



PORTO DI CAGLIARI

ADEGUAMENTO TECNICO FUNZIONALE

Titolo elaborato :

A - RELAZIONE GENERALE

Scala:

2 4

0 1 0

P R

0 0 1

- 4

G E N

Segretario Generale:
Avv. Natale Ditel

R.U.P.:
Ing. Alessandra Mannai

Collaboratore del R.U.P.:
Ing. Monica Deidda

Consulenze specialistiche di
Ingegneria idraulica marittima



Gruppo di lavoro:
Ing. Paolo Contini
Prof. Ing. Paolo De Girolamo
Ing. Myrta Castellino
Ing. Jessica Ciarrocchi
Arch. Fabrizio D'Andrea

Ing. Gioele Ruffini
Ing. Davide Saltari

	30/05/2025	3	PARERE CSLPP II^ SEZ. N. 32/2025 - 20/5/25	Ciarrocchi	De Girolamo	Contini
	31/01/2025	2	AGGIORNAMENTO PER PARERE CSLPP	Ciarrocchi	De Girolamo	Contini
	20/12/2024	1	EMISSIONE DEFINITIVA	Ciarrocchi	De Girolamo	Contini
	08/10/2024	0	EMISSIONE IN BOZZA	Ciarrocchi	De Girolamo	Contini
Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Controllato:	Validato:

La MODIMAR s.r.l. si riserva la proprietà di questo disegno 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:

PORTO DI CAGLIARI

Relazione Generale

Capitolo 1	Premesse	1
1.1	Introduzione	1
1.2	Obiettivi e vincoli dell'Adeguamento tecnico Funzionale	5
Capitolo 2	Il porto di Cagliari	8
2.1	Inquadramento geografico e territoriale del porto	8
2.2	Evoluzione storica del porto di Cagliari	9
Capitolo 3	Il vigente assetto di pianificazione portuale	18
3.1	Il Piano Regolatore Portuale del 2010	18
Capitolo 4	La proposta di ATF-2025	20
4.1	Motivazioni ed obiettivi della proposta di ATF	20
4.2	Descrizione degli interventi oggetto della proposta di ATF	21
4.3	Stima economica di massima degli interventi e dei tempi realizzativi	25
Capitolo 5	Analisi di "non contrasto" della proposta di ATF	26
5.1	Compatibilità con il PUC	26
5.2	Sostenibilità ambientale degli interventi di ATF	27
Capitolo 6	Funzionalità marittima della proposta di ATF	28
6.1	Studio Meteomarino	28
6.2	Studio di agitazione ondosa portuale	32
6.3	Studio di circolazione idrica	36
Capitolo 7	Conclusioni	39

Capitolo 1 Premesse

1.1 Introduzione

L'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna (nel seguito per brevità AdSP-MdS ¹) ha proposto l'adozione di uno specifico Adeguamento Tecnico Funzionale (nel seguito ATF-2025) del PRP vigente ⁽²⁾, inquadramento normativo dell'Adeguamento Tecnico Funzionale

La proposta di ATF illustrata nei capitoli seguenti è stata redatta ai sensi della Legge n. 84 del 28 gennaio 1994 ⁽³⁾ con particolare riferimento al comma 5 ⁽⁴⁾ dell'art.5 che norma le finalità e la procedura approvativa per l'introduzione di modifiche "non sostanziali" ad un PRP vigente.

Per l'impostazione della proposta di ATF sul vigente PRP del Porto di Cagliari specificatamente per la "Zona A – PORTO TURISTICO", si è fatto riferimento alla prassi tecnico-amministrativa il cui indirizzo procedimentale, inizialmente delineato con il voto n. 44/1999 e consolidato definitivamente con il voto n. 93/2009 dell'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, è stato ribadito anche nelle Linee guida per la redazione dei Piani Regolatori di Sistema Portuale (nel seguito per brevità LLGG-PRdSP), pubblicate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (marzo 2017). Più recentemente, soprattutto in ragione degli ultimi assetti normativi ⁽⁵⁾, una specifica comunicazione ministeriale ⁽⁶⁾ propone una fase di consultazione preventiva, della durata massima di 30 giorni, finalizzata a semplificare l'iter per l'acquisizione del parere sulle proposte di ATF ai PRP vigenti che il CSLPP deve rilasciare entro 45 giorni dall'avvio dell'istanza.

A seguire si riporta una sintesi dell'inquadramento normativo cui si è fatto riferimento per analizzare gli interventi oggetto della proposta di Adeguamento Tecnico Funzionale del vigente PRP, verificando che costituiscono modifiche non sostanziali perché non alterano l'attuale assetto infrastrutturale e la caratterizzazione funzionale del porto di Cagliari anzi ne minimizzano gli attuali scenari di rischio per la sicurezza alla navigazione ed ormeggio.

¹ Tra le 15 Autorità di Sistema Portuali istituite dal D.Lgs. 169 del 4/08/2016 "Riorganizzazione, razionalizzazione e semplificazione della disciplina concernente le Autorità portuali di cui alla legge 28 gennaio 1994, n. 84, in attuazione dell'articolo 8, comma 1, lettera f), della legge 7 agosto 2015, n. 124" per governare i porti di rilievo nazionale inquadrando come enti pubblici di personalità giuridica cui è affidato un ruolo strategico di indirizzo, programmazione e coordinamento dei porti della propria area.

(rif. <https://dati.mit.gov.it/catalog/organization/about/autorita-portuali>)

² Il vigente PRP è stato approvato dalla regione Sardegna con deliberazione n. 32/78 del 15/9/2010, previa adozione del Comitato Portuale (delibera n.23 del 31/10/2008), acquisizione delle formali intese con i Comuni di Cagliari, Sarroch e Capoterra, positivo espletamento della procedura regionale di VAS nonché dello specifico parere favorevole del CSLPP n.43 del 30/08/2010.

³ "Riordino della legislazione in materia portuale" (GU n.28 del 04-02-1994 - Suppl. Ordinario n. 21) e ss.mm.ii..

⁴ Comma introdotto nell'articolo 5 della Legge 84/1994 dal Decreto Legislativo 4/08/2016 n.169 "Riorganizzazione, razionalizzazione e semplificazione della disciplina concernente le Autorità portuali di cui alla legge 28 gennaio 1994, n. 84, in attuazione dell'articolo 8, comma 1, lettera f), della legge 7 agosto 2015, n. 124" (GU Serie Generale n.203 del 31-08-2016).

⁵ In particolare degli aggiornamenti e modifiche, per gli aspetti di pianificazione e programmazione, apportati dal DL 121 "Infrastrutture" del 10/09/2021 Articolo 4 "Disposizioni urgenti in materia di investimenti e di sicurezza nel settore del trasporto marittimo", comma 1-septies, convertito con modificazioni dalla Legge 156 del 9/11/2021 (G.U. 9/11/2021 n.267) entrata in vigore il 10/11/2021.

⁶ Nota sottoscritta congiuntamente dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e dalla Direzione Generale per la vigilanza sulle Autorità di Sistema Portuale, il Trasporto Marittimo e per vie d'acqua interne, inerente il "Procedimento per l'espressione del parere del CSLP ex art.5, c.5, della legge n.84/1994 e ss.mm.ii. sugli adeguamenti tecnico-funzionali del Piano regolatore portuale".

Come chiaramente illustrato nel paragrafo III.5 delle suddette LLGG-PRdSP, il comma 5 dell'articolo 5 della Legge 84/1994, introdotto dal D.Lgs. 169/2016, anche nel suo ultimo assetto normativo apportato dal DL "Infrastrutture" 121/2021 ha mantenuto invariato il primo capoverso: *"Le modifiche che non alterano in modo sostanziale la struttura del PRP in termini di obiettivi, scelte strategiche e caratterizzazione funzionale delle aree portuali, relativamente al singolo scalo marittimo, costituiscono adeguamenti tecnico-funzionali del piano regolatore portuale"*.

Il legislatore ha quindi confermato quanto già delineato dal CSLPP con voti di indirizzo in merito alla possibilità di apportare delle modifiche ad un Piano Regolatore Portuale, senza che queste ne costituiscano una Variante, a condizione che non ne alterino in modo sostanziale la struttura del PRP in termini di Obiettivi, Scelte Strategiche e Caratterizzazione Funzionale. Questa innovazione normativa è dettata dal fatto che l'ambito portuale, in senso lato, non può essere governato e gestito con uno strumento di pianificazione "rigido" perché deve necessariamente adeguarsi, per quanto possibile alle inevitabili mutate esigenze e richieste dettate non solo dai traffici marittimi internazionali e dalle correlate evoluzioni tecnologiche dell'ingegneria navale e marittima ⁽⁷⁾ ma anche per conformarsi ad eventuali nuove disposizioni normative in materia di lavori pubblici, tutela dell'ambiente e norme "edilizie" in senso lato.

Prendendo spunto dalle LLGG-PRdSP, nella seguente Figura 1.1 è schematizzato il dominio delle fattispecie che si possono presentare per inquadrare, ai sensi della normativa vigente (2023), eventuali esigenze di modifiche da apportare ad un PRP.

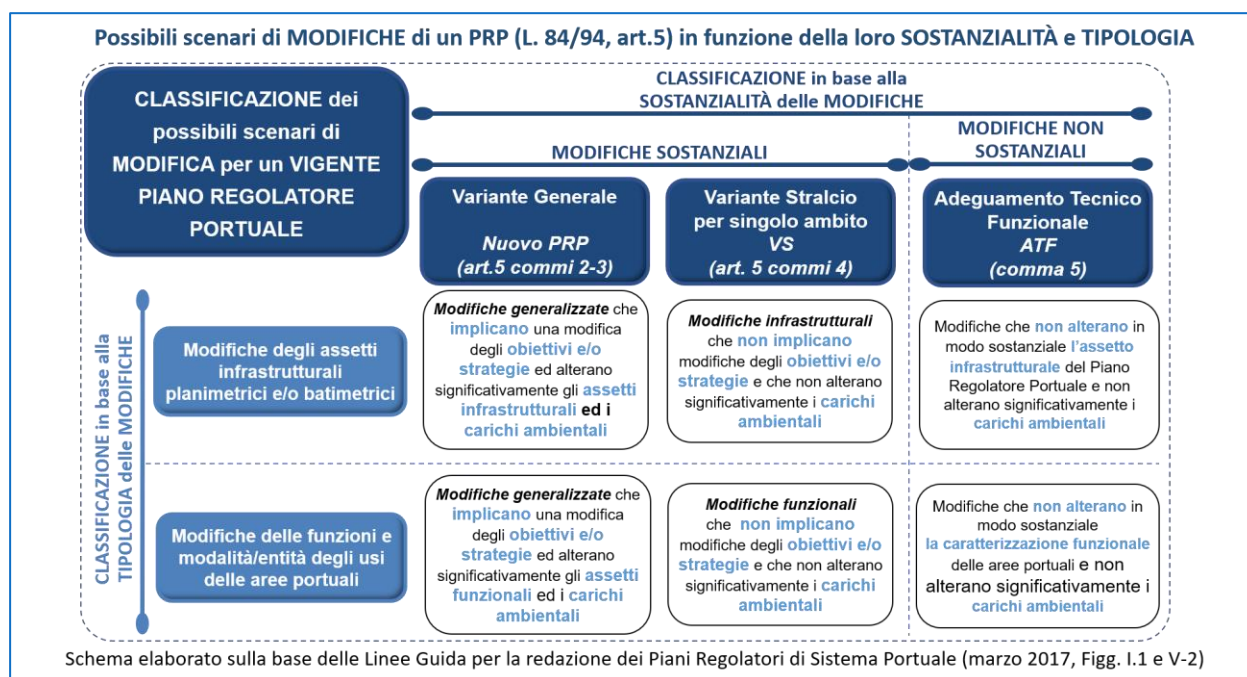


Figura 1.1. Schematizzazione delle tipologie di modifica di un Piano Regolatore Portuale ai sensi della normativa vigente.

I restanti due capoversi del Comma 5 riguardano le fasi di Adozione da parte del Comitato di Gestione della AdSP e di Acquisizione del Parere del CSLPP ma non ne contemplano più la fase

⁷ La prima, retaggio dell'Ingegneria Industriale, Meccanica ed Elettrotecnica, negli ultimi decenni ha portato non solo al "gigantismo" delle navi afferenti i traffici mercantili, petrolchimici e crocieristici per logiche di massimizzazione tecnica ed economica dei traffici marittimi, ma anche al loro efficientamento energetico con benefici anche per l'ambiente; la seconda retaggio in particolare dell'Ingegneria Civile è riconducibile all'evoluzione delle tecniche di progettazione, costruzione ed esercizio delle opere marittime portuali.

finale di Approvazione: *“Gli adeguamenti tecnico-funzionali sono adottati dal Comitato di gestione dell’Autorità di sistema portuale, è successivamente acquisito il parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, che si esprime entro quarantacinque giorni, decorrenti dalla ricezione della proposta di adeguamento tecnico-funzionale. Decorso tale termine, il parere si intende espresso positivamente”*.

Quindi gli ultimi assetti normativi alla Legge 84/94 hanno aggiornato il Comma 5, come introdotto dal D.Lgs. 169/2016, per i seguenti aspetti:

- è stato eliminato il quarto ed ultimo capoverso che demandava alla Regione territorialmente competente l’emissione dell’atto finale di approvazione dell’ATF;
- il secondo e terzo capoverso sono stati inglobati nel secondo capoverso stralciando di fatto dal procedimento la fase di “acquisizione della dichiarazione di non contrasto con gli strumenti urbanistici vigenti da parte del comune o dei comuni interessati” che doveva essere espletata prima dell’Adozione dell’ATF da parte del CdG della AdSP;
- è stato introdotto un nuovo ultimo (terzo) capoverso che riguarda l’ottenimento implicito del parere del CSLPP con la formula del “silenzio assenso” per non ritardare la procedura di approvazione.

In particolare, da questa disamina sul testo del Comma 5 dell’Articolo 5 della L. 84/1994, si evidenzia che non è più esplicitamente indicato a quale soggetto compete l’emissione dell’Atto di Approvazione di una proposta di ATF al termine della fase di acquisizione del parere del CSLPP.

A tal riguardo si potrebbe procedere in analogia con quanto disposto dalla stessa L. 84/1994 per l’approvazione finale della Variante Stralcio, ovvero lo strumento per attuare modifiche sostanziali al PRP, che però non implicano modifiche degli obiettivi e/o delle strategie del PRP e tanto meno non alterano significativamente i carichi ambientali. Ai sensi del comma 4-ter sempre dell’articolo 5 della L.84/94, la Variante Stralcio è approvata “con atto della regione nel cui territorio è ubicato il porto oggetto di variante-stralcio, sentite le regioni nel cui territorio sono ricompresi gli altri porti amministrati dalla medesima Autorità di sistema portuale”.

In alternativa, tenendo conto delle finalità degli ATF combinate con quelle di semplificazione delle procedure amministrative che hanno portato alle recenti modifiche normative della L. 84/94 (2020-2022), si potrebbe fare riferimento al Comma 2-bis sempre dell’articolo 5, che declina la procedura di adozione, acquisizione dei pareri ed approvazione del Piano Regolatore Portuale. In particolare ai sensi del punto c) del suddetto Comma 2-bis l’approvazione del PRP è demandata al Comitato di Gestione della AdSP, entro quaranta giorni decorrenti dalla conclusione della procedura di verifica della sostenibilità ambientale.

Prendendo spunto dalle LLGG-PRdSP, nella seguente Figura 1.2 è stato schematizzato il procedimento amministrativo delle fasi di redazione, adozione, acquisizione pareri ed approvazione finale di un ATF tenendo conto del nuovo assetto della L. 84/94 (Art. 5, Comma 5) integrata con la Nota ⁽⁸⁾ trasmessa (ottobre 2022) dal MIMS alle AdSP.

Nella suddetta Nota ministeriale, *per semplificare l’iter del procedimento per l’esame ed il rilascio del parere sull’Adeguamento tecnico funzionale (ATF) del PRP da parte del Consiglio Superiore dei*

⁸ Nota congiunta, a firma del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e del Direttore Generale per la vigilanza sulle Autorità di sistema portuale, il trasporto marittimo e per vie d’acqua interne, trasmessa il 24/10/2022 dal Dipartimento per la Mobilità Sostenibile del MIMS a tutte le AdSP ed avente come oggetto “Procedimento per l’espressione del parere del CSLP ex art.5, c.5, della legge n.84/1994 e ss.mm.ii. sugli adeguamenti tecnico-funzionali del Piano regolatore portuale”.

Lavori Pubblici (CSLP), si propone di articolare la procedura di esame e rilascio del parere nei punti seguenti.

- Prima della presentazione dell'istanza di rilascio del parere sulla proposta di Adeguamento Tecnico Funzionale del PRP, il proponente chiede al CSLP l'avvio di una fase di consultazione, della durata massima di trenta giorni, al fine di definire congiuntamente la portata delle informazioni e il relativo livello di dettaglio della documentazione relativa all'ATF, da redigere in conformità alle indicazioni di cui al punto III.5 delle "Linee Guida per la redazione dei Piani Regolatori di Sistema Portuale, emanate dal CSLP nel 2017. A tal fine il proponente trasmette al CSLLPP una relazione che illustra la proposta di ATF del PRP. In questa fase di consultazione, della durata massima di trenta giorni, il CSLP promuove un incontro per l'esame preliminare di quanto presentato dalla AdSP al fine di individuare e superare eventuali criticità (ad esempio eventuali carenze della documentazione presentata o non conformità alle indicazioni delle linee guida di cui sopra).
- Conclusa la fase di consultazione, il proponente trasmette l'istanza al CSLP corredata dalla documentazione inerente la proposta di ATF del PRP redatta in conformità alle indicazioni di cui al punto III.5 delle "Linee guida per la redazione dei Piani regolatori di sistema portuale" emanate dal CSLP nel 2017 e dalle indicazioni acquisite in fase di consultazione.
- Il CSLP si esprime sulla proposta di ATF nei successivi quarantacinque giorni, decorsi i quali il parere si intende espresso positivamente.

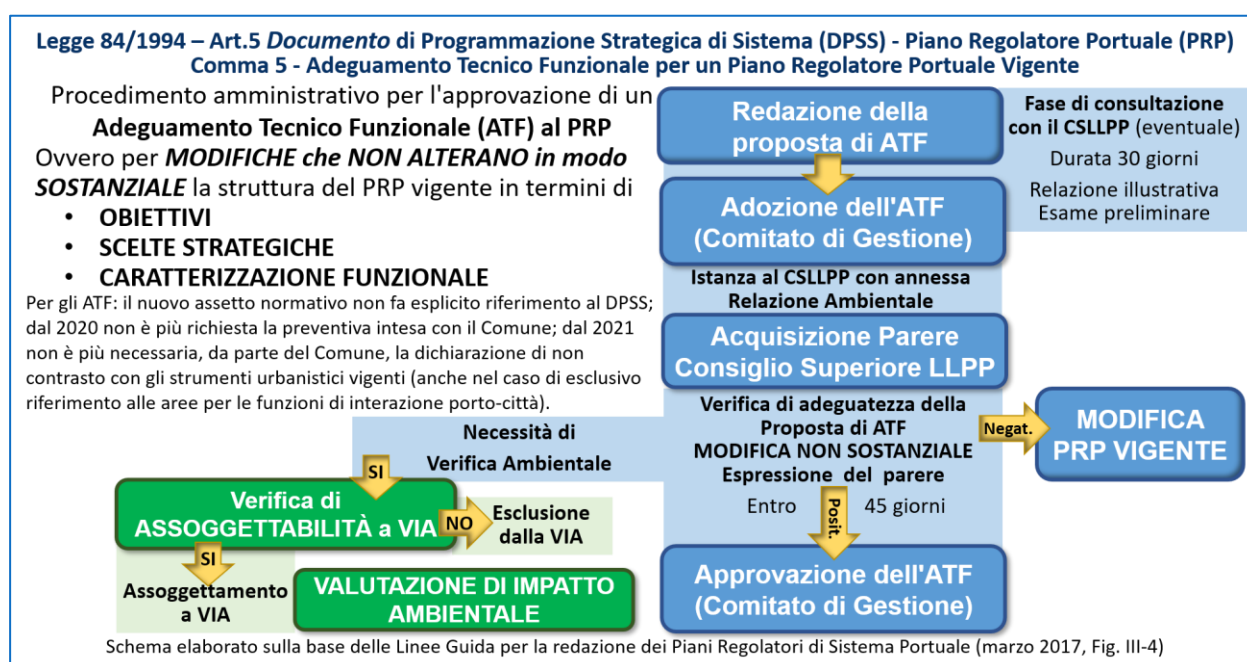


Figura 1.2. Schematizzazione del procedimento amministrativo dell'Adeguamento Tecnico Funzionale di un PRP

Nella suddetta fase di consultazione il CSLLPP riscontra se le modifiche al PRP, oggetto della proposta di ATF, possono ritenersi non sostanziali per gli aspetti non solo di assetto infrastrutturale e plano-altimetrico ma anche di caratterizzazione funzionale rispetto allo stato dei luoghi attuale e previsionale. Pertanto la finalità prioritaria della *relazione che illustra la proposta di ATF del PRP* trasmessa dalla AdSP al CSLLPP è quella di circostanziare le motivazioni che determinano la necessità di adeguare il vigente PRP delineandone anche gli obiettivi da perseguire nel rispetto di eventuali vincoli (urbanistici, paesaggistici e ambientali) e le eventuali indagini e studi condotti e/o da condurre al riguardo.

Successivamente, nell'espressione del suo parere il CSLLPP verifica che le modifiche introdotte dall'ATF non alterino, rispetto a quanto previsto dal PRP vigente, gli assetti plano-altimetrici delle opere portuali esterne (moli foranee) ed interne (calate, banchine e piazzali retrostanti) o dei

fondali portuali (canale di accesso, bacino di evoluzione e darsene) contemplando anche l'inserimento di nuove strutture (per la realizzazione di casse di colmata e/o il prolungamento o riqualificazione di banchine e corpi diga esistenti). Queste modifiche potrebbero essere riconducibili ad esempio all'aggiornamento della "nave di progetto" e/o da nuove esigenze per lo "stazionamento all'ormeggio" e per le "operazioni di carico/scarico" e di interfaccia tra vettore marittimo e terrestre, talvolta introdotte da integrazioni/modifiche della normativa in materia di tutela dell'ambiente e per la sicurezza e igiene nei luoghi pubblici ed in dettaglio per i luoghi di lavoro.

1.2 Obiettivi e vincoli dell'Adeguamento tecnico Funzionale

Rispetto allo stato attuale ed alle previsioni di sviluppo strutturale e funzionale, delineati dal vigente PRP approvato nel 2010 ⁽⁹⁾ e già oggetto di successivi ATF, la nuova proposta di ATF-2025 è finalizzata ad adeguare la "Zona A – Porto Turistico" ⁽¹⁰⁾ alle moderne esigenze di sicurezza e funzionalità completandone ed integrandone l'attuale assetto infrastrutturale.

In particolare la struttura tecnica della AdSP-MdS ha individuato come obiettivi prioritari, da perseguire con la proposta di ATF, una serie di interventi finalizzati non solo ad adeguare la "Zona-A" del porto Vecchio alle moderne esigenze diportistiche ma anche a minimizzare gli scenari di rischio che attualmente penalizzano la funzionalità e l'operatività del porto di Cagliari. In sintesi le principali motivazioni degli obiettivi oggetto della proposta di ATF sono riconducibili alle seguenti problematiche:

1. interferenza tra le imbarcazioni da diporto afferenti alla Zona A nelle fasi di accesso e uscita e le esigenze di manovra delle altre imbarcazioni legate ai traffici marittimi, afferenti alle restanti zone ⁽¹¹⁾ del Porto Vecchio di Cagliari;
2. difficoltà di navigabilità lungo il canale di accesso e nelle zone di manovra delle imbarcazioni turistiche afferenti ai Marina già presenti nella "Zona A – Porto Turistico" solo parzialmente ridossati dagli attuali Molo Bonaria e Sant'Elmo (non a caso denominati "pennelli");
3. condizioni di agitazione residua nelle zone di accosto ed ormeggio con valori non compatibili con le esigenze di confort nello stazionamento delle imbarcazioni da diporto;

Per risolvere queste problematiche la struttura tecnica della AdSP-MdS ha valutato la necessità di realizzare, comunque nel rispetto dell'assetto plano-altimetrico delineato dal vigente PRP-2010, interventi di adeguamento infrastrutturale delle opere marittime esistenti e/o previste dal suddetto PRP (peraltro, nella relazione "Tav.B-Descrizione degli interventi" erano esplicitamente riportati gli obiettivi sopra indicati nello studio delle opere a mare che si sarebbe dovuto porre in essere, nonché *"Le caratteristiche dimensionali delle future opere marittime sono puramente indicative; pertanto i profili dei moli, riportati negli elaborati, rappresentano un'ipotesi non*

⁹ Il vigente PRP è stato approvato dalla regione Sardegna con deliberazione n. 32/78 del 15/9/2010, previa adozione del Comitato Portuale (delibera n.23 del 31/10/2008), acquisizione delle formali intese con i Comuni di Cagliari, Sarroch e Capoterra, positivo espletamento della procedura regionale di VAS nonché dello specifico parere favorevole del CSLLPP n.43 del 30/08/2010.

¹⁰ Identificata dal PRP vigente nelle Norme Tecniche di Attuazione (da pag. 11 a pag.15) come: Area "Su Siccu", compresa tra il Molo di Levante ed il Pennello di Bonaria; Superficie totale 225.859 m² ; volumetria totale edificata allo stato attuale 68.650 m³; Volume Urbanistico Edificabile (Vur) pari a 100.000 m³.

¹¹ Identificate nel vigente PRP come: B – Parco di Bonaria; C – Struttura Polifunzionale e Zona Servizi ; D – Diporto in transito e grandi Yachts; E – Termina (passeggeri, Ro-Ro, misto) e Servizi Portuali ; F – Porto pescherecci, Capitaneria e servizi ancillari.

vincolante delle opere marittime che dovranno realizzarsi”), che si inquadrano come adeguamenti tecnici funzionali del PRP vigente, così distinti:

- **Mantenimento dell’attuale “fronte mare” del Lungomare** (passeggiata di Bonaria e Su Siccu), recentemente interessato da interventi di riqualificazione urbana che hanno rafforzato la fruizione turistico - ricreativa della zona prevista anche dal PRP-2010), eliminando così l’ipotesi delineata dal PRP di un avanzamento “lato mare” di circa 30 m allineandosi con l’attuale fronte di banchina del dente di attracco posto a ponente del Molo Sant’Elmo, a discapito degli specchi liquidi già oggi razionalmente adibiti agli ormeggi della nautica da diporto, mediante il posizionamento di pontili galleggianti;
- **Ottimizzazione planimetrica della imboccatura**, già prevista dal vigente PRP, per delimitare gli specchi portuali della “Zona A – Porto Turistico” al fine di perseguire il corretto compromesso tra adeguato “ridosso” per contenere la propagazione del moto ondoso residuo e nel contempo assicurare adeguati spazi di manovra per le imbarcazioni;
- **Adeguamento infrastrutturale del prolungamento del Molo Bonaria**, come già previsto dal PRP-2010, contemplando però la realizzazione anche di uno sporgente finalizzato alla corretta delimitazione delle aree di ormeggio e contestuale formazione di nuove aree a terra necessarie per i servizi di pertinenza ed ancillari per le moderne esigenze della nautica da diporto;
- **Estensione della “famiglia” di destinazioni d’uso** previste nella Zona A anche all’area del cosiddetto Magazzino del Sale (o Padiglione Nervi), nel quale il PRP-2010 aveva previsto il recupero per le sole “*destinazioni culturali, fiere e mostre, attività di interesse comune*”. L’area, infatti, negli ultimi 6/7 anni è stata oggetto di importanti interventi di riqualificazione (realizzazione di un parco e consolidamento della struttura), che le hanno conferito un notevole pregio ambientale / architettonico con una fruizione turistico-ricreativa importante. L’estensione della destinazione d’uso già previste nella zona alla struttura consentirà l’ulteriore valorizzazione dell’area ed il suo pieno sfruttamento economico da parte dei concessionari che verranno individuati mediante procedure ad evidenza pubblica.

Per un primo inquadramento planimetrico e tipologico degli interventi oggetto di ATF rispetto allo stato di fatto attuale della “Zona A – Porto Turistico”, nelle figure seguenti si riportano alcuni stralci degli elaborati grafici, cui si rimanda per i dettagli, che accompagnano la presente relazione illustrativa

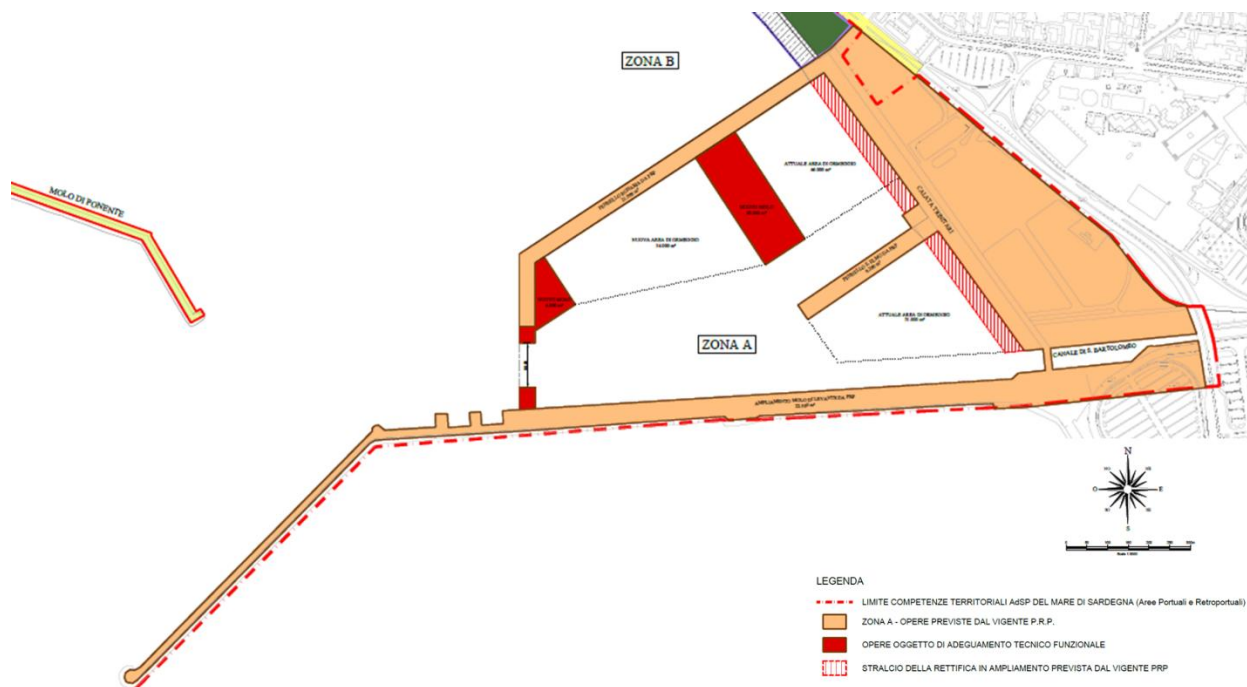


Figura 1.3 - Assetto planimetrico oggetto dell'ATF (2025) per la Zona A – Proto Turistico del Porto di Cagliari

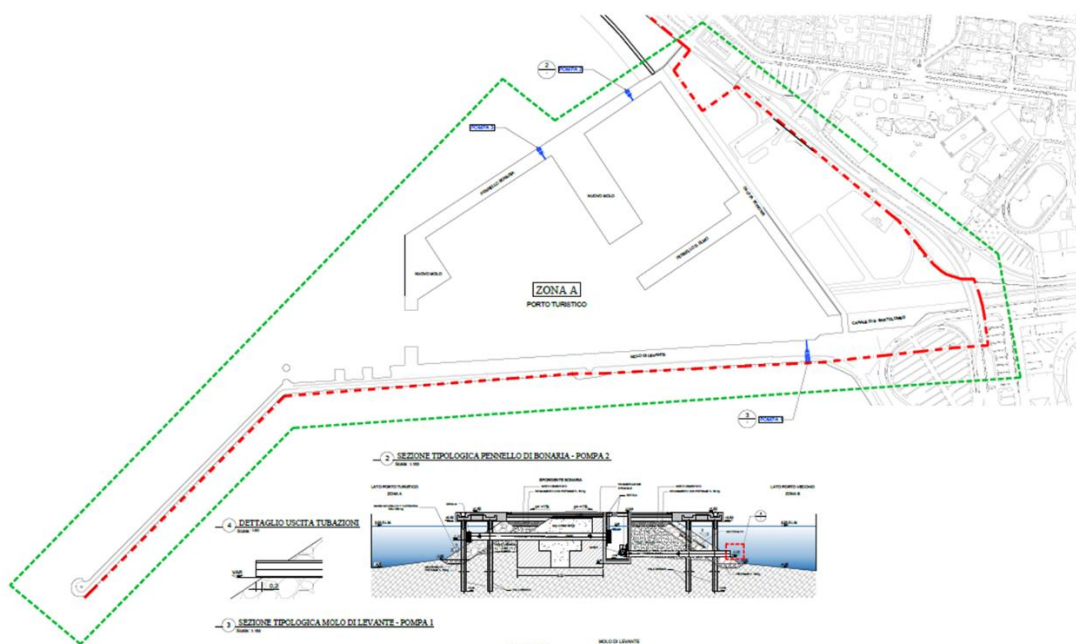


Figura 1.4 - Stralcio delle opere marittime oggetto dell'ATF (2025) per la Zona A – Proto Turistico del Porto di Cagliari

Capitolo 2 Il porto di Cagliari

Il porto di Cagliari si colloca nella zona mediana dell'omonimo golfo (detto anche *Golfo degli Angeli*) che costituisce il margine meridionale della Sardegna, come evidenziato nella Figura 2.1. Come evidenziato in basso a destra della suddetta figura, il Porto di Cagliari è diviso in due zone: il Porto Canale posto ad Ovest e il Porto Vecchio posto ad Est.

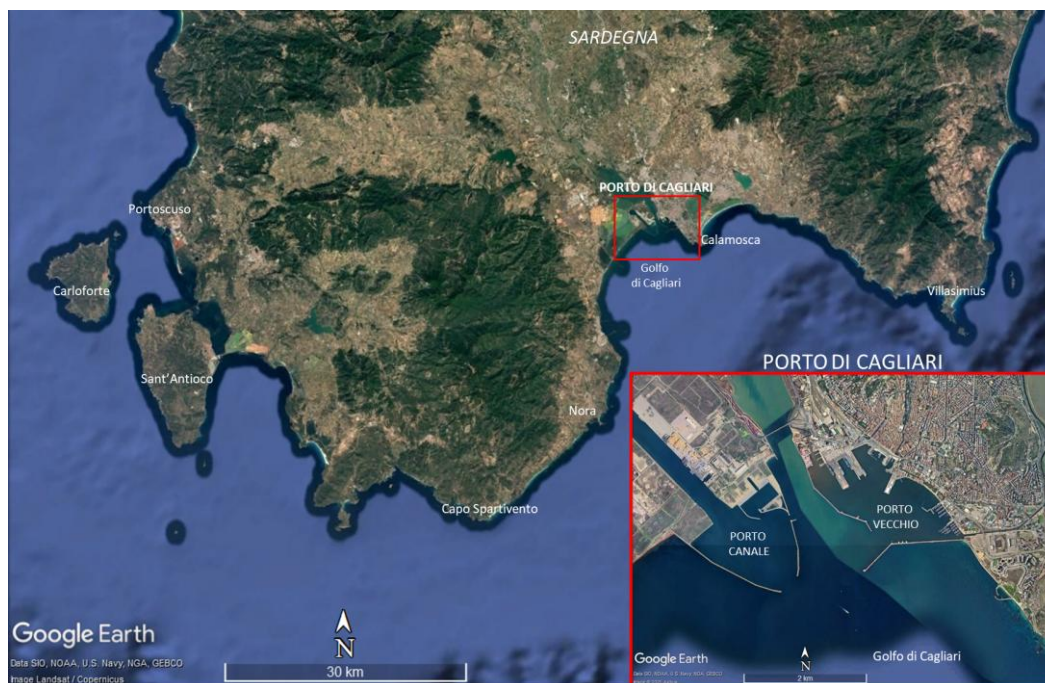


Figura 2.1. Inquadramento geografico del Golfo di Cagliari.

2.1 Inquadramento geografico e territoriale del porto

Ponendosi al largo del porto di Cagliari, si è esposti direttamente agli eventi meteomarinari (moto ondoso e vento) provenienti da un settore che va da SO (70°N) a SE (250°N), come evidenziato dalla Figura 2.2.

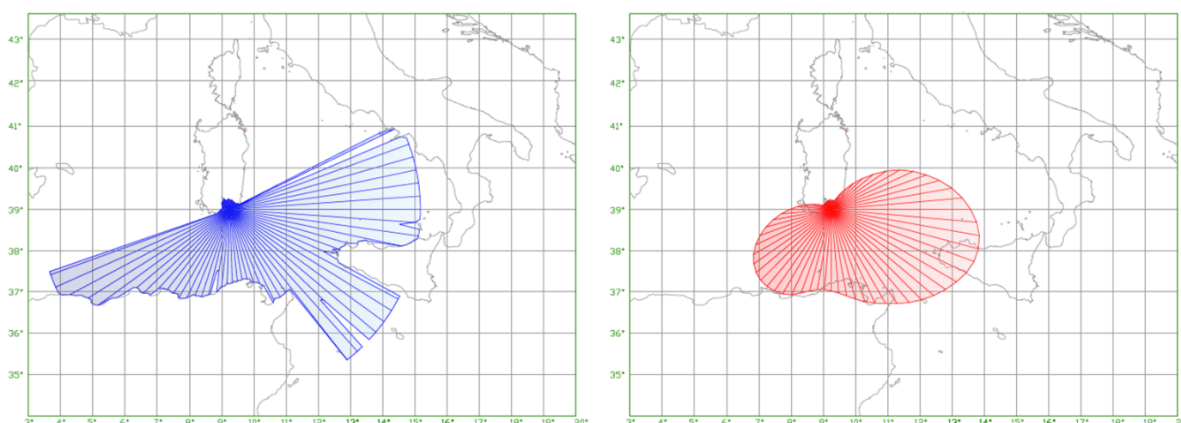


Figura 2.2. Inquadramento geografico del porto di Cagliari. Fetch Geografici ed efficaci al largo del Golfo degli angeli

Come evidenziato dalla Figura 2.3, lo studio meteomarino ha confermato il quadro conoscitivo già delineato dai precedenti studi specialistici di idraulica marittima condotti a supporto del vigente PRP, ovvero come in prossimità del Porto di Cagliari si è esposti prevalentemente alle mareggiate provenienti da un ristretto settore di traversia incentrato sulla direzione di scirocco e mezzogiorno, compreso tra 90°N e 195°N ; in Figura 2.4 viene mostrato il confronto tra la rosa ondometrica in corrispondenza del punto al largo del Golfo degli angeli (sinistra) e la rosa ondometrica propagata in corrispondenza di un punto in prossimità del porto di Cagliari (destra).



Figura 2.3- Esposizione geografica di un punto al largo e nei pressi del porto di Cagliari

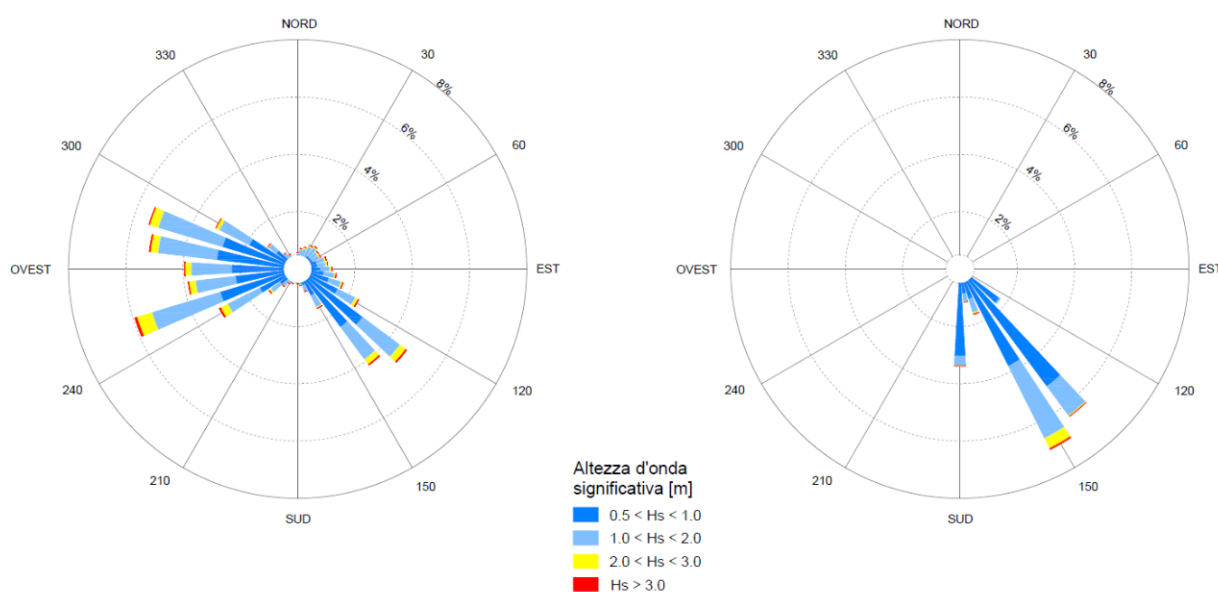


Figura 2.4 -Rose ondametriche al largo del Golfo di Cagliari e in prossimità del Porto Vecchio e del Porto Canale

2.2 Evoluzione storica del porto di Cagliari

Cagliari è una delle città più antiche del Mediterraneo. L'origine etimologica del suo nome viene fatta derivare per alcuni dalla parola fenicia Karel (città di Dio), che nelle antiche fonti viene rilevato al plurale, Karales, ed anche Caralis, al plurale Carales. In altri documenti ha subito trasformazioni in Calaris e Calares, al plurale; mentre in epoca spagnola si è mutato in Caller.

I primi insediamenti, risalenti all'epoca preistorica sono stati rinvenuti nelle caverne di Sant'Elia; nella collina di Monte Claro sono stati riportati alla luce importanti reperti risalenti al neolitico che testimoniano lo svilupparsi di una civiltà tra il 1700 ed il 1500 a.C., ed attestano la vocazione commerciale della città legata anche all'evoluzione del porto che rappresenta la struttura più vitale.



Figura 2.5 – Immagine delle navi puniche

Com'è noto, il Golfo degli Angeli e la sua posizione strategica nel bacino occidentale del Mediterraneo ha attratto l'attenzione dei grandi navigatori semiti. Si ricorda infatti che la prima colonia fenicia, chiamata Nora e ubicata poco a Sud-Ovest di Cagliari, è stata fondata da coloni dell'antica città-stato protostorica andalusa di Tartesso, nel VIII sec. a. C. Ciò conferma che prima Nora e poi Cagliari furono di appoggio lungo la rotta verso le colonie iberiche che fornivano metalli pregiati.



Figura 2.6 - Territori controllati dai Punici fino all'invasione romana nel 238 a.C.

Cagliari non fu solo base di appoggio: i grandi stagni salati circostanti fornirono fin dalla più alta antichità forti quantità di sale, che favorì lo sviluppo marittimo del centro abitato, attribuendogli una importante funzione di porto saliniero che ancora oggi, in termini molto ridotti, continua a mantenere. Durante le guerre puniche, Cagliari ebbe importanza come base militare e i Cartaginesi si servirono più volte della Sardegna come punto di partenza nei loro attacchi contro Roma. Per tale ragione i Romani occuparono stabilmente l'Isola tra la prima e la seconda guerra punica, e Cagliari divenne la loro principale base militare marittima oltre che diventare il punto di imbarco della maggior parte delle merci che venivano avviate ai porti della penisola. Infatti, in vicinanza della darsena attuale, si è trovato un buon numero di iscrizioni classiarie romane, appartenute evidentemente ad una necropoli destinata ai marinai della flotta stanziata. Ciò prova anche che nel periodo imperiale l'ubicazione del porto corrispondeva alla parte centrale di quello odierno.

Le rotte commerciali che toccavano Cagliari furono diverse: le più importanti di tutte erano quelle che la collegavano con Miseno, Pozzuoli e Ostia, porto di approvvigionamento dell'Urbe,

nonché con Cosa presso Orbetello e Pisa. Un mosaico di Ostia ricorda infatti i negotiantes karalitani.



Figura 2.7 - mosaico di Ostia : Negotiantes karalitani.

Il crollo del mondo romano liberò il mare alle incursioni dei barbari e dei pirati e la fortuna di Cagliari, come quella degli altri porti mediterranei, decadde profondamente. Ripristinata con la sconfitta di Mugahid la sicurezza sui mari e ripresi i traffici per opera delle Repubbliche marinare, seguì anche in Sardegna un risveglio commerciale che ricevette più precisamente l'impronta di Pisa e di Genova e che ebbe un riflesso profondo anche sulla fortuna di Cagliari.

Nei sec. XI e XII il porto, noto come porto di Liapola, dal nome medioevale dell'attuale quartiere della Marina, era frequentato da navi pisane, genovesi, provenzali e catalane, in quanto i cagliaritari, nell'intento di riallacciare e stabilire i rapporti commerciali, avevano gareggiato nel concedere franchigie e donazioni a Pisa e Genova.

Agli inizi del sec. XII è provata l'esistenza di un porto dedicato all'imbarco del sale, il cosiddetto porto di Bagnaria, situato probabilmente ai piedi del colle di Bonaria non molto lontano dall'odierna Darsena del Sale.

Questa condotta, che favoriva indistintamente le due Repubbliche marinare, subì una modifica nel 1174, quando venne decretata l'esclusione dei Pisani dai commerci nei suoi domini, riservandone tutto il privilegio ai Genovesi.

Con la sua accorta politica, però, la Repubblica di Pisa, dopo alcuni decenni, poté ricondurre nel porto di Cagliari le sue flotte mercantili e, verso la metà del XIII sec., vi fu un nuovo insediamento stabile dei Pisani che riportarono la città ad essere un importante centro commerciale e militare. Essa infatti fu conformata a vera, poderosa fortezza (chiamata infatti *Castrum Castri*), il porto fu munito di bastioni di difesa e si provvide pure a recintare lo specchio d'acqua con una robusta palizzata capace di attutire l'impeto del mare.



Figura 2.8 - Bastione Santa Croce – Cagliari

Con Pisa, dunque, ebbe inizio un periodo di grande floridezza per il porto di Cagliari, poiché esso era non solo lo sbocco degli svariati prodotti del retroterra, ma costituiva anche una stazione avanzata nel Mediterraneo sud-occidentale, che facilitava assai le relazioni commerciali della Repubblica coi mercati dell'Italia meridionale della Sicilia e dell'Africa settentrionale e vi facevano anche scalo le navi, provenienti dal Levante, dirette ai mercati di Francia e di Spagna.

Al periodo pisano subentra poi quello aragonese-spagnolo in cui la corrente di traffico principale dell'epoca subì un mutamento radicale, perché fu deviata verso la penisola iberica e i commercianti catalani e maiorchini assunsero una preminenza assoluta fino a monopolizzare il commercio giovandosi delle numerose esenzioni che li avvantaggiavano rispetto alle altre marine. Gli Aragonesi provvidero a far apportare alcuni miglioramenti all'attrezzatura del porto, come la costruzione della Darsena. Al periodo aragonese si deve anche far risalire la costruzione del Moletto della Sanità, nel punto centrale del porto.

Pur avendo mantenuto il commercio del sale una notevole continuità, quando il commercio granario venne interrotto, la movimentazione delle merci nel porto di Cagliari, durante il dominio spagnolo, ebbe un periodo di forte decadenza. Nel 1720 la Sardegna entrò nel potere dei Savoia e Cagliari mutò di nuovo la sua funzione e riprese lentamente la sua originaria importanza.

Da una planimetria della città nella prima metà del sec. XVIII, custodita nell' Archivio di Stato di Torino, appare che in epoca austro-piemontese il porto era formato da due distinti bacini: l'uno, di minor estensione, era quello della Darsena e l'altro, più vasto ma aperto alle mareggiate di libeccio e di scirocco, si estendeva dalle due parti del molo centrale. Le merci dovevano farsi passare attraverso due porte a mare, una delle quali si apriva sul molo e l'altra sulla Darsena.

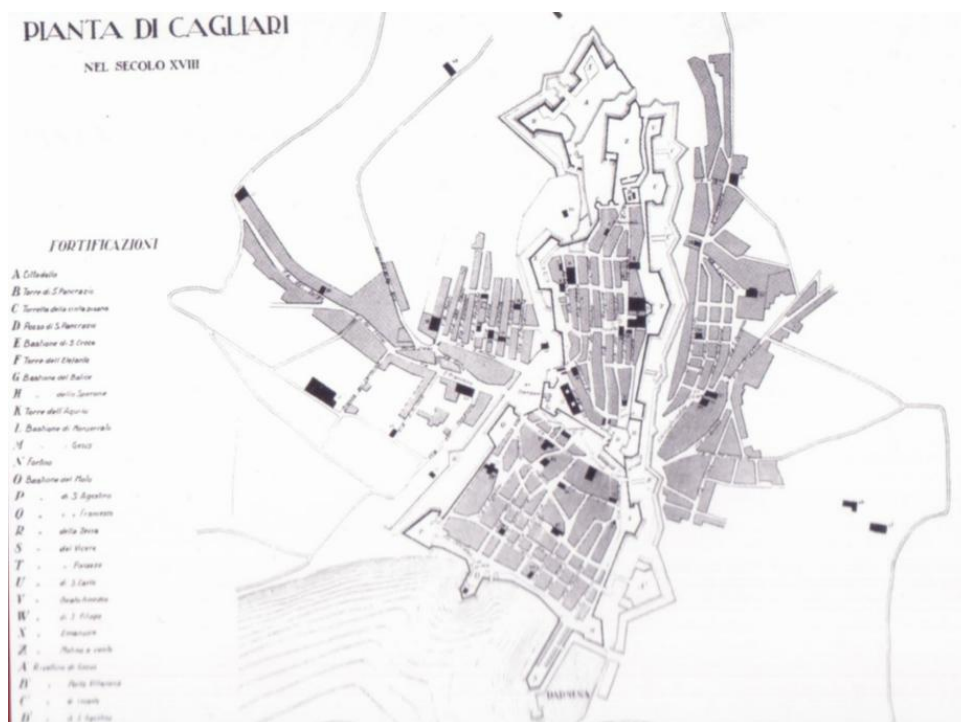


Figura 2.9 - Pianta di Cagliari e del suo porto nel XVIII secolo

Il baluardo di S. Elmo, con le sue postazioni di artiglieria, integrato più tardi dal fortino detto Castel Rodrigo, dal nome del Viceré ideatore, assicurava la difesa del porto, ma purtroppo le pareti di questi capisaldi difensivi e le mura di raccordo correvano a così breve distanza dalle banchine da ostacolare le operazioni portuali. Tale inconveniente venne eliminato solo nel 1860 con lo smantellamento delle mura.



Figura 2.10 – Planimetria della città e del porto di Cagliari del 1860

Tra le merci di maggior traffico vi erano ancora il grano e il sale. L'una e l'altra però subirono frequenti contrazioni: il sale per la concorrenza delle saline di Sicilia ed il grano per la concorrenza dei cereali, pure di Sicilia, oltre che di Spagna e della Provenza.

Nel 1760 però cominciò ad aversi un disavanzo economico che andò presto assumendo proporzioni allarmanti a causa di una persistente scarsità nei raccolti che provocò grande miseria tra le popolazioni rurali e poi tra quelle della città.

Continuavano inoltre le scorrerie dei pirati tunisini, che avevano intensificato la loro attività nelle adiacenze dell'isola, a cui si aggiunsero i corsari francesi. Nel 1817 ebbe inizio un miglioramento delle condizioni economiche che proseguì e si accentuò negli anni successivi. L'agricoltura rifiorì e i mari sardi, liberati dalla pirateria in forza del trattato stipulato nel 1815 dall'Inghilterra con la Reggenza di Tunisi, permisero traffici sempre più intensi che portarono a far registrar nel 1827 un fortissimo quantitativo di grano esportato dalla Sardegna.

Nel 1829 il completamento della strada principale da Porto Torres a Cagliari instaurò sensibili modificazioni nel retroterra dei due porti. Peraltro dopo il 1830 tornò a svilupparsi gradualmente nell'iglesiente l'industria mineraria, già caduta in grave abbandono, che fiorì particolarmente dopo il 1859, con la nuova più favorevole legislazione, per cui i prodotti minerari vennero così a costituire voci sempre più importanti dell'esportazione.



Figura 2.11 - Città e porto di Cagliari nel 1860

Dal punto di vista strutturale, nel 1882 le opere portuali di Cagliari erano ancora fondamentalmente costituite dalla Darsena e dal Moletto della Sanità, risalenti all'epoca della dominazione aragonese e poi riadattate in epoche successive.

Nel 1882 l'ingegner Edmondo Sanjust (direttore della sezione marittima del Genio Civile di Cagliari) elaborò un articolato e completo "Piano Regolatore Generale" che prevedeva importanti opere di ampliamento e modernizzazione del porto di Cagliari. Nel 1890 furono portati a termine i lavori per la costruzione del Molo di Levante, la trasformazione del vecchio moletto centrale nel Pontile della Sanità e il prolungamento della riva del lungomare Roma sino a 80 metri a nord-ovest del pontile da sbarco.

Inoltre dal 1889 al 1903 era stato avviato un altro ciclo di lavori che portò alla costruzione del Molo di Ponente e delle banchine di S. Agostino, raccordanti la radice del nuovo molo con la sommità della sponda d'attracco nord-orientale.

Il porto così organizzato aveva infatti il grave inconveniente di essere poco protetto dai venti di libeccio; infatti, a causa dell'imboccatura troppo ampia, tali venti producevano un forte moto ondoso e di conseguenza una risacca così forte da costringere le navi a lasciare gli ormeggi ed ancorarsi ad una certa distanza dalle banchine.

Per cercar di eliminare i gravi svantaggi dell'esposizione e per adeguare il porto alle sempre crescenti esigenze del traffico, una Commissione governativa predispose, nel 1905, un nuovo Piano Regolatore, che prevedeva il prolungamento del Molo di Levante, l'avanzamento delle banchine di S. Agostino e Via Roma e la costruzione di un nuovo Molo di Ponente che, partendo dalla riva sinistra del canale di S. Gilla, presso il Ponte della Scafa, e svolgendosi per 1700 metri, da NW a SE, avrebbe conseguito il duplice scopo di creare un vasto avamposto e di invertire il settore di traversia, rivolgendo la nuova imboccatura del porto a scirocco. A causa della forzata interruzione per il primo conflitto mondiale (1915-1918), i lavori furono iniziati solo nel 1925, e tre anni dopo risultavano già completati il prolungamento del Molo di Levante e l'avanzamento delle banchine di S. Agostino.

Nel frattempo veniva ultimato anche il prosciugamento del vasto acquitrino giacente ai piedi del Colle di Bonaria, che fu colmato e sostituito da un ampio tratto piano (Su Siccu), protetto verso il mare da una diga lunga 1600 metri circa, a sua volta protetta da una scogliera artificiale. A questa diga, vicino allo sbocco del Canale di S. Bartolomeo, venne più tardi radicato il Pennello del sale.



Figura 2.12 - Città e porto di Cagliari nel 1934

Ad esso fu aggiunto, nel 1937, il nuovo Molo di Levante, lungo circa 600 m e diretto da E ad W in modo da racchiudere la Darsena adibita al carico del sale prodotto dalle attigue Saline di Stato. Portata a termine nel 1938 la costruzione della lunga diga foranea detta Nuovo Molo di Ponente; trasformato quello vecchio in Molo Sabauda, largo 60 metri; sistemati i piazzali adiacenti al bacino di Ponente; scavati vasti settori dell'avamposto sino a metri 5,50 di

profondità e arricchite, infine, le sovrastrutture murarie e meccaniche, il porto fu reso adatto allo svolgimento di un notevole traffico commerciale.

Purtroppo lo scoppio della seconda guerra mondiale pose fine a quella fase di risveglio dell'economia isolana e anche il traffico portuale andò incontro ad un rapido declino. Le incursioni aeree del 1943 arrecarono gravissimi danni all'attrezzatura portuale.

Le banchine della Darsena, del molo della Sanità, della calata di S.Agostino e della piccola stazione marittima si trasformarono in un informe cumulo di macerie. La rimozione delle macerie e la ricostruzione delle opere distrutte furono condotte con notevole celerità e portate a termine nel 1949, incrementando inoltre le attrezzature meccaniche con altre gru e prolungando le banchine di Via Roma e della Darsena di 35 metri. Nel 1950 esistevano nel porto di Cagliari tre categorie di opere, adibite al traffico marittimo o al rifugio del naviglio peschereccio e di quello ausiliario o destinate alla semplice difesa dello specchio d' acqua interno.

Alla prima categoria appartenevano:

- il Molo Capitaneria (altrimenti noto come il pontile del Bestiame);
- il Pontile della Dogana;
- la banchina di Via Roma;
- il Pontile della Sanità;
- la Calata Azuni (ex Littoria);
- la banchina S. Agostino;
- il Molo Sabauda.

Alla seconda categoria appartenevano le calate della Darsena. La terza categoria, infine, comprendeva:

- Vecchio Molo di Levante;
- Nuovo Molo di Ponente;
- Nuovo Molo di Levante;
- Pennello del sale.

Pur così attrezzato, il porto di Cagliari a stento poteva far fronte alle esigenze del periodo. D'altra parte, l'incremento considerevole del traffico verificatosi nel dopoguerra, l'aumento dei commerci, l'evoluzione dell'industria e dell'agricoltura sarda, specie nel Campidano meridionale, imponevano un ampliamento ulteriore e immediato del porto stesso.

Per far fronte a queste esigenze furono compilati e approvati i seguenti Piani Regolatori del Porto di Cagliari:

- Piano Regolatore del 18/03/1958, approvato con Decreto Ministeriale del 02/02/1959. Detto Piano subì un aggiornamento che fu approvato nel 1963-1964.
- Piano Regolatore del 16/10/1963, approvato con Decreto Ministeriale del 1965.
- Piano Regolatore del 1966, approvato con Decreto Ministeriale del 1968.
- Piano Regolatore del 24/09/1979, approvato con Decreto Ministeriale del 05/05/1981.
- Piano Regolatore del 11/02/1981, approvato con Decreto Ministeriale del 11/02/1983.



Figura 2.13 - Porto di Cagliari e Via Roma nei primi anni '50

Capitolo 3 Il vigente assetto di pianificazione portuale

Nel presente capitolo è illustrato il vigente assetto di pianificazione del sistema portuale di Cagliari (¹²) cui si è fatto riferimento per inquadrare le cause contingenti che richiedono un adeguamento tecnico funzionale della Zona A del Porto Vecchio.

3.1 Il Piano Regolatore Portuale del 2010

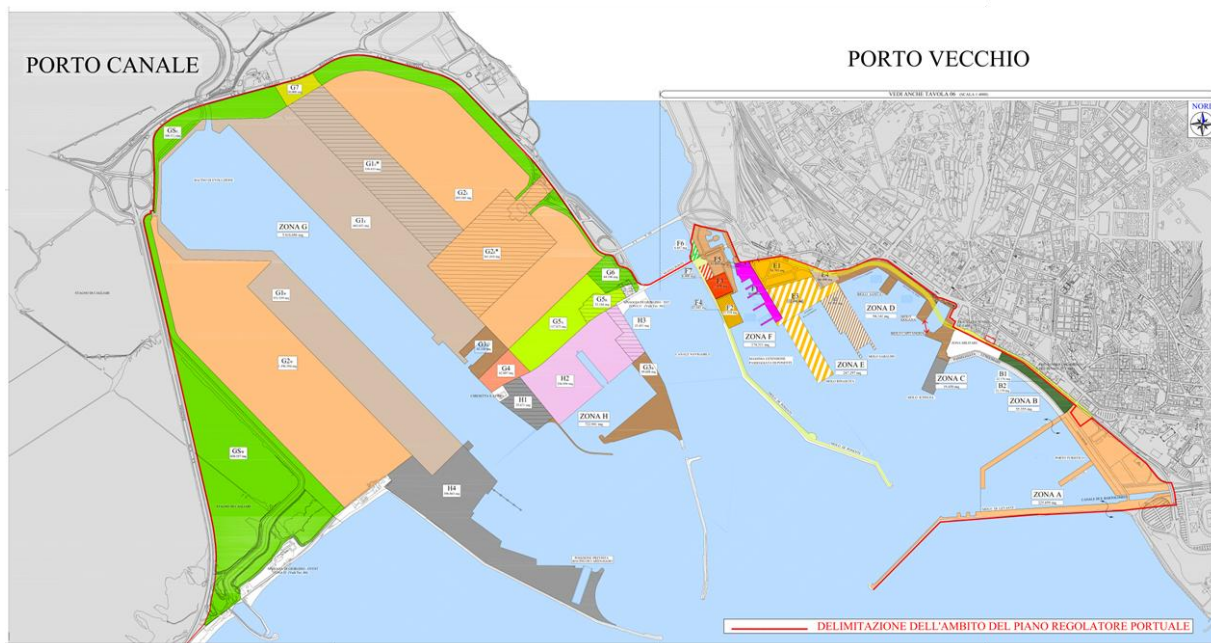


Figura 3.1 – Delimitazione aree portuali del PRP 2010

Il Piano Regolatore Portuale del Porto di Cagliari (Figura 3.1) approvato nel 2010 è stato oggetto di diversi adeguamenti tecnico funzionali:

- Adeguamento Tecnico Funzionale al Piano Regolatore Portuale - Zone G1E e G2E del Porto di Cagliari, marzo 2019;
- Adeguamento Tecnico Funzionale al Piano Regolatore Portuale - Zone G, B e D del Porto di Cagliari, giugno 2020;
- Adeguamento Tecnico Funzionale al Piano Regolatore Portuale - Zone D ed E del Porto di Cagliari, febbraio 2021.

I suddetti ATF non mai riguardato la “Zona A – Porto Turistico” che si trova all’estremità sud-est del Porto Vecchio di Cagliari (Figura 3.2).

Al riguardo, anche in ragione di quanto espresso dal CSLPP nell’ambito del parere reso nell’iter di approvazione del PRP, si rende necessario promuovere un adeguamento infrastrutturale e funzionale di questa zona del Porto Vecchio per completarne l’assetto plano-altimetrico delineato dallo stesso PRP e, nel contempo, assicurare il perseguimento dei moderni standard ed esigenze della nautica da diporto con il potenziale obiettivo di poter assurgere a diventare il principale polo della nautica del Mediterraneo centrale.

¹² Articolato nel: Porto Vecchio, a sua volta suddiviso in sei Zone da A a F; nel Porto Canale suddiviso nelle Zone H e G; nel Porto Industriale.



Figura 3.2 – Zona A del PRP 2010 per il porto di Cagliari

Capitolo 4 La proposta di ATF-2025

Questo capitolo illustra la proposta di ATF-2025, partendo dall'analisi delle attuali problematiche che permangono anche a seguito degli ultimi interventi di riqualificazione delle infrastrutture portuali delineate dal PRP-2010 e successivamente illustrando le soluzioni progettuali analizzate.

4.1 Motivazioni ed obiettivi della proposta di ATF

La "Zona A – Porto turistico" del Porto di Cagliari presenta le seguenti problematiche:

1. possibili interferenze con le imbarcazioni adibite alle altre attività portuali (commerciali e pescherecce) per la condivisione degli spazi di evoluzione e manovra dall'imboccatura del Porto Vecchio verso la Zona A, nonché per la presenza delle bricole presenti sul Nuovo Molo di Levante;
2. stati di agitazione ondosa residua nelle aree di manovra e lungo le aree di evoluzione ed ormeggio delle imbarcazioni che penalizzano e mettono a rischio in particolare quelle della nautica da diporto;
3. possibili interferenze tra le manovre delle imbarcazioni pertinenti le attività precipue del porto commerciale e quelle dei natanti della nautica da diporto che attualmente usufruiscono delle darsene non adeguatamente ridossate dai moli di Bonaria e Sant'Elmo;
4. incompatibilità delle attuali aree di ormeggio per la nautica da diporto ricomprese tra i moli di Bonaria e Sant'Elmo ed il Nuovo Molo di Levante con i nuovi specchi liquidi delimitati dal prolungamento del molo di Bonaria come previsto dal PRP-2010 che necessitano di moli interni, non solo per una più razionale distribuzione degli ormeggi ma anche per guadagnare aree a terra necessarie ai servizi ancillari della nautica da diporto;
5. necessità di ottimizzare la conformazione della nuova imboccatura di accesso alla Zona A, come altrimenti delimitata dalla conformazione planimetrica delineata dal PRP-2010, tenendo anche conto dell'esigenza di assicurare un corretto ricambio idrico degli specchi portuali per come saranno delimitati dagli interventi infrastrutturali di riqualificazione e prolungamento dell'attuale Molo Bonaria;
6. necessità di rendere compatibile con lo strumento di PRP ed in particolare con le sue NTA, l'iter procedurale per l'assentimento della concessione demaniale marittima del Magazzino del Sale, consentendo ai concorrenti di proporre soluzioni che ne prevedono il completo sfruttamento economico, secondo le destinazioni d'uso già previste per la Zona A. L'assentimento di concessione della stessa consentirà, inoltre, il completo recupero della struttura (secondo indicazioni già fornite sia dalla Soprintendenza che dall'Ufficio Tutela del Paesaggio della Regione), nonché l'ulteriore valorizzazione dell'area.

Per risolvere le attuali problematiche che condizionano la funzionalità e lo sviluppo dei traffici portuali cui corrispondono altrettanti obiettivi funzionali da perseguire senza interferire negativamente con gli vincoli urbanistici, paesaggistici ed ambientali, si rende necessario:

1. adeguare l'assetto planimetrico della nuova imboccatura per la Zona A, realizzando il prolungamento del Molo Bonaria previsto dal PRP-2010, tenendo conto delle condizioni di esposizione in occasione di stati di mare estremi (in particolare vento e moto ondoso) ed in considerazione dei moderni requisiti e standard di navigabilità e stazionamento all'ormeggio delle imbarcazioni del turismo nautico;

2. ottimizzare la conformazione planimetrica delle nuove opere oggetto di ATF e selezionare la tipologia e conformazione strutturale in modo tale da attenuare o comunque non incrementare l'attuale livello di agitazione ondosa degli specchi portuali, in particolare nella zona di evoluzione dell'avamposto e nelle darsene interne, con riferimento alle aree destinate all'ormeggio delle piccole imbarcazioni;
3. ridefinire le aree di stazionamento all'ormeggio ed impostare i "corridoi" di manovra differenziati per limitare le sovrapposizioni ed interferenze nelle rotte di ingresso ed uscita delle imbarcazioni della nautica con quelle afferenti le altre attività di pertinenza del Porto Vecchio (commerciali e pescherecce);
4. ampliare adeguatamente gli spazi di banchina, soprattutto per il prolungamento del Molo Bonaria, tenendo conto delle esigenze dei servizi a terra e delle fasce di manovra e delle aree di sosta e stazionamento degli automezzi al servizio, non solo dei traffici portuali (camion, navette pullman), ma anche dei mezzi terrestri di cantiere impiegati per i lavori di realizzazione e manutenzione delle opere;
5. riqualificare totalmente o parzialmente le opere che attualmente contraddistinguono i moli (Bonaria, Sant'Elmo) contemplando anche la realizzazione di adeguati sistemi per l'immissione "forzata" delle acque marine da attivare nei periodi di maggiore stagnazione delle acque al fine di favorire il ricambio idrico nelle darsene di ormeggio.

4.2 Descrizione degli interventi oggetto della proposta di ATF

Gli interventi oggetto di ATF riguardano (Figura 4.1):

- A. Adeguamento in prolungamento dell'attuale pennello Bonaria con sporgente intermedio per ampliamenti delle aree a terra per i servizi della nautica;
- B. Adeguamento del molo Sant'Elmo, con banchinamento anche nel tratto di estremità, attualmente costituito da una scogliera debolmente sommersa;

Nei paragrafi seguenti si riporta una breve sintesi dei suddetti interventi oggetto della proposta di ATF precisando che sono state delineate sulla base del quadro conoscitivo attuale. Nelle fasi di progettazione e costruzione degli interventi oggetto dell'ATF saranno condotte tutte le necessarie indagini di campo e studi specialistici anche al fine di individuare eventuali soluzioni strutturali alternative e comunque di dettaglio.

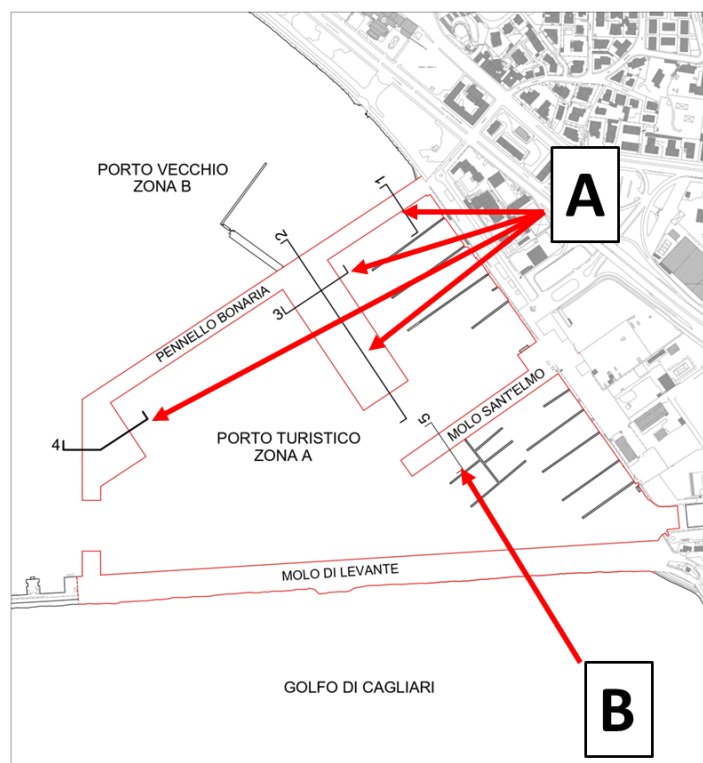


Figura 4.1 – Individuazione aree di intervento dell'ATF e delle sezioni tipologiche considerate

4.2.1 Adeguamento in prolungamento del molo Bonaria con sporgente intermedio

Tenendo conto della consistenza strutturale e funzionale dell'attuale molo Bonaria, rispetto al prolungamento previsto dal PRP finalizzato a conformare una diga di delimitazione per la zona A, si è valutato di adeguare l'assetto planimetrico, inserendo anche uno sporgente intermedio, per assicurare adeguate larghezze della viabilità di servizio, nonché aree da destinare alle esigenze della nautica da diporto compensando in tal modo la superficie di ampliamento altrimenti prevista dal PRP lungo la banchina di riva. Lo sviluppo del piano di banchina è tale da consentire il libero transito pedonale e ciclabile nonché la sosta breve delle auto dei proprietari dei posti barca.

Dagli studi specialistici condotti è emersa la necessità di:

- adottare la tipologia strutturale di "banchina a giorno" composta da impalcato su pali e sottostante scogliera per migliorare le condizioni di assorbimento del moto ondoso;
- prevedere la realizzazione di due punti di immissione forzata delle acque per migliorare le condizioni di circolazione e vivificazione dello specchio portuale interno.

Nella Figura 4.2 e nella Figura 4.5 si riportano le sezioni tipologiche ipotizzate per il prolungamento del molo Bonaria mentre, nella e Figura 4.3 e nella Figura 4.4 le sezioni tipologiche dello sporgente intermedio, stralciate dalle tavole cui si rimanda per i dettagli.

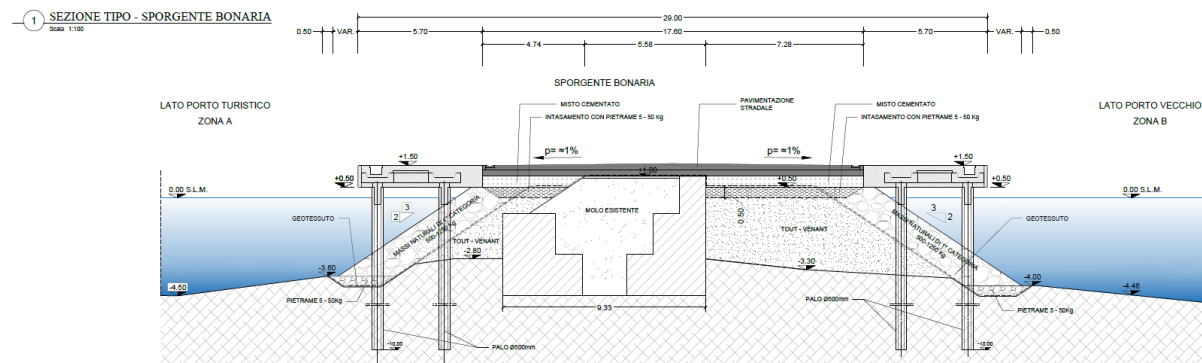


Figura 4.2 – Sezione tipologica S1

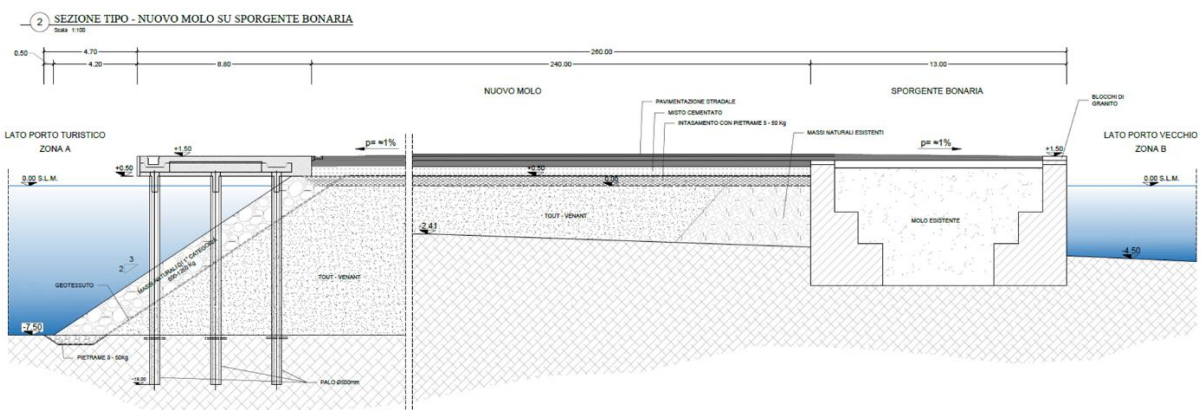


Figura 4.3 - Sezione tipologica S2

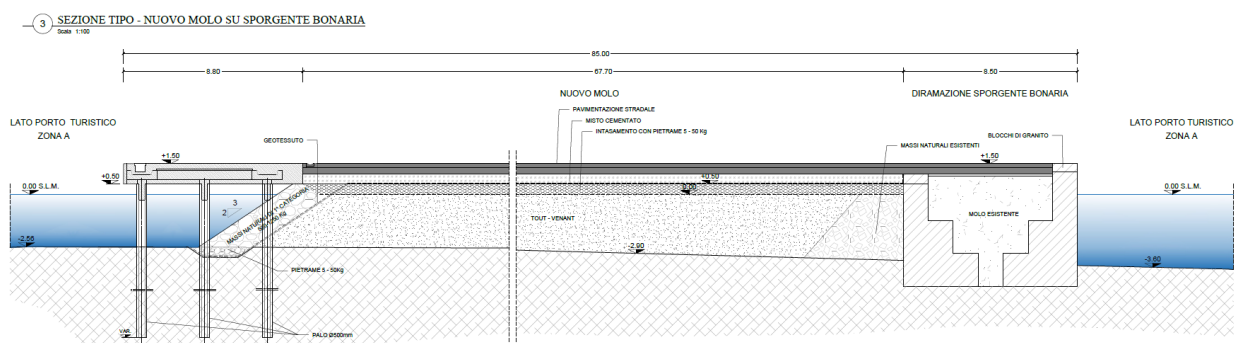


Figura 4.4 - Sezione tipologica S3

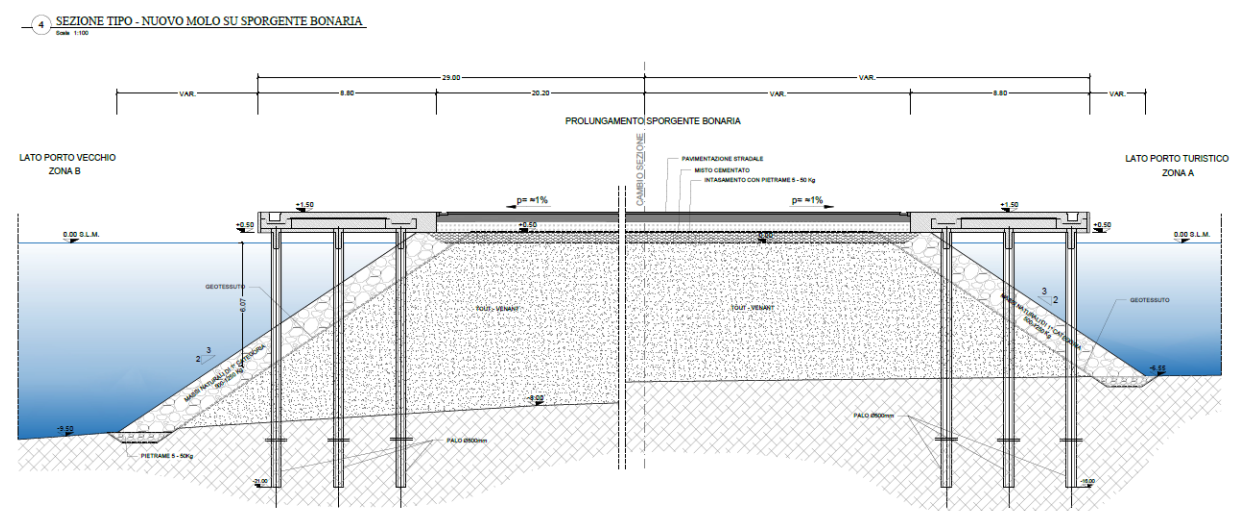


Figura 4.5 - Sezione tipologica S4

4.2.2 Adeguamento del molo Sant'Elmo

Tenendo conto dell'attuale stato di consistenza del tratto di banchinamento del molo Sant'Elmo e della porzione in prolungamento costituita da una scogliera debolmente sommersa, rispetto all'assetto planimetrico previsto dal PRP, l'ATF contempla un'adeguata larghezza per le esigenze della viabilità di servizio considerando comunque che il piano banchina sarà destinato prevalentemente al libero transito pedonale e ciclabile.

Gli studi specialistici condotti hanno evidenziato che anche per l'adeguamento del molo Sant'Elmo è opportuno adottare la tipologia strutturale di "banchina a giorno", composta da impalcato su pali e sottostante scogliera.

Nella Figura 4.6 si riporta la sezione tipologica ipotizzata, stralciata dalla tavola cui si rimanda per i dettagli.

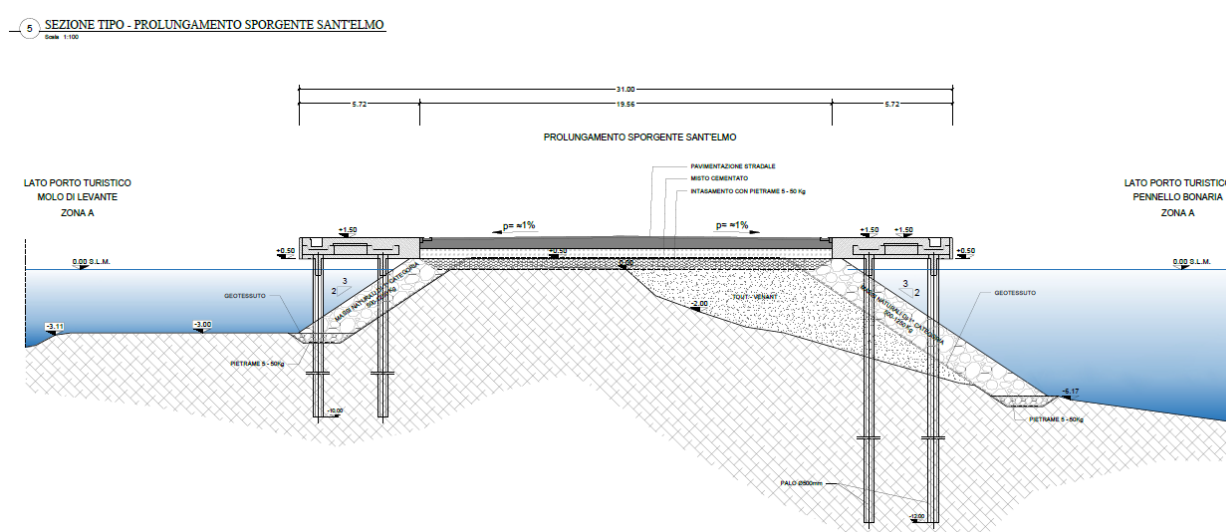


Figura 4.6 - Sezione tipologica S5

4.3 Stima economica di massima degli interventi e dei tempi realizzativi

Sulla base della documentazione tecnica attualmente disponibile, si sono ipotizzati degli scenari di intervento delineando le tipologie strutturali necessarie e le conseguenti dimensioni delle opere contemplate dall'ATF 2025 definendo e dimensionando in prima approssimazione le conformazioni relative (per maggiori dettagli si rimanda alle tavole T.05-T.06-T.07). Sulla base delle dimensioni e tipologie strutturali dei suddetti interventi, riferendosi ad interventi analoghi per tipologia e quantità, è stata condotta una stima di massima dei relativi tempi e costi sintetizzati nella seguente tabella.

	Intervento oggetto di Adeguamento Tecnico Funzionale	Costo (€)	Tempi (giorni)
Molo Bonaria	Tratto esistente	2 300 286 €	104
	Tratto di prolungamento	10 097 086 €	420
	TOTALE Molo Bonaria	12 397 372 €	
Sporgente Bonaria		10 170 035 €	350
Molo Sant'Elmo		2 619 799 €	144
Vivificazione delle acque	Singolo impianto	180 000 €	30
	TOTALE riferito a tre impianti	540 000 €	
Costo totale degli interventi previsti dall'ATF		25 727 205 €	

Tabella 4-1 - Sintesi dei costi e tempi per la realizzazione degli interventi di ATF

Capitolo 5 Analisi di “non contrasto” della proposta di ATF

5.1 Compatibilità con il PUC

Gli interventi oggetto dell’ATF-2025 di fatto confermano come assetto planimetrico d’insieme quello già previsto dal Piano Regolatore Portuale che, come riportato nell’immagine seguente, è stato già condiviso e contemplato negli ultimi aggiornamenti del Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Cagliari (13).

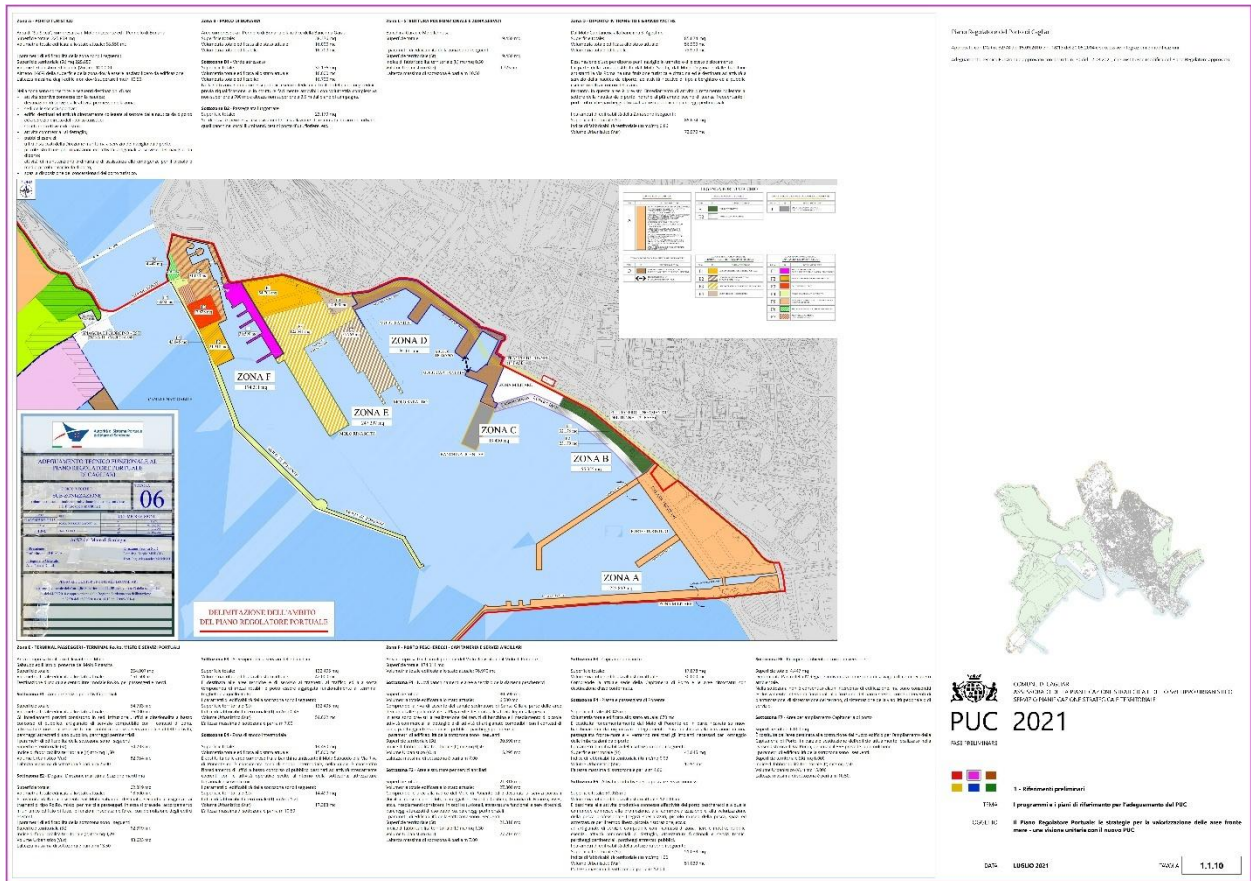


Figura 5.1 – Tavola “1.1.10” del Piano Urbanistico Comunale 2021

In particolare il PUC nell’ultima variante definitiva del 2021 ha recepito integralmente “Le strategie per la valorizzazione delle aree fronte mare”, contemplate dal vigente PRP, quale visione unitaria con il nuovo PUC (rif. Tavola 1.1.10).

In virtù di quanto appena esposto, data la natura della proposta di ATF, si riscontra la coerenza non solo con gli obiettivi del PRP, in particolare con quelli rivolti alla risoluzione del problema legato alle condizioni di navigabilità e di protezione all’interno del Porto e al soddisfacimento degli standard per il settore turistico, ma anche il non contrasto con gli obiettivi e le funzioni delineate dallo strumento di pianificazione urbanistica che ha recepito lo stesso PRP.

¹³Rif. Adozione definitiva con Delibera di C.C. n. 64 del 08/10/2003, Verifica di coerenza Determina Dir. Gen. N. 779/DG del 05/12/2003, pubblicato sul BURAS al N. 2 del 20/01/2004.

Ultima variante con adozione definitiva, Delibera C.C. n. 84 del 01/06/2021, Verifica di coerenza Determina Dir. Gen. N. 33744 del 06/07/2021, pubblicato sul BURAS al n. 43 del 22/07/2021.

5.2 Sostenibilità ambientale degli interventi di ATF

Per maggiori dettagli inerenti gli aspetti ambientali si rimanda alla specifica Relazione ambientale sintetica, si precisa che il PRP-2010 è stato sottoposto a Valutazione Ambientale Strategica (VAS) presso la Regione Sardegna, procedura conclusasi con parere motivato del SAVI (Servizio Sostenibilità Ambientale e Valutazione Impatti) prot. n.10439 del 28.04.2010 e prot. n.8786 del 23.04.2014.

La proposta di ATF-2025 è stata avanzata per migliorare la funzionalità e la fruibilità delle attività della ZONA A – PORTO TURISTICO, al fine di ottimizzare l'assetto infrastrutturale già avviato e delineato dal vigente PRP.

Rispetto allo stato attuale ed alle previsioni di sviluppo strutturale e funzionale, la nuova proposta di ATF-2025 nella "zona A" è finalizzata ad assicurare condizioni di sicurezza e funzionalità completandone ed integrandone l'attuale assetto.

Al riguardo, si evidenzia che l'ATF non va a modificare e/o alterare gli aspetti ambientali essenziali trattati nel PRP-2010 e nella VAS contestualmente predisposta ed a suo tempo approvata.

Infatti, i benefici complessivi della proposta di ATF, oltre a quelli strutturali, si manifestano nella possibilità di diversificare le aree di fruizione antropica, spostandole dal lungomare verso i moli che, a loro volta, si protendono verso lo specchio acqueo antistante.

L'iniziale avanzamento di 30 m dell'attuale linea di costa viene recuperata con uno sporgente che, a sua volta, va a suddividere in due lo specchio acqueo antistante permettendo una maggiore razionalizzazione degli ormeggi.

Le modifiche proposte non alterano il carico antropico sull'ambiente, al contrario viene eliminato il sovraffollamento caotico che generalmente accompagna eventi culturali, fiere e mostre con alte concentrazioni in spazi limitati.

Appare evidente che la fruizione legata ad attività sportive, ricettive e di ristoro permette una frequentazione continua, ma nel complesso controllata e, comunque, distribuita anche sul nuovo molo che sarà fornito di impianti e attrezzature tecnologiche specifiche a servizio del porto da diporto che, necessariamente, devono essere realizzati in stretta vicinanza con la distribuzione dei posti-barca e per il semplice visitatore.

Infine, non vengono modificate le destinazioni d'uso previste nel PRP, non vengono modificate le volumetrie insediabili, viene assicurata un'adeguata dotazione di spazi pubblici o di fruizione pubblica, con adeguati posti auto a servizio dei posti barca che non incidono in alcun modo sulle valutazioni già effettuate in sede di VAS sul PRP-2010 che prevedeva già un porto turistico da 2.200 imbarcazioni e le configurazioni dei moli, ulteriormente studiate col presente ATF.

Pertanto, non viene modificato il carico ambientale già previsto per il PRP-2010.

Capitolo 6 Funzionalità marittima della proposta di ATF

Per la corretta impostazione e dimensionamento preliminare della tipologia degli interventi che compongono la proposta di ATF-2025, si sono elaborati degli studi specialistici al fine di verificare con dati oggettivi la funzionalità marittima degli interventi contemplati dalla proposta di ATF-2025. Si sono quindi approfonditi gli aspetti correlati con le condizioni di esposizione meteomarina (in particolare moto ondoso e livello marino) per le tematiche di tracimazione ondosa lungo la diga sopraflutto, di agitazione ondosa residua negli specchi portuali e di ricambio idrico all'interno della Zona A del porto turistico.

Nei paragrafi seguenti è riportata una sintesi degli studi specialistici condotti a corredo dell'ATF-2025 rimandando agli stessi per maggiori dettagli.

6.1 Studio Meteomarino

Lo Studio Meteomarino ha riguardato la caratterizzazione statistica dei principali parametri meteo marini (livelli del mare, vento e moto ondoso) nel Golfo di Cagliari con l'obiettivo di definire le condizioni meteo climatiche medie ed estreme nei pressi dell'imboccatura del Porto di Cagliari.

Per conseguire questo obiettivo lo studio si è articolato come di seguito riportato:

- definizione dei dati meteomarini utilizzati per la redazione dello studio;
- inquadramento geografico del Golfo di Cagliari;
- analisi anemometriche medie ed estreme;
- analisi del clima del moto ondoso al largo del Golfo di Cagliari con riferimento ai dati ERA5 ricostruiti in ri-analisi (1940-2022) e alle misure ondametriche dirette eseguita dalla boa ondametrica RON-Ispra;
- calibrazione degli eventi estremi di moto ondoso ERA5 sulla base delle misure dirette;
- propagazione della serie storica di moto ondoso in prossimità dell'imboccatura portuale e definizione degli stati di mare medio-climatici;
- definizione delle onde estreme in prossimità dell'imboccatura portuale;
- variazioni del livello del mare indotte sia dalla marea astronomica che dalla marea meteorologica;
- variazioni future del livello del mare indotte dalle variazioni climatiche dovute al riscaldamento globale.

Le figure seguenti, stralciate dallo Studio Meteomarino cui si rimanda per i dettagli, documentano i dati ed i risultati più significativi ottenuti per le finalità dell'ATF-2025.

In particolare per quanto riguarda i dati meteomarini di base, tenuto conto della loro ubicazione (vd. Figura 6.1) si è verificata la piena attendibilità della serie storica ERA5 (coordinate 39.00°N-9.25°E) che, oltre a coprire l'ampio arco temporale dal 1940 al 2022, è geograficamente più rappresentativa, rispetto alla boa direzionale, delle condizioni di esposizione al largo del porto di Cagliari.

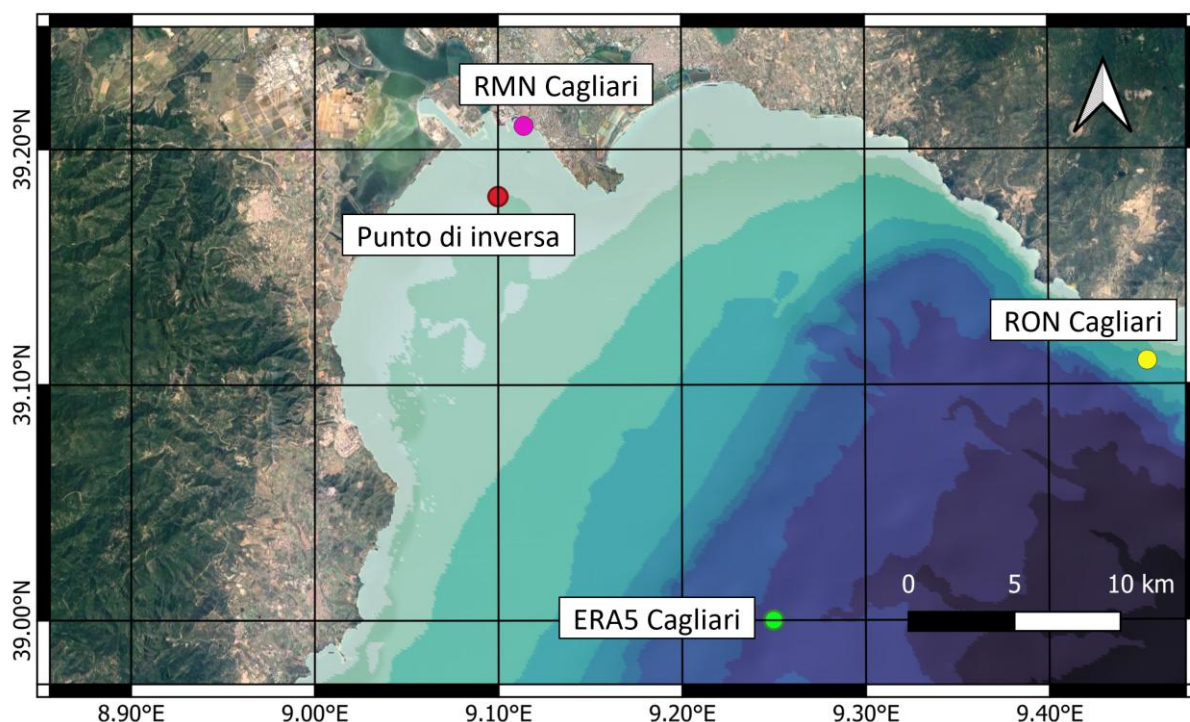


Figura 6.1. Inquadramento geografico del Porto di Cagliari con localizzazione delle fonti di dati utilizzati.

Dopo una specifica fase di verifica e calibrazione, l'intera serie dei dati di moto ondoso estrapolati dal database ERA5 è stata propagata con il modello MEROPE (che utilizza la tecnica di calcolo nota come "propagazione inversa spettrale") sino ad un punto (Punto di inversa) posto in prossimità dell'imboccatura del porto di Cagliari su un fondale di circa -20.0 m sul l.m.m. (vd. Figura 6.2).

L'analisi comparata dei climi di moto ondoso al largo (punto ERA5) ed in prossimità (Punto di inversa) del porto di Cagliari (Vd. Figura 6.3) mostra come, a causa delle differenti esposizioni geografiche, nel punto d'inversa posto di fronte all'imboccatura del porto di Cagliari risultano completamente schermati dalla costa gli stati di mare provenienti a largo dal III e IV quadrante, mentre quelli provenienti dal II quadrante tendono a ruotare per rifrazione verso Sud.

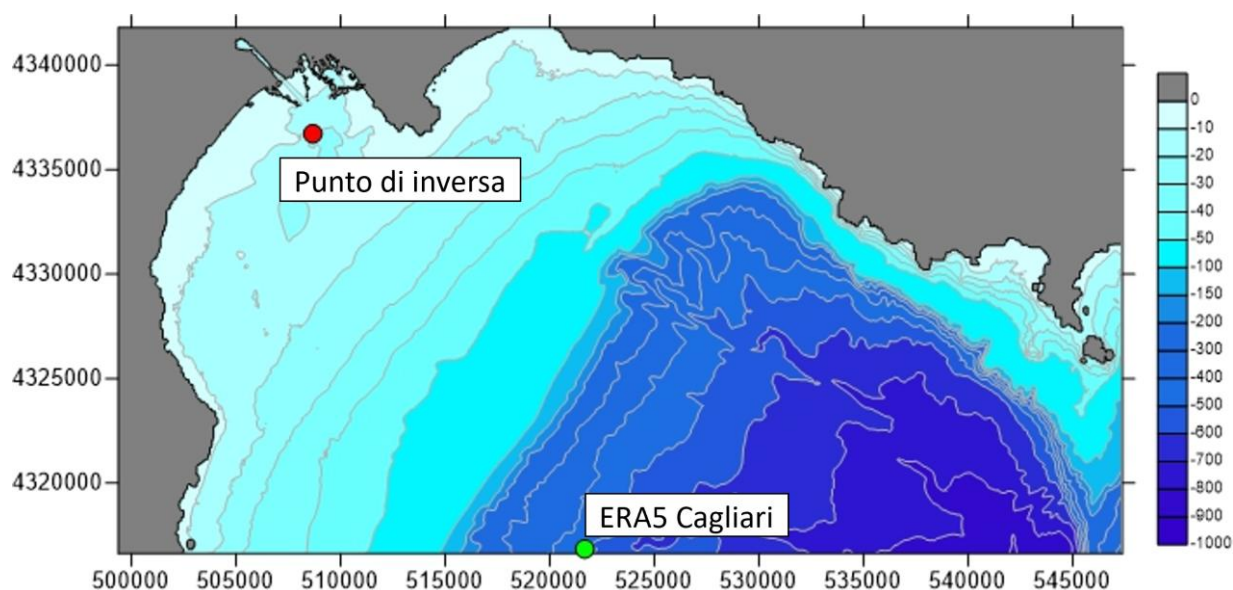


Figura 6.2. Dominio di calcolo utilizzato per la propagazione degli stati di mare dal largo sino al porto di Cagliari

A partire dalla serie storica propagata in prossimità del Porto di Cagliari, è stata effettuata l'analisi degli estremi, al fine di ricavare i parametri di moto ondoso cui fare riferimento per i successivi studi specialistici inerenti le condizioni di agitazione ondosa residua, a sua volta parametrizzate in funzione delle frequenze di accadimento, e i possibili scenari di tracimazione delle mareggiate più intense, nonché i parametri necessari per lo studio di circolazione idrica all'interno del porto.

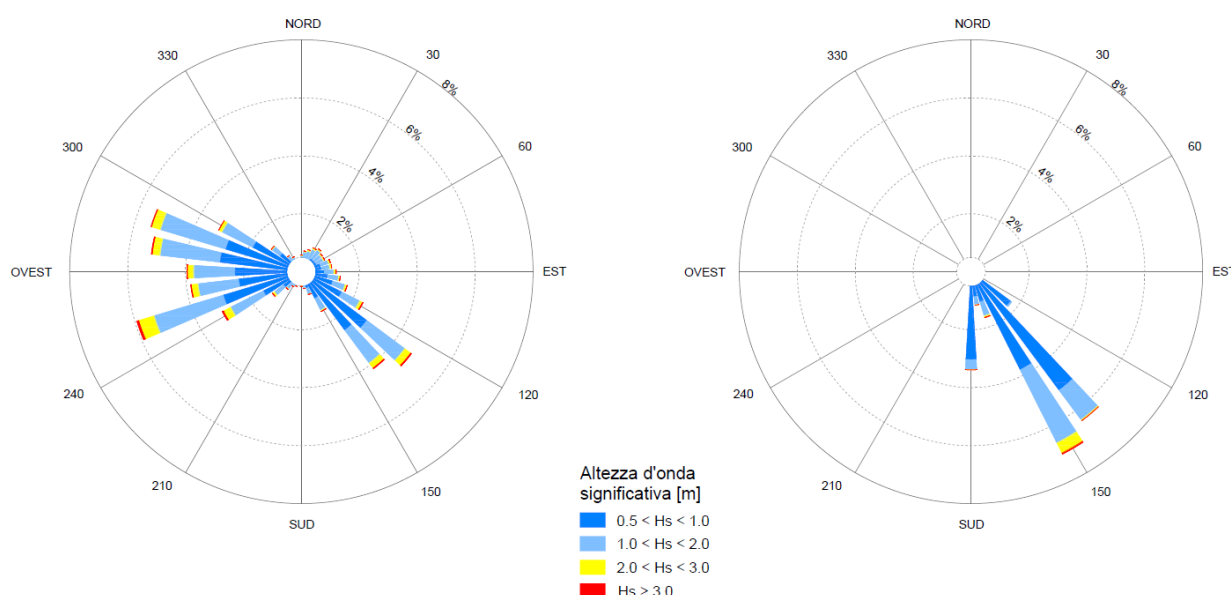


Figura 6.3. Clima di moto ondoso al largo (sinistra) e in prossimità del Porto di Cagliari (destra)

L'analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso è stata condotta secondo il metodo dei "Massimi Annuali" tenuto conto dell'elevato numero di anni disponibili (dal 1940 al 2022) e della "numerosità" della popolazione di dati anche limitando il campionamento ai massimi valori al colmo degli stati di mare più intensi.

Come evidenziato nella seguente Figura 6.4, gli stati di mare estremi più intensi e frequenti in prossimità del porto di Cagliari sono quelli provenienti da Scirocco. I risultati dell'analisi statistica degli estremi sono riportati nella Figura 6.4.

Infine nella Tabella 6-2 sono riportati i valori caratteristici delle oscillazioni astronomiche del livello marino ricavati mentre nella Tabella 6-3 e Figura 6.5 i valori estremi ricavati con una specifica analisi di dettaglio delle registrazioni del mareografo di Cagliari (della RMN.)

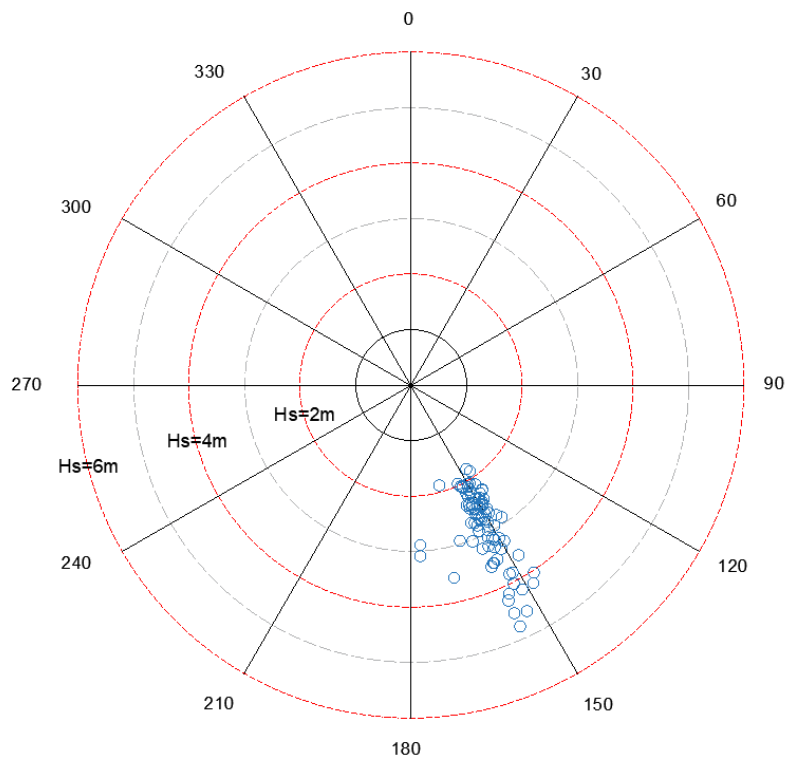


Figura 6.4. Individuazione massimi annuali per il settore 140°N-180°N nel punto di inversa spettrale

Tr (anni)	Hs (m)	Tp (s)
2	3.0	7.8
5	3.5	8.4
10	3.9	8.7
15	4.1	8.9
20	4.2	9.1
25	4.4	9.2
50	4.8	9.5
100	5.2	9.9

Tabella 6-1 - Analisi degli eventi estremi di moto ondoso nel punto di inversa – Eventi estremi - Settore 140°N-180°N.

		Zero-strumento (m)	L.M.M. (m)
HAT	(Highest Astronomical Tide)	0.44	0.24
MHWS	(Mean High Water Springs)	0.34	0.14
MHWN	(Mean High Water Neaps)	0.29	0.10
MSL	(Mean Sea Level)	0.19	0.00
MLWN	(Mean Low Water Neaps)	0.11	-0.08
MLWS	(Mean Low Water Springs)	0.06	-0.13
LAT	(Lowest Astronomical Tide)	-0.06	-0.25

Tabella 6-2 - Livelli caratteristici di marea astronomica per il Porto di Cagliari

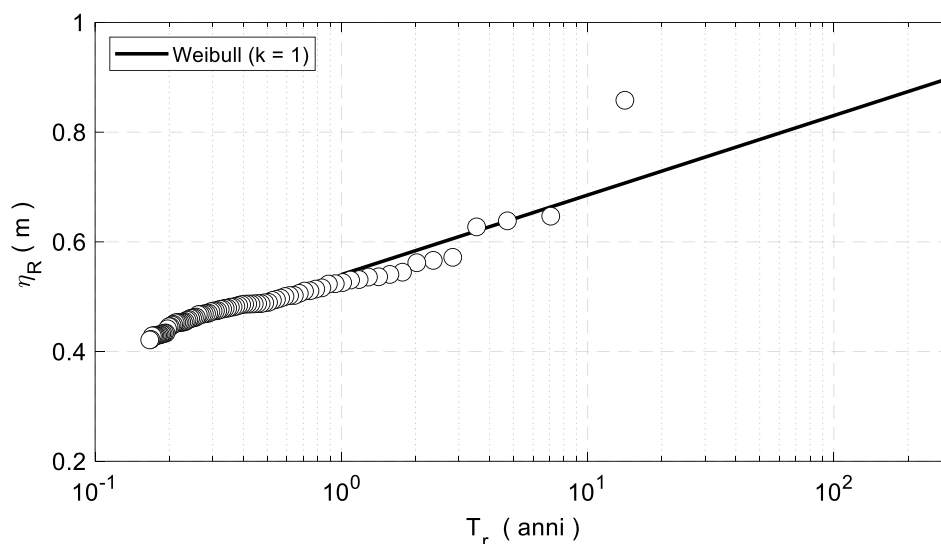


Figura 6.5. Analisi degli estremi con soglia pari a 0.4 m per Cagliari.

Tr	Livello
2	0.58
5	0.64
10	0.69
15	0.71
20	0.73
25	0.74
30	0.75
50	0.79
100	0.83

Tabella 6-3 - Valori estremi del sovrалzo residuo (marea meteorologica) in funzione del tempo di ritorno T_r per il porto di Cagliari.

6.2 Studio di agitazione ondosa portuale

La finalità del presente studio è stata quella di analizzare, mediante l'applicazione di un idoneo codice numerico, l'agitazione del moto ondoso nella Zona A del Porto Vecchio di Cagliari, destinata ai sensi del vigente PRP, a costituire il Porto Turistico. Si richiama che il PRP di Cagliari e l'ATF in corso di redazione, prevedono di realizzare una nuova opera interna portuale (denominata Pennello Bonaria) avente la funzione di difendere dal moto ondoso incidente e di delimitare lo specchio d'acqua del Porto Turistico.

Per il presente studio si è analizzata l'agitazione ondosa in relazione a stati di mare estremi, ricavati precedentemente nello Studio meteomarinario, caratterizzati dai tempi di ritorno di 2, 20 e 50 anni provenienti dal settore di traversia (compreso tra 140° e 180°N).

Per condurre il presente studio è stato utilizzato il codice numerico CGWAVE e preventivamente, è stato necessario definire le condizioni al contorno del dominio di calcolo. Per ogni configurazione analizzata il contorno dello specchio liquido è stato suddiviso in tratti caratterizzati da un diverso grado di riflessione del moto ondoso. I coefficienti di riflessione K (rapporto tra l'altezza d'onda riflessa H_r e quella incidente H_i) delle opere delimitanti le aree portuali (interne ed esterne) sono stati scelti in funzione delle caratteristiche riflettenti delle stesse opere secondo quanto di seguito elencato:

- $K = 0,90$ per le banchine a parete verticale completamente riflettenti;

- $K = 0,35$ per le mantellate delle opere a gettata, tratti rocciosi e banchine antiriflettenti;
- $K = 0,10$ per le spiagge assorbenti;
- $K = 0,00$ per i confini aperti (completamente permeabili).

Per la determinazione dei livelli di agitazione ondosa residua da considerare nelle simulazioni all'interno del Porto Vecchio di Cagliari, sono stati esaminati gli scenari che prevedono le condizioni di moto ondoso riportati nella Tabella 6-4.

Condizioni di moto ondoso	TR (anni)	Dir ($^{\circ}$ N)	Tp (s)	Hs (m)
1	2	180	8.0	3.0
2	20	180	9.0	4.2
3	50	180	9.5	4.8
4	2	165	8.0	3.0
5	20	165	9.0	4.2
6	50	165	9.5	4.8
7	2	150	8.0	3.0
8	20	150	9.0	4.2
9	50	150	9.5	4.8

Tabella 6-4 - Parametri di input per lo studio dell'agitazione interna nel porto di Cagliari.

Lo studio si è articolato in due fasi:

- FASE 1: sono state analizzate tre configurazioni, ovvero:
 - **Configurazione A:** coincidente con la configurazione attuale;
 - **Configurazione B1:** contempla le opere previste dall'ATF, adottando un coefficiente di riflessione $K=0.9$, assimilabili a parete verticali, per il pennello Sant'Elmo e per il prolungamento del pennello Bonaria;
 - **Configurazione B2:** contempla le opere previste dall'ATF, adottando un coefficiente di riflessione $K=0.35$ per il prolungamento del pennello di Bonaria.
- FASE 2: è stata presa in considerazione la Configurazione B2 ottimizzata, ottenendo così:

Configurazione C: In questa configurazione, riassumendo, sono previste le seguenti opere:

- i. prolungamento dei pennelli Bonaria ($K=0.35$) e Sant'Elmo;
- ii. la realizzazione di un nuovo molo con planimetria rettangolare posizionato ortogonalmente al pennello Bonaria;
- iii. la realizzazione di un allargamento della testata terminale del Molo;
- iv. la realizzazione di un pennellino radicato al molo di levante finalizzato a delimitare la sezione di imboccatura portuale.

Nella Figura 6.6 vengono rappresentati i coefficienti di riflessione degli elementi di contorno in riferimento alla Configurazione C, si rimanda alla specifica relazione per le altre configurazioni.

I risultati ottenuti hanno mostrato allo stato attuale (Configurazione A) il superamento delle condizioni di agitazione limite suggerite dall'AIPCN e pertanto, volendo potenziare e riqualificare la zona A del Porto Vecchio, risulta necessario realizzare il prolungamento dell'attuale "pennello Bonaria", quale molo di protezione dal moto ondoso proveniente dall'imboccatura esterna del Porto Vecchio.

Successivamente è stata analizzata la Configurazione B1, assumendo per il prolungamento del pennello Bonaria un coefficiente di riflessione $K = 0.9$, i cui risultati hanno evidenziato che le

riflessioni indotte sulle onde incidenti che raggiungono il lato esterno della nuova diga di delimitazione, provocano, rispetto alla situazione attuale, un aumento del livello medio di agitazione portuale nella porzione Nord del Porto Vecchio.

Per limitare tale effetto, si è deciso di ridurre il coefficiente di riflessione della nuova diga, adottando, nella Configurazione B2 un coefficiente di riflessione $K = 0.35$, ovvero ad un valore compatibile ad esempio con un'opera del tipo "a gettata" oppure con un'opera del tipo "a parete verticale" dotata di celle antiriflettenti.

I risultati ottenuti hanno mostrato una riduzione dell'agitazione ondosa nella zona Nord del Porto Vecchio, sia in relazione alla configurazione B1, sia in relazione allo stato attuale.

Dunque, sulla base delle simulazioni condotte, la soluzione ottimale dal punto di vista dell'agitazione interna portuale è risultata la Configurazione B2. Questa configurazione è stata successivamente oggetto di ottimizzazione, arrivando a definire la configurazione di ATF 2025, ovvero la Configurazione C.



Figura 6.6 - Coefficienti di riflessione degli elementi di contorno per il modello CGWAVE – Configurazione C – ATF 2025.

Successivamente si riportano i risultati relativi alla sola configurazione di ATF2025, rimandando allo Studio di agitazione ondosa per i risultati delle altre configurazioni.

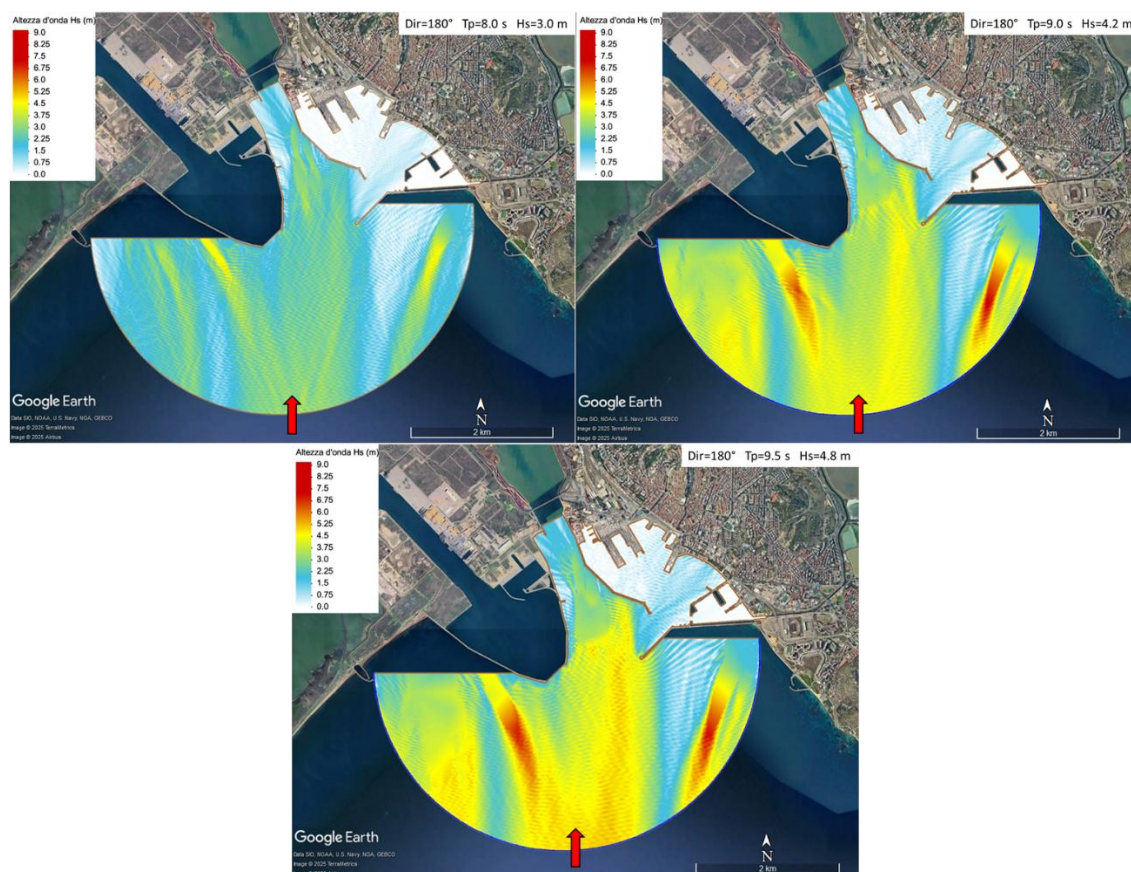


Figura 6.7 – Risultati della Configurazione di AFT2025 relativi alla $Dir = 180^\circ N$

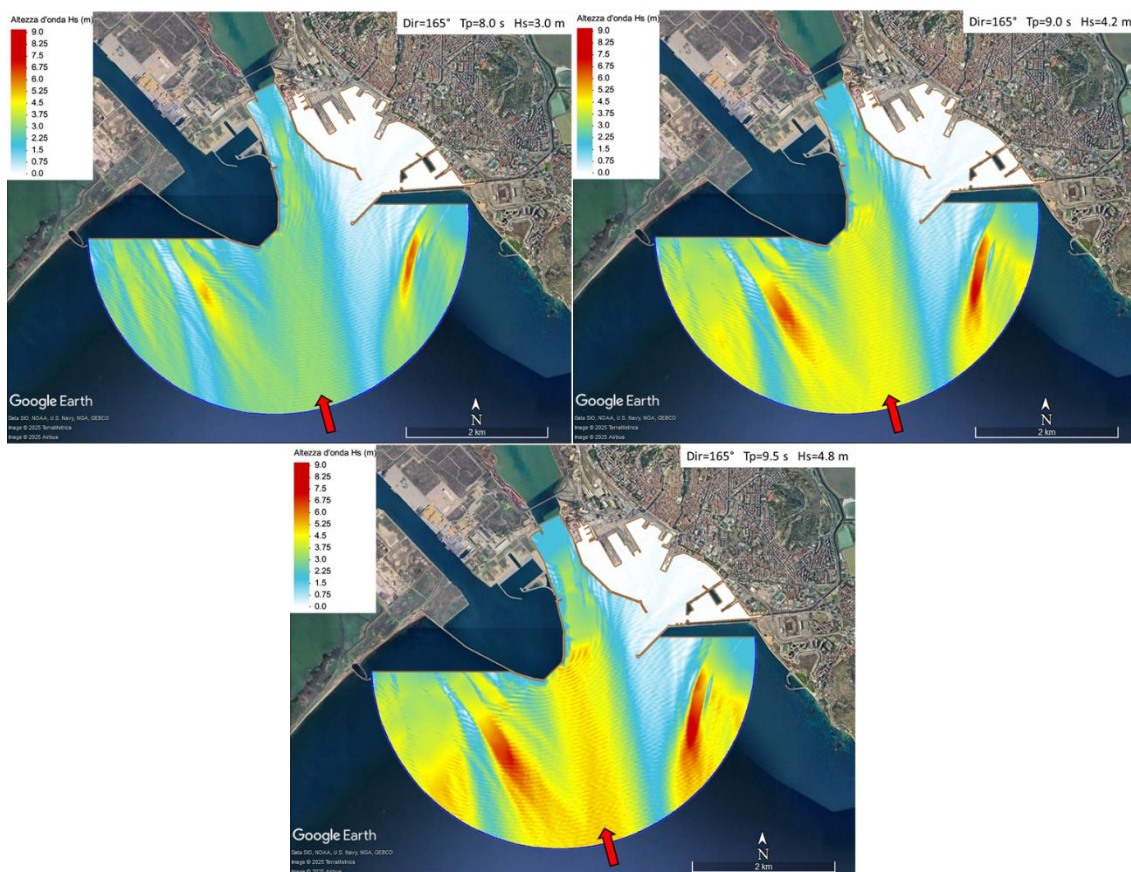


Figura 6.8 - Risultati della Configurazione di AFT2025 relativi alla $Dir = 165^\circ N$

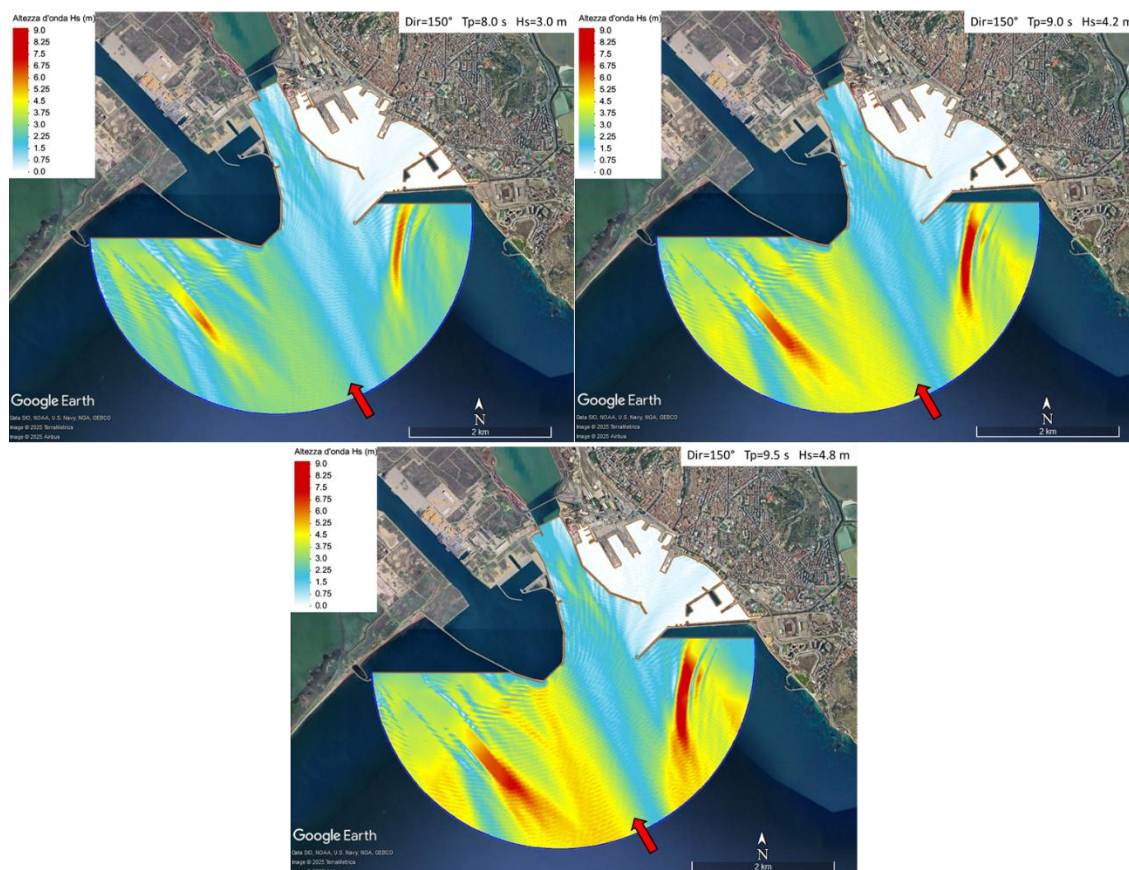


Figura 6.9 - Risultati della Configurazione di AFT2025 relativi alla Dir = 150°N

6.3 Studio di circolazione idrica

Lo studio ha preso in esame la capacità di ricambio idrico dell'area che il PRP destina al nuovo Porto Turistico del Porto Vecchio di Cagliari.

Anche in questo caso lo studio è stato suddiviso in due fasi:

- FASE 1: nella quale viene analizzato il ricambio idrico in relazione alle seguenti configurazioni:
 - **Configurazione Attuale;**
 - **Configurazione Attuale con circolazione forzata tramite una pompa** avente la funzione di facilitare il ricambio idrico;
 - **Configurazione di PRP** (ovvero prolungamento dell'attuale Molo Bonaria per la delimitazione della Zona A Porto Turistico) **con circolazione forzata tramite una pompa;**
 - **Configurazione di PRP con circolazione forzata tramite due pompe.**
- FASE 2: il ricambio idrico viene analizzato in relazione all'ottimizzazione della configurazione di PRP contemplata dall'Adeguamento Tecnico Funzionale (2025) specifico per la Zona A:
 - **Configurazione di ATF2025 con due pompe;**
 - **Configurazione di ATF2025 con tre pompe.**

La valutazione del ricambio idrico portuale è stata effettuata utilizzando due modelli numerici, sviluppati dal famoso laboratorio olandese Deltares. Il primo modello è stato utilizzato per calcolare il campo idrodinamico del porto, forzato da una serie di cicli di variazioni del livello del

mare, indotti dalla marea astronomica (e desunti dallo Studio Meteomarina), della durata complessiva di circa 10 giorni. Il secondo modello, invece, noto il campo idrodinamico, risolve le equazioni di dispersione e diffusione di sostanze presenti nell'acqua.

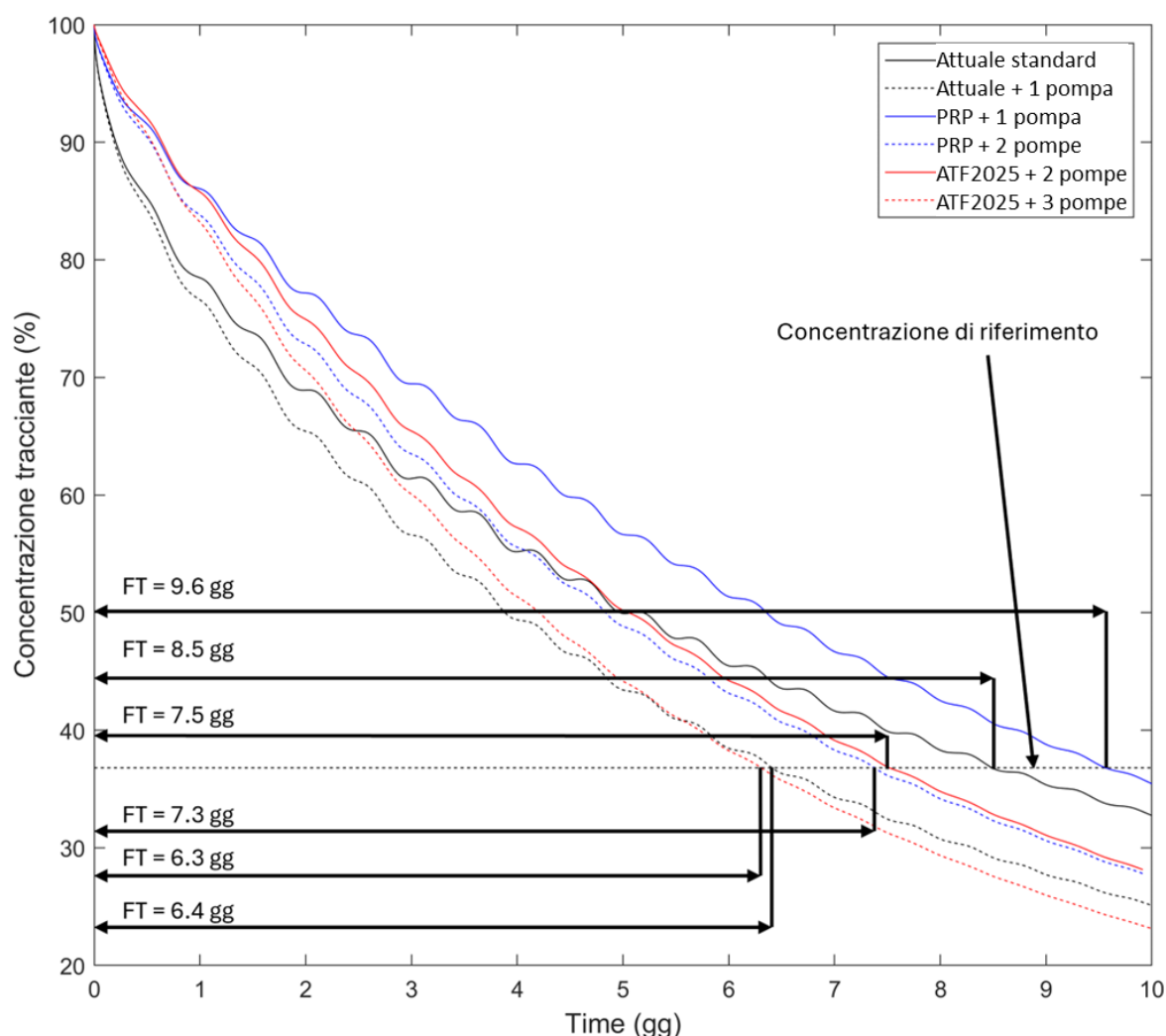


Figura 6.10 - Curve di variazione nel tempo della concentrazione del soluto passivo (tracciante) espresse in percentuale rispetto alla concentrazione iniziale, valutate all'interno del bacino portuale in relazione ai sei scenari esaminati.

Il diagramma riportato nella Figura 6.10 mostra la riduzione nel tempo della concentrazione media del soluto valutata all'interno dello specchio d'acqua del porto turistico. Ciascuna curva del diagramma si riferisce ad uno dei sei scenari esaminati. La retta orizzontale puntinata del diagramma indica la concentrazione di soluto pari al 36,8 %, di conseguenza l'intersezione tra la retta puntinata e le varie curve relative ai diversi scenari, identifica i tempi di lavaggio di ciascuno scenario.

Come era lecito prevedere, i risultati delle simulazioni mostrano chiaramente come l'inserimento della nuova diga di delimitazione del porto turistico riduca, rispetto alla situazione attuale, il ricambio idrico, infatti mentre nella configurazione attuale risulta di 8,5 giorni, quello relativo alla configurazione di PRP, dove comunque si è inserita una pompa, è risultato maggiore e pari a 9,6 giorni.

Si osserva inoltre che l'inserimento nella configurazione attuale di una pompa genera un beneficio sensibile rispetto alla situazione attuale, riducendo il tempo di ricambio da 8,5 a 6,4 giorni.

Si evidenzia, dai risultati ottenuti che adottando per la configurazione di PRP due pompe, si ottiene un tempo di lavaggio pari a 7,3 giorni che risulta essere inferiore rispetto a quello relativo alla configurazione attuale (senza pompe) pari a 8,5 giorni.

Infine, i risultati relativi alla ATF2025 mostrano come utilizzando due pompe si riscontrino risultati simili a quanto visto nella FASE 1 utilizzando lo stesso numero di pompe con un tempo di lavaggio pari a 7,5 giorni invece di 7,3 giorni. Invece, si riscontra un sostanziale miglioramento fino a 6,3 giorni introducendo una terza pompa con un tempo di lavaggio molto simile alla configurazione attuale con una pompa.

In conclusione, si ritiene che questi benefici possano essere considerati più che soddisfacenti per garantire una buona qualità delle acque nel nuovo porto turistico anche durante il periodo estivo.

Per quanto riguarda il sistema di pompaggio, si evidenzia che i parametri principali da rispettare sono costituiti dalla portata di ciascuna delle due pompe stimata in circa $1 \text{ m}^3/\text{s}$ e dal loro posizionamento che è stato previsto in prossimità del radicamento a riva delle due dighe e tra lo sporgente Bonaria e il nuovo molo di Bonaria.

Tuttavia, si deve evidenziare che, in una fase più avanzata della progettazione, si potrà prevedere la possibilità di frazionare ciascuna pompa in più pompe, le quali comunque dovranno essere in grado di garantire complessivamente le stesse portate previste nel presente studio. Il frazionamento in più pompe potrà risultare necessario sia in relazione al problema di mantenere le velocità di presa e di restituzione dell'acqua entro valori non pericolosi (al più pari a 1 m/s), sia in relazione alla posizione delle imbarcazioni, dei pontili e più in generale delle opere che verranno previste. Anche per quanto riguarda la posizione delle pompe ci sarà la possibilità di prevedere modeste variazioni nella loro posizione media, tenendo conto che la loro efficienza tende ad aumentare in maniera diretta con la distanza dall'imboccatura portuale.

Si ricorda infine che i requisiti individuati nel presente studio per garantire una buona qualità delle acque non possono essere considerati sufficienti in quanto sarà necessario prevedere tutti gli accorgimenti stabiliti dalla normativa vigente per evitare di immettere acque inquinate nello specchio d'acqua portuale.

Nel caso in cui durante la fase di gestione del porto dovesse risultare necessario, si potrà prevedere anche l'impiego di ossigenatori dell'acqua marina da mettere in funzione nei periodi in cui l'acqua tende a ristagnare.

Capitolo 7 Conclusioni

Come evidenziato nei precedenti paragrafi tutti gli interventi contemplati dalla proposta di ATF descritti nei precedenti paragrafi, sono dettati dall'esigenza di adeguare il porto di Cagliari alle moderne esigenze della nautica da diporto, inserita nel contesto cittadino compreso tra il Molo Bonaria ed il Molo di Levante anche con l'obiettivo di integrarsi con gli interventi di recupero e riqualificazione urbana già da qualche anno attuate dalla stessa Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna.

Gli obiettivi prioritari della proposta di ATF sono quelli di:

- mantenere la conformazione planimetrica dell'attuale fronte mare (water front) contemplando il solo adeguamento dei pennelli Bonaria e Sant'Elmo stralciando la riqualificazione in avanzamento (30 metri) prevista dal PRP per la banchina di riva (Su Siccu), peraltro oggetto di recenti importanti interventi di riqualificazione urbana;
- eliminare l'attuale criticità per gli aspetti di sicurezza alla navigazione non solo prolungando l'attuale Pennello Bonaria in forma di molo sottoflutto come già contemplato dal PRP vigente, ma inserendo uno sporgente intermedio al fine di delimitare ulteriormente lo specchio d'acqua portuale interno ed assicurare adeguati spazi a terra per ospitare funzioni e servizi della nautica da diporto;
- inserire come elemento strutturale di adeguamento del prolungamento del molo Bonaria previsto dal PRP lo sporgente intermedio, a compensazione areale del mancato avanzamento di 30 m della banchina di riva, assicurando così una più razionale ubicazione baricentrica dei necessari spazi a terra da destinare ai servizi della nautica da diporto;
- aumentare la sicurezza all'ormeggio per gli aspetti di attenuazione del moto ondoso residuo, attraverso un'ottimizzazione della conformazione dell'imboccatura portuale e l'inserimento del suddetto sporgente, garantendo comunque adeguate condizioni di ricircolo e vivificazione delle acque;

Per la verifica della fattibilità degli interventi oggetto di ATF oltre alle analisi di "non contrasto", sono stati condotti specifici studi specialistici di ingegneria marittima che costituiranno la base di riferimento per i successivi livelli di progettazione delle opere. Nel complesso, si è verificata con dati oggettivi la piena sostenibilità degli interventi di ATF per gli aspetti, tecnici, economici ed ambientali.