

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 :

STUDIO DEL RICAMBIO IDRICO PORTUALE

1 8 0 0 2 P D R 0 7 - 1 M A R

Committente:
Comune di Casal Velino

Area Tecnica
Ufficio Urbanistica, Lavori
Pubblici, Pianificazione

Responsabile del Procedimento
Arch. Angelo GREGORIO

Progettazione:
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO

Capogruppo:

MODIMAR
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			

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

STUDIO SULLA QUALITA' DELLE ACQUE INTERNE

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

PROLOGO	3
1 PREMESSE.....	4
2 METODOLOGIA UTILIZZATA.....	5
3 APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI MODELLAZIONE SMS	6
3.1 Discretizzazione dello specchio liquido	6
4 SIMULAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE.....	9
5 CONCLUSIONI	21

PROLOGO

Nell'ambito del Progetto Definitivo dei lavori di messa in sicurezza infrastrutturale e adeguamento del porto di Marina di Casal Velino è stata condotta una revisione dello studio specialistico sulla qualità delle acque interne portuali redatto ed allegato al progetto preliminare PP-2008.

Nel suddetto studio specialistico, condotto con l'ausilio di specifica modellistica numerica, si era verificato con dati oggettivi che la nuova conformazione portuale contraddistinta dalla realizzazione del nuovo molo di ponente con banchine interne e la presenza di un pennello interno creava una netta separazione tra l'area avamportuale e lo specchio acqueo interno (darsena di ponente). Le simulazioni condotte avevano evidenziato che, nelle zone più interne e ridossate del porto, le sole correnti naturali indotte dalle fasi di flusso e riflusso di marea non erano in grado di assicurare un adeguato ricambio e vivificazione delle acque interne del porto con fenomeni di ristagno e conseguente deterioramento della qualità delle acque. Per assicurare un adeguato livello di qualità delle acque interne al porto si era quindi previsto nel progetto preliminare l'inserimento di un sistema di pompaggio in grado di incrementare il ricambio idrico naturale indotto dalle fasi di marea "forzando" la circolazione delle acque all'interno dei bacini portuali. La modellistica numerica impiegata aveva consentito di verificare un livello adeguato della concentrazione di ossigeno disciolto anche nelle condizioni di "calma" della circolazione idrica (che si presentano solitamente nei periodi estivi con assenza di vento e moto ondoso e temperature elevate).

La conformazione degli interventi previsti dal Progetto Definitivo rispetto alla configurazione prevista dal PP-2008 ha comunque un effetto limitato sul naturale ricircolo delle acque marine. La realizzazione del solo corpo scogliera della nuova diga di levante senza strutture di banchina e pontili di ormeggio e soprattutto il ridotto sviluppo longitudinale del pennello interno, abbinati al fatto che in questo specchio liquido portuale, almeno sino al completamento degli stralci funzionali successivi, non si consentirà l'ormeggio e/o lo stazionamento di imbarcazioni sono tali che il flusso e riflusso di marea è in grado di assicurare un'adeguata "vivificazione" e "ricambio" delle acque interne.

In questa fase di progettazione definitiva del primo stralcio dei lavori di messa in sicurezza infrastrutturale e adeguamento del porto di Marina di Casal Velino si è quindi riconfermato lo studio specialistico sulla qualità delle acque redatto dalla scrivente capogruppo Modimar nell'ambito del suddetto PP-2008, riportandolo integralmente nelle pagine seguenti.

Nella successiva fase di progettazione esecutiva dei lavori si valuterà l'opportunità di aggiornare e/o integrare il suddetto studio specialistico sulla qualità delle acque interne portuali simulando in dettaglio i fenomeni di vivificazione e ricambio delle acque portuali in presenza delle sole nuove opere foranee conformemente all'assetto plano-altimetrico approvato in via definitiva, anche in ragione delle indicazioni e/o prescrizioni che potranno emergere in fase di convalida del progetto definitivo.

1 PREMESSE

Di seguito si riporta lo studio della qualità delle acque del porto di Marina di Casal Velino, redatto a supporto delle attività finalizzate alla stesura del progetto preliminare per il completamento dello stesso porto, condotto (ai sensi del D.M. 14/4/1998) utilizzando un opportuno modello matematico di simulazione denominato SMS (Surfacewater Modeling System).

Come illustrato in dettaglio nei capitoli seguenti sono stati simulati due diversi scenari che rappresentano l'attuale configurazione portuale e quella prevista dal presente progetto preliminare, considerando come forzanti dapprima le sole oscillazioni indotte dalle maree astronomiche e successivamente le stesse oscillazioni di marea ed un sistema di pompaggio opportunamente dimensionato e verificato.

Tale studio di tipo comparativo è diretto a esplicitare in maniera quantitativa l'effetto delle nuove opere del progetto preliminare rispetto allo stato attuale, tramite la simulazione di parametri significativi dal punto di vista della qualità delle acque.

Esso cioè è finalizzato alla conoscenza ed alla determinazione dei parametri necessari per una corretta ed oggettiva valutazione dell'influenza sulla qualità delle acque delle nuove opere necessarie al completamento del porto, ovvero se le opere previste peggiorano, migliorano o lasciano inalterate le condizioni attuali della qualità delle acque, senza quantificarne lo stato assoluto.

2 METODOLOGIA UTILIZZATA

Per poter verificare in modo oggettivo l'influenza delle modifiche apportate dal presente progetto preliminare sulla qualità delle acque sono stati opportunamente simulati due diversi scenari giudicati significativi per lo studio in questione e per gli obiettivi prefissati.

In particolare, per le due configurazioni portuali da porre a confronto è stato dapprima determinato il campo idrodinamico che caratterizza i bacini in esame e conseguente a determinate condizioni al contorno (vedi "Studio Idrodinamico"); noto il campo idrodinamico si è utilizzato un modulo di calcolo dell'equazione di dispersione/diffusione (RMA4 dalla suite degli applicativi del modello SMS) determinando così il grado di concentrazione dell'ossigeno disciolto all'interno dei bacini che caratterizzano il porto di Marina di Casal Velino.

E' importante sottolineare che il campo idrodinamico è stato determinato considerando le condizioni più gravose ai fini della circolazione idrica portuale, impostando cioè i campi di velocità generati dalle sole oscillazioni di marea nell'ipotesi di totale assenza di vento e moto ondoso.

Gli ultimi due fattori infatti possono contribuire positivamente (quando presenti) alla miscelazione delle acque e quindi alla loro vivificazione e pertanto non sono stati considerati.

Attraverso il programma di calcolo SMS e più in particolare del modulo di calcolo RMA4, imponendo la concentrazione di ossigeno iniziale e le condizioni idrodinamiche che si vogliono simulare, è possibile valutare il decadimento della concentrazione dell'ossigeno per le due configurazioni simulate.

Si rimarca il fatto che il presente studio non ha l'obiettivo di quantificare la qualità delle acque all'interno del porto in esame, ma bensì di fornire uno strumento comparativo, pur sempre quantitativo, per poter valutare le eventuali variazioni della qualità delle acque rispetto alle condizioni attuali indotte dagli interventi proposti dal presente progetto preliminare.

3 APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI MODELLAZIONE SMS

I risultati relativi ai campi idrodinamici definiti con la serie di simulazioni condotte tramite il modello RMA2 sono stati utilizzati per simulare la variazione della concentrazione di ossigeno disciolto con il programma RMA4. Si descrive dapprima la discretizzazione del dominio di calcolo; nel successivo paragrafo si richiamano i risultati del computo del campo idrodinamico e si passa poi a descrivere le condizioni al contorno e i risultati delle simulazioni dell'evoluzione della qualità delle acque nelle due configurazioni portuali analizzate.

3.1 Discretizzazione dello specchio liquido

Così come riportato dettagliatamente nello studio della circolazione idrica portuale, per la corretta applicazione delle routine di calcolo idrodinamico del modello SMS è stato necessario effettuare una discretizzazione del sistema liquido negli scenari previsti.

A tal proposito, per la situazione attuale (Figura 3.1) si è fatto riferimento ai dati ed ai rilievi batimetrici effettuati nell'ottobre 2007, per le opere di completamento del porto proposte dal progetto preliminare (Figura 3.2) si è fatto riferimento alle planimetrie di progetto sulle riportanti sia lo schema portuale che le aree e le quote dei dragaggi dei fondali.

Nel dettaglio, il campo fluido è stato suddiviso nel modo seguente.

- Configurazione attuale: griglia di calcolo costituita da 510 elementi (di cui 209 triangolari e 301 quadrilateri), per un totale di 1423 nodi di calcolo (Figura 3.3).
- Configurazione da progetto preliminare: griglia di calcolo costituita da 695 elementi (di cui 163 triangolari e 532 quadrilateri), per un totale di 2121 nodi di calcolo (Figura 3.4).

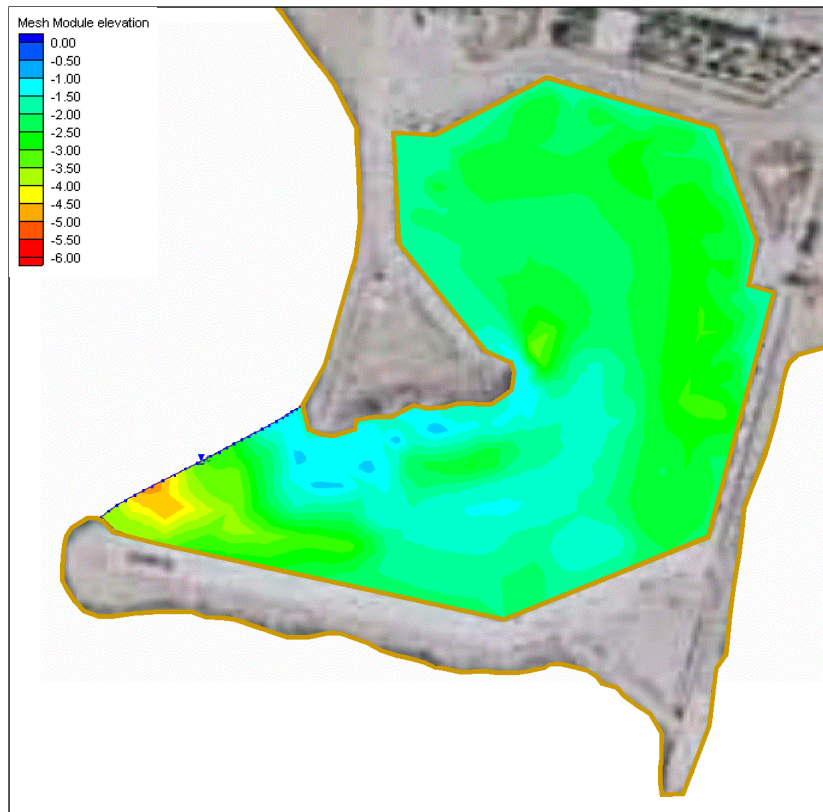


Figura 3.1 – Batimetria di riferimento: configurazione attuale

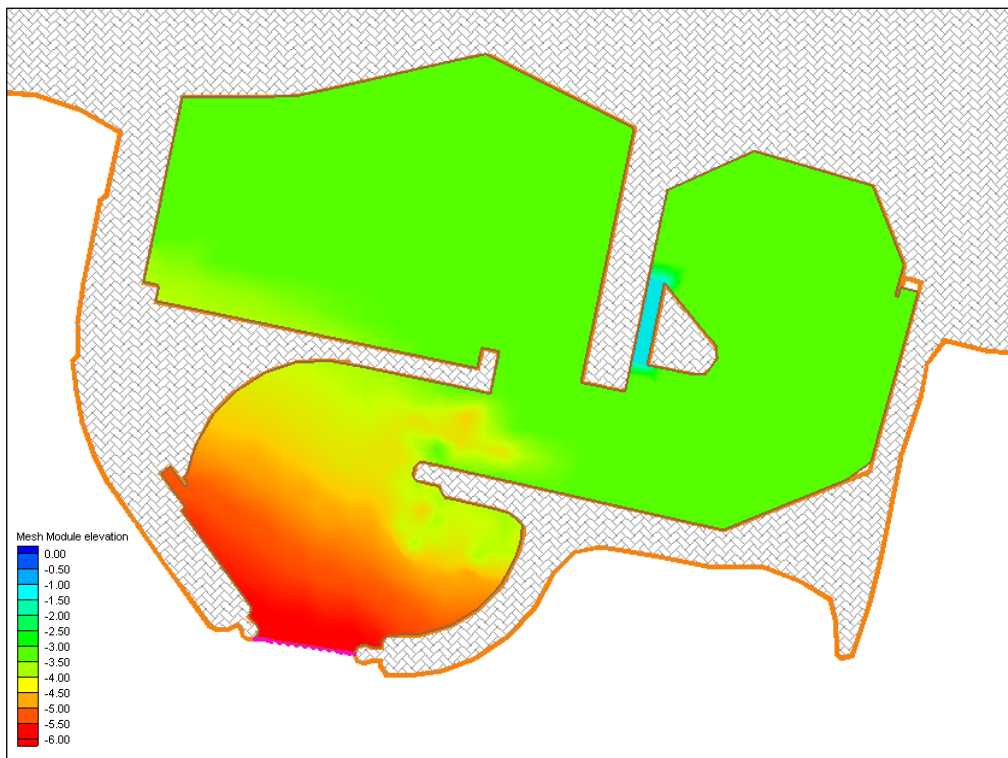


Figura 3.2 – Batimetria di riferimento: configurazione di progetto preliminare

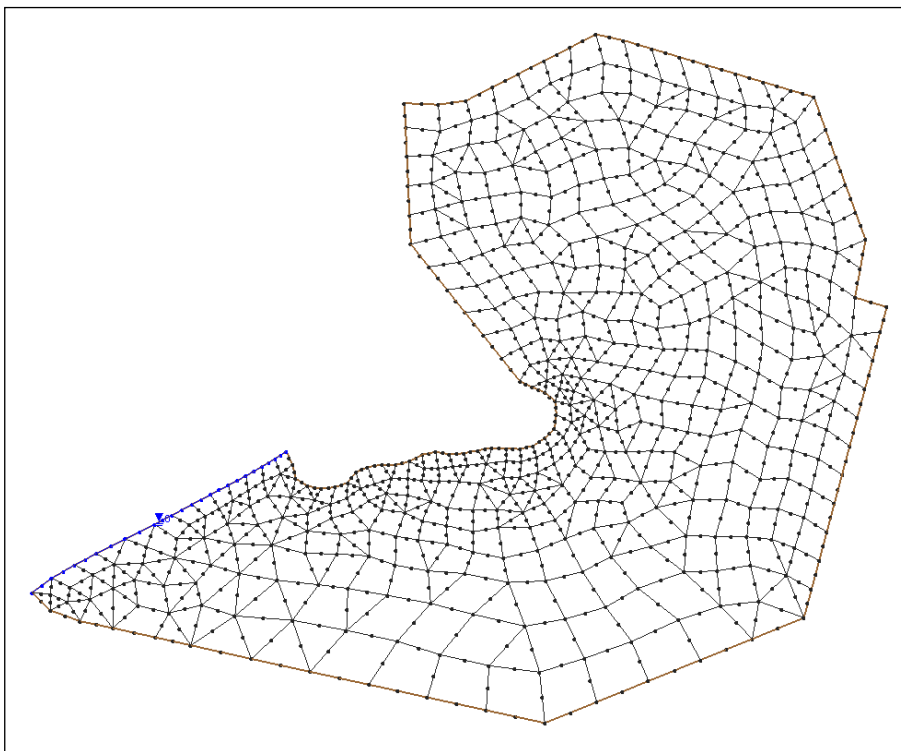


Figura 3.3 – Griglia di calcolo: configurazione attuale

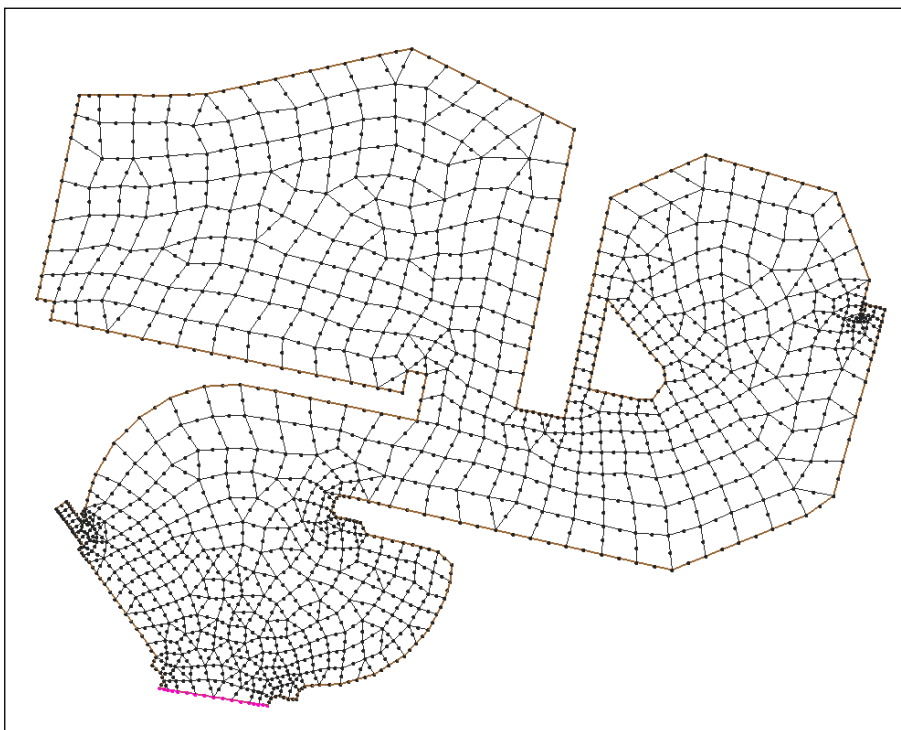


Figura 3.4 – Griglia di calcolo: configurazione di progetto preliminare

4 SIMULAZIONE DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE

Su tutto lo specchio acqueo discretizzato è stata posta una concentrazione iniziale minima pari a 3.0 mg/l di ossigeno, considerando una legge di decadimento di tipo esponenziale, $C(t)=C(t_0)e^{-kt}$ con coefficiente di decadimento k pari a 1.

Inoltre si è imposta una concentrazione di ossigeno disciolto pari a 5.0 mg/l come condizione al contorno in corrispondenza dell'imboccatura portuale, che costituisce la frontiera del dominio di calcolo lato mare. Tale scelta è sicuramente conservativa. Nella realtà, infatti, lungo l'imboccatura si potranno riscontrare valori della concentrazione di ossigeno disciolto superiori a quelli assunti in ragione della marcata miscelazione operata dalle onde, dalle correnti marine e dal vento.

Per le due configurazioni prese in esame è stato quindi possibile, attraverso l'applicazione del modello SMS con un passo temporale di 30 minuti e su un periodo totale di 120 ore di simulazione, studiare le variazioni temporali della concentrazione di ossigeno nelle acque all'interno dei bacini che caratterizzano il porto di Marina di Casal Velino nelle due configurazioni esaminate.

Questo parametro consente una valida caratterizzazione qualitativa dello "stato di salute" delle acque invase, anche se non è certo in grado di esprimere i complessi rapporti biologici, chimici e fisici che si instaurano all'interno del corpo d'acqua, per l'analisi dei quali si renderebbe necessario definire altri parametri quali la temperatura, il pH, il BOD, la carica batterica, le sostanze disciolte e quelle in sospensione.

In generale infatti si osserva che il corpo d'acqua permane in uno stato di "salute", fintanto che in esso si mantiene una concentrazione di ossigeno tale da assicurare la vita e lo sviluppo degli organismi più elevati e più sensibili a carenze di ossigeno (Masotti, 1978). La concentrazione di ossigeno disciolto in acqua di mare in condizioni di saturazione varia tra 6,4 e 11,9 mg/l con temperatura variabile tra 30° C e 0° C.

Studi più specifici condotti sulla qualità delle acque in un bacino portuale indicano come non sia sufficiente garantire elevate concentrazioni di ossigeno ma sia comunque necessario contenere la concentrazione di sostanze inquinanti (organiche e/o minerali) entro opportuni valori di sicurezza.

Si è verificato che una riduzione della concentrazione di ossigeno sotto valori di 3 mg/l provocherebbe la morte ed il decadimento delle specie di macro invertebrati e fitoplankton più sensibili incrementando la massa dei fanghi organici ed innescando ulteriori fenomeni di deterioramento della qualità della massa idrica invasata.

I risultati ottenuti dalle diverse simulazioni (Figura 4.1÷Figura 4.8) hanno mostrato uno scarso ricambio idrico per entrambe le configurazioni esaminate, principalmente in corrispondenza delle zone marginali dei bacini portuali, che determinano un sensibile decadimento della concentrazione di ossigeno disciolto.

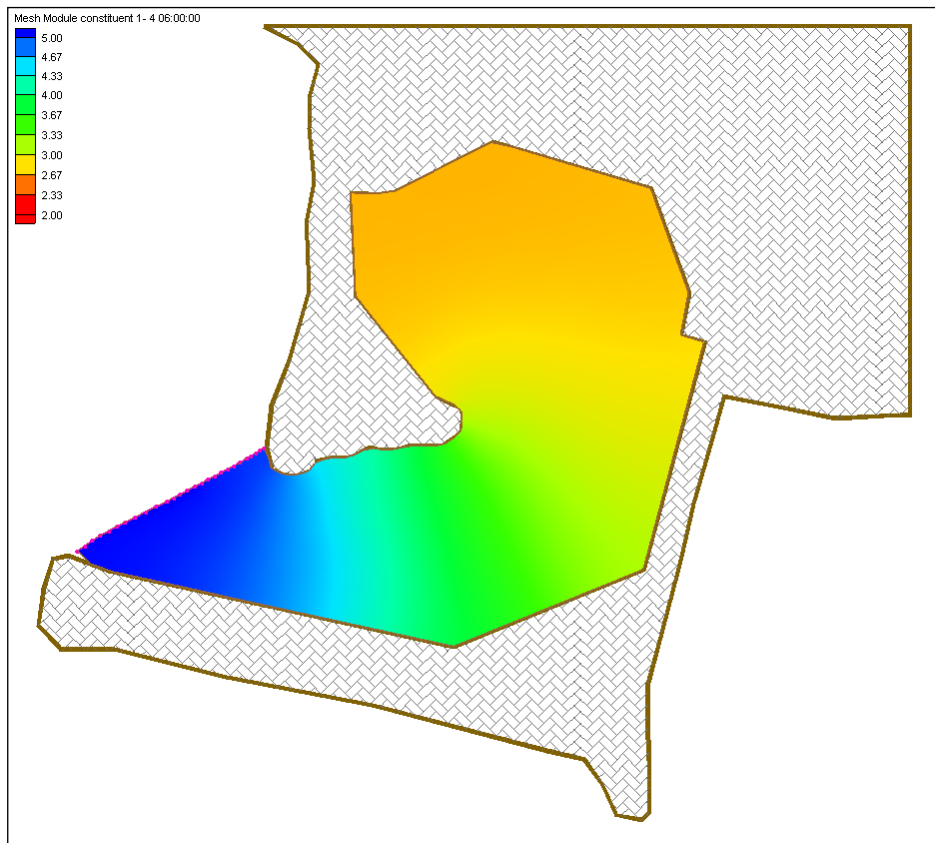


Figura 4.1 – Configurazione attuale: concentrazione ossigeno disciolto alle ore 6.00 (fase di stanca)

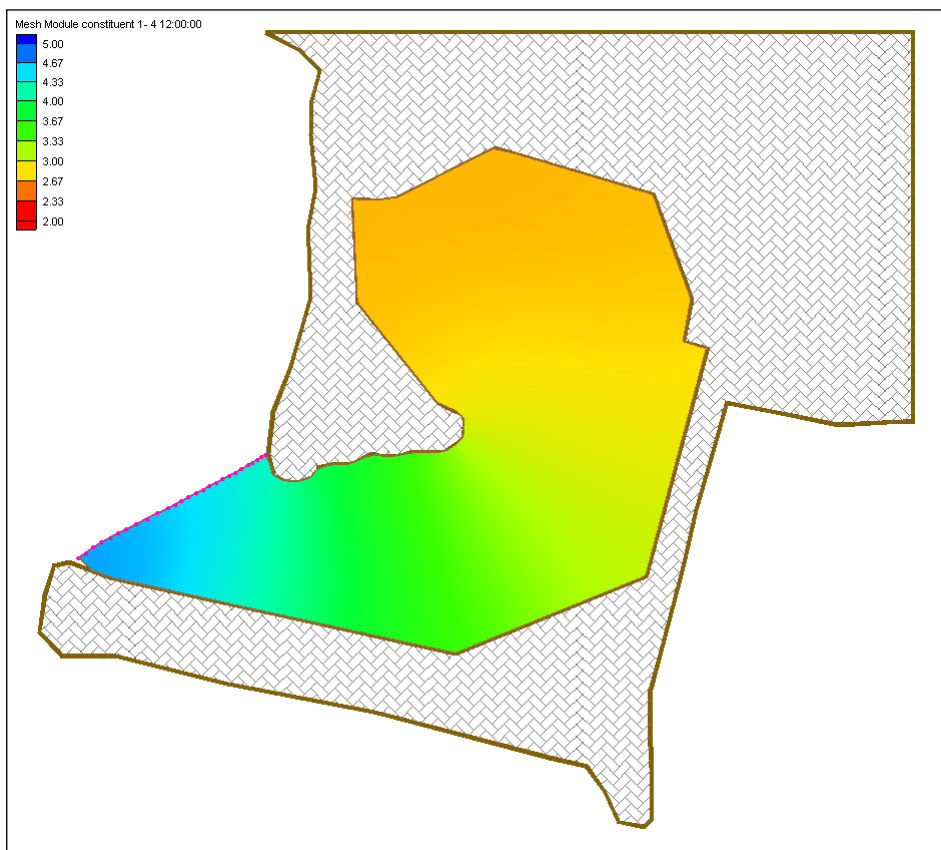


Figura 4.2 – Configurazione attuale: concentrazione ossigeno disciolto alle ore 12.00 (fase di riflusso)

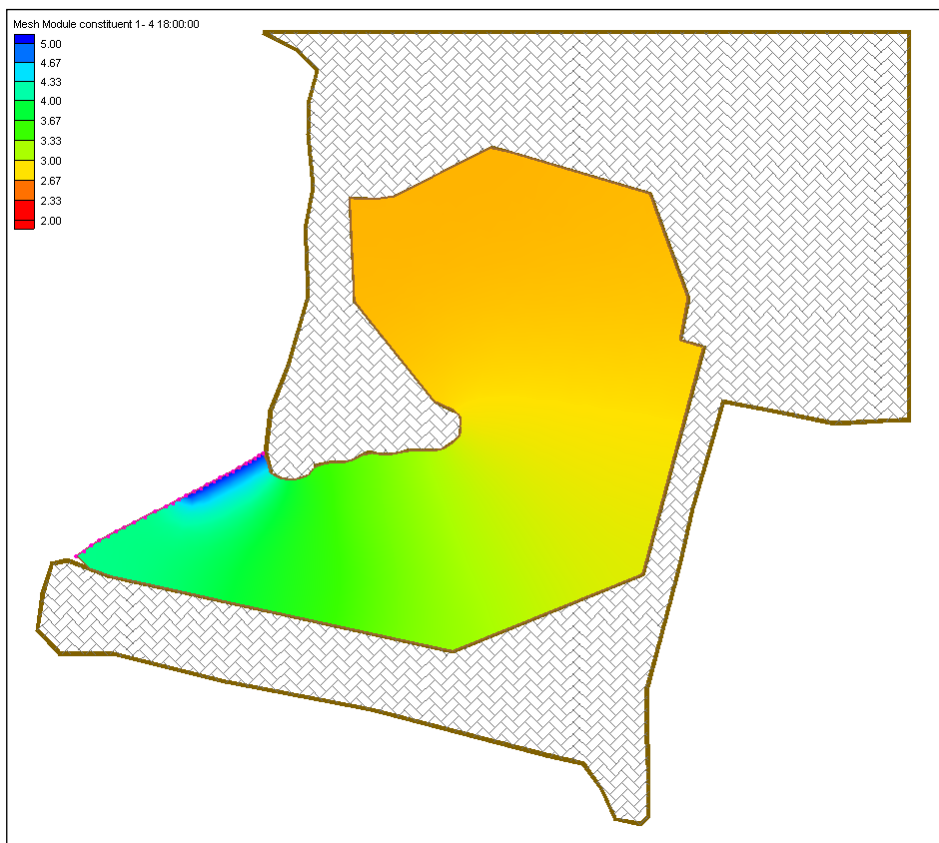


Figura 4.3 – Configurazione attuale: concentrazione ossigeno disciolto alle ore 18.00 (fase di stanca)

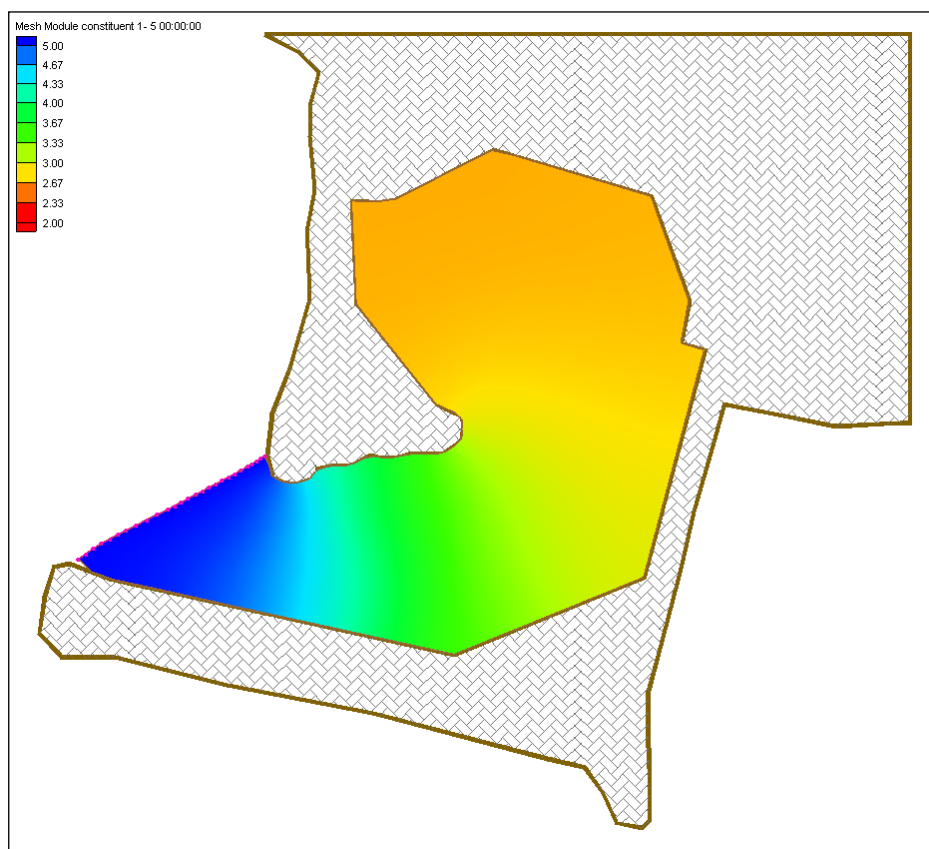


Figura 4.4 – Configurazione attuale: concentrazione ossigeno disciolto alle ore 24.00 (fase di flusso)

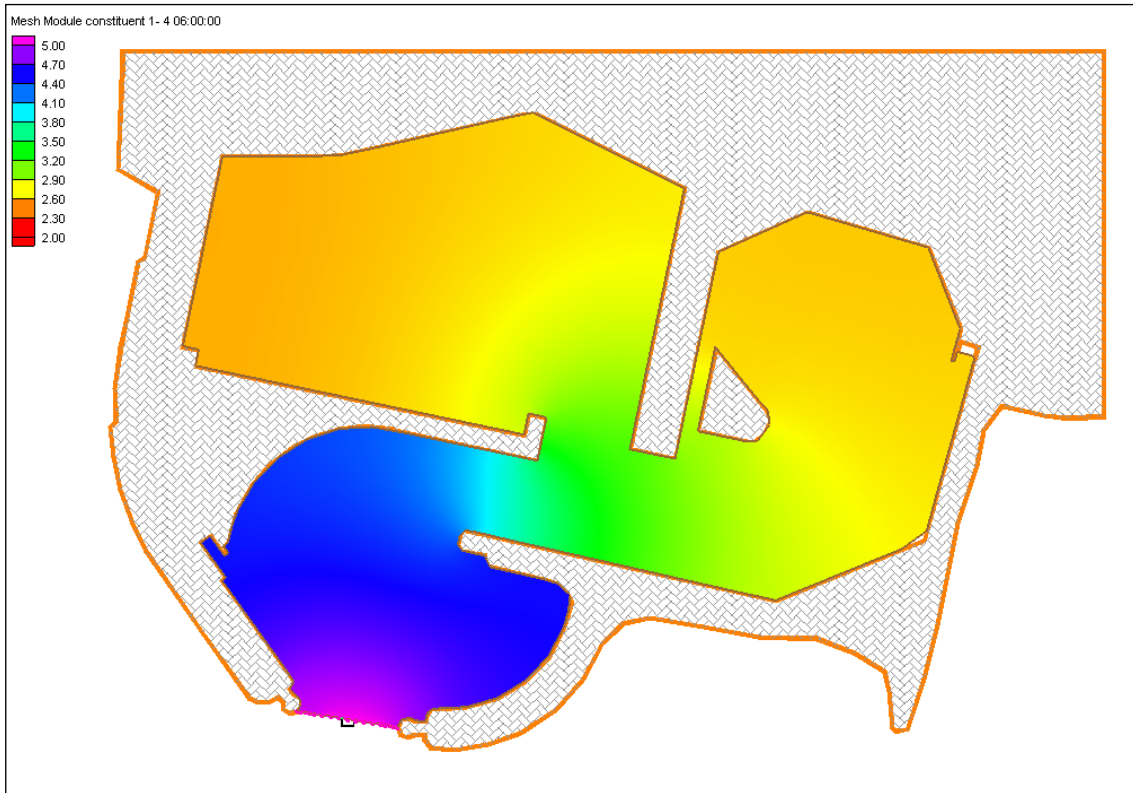


Figura 4.5 – Configurazione di progetto: concentrazione ossigeno disciolto alle ore 6.00 (fase di stanca)

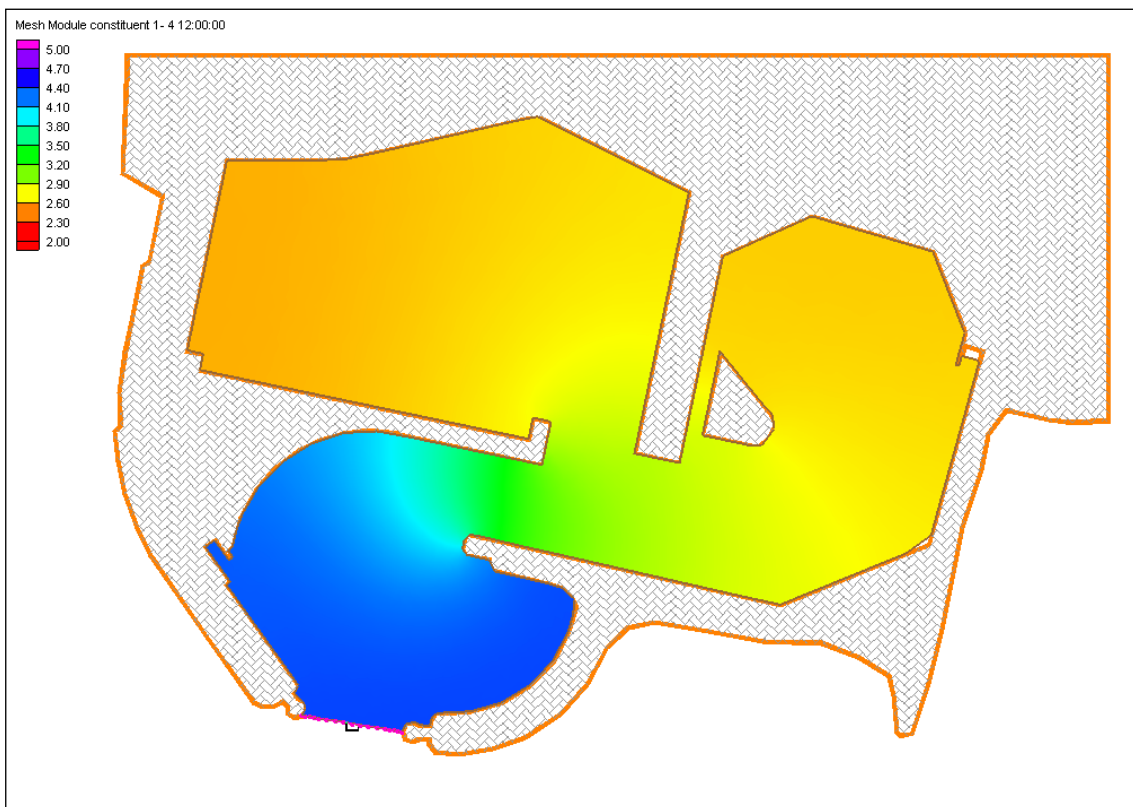


Figura 4.6 – Configurazione di progetto: concentrazione ossigeno disciolto alle ore 12.00 (fase di riflusso)

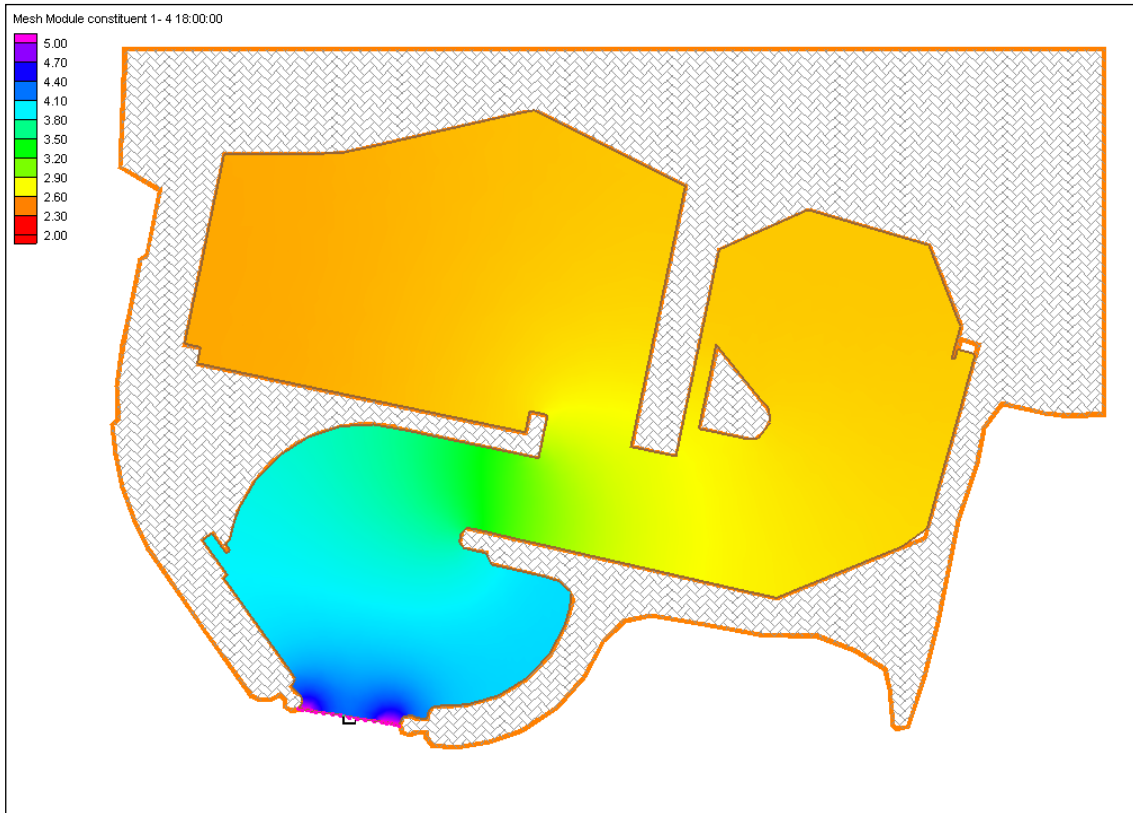


Figura 4.7 – Configurazione di progetto: concentrazione ossigeno disciolto alle ore 18.00 (fase di stanca)

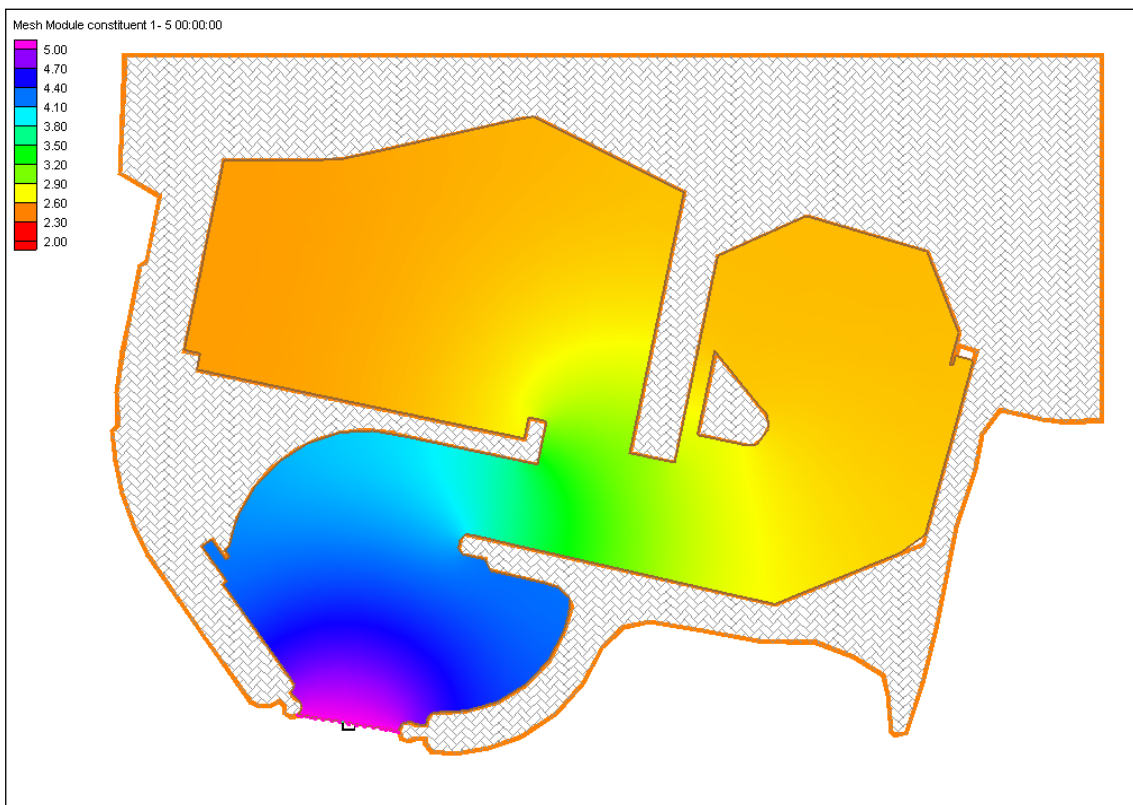


Figura 4.8 – Configurazione di progetto: concentrazione ossigeno disciolto alle ore 24.00 (fase di flusso)

Per ovviare a tale problema nella configurazione di progetto preliminare è stato inserito un sistema di pompaggio (definito e descritto nello “Studio Idrodinamico” allegato al presente progetto preliminare e a cui si rimanda per maggiori dettagli), che immettendo nei bacini portuali acqua prelevata dall’ambiente marino esterno e forzandone la circolazione naturale all’interno degli stessi, è in grado di migliorare la capacità di ricambio idrico dell’intero sistema studiato ovvero mantenere la concentrazione di ossigeno al di sopra del valore di soglia a beneficio della qualità delle acque invase.

Nel dettaglio, come riportato nella Figura 4.9, si è considerata l’installazione di tre pompe: due pompe localizzate nel nuovo bacino portuale, caratterizzate da una portata di 150 l/s; una pompa localizzata nel vecchio bacino portuale, caratterizzata da una portata di 300 l/s; un miscelatore (mixer) localizzato nel vecchio bacino portuale, caratterizzato da una portata di 300 l/s. Per tali dispositivi, durante i periodi di scarso ricambio idrico tipici delle situazioni di alta pressione estiva, si consiglia l’attivazione per almeno tre ore al giorno durante una fase di riflusso di marea.

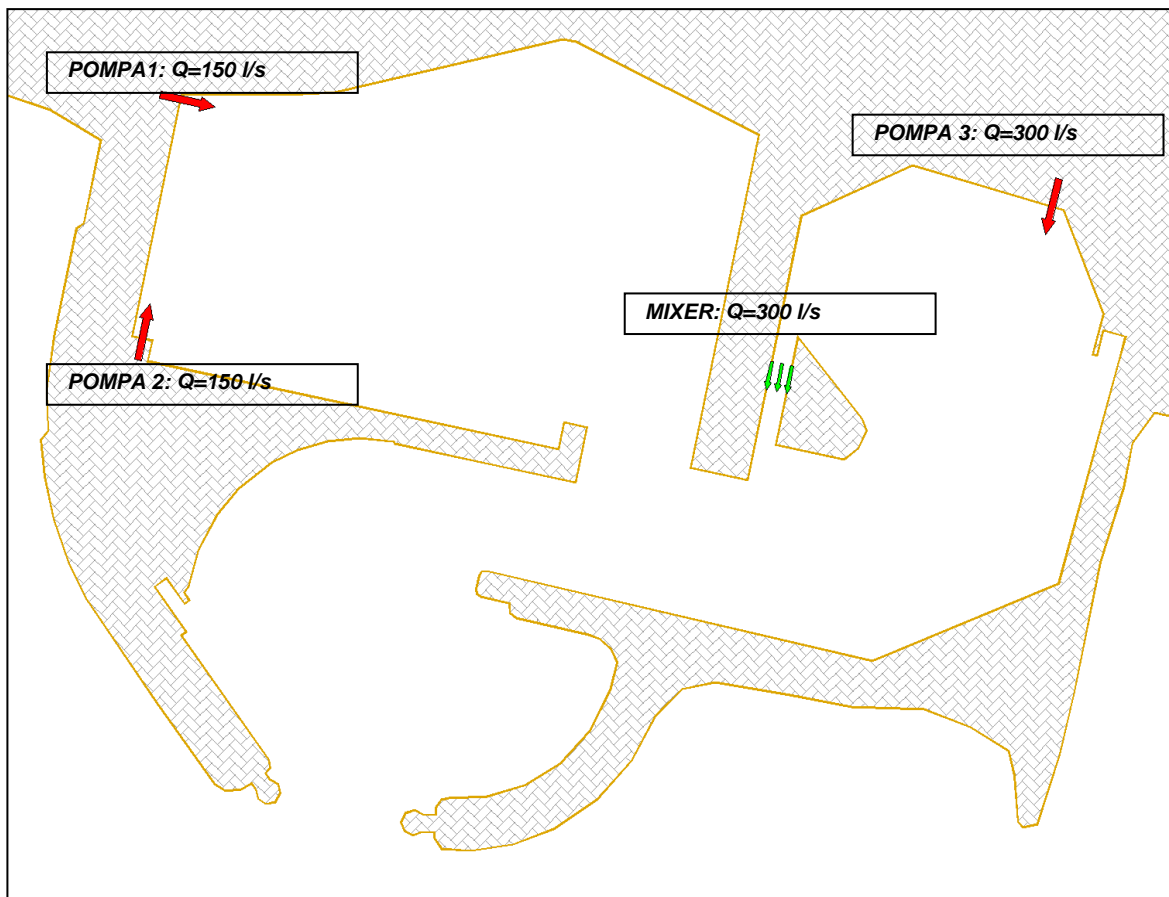


Figura 4.9: Configurazione di progetto preliminare - Ubicazione dei dispositivi installati per il miglioramento del ricambio idrico all’interno dei bacini portuali.

Per quanto riguarda il sistema di pompaggio appena descritto, le portate immesse all’interno dei nuovi bacini, come condizioni di input per il modello SMS, vengono di seguito riportate (Figura 4.10).

I risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate considerando la forzante di marea e l'impianto di pompaggio, attivo per tre ore al giorno in fase di riflusso, vengono riportati dalla Figura 4.11 alla Figura 4.14.

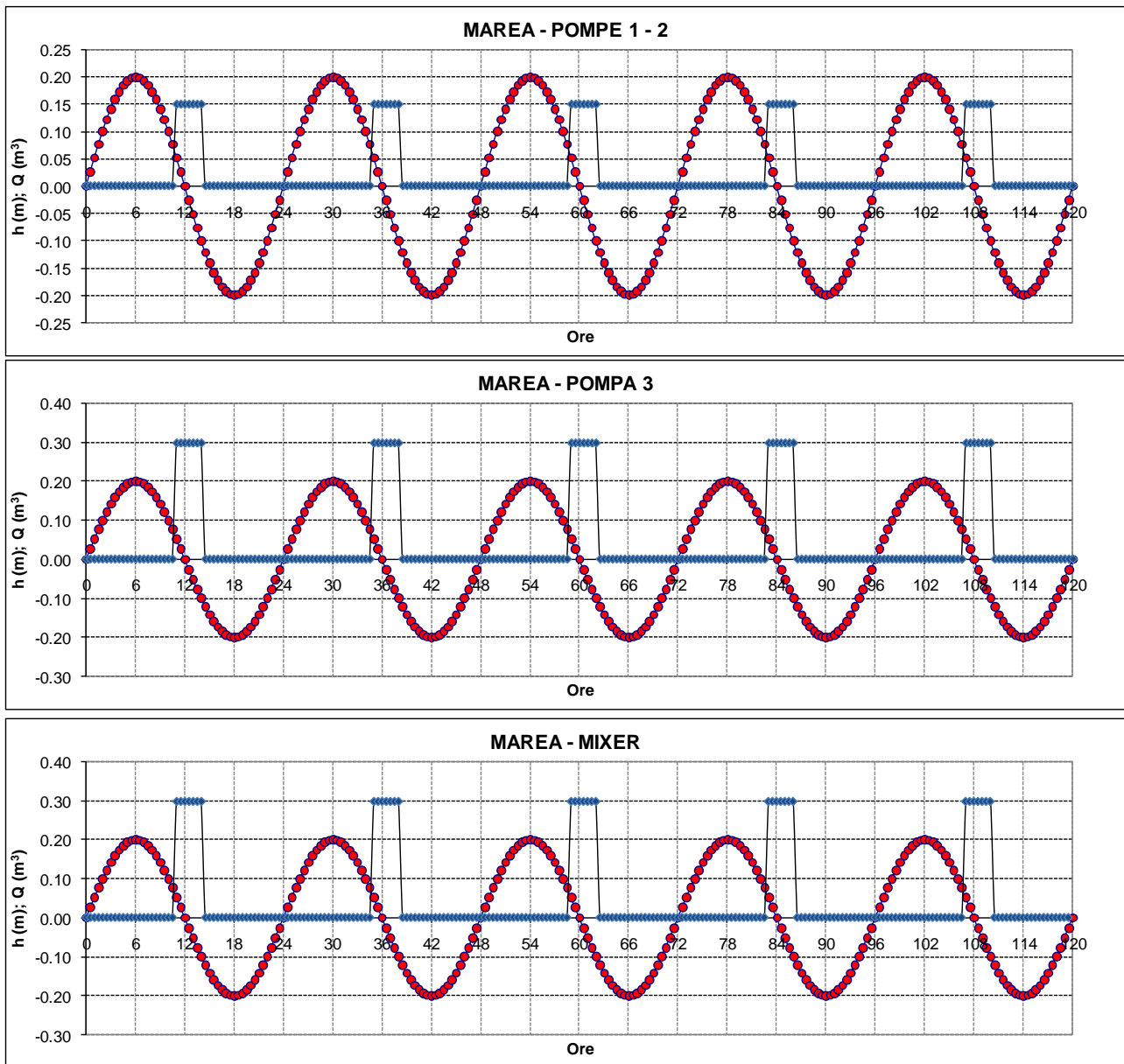


Figura 4.10 – andamento temporale dei livelli di marea e delle portate immesse all'interno dei nuovi bacini portuali simulati

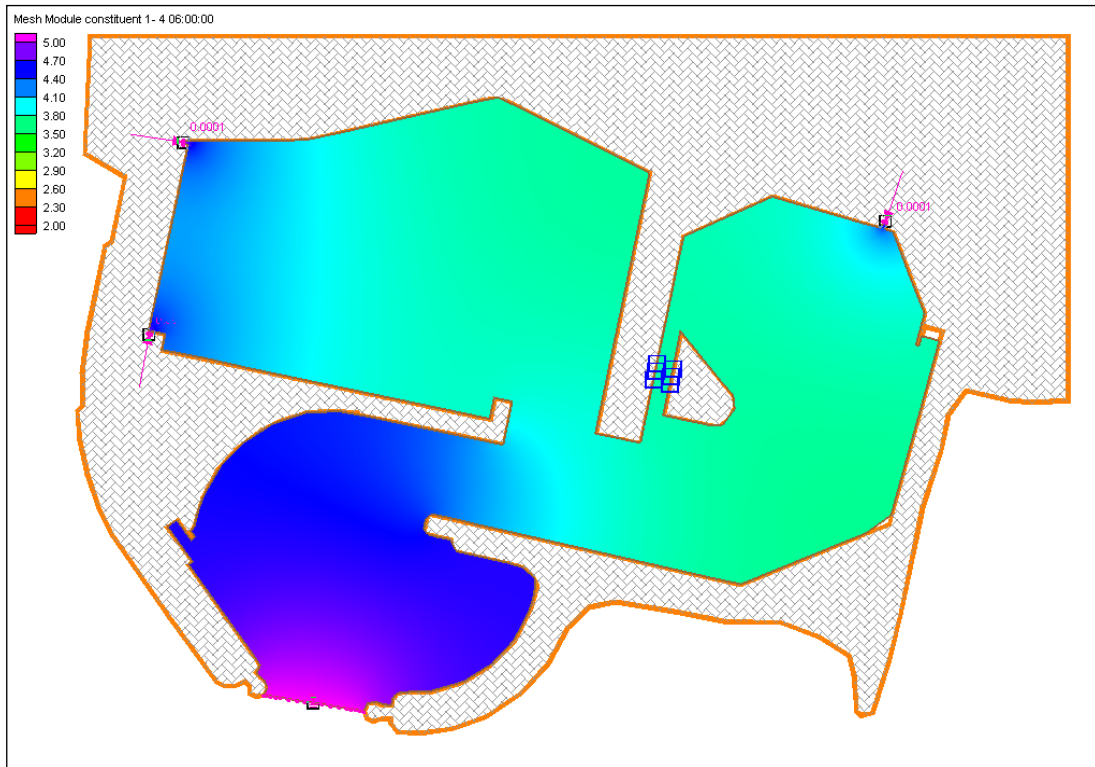


Figura 4.11 – Configurazione di progetto preliminare con l'impianto di pompaggio attivo: concentrazione dell'ossigeno disciolto alle ore 6 (valori in mg/l)

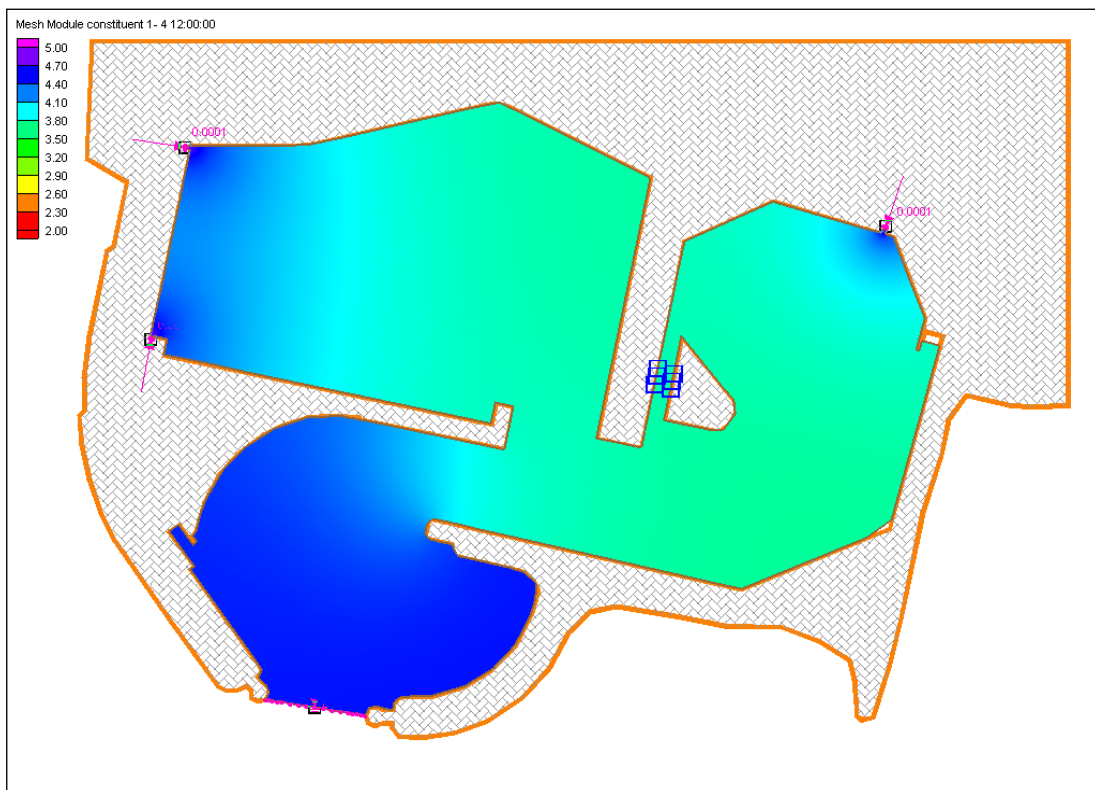


Figura 4.12 – Configurazione di progetto preliminare con l'impianto di pompaggio attivo: concentrazione dell'ossigeno disciolto alle ore 12 (valori in mg/l)

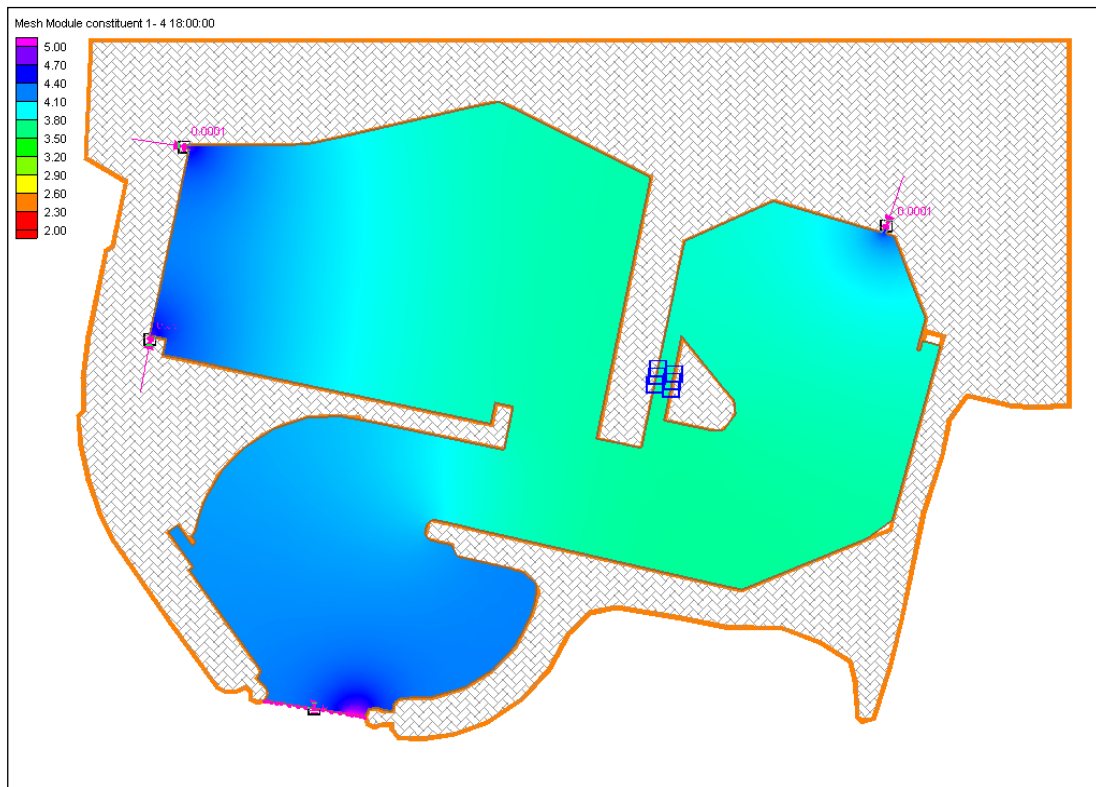


Figura 4.13 – Configurazione di progetto preliminare con l'impianto di pompaggio attivo: concentrazione dell'ossigeno disciolto alle ore 18 (valori in mg/l)

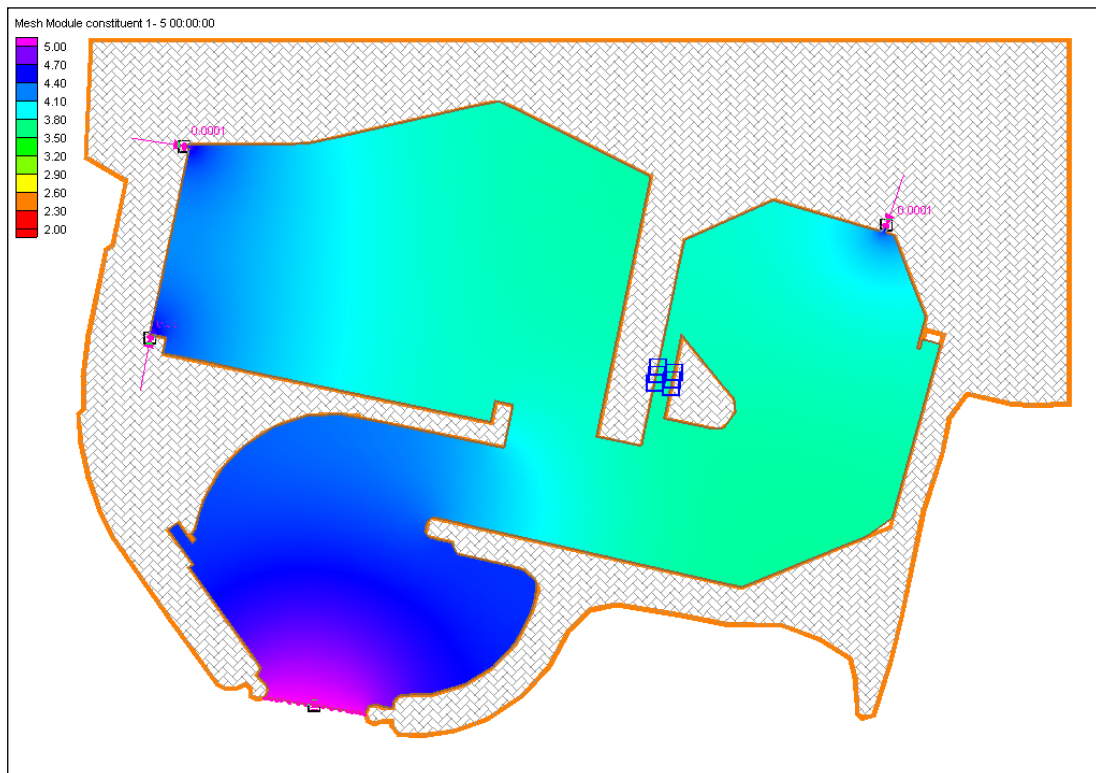


Figura 4.14 – Configurazione di progetto preliminare con l'impianto di pompaggio attivo: concentrazione dell'ossigeno disciolto alle ore 24 (valori in mg/l)

5 CONCLUSIONI

A partire dai risultati ottenuti dallo studio della circolazione idrica all'interno del porto di Marina di Casal Velino, nella configurazione attuale ed in quella prevista dal presente progetto preliminare, è stato possibile ricavare l'andamento temporale della concentrazione di ossigeno disciolto all'interno dei bacini portuali.

E' importante sottolineare che i risultati ottenuti dalle diverse simulazioni fanno riferimento alle condizioni più gravose ai fini della qualità delle acque.

Infatti, nelle condizioni di input per il modello SMS, sono state considerate come forzanti per il campo idrodinamico le sole escursioni di marea tralasciando gli effetti dovuti all'azione del moto ondoso ed all'azione del vento che favoriscono il movimento delle masse d'acqua all'interno dei bacini portuali simulati.

Dalle analisi dei risultati ottenuti si evince che per le due configurazioni simulate il ricambio idrico naturale indotto dalla sola forzante di marea non è sufficiente a garantire un'adeguata concentrazione di ossigeno disciolto all'interno dei bacini portuali instaurandosi delle zone soggette talvolta a possibili fenomeni di ristagno.

A tal fine è stato previsto un sistema di pompaggio, opportunamente dimensionato e verificato con il modello numerico SMS, in grado di forzare la circolazione delle acque all'interno dei bacini portuali, ovvero il ricambio idrico naturale, ottenendo valori adeguati della concentrazione di ossigeno disciolto anche nelle condizioni meteomarine più sfavorevoli ai fini della circolazione idrica (assenza di vento e di moto ondoso).

Volendo ottenere maggiori benefici sulla qualità delle acque all'interno del porto di Marina di Casal Velino, durante i periodi di scarso ricambio idrico naturale (assenza di vento), tipici delle situazioni di alta pressione estiva, le pompe ed i miscelatori dovranno essere attivati per circa 3 ore al giorno durante una fase di riflusso della marea.