a href="#">30</a>
• Realizzazione di pennello (mezzi marittimi) (sottofase)	pag.	<a href="#">30</a>
• Realizzazione di scogliera (mezzi marittimi) (sottofase)	pag.	<a href="#">31</a>
• Salpamento (mezzi marittimi) (sottofase)	pag.	<a href="#">31</a>
• Rinterri e rinfianchi	pag.	<a href="#">31</a>
• Rinterro di scavo eseguito a macchina (fase)	pag.	<a href="#">32</a>
• Rinterro di scavo eseguito a mano (fase)	pag.	<a href="#">32</a>
• Rinfianco con sabbia eseguito a macchina (fase)	pag.	<a href="#">32</a>
• Rinfianco con sabbia eseguito a mano (fase)	pag.	<a href="#">33</a>
• Bonifiche da ordigni bellici	pag.	<a href="#">33</a>
• Localizzazione e bonifica profonda di eventuali ordigni bellici (fase)	pag.	<a href="#">33</a>
• Localizzazione e bonifica superficiale di eventuali ordigni bellici (fase)	pag.	<a href="#">34</a>
• Scavo eseguito a macchina di avvicinamento ad ordigni bellici (fase)	pag.	<a href="#">34</a>
• Scavo eseguito a mano di avvicinamento ad ordigni bellici (fase)	pag.	<a href="#">35</a>
• Taglio di arbusti e vegetazione in genere per opere di bonifica da ordigni bellici (fase)	pag.	<a href="#">35</a>
• Indagini geotecniche	pag.	<a href="#">36</a>
• Sondaggi e prelievi geotecnici (fase)	pag.	<a href="#">36</a>
• Sondaggio geomeccanico (sottofase)	pag.	<a href="#">36</a>
• Indagini geotecniche e prelievo di campioni (sottofase)	pag.	<a href="#">36</a>
• Perforazione a rotazione a distruzione di nucleo (sottofase)	pag.	<a href="#">37</a>
• Indagini geognostiche (fase)	pag.	<a href="#">37</a>
• Esecuzione di indagini geognostiche con prove dinamiche (sottofase)	pag.	<a href="#">37</a>
• Esecuzione di indagine geognostica con georadar (sottofase)	pag.	<a href="#">38</a>
• Prove geotecniche penetrometriche e di portanza (fase)	pag.	<a href="#">38</a>
• Prova penetrometrica statica con piezocono (cptu) (sottofase)	pag.	<a href="#">38</a>
• Prova penetrometrica statica con punta meccanica (cpt) (sottofase)	pag.	<a href="#">38</a>
• Prova penetrometrica statica con punta elettrica (cpte) (sottofase)	pag.	<a href="#">39</a>
• Valutazione della portanza del terreno mediante carichi statici (sottofase)	pag.	<a href="#">39</a>
• Rinterri e rinfianchi	pag.	<a href="#">40</a>
• Rinterro di scavo eseguito a macchina (fase)	pag.	<a href="#">40</a>
• Rinterro di scavo eseguito a mano (fase)	pag.	<a href="#">40</a>
• Rinfianco con sabbia eseguito a macchina (fase)	pag.	<a href="#">40</a>
• Rinfianco con sabbia eseguito a mano (fase)	pag.	<a href="#">41</a>
• Strutture in fondazione in c.a.	pag.	<a href="#">41</a>
• Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione (fase)	pag.	<a href="#">42</a>
• Realizzazione della carpenteria per le strutture in fondazione con casseforme riutilizzabili (fase)	pag.	<a href="#">42</a>
• Lavorazione e posa ferri di armatura per le strutture in fondazione (fase)	pag.	<a href="#">42</a>
• Getto in calcestruzzo per le strutture in fondazione (fase)	pag.	<a href="#">43</a>
Rischi individuati nelle lavorazioni e relative misure preventive e protettive.	pag.	<a href="#">44</a>

Pescara, 14/05/2019

Firma





**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Soggetto attuatore

**ARAP**

AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

**II PROGETTISTA**

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

**II PROGETTISTA**

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

**Il Gruppo di lavoro**

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Titolo tavola

# CALCOLO SOMMARIO DI SPESA

Supporto alla progettazione:



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Studio specialistico Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO

Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilità\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Tavola

**MP.I-208**

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

Nome file

00\_Testatine\_Preliminare Porto Pescara.dwg

# 1. SOMMARIO

---

<b>1. SOMMARIO</b>	<b>1</b>
<b>2. PEMESSA</b>	<b>2</b>
<b>3. CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA</b>	<b>3</b>
3.1. FASE II - COMPLETAMENTO DEL PENNELLO DI FOCE E REALIZZAZIONE RACCORDO A GETTATA E RADICAMENTO A RIVA	3
3.2. CONSIDERAZIONI SULLA FASE II	4

## 2. PEMESSA

---

Nella redazione del presente documento è riportato il calcolo sommario di spesa delle quantità e degli importi di massima, redatto sulla base degli elaborati tecnici e grafici costituenti il progetto.

I prezzi unitari sono stati desunti dal prezzario ufficiale della Regione Abruzzo, revisione (2016) approvato dalla della Giunta Regionale con delibera n. 715 del 15 novembre 2016.

Per lavorazioni non presenti nel citato prezzario, si è fatto riferimento a:

- prezzari di altre regioni, ed in particolare della Regione Lazio;
- prezzi elementari, per noli, manodopera, e forniture; in modo tale che è stato possibile ricavare specifiche lavorazioni da eseguirsi. Nella valutazione delle lavorazioni si è fatto riferimento anche a specifici listini presenti sul mercato.

Nella definizione delle quantità dei lavori di fornitura e posa in opera di pietrame e massi naturali da impiegare per la formazione del corpo diga (nucleo, imbasamento, berma al piede e strato filtro) si è tenuto conto di un peso specifico dell'ammasso di materiale posto in opera pari a 1.95 t/mc.

Si evidenzia inoltre che tale calcolo sommario della spesa è stato emesso prima dell'approvazione delle nuove Norme Tecniche delle costruzioni 2018 e viene ora aggiornato in revisione tenendo conto di tale norma ed assumendo in questa fase preliminare un incremento percentuale del costo della palancolata e tiranti del 20%. Ovvio che tale ipotesi dovrà essere attentamente verificata in sede di redazione del progetto definitivo.

Le opere potranno essere realizzate secondo le seguenti fasi:

- **Fase I**, completamento della barriera sommersa, del varco della diga foranea e del primo tratto del pennello di foce secondo i lavori in corso d'opera da parte del Provveditorato;
- **Fase II**, realizzazione del radicamento a riva, del tratto di raccordo e del completamento del pennello di foce (ARAP – finanziamento 15 M€ Masterplan);

### 3. CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

#### 3.1. Fase II - Completamento del pennello di foce e realizzazione raccordo a gettata e radicamento a riva

**Completamento pennello di foce**, con scogliera protetta da una mantellata in massi artificiali tipo tetrapodi, lunghezza 130 m e coronamento di testata

Costo dragaggio cunetta imbasamento	€ 128.400,00
Costo nucleo e strati filtro	€ 3.265.100,00
Costo mantellata in tetrapodi	€ 2.226.800,00
<b>parziale</b>	<b>€ 5.620.300,00</b>

#### Scogliera di raccordo con diga foranea esistente, lunghezza 80 m

Dragaggio cunetta imbasamento lunghezza 70 m, volume dei sedimenti da movimentare 8.500 mc (nell'ipotesi di riutilizzo degli stessi)	€ 150.000,00
Costo nucleo e strati filtro	€ 380.000,00
Costo mantellata in massi naturali	€ 305.000,00
Sovrastruttura in CA.	€ 126.000,00
<b>parziale</b>	<b>€ 961.000,00</b>

#### Radicamento a riva lunghezza 540 m (Hp: giacitura compatibile con la futura esecuzione del molo guardiano nord)

salpamento	€ 84,66
tout-venant	€ 228,11
massi naturali	€ 1.487,23
<b>parziale (al metro)</b>	<b>≈ € 1.800,00</b>
<b>Parziale per 540 ml</b>	<b>€ 972.000,00</b>
<b>Costo complessivo dell'intervento della fase II</b>	<b>€ 7.553.300,00</b>

## **3.2. Considerazioni sulla fase II**

---

I sedimenti verranno dragati con una benna di tipo ecologica, che elimina o riduce il rigonfiamento, che può essere assunto in questa fase preliminare a circa il 5% se trattasi di sabbie-limose.

Dalle indagini geognostiche eseguite nel 2017 è emerso che nella zona prossima alla diga foranea esistente sono presenti sedimenti di tipo sabbio-limosi poco consistenti per uno spessore di circa 4-5 m. Spostandoci verso terra si trova prima un banco di materiale limoso e successivamente materiale sabbioso.

In questa fase preliminare, ed in attesa che vengano eseguite le caratterizzazioni ambientali sui sedimenti da dragare e sulle aree destinate a contenere tali sedimenti si ipotizza quanto segue:

1. i sedimenti tipo sabbia limosa si estendono planimetricamente fino a circa 70 m dalla diga foranea esistente, per poi proseguire per circa 250-300 m con materiale limoso e nella zona prossima alla linea di costa con sabbia;
2. i sedimenti tipo sabbia limosa e limi sabbiosi verranno conferiti, se compatibili, in area d'immersione al largo o, in alternativa ed in attesa della disponibilità dei volumi di banchina (tra le future palancole dei moli guardiani), saranno momentaneamente accantonati attraverso movimentazione sommersa anche in funzione della loro limitata volumetria;
3. i sedimenti tipo sabbiosi con contenuto pelitico inferiore al 10% (classe ambientale A); verranno quindi utilizzati per il ripascimento dei litorali adiacenti al porto.

Considerazioni di dettaglio in merito saranno eseguite nell'ambito del progetto definitivo o anche in base a specifiche prescrizioni in fase autorizzativa sulla base della caratterizzazione dei sedimenti.



**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Titolo tavola

# QUADRO ECONOMICO

Supporto alla progettazione:



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Studio specialistico Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO

Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilità\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Soggetto attuatore



AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

II PROGETTISTA

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

Il Gruppo di lavoro

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Tavola

# MP.I-209

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

Nome file

00\_Testatine\_Preliminare Porto Pescara.dwg

PSRA/07 - "Deviazione del porto canale di Pescara: Fase II - Stralcio 1 - Completamento opere di protezione, pennello di foce e scogliera di radicamento"

CUP: D24B16000260001

## QUADRO ECONOMICO DI SPESA

### A - LAVORI IN APPALTO

A.1	Lavori in appalto		€	7 553 300,00
A1	FASE II - Completamento opere di protezione - pennello di foce e scogliera di radicamento	€	7 553 300,00	
A1.1	Pennello di foce con scogliera protetta da una mantellata in tetrapodi	€	5 620 300,00	
A1.2	Scogliera di raccordo con diga foranea esistente e radicamento a riva	€	1 933 000,00	
A.2	Oneri speciali della sicurezza		€	151 066,00
A.3	Importo totale in appalto (A1+A2)		€	7 704 366,00

### B - SOMME A DISPOSIZIONE DELLA AMMINISTRAZIONE

B.1	Lavori in economia, esclusi dall'appalto		€	192 609,15
B.2	Rilievi, Accertamenti ed Indagini		€	129 713,31
B.3	Allacci ai pubblici servizi e reti tecnologiche		€	-
B.4	Imprevisti	3,00%	€	231 130,98
B.5	Occupazione aree, acquisizione aree o immobili		€	30 817,46
B.6	Accantonamenti per contenziosi		€	-
B.7	Spese generali		€	616 349,28
B.8	Incentivi per funzioni tecniche		€	154 087,32
B.9	Spese per attività di consulenza o di supporto, verifica e validazione		€	138 678,59
B.10	Spese per commissioni giudicatrici		€	15 408,73
B.11	Spese per pubblicità e ove previsto per opere artistiche		€	23 113,10
B.12	Spese per accertamenti di laboratorio e collaudi		€	23 113,10
B.13	Accantonamento per lavori fase II - stralcio 2		€	3 828 310,23
	TOTALE Somme a disposizione (B1+B2+B3+B4+B5+B6+B7+B8+B9+B10+B11+B12+B13)		€	5 383 331,25
	TOTALE GENERALE QUADRO ECONOMICO (A+B)		€	13 087 697,25

### C - IVA

			€	1 912 302,76
C1.1	IVA sui Lavori della fase II - stralcio 1 (è esclusa l'IVA relativa alla fase II - stralcio 2 - funzione della natura delle opere)	22,0%	€	1 661 726,00
C1.2	IVA su spese Generali (B.7)	22,0%	€	135 596,84
C1.3	IVA su altre somme del Quadro Economico (B1, B2, B9, B10, B11, B12)	22,0%	€	114 979,91
	TOTALE GENERALE QUADRO ECONOMICO (A+B+C)		€	15 000 000,00



**COMUNE DI PESCARA**

**CAPITANERIA DI  
PORTO DI PESCARA**

# MASTERPLAN ABRUZZO

- INTERVENTO PSRA 07 -

## "DEVIAZIONE DEL PORTO CANALE DI PESCARA"

(Completamento opere di protezione - pennello di  
foce e scogliera di radicamento)

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Titolo tavola

# CRONOPROGRAMMA

Supporto alla progettazione:



Via Monte Zebio 40  
00195 ROMA

Dott. Ing. Paolo CONTINI

Dott. Ing. Giancarlo MILANA

Studio specialistico Idraulico-Marittimo:

Prof. Ing. Paolo DE GIROLAMO

Percorso di salvataggio

\\192.168.150.210\ds-07\MP01.Porto canale Pescara\03\_Progetto di Fattibilità\_rev3 aprile  
2019\MP.I-100\_Elenco Elaborati

Soggetto attuatore



AZIENDA REGIONALE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

**Azienda Regionale  
Attività Produttive**

UFFICIO TECNICO

Via Silvio e Francesco Ciccarone, 97/A - 66054 Vasto (CH)

C.F. 91127340684 - P.I. 02083310686

Telefono 0873/367519

arapabruzzo@pec.it - info@arapabruzzo.it

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**

*Ingegnere Massimiliano Gramenzi*

**II PROGETTISTA**

*Ingegnere Tommaso Impicciatore*

**II PROGETTISTA**

*Ingegnere Giuseppe Nicola Bernabeo*

**Il Gruppo di lavoro**

Geometra Aurelio DI RENZO

Geologo Mattia IPPOLITO

Architetto Lorenzo DI GIROLAMO

Tavola

# MP.I-210

Progressivo documento

\*

Scala

\*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

Nome file

00\_Testatine\_Preliminare Porto Pescara.dwg

MESE DI ATTIVITA'	mese 1	mese 2	mese 3	mese 4	mese 5	mese 6	mese 7	mese 8	mese 9	mese 10	mese 11	mese 12	mese 13	mese 14	mese 15	mese 16	mese 17	mese 18	mese 19	mese 20	
DESCRIZIONE FASE LAVORATIVA																					
<i>Allestimento cantiere</i>																					
<i>Bonifica ordigni residuati bellici</i>																					
<i>Dragaggi</i>																					
<i>Completamento pennello di foce</i>																					
<i>Salpamenti</i>																					
<i>Prefabbricazione massi in cls</i>																					
<i>Realizzazione scogliera di raccordo e di radicamento alla spiaggia</i>																					
<i>Smobilizzo cantiere</i>																					