



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE
DEL MARE ADRIATICO SETTENTRIONALE
PORTI DI VENEZIA E CHIOGGIA



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
**PROVVEDITORATO
INTERREGIONALE
PER LE OPERE PUBBLICHE**
Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia

INTERVENTI PER LA PROTEZIONE E LA CONSERVAZIONE DEI FONDALI DEL CANALE MALAMOCCO - MARGHERA

Accordo di Programma per l'escavo manutentorio dei canali
portuali di grande navigazione e il refluento dei sedimenti
dragati all'interno della Laguna di Venezia

Opere di protezione delle Casse di Colmata

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA



1 PROGETTO DI FATTIBILITÀ

CONSORZIO VENEZIA NUOVA

DATA
Dicembre 2019

IL CONCESSIONARIO



CONSORZIO VENEZIA NUOVA

IL DIRETTORE TECNICO

GLI AMMINISTRATORI STRAORDINARI

PROGETTAZIONE

Studio

RINALDO S.r.l.

il progettista responsabile
ing. Daniele Rinaldo



ROSSI RENZO
COSTRUZIONI

OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N° 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI
QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE

INDICE

1	PREMESSE	2
1.1	Iter autorizzativo del progetto	2
1.2	Considerazioni generali sul Canale Malamocco-Marghera	2
1.2.1	Interventi di escavo del Canale	2
1.3	Considerazioni generali sulle Casse di Colmata.....	3
1.4	La pianificazione dell'assetto morfologico e ambientale della Laguna.....	5
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO.....	6
2.1	Analisi delle alternative strutturali prese in considerazione.....	6
2.2	Opere di progetto.....	9
2.2.1	Sui criteri di dimensionamento delle opere.....	9
2.2.2	Interventi fase 1.....	10
2.2.3	Interventi fase 2.....	12
2.2.4	Interventi fase 3.....	12
2.3	Sui riempimenti a tergo delle opere	13
2.4	Misure precauzionali previste	13
3	CONCLUSIONI.....	15
4	QUADRO ECONOMICO DI SPESA.....	15

INDICE DELLE TAVOLE ALLEGATE

1.1	Planimetria generale degli interventi
1.2	Planimetria degli interventi - suddivisione in fasi
1.3	Planimetria interventi di 1ª Fase
1.4	Planimetria interventi di 2ª Fase
1.5	Planimetria interventi di 3ª Fase
1.6	Sezione tipo tratto foce Fossetta dei Barambani
1.7	Sezione tipo tratto opera di bordo canale
1.8	Sezione tipo tratto fronte Cassa di Colmata A
1.9	Sezione tipo tratto fronte Cassa di Colmata B
1.10	Sezione tipo tratto fronte Cassa di Colmata D-E

1 PREMESSE

Oggetto del presente documento è la descrizione degli *Interventi per la protezione e la conservazione dei fondali del canale Malamocco-Marghera*, previsti dall'Accordo di Programma fra Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Settentrionale (AdSPMAS) e Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche di Veneto, Trentino Alto Adige e Friuli Venezia Giulia (PIOOPP), da attuarsi lungo il bordo delle Casse di Colmata A, B e D-E in fregio al suddetto canale all'interno della Laguna di Venezia.

Il presente Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica accompagna quindi lo Studio Preliminare Ambientale dei suddetti interventi, redatto ai sensi dell'art.19 del D.Lgs. 152/2006, al fine dell'istanza di Verifica di Assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), in ottemperanza a quanto richiesto dal PIOOPP con relativa nota prot.29198 in data 11.07.2019.

1.1 Iter autorizzativo del progetto

Le opere qui considerate rientrano nell'ambito delle seguenti autorizzazioni:

- parere favorevole della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per il Comune di Venezia e Laguna, con nota prot. n. 14932 in data 22.10.2013;
- parere favorevole in termini di Valutazione di Incidenza Ambientale (VIncA) della Regione del Veneto, con Decreto della Giunta Regionale n. 30 in data 07.11.2017.

1.2 Considerazioni generali sul Canale Malamocco-Marghera

Il canale Malamocco-Marghera è stato concepito e realizzato negli anni '60, con una finalità essenzialmente ambientale, connessa con l'estromissione dal bacino di San Marco di tutte le navi commerciali, petroliere incluse, che per raggiungere Porto Marghera all'epoca entravano dalla bocca di porto lagunare di Lido e, passando attraverso il bacino di San Marco e il canale della Giudecca, raggiungevano il Porto navigando lungo il canale Vittorio Emanuele III, che allora aveva un pescaggio superiore ai 12 m.

In Figura 1 è contenuta una corografia generale della Laguna centrale, con ubicata l'attuale traccia del canale Malamocco-Marghera, a confronto con la via di navigazione che seguivano le rotte commerciali diretti a Porto Marghera, prima del relativo scavo.

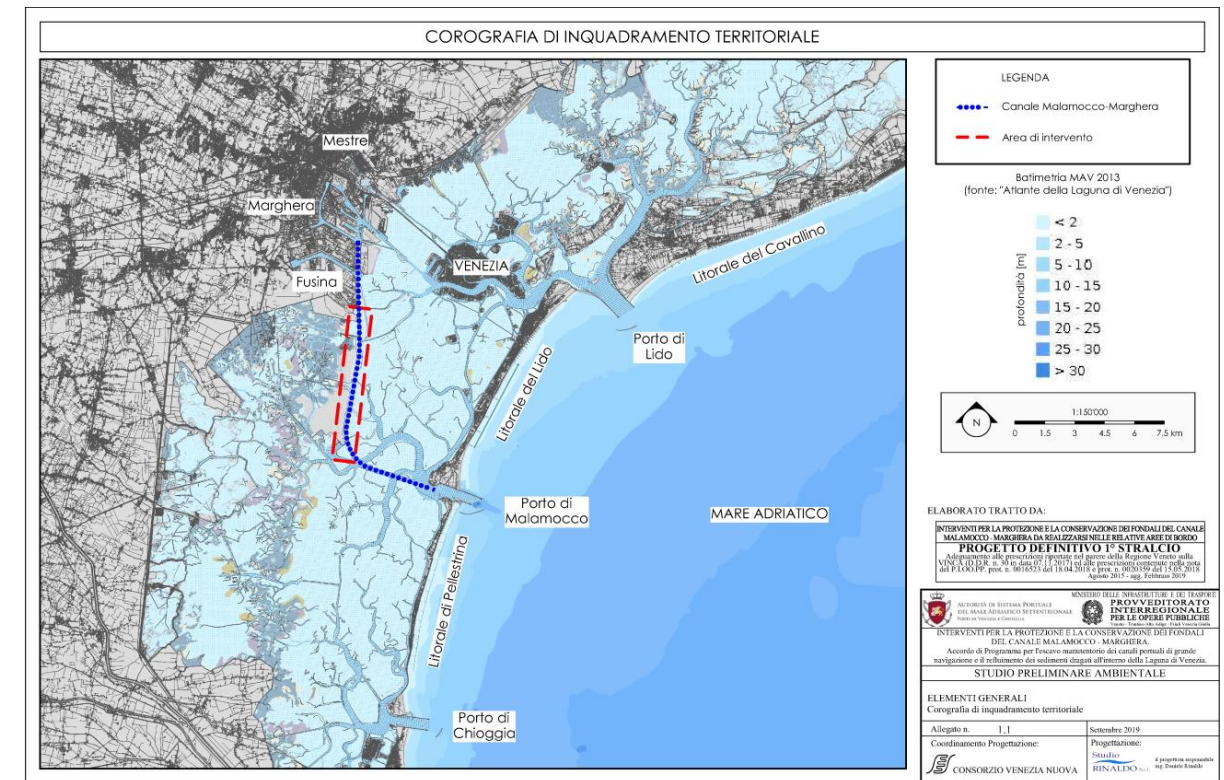


Figura 1: corografia di inquadramento territoriale

Se è fuori da ogni possibile dubbio la grande valenza ambientale che quest'opera ha avuto, ai fini della tutela delle acque più pregiate di Venezia, non può non essere evidenziata come la relativa progettazione sia stata indubbiamente figlia di un'epoca, in cui poco si andava per il sottile nel voler raggiungere un obiettivo, in questo caso per l'appunto la salvaguardia del bacino San Marco. Senza voler anticipare contenuti poi approfonditi, il riferimento va evidentemente posto al drizzagno del Fisolo, oggi incomprensibile, molto meno però se riferito a un'epoca in cui le rettifiche di fiumi e canali erano all'ordine del giorno. Fondamentale quindi, ai fini di una corretta contestualizzazione dei potenziali impatti delle opere in titolo, è la comprensione del contesto in cui queste vanno ad insistere tema questo a cui verrà dedicata una significativa parte della presente relazione.

1.2.1 Interventi di escavo del Canale

Il canale Malamocco-Marghera è stato scavato principalmente nel triennio 1966+1968, con date di inizio e fine importanti, tenuto conto che:

- il 1966 è l'anno della grande alluvione, avvenuta con uno scavo da poco iniziato del canale, ben lungi dall'essere completato;
- l'anno di fine lavori, 1968, è assai prossimo al 1970 in cui fu effettuato il secondo grande

rilievo batimetrico della Laguna da parte dell'ex Magistrato alle Acque di Venezia, pubblicato poi l'anno successivo.

Nella Figura 2 è contenuta una delle tavole originarie dell'epoca.

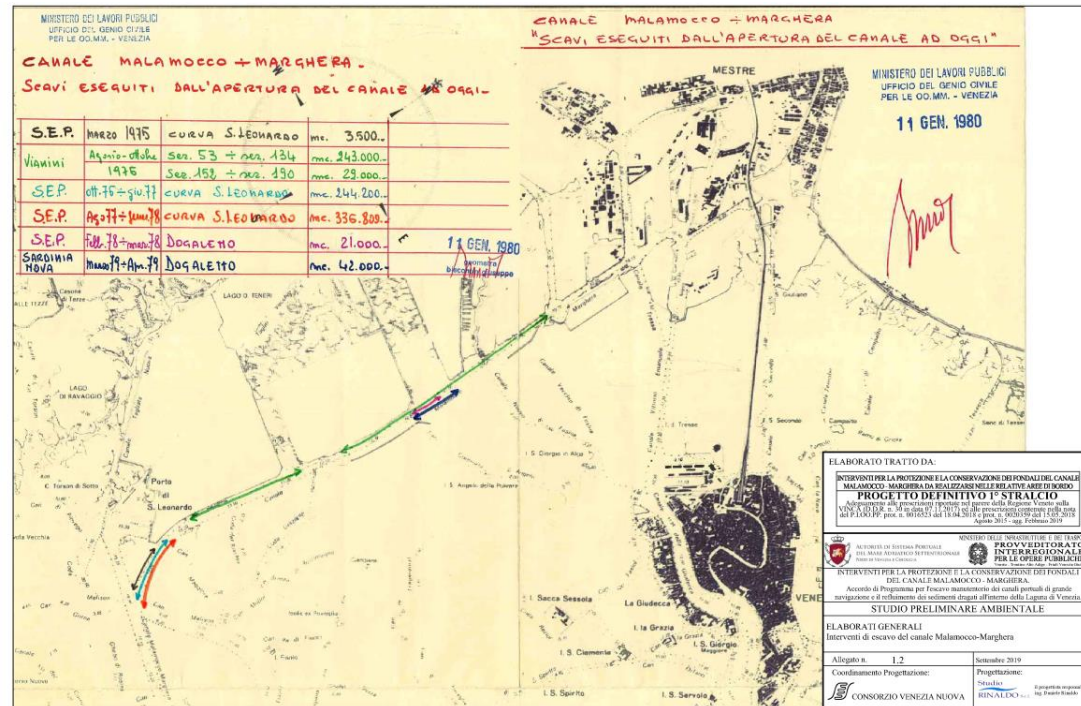


Figura 2: interventi di escavo del canale Malamocco - Marghera

I materiali di scavo sono stati conferiti in aree barenali oggi denominate Casse di Colmata, chiaramente indicate nella tavola stessa.

1.3 Considerazioni generali sulle Casse di Colmata

Le Casse di Colmata A, B e D-E, come si può osservare in Figura 4, sono tre isole artificiali della Laguna di Venezia, in territorio dei Comuni di Venezia e Mira, realizzate riportando il materiale di scavo proveniente dall'escavo del Canale Malamocco - Marghera.

L'obiettivo era quello di realizzare la terza area industriale di Porto Marghera, intervento questo poi bloccato dalla Legge Speciale per Venezia.

Le Casse sono quindi tre:

- la Cassa D-E nella porzione meridionale, immediatamente a nord del Porto San Leonardo, di superficie pari a 155 ha, delimita il lato ovest del canale per uno sviluppo di 2.8 km;
- la Cassa B nella porzione centrale, di superficie 385 ha con uno sviluppo lungo il canale di 2.3 km;
- la Cassa A, a sud di Fusina e della foce del Naviglio Brenta, che originariamente

presentava un fronte di circa 330 m lungo il canale, ora quasi completamente eroso.

Negli anni successivi alla realizzazione sono stati scavati di alcuni canali per ovviare al problema del ricambio idrico della parte di laguna retrostante, compresa tra le suddette casse di colmata e la terraferma. In particolare, a tergo della Cassa B sono stati scavati i canali Volpego e Fiumesino, canali non interessati dagli interventi di progetto.

Nel corso degli anni, come si può osservare nell'evoluzione storica delle sezioni del canale Malamocco-Marghera riportate nella Figura 3 tratte dall'analisi dell'evoluzione morfologica dei fondali effettuata per lo Studio Preliminare Ambientale, il limite della Cassa di Colmata B è via via arretrato a causa dell'erosione causata dal moto ondoso generato sia da eventi meteomarinari che dal transito delle navi commerciali dirette o provenienti da Porto Marghera. Si osserva, infatti, come, nel giro di circa trent'anni (1971÷2002), la linea di sponda sia arretrata di circa 100 m e il materiale eroso ha interrato il canale Malamocco-Marghera, che deve essere oggetto di dragaggi manutentivi per garantire la quota di -12.00 m s.m.m. previsto nel Piano Regolatore Portuale.

La proposta di intervento in questa sede analizzata riguarda per l'appunto il fronte delle tre Casse di Colmata, a ridosso del canale, ambiti questi evidentemente artificiali, anche se nei trent'anni intercorsi dalla relativa realizzazione alla stesura del PALAV hanno assunto una propria intrinseca valenza ambientale, come meglio poi descritto nel successivo paragrafo.

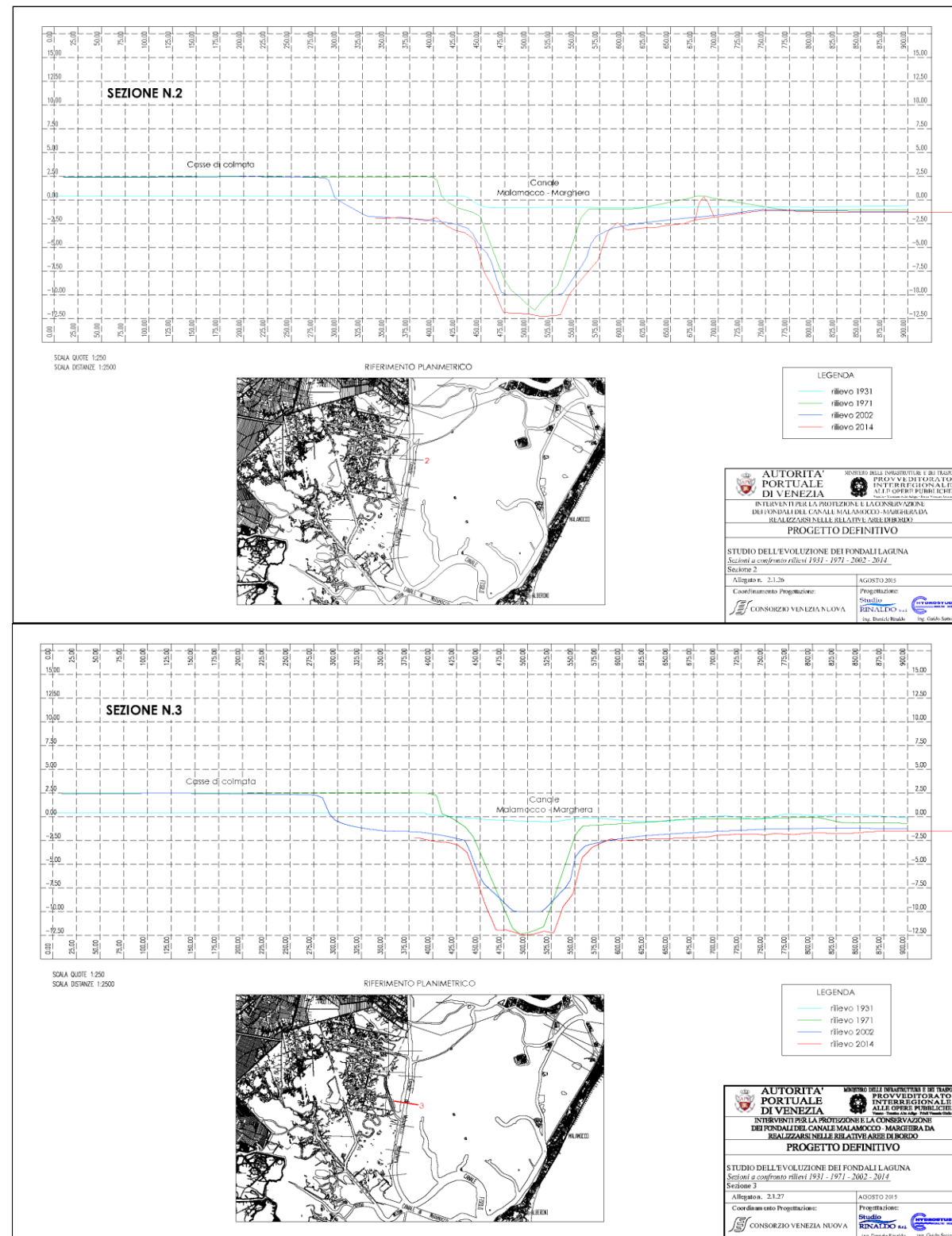


Figura 3: evoluzione del Canale Malamocco-Marghera e della sponda della Cassa di Colmata B



Figura 4: Casse di Colmata A, B e D-E

1.4 La pianificazione dell'assetto morfologico e ambientale della Laguna

Nel delicato ambito della Laguna di Venezia, sono attualmente due i principali strumenti di pianificazione per la salvaguardia e il recupero ambientale e morfologico: il Piano di Area della Laguna e dell'Area Veneziana (PALAV), approvato nel 1995, e il Piano per il recupero morfologico e ambientale della Laguna di Venezia (PMLV), al momento in fase di revisione in ottemperanza all'esito della procedura di Valutazione Ambientale Strategica.

Il PALAV, in particolare, fin dalla sua prima formulazione del 1986 definisce e identifica il "sistema ambientale" della Laguna, dei litorali e dell'entroterra allo scopo di un'efficace funzione di tutela e valorizzazione.

L'ambito di intervento oggetto del presente Studio è quindi situato all'interno dell'area di competenza del PALAV, e in particolare si colloca fra i "sistemi ambientali" definiti nella fascia litoranea ed entro la conterminazione lagunare.

Fondamentali per la pianificazione sono le cartografie allegate al Piano in scala 1:50'000 e 1:10'000), le quali sono state appositamente georeferenziate per il presente Studio con lo scopo di individuare correttamente la posizione relativa dell'area di intervento.

In particolare quindi, l'insieme delle aree di intervento si localizza nelle tavole 2_33 e 2_39 allegate al PALAV (*Sistemi e Ambiti di Progetto - Venezia Ovest e Poveglia*).

La composizione delle suddette tavole, in uno con le tavole adiacenti (2_32 e 2_38) utili per la ricostruzione dell'intera area di indagine, è rappresentata in Figura 5.

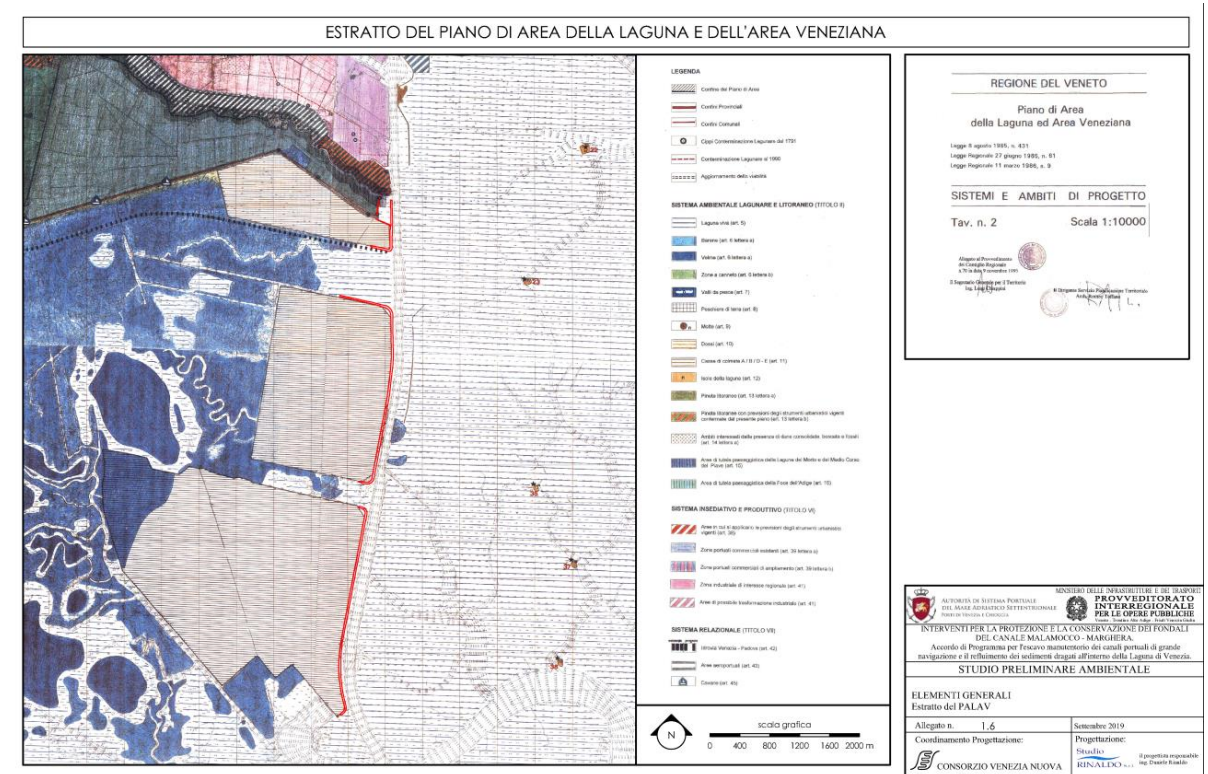


Figura 5: estratto del PALAV nella zona di intervento

Come identificabile dalla legenda alle suddette tavole, le aree di intervento si collocano sugli ambiti relativi alla "laguna viva (art.5)" e alle "casse di colmata (art.11)", per i quali la Relazione del Piano e le relative Norme tecniche forniscono un'approfondita descrizione e le principali direttive, prescrizioni e vincoli da rispettare negli interventi di pianificazione e di progettazione. Sin d'ora si intende invece sottolineare come, oltre alla valenza "naturalistica", lo spirito del PALAV miri anche alla preservazione della morfologia lagunare, ragion per cui fra le varie sezioni tipo di intervento per il consolidamento di rive e argini vengono indicate anche rivestimenti in pietrame di grande pezzatura. Alcuni esempi delle soluzioni proposte fra i "Sussidi operativi" del PALAV sono riportati nella seguente Figura 6.

Questo tipo di scelta è stata alla base dell'idea progettuale descritta nella presente Relazione.

GAMMA DELLE POSSIBILI SOLUZIONI

Manto erboso geotessile rinforzato con protezione degli angoli

La stessa soluzione può essere adottata anche se il retro della spiaggia è boscoso. In assenza delle zone d'ombra degli alberi, si può ottenere un'ulteriore protezione contro l'abrasione con un manto erboso geotessile rinforzato.



Le canne possono essere piantate in zone riparate con onde inferiori a 0,3 metri di altezza. Altrimenti, ricorrere a soluzioni che incoraggino la colonizzazione di vegetazione acquatica. Le zone con canne non resistono alle pressioni ricreative – si devono creare punti di accesso.



È essenziale un buon fessaggio al basamento per ottenere delle solide fondamenta per la parete, oppure utilizzare una struttura pesante, flessibile come i gabioni o i massi tondeggianti a gradini che si adattano a seconda dei cambiamenti di forma dovuti all'erosione del basamento.



Figura 6

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

Il Progetto qui descritto è relativo alle opere di marginamento da realizzare ai bordi delle Casse di Colmata A, B e D-E, lungo il canale Malamocco - Marghera, finalizzate al consolidamento e alla protezione dei bordi stessi, attualmente interessati da gravi fenomeni erosivi, per il ripristino morfologico della superficie originale delle Casse di Colmata.

La planimetria generale degli interventi considerati è rappresentata nella tavola allegata 1.1, qui riprodotta in Figura 7, in cui sono evidenziati in colore rosso i tracciati planimetrici delle opere di protezione previste dal progetto.

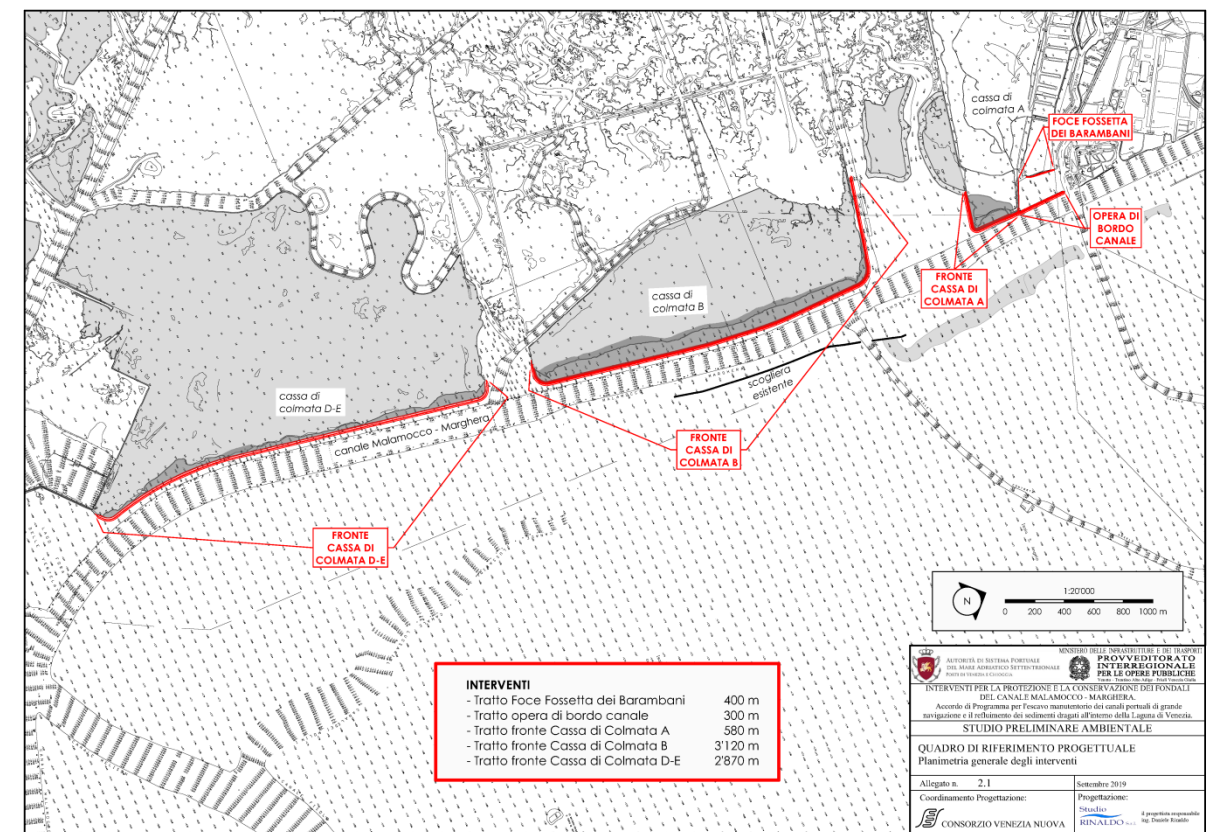


Figura 7: planimetria generale degli interventi

2.1 Analisi delle alternative strutturali prese in considerazione

Prima di entrare nel merito della descrizione degli interventi, si ritiene necessaria una premessa descrittiva delle diverse soluzioni alternative valutate nei vari sviluppi nella progettazione, prima di aver proposto l'utilizzo del pietrame come soluzione in assoluto migliore e più economica.

La struttura di marginamento da proporre alla Superiore Approvazione è stata infatti valutata con l'obiettivo di garantire importanti requisiti:

- la stabilità nel tempo dell'opera;
- l'effettiva dissipazione dell'energia del moto ondoso incidente;
- la minima riflessione delle onde verso il canale e la Laguna.

La convinzione relativa alla necessità del pietrame è maturata dalla conoscenza dei luoghi e dell'evoluzione delle opere realizzate lungo i bordi del canale Malamocco-Marghera, volendo qui citare due esempi:

- gli interventi per il marginamento della Cassa di Colmata D-E;
- i lavori per la Fossetta dei Barambani.

Come documentato nella sequenza fotografica contenuta nelle seguenti immagini (Figura 8 - Figura 9 - Figura 10 - Figura 11), nei primi anni 2000 è stato eseguito un tratto di marginamento della Cassa D-E mediante metodi di ingegneria naturalistica, con l'esecuzione di una piramide di tre burghe in poliestere, riempite in pietrame, poggianti su un doppio materasso di imbasamento.

La progressiva demolizione del marginamento dimostra come le tecnologie dell'ingegneria naturalistica poco possano per garantire la stabilità dell'opera in termini di durabilità.



Figura 10



Figura 11

Negli stessi anni, fu scavata la Fossetta dei Barambani, un canale che sfocia nel Malamocco-Marghera poco più a sud di punta Fusina, come documentato nelle Foto 1 e Foto 2 della Figura 12. Meno di un anno dopo, per effetto della risacca delle navi, lo stesso risultava completamente interrato come documentato nella Foto 3. Se si guarda con attenzione, vedasi Foto 5 con la tipologia del materiale movimentato, si può osservare come massi del peso di 50÷60 kg siano stati trasportati con facilità dalla corrente, potendo da questo trarre importanti suggerimenti per la soluzione da proporre.



Figura 8



Figura 9



Foto 1 - la Fossetta dei Barambani lato laguna a lavori ultimati



Foto 2 - la Fossetta dei Barambani lato interno durante i lavori



Foto 3 - un anno dopo la Fossetta Barambani circa stesso punto Foto 1



Foto 4: stesso sito di foto 2 un anno dopo



Foto 5: sulle dimensioni dei massi movimentati dalla corrente

Figura 12: documentazione fotografica fossetta Barambani

Di qui pertanto la scelta di proporre alla Superiore Approvazione la realizzazione di una struttura in grado di garantire:

- la stabilità nel tempo dell'opera;
- l'effettiva dissipazione dell'energia del moto ondoso incidente;
- l'esigua riflessione dell'onda all'interno del canale.

Premettendo che in genere l'utilizzo di pietrame non sia gradito dagli Enti di Salvaguardia e Soprintendenza della Laguna, sono state quindi analizzate le varie possibili alternative, per ognuna delle quali sono poste alcune considerazioni in merito ai motivi per i quali si è ritenuto che le stesse non fossero perseguibili.

Un'alternativa proposta consiste nella realizzazione del rilevato mediante la sovrapposizione di moduli cosiddetti *filter unit*, ossia sacconi riempiti in pietrame, posati alla rinfusa a formare una struttura prismatica, come indicato nella seguente Figura 13.

La soluzione non si ritiene perseguibile su larga scala, come previsto dal progetto di protezione dei bordi delle Casse di Colmata, per i prevedibili costi molto elevati e per la mancanza di sperimentazioni di questa tipologia di struttura.

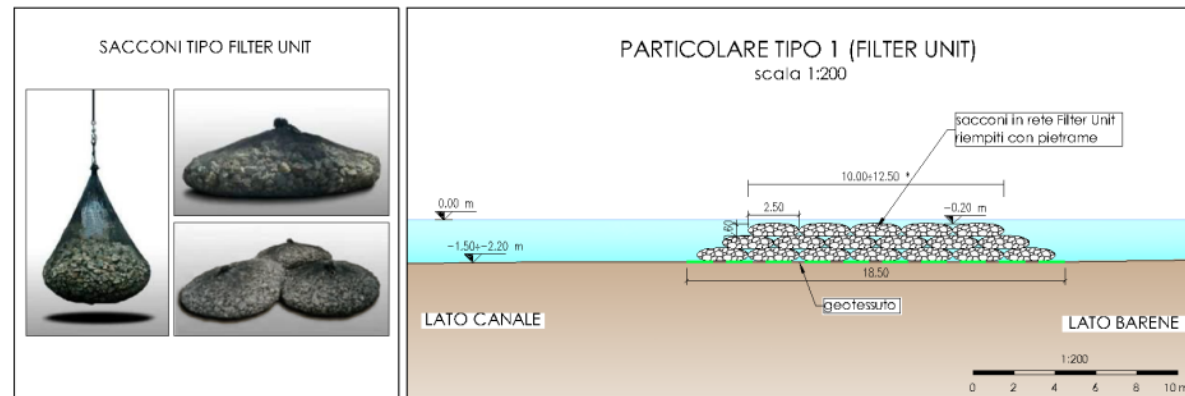


Figura 13: sezione tipo *filter unit*

Una diversa soluzione strutturale per la realizzazione di un rilevato di marginamento è la realizzazione di un rilevato in filtro granulare, con sovrastante stuoia antierosione opportunamente vincolata alle estremità, come indicato nella successiva Figura 14.

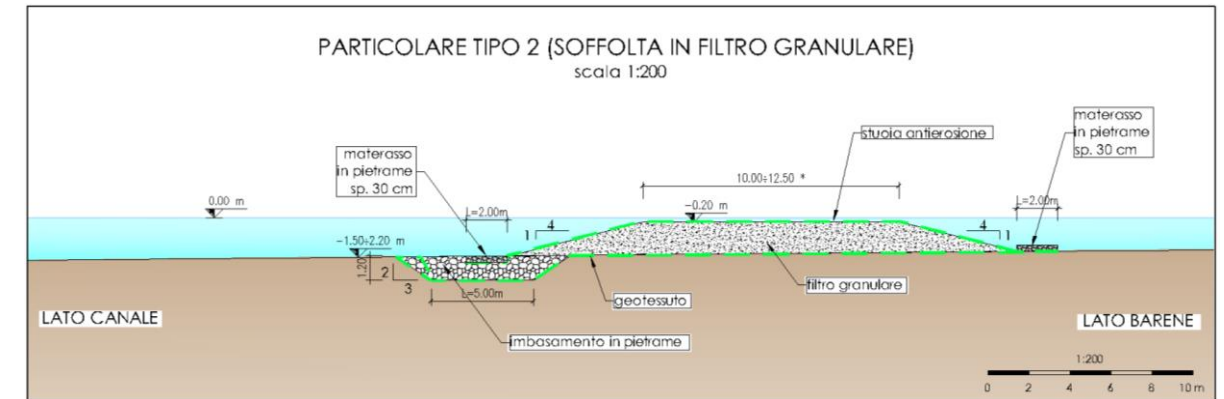


Figura 14: sezione tipo in filtro granulare

Anche questo tipo di struttura, pur consentendo una idonea conterminazione del materiale a tergo, non può garantire un'adeguata resistenza meccanica alle azioni incidenti sul marginamento (moto ondoso da vento e da natante) e di conseguenza non può garantire la necessaria durabilità al sistema.

Inoltre è possibile che la superficie liscia possa incrementare il moto ondoso generato dalle navi, fungendo da "scivolo", per cui a prescindere dalle perplessità di carattere statico, la stessa idrodinamica non dà sufficiente garanzia.

Come riscontrato in base alle esperienze pregresse per la Cassa D-E, appare evidente come non siano ipotizzabili per i bordi delle Casse di Colmata interventi analoghi a quelli utilizzati di consueto per i marginamenti barenali in Laguna.

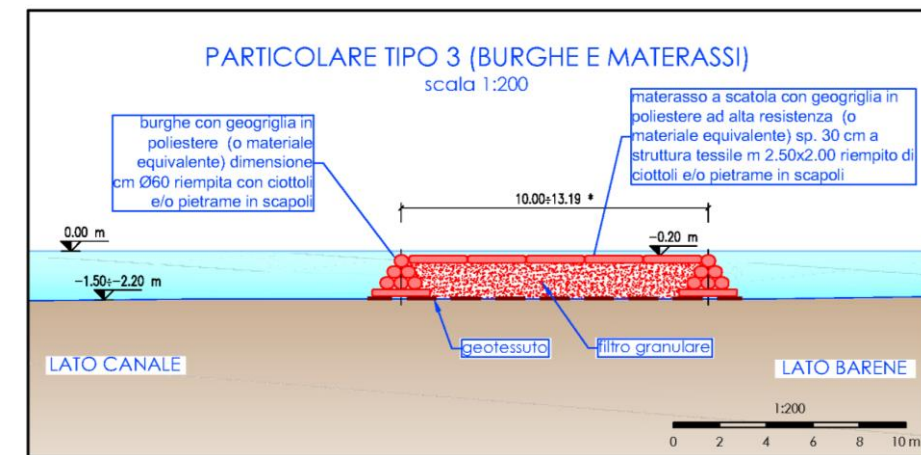


Figura 15: sezione tipo con burghe e materassi

Nel tempo sono state sviluppate altre possibili tipologie di marginamento, per opere a carattere provvisorio, composte da:

- palificate in legno costituenti una specie di cofferdam, senza che qui ne sia stata nemmeno proposta un'immagine, tenuto conto dell'evidente durata limitata di un'opera

di questo tipo, per l'azione erosiva delle teredini, esaltata in presenza di moto ondoso intenso;

- palancole metalliche, essenzialmente per motivi ambientali senza però che vadano trascurati gli aspetti connessi con la riflessione del moto ondoso.

Fin qui sono state analizzate, e scartate, varie soluzioni, rimanendo quindi aperta una unica vera e significativa opzione, costituita dalla realizzazione di un marginamento in pietrame, che costituisce la tipologia di intervento più economica ed efficace per opere di questo tipo.

2.2 Opere di progetto

Oggetto del presente elaborato è quindi la descrizione degli interventi in titolo, che consistono nella protezione dei bordi delle Casse di Colmata A, B e D-E, attraverso opere con scogliere emerse e sommerse, secondo i metodi costruttivi descritti nel seguito.

Il compendio generale delle opere è rappresentato planimetricamente nella tavola allegata 1.1 (Figura 7), ed è costituito da 5 distinti ambiti di intervento:

- il tratto di fronte alla foce della Fossetta dei Barambani, di estesa circa 400 m;
- il bordo del Canale davanti alla esistente palificata frangionde, di estesa 300 m;
- il fronte della Cassa A, di estesa 580 m;
- il fronte della Cassa B, di estesa 3120 m;
- il fronte della Cassa D-E, di estesa 2870 m.

2.2.1 Sui criteri di dimensionamento delle opere

Come già accennato in precedenza, la scelta di utilizzare il rivestimento in pietrame come principale modalità costruttiva delle opere di difesa dei bordi delle casse deriva dalla necessità di garantire importanti requisiti:

- la stabilità nel tempo dell'opera;
- l'effettiva dissipazione dell'energia del moto ondoso incidente;
- la minima riflessione delle onde verso il canale e la Laguna.

Tenuto conto che la principale sollecitazione idrodinamica, quella che oggi crea l'erosione dei suindicati bordi, è costituita dall'azione del moto ondoso generato dalle navi in transito nel canale Malamocco-Marghera, occorre premettere che la velocità di percorrenza delle navi lungo il canale non è costante ma varia, con valori dell'ordine di 8 nodi nel tratto da San Leonardo ai limiti della Cassa B, e con valori progressivamente decrescenti nel tratto verso Porto Marghera.

L'analisi idrodinamica condotta dallo scrivente per la valutazione delle sollecitazioni indotte

dalle navi in transito è contenuta nell'allegato Studio Preliminare Ambientale.

Evitando di riproporre in questa sede i calcoli di dimensionamento statico delle mantellate, si vogliono qui evidenziare i criteri con cui si è arrivati a effettuare le scelte progettuali proposte.

Qualche considerazione di dettaglio va posta per quanto riguarda i seguenti aspetti:

- la pezzatura del pietrame;
- la presenza dell'imbasamento al piede della struttura stessa lato canale.

Per quanto riguarda il dimensionamento del pietrame, a seguito non solo delle analisi di natura idrodinamica ma anche e soprattutto di valutazioni basate sul principio di precauzione e sulle caratteristiche del sito, al fine di evitare ogni possibile eventualità di asportazione del pietrame dalla sua posizione sono state scelte pezzature comprese fra 2000÷3000 kg per la mantellata e 50÷100 kg per il nucleo.

Oltre a impedire il possibile rischio di movimentazione, l'utilizzo di massi ciclopici può anche consentire una sorta di tracciabilità degli elementi che andranno a comporre la struttura, agevolandone il monitoraggio in corso d'opera e *post operam*.

Tali valutazioni sono state effettuate di intesa con la Soprintendenza competente, durante l'istruttoria che ha portato al parere positivo sul Progetto Generale del 2013.

Per quanto riguarda i requisiti idrodinamici si ritiene infatti che nessun'altra tipologia progettuale possa garantire i risultati in termini di dissipazione e di mancata riflessione del moto ondoso.

Fondamentale è anche considerare la presenza dell'imbasamento al piede della struttura.

È evidente, infatti, come tale opera può garantire la protezione degli spazi lagunari a tergo, non certo all'interno del canale dove transitano le navi.

Per questo motivo è stato previsto un imbasamento al piede del rilevato in pietrame, al fine di prevenire eventuali relativi assestamenti per effetto di erosioni e abbassamenti del fondale, lato canale.

Di qui la funzione dell'imbasamento: uno spessore di pietrame in grado di inclinarsi fino a elevate pendenze in conseguenza di eventuali approfondimenti, garantendo in ogni caso la stabilità del piede del rilevato.

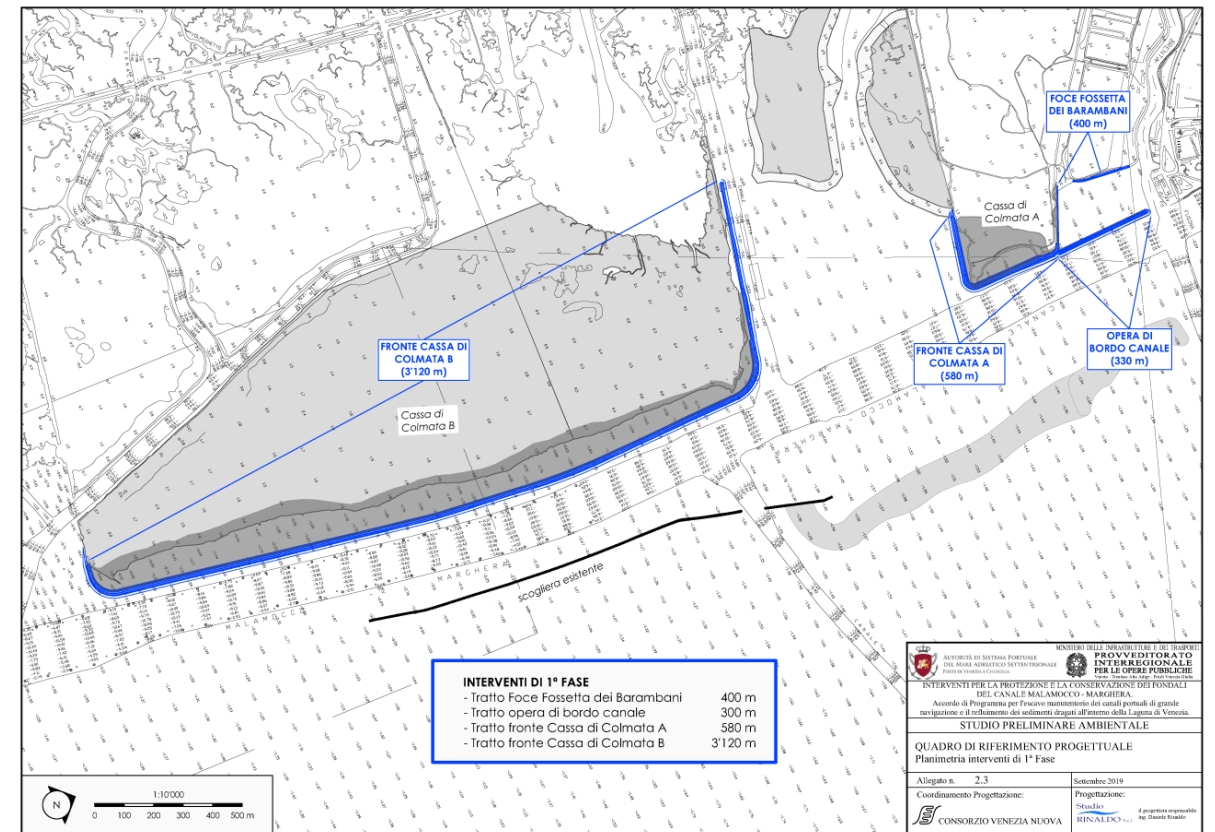
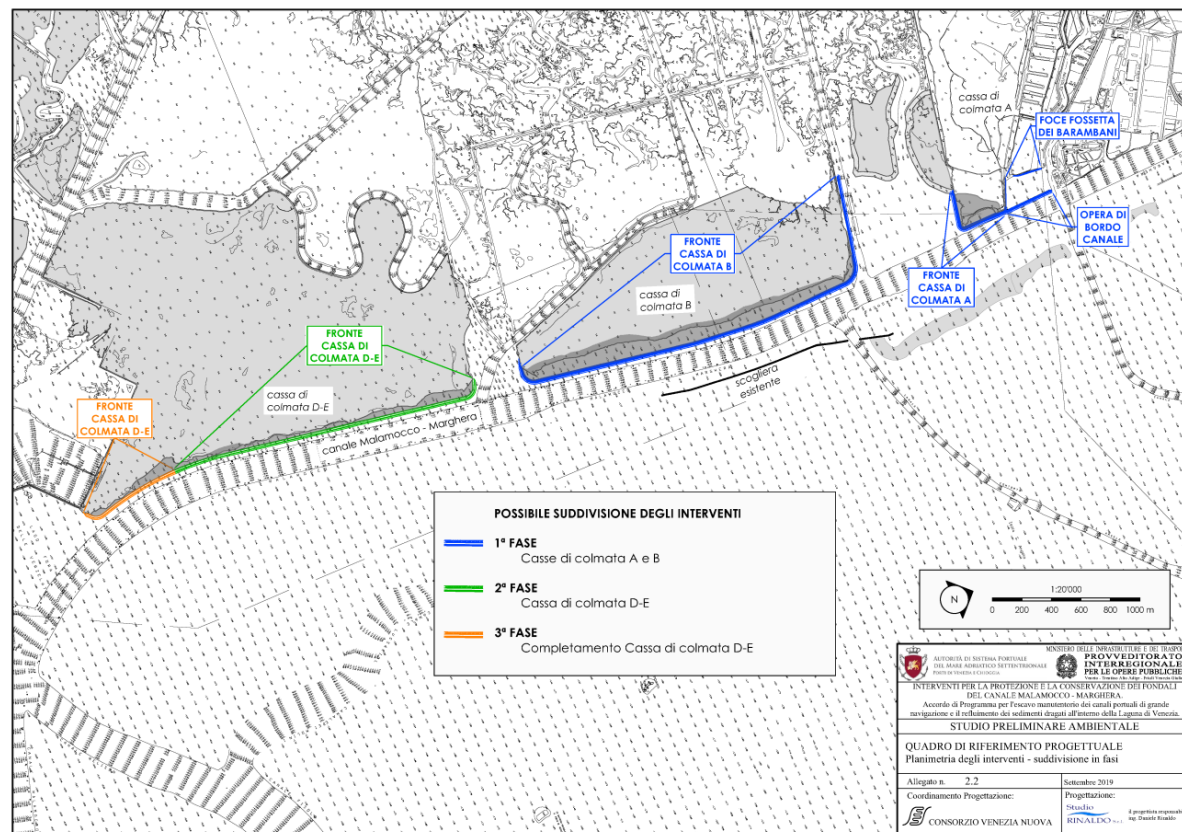
Nella planimetria riportata nella tavola 1.2, qui riprodotta in Figura 16, è proposta una possibile suddivisione in fasi degli interventi, descritti in dettaglio nei successivi paragrafi.

In particolare, si individuano come interventi di prima fase quelli relativi al bordo della Cassa B e della Cassa A, incluse le necessarie opere a protezione della Fossetta dei Barambani e lungo il

bordo del Canale verso nord.

Per la seconda fase è indicata l'opera di protezione del bordo della Cassa D-E, nella porzione rettilinea più a nord, per un'estesa di circa 2200 m.

Per la terza e ultima fase è invece proposto il completamento del marginamento della Cassa di Colmata D-E, nel tratto più prossimo alla curva di San Leonardo.



Le sezioni tipologiche relative alle opere incluse in questa prima fase sono rappresentate nelle tavole allegate 1.6 a 1.9 con particolare riferimento a:

- la foce della Fossetta dei Barambani (tavola 1.6), per un'estesa di circa 400 m;
- l'opera di bordo del Canale Malamocco-Marghera (tavola 1.7), per un'estesa di circa 300 m a nord della Cassa A;
- il fronte della Cassa di Colmata A (tavola 1.8, Figura 20), di estesa circa 580 m;
- il fronte della Cassa di Colmata B (tavola 1.9, Figura 21), caratterizzata dall'estesa maggiore fra le opere qui considerate, pari a circa 3120 m.

L'opera di riprofilatura e protezione delle sponde alla foce della cosiddetta Fossetta dei Barambani (tavola 1.6, di cui un particolare è riprodotto in Figura 18) è costituita da un presidio in pali di legno accostati, alti 5 m e infissi al piede della sponda di progetto, dietro a cui si prevede la posa di una struttura composta da materassi sp. 30 cm e n.4 burghe Ø60 cm in geogriglia, riempiti con ciottoli e/o pietrame, posati su uno strato di geotessuto.

La riprofilatura dovrà essere completata con il riempimento a tergo della struttura di presidio, con il rivestimento mediante terreno vegetale e stuoia antierosione.

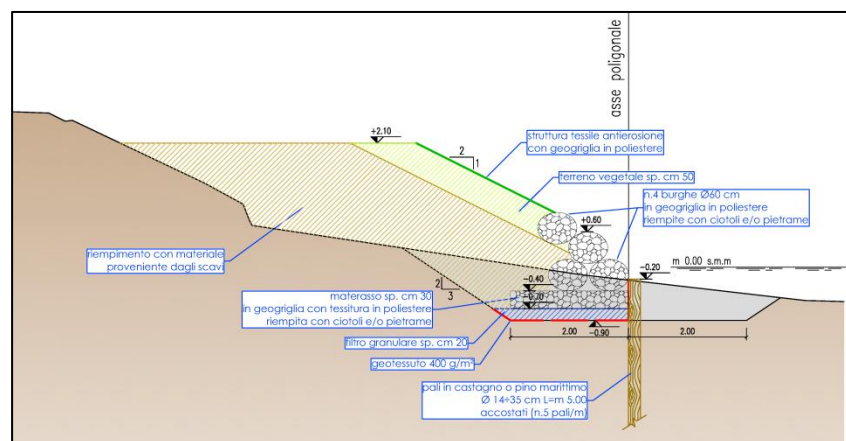


Figura 18: sezione tipo fronte foce Fossetta dei Barambani

La sezione tipo a protezione del bordo del Canale, valida per un'estesa di circa 300 m a nord della Cassa A (tavola 1.7, Figura 19), prevede la costruzione di una scogliera sommersa con quota sommitale pari a -0.20 m s.l.m., costituita da una mantellata con pietrame di pezzatura 2000/3000 kg e spessore 1.20 m, e da un nucleo con pietrame 50/100 kg. La larghezza di sommità della struttura è pari a 3 m mentre la pendenza delle sponde è fissata in 2 su 3. L'imbasamento della scogliera è costituito da uno strato di pietrame di larghezza circa 8 m e spessore 1.20 m, con pietrame 300/1000 kg rivestito in geotessuto.

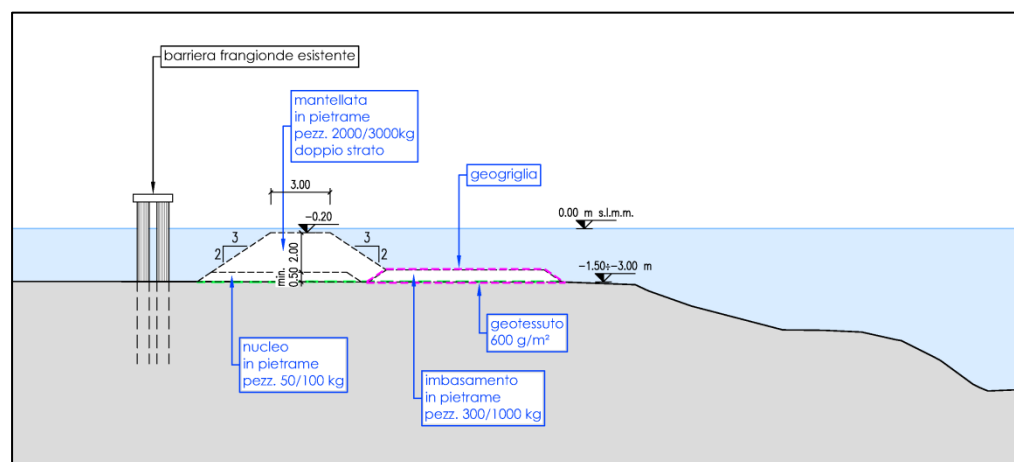


Figura 19: sezione tipo bordo Canale

Le strutture proposte a protezione dei bordi delle Casse A e B, rispettivamente rappresentate nella tavola 1.8 (Figura 20) nella tavola 1.9 (Figura 21), di estesa circa 580 e 3120 m, sono destinate a diventare marginamenti per il futuro riempimento con materiale di tipo B: devono quindi garantire il confinamento permanente del materiale a tergo e impedire il rilascio di inquinanti nelle acque lagunari, impedendo erosioni e sommersioni in caso di normali alte maree. La sezione tipologica, per entrambi i casi, è quindi costituita da:

- una scogliera con struttura analoga alla precedente, con mantellata di massi 2000÷3000 kg

e nucleo in pietrame 50÷100 kg, pendenze delle sponde 2 su 3, con sommità larga 3 m alla quota di +1.00 m s.l.m.;

- un imbasamento in pietrame 300÷1000 kg, di larghezza 8 m e spessore 60 cm in rilevato al piede della scogliera, rivestito con geotessuto;
- la posa di materassi sp. 30 cm in geotessile riempito di conchiglie e/o limi concrezionati sulla sommità della scogliera;
- uno strato di filtro granulare con spessore 30 cm, rinforzato al piede, rivestito con telo o geocomposito bentonitico, allo scopo di impermeabilizzare il paramento dell'opera verso la Cassa;
- un palancolato metallico antifiltrazione infisso al piede interno dell'opera, lato Casse, con elementi alti 4.00 m.

Nella sezione tipologica sono rappresentati anche i futuri riempimenti a tergo delle opere, con i necessari strati di *capping* superficiale (con materiale tipo A) e gli elementi di protezione dall'erosione sulla parte sommitale del riempimento, in corrispondenza alla sommità della scogliera, costituiti da materassi sp. 30 cm analoghi a quelli già descritti.

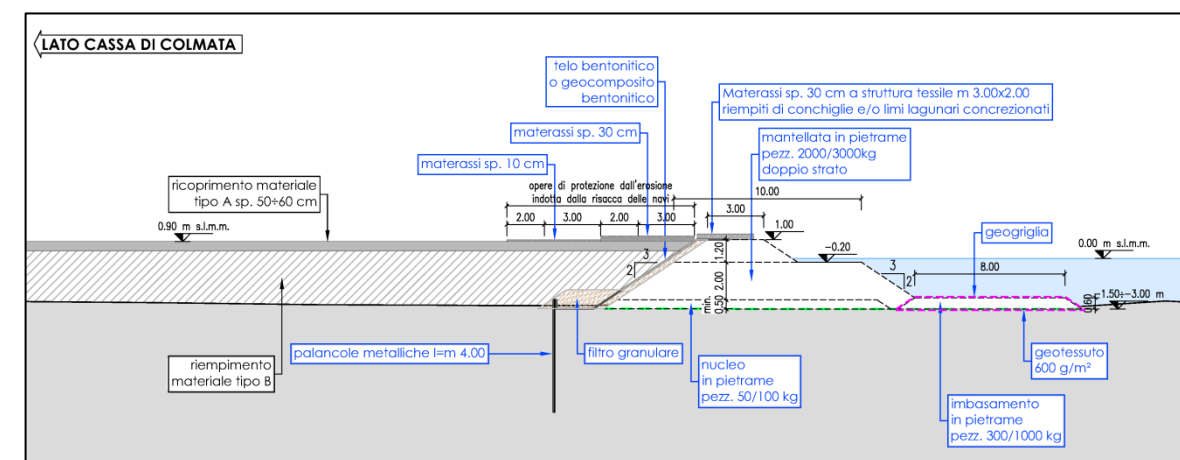


Figura 20: sezione tipo fronte Cassa di Colmata A

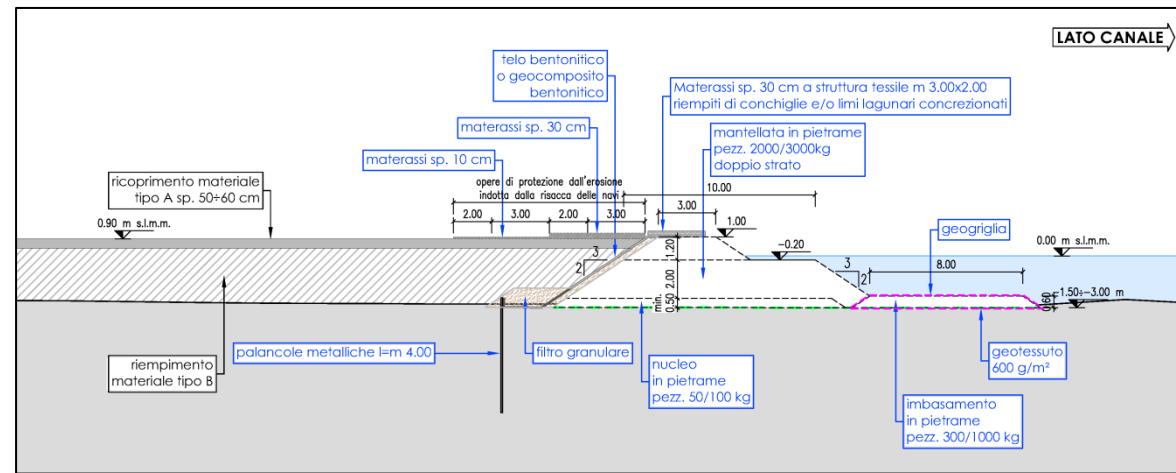


Figura 21: sezione tipo fronte Cassa di Colmata B

2.2.3 Interventi fase 2

Le opere previste per la seconda fase riguardano la realizzazione di parte degli interventi necessari a dare protezione al bordo della Cassa di Colmata D-E, per un'estesa di 2200 m, come indicato nella successiva tavola 1.4 (Figura 22), avendo in questo caso ritenuto prioritario avviare le lavorazioni a partire dal relativo margine a nord.

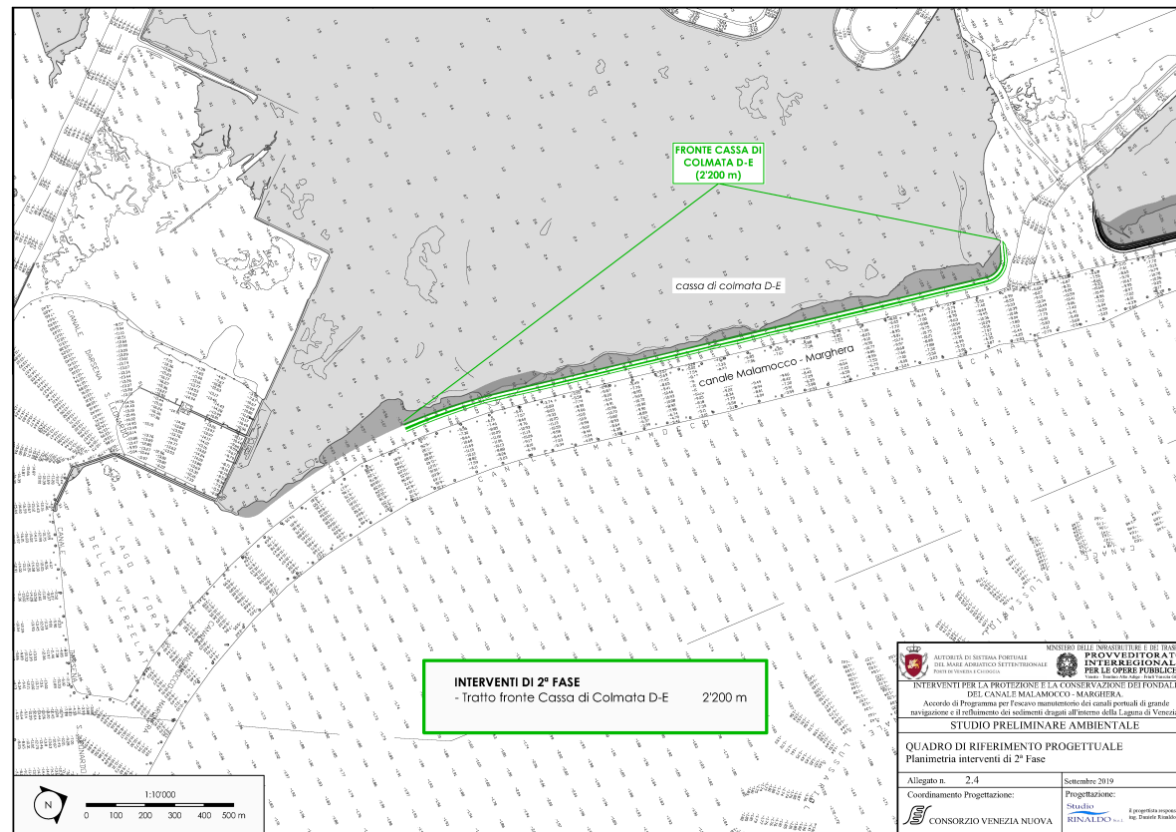


Figura 22: planimetria degli interventi fase 2

La struttura qui proposta, la cui sezione tipo è rappresentata nella tavola 1.10, qui riprodotta in

Figura 23 è costituita da:

- un rilevato in pietrame sciolto, la cui sommità della mantellata (di pezzatura 2000+3000 kg) è larga 5.0 m e posta a quota -0.20 m s.m.m.
- il sottostante nucleo della scogliera, di pezzatura 50+100 kg e uno strato di 2 m a tergo della stessa previsto con pietrame analogo e rivestito con geogriglia;
- un imbasamento in sasso al piede della struttura stessa, di larghezza 8 m e spessore minimo 60 cm, avvolto in una geogriglia, per impedire lo scalzamento alla base della struttura, causato dall'effetto erosivo delle onde incidenti;
- una palificata in legno con altezza 6.30+7 m, con 3 pali/m e parete filtrante fissata dal lato verso la Cassa;
- un filtro granulare fra la scogliera e la palificata, rivestito con geotessuto;
- la posa di materassi sp. 30 cm in geotessile sopra la sommità della soffolta in pietrame.

Considerando infatti che a tergo dell'opera è previsto il riempimento con materiale di tipo A, non è in questo caso necessario garantire l'impermeabilizzazione del fronte ma solamente il trattenimento del materiale al fine di impedirne l'erosione e il vuotamento.

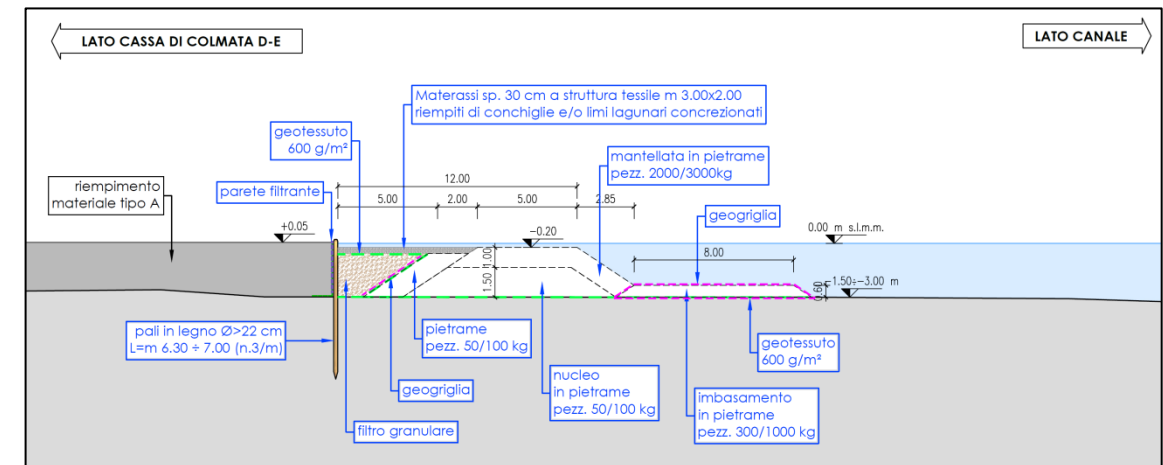


Figura 23: sezione tipo fronte Cassa di Colmata D-E

2.2.4 Interventi fase 3

Dette operazioni sono relative al completamento degli interventi di protezione e di bordo della Cassa D-E, con una struttura analoga a quella descritta al precedente paragrafo 2.2.3, per l'estesa rimanente di circa 670 m, come indicato nella successiva tavola 1.5 qui riprodotta in Figura 24.

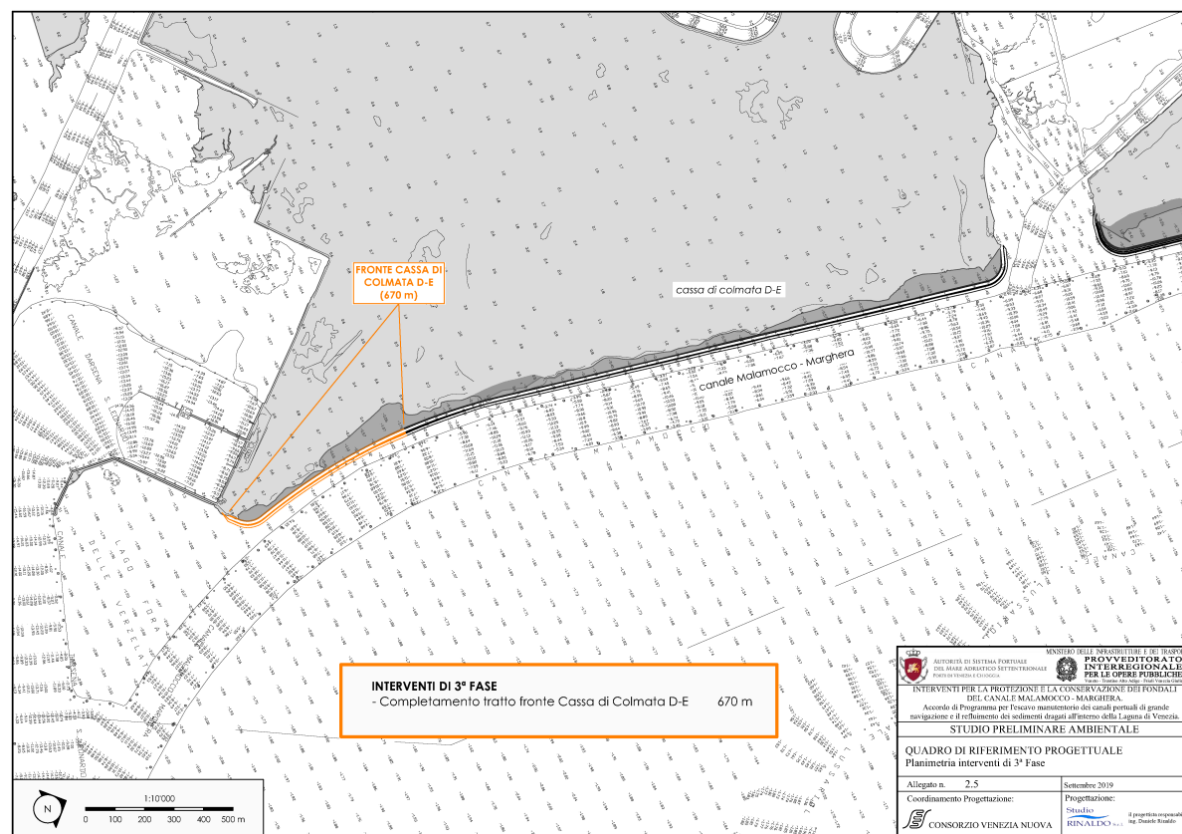


Figura 24: planimetria degli interventi fase 3

2.3 Sui riempimenti a tergo delle opere

In tutte le sezioni in precedenza descritte, a tergo delle opere di marginamento è indicata la presenza di materiale di riempimento, di tipo A o B ai sensi dei criteri di sicurezza ambientale del 1993, a seconda delle circostanze.

Premesso che in sede di VInCA la Regione Veneto si è favorevolmente espressa sulle scelte progettuali effettuate, occorre evidenziare come detti riempimenti non facciano parte delle opere proposte, intendendosi non comprese all'interno del quadro economico dell'intervento.

È una prassi consolidata per gli interventi di ripristino morfologico in Laguna di Venezia, realizzare con interventi a se stanti, le strutture di conterminazione, demandando ad altri singoli interventi i conferimenti, che ovviamente dovranno essere previsti e realizzati nel rispetto di quanto qui indicato.

Di fatto quindi con il presente intervento verranno create le condizioni affinché possano ripristinarsi habitat sia a velma che a barena.

Le capacità volumetriche ottenibili quindi con gli interventi di progetto per ciascuna singola Cassa di Colmata sono elencate nella seguente Tabella 1. Tali volumi derivano dal confronto

geometrico fra la configurazione di progetto e il più recente rilievo topo-batimetrico disponibile, quindi potranno ovviamente essere aggiornati in funzione delle eventuali modificazioni batimetriche e dovranno essere adeguatamente incrementati per tenere conto, a parità di quota finale, del consolidamento del materiale refluito nonché dei cedimenti del fondale sottostante.

Ambito:	Volume geometrico [m ³]
Cassa di Colmata A	120'600 m ³
Cassa di Colmata B	434'000 m ³
Cassa di Colmata D-E	147'000 m ³

Tabella 1

2.4 Misure precauzionali previste

Il progetto degli "Interventi per la protezione e la conservazione dei fondali del canale Malamocco - Marghera da realizzarsi nelle relative aree di bordo - Primo stralcio funzionale in conformità del Piano Morfologico del 1993" è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza Ambientale con esito positivo (parere favorevole della Regione del Veneto, con Decreto della Giunta Regionale n. 30 in data 07.11.2017).

Il progetto valutato nella VInCA, sia per la fase di cantiere che per quella di esercizio, definiva modalità di esecuzione delle opere e scansioni temporali degli interventi quali misure precauzionali funzionali alla limitazione dei fattori perturbativi nei confronti degli habitat e delle specie di cui alle direttive comunitarie 92/43/CE e 09/147/CE.

Tali misure precauzionali, descritte di seguito, valgono quindi anche per il progetto in esame.

Nell'attuazione degli interventi verranno utilizzate tutte le accortezze e le misure precauzionali per limitare i fattori perturbativi che già sono state messe in atto e si sono affinate nel tempo per analoghi interventi realizzati dall'ex Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle Opere Pubbliche del Veneto-Trentino Alto Adige-Friuli Venezia Giulia).

Vale la pena ricordare che tali misure precauzionali, di seguito elencate, sono state attuate anche a seguito di procedure di Valutazione di incidenza, di cui si elencano le più recenti, con i riferimenti dei relativi pareri:

- "Ripristino morfologico ed ambientale dell'area del Canale Bastia-Piano definitivo" (DGR Veneto n. 3030 del 20.10.2009);
- "Interventi di ripristino morfologico ambientale e di riqualificazione idrodinamica dell'area dei canali Cenesa-Boer-Siletto in Laguna Nord" (DGR Veneto n. 593 del 09.03.2010)

- “Piani delle misure di compensazione, conservazione e riqualificazione ambientale dei SIC IT 3250003; IT3250023; IT3250031; IT3250030 e della ZPS IT3250046. Interventi di ripristino degli habitat a velma in laguna sud – Valle Millecampi” (DGR Veneto n. 1219 del 23.03.2010);
- “Interventi di ripristino morfologico ed ambientale di Val di Brenta (Chioggia)” (DGR Veneto n. 747 del 27.05.2014).

Per quanto riguarda il fattore di perturbazione “emissioni in atmosfera” in fase di cantiere e di esercizio, il progetto prevede una serie di misure precauzionali al fine di limitare le emissioni di inquinanti e polveri da parte di mezzi e lavorazioni:

- mezzi di cantiere conformi alle più recenti norme di omologazione definite dalle direttive europee e livello di manutenzione garantito per tutta la durata del cantiere;
- programmazione di periodiche manutenzioni e verifiche dei gas di combustione delle macchine, attrezzature e apparecchi con motore a combustione secondo indicazioni del fabbricante;
- utilizzazione preferenziale di carburanti ecologici per macchine e apparecchi equipaggiati con motore diesel;
- protezione dei depositi di materiali sciolti dall'azione degli agenti atmosferici.

Per quanto riguarda il fattore di perturbazione legato alla torbidità, il progetto prevede una serie di misure precauzionali al fine di limitare la dispersione di sedimento risospeso durante l'attività di cantiere: contestualmente all'impianto del cantiere e prima dell'inizio degli interventi nello specchio acqueo, va effettuata la posa in opera di strutture antitorbidità provvisorie o panne per il contenimento di inquinanti e sedimento in sospensione, per la delimitazione dell'area di lavorazione; i mezzi presenti nello spazio acqueo di cantiere opereranno all'interno di tale conterminazione.

Per quanto riguarda l'inquinamento delle acque legato ad eventi incidentali e dispersione accidentale di rifiuti, il progetto prevede una serie di misure precauzionali al fine di limitare la dispersione di inquinanti durante l'attività di cantiere:

- adozione di modalità operative per limitare la dispersione di sedimento/inquinanti durante l'attività di cantiere, quali strutture antitorbidità provvisorie o panne;
- mezzi di cantiere conformi alle più recenti norme di omologazione definite dalle direttive europee e livello di manutenzione garantito per tutta la durata del cantiere;
- programmazione di periodiche manutenzioni e verifiche di macchine, attrezzature e

apparecchi con motore a combustione secondo indicazioni del fabbricante;

- al fine di limitare il rischio di rilascio di carburanti, lubrificanti ed altri idrocarburi, nelle aree di cantiere vengano predisposti i seguenti accorgimenti:
 - le riparazioni ed i rifornimenti ai mezzi meccanici vengano eseguiti su area attrezzata e impermeabilizzata;
 - i circuiti oleodinamici dei mezzi operativi vengano controllati periodicamente.

In merito al fattore di perturbazione legato alle emissioni rumorose, il progetto prevede l'adozione di una serie di misure precauzionali per il contenimento delle stesse:

- mezzi di cantiere conformi alle più recenti norme di omologazione definite dalle direttive europee e livello di manutenzione garantito per tutta la durata del cantiere;
- al di là della definizione del cronoprogramma che individua per l'esecuzione degli interventi durata e successione delle attività, nel caso in cui lo svolgimento degli interventi andasse ad interferire con i periodi di maggiore sensibilità delle specie faunistiche coinvolte (periodo compreso tra inizio aprile e fine luglio) il progetto prevede la rimodulazione del cronoprogramma d'intervento e l'effettuazione delle attività al di fuori di tale periodo.

In ogni caso, nell'attuazione del progetto in esame verranno poste in essere le buone pratiche e le migliori tecniche sviluppate nell'ambito di analoghi interventi già realizzati in laguna di Venezia da parte dell'Autorità procedente al fine di limitare i fattori perturbativi nei confronti degli habitat e delle specie di cui alle direttive comunitarie 92/43/CE e 09/147/CE.

3 CONCLUSIONI

Oggetto della presente Relazione è la descrizione del Progetto di fattibilità tecnica ed economica delle opere per gli "Interventi per la protezione e la conservazione dei fondali del canale Malamocco-Marghera. Accordo di Programma per l'escavo manutentorio dei canali portuali di grande navigazione e il refluitamento dei sedimenti dragati all'interno della Laguna di Venezia".

Con le strutture previste da tale progetto verrà perseguito l'obiettivo di stabilizzare e proteggere il bordo delle Casse di Colmata A, B e D-E, nella relativa posizione originaria, con diversi positivi aspetti:

1. la resistenza (e la relativa parziale dissipazione) al moto ondoso incidente sul bordo delle Casse, generato dal vento e dal transito dei natanti nell'adiacente canale navigabile Malamocco-Marghera, principale causa dell'attuale grave processo erosivo che interessa il bordo delle Casse stesse;
2. l'interruzione del suddetto processo erosivo consentirà un miglioramento della qualità dei sedimenti e delle acque nell'ambito di riferimento, in quanto sarà impedita la risospensione di sedimenti dal bordo delle casse, legata a forti mareggiate o al transito dei natanti di grandi dimensioni, che provocava dispersioni di torbidità e di sedimenti di qualità non idonea al contatto con l'ambiente idrico;
3. la possibilità di ripristinare ampie superfici destinate ad habitat di pregio quali velme e barene, che negli ultimi 30 anni hanno subito un grave deterioramento, qualitativo e quantitativo, a causa del sopra citato processo erosivo.

Come indicato anche dal parere favorevole della Regione del Veneto – Giunta Regionale n.30 del 07.11.2017 relativo agli "Interventi per la protezione e la conservazione dei fondali del canale Malamocco - Marghera da realizzarsi nelle relative aree di bordo - Primo stralcio funzionale in conformità del Piano Morfologico del 1993" che includeva anche le opere per il ripristino del bordo delle casse, non si ritiene che gli interventi previsti dal progetto abbiano impatti negativi significativi sulle componenti ambientali di riferimento.

4 QUADRO ECONOMICO DI SPESA

Intervento	Estesa	Costo a metro	Importo parziale	Importo totale
A - LAVORI				
<u>Cassa di Colmata A</u>				
Foce Fossetta dei Barambani	400.00	€ 972.57	€ 389'026.12	
Bordo Canale	328.36	€ 1'696.90	€ 557'193.26	
Fronte Cassa di Colmata A	583.53	€ 3'744.87	€ 2'185'243.32	
			€ 3'131'462.69	
<u>somma Cassa di Colmata A</u>				
<u>Cassa di Colmata B</u>				
Fronte Cassa di Colmata B	3'127.76	€ 3'744.87	€ 11'713'050.97	
			€ 11'713'050.97	
<u>somma Cassa di Colmata B</u>				
<u>Cassa di Colmata D-E</u>				
Fronte Cassa di Colmata D-E	2'865.68	€ 2'925.90	€ 8'384'682.88	
			€ 8'384'682.88	
<u>somma Cassa di Colmata D-E</u>				
TOTALE LAVORI A MISURA			€ 23'229'196.55	
Lavori in economia			€ 100'000.00	
Oneri della sicurezza 1,5% dei lavori			€ 348'437.95	
TOTALE A				€ 23'677'634.50
B - SOMME A DISPOSIZIONE				
B.1 Indagini geotecniche e geognostiche, topografiche e batimetriche, chimico-fisiche. Spese di istruttoria. Piano di monitoraggio.			€ 400'000.00	
B.2 Indagini archeologiche su campo e bonifica bellica			€ 350'000.00	
B.3 Sottoservizi			€ 25'000.00	
B.4 Accantonamento per incentivazione ex art. 18 Legge 109/1994 (0,34% di A.1)			€ 78'979.27	
B.5 Imprevisti			€ 242'003.67	
TOTALE B				€ 1'095'982.94
C. SPESE GENERALI				
C.1 Progettazione Preliminare e Definitiva (0,375383+0,500510% di A solo Lavori a misura)			€ 203'462.91	
C.2 Spese Generali e Tecniche (10% di A.1)			€ 2'322'919.65	
TOTALE C				€ 2'526'382.56
IMPORTO TOTALE				€ 27'300'000.00

Nota: i costi a metro lineare degli interventi sono stati desunti dal progetto definitivo oggetto di VincA.