

REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA di SALERNO



UNIONE DEI COMUNI VELINI
COMUNE DI CASAL VELINO

MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO
INFRASTRUTTURALE
DEL PORTO DI MARINA DI CASAL VELINO
I° LOTTO - STRALCIO FUNZIONALE
CIG : 7400806A4E - CUP : B79F17000080009

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

RELAZIONE TECNICA DI SINTESI DEGLI STUDI SPECIALISTICI

1 8 0 0 2 P D R 0 2 - 1 G E N

Committente:
Comune di Casal Velino

Area Tecnica
Ufficio Urbanistica, Lavori
Pubblici, Pianificazione

Responsabile del Procedimento
Arch. Angelo GREGORIO

Progettazione:
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO

Capogruppo:


Via Monte Zebio 40 00195 ROMA

Mandanti:

Dott. Ing. Luigi RISPOLI
Dott. Ing. Eugenio LOMBARDI
Dott. Ing. Davide VASSALLO
Dott. Geol. Michele CAMMAROTA
POIESIS S.r.l. - Servizi per i Beni Culturali

Gruppo di lavoro:

Dott. Ing. Paolo CONTINI
Dott. Ing. Davide SALTARI
Dott. Ing. Marco DEL BIANCO
Geom. Renzo PAREGGIANI

Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Verificato:	Approvato:
Dicembre 2019	1	Adeguamento a seguito parere SABAP SA-AV ed Ente PARCO	SALTARI	SALTARI	CONTINI
Dicembre 2018	0	EMISSIONE	SALTARI	SALTARI	CONTINI

La MODIMAR s.r.l. si riserva la proprietà di questo documento con la proibizione di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.
This document is property of MODIMAR s.r.l. Reproduction and divulgation forbidden without written permission

Visto del Committente:

COMUNE DI CASAL VELINO

INTERVENTI DI “MESSA IN SICUREZZA E ADEGUAMENTO INFRASTRUTTURALE DEL PORTO DI MARINA DI CASAL VELINO” 1° LOTTO STRALCIO FUNZIONALE

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA DI SINTESI DEGLI STUDI SPECIALISTICI

Committente:

Comune di Casal Velino
P. zza XXIII Luglio n° 6
84040 – Casal Velino (SA)

Progettisti:

MODIMAR S.r.l.
Ing. Luigi Rispoli
Ing. Eugenio Lombardi
Ing. Davide Vassallo
Dott. Geol. Michele Cammarota
Soc. POIESIS

INDICE

1 INTRODUZIONE	3
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3 CARATTERISTICHE DELLE OPERE DI PROGETTO	6
4 SINTESI DEGLI STUDI SPECIALISTICI REDATTI A SUPPORTO DEL PROGETTO DEFINITIVO	8
4.1 Caratteristiche geotecniche dei terreni di imbasamento.....	8
4.2 Studio meteomarinico	9
4.3 Studio dell'agitazione ondosa residua.....	11
4.4 Studio morfologico	16
4.5 Studio morfodinamico	17
4.6 Studio della navigabilità e operatività portuale	21
4.7 Studio della qualità delle acque interne al porto.....	23

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione di sintesi degli approfondimenti tecnici svolti in fase di progettazione definitiva vengono riassunti i principali risultati ottenuti dagli studi specialistici redatti per gli interventi di “Messa in sicurezza infrastrutturale e adeguamento del porto di Marina di Casal Velino - I Lotto Stralcio Funzionale”.

Nei paragrafi che seguono sono riassunti gli elementi più salienti degli studi di supporto elaborati con il presente progetto definitivo ed elencati di seguito:

- Studio geologico – geotecnico
- Studio meteomarinario
- Studio morfologico;
- Studio morfodinamico;
- Studio dell’agitazione ondosa residua;
- Studio della qualità delle acque interne al porto;
- Studio della navigabilità e operatività del porto.
- Studio archeologico preliminare
- Verifica assoggettabilità a VIA

Per ogni ulteriore approfondimento sulle tipologie di modelli matematici utilizzati per la elaborazione dei citati studi, le metodologie di calcolo adottate ed i risultati ottenuti si rimanda agli specifici elaborati facenti parte del progetto definitivo.

Per gli aspetti ambientali, paesaggistici ed archeologici sono stati elaborati degli studi contenenti tutte le specifiche considerazioni necessarie per valutare i possibili impatti conseguenti alla realizzazione delle opere di messa in sicurezza e adeguamento del porto di Marina di Casal Velino.

Alcuni dei suddetti studi costituiscono un aggiornamento e/o integrazione di quelli già elaborati nell’ambito della redazione del precedente Progetto Preliminare risalenti all’anno 2008. Si deve sottolineare che in seguito alla prima emissione del Progetto Definitivo (rev. 0 – Emissione del Dicembre 2018) l’Amministrazione Comunale ha voluto acquisire i preliminari pareri dall’Ente Parco del Cilento, Vallo di Diano e Alburni e della Sovrintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio per le province di Salerno e Avellino (indicata per brevità come SABAP SA-AV) che, in seguito all’esame degli elaborati progettuali, hanno richiesto alcuni approfondimenti, integrazioni e richieste di chiarimento che sono stati sviluppati e inseriti nella presente stesura (Revisione 1) del Progetto Definitivo. Gli argomenti trattati nei diversi studi specialistici hanno riguardato diversi aspetti connessi alla progettazione degli interventi con particolare riferimento a:

- la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni di fondazione, finalizzata all’individuazione della stratigrafia e consistenza dei fondali di appoggio delle opere a gettata (scogliere);
- l’inquadramento geografico del sito di intervento, utile alla definizione dei settori di traversia (principale e secondario) del paraggio costiero in cui ricade il porto;

- il reperimento dei dati meteo-marini e morfologici aggiornati, finalizzati all'analisi delle registrazioni dei dati di moto ondoso per la ricostruzione del clima medio a largo ed a riva, della marea e del vento oltre che alla conoscenza della variabilità della linea di riva su uno sviluppo temporale di circa 30 anni;
- l'individuazione dei fetches geografici ed efficaci, per la determinazione delle aree di generazione delle onde;
- la statistica degli eventi estremi di moto ondoso in acqua profonda per settori di traversia individuati, necessari per individuare i valori di riferimento delle onde di progetto per il dimensionamento e verifica delle opere a gettata;
- lo studio ed individuazione delle variazioni del livello medio del mare, al fine di conoscere con buona precisione i valori del sovralzato;
- le correnti costiere dovute alla circolazione generale;
- lo studio della propagazione del moto ondoso da largo verso riva (rifrazione inversa spettrale) mediante l'ausilio di apposita modellistica matematica;
- l'analisi diacronica dell'evoluzione del litorale ed individuazione della sua tendenza evolutiva. Nella prima emissione del Progetto Definitivo (Rev. 0) si era già approfondita l'analisi diacronica delle linee di riva con il confronto della linea di riva dell'anno 2016 con tutte le precedenti linee di riva disponibili, ponendo a confronto i trend evolutivi ottenuti con i risultati previsionali dello studio morfo-dinamico. Il buon accordo ottenuto mettendo a confronto le tendenze evolutive delle linee di riva nel periodo 2006-2016 con quelle derivanti dalle simulazioni di previsione morfo-dinamica per lo stesso intervallo temporale, hanno suggerito di trasporre l'evoluzione del litorale in esame per l'arco temporale 2018-2028, non essendo mutate sostanzialmente le condizioni al contorno e confermato il trend evolutivo;
- lo studio del regime della dinamica litoranea nella situazione attuale ed in quella di progetto che ha esaminato la presenza delle dighe foranee proposte con l'ausilio di idonea modellistica matematica. Sulla base dei risultati ottenuti sono state sviluppate considerazioni sui fenomeni di insabbiamento dell'imboccatura portuale e del canale di accesso al porto oltre che dei provvedimenti mitigatori;
- lo studio dell'agitazione residua all'interno degli specchi acquei portuali mediante applicazione di idonea modellistica matematica, con individuazione dei livelli delle oscillazioni residue negli specchi acquei interni (nella situazione attuale ed in quella di progetto). A seguito delle richieste di integrazioni da parte degli Enti interpellati (Ente Parco del Cilento e SABAP SA-AV) sono state ipotizzate ed esaminate altre tre soluzioni alternative, integrative rispetto alle precedenti alternative proposte nello Studio di Fattibilità risalente all'anno 2007, approfondite con il Progetto Preliminare 2008 a cui si riferisce lo Studio di Fattibilità 2018 posto a base di gara. Si rimanda alla specifica relazione R 006 (emessa in Rev. 1) per tutti gli approfondimenti in merito ai risultati ottenuti che comunque hanno portato ad individuare come migliore soluzione progettuale quella già presentata nella prima emissione (rev. 0) del progetto Definitivo, con l'unica modifica riguardante l'abbassamento delle berme sommitali nel primo tronco della diga foranea di ponente per limitare gli impatti visivi e gli ingombri sul fondale marino;
- la valutazione dell'agibilità dell'imboccatura portuale in relazione alla frequenza di frangimento delle onde in prossimità di essa e quindi quella di accesso al porto;

- le considerazioni sulla qualità delle acque interne portuali, con individuazione degli eventuali provvedimenti mitigatori;
- le valutazioni sulla navigabilità e sugli spazi di manovra sono state integrate, nella presente revisione del Progetto Definitivo (Rev. 1), con la redazione di uno specifico elaborato grafico aggiuntivo (vedi Tavola 17 - Planimetria con indicazione della possibile utilizzazione degli specchi acquei interni) in cui sono riportate le destinazioni d'uso degli specchi acquei interni, i limiti dei canali navigabili, delle aree in cui sarà consentita la navigazione da diporto e della zona che verrà lasciata alla libera balneazione. Tali suddivisioni sono state eseguite tenendo presenti gli obiettivi primari delle nuove opere foranee (diga di ponente e di levante) che hanno lo specifico scopo di proteggere gli specchi acquei interni dall'insabbiamento e dall'intrusione della posidonia morta, adeguando l'intera infrastruttura portuale a più elevate condizioni per la sicurezza della navigazione e garantendo al tempo stesso un più efficace riparo all'esistente e unica darsena in cui rimane consentito lo stazionamento all'ormeggio.

La presente relazione tecnica di sintesi (così come le relazioni dedicate ai diversi studi specialistici) è stata redatta conformemente a quanto specificato dall'art. 24 del D.P.R. 207/10 ancora vigente in funzione delle indicazioni del nuovo Codice dei Contratti pubblici (D. Lgs. 50/16) con le integrazioni fornite dalle "Linee Programmatiche per lo Sviluppo del Sistema Integrato della Portualità Turistica" (Delibera n° 5490 del 15 novembre 2002).

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito vengono riportate le principali norme di riferimento utilizzate per la redazione degli elaborati del presente progetto.

Redazione elaborati progettuali:

- artt. 24÷32 D.P.R. 207 del 5 ottobre 2010, Titolo II Capo I
- D. Lgs. 50/16 – "Nuovo Codice dei Contratti Pubblici"
- Decreto 17 gennaio 2018 (NTC 2018), aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» NTC 2008

Normativa speciale:

- Istruzioni tecniche per la progettazione e l'esecuzione di opere di protezione delle coste (Delibera del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.151/91)
- Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime (Consiglio Superiore del Ministero dei LL.PP., Pubblicazione GNCDI n.1450, 1996).

Normativa regionale:

- Regione Campania: Linee Programmatiche per lo Sviluppo del Sistema Integrato della Portualità Turistica (Delibera n° 5490 del 15 novembre 2002).

Norme in materia di sicurezza:

- D. Lgs. n°81/08 – Testo Unico sulla sicurezza dei lavori e dei luoghi di lavoro nei cantieri temporanei e mobili

3 CARATTERISTICHE DELLE OPERE DI PROGETTO

La finalità degli interventi inseriti nel presente progetto definitivo è quella di contrastare il fenomeno di insabbiamento dell'imboccatura portuale esistente e di intrusione di masse biologiche nel retrostante specchio acqueo portuale interno esistente che presenta depositi consistenti di posidonia morta che diminuiscono pericolosamente le profondità all'interno degli specchi portuali, creando pericolosi ostacoli ai natanti che frequentano la darsena e costringono l'Amministrazione comunale a frequenti interventi di dragaggio / rimozione per ripristinare adeguate condizioni di sicurezza della navigabilità e di stazionamento all'interno dell'esistente darsena.

L'esistente configurazione portuale (vedi seguente Figura 1) è assimilabile alla tipologia di porto "a bacino" che solitamente "soffre" delle problematiche di insabbiamento della zona immediatamente retrostante la testata del molo di sopraflutto, come effettivamente avviene per il caso del porto di Marina di Casal Velino.

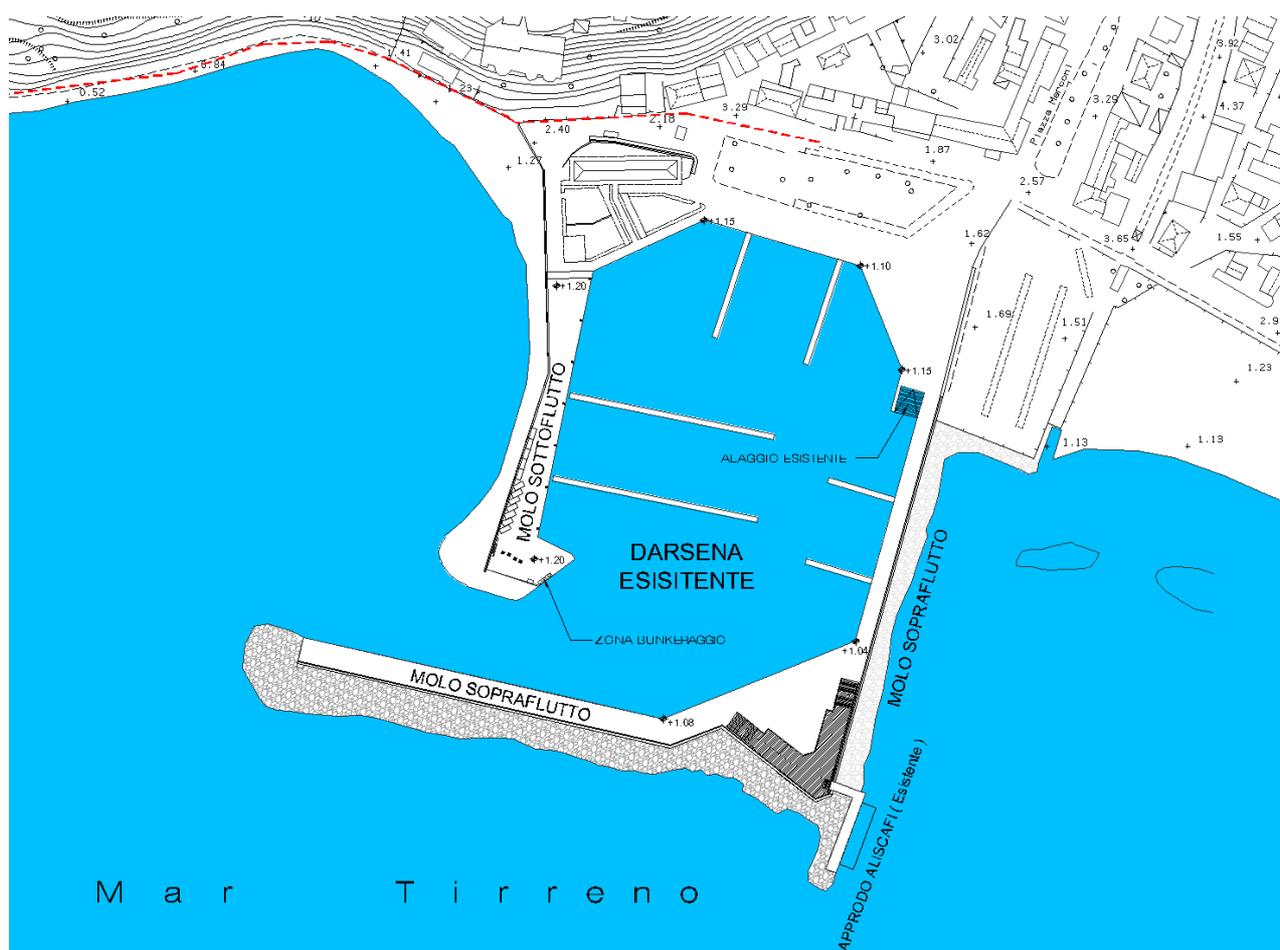


Figura 1 – Situazione attuale del porto di Marina di Casal Velino

Con l'esecuzione delle opere inserite nel progetto definitivo e la modifica del layout portuale come riportato nella Figura 2 riportata a pagina seguente, viene cambiata la tipologia di struttura portuale trasformandola in un porto "a moli convergenti" protetta da due dighe foranee curvilinee, costituite da scogliere di forma trapezia, delimitanti un'ampia zona avamportuale.

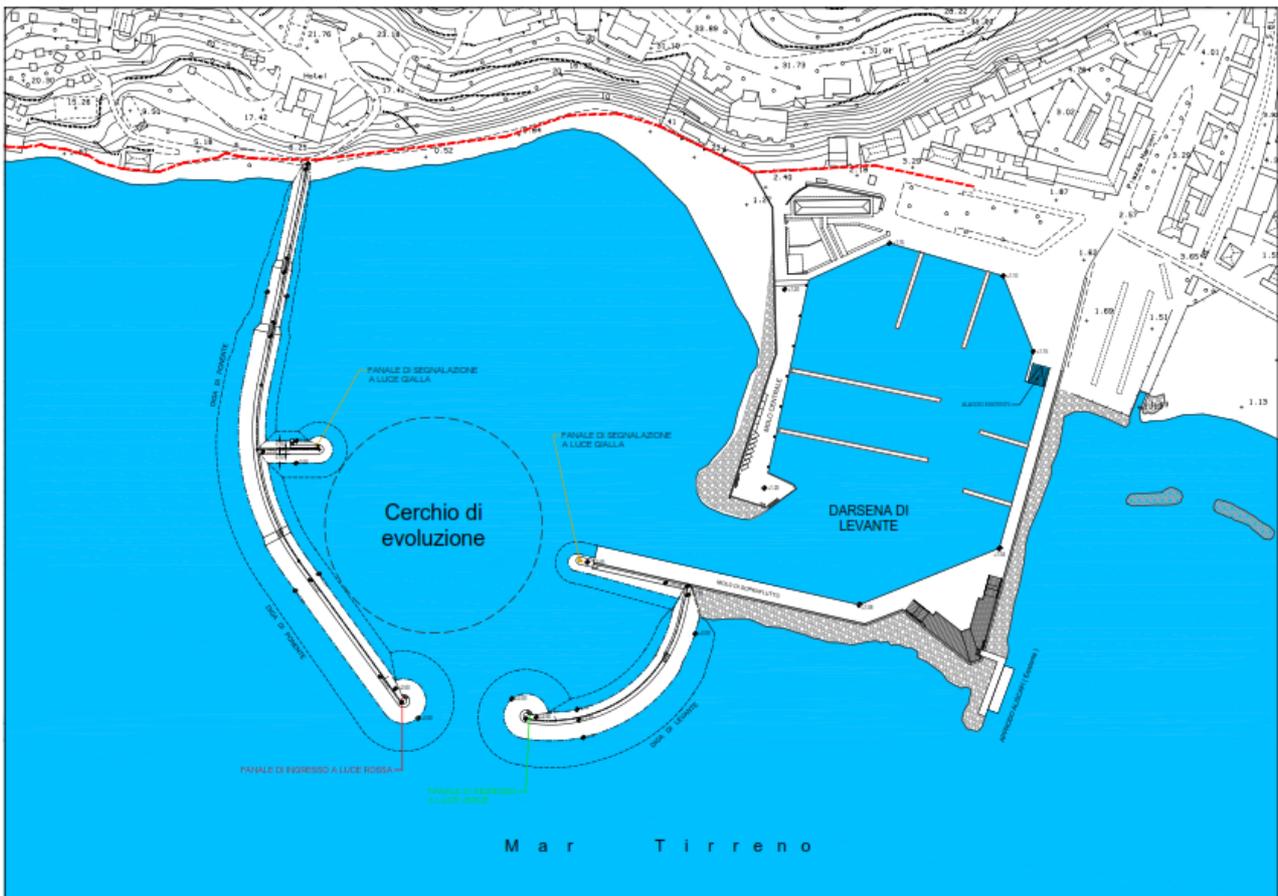


Figura 2 – Configurazione del Progetto Definitivo.

I principali elementi della nuova conformazione planimetrica del porto sono:

- due moli convergenti costituiti da nuove dighe foranee (scogliere): una di ponente radicata a terra e l'altra di levante radicata, in posizione quasi centrale, sull'esistente molo di sopraflutto;
- un ampio avamposto di forma curvilinea delimitato dalle parti terminali delle due opere foranee di protezione dal moto ondoso incidente;
- un pennello interno, di modesta lunghezza, avente la funzione di delimitazione della nuova darsena di ponente dall'antistante avamposto, radicato a circa metà della nuova diga foranea di ponente.

Le testate delle dighe frangiflutti ricadono su fondali di circa -6,00 m sul l.m.m., mentre le sezioni correnti delle due dighe si sviluppano su fondali variabili tra la linea di riva e la profondità appena sopra indicata, variando le dimensioni e le pezzature dei massi naturali man mano che incrementano le profondità di imbasamento.

La tipologia a moli convergenti, come verrà meglio spiegato in seguito, è quella che fornisce i migliori risultati contro i problemi di insabbiamento, limitando il fenomeno dell'interrimento del bacino portuale interno (suddiviso in questo caso in due darsene). Il grande specchio acqueo avampostuale svolge peraltro una efficace azione nei confronti della dissipazione dell'energia del moto ondoso assicurando migliori condizioni di agitazione residua all'interno delle darsene portuali interne.

Nella Revisione 1 del presente progetto definitivo, conseguente alla richiesta di integrazioni e chiarimenti da parte degli Enti interpellati, sono state anche effettuate le seguenti modifiche ed integrazioni alla precedente configurazione di progetto definitivo:

- modifica della quota sommitale della diga foranea di ponente nel primo tronco con conseguente diminuzione degli ingombri di appoggio sul fondale;
- inserimento del massiccio di coronamento sulla testata del pennello interno, al fine di poter eseguire più comodamente gli interventi di manutenzione sul fanale di segnalamento a luce gialla (delimitazione e individuazione dell'imboccatura secondaria);
- sistemazione della testata del molo di sopraflutto esistente, mediante il salpamento dei massi naturali costituenti l'attuale testata, l'esecuzione di un livellamento del fondale (fino alla profondità di -2,50 m sul l.m.m.) e la risagomatura della stessa scogliera.

4 SINTESI DEGLI STUDI SPECIALISTICI REDATTI A SUPPORTO DEL PROGETTO DEFINITIVO

4.1 Caratteristiche geotecniche dei terreni di imbasamento

L'ambiente geologico e geotecnico interessato dai lavori è abbastanza ben delineato essendo disponibili analisi e prove eseguite nel recente passato per i lavori di realizzazione della banchina per imbarcazioni da pesca retrostante il molo di sottoflutto, conclusi nel 2014, svolti nell'ambito degli interventi di "Riqualficazione e completamento del Porto di Casal Velino" – FEP 2007 ÷ 2013.

Le caratteristiche geologiche dei terreni interessati dalle nuove opere portuali di Casal Velino e del limitrofo tratto di costa a ponente dell'attuale molo di sottoflutto sono state desunte dalla cartografia e studi disponibili confermati da un accurata analisi e sopralluoghi di verifica per la specificazione della natura geologica del sito. Il substrato dell'area in esame è costituito dai terreni della formazione del Torrente Trenico (TNC) ovvero da torbiditi marnoso-calcaree e marnoso-arenacee, in strati da medi a molto spessi; da marne grigie-chiare in livelli spessi e da argilliti sottilmente laminate, da grigio chiare a scure. Il limite superiore è costituito da Arenarie di Pianelli, mentre il limite inferiore è costituito da una rapida alternanza di Argilliti di Genesio e da Argille Varicolori di Tempa Rossa.

Esternamente al tratto di costa che ospiterà la radice della diga di ponente, affiorano terreni della formazione delle Crete Nere (CRN) ovvero argilliti foliate generalmente grigie, talora varicolorate, con intercalazioni sottili e medie di areniti torbiditiche carbonatiche e silicoslastiche. Verso mare si rinvengono depositi di spiaggia recente costituiti da ghiaie sabbiose e ciottolame eterometrico, sabbie medio fini e sabbie fini sia di origine eolica che marina, con spessori variabili generalmente di pochi metri. Intercalati ai depositi di spiaggia si rinvengono blocchi a spigoli vivi di natura terrigena o carbonatica e subordinatamente ghiaie grossolane, che nel complesso costituiscono i "depositi di piede" di falesia caratteristici di una falesia "attiva" con altezze inferiori ai 10 m generati dalle

successioni dei fenomeni di scalzamento al piede indotte dall'azione diretta del moto ondoso incidente. L'esecuzione del radicamento a terra della diga di ponente avrà quindi un benefico effetto protettivo e di stabilizzazione sulla falesia retrostante fornendo una maggiore protezione del versante nei confronti del moto ondoso incidente.

Infine i rilievi e le indagini finora condotti nelle aree limitrofe indicano l'assenza di superfici di discontinuità tettoniche e di dissesti che possono incidere sulla risposta dei terreni in termini geostatici, con conseguente valutazione positiva ai fini della realizzazione delle opere a scogliera. Pertanto la litostratigrafia dei fondali e la presenza di affioramenti rocciosi indica che la costruzione delle scogliere comporterà una influenza modesta sullo strato di fondazione superficiale marino.

Dal punto di vista sismico la pericolosità per il sito di intervento è stata desunta dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it> e riportati in allegato al DM 14/1/2008 (Testo Unico per le Costruzioni). Per il sito in esame si è fatto riferimento al nodo ID = 36100 di coordinate Longitudine = 15,118695° – Latitudine = 40,176937° cui corrisponde un valore di accelerazione orizzontale massima al sito $a_g = 0,0806$).

La classificazione sismica inserisce dunque il Comune di Casal Velino all'interno delle zone a bassa sismicità essendo il nodo di riferimento rientrante nella categoria regionale classificata come bassa sismicità (zona 3).

Da quanto appena sopra indicato, considerata la natura dei fondali e dei terreni emersi della fascia litoranea in esame oltre che dalla tipologia a gettata delle opere di difesa dal moto ondoso, caratterizzate da superfici di appoggio molto ampie con trasferimento di sollecitazioni modeste sui fondali di posa, si ritengono compatibili sia le fasi esecutive sia quelle di esercizio delle tipologie di intervento progettate.

4.2 Studio meteomarino

Per la caratterizzazione dell'esposizione meteomarina del paraggio, per definire i parametri di progetto (come l'altezza d'onda di progetto, la variazione dei livelli rispetto al l.m.m., la statistica del frangimento, ecc.) è stato condotto un approfondito studio per la caratterizzazione meteo-marina al largo ed a riva di cui gli aspetti salienti vengono riportati di seguito. Si rimanda alla relazione meteo-marina per eventuali ed ulteriori approfondimenti che si rendessero necessari.

Lo studio meteomarino si è articolato nei seguenti punti di indagine:

- ✓ inquadramento geografico del paraggio costiero;
- ✓ individuazione dei fetches geografici ed efficaci e dei settori di traversia (principale e secondario);
- ✓ analisi dei dati anemologici disponibili;
- ✓ reperimento ed analisi delle registrazioni di moto ondoso aggiornate e disponibili;
- ✓ definizione del clima medio (annuale e stagionale) del moto ondoso al largo;
- ✓ analisi statistica degli eventi ondosi estremi al largo per la determinazione dell'altezza d'onda di progetto;
- ✓ propagazione del moto ondoso sotto costa in n. 5 punti rappresentativi ed individuazione del clima di moto ondoso e dei flussi di energia;

- ✓ analisi della frequenza di frangimento nell'area antistante l'imboccatura portuale esistente ed in quella di progetto;
- ✓ analisi del flusso potenziale di energia associata al moto ondoso;
- ✓ determinazione della profondità di chiusura della fascia attiva, in cui avviene il trasporto solido litoraneo dovuto al moto ondoso;
- ✓ indicazione delle correnti litoranee;
- ✓ analisi delle variazioni del livello medio marino.

La caratterizzazione geografica del paraggio, anche attraverso il calcolo dei fetch geografici ed efficaci, ha consentito una valutazione delle condizioni di esposizione agli eventi meteomarinari (vento e moto ondoso) che contraddistinguono il sito costiero in cui ricade il porto di Marina di Casal Velino.

Il settore di traversia, definito ponendosi al largo al largo del porto di Marina di Casal Velino, a circa 20 km dalla costa tra Punta Licosa ed il promontorio di Capo Palinuro, su fondali di circa -200 m sul l.m.m., è delimitato a nord-ovest dal promontorio di P.ta Licosa, ad est dal promontorio di Capo Palinuro, e risulta limitato quindi da nord-ovest ad est dal tratto di costa che si estende tra i due promontori. Il paraggio risulta pertanto esposto al mare aperto per il settore complessivo compreso tra 100° e 335°N.

Sulla base dell'esposizione geografica del sito con specifico modello numerico si sono calcolati i fetch efficaci (porzione della superficie marina al largo del sito che contribuisce, sotto l'azione diretta del vento, alla generazione degli stati di mare che possono interessare il sito in esame) e la correlazione tra la direzione del vento e la relativa direzione del moto ondoso generato.

L'analisi dei dati di vento disponibili ha consentito una valutazione oggettiva del regime dei venti (frequenza, velocità, direzione) che contraddistingue l'arco di costa e che ha un'influenza determinante per l'impostazione della conformazione planimetrica ottimale del porto (ad es. orientamento del canale di ingresso) in esame.

In particolare, si è fatto riferimento sia alla tavola tematica pubblicata dal TCI-CNR ove sono riportate le "rose dei venti" delle stazioni gestite dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (CNMCA) sia ai dati della stazione Meteorologica di Palinuro gestita dall'Aeronautica Militare (I.T.A.V.- C.N.M.C.A: Ispettorato Trasmissioni e Assistenza al Volo – Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia Aeronautica). La percentuale di occorrenza dei venti moderati più favorevoli alla navigazione a vela (vento tra 2 e 12 nodi) risulta pari al 60%, mentre le calme (velocità minore di 1 nodo) raggiungono il 26%. La percentuale dei venti forti ($V > 24$ nodi, con avviso di burrasca che sconsiglia tanto la pesca che la navigazione da diporto) risulta inferiore al 3%. In termini di direzioni dei venti regnanti e dominanti, si osserva che i venti regnanti sono quelli provenienti dal settore di maestrale – tramontana con una frequenza di accadimento pari al 20%, mentre i venti dominanti con intensità superiore a 24 nodi provengono da scirocco e da maestrale con frequenza di accadimento pari al 0.4% e allo 0.3%.

L'analisi delle caratteristiche del moto ondoso al largo del sito in esame ha consentito di definire alcuni dei principali parametri progettuali quali:

- l'onda di "progetto", cui fare riferimento per il dimensionamento delle opere a mare;
- le "onde di modellazione" utili nello studio di dinamica costiera;

ed altri parametri rappresentativi delle condizioni medio climatiche del moto ondoso indispensabili per l'analisi sia delle condizioni di esercizio del porto di Casal Velino (frequenza di frangimento all'imboccatura; condizioni di agitazione ondosa residua lungo le aree di manovra ed alle banchine), sia delle interferenze che le opere foranee del porto potrebbero esercitare sulla morfodinamica dei litorali limitrofi.

A tal scopo si è fatto riferimento al clima ondoso ricostruito tra il 1979 e il 2009 nel punto al largo partendo dai dati NOAA con il modello di generazione e propagazione WWIII, calibrato sulla base del confronto con le registrazioni ondametriche direzionali effettuate dalla stazione ondametrica di Ponza, gestita dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale dell'APAT, facente parte della Rete Ondametrica Nazionale (posta su fondali di circa 100 m). Sulla base di questa serie "virtuale" di dati ondametrici, rappresentativa delle condizioni di moto ondoso al largo del sito, è stata eseguita l'analisi statistica degli eventi estremi e determinata, per ogni classe di direzione ed altezza d'onda, la relativa frequenza media annua di accadimento, ottenendo il clima ondoso medio annuale al largo. Successivamente la serie ondametrica al largo è stata propagata sotto costa, utilizzando altro specifico modello numerico di rifrazione inversa spettrale, che ha consentito di trasportare il clima di moto ondoso in corrispondenza di n. 5 punti posti lungo l'isobata – 10,0 m sul l.m.m., distribuiti lungo l'intero tratto di costa che si estende da Torre La Punta sino a Marina di Ascea.

L'insieme delle precedenti simulazioni ha permesso di completare non solo il quadro informativo relativo all'onda di progetto utilizzata per il dimensionamento delle opere foranee del porto nella nuova configurazione e l'analisi delle condizioni di frangimento a ridosso dell'imboccatura portuale, ma ha costituito anche la base di riferimento per la caratterizzazione della morfodinamica costiera (calcolo della profondità di chiusura della fascia attiva, individuazione delle onde di "modellazione").

L'analisi dell'escursione del livello marino ha completato il quadro conoscitivo necessario per i successivi studi di dettaglio della dinamica costiera e per la definizione dei parametri progettuali delle opere marittime portuali (dighe foranee). A tal scopo sono stati condotti specifici calcoli e considerazioni statistiche per l'analisi delle massime variazioni quasi-statiche del livello marino.

4.3 Studio dell'agitazione ondosa residua

La valutazione dei livelli di oscillazione residua all'interno del porto, nella configurazione attuale ed in quella di progetto, è stata effettuata utilizzando uno specifico modello che simula gli effetti della riflessione – diffrazione delle onde incidenti sulle opere foranee poste a protezione delle onde incidenti provenienti dall'esterno. Per maggiori ed ulteriori approfondimenti si rimanda allo specifico studio di agitazione interna.

I risultati del citato studio mostrano, per la situazione attuale, un sufficiente ridosso agli stati di mare caratteristici del paraggio presi in considerazione con gradi di oscillazioni residue dell'unico specchio portuale interno talvolta elevati, soprattutto quando le direzioni delle onde sono quelle più ortogonali all'imboccatura (ponente – maestrale). Tale darsena risulta inoltre interessata, per determinati periodi d'onda, da fenomeni di risonanza che amplificano i livelli di agitazione ondosa individuati con le simulazioni eseguite.

Nella nuova configurazione di progetto, in cui è stata simulata la presenza delle nuove opere di difesa dal moto ondoso, prendendo in esame sia condizioni climatiche ordinarie che estreme, si sono ottenuti all'interno della darsena di levante (ex darsena esistente) valori delle altezze d'onda residue sempre contenute ed inferiori al 10% del valore dell'altezza d'onda incidente presente all'esterno del porto. Nella nuova darsena di ponente l'agitazione residua si presenta a volte elevata per la ridotta dimensione del pennello interno di delimitazione dell'avamporto e di divisione dello stesso dalla darsena interna. A tal proposito si evidenzia che lo scopo del presente progetto è prettamente rivolto al contrasto dell'insabbiamento e al miglioramento della sicurezza della navigazione, rimandando a successivi interventi la fruibilità della nuova darsena di ponente che per il momento non verrà utilizzata per l'ormeggio e stazionamento delle imbarcazioni che frequentano il porto. Di conseguenza i livelli abbastanza elevati di agitazione residua individuati con le simulazioni eseguite non comportano, per il momento, problemi di sicurezza degli ormeggi e potranno essere facilmente risolti prolungando (come previsto nel precedente progetto preliminare 2008) il pennello interno ed operando così l'effettiva separazione dello specchio acqueo avamportuale da quello retrostante della darsena di ponente.

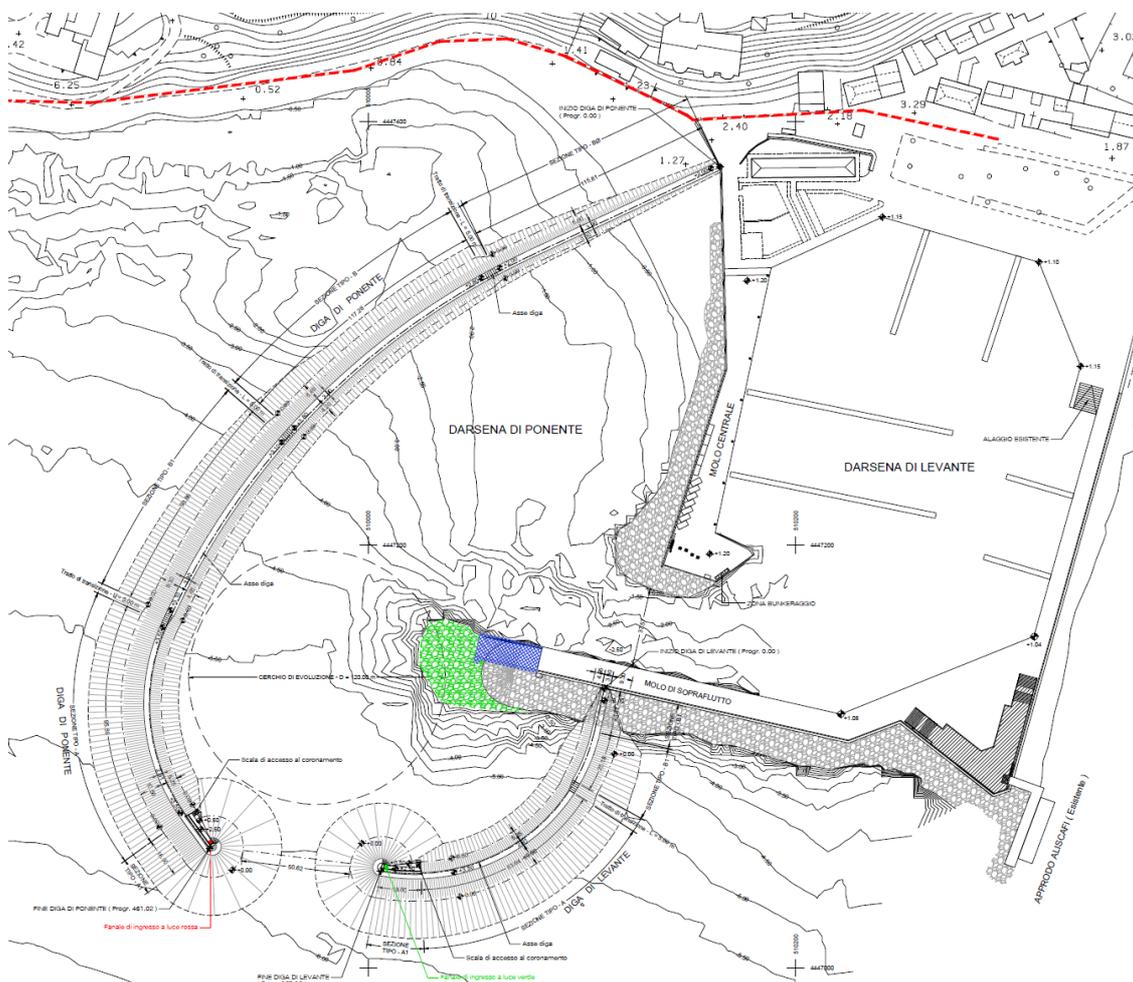
In conclusione, sulla base delle simulazioni effettuate si può affermare che la configurazione portuale ipotizzata per la messa in sicurezza del porto di Marina di Casal Velino garantisce, oltre ad un notevole incremento degli specchi acquei portuali interni (creazione di un'area avamportuale e di una seconda darsena interna), un adeguato livello di sicurezza della navigazione alle imbarcazioni sia durante l'accesso al porto per la presenza dell'avamporto sia in fase di stazionamento all'interno della darsena di levante che risulta così maggiormente protetta nelle differenti condizioni meteo-marine prese in esame (ordinarie ed estreme).

Con la revisione del Progetto Definitivo (Rev. 1), successiva all'espressione di alcune richieste di approfondimento ed integrazione da parte degli Enti interpellati (Ente Parco e SABAP SA-AV), sono state prese in esame alcune soluzioni alternative a quella proposta nella prima emissione (rev. 0 del dicembre 2018), al fine di verificare la possibilità di radicare la diga foranea di ponente in corrispondenza dell'esistente molo di sottoflutto, lasciando libera l'esistente fascia sabbiosa presente in adiacenza alla radice dell'attuale molo di sottoflutto.

Le alternative esaminate, denominate Soluzioni A, B e C, hanno considerato numerose altre varianti planimetriche del tracciato della diga foranea di ponente e del suo punto di radicamento a terra. Tali configurazioni sono state oggetto di verifica utilizzando la stessa modellistica matematica, per la determinazione dei livelli di oscillazione residua all'interno degli specchi acquei, già utilizzata per la configurazione di progetto (Rev. 0).

Una descrizione sintetica delle configurazioni di variante è riportata di seguito:

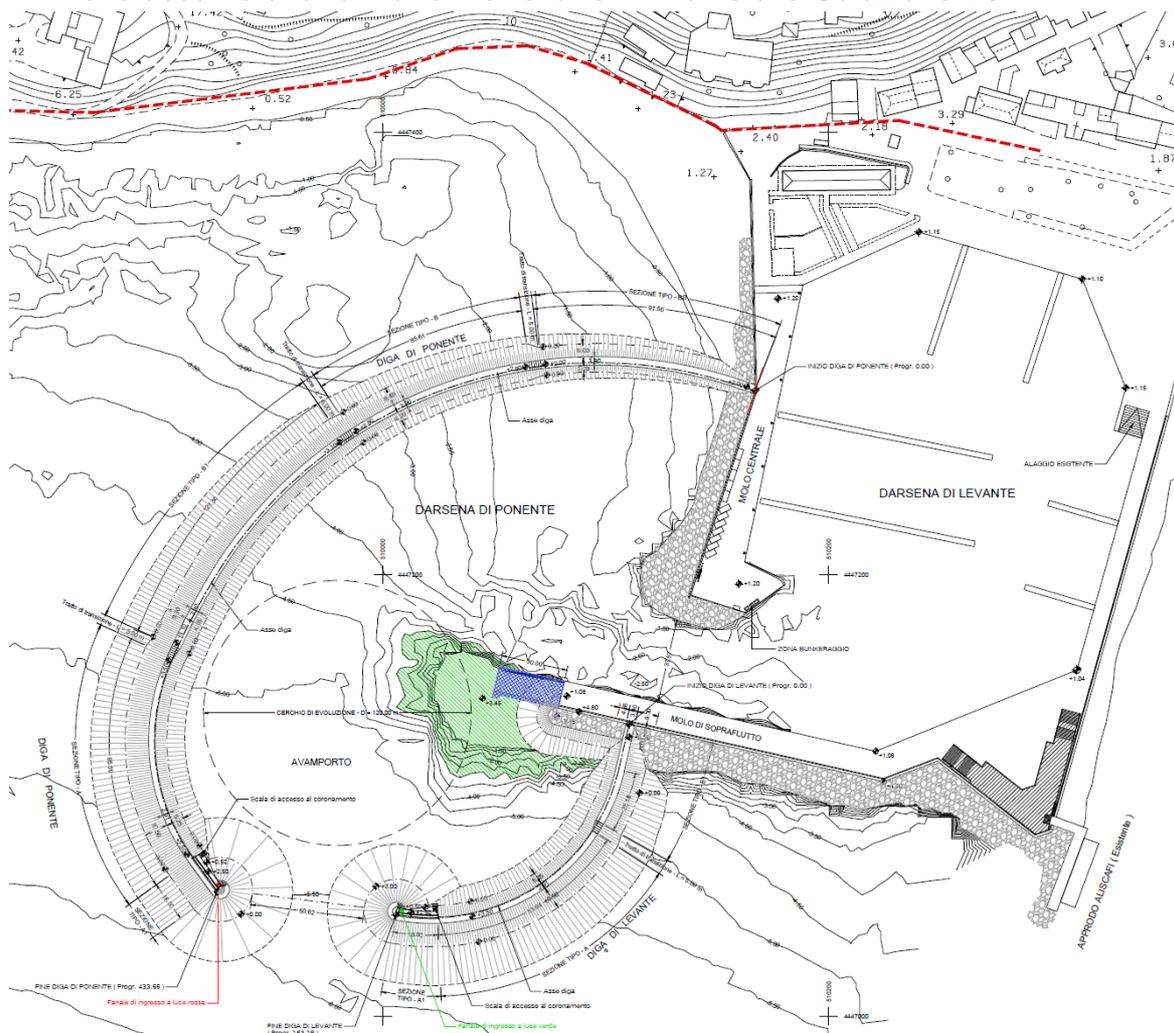
- la **Soluzione A** prevede un diverso percorso della diga foranea di ponente con ubicazione della testata immutata e diverso punto di radicamento a terra in prossimità dell'esistente radice dell'attuale molo di sottoflutto. Le modifiche apportate si completano con l'accorciamento della testata del molo di sopraflutto esistente, per poter garantire un'area di evoluzione adeguata e simile a quella proposta nella configurazione di progetto definitivo (Rev. 0).



Soluzione A – Configurazione alternativa con radicamento diga di ponente alla radice dell'esistente molo di sottoflutto

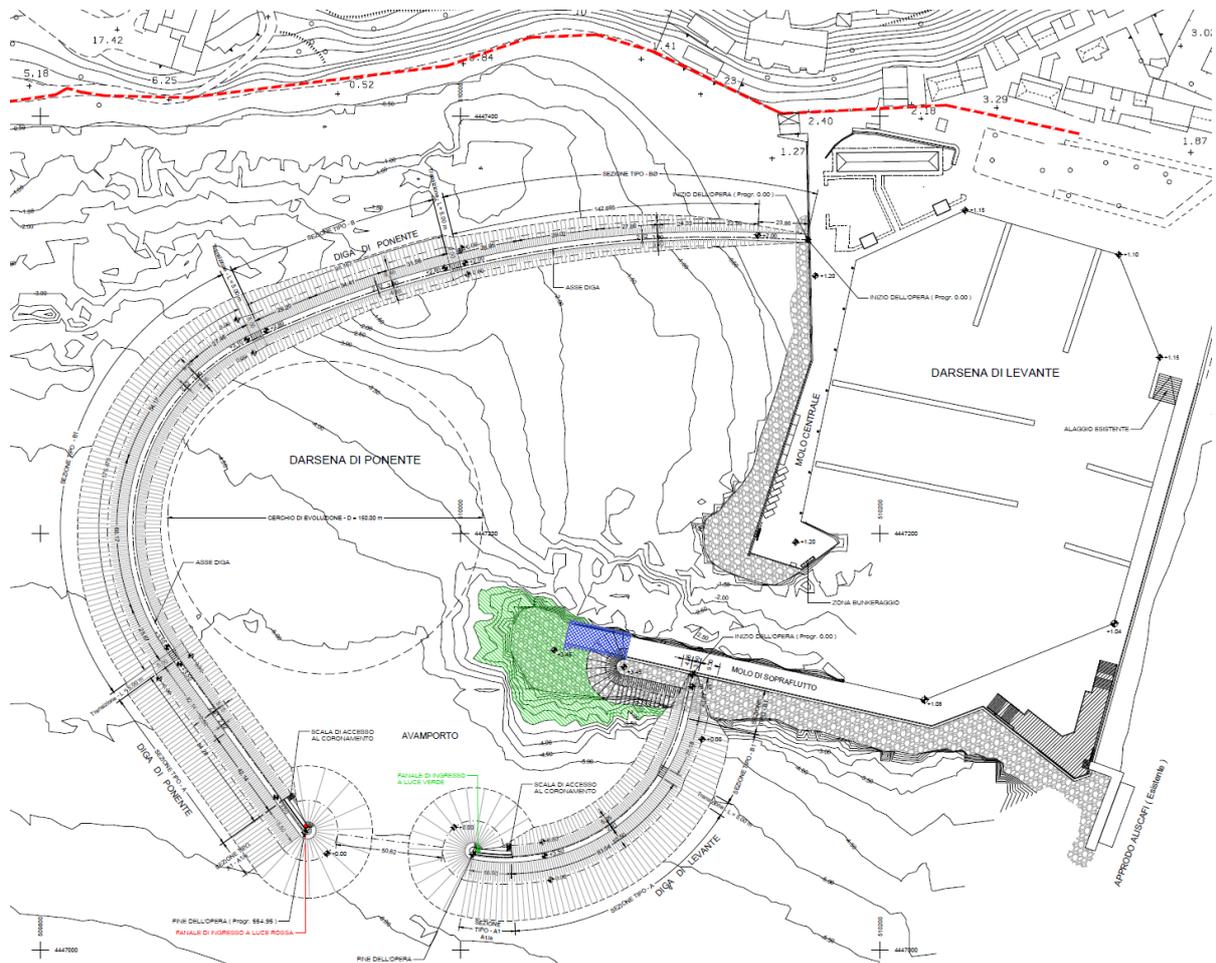
- la **Soluzione B** considera un differente tracciato della nuova diga foranea di ponente con spostamento del radicamento in corrispondenza dell'asse mediano dell'esistente molo di sottoflutto e l'accorciamento dell'esistente testata del molo di sopraflutto simile alla configurazione precedente. Per la Soluzione B sono state prese in esame alcune varianti alla configurazione ipotizzata inizialmente, aventi l'obiettivo di ottimizzare la geometria ipotizzata. Le varianti e la loro relativa denominazione sono riportate di seguito:
 - **Soluzione B2**: in cui si è lasciato immutato il molo di sopraflutto attuale, senza proporre l'accorciamento previsto dalla Soluzione B, ed eliminato il pennello interno radicato a metà della diga di ponente;
 - **Soluzione B3**: oltre a lasciare immutato il molo di sopraflutto attuale ed eliminato il pennello interno radicato a metà della diga di ponente, viene proposta una nuova forma "a martello" per la testata del molo di sottoflutto esistente;
 - **Soluzione B4**: in cui è confermato l'accorciamento del molo di sopraflutto attuale e la presenza del pennello interno radicato a metà della diga di ponente (a delimitazione dell'avamposto) ed inserito una spiaggia assorbente alla radice della nuova diga foranea di ponente;

- **Soluzione B5:** in cui sono confermate le opere previste dalla Soluzione B4 con inserimento di un ulteriore elemento protettivo sulla testata del molo di sottoflutto che assume una forma "a martello" similmente alla Soluzione B3.



Soluzione B – Configurazione alternativa con radicamento diga di ponente al primo tronco dell'esistente molo di sottoflutto

- la **Soluzione C** che rappresenta un'ulteriore modifica della geometria (percorso) della nuova diga foranea di ponente e "radicamento a terra" in prossimità della zona mediana dell'attuale molo di sottoflutto. La presente geometria è finalizzata a mantenere esterna la fascia di spiaggia esistente, ma assicurando la creazione di un avamposto sufficientemente ampio simile a quello previsto dalle precedenti progettazioni (Studio di Fattibilità 2018 e Progetto Definitivo rev. 0). Per tale configurazione è stata proposta una possibile ottimizzazione del layout come di seguito indicato:
 - **Soluzione C1** in cui la diga foranea di ponente è in parte emersa (radice + testata) ed in parte costituita da una scogliera sommersa (zona centrale);
 - **Soluzione C2** in cui si è ipotizzato un ulteriore sviluppo della Soluzione C1 eliminando la scogliera sommersa nella parte centrale.



Soluzione C – Configurazione alternativa alla Soluzione B con radicamento diga di ponente alla radice dell'esistente molo di sottoflutto

I risultati delle simulazioni effettuate con modello matematico (Software VEGA già utilizzato per la redazione del Progetto Definitivo in prima emissione - Rev. 0) hanno mostrato per le configurazioni delle Soluzioni A e B (in tutte le varianti ipotizzate, da B1 a B5), valori delle oscillazioni residue negli specchi acquei interni variabili da un minimo del 30÷50% fino a raggiungere (puntualmente o comunque in zone limitate) livelli di agitazione confrontabili con quelli dell'altezza d'onda incidente presenti all'esterno. Valori dell'agitazione ondosa residua così elevati sono da attribuire all'effetto combinato della forma geometrica pseudo-rettangolare (darsena di levante esistente) ed alle minori dimensioni del nuovo specchio acqueo interno di ponente, che manifesta un maggior effetto della riflessione interna delle onde incidenti.

Relativamente alla Soluzione C, i risultati delle simulazioni hanno confermato che la geometria della configurazione alternativa, contraddistinta da una maggiore superficie dello specchio acqueo interno (quello di ponente), è associata a livelli di agitazione residua interna più accettabili rispetto alle altre soluzioni alternative esaminate. Infatti la differente forma della diga foranea di ponente e le dimensioni dello specchio acqueo interno, di poco inferiore all'iniziale configurazione del Progetto Definitivo (Rev. 0), limitano i fastidiosi effetti di riflessione che invece contraddistinguono le Alternative A e B in tutte le molteplici soluzioni di ottimizzazione investigate (B2, B3, B4, B5 e B6). Per quanto riguarda le

possibili alternative (C1 e C2) di ottimizzazione della Soluzione C, l'ipotesi di eliminare (parzialmente o totalmente) la scogliera nella parte centrale della diga di ponente non fornisce sensibili miglioramenti.

In definitiva per gli aspetti idraulico-marittimi relativi alle condizioni di agitazione ondata residua all'interno degli specchi acquei interni, la configurazione alternativa denominata Soluzione C potrebbe essere quella cui fare riferimento per le modifiche al layout adottato con la prima emissione del Progetto Definitivo (Rev. 0). Tale geometria sarebbe anche rispondente alle richieste riportate nel parere emesso dalla Soprintendenza.

Si evidenzia che tale Soluzione C è stata comunque scartata in conseguenza dell'analisi e delle considerazioni, riportate nel successivo paragrafo, inerenti l'evoluzione morfodinamica del tratto di costa (adiacente l'esistente molo di sottoflutto) oggetto di interesse.

4.4 Studio morfologico

Per la caratterizzazione della fascia costiera del paraggio costiero di Marina di Casal Velino è stato condotto l'aggiornamento dello studio morfologico redatto in occasione del PP-2008 al fine di individuare sia le principali caratteristiche del litorale sia di valutarne le tendenze evolutive. Si rimanda alla specifica relazione per ulteriori approfondimenti sulle considerazioni morfologiche eseguite e sui risultati ottenuti.

La valutazione della tendenza evolutiva del litorale in esame è stata effettuata mediante l'analisi diacronica delle linee di riva storiche che ha consentito sia di valutare i trend evolutivi, che hanno interessato i luoghi di intervento, sia di stimare (sotto opportune ipotesi) il trasporto solido longitudinale che interessa il tratto di costa in cui ricade il porto di Marina di Casal Velino.

Complessivamente si è riscontrato che il litorale esaminato è interessato da un forte processo evolutivo con una tendenza all'arretramento, riconducibile alla riduzione degli apporti solidi dal bacino dell'Alento. I fenomeni di erosione riguardano l'intera falcata morfologicamente generata dalla foce del fiume Alento. Il tratto storicamente in erosione è la zona compresa tra la foce del fiume Alento e il porto di Casal Velino.

Il litorale che si sviluppa lungo l'abitato di Marina di Casal Velino presenta numerose scogliere frangiflutti che riduce tale tendenza grazie all'effetto schermo delle scogliere, con conseguente formazione di cuspidi e tomboli. È importante sottolineare che tali interventi costituiscono una protezione locale che non risolve il problema di erosione costiera su ampia scala, come si osserva appena fuori dalla zona di influenza di tali strutture il tasso medio annuo di erosione aumenta rapidamente in accordo con le caratteristiche di esposizione del paraggio in esame. Per tale motivo sono state attuate (tra il 2009 ed il 2013) delle misure di salvaguardia e riqualificazione della costa, da parte dell'Autorità di Bacino Sinistra Sele, con realizzazione nel tratto di litorale che si spinge verso la foce del fiume Alento di un sistema di difesa costiera "a celle", costituito da una scogliera sommersa con varchi protetti e pennelli trasversali di radicamento a terra al fine di prolungare il contrasto agli effetti erosivi nel tratto di litorale non protetto dalle barriere emerse antistanti il lungomare di Marina di Casal Velino.

Dalla parte opposta, ovvero a ovest dell'attuale molo di sottoflutto del porto di Casal Velino, si riscontra un rateo di evoluzione positivo a ridosso dello stesso molo; tale

tendenza all'avanzamento è causa dei fenomeni di interrimento dell'imboccatura portuale che si sono voluti contrastare con le opere a gettata inserite nel presente progetto.

Nell'ambito dello studio morfologico sono stati presi in esame anche i seguenti documenti:

- Piano Stralcio Erosione Costiera, redatto dall'Autorità di Bacino Sinistra Sele;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto da dall'Autorità di Bacino Sinistra Sele;

Per quanto riguarda l'erosione costiera, tema trattato da ambedue i documenti citati, si evidenzia che il litorale oggetto di intervento, su una scala "regionale" è stato classificato con i seguenti livelli di rischio:

- ✓ nell'ambito del litorale sabbioso compreso tra il porto e la foce del fiume Alento: da elevato a molto elevato;
- ✓ per il tratto di costa alta a ponente del porto: rischio prevalentemente medio.

Applicando i più moderni criteri di analisi morfologiche sono stati individuati i ratei annui di evoluzione che mediamente ha interessato il litorale di Casal Velino negli ultimi 50 anni e da questi con opportune tecniche di calcolo è stata effettuata una stima del trasporto solido corrispondente nel tratto di litorale di interesse. I risultati di tali analisi hanno fornito utili indicazioni per quantificare i processi di morfo-dinamica costiera in atto, in modo da poter calibrare al meglio i modelli numerici di evoluzione morfo-dinamica successivamente applicati.

Come indicato in premessa, il Progetto Definitivo (Rev. 0) consegnato in prima emissione nel Dicembre 2108, ha integrato l'analisi diacronica delle linee di riva aggiungendo al confronto anche la linea di riva relativa all'anno 2016. Tale integrazione ha consentito di determinare ed aggiornare il trend evolutivo "reale" mettendolo a confronto con i risultati "predittivi" dei processi evolutivi ottenuti con le simulazioni matematiche riportate nello studio morfo-dinamico. Il suddetto confronto ha fornito un riscontro positivo e confermato il processo evolutivo previsto in passato per il tratto di costa oggetto di studio. Proprio dal positivo confronto e riscontro tra valori "reali" e "previsionali" e dalla sostanzialmente conferma delle condizioni al contorno si è ritenuto ragionevole estendere la tendenza evolutiva individuata per l'arco temporale 2018-2028.

4.5 Studio morfodinamico

La valutazione dell'influenza delle nuove opere di difesa per la messa in sicurezza del porto di Marina di Casal Velino sui processi di morfodinamica costiera è stata effettuata mediante l'analisi dei possibili scenari di evoluzione del litorale con l'ausilio del specifico modello numerico di spiaggia.

Si rimanda alla specifica relazione morfodinamica per ulteriori approfondimenti e maggiori informazioni sullo studio condotto.

Le simulazioni sono state eseguite definendo gli stati di mare significativi per il litorale di Marina di Casal Velino ed effettuando inizialmente la loro propagazione a riva, con specifico modello di propagazione spettrale per la valutazione delle statistiche del moto ondoso sottocosta, e proseguendo con l'applicazione del modello (ad una linea) per l'individuazione dell'evoluzione a lungo termine della linea di riva. Operando in tal senso sono stati simulati quattro diversi scenari:

- opzione 0: ovvero scenario di non intervento;
- opzione 1: previsione del completamento del porto secondo la configurazione del progetto definitivo;
- opzione 2: scenario in cui è stato materializzato, oltre alle barriere emerse, anche l'intervento di difesa costiera "a cella" lungo il litorale di Marina di Casal Velino da parte dell'Autorità di Bacino Sinistra Sele;
- opzione 3: scenario che contempla entrambi gli interventi, ovvero la realizzazione degli interventi di messa in sicurezza infrastrutturale del porto e la contemporanea presenza delle opere di difesa costiera (barriere distaccate e parallele alla riva e dell'opera "a cella" di recente realizzazione per il completamento della difesa del litorale).

Per tutte le simulazioni si è considerato un orizzonte temporale di dieci anni dell'evoluzione della linea di riva, per il quale è stato effettuato un confronto dei risultati ottenuti e dalle quali è scaturita l'analisi comparativa. Tra i differenti scenari di intervento è risultato nettamente più vantaggioso quello rappresentato dall'opzione 3, ovvero quello che ha preso in considerazione sia la presenza di tutte opere di difesa (barriere distaccate e opera "a cella" costituita da pennelli trasversali e scogliera sommersa), compresa quella da poco realizzata per il prolungamento della difesa costiera dell'abitato di Marina di Casal Velino sia la presenza delle nuove opere foranee (dighe di ponente e levante) per la messa in sicurezza infrastrutturale e adeguamento dell'esistente porto.

In tale scenario sono risultati evidenti i benefici ottenuti sia dalla ricostituzione di adeguate larghezze di spiaggia sia dall'incremento di sicurezza della navigazione dovuta alla futura configurazione portuale, che giustificano ampiamente i costi di realizzazione. Si deve sottolineare che l'intervento di ripascimento all'interno della "cella", recentemente costruita a levante del porto, non è stato ancora effettuato. Sulla base delle precedenti considerazioni si è ritenuto rimandare l'aggiornamento delle simulazioni alla successiva fase di progettazione esecutiva per una valutazione più oggettiva dell'evoluzione a breve e lungo termine, anche nell'eventualità che possa essere eseguito nel frattempo il previsto ripascimento all'interno della cella.

Si deve inoltre ricordare che la realizzazione delle nuove opere foranee comporterà minori oneri di manutenzione rispetto ai frequenti interventi eseguiti attualmente per il dragaggio dell'ambito portuale (imboccatura e darsena interna) reimpiegati come ripascimento delle spiagge limitrofe al porto.

In seguito alle valutazioni effettuate sulle soluzioni alternative alla configurazione di progetto definitivo (Rev. 0) la geometria alternativa della nuova diga foranea di ponente, individuata con la Soluzione C, è risultata meritevole di adozione solo in funzione dei positivi risultati ottenuti per gli aspetti legati ai livelli di agitazione ondosa interna residua. Per la conferma della bontà della soluzione proposta, si è proceduto ad effettuare le valutazioni relative agli aspetti di trasporto solido che rappresentano la causa principale dell'insabbiamento e della deriva, con deposito all'interno dei fondali del porto esistente, dei resti di posidonia oceanica morta (biomasse maleodoranti).

Si comprende facilmente che l'adozione delle Soluzioni C1 e C2, ovvero l'adozione di una scogliera sommersa o di un varco nella parte centrale per la diga di ponente, comporterà l'inevitabile passaggio, parziale e/o totale, di sabbia e resti di posidonia morta all'interno degli specchi portuali, facendo permanere il problema che ha ispirato la redazione del presente progetto definitivo.

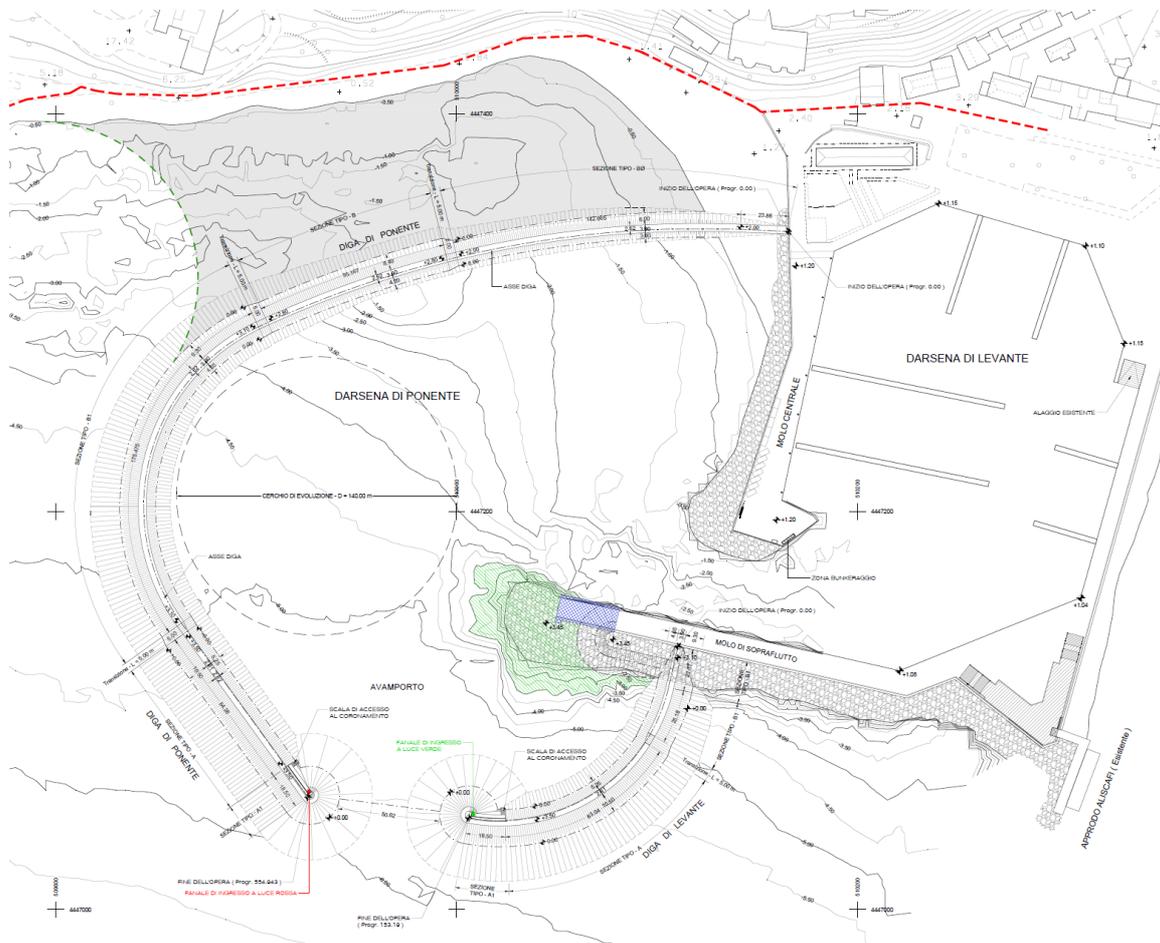
Pertanto la soluzione di un'opera a gettata completamente emergente come sviluppato con il Progetto Definitivo sviluppato con la prima emissione (Rev. 0), seppure rimodulata con l'abbassamento delle berme nel solo primo tronco, conferma l'obiettivo progettuale primario e fondamentale della messa in sicurezza e adeguamento dell'infrastruttura portuale finalizzata al contrasto dell'insabbiamento ed dell'intrusione delle alghe morte.

Analizzando ulteriormente le caratteristiche della Soluzione C si è evidenziato come la peculiare conformazione della nuova opera a gettata di ponente comporterà l'insabbiamento progressivo di tutto lo specchio acqueo delimitato dalla stessa diga foranea e dall'esistente fascia litoranea. Infatti le simulazioni morfo-dinamiche eseguite con modello matematico hanno dimostrato la presenza di un cospicuo trasporto solido litoraneo responsabile dell'attuale insabbiamento dell'imboccatura portuale esistente, per cui nel caso di adozione della configurazione della Soluzione C è facile comprendere come, a partire dal nuovo punto di radicamento (collocato in prossimità della radice del molo di sottoflutto esistente), si avrà una progressiva migrazione della linea di riva che dalla attuale posizione avanzerà (traslazione verso nord-ovest) andando a "chiudere" tutto lo specchio acqueo attualmente esistente. In altre parole la suddetta area diventerà una zona di accumulo di sabbia frammista a tutti i materiali trasportati in sospensione dal mare (quindi non solo residui di posidonia morta !!) che darà luogo, secondo una evoluzione naturale, ad un avanzamento della stessa e ad assumere un aspetto assimilabile ad una tipologia "paludosa" per le abbondanti quantità di biomassa associate ai sedimenti sabbiosi.

Tale fenomeno già presente e visibile attualmente all'interno dell'esistente darsena in prossimità della parte più ridossata del molo di sottoflutto (vedi Figure 6 e 7 della Relazione generale scattate dalla banchina che ospita il bunkeraggio) si verrà a ricreare all'esterno con i conseguenti e noti problemi più volte citati.

Pertanto a livello ambientale e paesaggistico l'aspetto della nuova "spiaggia" comporterebbe un forte impatto negativo sui luoghi di esecuzione con inevitabile condizionamento sulla buona riuscita dell'intero progetto.

Da quanto sopra indicato è facile comprendere come l'evoluzione della spiaggia presente alla radice dell'attuale molo di ponente si amplierà notevolmente e raggiungerà una nuova situazione di equilibrio, in tempi più o meno lunghi, con riempimento dello specchio acqueo tra linea di riva attuale e nuova diga di ponente pseudo parallela facendo disporre la linea di riva, con una forma più o meno arcuata, secondo l'orientamento Nord-Sud (vedi figura seguente).



Planimetria della configurazione di progetto alternativa (Soluzione C) con indicazione della previsione dell'evoluzione della linea di riva alla radice della diga di ponente (lungo termine)

Le implicazioni ambientali e paesaggistiche di tale Soluzione C alternativa sconsigliano quindi l'adozione di questa ulteriore configurazione progettuale, confermando che la conformazione delle opere proposta nel progetto definitivo (prima emissione – Rev. 0) rimane quella tecnicamente più valida per la risoluzione delle problematiche di insabbiamento e intrusione di alghe morte di cui soffre l'esistente infrastruttura portuale.

Ai fini di una completa trattazione sulla mitigazione degli impatti (soprattutto visivi) si è voluto anche approfondire le valutazioni inerenti il possibile ed eventuale abbassamento della scogliera della diga di ponente a partire dal suo radicamento fino a circa un terzo del suo sviluppo complessivo. L'adozione di una scogliera più bassa e meno ingombrante migliora infatti l'inserimento ambientale complessivo del progetto e riduce gli impatti visivi da terra e le impronte di appoggio sul fondale marino. Per tale motivo si è deciso, dopo attente valutazioni e verifiche idraulico-marittime, di utilizzare come quote sommitali della berma della diga di ponente i seguenti valori: +1,50 sul l.m.m. nel primo tratto di radicamento a terra per circa 65 m e +2,0 m fino al radicamento del pennello interno, mantenendo comunque inalterati gli aspetti di sicurezza della futura spiaggia "interna" nei confronti di possibili effetti erosivi collegati alle mareggiate, Si ricorda infatti che quote di sommità molto contenute (appena emerse, ovvero prossime al l.m.m. in condizioni di mare calmo) consentirebbero durante le mareggiate, il passaggio delle onde al di sopra della berma sommitale della diga foranea (attraverso i fenomeni del set-up e run-up in prossimità

della riva), con una conseguente e pericolosa tracimazione e l'innescare di getti d'acqua sulla spiaggia interna in conseguenza dei quali si possono innescare pericolosi effetti erosivi, con il verificarsi di condizioni limite altamente dannose consistenti nell'aggrimento del radicamento della scogliera.

Pertanto facendo riferimento alle considerazioni sopra illustrate, scaturite dai richiesti approfondimenti, si ritiene che la configurazione di Progetto Definitivo (Rev. 0), anche se non pienamente condivisa dalla Soprintendenza, rimane comunque la soluzione migliore da adottare per la risoluzione delle problematiche di messa in sicurezza e adeguamento del porto di Marina di Casal Velino. Per condividere, almeno in parte, le osservazioni degli enti interpellati, l'RTP ha provveduto allo studio dell'abbassamento delle quote sommitali del primo tronco della diga foranea di ponente, con conseguente minore occupazione dell'impronta dell'opera di difesa sul fondale marino, ed all'introduzione di misure di mitigazione degli impatti consistenti negli interventi di riforestazione della posidonia.

La conformazione della diga foranea di ponente radicata a circa 250÷300 m dall'attuale molo di sottoflutto non solo rappresenta un'opera finalizzata alla protezione dal moto ondoso incidente, ma svolge anche un fondamentale ruolo di contenimento della deriva litoranea dei sedimenti e quindi di ostacolo ai fenomeni di insabbiamento di cui soffre l'esistente infrastruttura portuale.

Le modifiche introdotte con la revisione del progetto definitivo (Rev. 1), volte alla ottimizzazione della soluzione di progetto indicata nella Rev. 0, hanno quindi comportato miglioramenti dei requisiti sia di impatto paesaggistico (abbassamento quote emerse della diga foranea di ponente) che di incidenza ambientale (minori superfici di appoggio sul fondo e riforestazione della posidonia).

4.6 Studio della navigabilità e operatività portuale

Per valutare le condizioni di agibilità del porto è stato effettuato un apposito studio finalizzato a verificare le condizioni di accessibilità al porto ed operatività dell'imboccatura portuale, tenendo anche presenti le difficoltà che le imbarcazioni incontrano in presenza di moto ondoso incidente. Si rimanda alla specifica relazione sulla navigabilità e ed operatività del porto per ulteriori approfondimenti.

Per il calcolo dell'operatività, ovvero del cosiddetto "down time" portuale, che nel caso del porto di Marina di Casal Velino (a prevalente uso turistico – peschereccio) coincide con il tempo medio annuo durante il quale non risulta agibile l'imboccatura portuale, si è calcolata la probabilità di frangimento media annuale del moto ondoso in corrispondenza dell'imboccatura.

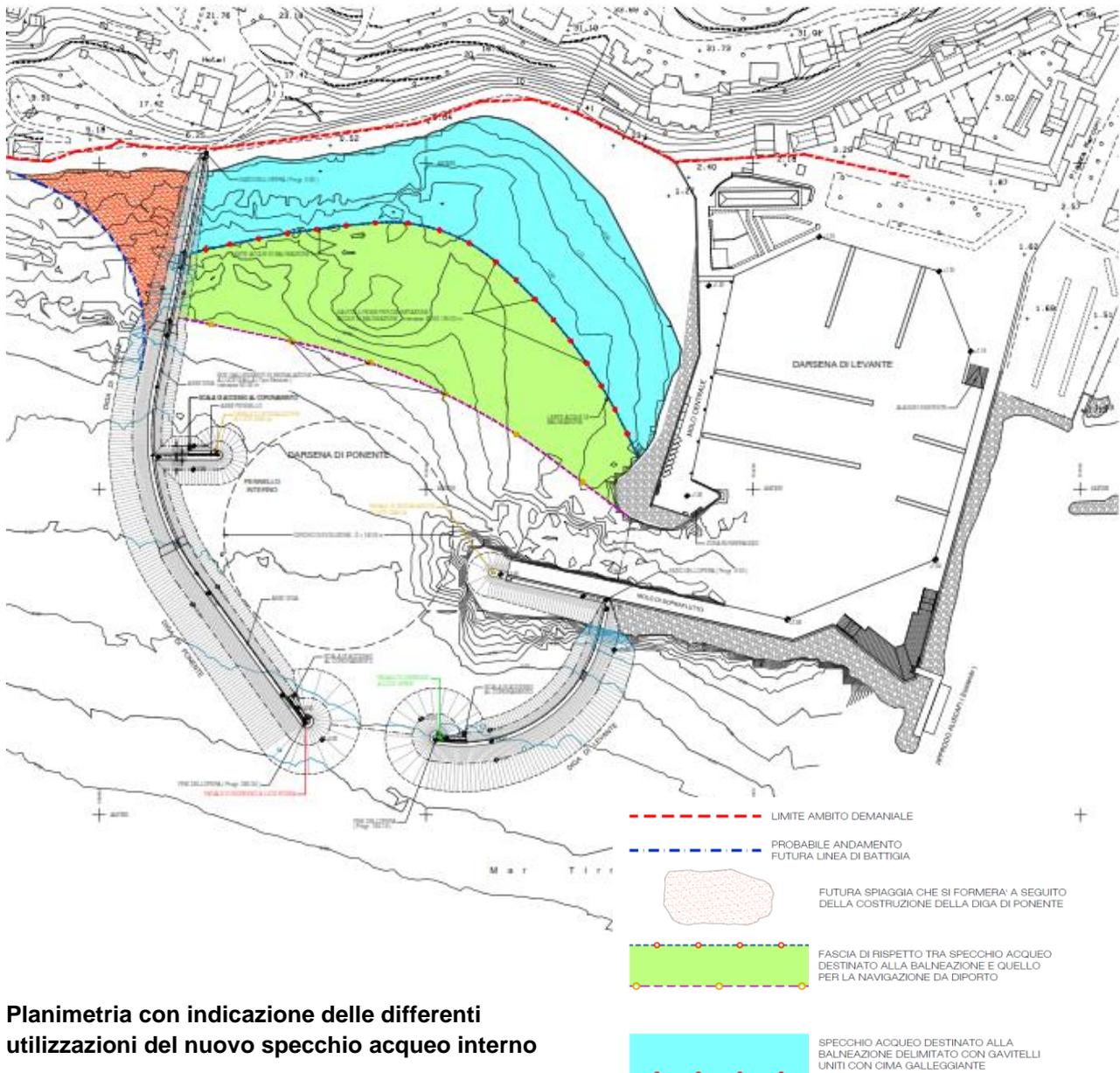
I risultati ottenuti mostrano per la configurazione di progetto prevista dal progetto definitivo, avente l'imboccatura ubicata a profondità di circa -6,0 m, la possibilità per le citate imbarcazioni di fare ingresso nel porto in condizioni di sicurezza quasi tutto l'anno. Infatti in tale configurazione il fenomeno di frangimento in prossimità dell'imboccatura che complica e rende pericolosa la navigazione di accesso / uscita dal porto, comporta un limitato down time (ovvero inoperatività per condizioni meteo-marine avverse) di circa 34 ore/anno (circa 1,5 giorni).

Ripetendo il calcolo per la situazione attuale, utilizzando la stessa metodologia di calcolo, e considerando che l'imboccatura portuale è situata a profondità inferiori (pari a circa -2,0 m sul l.m.m.) si ottengono valori del down time portuale di circa 580 ore/anno (equivalenti a circa 24 giorni/anno), decisamente superiori a quelle individuate per la configurazione di progetto.

Per accertare invece le altezze d'onda residue all'interno degli specchi acquei portuali, al fine di verificare la compatibilità con i valori massimi ammessi per le imbarcazioni ospitate dal porto, la verifica dell'agibilità allo stazionamento è stata effettuata mediante lo studio di penetrazione del moto ondoso all'interno degli specchi d'acquei portuali (studio di agitazione interna) rivolto alla individuazione dei livelli massimi delle oscillazioni residue in funzione della tipologia di imbarcazioni solitamente presenti nel porto.

Dalle ulteriori verifiche eseguite durante la stesura della revisione (Rev. 1) del progetto definitivo è stato confermato che la nuova configurazione portuale, ai fini dell'accessibilità delle imbarcazioni, comporterà l'adozione di rotte di ingresso / uscita sostanzialmente simili a quelle della situazione attuale, con la differenza di poter usufruire di un ampio avamposto e relativa zona di evoluzione maggiormente protetta dalle onde incidenti dirette che consentiranno di poter correggere le rotte in aree che attualmente costringono le imbarcazioni ad essere esposte al traverso, con elevati rischi di ribaltamento delle imbarcazioni. Nella Tavola 16 è riportata una planimetria rappresentativa della soluzione di progetto proposta in cui sono evidenziate anche le possibili rotte di accesso e transito negli specchi acquei interni creati con le nuove opere di messa in sicurezza ed adeguamento dell'infrastruttura portuale. La presenza dell'avamposto e della relativa superficie di evoluzione di 120 m consentirà di poter utilizzare le superfici interne suddividendole nel seguente modo:

- la spiaggia esistente e lo specchio acqueo ad essa antistante (per una fascia di circa 100 m) potrebbe continuare ad essere fruita ai soli fini balneari. Occorre però effettuare la delimitazione dello specchio acqueo balneabile, come è consuetudine fare in questi casi, mediante posizionamento di gavitelli o boe galleggianti di colore rosso unite da cima galleggiante;
- la fascia intermedia di rispetto (a cui si potrà variare la larghezza in funzione delle necessità e/o ulteriori indicazioni che possono essere indicate dalla Capitaneria di Porto) che dovrà essere delimitata nella parte più interna dalle boe di colore rosso (della zona balneabile) e lungo il confine verso l'imboccatura portuale con boe galleggianti di colore giallo munite eventualmente di segnalamento luminoso, anch'esso di colore giallo. Il segnalamento appena sopra indicato è quello caratteristico dei canali navigabili o comunque di aree portuali interne al fine di garantirne la sicurezza della navigazione;
- dall'area navigabile, segnalata con le medesime boe luminose di colore giallo che la dividono dalla fascia di rispetto, che comprende tutte le altre superfici compreso anche l'avamposto.



Planimetria con indicazione delle differenti utilizzazioni del nuovo specchio acqueo interno

La possibilità di utilizzare gli specchi acquei “interni” nel modo appena sopra indicato è stato circostanziato specificamente nei dettagli progettuali al fine di una sua condivisione e attenta valutazione con gli Enti preposti (Capitaneria di Porto, Soprintendenza, Demanio marittimo, ecc.) e per poterne acquisire i pareri, le indicazioni e le eventuali prescrizioni per una positiva prosecuzione del percorso progettuale intrapreso.

4.7 Studio della qualità delle acque interne al porto

Lo studio sulla valutazione della qualità delle acque e del ricambio idrico portuale è finalizzato alla conoscenza ed alla determinazione dei parametri necessari per una corretta e più oggettiva valutazione dell’influenza delle nuove opere di messa in sicurezza del porto sulla qualità delle acque degli specchio portuali interni. La verifica in altre parole è rivolta ad accertare se la conformazione delle nuove opere peggiorano, migliorano o

lasciano inalterate le condizioni di qualità attuali delle acque, senza quantificazione dello stato assoluto.

Le simulazioni sono state eseguite applicando idoneo modello numerico sia nella situazione attuale sia nella configurazione di progetto prevista dal progetto preliminare PP-2008, dalle quali è stato possibile ricavare l'andamento temporale della concentrazione di ossigeno disciolto all'interno dei due bacini portuali interni (darsena di ponente e di levante).

Considerando la tipologia degli interventi destinati all'adeguamento e messa in sicurezza dell'infrastruttura portuale esistente, rappresentati da scogliere di forma trapezoidale, e il principale scopo delle suddette opere finalizzate al contrasto dell'insabbiamento portuale (ovvero dell'imboccatura e della darsena più interna) in questa fase di progettazione definitiva si è ritenuto non indispensabile effettuare nuove simulazioni per la verifica del ricambio idrico portuale, anche in funzione del fatto che le scogliere così configurate, seppure delimitanti specchi acquei portuali interni, influenzano meno il naturale ricircolo delle acque interne rispetto alla precedente configurazione di PP-2208.

A tale motivazione si aggiunge quella del possibile ricorso da parte dell'Amministrazione comunale proponente alla tipologia di "appalto integrato" dei lavori, in quanto gli interventi in esame rientrano nel campo dei "settori speciali" del D. Lgs. 50/16. Adottando tale procedura che prevede l'affidamento della progettazione esecutiva e l'esecuzione delle opere con l'introduzione di eventuali migliorie alle indicazioni del presente progetto definitivo, si rimanda alla successiva fase di progettazione esecutiva la redazione dell'aggiornamento dello studio della qualità delle acque interne.