



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

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



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-201

Progressivo documento

*

Scala

*

Revisione

3

Data emissione

aprile 2019

Nome file

00_Testatine_Preliminare Porto Pescara.dwg

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO GENERALE DEI LUOGHI	4
2.1.	INQUADRAMENTO NORMATIVO DEL PORTO	4
2.2.	DESCRIZIONE DEL SISTEMA PORTUALE ATTUALE DI PESCARA	4
3.	DOCUMENTO DI INDIRIZZO ALLA PROGETTAZIONE	10
4.	DESCRIZIONE TECNICA DELLO STATO ATTUALE E SINTESI DEGLI STUDI	12
4.1.	INQUADRAMENTO IDRAULICO MARITTIMO	12
4.1.1.	<i>Inquadrimento 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
5.	OBIETTIVI PROGETTUALI	44
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
6.	CONCLUSIONI	51

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 (meteomarini, 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 (avamporto), 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.

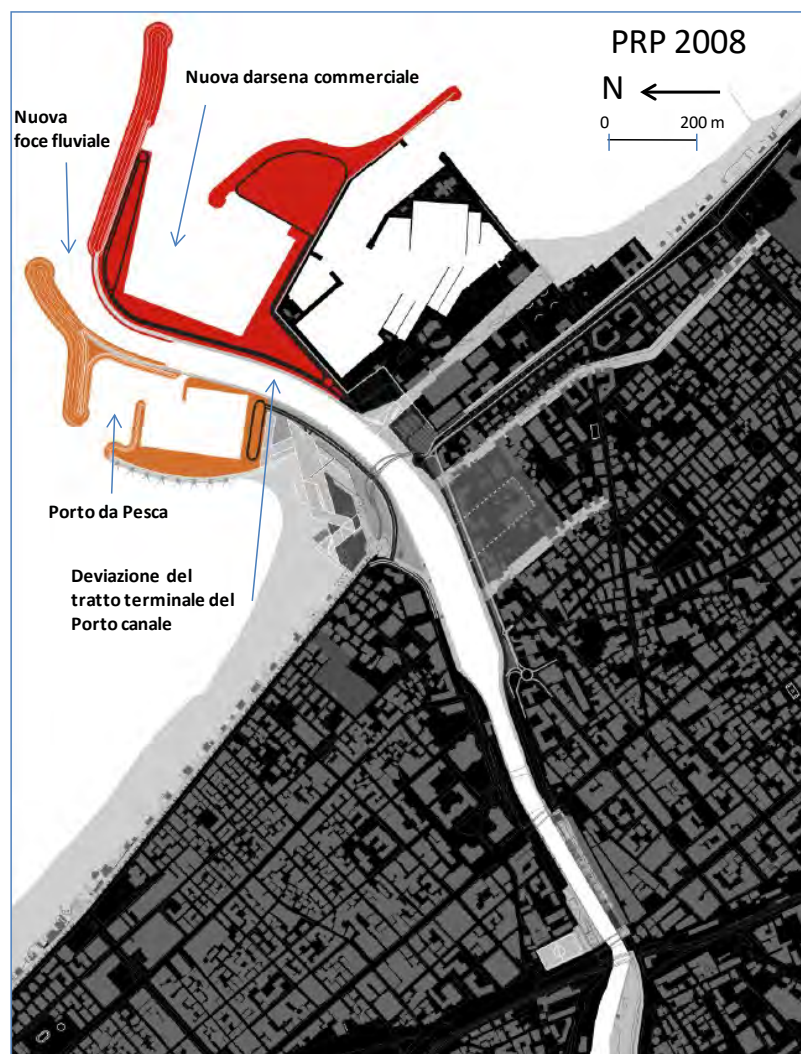
Come noto il problema principale che affligge attualmente il Porto di Pescara è costituito dall’insabbiamento delle aree portuali che è causato sia dal trasporto solido costiero, costituito da sabbie, proveniente da Ovest, sia dal trasporto solido fluviale costituito in prevalenza da materiale fino (limi). 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 m³/s nella configurazione attuale a circa 700 m³/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

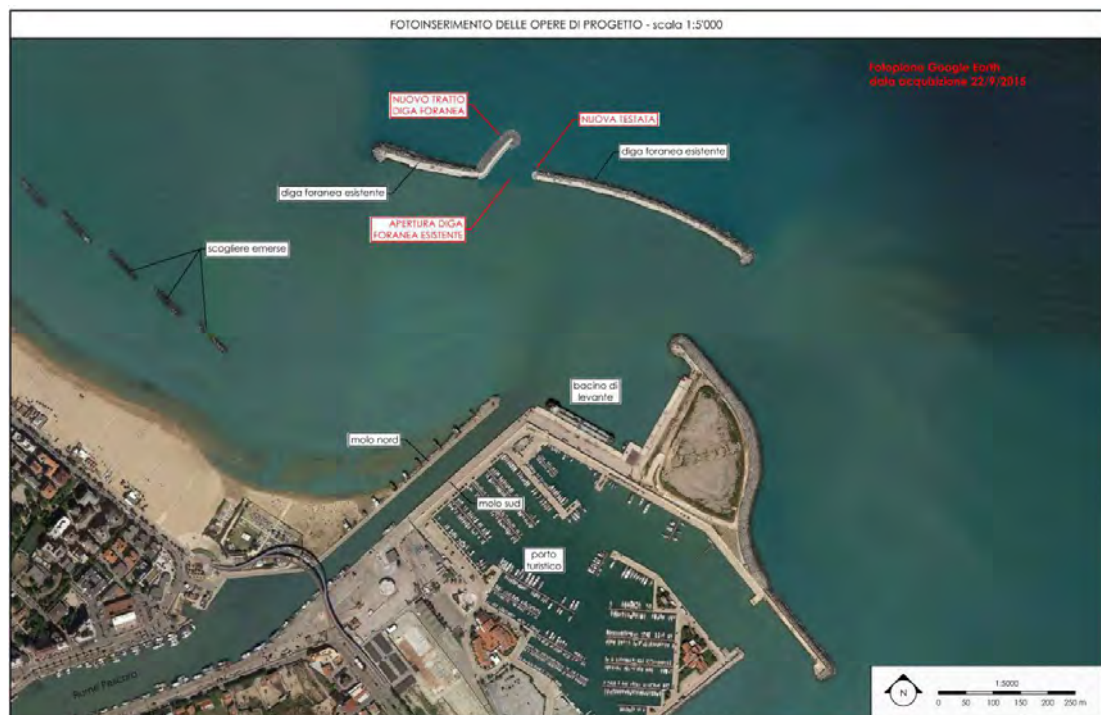


Figura 3-2 - Apertura parziale della diga foranea e realizzazione di parte del pennello a mare in fase di attuazione ad opera del Provveditorato Interregionale per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna

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..

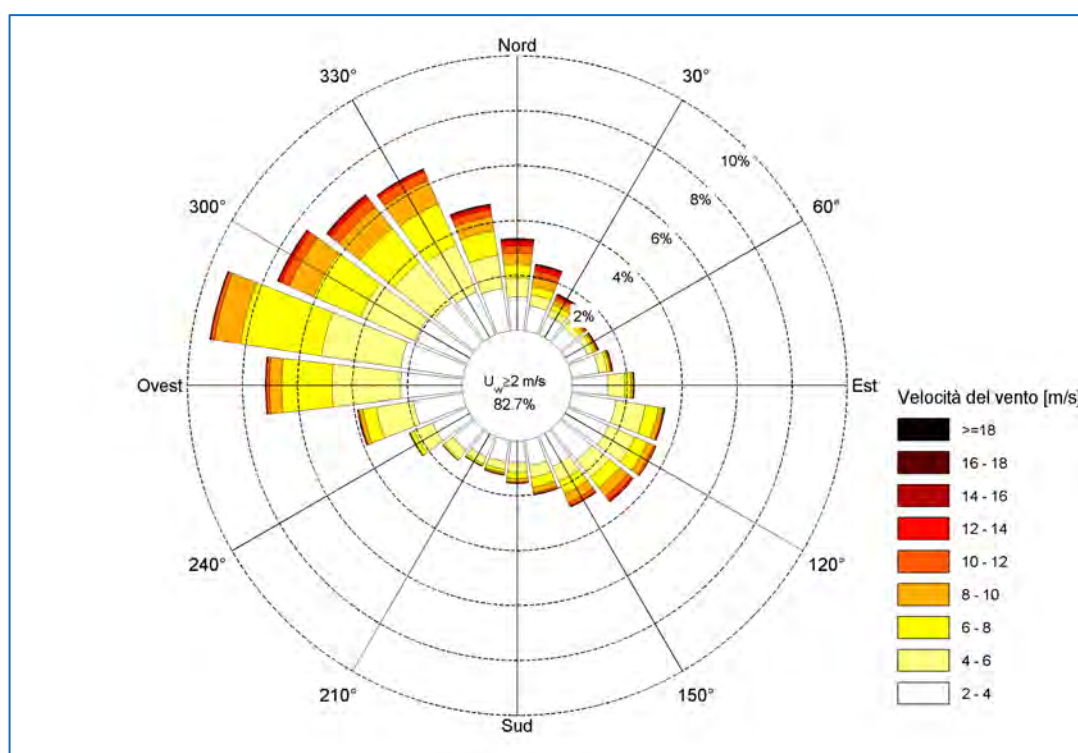


Figura 4-2 - Distribuzione direzionale dei venti ricostruiti al largo di Pescara da MeteOcean DICCA (periodo 1979 - 2015).

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.

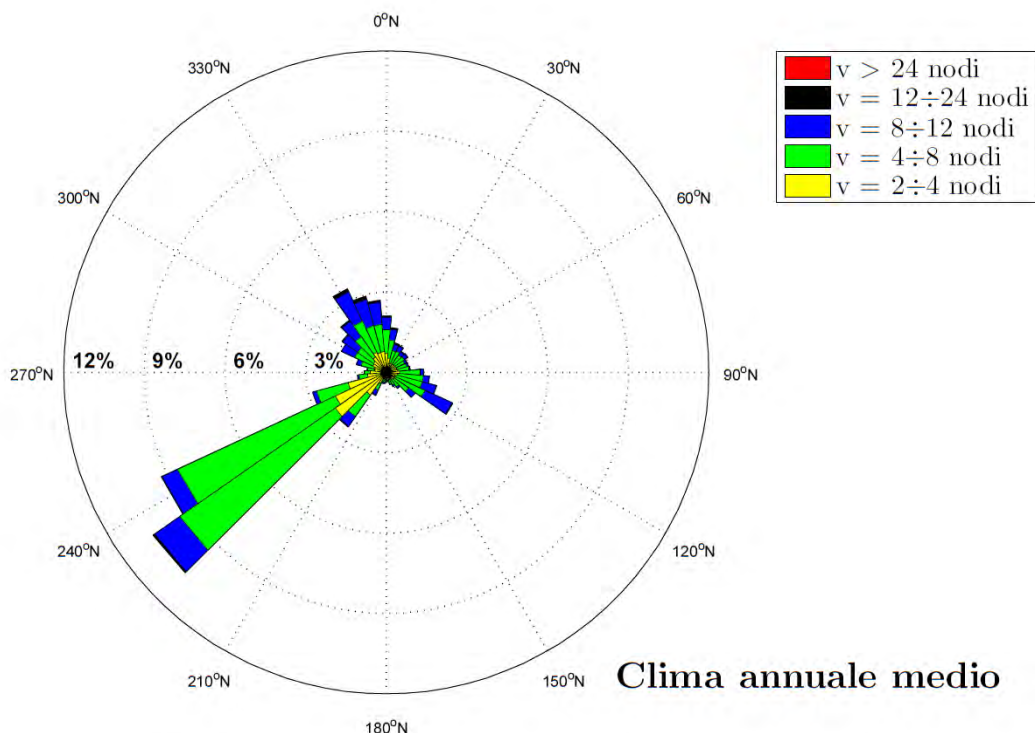


Figura 4-3 - Rappresentazione polare della distribuzione direzionale media annuale degli eventi di vento registrati in costa a Pescara.

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.

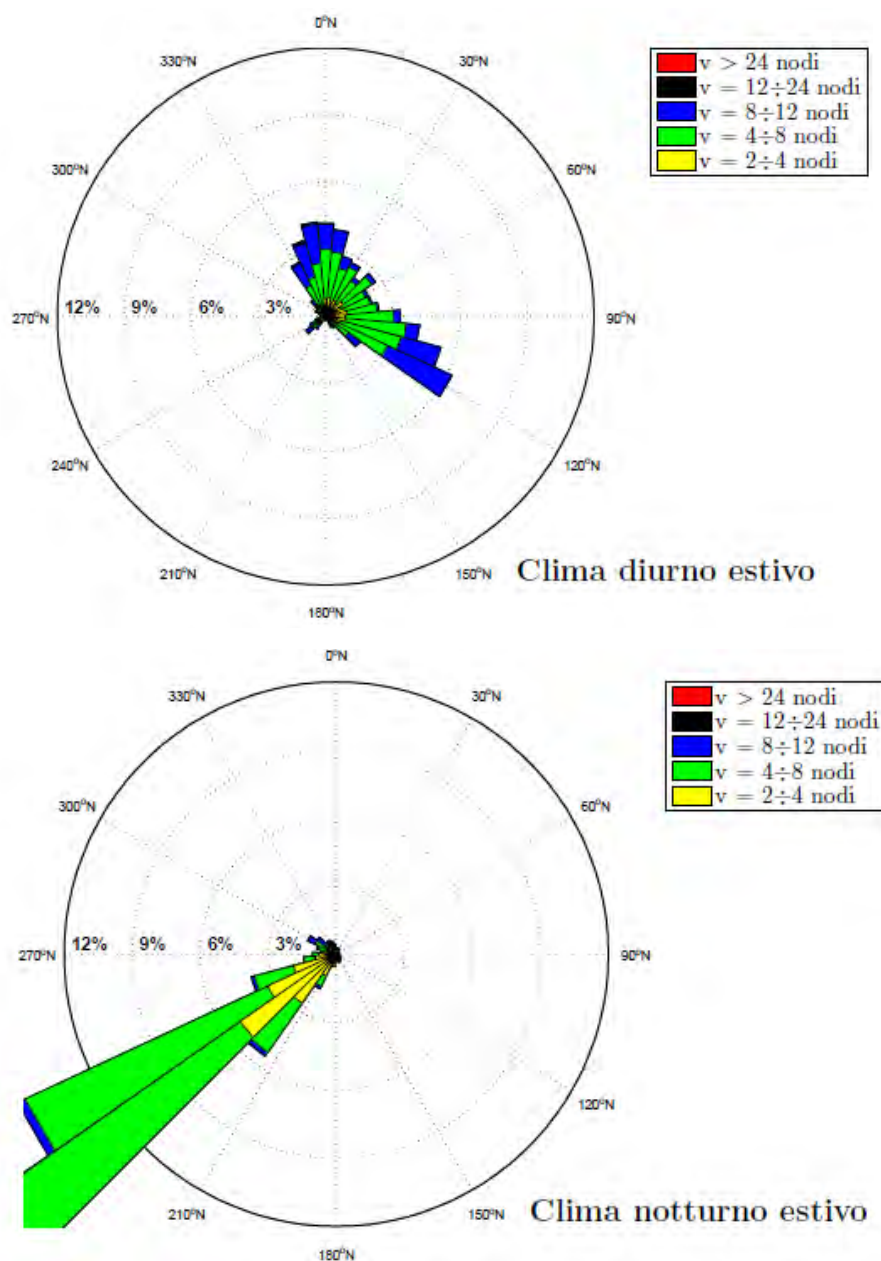


Figura 4-4 - Rappresentazione polare della distribuzione direzionale estiva durante la notte ed il giorno degli eventi di vento a Pescara.

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

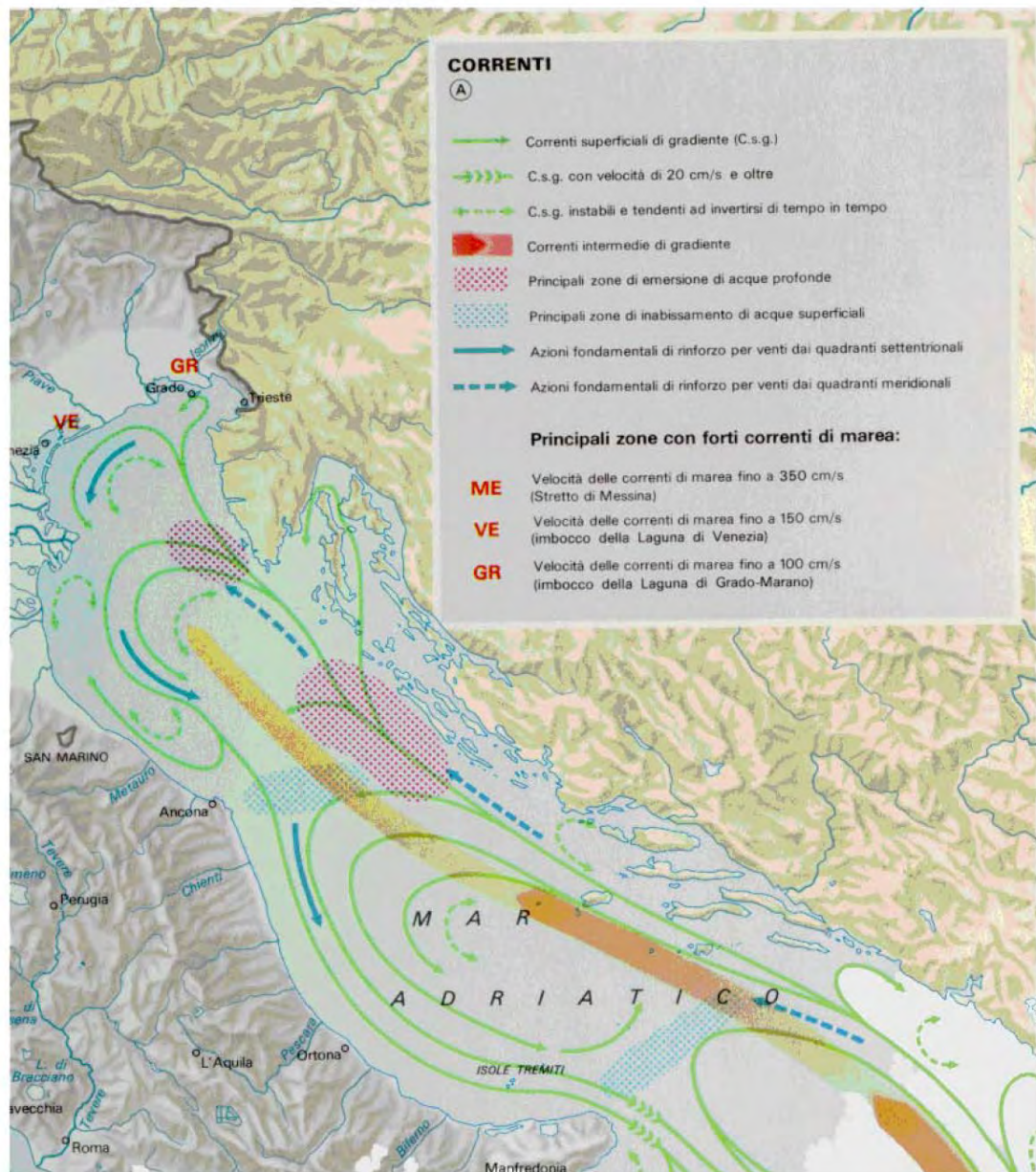


Figura 4-5 - Caratteristiche correntometriche dell'alto e medio Adriatico (tratto da "Atlante Tematico d'Italia" TCI, CNR).

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 Meteomarino) 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

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

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]	η_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).

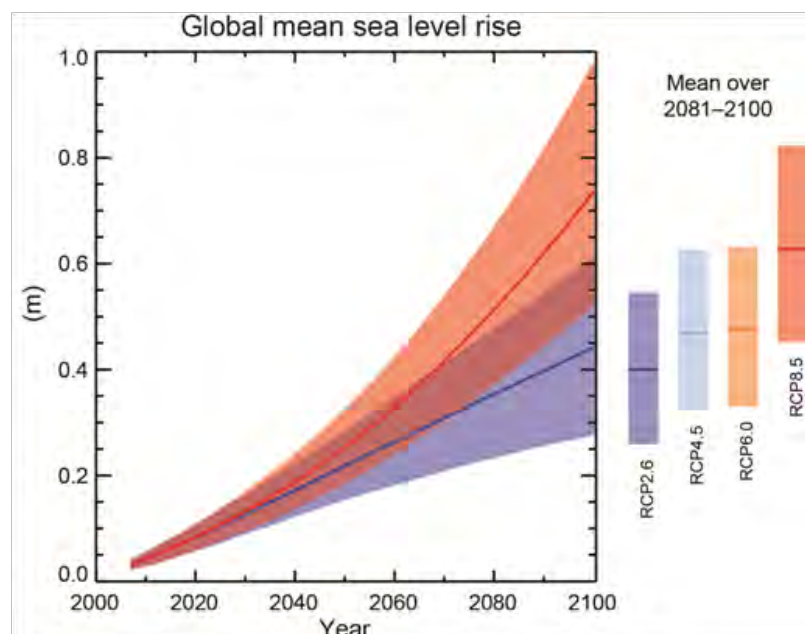


Figura 4-6 - Innalzamento globale dei livelli (sea level rise) previsto secolo dall'IPCC-AR5 per il XXI secolo.

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 ondametrico a largo di Pescara

Per quanto riguarda il regime ondametrico, 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 ondametrico 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 Ondametrica 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.

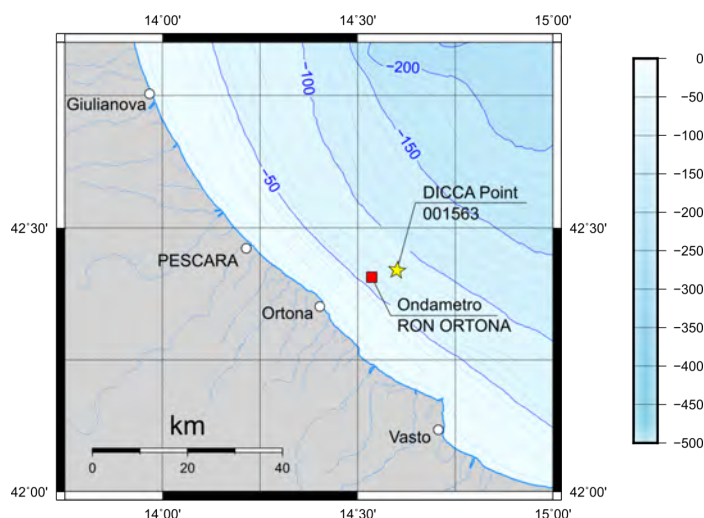


Figura 4-7 - Posizione del punto di ricostruzione DICCA 001569 e della stazione ondometrica RON di Ortona.

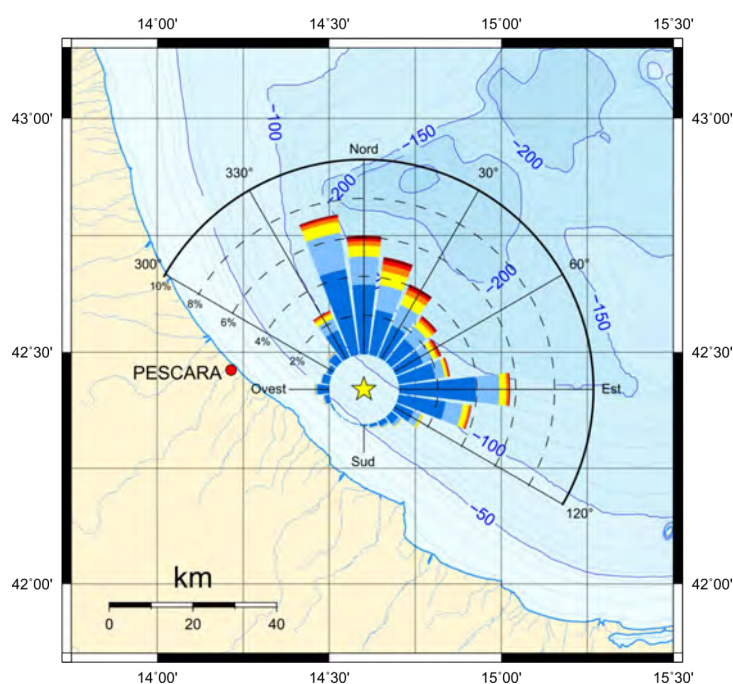


Figura 4-8 - Clima ondometrico ottenuto a largo dall'analisi dei dati di moto ondoso ricostruiti da MeteOcean - DICCA nel punto di coordinate 14.60 °E 42.42 °N al largo di Pescara.

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° 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° 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.

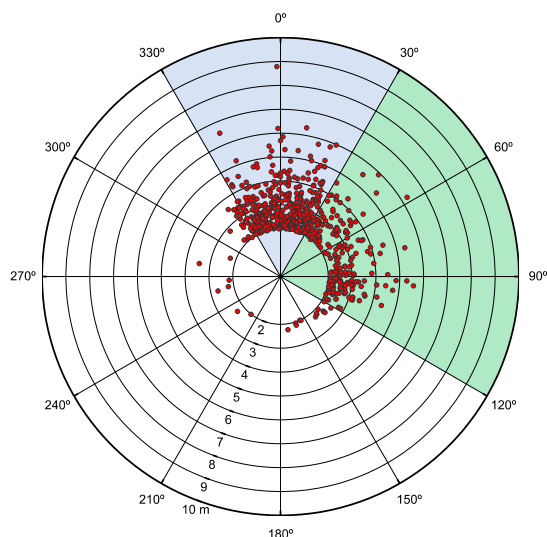


Figura 4-9 - Valori al colmo delle mareggiate ricostruite per il periodo 1979-2015 (dati MeteOcean DICCA).

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

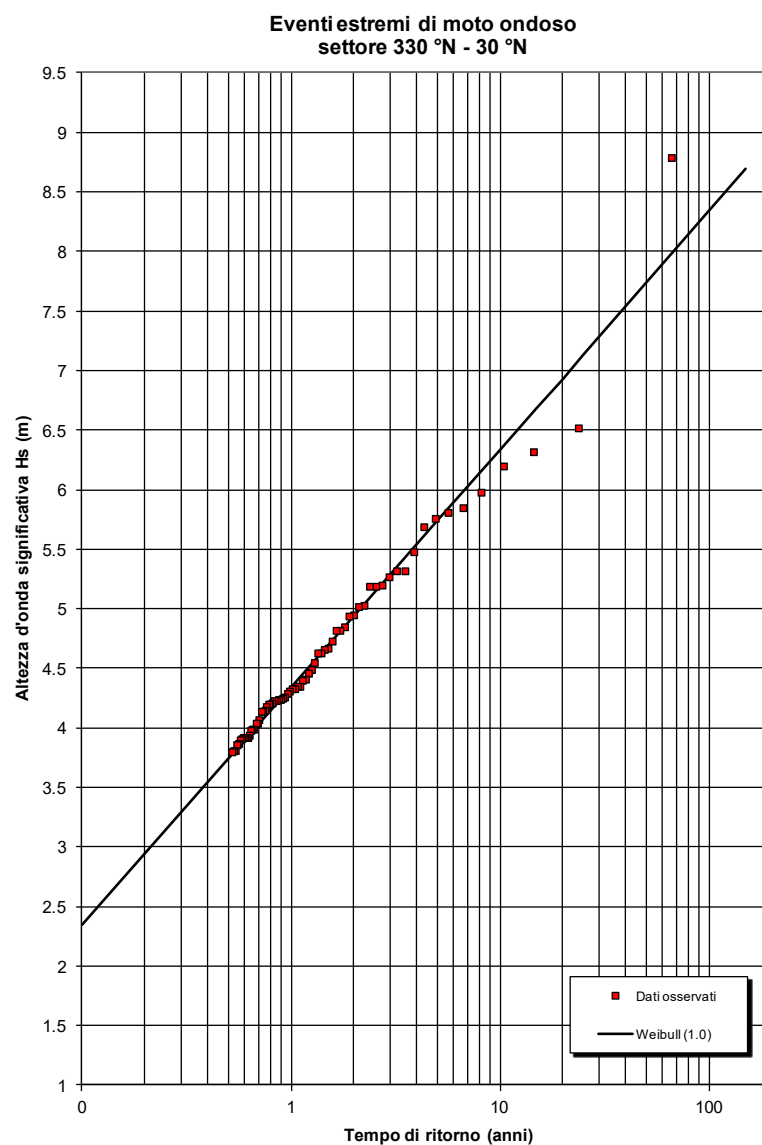


Figura 4-10 - Adattamento alla legge di distribuzione tipo Weibull 1.0 dei valori al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica MeteOcean DICCA tra il 1979 ed il 2015. Settore di traversia 330 - 30 °N.

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.

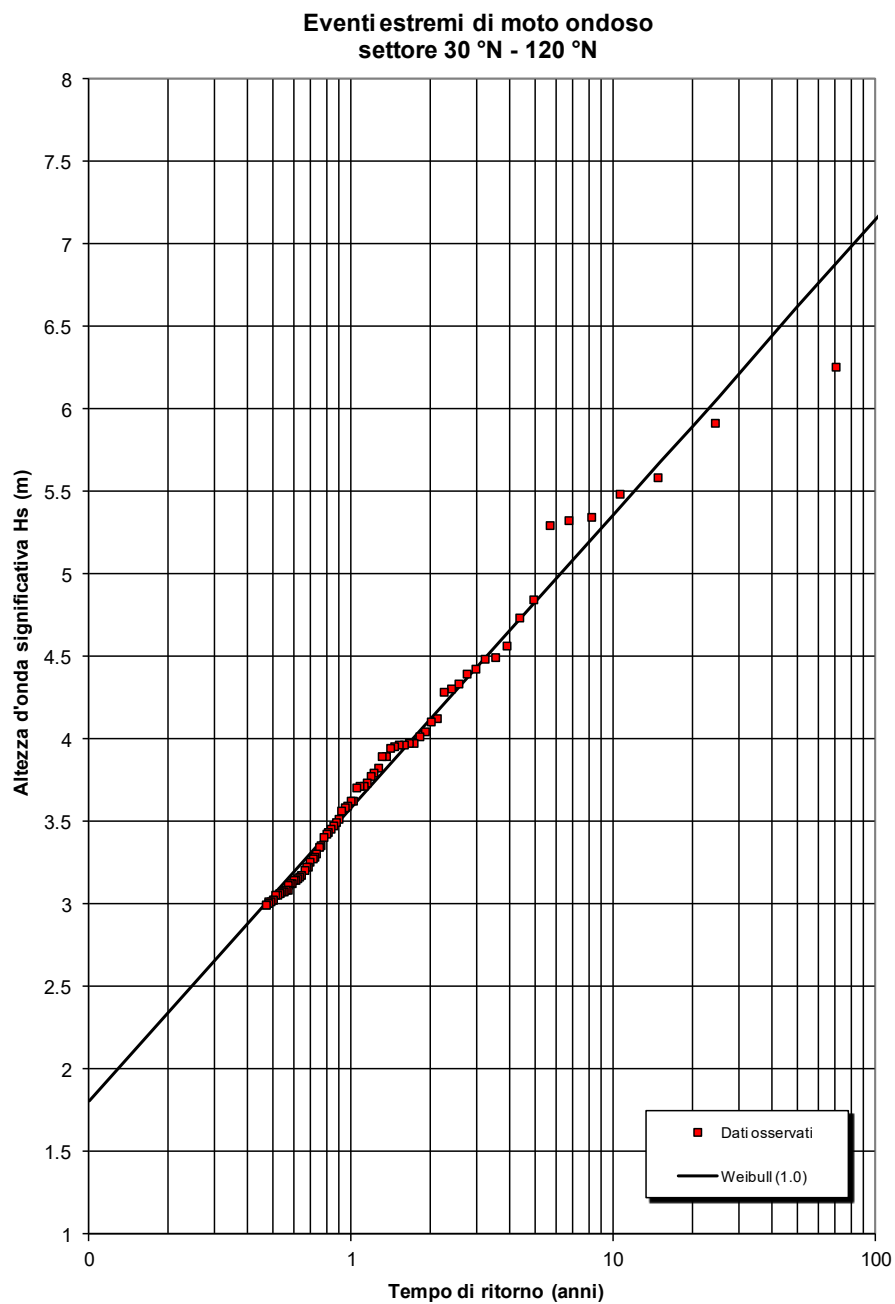


Figura 4-11 - Adattamento alla legge di distribuzione tipo Weibull 1.0 dei valori al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica MeteOcean DICCA tra il 1979 ed il 2015. Settore di traversia 30 - 120 °N.

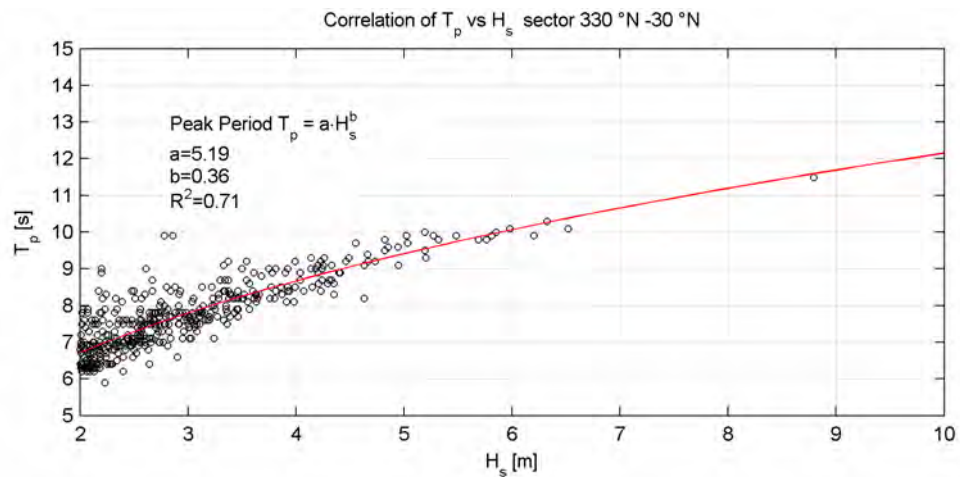


Figura 4-12 - Correlazione tra le altezze significative ed il periodo di picco al colmo delle mareggiate estratte dalla serie DICCA (1979-20015) per il settore di traversia 330-30 °N

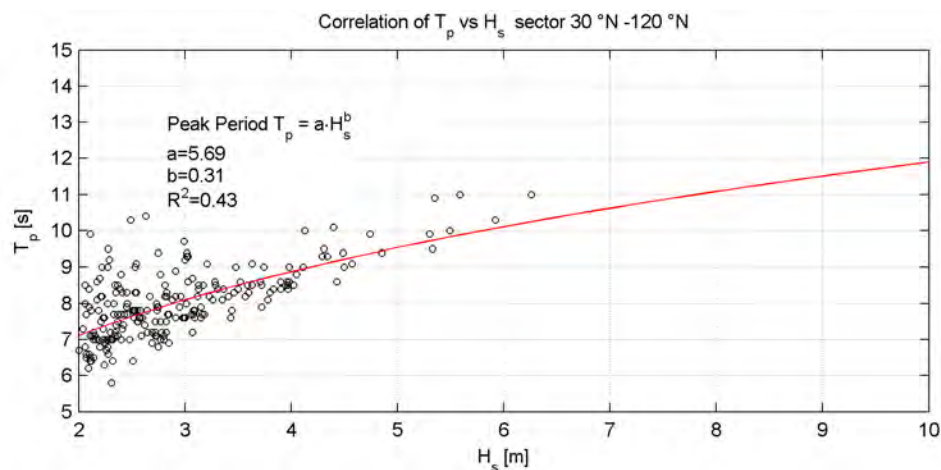


Figura 4-13 - Correlazione tra le altezze significative ed il periodo di picco al colmo delle mareggiate estratte dalla serie DICCA (1979-20015) per il settore di traversia 30-120 °N

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.

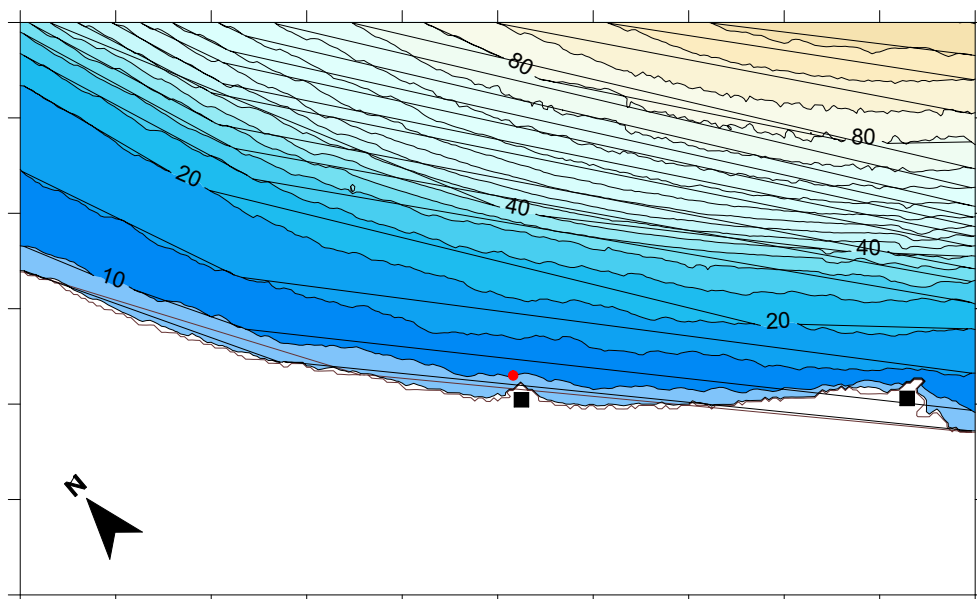


Figura 4-14 - Griglia di calcolo utilizzata dal modello di inversa spettrale MEROPE

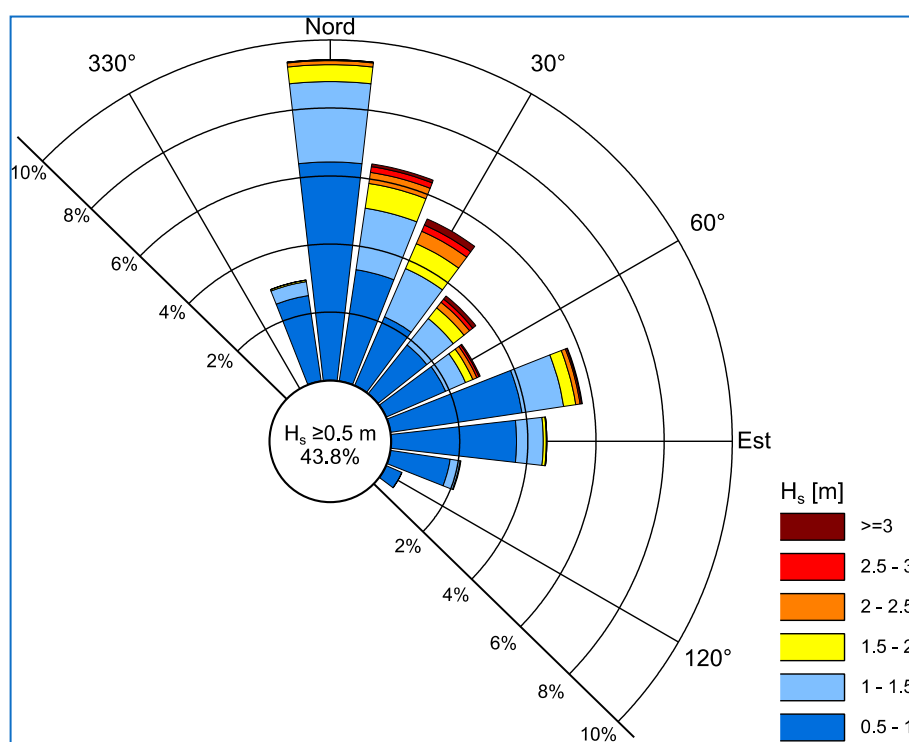


Figura 4-15 - Punto sottocosta P1 –Distribuzione degli eventi di moto ondoso con altezza d'onda superiore a 0.5 m.

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.

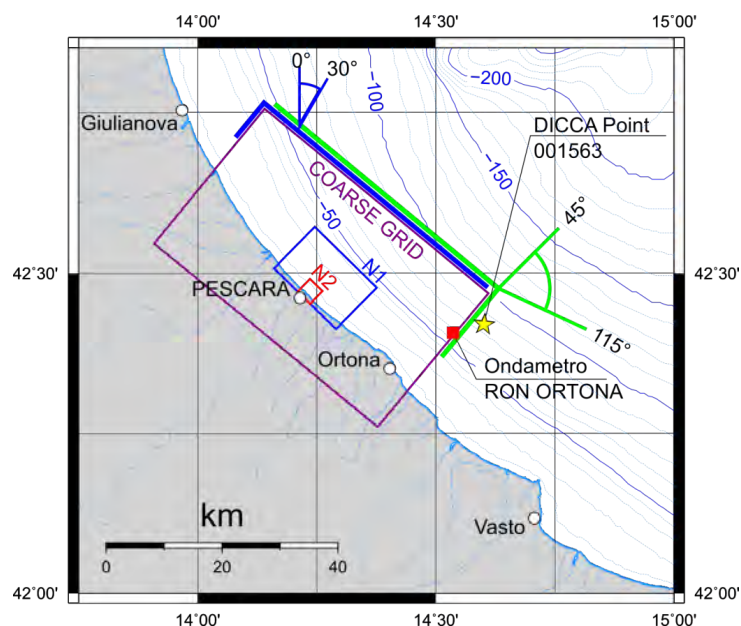


Figura 4-16 - Griglie di calcolo utilizzate per le simulazioni con il modello di propagazione SWAN.

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).

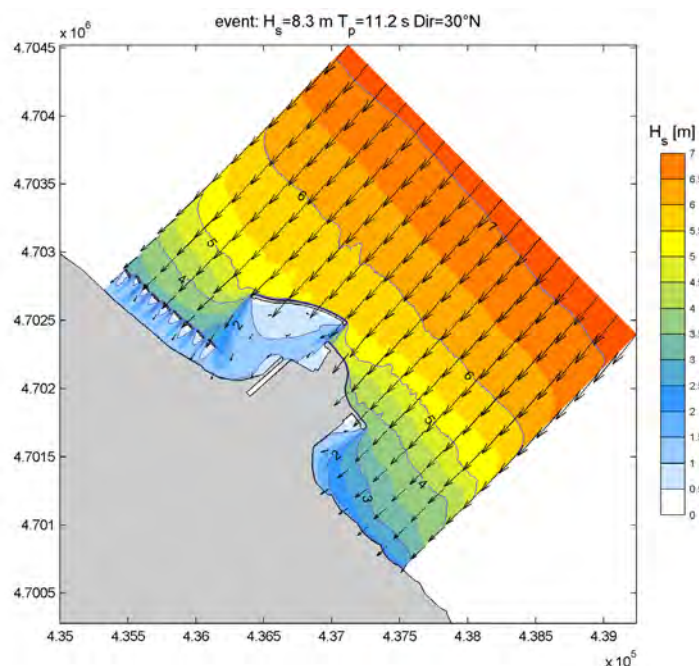


Figura 4-17 - Risultato della propagazione dello stato di mare 30102 - TR = 100 anni.

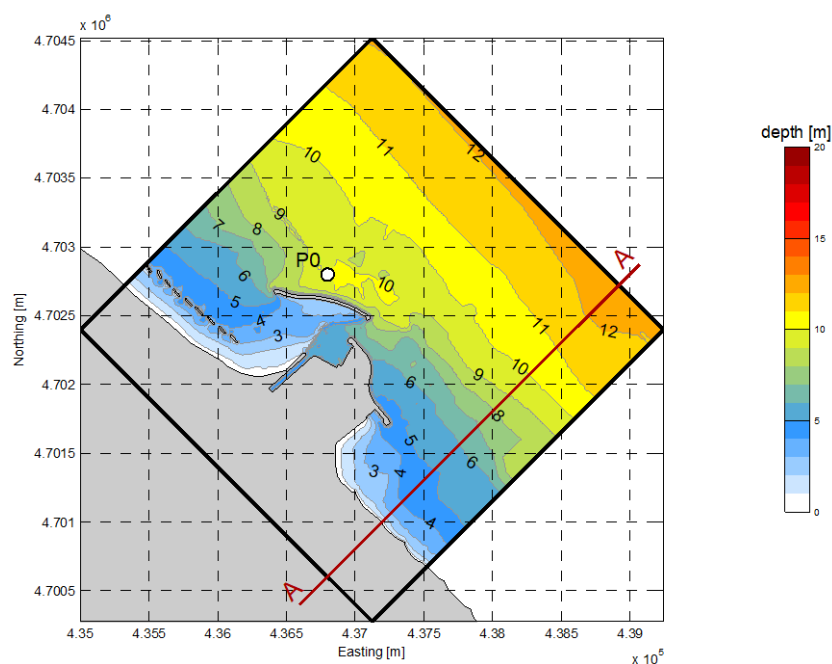


Figura 4-18 - NESTED GRID N2 con indicazione del punto di analisi P0.

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_{mo}) 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.

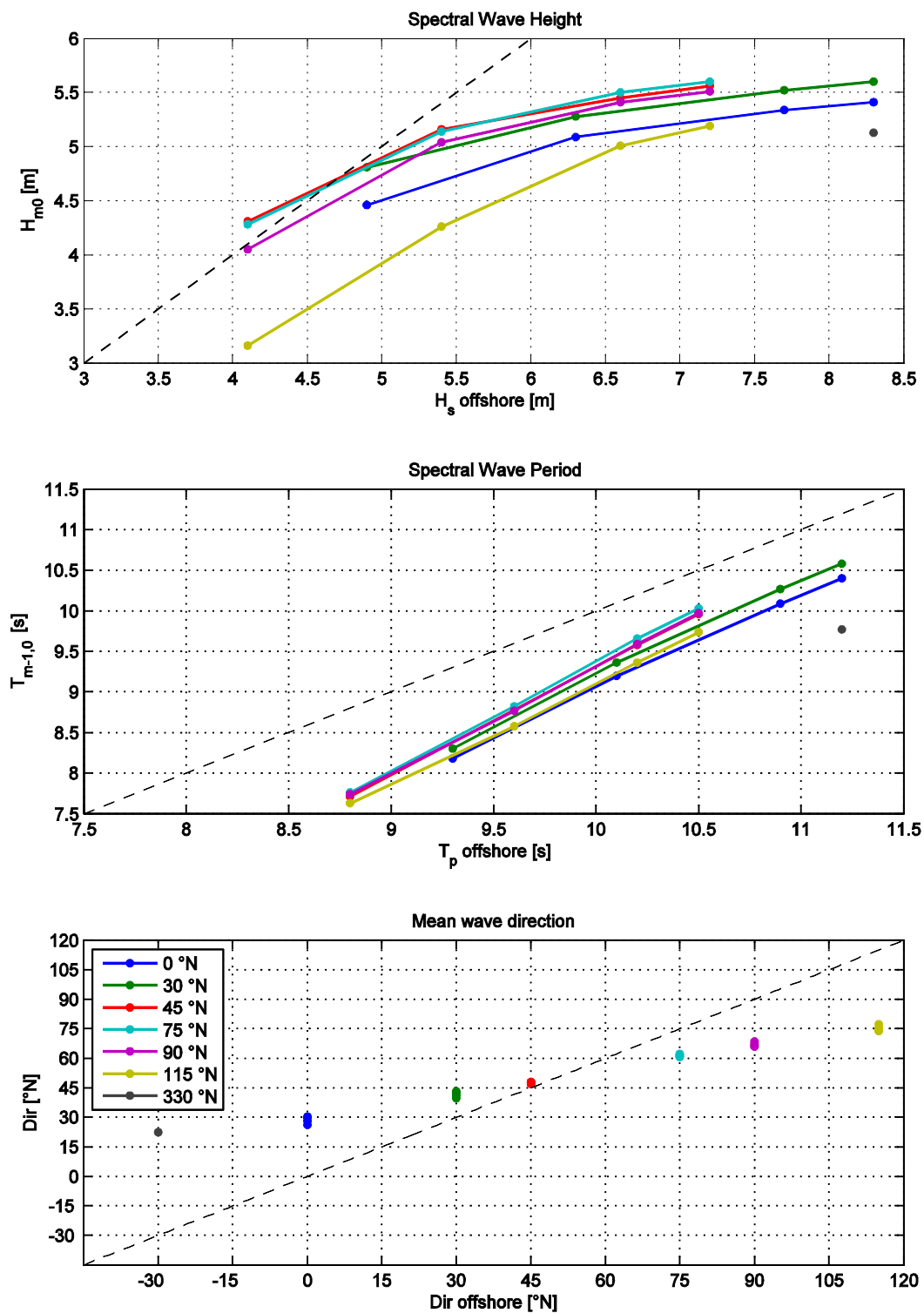


Figura 4-19 - Condizioni di moto ondoso nel punto P0 determinate con il modello SWAN

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 m³/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.

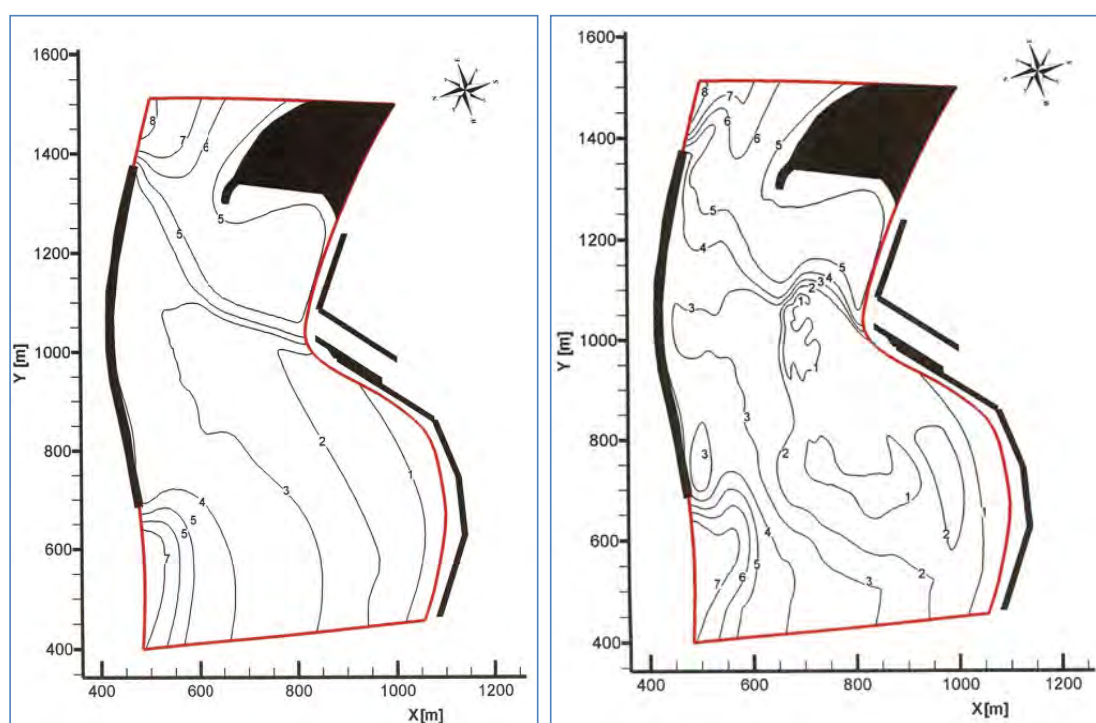


Figura 4-23 - Morfodinamica della situazione attuale prodotta da uno stato di mare proveniente da Nord, $H_s=1,5$ m. Batimetria nelle condizioni iniziali (pannello di sinistra) batimetria dopo tre anni di simulazione (pannello di destra) (Fonte DICEA studio Prof. F. Gallerano)

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'avampese 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.

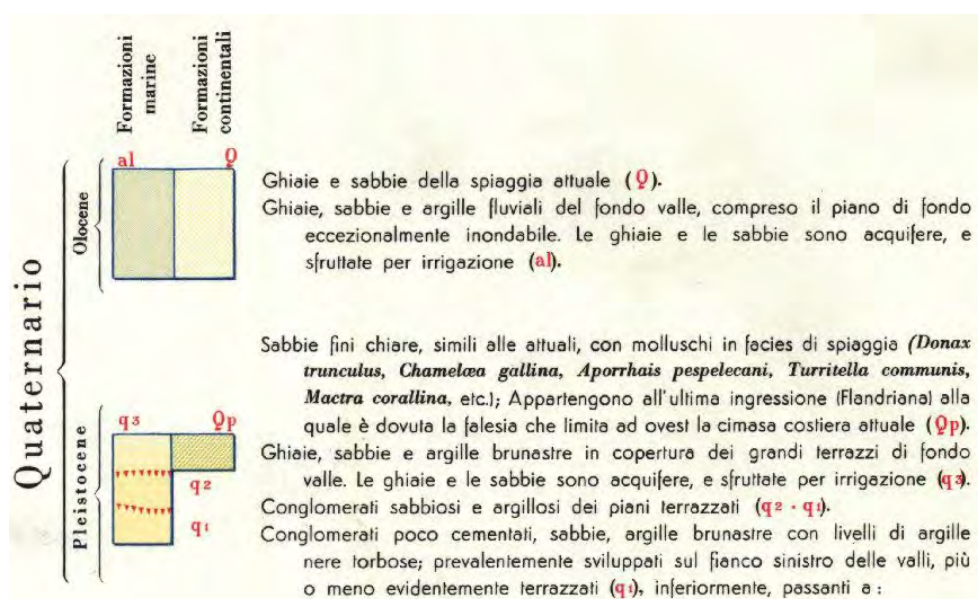


Figura 4-30 - Stralcio di Foglio Geologico 141 "Pescara" in scala 1:100.000 con relativa legenda, nel riquadro rosso è indicata l'area di progetto.

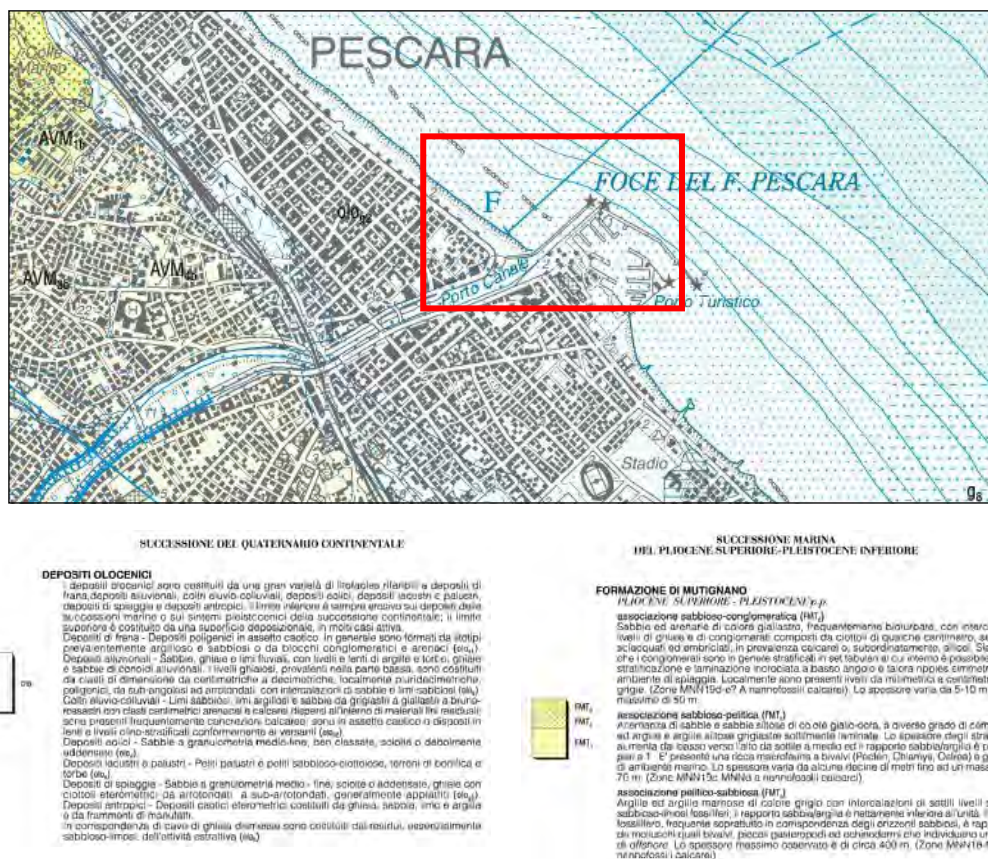


Figura 4-31 - Stralcio di Foglio Geologico 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG. In rosso è indicata l'area di progetto.

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 documentazioni 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:

- Depositoli 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 ³

- 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 ³

- 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 ³

- 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

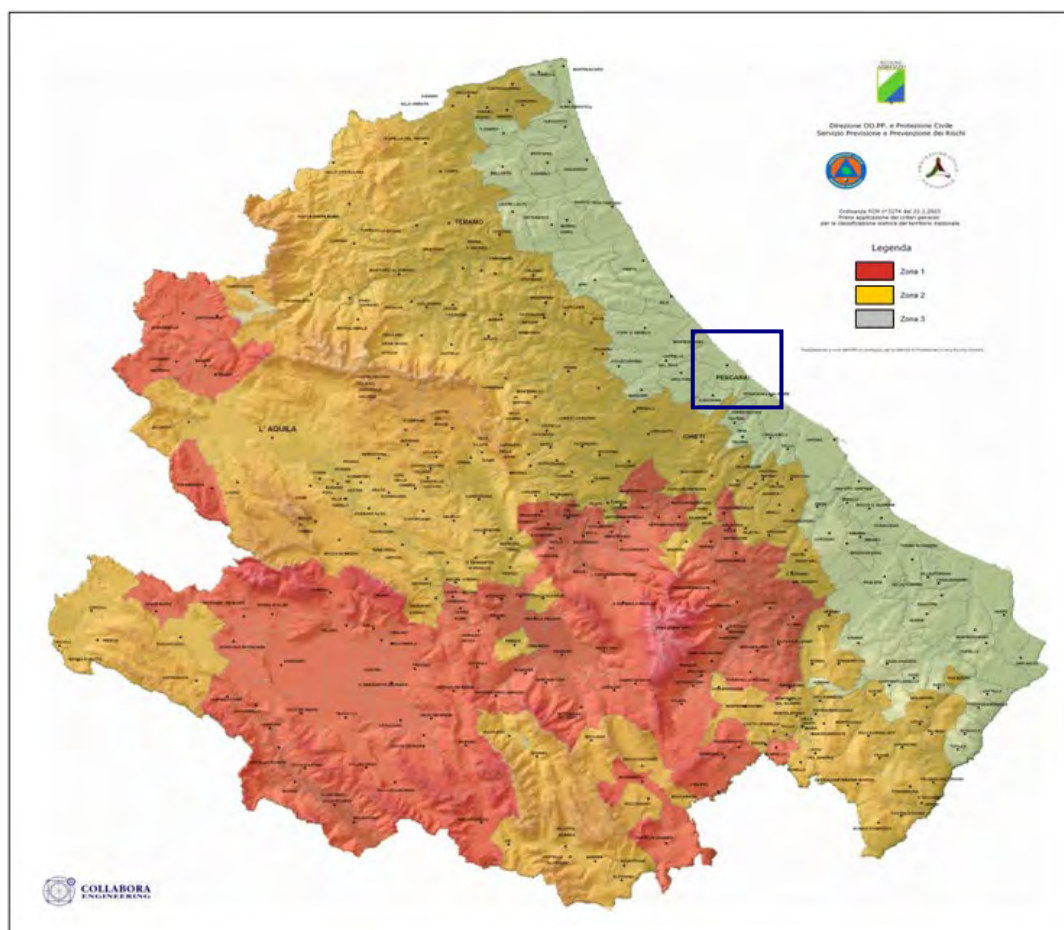
La classe d'uso dell'opera è in rapporto alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche; per la deviazione del fiume Pescara si assume **la classe d'uso III**, per la quale *"il collasso può determinare gravi conseguenze in termini di vita 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_o** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T_c** 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 a_g/g .

In accordo con l'Allegato 7 OPCM 3907/2010, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g), 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 $a_g=0,151117$ 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).

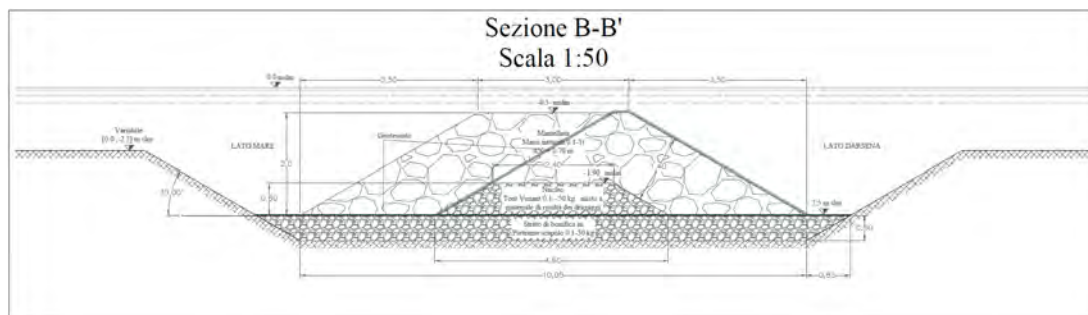


Figura 5-1 -Sezione rappresentativa della barriera sommersa in corso di realizzazione ad opera del Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna.

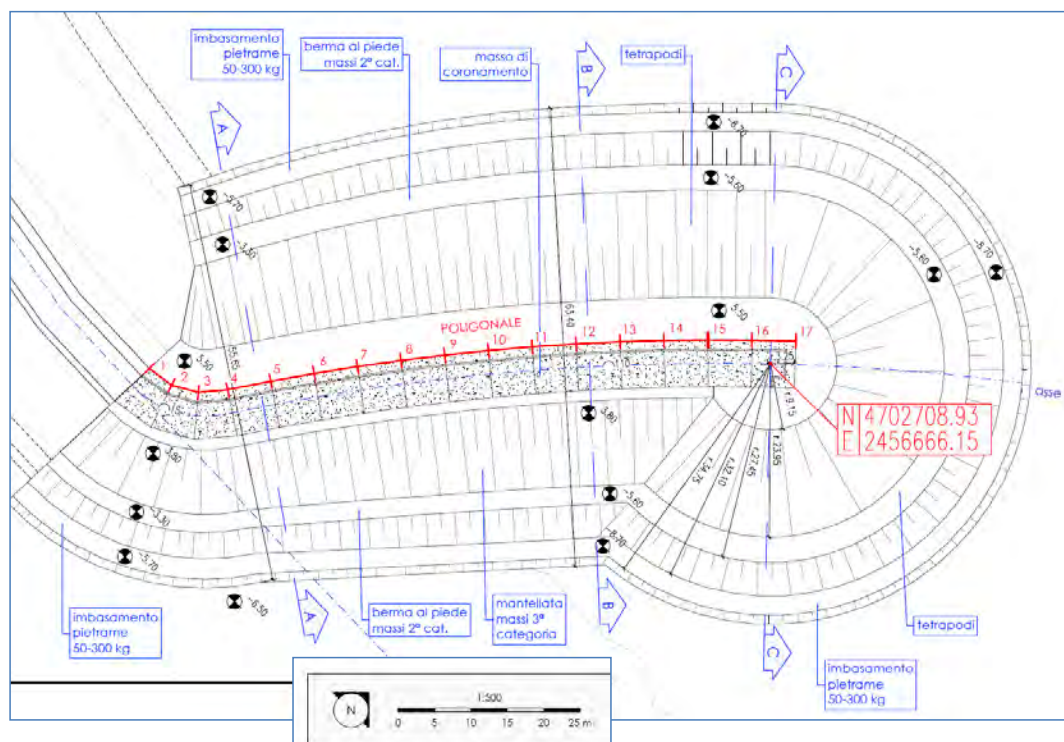


Figura 5-2 - Planimetria del primo tratto del pennello di foce in corso di realizzazione ad opera del Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna.

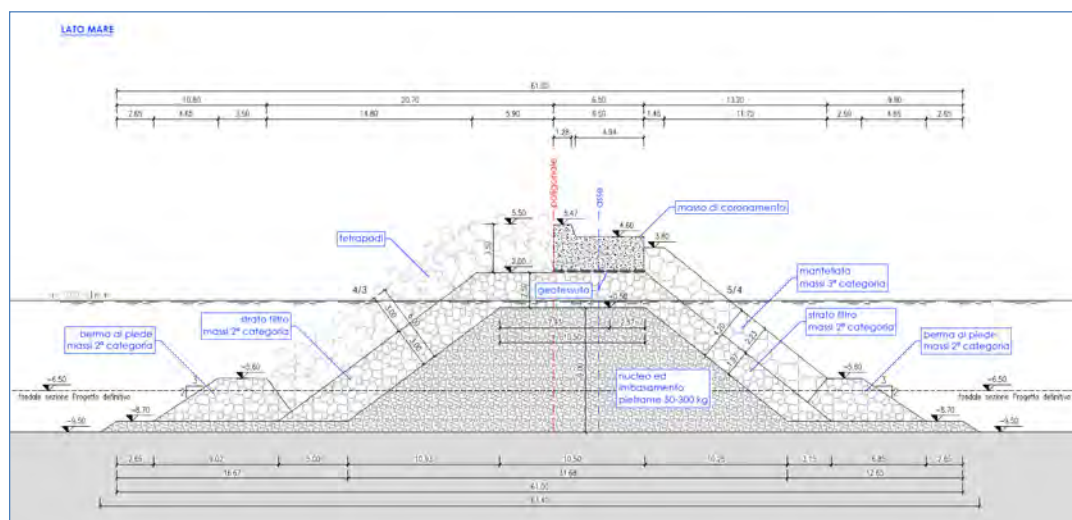


Figura 5-3 - Sezione rappresentativa del primo tratto del pennello di foce in corso di realizzazione ad opera del Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna.

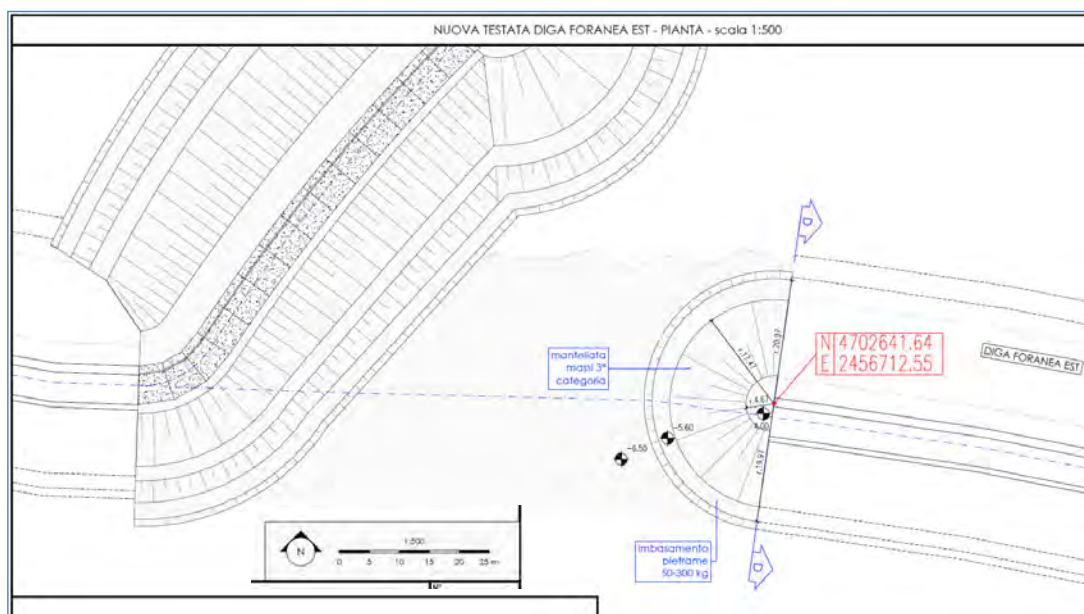


Figura 5-4 - Planimetria del varco della diga foranea in corso di realizzazione ad opera del Provveditorato Interregionale per le OO.PP. Lazio, Abruzzo e Sardegna.

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.

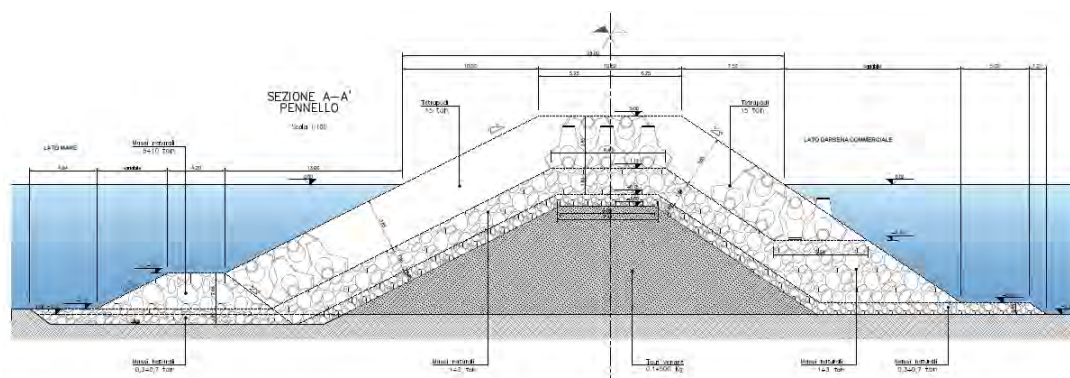


Figura 5-5 - Pennello di foce

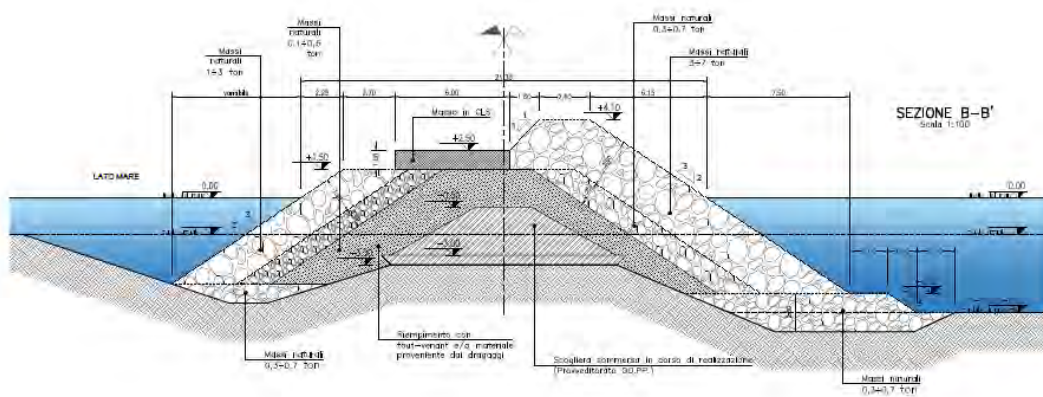


Figura 5-6 – Scogliera di raccordo

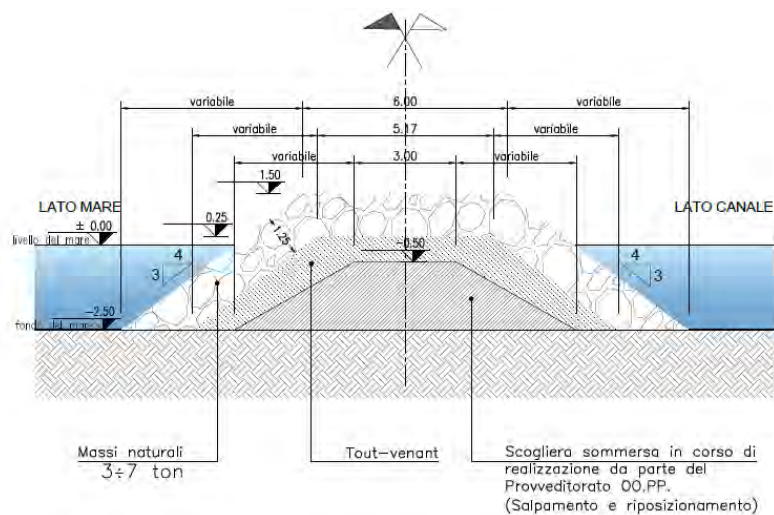


Figura 5-7 – Scogliera di radicamento

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