

AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE
DEL MAR TIRRENO CENTRO SETTENTRIONALE

OPERE STRATEGICHE
PER IL PORTO DI CIVITAVECCHIA
- 2° STRALCIO -

OTTEMPERANZA V.I.A.

Interventi di Riqualficazione dell'alveo
del Fosso della Fiumaretta e del Fosso del Prete (Buonaugurio)

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO TAVOLA :

DOCUMENTAZIONE TECNICA
RELAZIONE GENERALE

Scala:

GEN RE 01 A

Committente:

Autorità Portuale di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta

IL PRESIDENTE

Avv. Francesco Maria Di Majo

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Maurizio Marini

IL COORDINATORE GENERALE

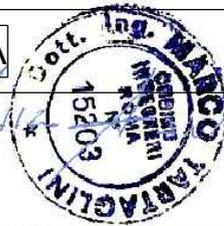
Dott. Ing. Giuseppe Solinas

Progetto A.T.I. :

MODIMAR S.r.l. (Capogruppo)

V.A.M.S. Ingegneria S.r.l.

SEACON S.r.l.



MODIMAR S.r.l.
Amministratore Unico
Dott. Ing. Marco Tartaglioni

Novembre 2018

A

PRIMA EMISSIONE

D. FODDE

A. ADEMOLLO

N. SARACA

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Verificato:	Approvato:
Dimensioni foglio :			A4	<p>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</p>		
Visto del Committente :						

Dimensioni foglio :

A4

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 :

Sommario

1. PREMESSE	2
2. CENNI GEOLOGICI e sul TRASPORTO SOLIDO	3
3. FOSSO FIUMARETTA	6
3.1 Generalità e determinazioni PAI	6
3.2 Tipologia di intervento.....	17
4. FOSSO DEL PRETE (BUONAUGURIO)	23
4.1 Generalità.....	23
4.1.1 Pregresse valutazioni idrologiche	24
4.1.2 Valutazioni idrologiche	25
4.2 Interventi di I lotto	27
4.3 Tipologia di intervento.....	29
5. RICOSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA DEI CORSI D'ACQUA E VERIFICHE IDRAULICHE DEGLI STESSI	33
6. TABELLE	35
7. FIGURE	36

1. PREMESSE

Il presente elaborato costituisce completamento degli interventi già avviati, anche in ottemperanza alle prescrizioni contenute nel parere del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio di cui al prot DSA – 2006 – 0021173 del 08 08 2006, da parte dell'Autorità Portuale di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta nel quadro del I lotto funzionale delle "Opere Strategiche per il Porto di Civitavecchia", relativi a *riqualificazione e sistemazione dei fossi con sbocco a mare interferente con lo specchio portuale di Civitavecchia*.

In particolare con progetto esecutivo del luglio 2008, attualmente in fase di avanzata realizzazione, si è dato corso ad interventi sui tratti terminali dei fossi Torre d'Orlando, Monna Felice, Del Prete (o Buonaugurio) e Fiumaretta con sistemazione dei tratti focali interessanti direttamente l'ambito portuale.

I lavori intrapresi hanno consentito di esaurire le necessità sistematorie dei primi due bacini (entrambi caratterizzati da limitata estensione del bacino imbrifero e dell'asta corrivante) mentre per quanto attiene i residui fossi del Prete e Fiumaretta si è palesata la necessità di completare quanto ad oggi realizzato con ulteriori interventi a monte, in merito ai quali viene riferito nella presente relazione.

2. CENNI GEOLOGICI e sul TRASPORTO SOLIDO

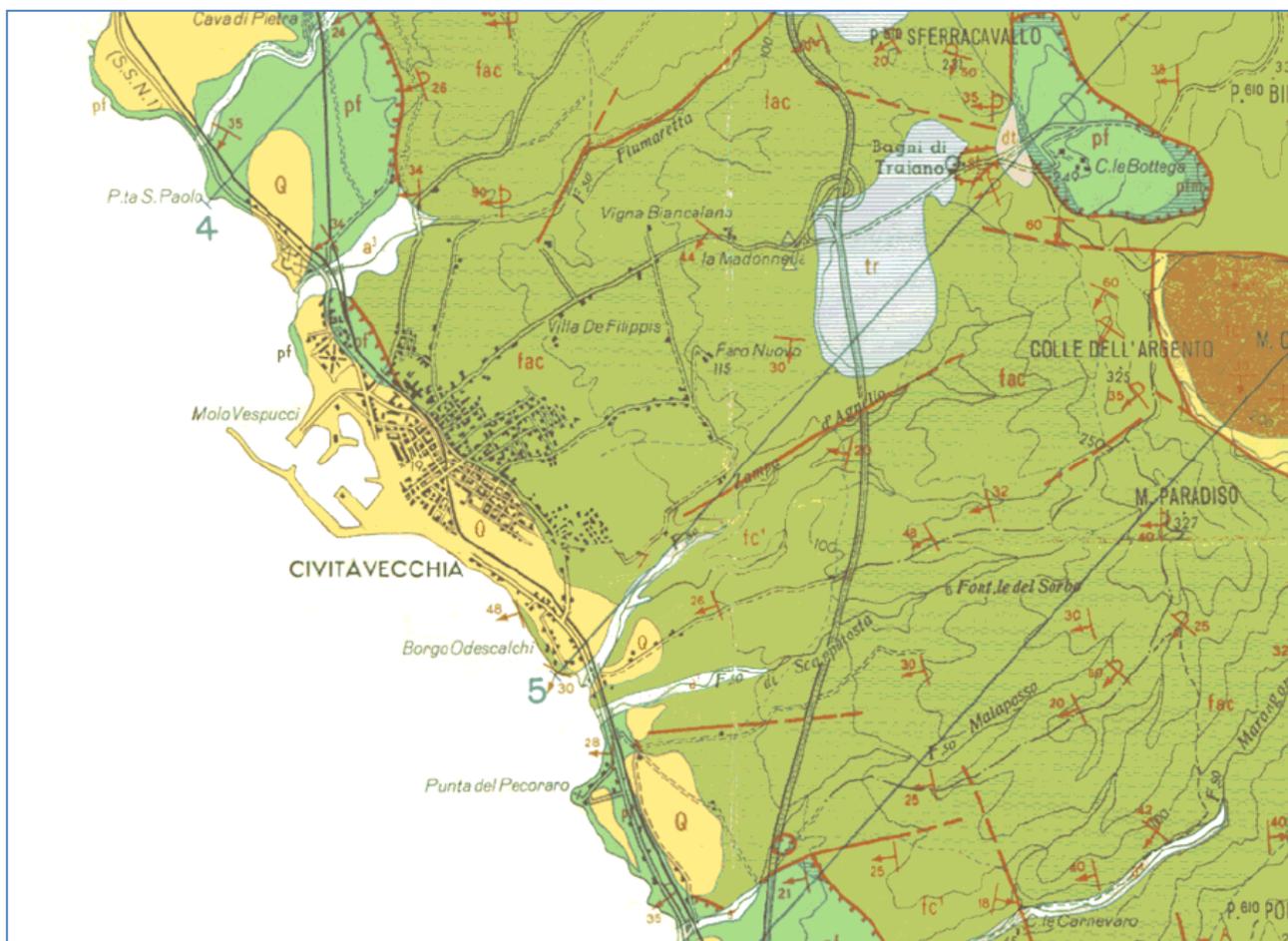


Figura 1 - Carta geologica dell'area di studio.

L'area portuale di Civitavecchia, é impostata su litotipi ascrivibili alla Serie tardo cretacea-paleocenica dei flysch tolfetani; nel settore settentrionale affiorano termini riconducibili alla Formazione arenacea della "Pietraforte", mentre più a sud è più probabile intercettare litotipi calcarei ed argillitici ascrivibili alla Formazione del "Flysch calcareo".

Detti materiali, quando non direttamente affioranti, sono coperti da sedimenti marini, plio-pleistocenici, essenzialmente di natura argilloso sabbiosa e calcareo organogena. In corrispondenza dei canali sommersi antistanti la foce del Fosso della Fiumaretta e del Fosso del Buonaugurio, la sequenza litostratigrafica sopra descritta appare significativamente condizionata dagli apporti terrigeni degli stessi corsi d'acqua.

Il fondale marino è generalmente costituito da sabbia grossa oppure direttamente da calcareniti organogene riconducibili alla formazione della "Panchina". In prossimità dell'incisione antistante la foce dei fossi, dove massima è l'influenza degli apporti terrigeni, la copertura è molto variabile con

affioramenti di materiali a grana fine e finissima poco o per nulla consistenti, con abbondante materiale organico.

Al disotto dei materiali costituenti il fondale marino affiora sempre la formazione della panchina oppure una formazione sabbiosa di colore giallastro dubitativamente ascrivibile al Pleistocene. Lo spessore complessivo di queste due formazioni è estremamente variabile con valori che localmente vanno da 3 fino ad oltre 10 metri.

La valutazione quantitativa del trasporto solido riveste una estrema complessità in quanto l'entità del materiale solido trasportato dipende da numerosi fattori alcuni dei quali di difficile valutazione.

Tra questi sicuramente sono da considerare: le caratteristiche litologiche e di stabilità dei terreni che costituiscono i versanti; il grado di "maturità" del fosso; il regime idrologico del fosso stesso, eventuali interventi antropici sul bacino.

La stessa misura diretta della quantità di materiali solidi trasportati da un corso d'acqua è un'operazione complessa, tanto che in letteratura i dati significativi sull'argomento sono estremamente scarsi e di difficile estrapolazione da un caso all'altro.

Alcune osservazioni eseguite sul bacino del Fiume Fiora che presenta, per alcuni versi, caratteri simili a quello in esame, possono tuttavia essere presi in considerazione per avere qualche indicazione orientativa. In particolare una serie di osservazioni eseguite sulla velocità di interrimento dell'invaso di Vulci (Gazzolo e Bassi), in un periodo di 10 anni, hanno portato a stimare in 342.000 t/anno la quantità di materiale solido trasportato. Tale valore, ragguagliato all'area, corrisponde a 521 t/anno/km².

Altri dati sulla portata torbida sempre del F. Fiora misurata in un periodo compreso tra il 1984 ed il 1986 (Margaritora) conducono a stimare in 230.000 t/anno il materiale trasportato che corrisponde ad un contributo unitario di 350 t/anno/km²; lo stesso studio ha messo in evidenza come lavori di regimentazione del fiume, con arginature e briglie, abbia contribuito a limitare notevolmente il trasporto solido.

Come detto, non è sicuramente lecito estrapolare tali valori da un bacino ad un altro. Comunque, in mancanza di altre indicazioni, se si rapportassero i valori sopra citati all'area del bacino del Fosso del Prete, ammettendo un peso dell'unità di volume del materiale di 1,8 t/m³, si otterrebbe per il Fosso del Prete alla foce un volume trasporto solido di 900 – 1400 m³/anno, valori da intendersi puramente indicativi.

A monte della foce del canale (circa 3.0 km) sussiste, come sarà meglio descritto successivamente, un bacino idrico a scopo irriguo, avente un bacino sotteso di circa 2.0 km², per

cui il volume di trasporto solido che potenzialmente può giungere fino alla foce è dato dal bacino imbrifero al netto del precedente può essere stimato in circa 800 m³/anno; la quota depositata all'interno del bacino sarebbe stimata in un massimo di 600 m³/anno, corrispondente ad oltre 12.000 m³ nel ventennio di esercizio della diga. .

La parte più grossolana tenderà a depositarsi lungo il fosso senza mai giungere alla foce in particolar modo nella zona a valle del tombamento dell'Aurelia, dove la pendenza del fondo del canale è praticamente nulla; la parte più fina invece giungerà direttamente in mare senza mai depositarsi.

Nelle tratte oggetto del presente lotto pertanto, per le ragioni precedentemente espresso, il trasporto solido lungo la tratta del fosso del Prete non dovrebbe giocare un ruolo particolarmente significativo o limitante mentre diverso appare l'assetto del fosso Fiumaretta, dove la non sussistenza di bacini di cattura del trasporto solido e la generalizzata condizione erosiva evidenziata dagli studi geomorfologici, ai quali sarà in seguito fatto riferimento, impongono una maggiore attenzione e la predisposizione di interventi di cattura e contrasto.

3. FOSSO FIUMARETTA

3.1 Generalità e determinazioni PAI

Il fosso Fiumaretta è un corso d'acqua con bacino imbrifero di circa 14 Km² con sbocco diretto nel mar Tirreno all'interno del porto di Civitavecchia.

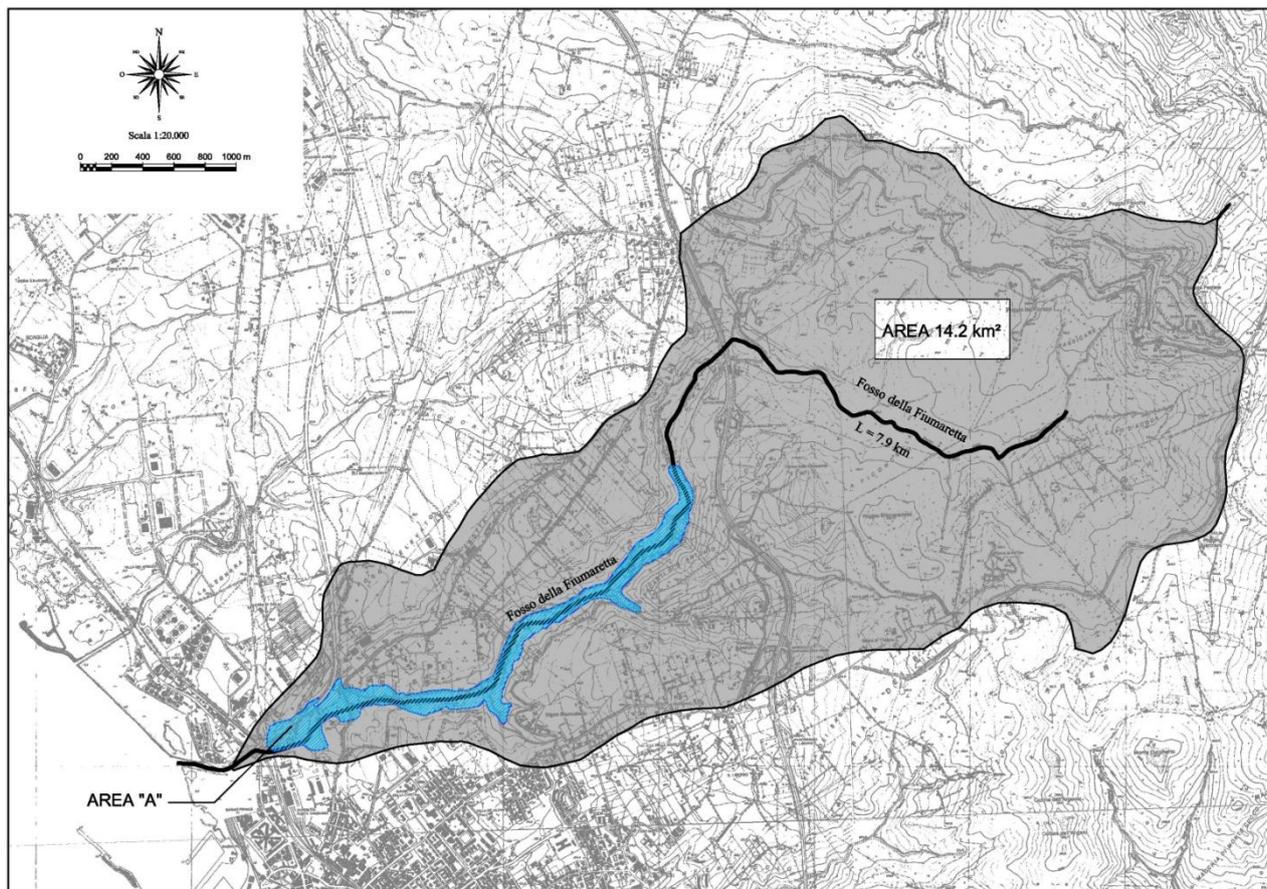


Figura 2 - Delimitazione bacino Fosso della Fiumaretta.

Secondo il PAI regionale il fosso Fiumaretta è caratterizzato, nel tratto terminale, di portate comprese tra circa 150 m³/s (tempi di ritorno cinquantennali) e 230 m³/s (ritorni duecentennali), come evidenziato dalla tabella sotto riportata; sulla base delle predette assunzioni idrologiche e di valutazioni idrauliche eseguite a cura dell'Istituto di Costruzioni Idrauliche dell'Università ROMA TRE, è stato definito lo stato di vulnerabilità agli episodi alluvionali e consequenzialmente di rischio del tratto terminale del corso d'acqua in argomento come sinteticamente illustrato nello stralcio della TAV PAI 2.08. Nord di seguito riportato.

Fosso	T (anni)	$i(\tau_b, T)$ (mm/h)	$Q(T)$ (m ³ /s)
Fiumaretta	30	56,39	124,21
	50	67,67	154,02
	100	81,77	192,11
	200	95,86	232,27
	500	114,89	286,81

Tabella 1 - Portate alla foce del Fosso della Fiumaretta al variare del tempo di ritorno (fonte P.A.I. adottato).

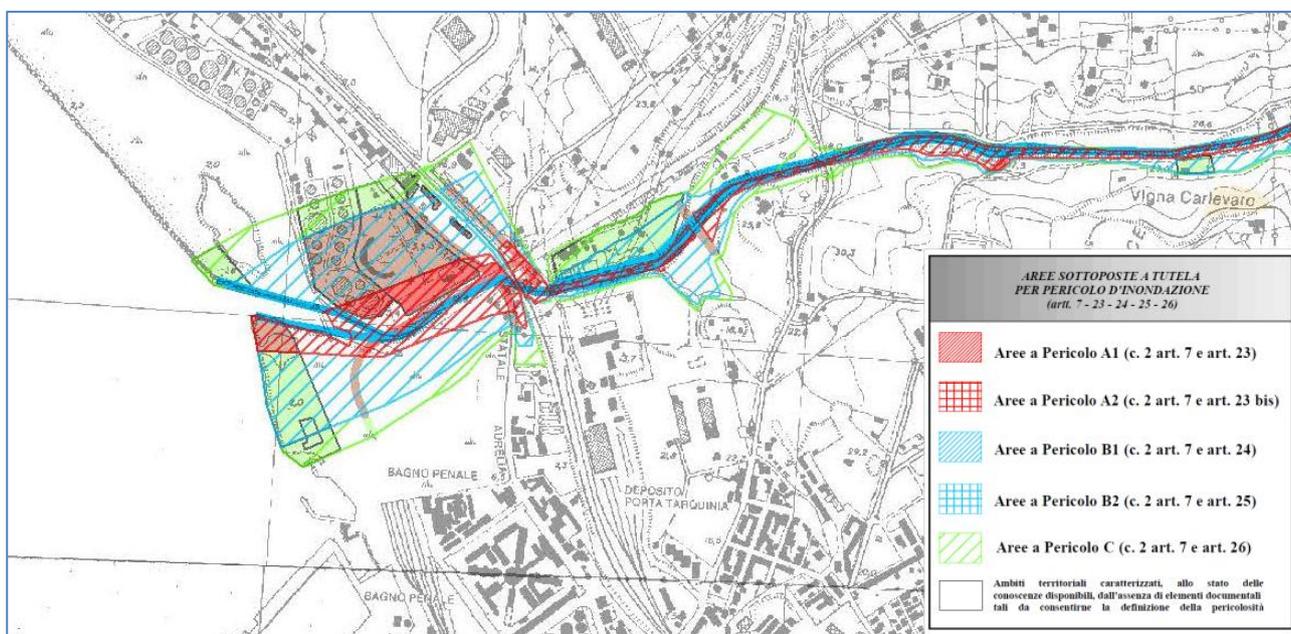


Figura 3 - Stralcio della tavola P.A.I. 2.08 Nord.

In particolare può osservarsi come gli ambiti fociali del Fiumaretta, immediatamente precedenti la linea di costa, sia in destra che in sinistra idrografica, sono stati classificati a pericolosità A1, B1 e C, e che analoghe aree vulnerabili, sia pur a minore significatività, sono state individuate nelle tratte più a monte.

Questo RTPS ha provveduto ad accertare, mediante specifico percorso debitamente autorizzato, che la geometria assunta a base delle suesposte determinazioni, non corrisponde all'attuale stato dei luoghi, interessati negli anni da interventi sistematori del tratto focale del fosso Fiumaretta finalizzati a consentire una migliore e più sicura fruizione delle aree portuali, come emerge dallo stato dei luoghi illustrato in recente visione aerea del sito qui riportata.



Figura 4 - Ortofoto dell'area di intervento.

I lavori sistematori, attuati attorno alla seconda metà degli anni '90, hanno in particolare conseguito un assetto delle banchine portuali illustrato nell'immagine seguente finalizzato a costituire magazzini ed aree di stoccaggio al servizio di nuove banchine commerciali.

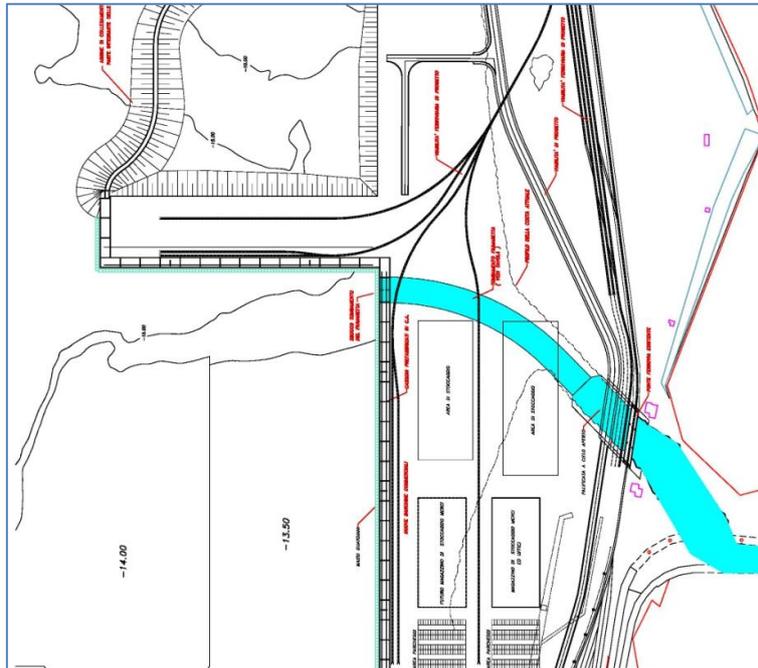


Figura 5 - Stralcio planimetrico intervento di tombamento del Fosso della Fiumaretta nel tratto terminale in ambito portuale (tratto ciano).

Nel quadro di detti interventi è stata data particolare attenzione alla sistemazione finale del fosso Fiumaretta che ne ha comportato il tombamento del tratto terminale (vedi evidenziazione cromatica nella precedente immagine), attuato adottando sezioni tipo sinteticamente richiamate nelle immagini di seguito riportate.

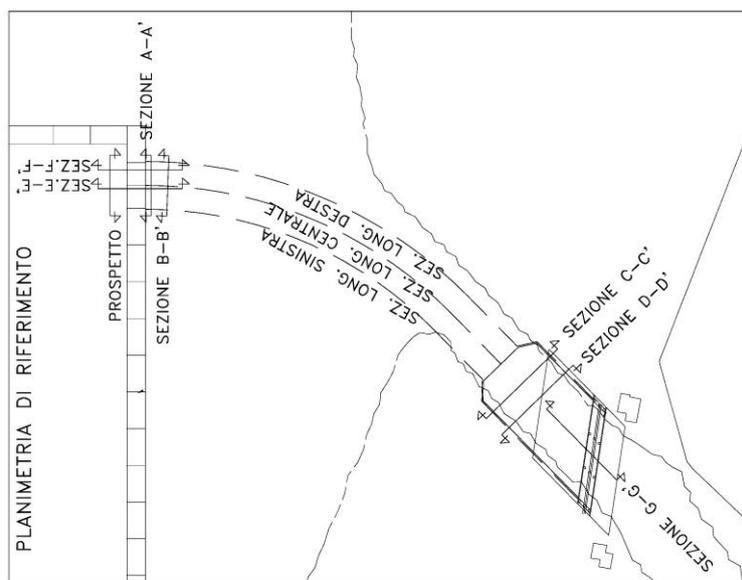


Figura 6 - Tracciamento planimetrico del tratto tombato del Fosso della Fiumaretta.

Il tombamento è preceduto da una vasca di invito a cielo libero e consta di una doppia sezione rettangolare (vedi sezioni A-A', C-C'), che si sviluppa per circa 230 m dalla predetta vasca al filo esterno della nuova banchina con immediato sbocco nell'antistante specchio portuale; il canale tombato presenta larghezza per ogni canna 12 m ed altezza 4,8 m.

Il canale ha le sponde ed il setto centrale realizzato con pali compenetrati $\varnothing 1000$ mm e sbocca verso mare quasi in corrispondenza dell'angolo delle banchine, ha fondo orizzontale con quota - 3,5 m s.m., rivestito con pietrame da 5÷50 kg.

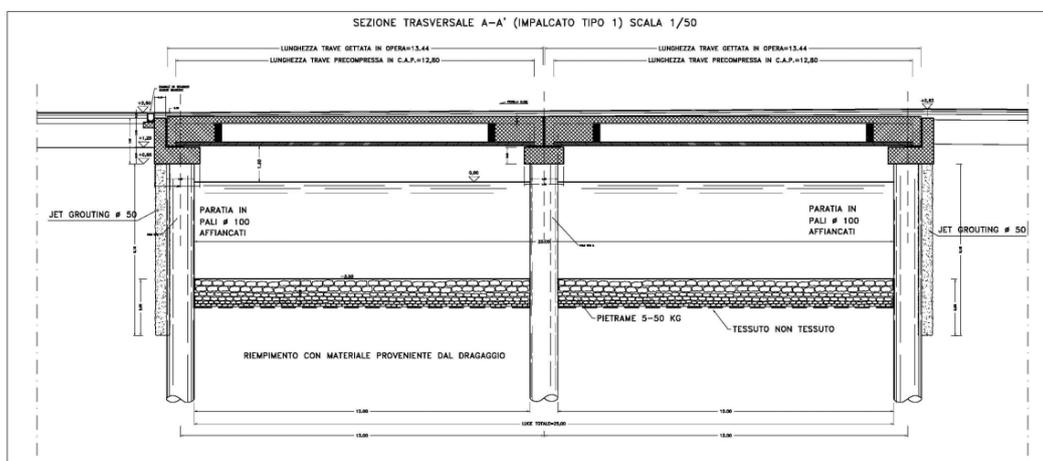


Figura 7 - Tratto tombato Fosso della Fiumaretta: sezione trasversale tratto terminale.

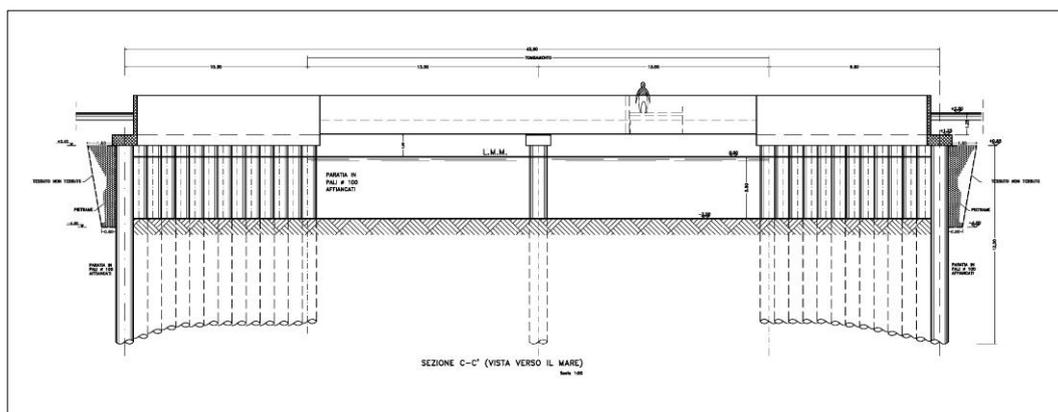


Figura 8 - Tratto tombato Fosso della Fiumaretta: sezione trasversale tratto imbocco.

L'ingresso dalla vasca è connotato da soglia in gabbioni (vedi sezione D-D' e profilo G-G' sotto riportati, a cielo aperto con pareti realizzate con palificata, fondo alla quota -3,5 m s.m. larghezza circa 42 m.

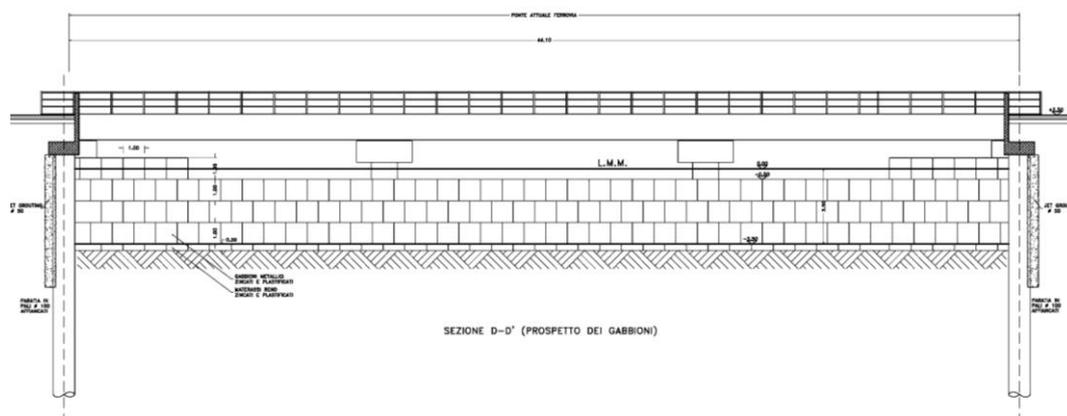


Figura 9 - Tratto tombato Fosso della Fiumaretta: prospetto imbocco.

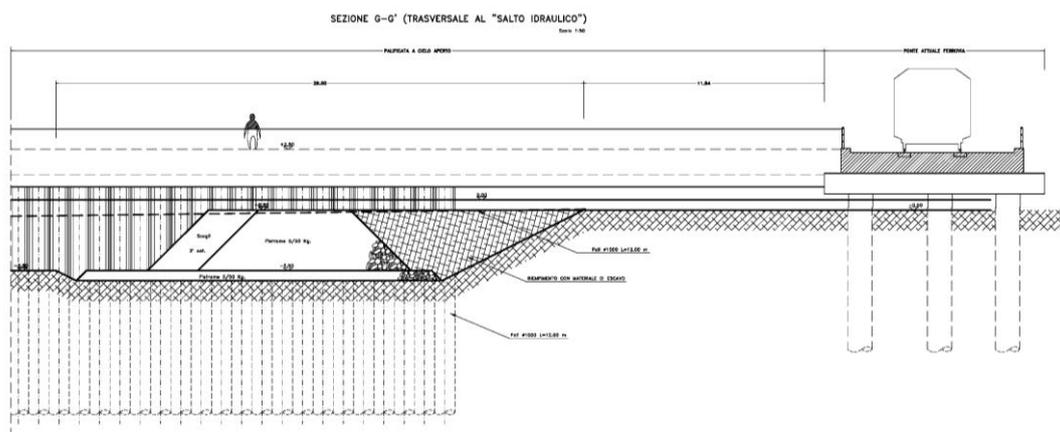


Figura 10 - Tratto tombato Fosso della Fiumaretta: stralcio profilo nel tratto terminale.

Lo stato dei luoghi a monte dei siti interessati direttamente dalle attività portuali, quindi a monte del fascio ferroviario, era finora rimasto quello individuato dalla geometria PAI, con allagamenti per tempi di ritorno secolari, a valle del ponte della Braccianense e fino ai ponti ferroviari delle aree golenali in destra idrografica compresa l'area del depuratore (vedi figura seguente vista dal ponte ferroviario verso monte), ubicata in destra idraulica immediatamente a monte del primo ponte ferroviario



Figura 11 - *Fosso della Fiumaretta: vista dal ponte ferroviario verso monte,*

A monte dei due ponti è presente un manufatto di attraversamento in acciaio recante n. 3 condotte di trasporto per combustibili.



Figura 12 - *Fosso della Fiumaretta: attraversamento aereo condotte combustibili.*

Il tratto successivo, fino al sovrappasso della S.S. Aurelia è regimato tra muri di varia tipologia e scarpate protette da massi ciclopici.

In questo tratto il corso d'acqua segue un percorso tale da evitare le pile dei viadotti delle rampe esistenti del sovrastante svincolo del raccordo Civitavecchia-Viterbo.



Figura 13 - *Fosso della Fiumaretta: tratto in adiacenza della viabilità ANAS di accesso all'area portuale.*

L'ultimo tratto qui di interesse, a monte della via Aurelia, è caratterizzato da alveo confinato da muri, data la vicinanza con le abitazioni, e da due attraversamenti ferroviari, uno della linea Roma-Pisa, l'altro di una linea di servizio.



Figura 14 - *Fosso della Fiumaretta: tratto a monte della SS Aurelia.*

I lavori recentemente appaltati, a cura diretta dell'Autorità Portuale (vedi OPERE STRATEGICHE PER IL PORTO DI CIVITAVECCHIA I LOTTO FUNZIONALE ALLEGATO) incideranno sull'assetto del corso d'acqua in argomento a valle e a monte dell'attraversamento ferroviario in quanto finalizzati da un lato a rendere possibile la realizzazione delle rampe del nuovo svincolo di accesso al porto e dall'altro a eseguire operazioni di straordinaria manutenzione del tratto tombato con asportazione dei sedimenti depositatisi e ripristino della piena funzionalità idraulica del tratto stesso.

Il progetto di adeguamento e di messa in sicurezza del fosso Fiumaretta prevede la realizzazione di nuovi manufatti in c.a. in prossimità del depuratore dove verrà realizzato un muro in C.A. di lunghezza 320 metri ed altezza 3.00 metri che impedirà l'allagamento del depuratore durante le piene due centennali, tale opera verrà realizzata con due tipologie di fondazioni differenti, per un tratto di circa 40 metri si sono previste fondazioni profonde mediante l'uso di pali trivellati in c.a. Ø400, mentre i restanti 280 metri verranno realizzati con fondazioni superficiali (vedi elaborato grafico IDR-DC-01-A). Verranno realizzati anche interventi di pulizia, modellazione e protezione delle sponde con l'utilizzo di gabbioni e materassi tipo "Reno".

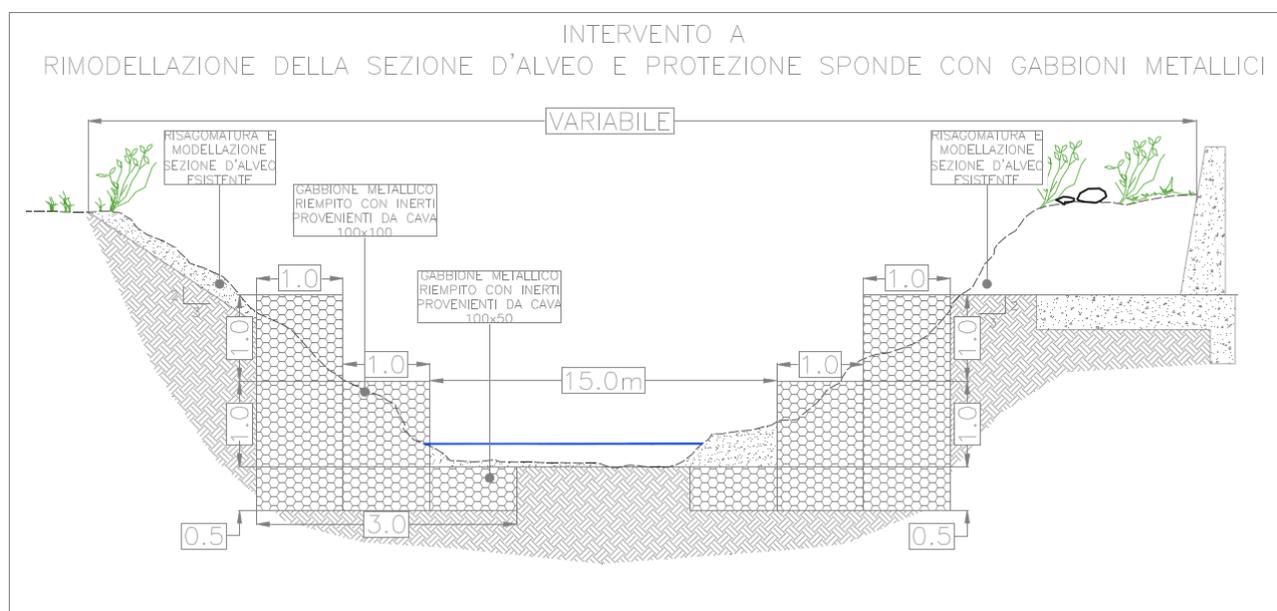


Figura 15 - Sezione tipo sistemazione Fiumaretta

L'intervento previsto a valle del ponte ferroviario ubicato subito dopo l'impianto di depurazione, consiste nella pulizia dell'alveo per regolarizzarne il fondo e nella posa, sulla sponda sinistra, di una fila di gabbioni come presidio al piede per il rimodellamento dell'argine su cui vengono stesi i materassi tipo "Reno"; sulla sponda destra si prevede invece l'allargamento della sezione con

l'eliminazione di una strada bianca di servizio (che passa sotto il ponte ostruendolo in parte) quindi con una rimodellazione della sponda stessa e un rialzamento dell'argine di circa 2,5 m. Si prevede di poggiare 6 file di gabbioni lungo il lato che affaccia sul fosso.

Si ricorda infine che le determinazioni del PAI regionale attinenti il fosso Fiumaretta sono corredate da una carta descrittiva delle *Aree Sottoposte a Tutela per Dissesto Idrogeologico* (TAV PAI 2.08 Nord – aggiornamento 2013) nella quale vengono riportate, oltre agli ambiti idraulicamente a rischio precedentemente ricordati, anche areole a specifico rischio idrogeologico (Aree a Pericolo A (PAI c.2 art.6 e art.16), tra le quali si segnala, per la relativa maggiore estensione, quella in sinistra idrografica che è stata oggetto di particolare attenzione.

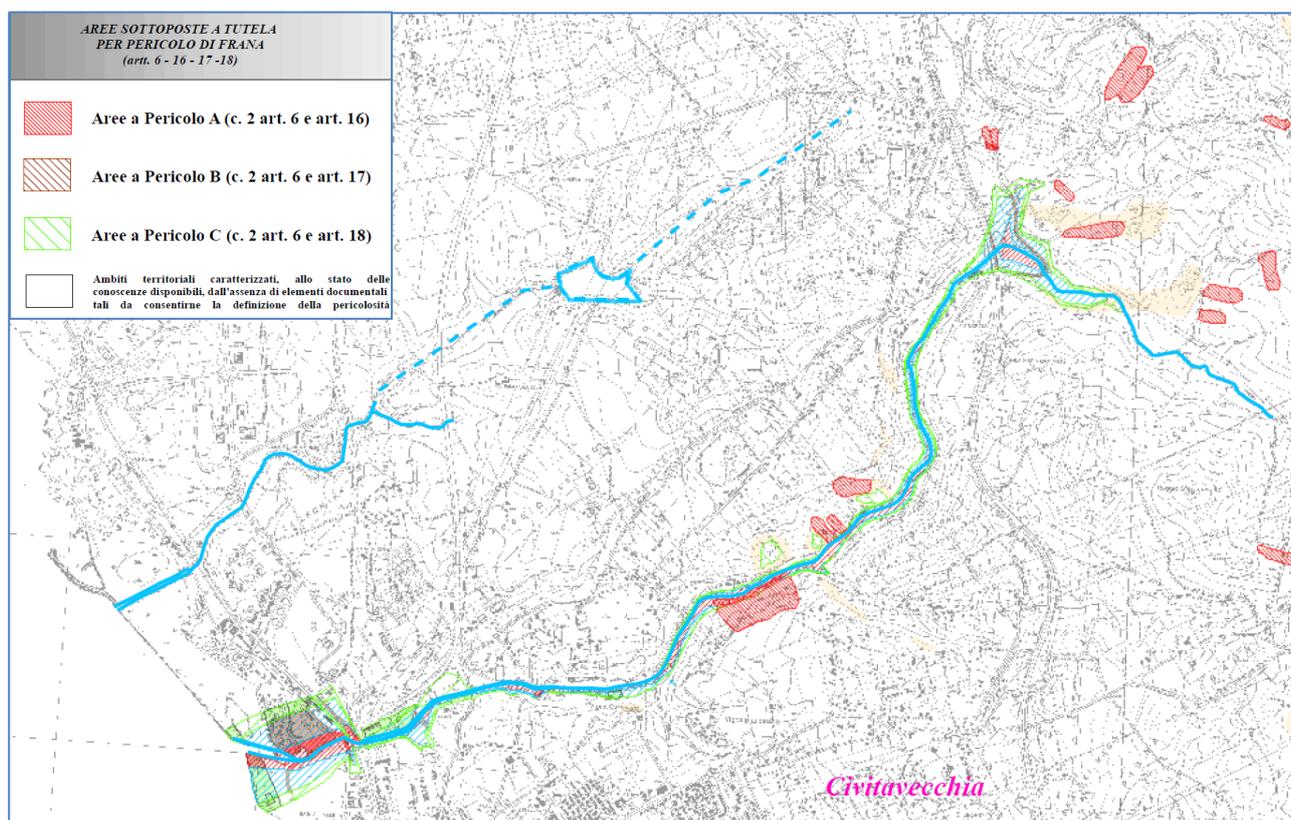


Figura 16 - Aree Sottoposte a Tutela per Dissesto Idrogeologico (TAV PAI 2.08 Nord – aggiornamento 2013).

E' inoltre apparso utile in questa fase progettuale fare riferimento all'*inventario dei fenomeni franosi in Italia IFFI* redatto nel 2007 da ISPRA, Regioni e Province Autonome ed alla relativa cartografia che per quanto attiene il bacino del fosso Fiumaretta ha individuato e delimitato (vedi progetto IFFI foglio 142 codici F142-IINO e F142-IINE), così come richiamato nella immagine seguente, cospicue aree in frana di II livello riferite principalmente a *scivolamento traslativo/rotazionale*

(cromatismo giallo) ed, in minor misura, a *scolamento lento* (cromatismo verde)

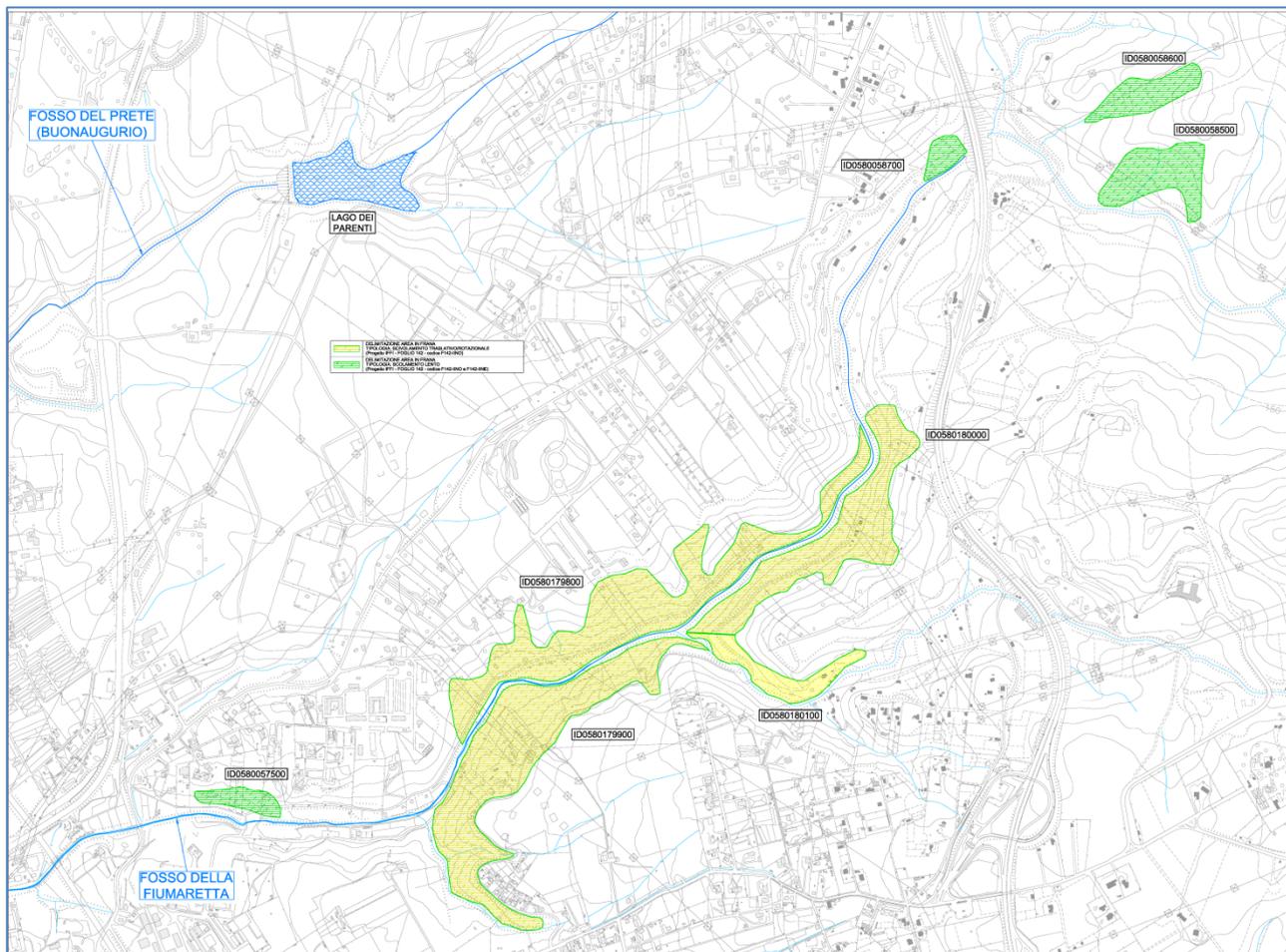


Figura 17 - Fosso della Fiumaretta: progetto IFFI foglio 142 codici F142-IINO e F142-IINE.

3.2 Tipologia di intervento

Da quanto sopra premesso e ricordato, è emersa, sulla base di attenti sopralluoghi ed analisi, la necessità di completamento degli interventi già in atto a cura dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale con la duplice finalità di mitigare il rischio idraulico nei residui ambiti costieri caratterizzati da insediamenti produttivi e terziari di significativo rilievo e di contrastare gli effetti dell'aggressione idrogeologica sui versanti dominanti il corso d'acqua, con particolare riferimento al contenimento del trasporto solido veicolato da monte e degli inneschi dei movimenti gravitativi.

Circa il primo rilevato aspetto è emersa, a giudizio degli Scriventi, la necessità di prosecuzione degli interventi sistematori attualmente in corso, che come noto si arrestano immediatamente a monte della ex linea ferroviaria per Orte e quindi a valle dell'impianto di depurazione dei reflui cittadini insistente in destra idrografica del Fiumaretta; detta necessità si impone precipuamente per sollevare il predetto impianto dalle ricorrenti soggezioni idrauliche (così come anche sancito dagli elaborati PAI) che ne minano la corretta funzionalità.

Si prevede pertanto di intervenire, per un'estesa complessiva di circa 600 m, con pulizia ed eventuale risagomatura della sezione idraulica dall'estremo del tratto oggetto di attuale intervento fino all'attraversamento della Via Braccianese Claudia, in corrispondenza del quale il fosso in argomento è stabilizzato da efficienti soglie in pietrame con protezioni verticali che si estendono fino ai prevalenti piani campagna.



Figura 18 - Fosso della Fiumaretta: sistemazione idraulica del fosso in corrispondenza dell'attraversamento della Via Braccianese Claudia.

L'intervento in particolare comporterà l'adozione di sezioni di deflusso con larghezze di fondo non inferiori a 8 m, (salvo maggiori ampiezze laddove già ora presenti) con la protezione al piede spondale di gabbioni metallici.

In questo tratto dovrà essere debitamente ristrutturato idraulicamente l'attraversamento del Fiumaretta da parte della cd mediana (via Angelo Molinari), ora ingombro di inestricabile vegetazione; la sezione trasversale dovrà essere ottenuta col recupero integrale della attuale della struttura attuale. Oltre alla sistemazione spondale è prevista la realizzazione di un muro in C.A. di altezza pari a 3.00 metri e lunghezza di 320.00 metri che impedirà alla portata avente tempo di ritorno di 200 anni di inondare l'area e impedire la corretta funzionalità dell'impianto.

Per quanto attiene gli interventi di contrasto dell'erosione idrogeologica è stata oggetto di particolare attenzione il tratto del medio Fiumaretta interessato, sia in destra che in sinistra idrografica, dal movimento gravitativo a carattere traslativo rotazionale precedentemente ricordato.

Nel tratto indagato, circa 3 km a monte del porto, l'asta idrica presenta una cadente idraulica media di circa il 2%, con versanti ripidi di dislivello massimo intorno a 30-35 metri, costituiti litologicamente dalla Formazione Argilloso-calcareo-arenacea, nota come *Flysch della Tolfa*; questa presenta calcari marnosi grigi e avana chiari, alternati o intercalati a marne ed argille grigie, rossastre, avana e biancastre, a luoghi passanti a calcari marnosi con fitto reticolato tipo pietra *paesina* o a calcari marnosi e marne rossastre tipo *scaglia*, con intercalazioni di brecciole calcaree, calcari detritici o calcareniti (tipo *pietraforte*).

Tali litologie per le loro peculiari caratteristiche idrogeologiche, alternanza di orizzonti lapidei permeabili per fratturazione e argille e marne poco permeabili per porosità, danno luogo a numerose falde sospese, le quali si rinvergono, sia in destra sia in sinistra idraulica del fosso, ben identificate dalla presenza di piante idrofile.

Va da sé che in tale quadro idro-geomorfologico, caratterizzato da litologie con presenza di orizzonti argillosi imbibiti di acqua e pendii ripidi, si possano innescare movimenti di tipo gravitativo, a seguito dell'aumento delle pressioni interstiziali in stagioni particolarmente piovose.

Nella fattispecie, come detto ed anche chiaramente riportato nella letteratura di settore, questo tratto dell'alveo del Fosso della Fiumaretta è stato inserito dal PAI dell'ABR nella Fascia A di pericolo per frana ed ha dato luogo ad una serie di movimenti censiti nel progetto ISPRA IFFI (trattasi in realtà di almeno quattro movimenti distinti, che peraltro causa la loro prossimità appaiono interessare in continuità un tratto di circa 2 km del corso d'acqua, sia in destra che in sinistra dello stesso).

I sopralluoghi eseguiti hanno confermato la presenza di una potenziale franosità diffusa, anche con zone di frana attiva di tipo traslazionale in destra identificate da corone di frana ben evidenti con zone di accumulo basali in sinistra idraulica, invece, anche se il versante risulta coperto da intensa vegetazione arborea ed arbustiva, si notano ondulazioni e gibbosità della morfologia tipiche di movimenti franosi di tipo rototraslazionale, attivi o quiescenti.

La presenza dei movimenti franosi in sinistra idraulica sono ben evidenti lungo la strada vicinale la cui carreggiata è stata oggetto di interventi di consolidamento strutturale mediante muri in c.a. sul lato di controripa e paratie di micropali con cordolo sommitale sul lato sottoscarpa.

Detto intervento, ove realizzato, ha reso stabile la sede stradale, sulla quale non sono evidenti i segni di distacco o fessurazioni tipici di movimenti gravitativi.

In conclusione, risulta confermato che l'area in esame è interessata da fenomeni franosi diffusi attivi e quiescenti, la cui evoluzione ed i cui volumi potenziali non possono essere esattamente determinati a priori senza l'ausilio di specifiche indagini geognostiche (carotaggi) e geofisiche (tomografie elettriche e sismiche) e/o a monitoraggio (caposaldi, inclinometri, ecc.).

In questa fase progettuale si è ritenuto prioritario intervenire con protezione longitudinale al piede di entrambe le sponde costituita da triplice palizzata viva con radicamento di talee di salice (vedi tavole IDR-BR-01-A e IDR-DL-01-A) intervento integrata da briglie trasversali in legname e pietrame disseminate lungo il corso d'acqua.

Ogni intervento di contenimento, sia di natura idraulica che idrogeologica, sarà condotto, come prescritto in fase di approvazione dei lavori di prima lotto, con tecniche di ingegneria naturalistica.

In relazione a quanto sopra per i manufatti trasversali di contenimento (briglie) e quelli longitudinali (difese al piede) è stata prescelta una tipologia di intervento basata sull'utilizzo di legname e pietrame reperito in loco, tecnica che richiama quanto già messo in opera per la realizzazione di alcuni manufatti di attraversamento sullo stesso corso d'acqua.

Detti manufatti saranno pertanto realizzati in legname e pietrame trasversalmente al corso d'acqua, adeguatamente ammorsati nelle sponde del corso d'acqua per evitare scalzamenti ed aggiramenti, quindi con incastellatura di legname a parete doppia (struttura a cassone o reticolare) in tondame scortecciato, unito da chiodi e graffe metalliche zincate. La soglia sarà realizzata da tronchi di diametro pari a 15-20 cm, opportunamente incastrate nelle spalle, ancorate ai pali di sostegno mediante tacche di ancoraggio e chiodi di ferro o nastri d'acciaio zincati.

Il rivestimento della vasca tra il corpo briglia e la controbriglia verrà realizzato con pietrame reperito in loco e potrà essere predisposto un eventuale posizionamento a tergo di geotessile per evitare sifonamenti;

La soglia durante il riempimento sarà completata con deposizione fra i correnti di rami lunghi 1,50-2,00 m, con capacità di propagazione vegetativa, e/o con talee di salice (1-5 pezzi/m), e/o con piante di latifoglie radicate

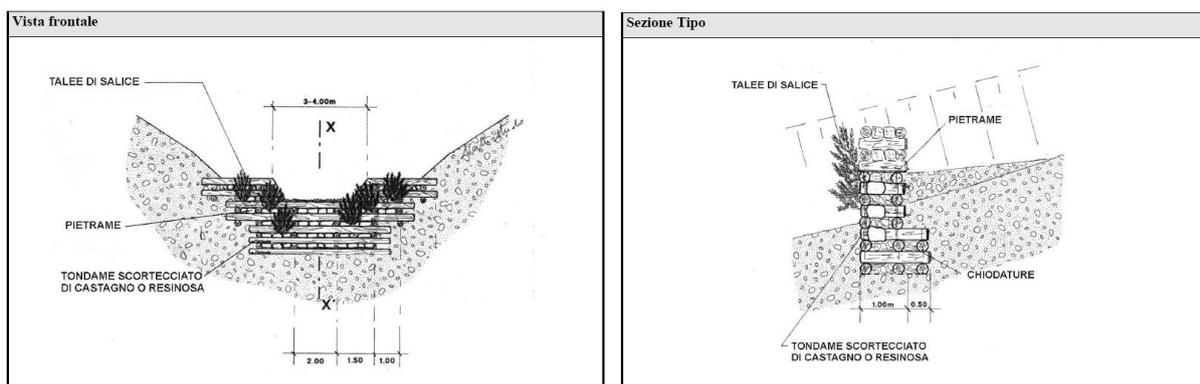


Figura 19 - *Interventi di ingegneria naturalistica: stabilizzazione fondo alveo con briglie in legname e pietrame rinverdito.*

Come detto la protezione del piano spondale sarà affidata a palizzate vive, strutture costituite dalla sovrapposizione di file di tronchi disposti orizzontalmente, sorretti da tronchi verticali infissi nel

substrato, alternate a materiale vegetale vivo (talee, ramaglia di specie atte alla riproduzione vegetativa e/o piantine a radice nuda o in fitocella).

La disposizione in filari o a blocchi diminuisce la pendenza del versante e contrasta efficacemente erosioni superficiali e piccoli movimenti franosi, intercettando le acque superficiali e non permettendo che queste acquistino l'energia per movimentare gli strati superficiali sciolti del substrato, favorendo nel contempo la ritenzione idrica ed il deflusso controllato. Lo stesso materiale vegetale vivo, una volta attecchito e sviluppato, svolge nel tempo un'efficientissima azione di consolidamento, mediante l'apparato radicale, e di drenaggio, mediante la traspirazione fogliare, conseguendo i seguenti vantaggi:

- *abbassamento delle inclinazioni*
- *effetto antierosivo*
- *rapido effetto di stabilizzazione a media profondità*
- *veloce realizzazione*
- *facilità di reperimento in zona del materiale vegetale vivo idoneo*
- *elasticità strutturale*
- *buona adattabilità alla morfologia preesistente*

Nelle foto e schemi seguenti, tratti dal Quaderno di Cantiere 15 della Regione Lazio PALIZZATA VIVA (Roma gennaio 2008) sono illustrate le principali fasi realizzative di questo intervento.

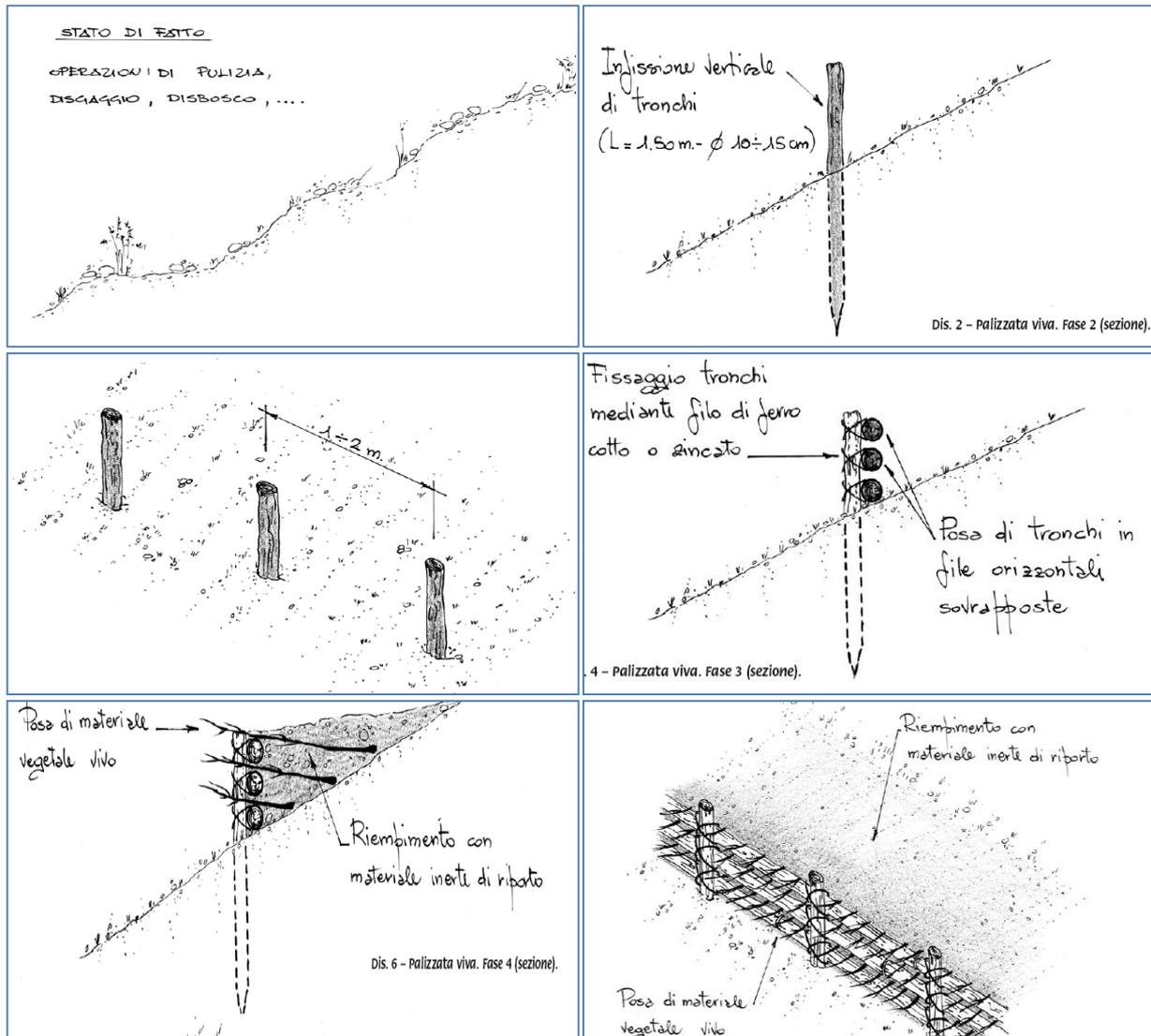


Figura 20 - Interventi di ingegneria naturalistica fasi realizzative briglia in legname e pietrame [Quaderno di Cantiere 15 della Regione Lazio PALIZZATA VIVA (Roma gennaio 2008)].

4. FOSSO DEL PRETE (BUONAUGURIO)

4.1 Generalità

Anche il fosso Del Prete è un corso d'acqua con bacino imbrifero di circa 4.6 Km² con sbocco diretto nel mar Tirreno all'interno del porto di Civitavecchia, immediatamente a nord del precedente.

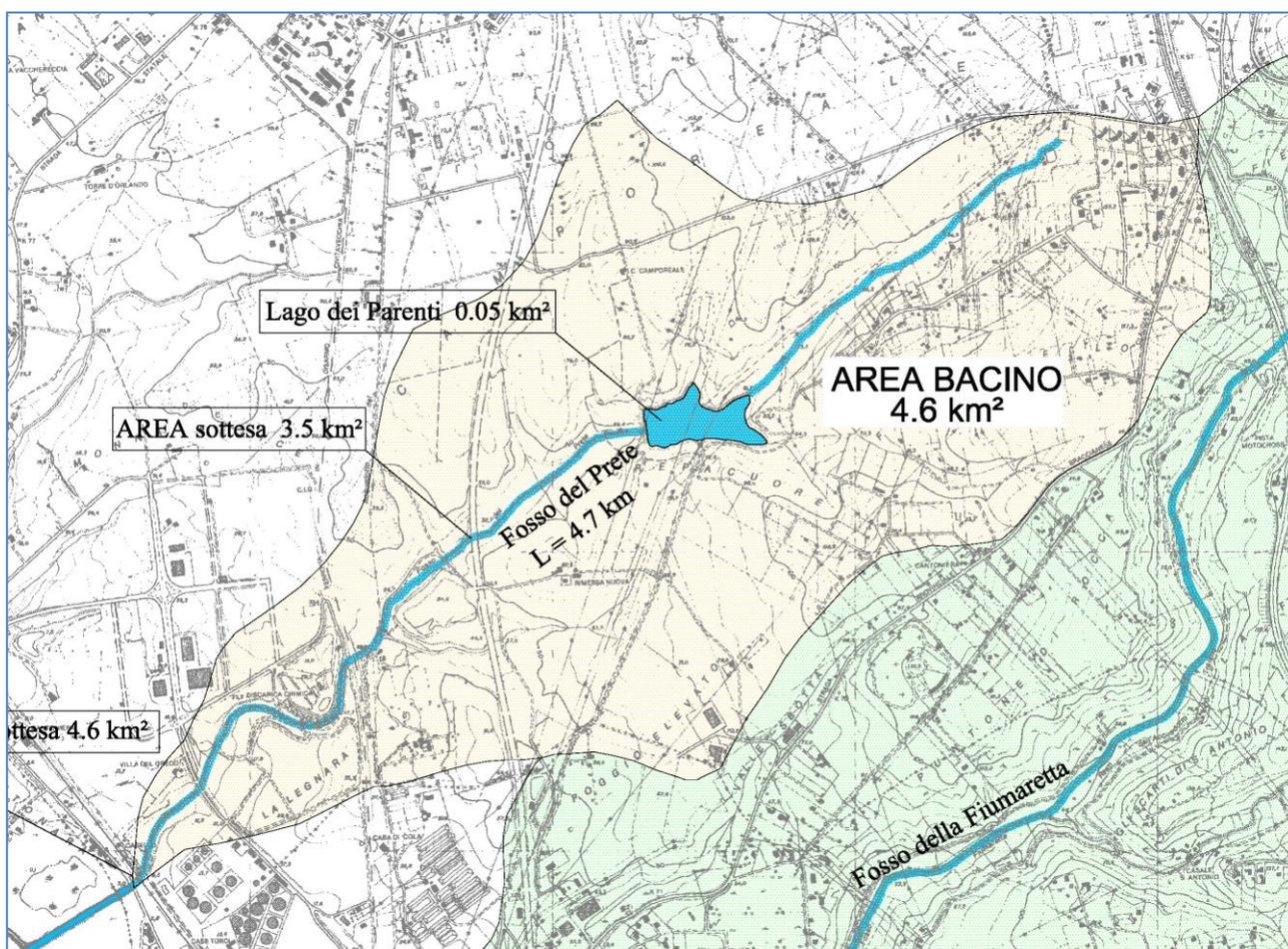


Figura 21 - Delimitazione bacino Fosso del Prete.

4.1.1 Pregresse valutazioni idrologiche

Il PAI regionale non si sofferma esplicitamente sul bacino in argomento e pertanto è stato necessario riferirsi per le valutazioni idrologiche al capitolo 4 della relazione PAI (*Portate di Piena dei Bacini Regionali*), già riprese nella relazione degli interventi idraulici di I Lotto.

La definizione della portata di piena è basata su una procedura, messa a punto dal *Dipartimento per l'Autorità dei Bacini Regionali del Lazio*, per il calcolo semplificato delle portate al colmo di piena basata sulla regionalizzazione sia dei parametri delle leggi intensità – durata – frequenza (IDF), per le piogge con assegnato tempo di ritorno, sia dei coefficienti di deflusso delle superfici dei bacini, secondo la seguente formula razionale:

$$Q(T) = 278 * \Phi(T) * A_b * i(t_b, T) * r(A_b, t_b)$$

In cui:

nella sezione terminale valliva per il fosso Del Prete si hanno i seguenti valori:

L = (lunghezza asta) 4.81 km

A_b = (area del bacino) ,4.43 km²

Y_{max} = (altezza max bacino) 124.5 m slm

Y_{media} = (altezza media bacino) 36.5 m slm

t_b = (tempo di concentrazione) 1,51 (h)¹

$r(A_b, t_b)$ = (coefficiente di ragguglio delle piogge) 0.994²

Per il calcolo dell'intensità di pioggia si è fatto, così come indicato dal PAI regionale alla legge intensità – durata – frequenza (IDF) a tre parametri:

$$I_i(T) = a(T) / (b + t)^m$$

con:

- b (parametro di deformazione della scala temporale), indipendente dalla durata e dal tempo di ritorno, espresso in ore;
- m (compreso tra 0 e 1), indipendente dalla durata e dal tempo di ritorno, adimensionale;;
- a(T) indipendente dalla durata ma non dal tempo di ritorno, espresso in m/h;

¹ Calcolato con la formula intermedia tra Giandotti (t_g) (bacini superiori a 75 km²) e Kirpic (bacini inferiori a 1 km²)
 $t_b = 1/74 (t_g (A_b - 1) + t_k (75 - A_b))$

² Calcolato con la formula $r(A_b, t_b) = 1 - e^{-1.1 * t_b^{0.25}} + e^{-1.1 * t_b^{0.25} - 0.00386 A_b}$

I parametri in argomento, relativi ai bacini della Tolfa, sono stati dedotti, così come i valori del coefficiente di deflusso, in funzione del tempo di ritorno dalle tabelle 3.4.1 e 3.4.2 della relazione del PAI regionale. ($b = 0.16$ h; $m = 0,771$).

In base alle suesposte notazioni si ottengono per le portate di piena ai vari tempi di ritorno della sezione terminale valliva del fosso del Prete (in prossimità dello sbocco a mare) i valori di cui alla tabella che segue:

T_R (anni)	$\Phi(T)$	$a(t)$ (m/h)	l (m/h)	Q (m ³ /s)
30	0,60	0.080	0.071	52.6
50	0.62	0.096	0.086	65.2
100	0.64	0.116	0.103	81.3
200	0.66	0.136	0.121	98.3
500	0.68	0.163	0.145	121.4

Tabella 2 - Portate alla foce del Fosso del Prete al variare del tempo di ritorno (fonte P.A.I. adottato).

4.1.2 Valutazioni idrologiche

In questa fase progettuale è stato effettuato lo studio idrologico del Fosso del Prete ricollegandosi al medesimo studio effettuato durante la progettazione degli interventi relativi al I lotto delle *Opere Strategiche del Porto di Civitavecchia*, con particolare riferimento al progetto esecutivo delle darsene “*servizi e traghetti*” che come noto comprendeva il tombamento del tratto terminale del fosso del Buonaugurio.

Per quanto riguarda il fosso del Prete è stato effettuato lo studio delle piogge, passo fondamentale per determinare i valori delle portate di progetto. Le informazioni sulle piogge derivano dalle misurazioni registrate dalle stazioni pluviometriche situate all'interno del bacino o nelle sue immediate vicinanze. La principale caratteristica delle misure di precipitazione è dunque quella di essere misure puntuali; esse, con opportuni accorgimenti, sono state estese all'area di interesse. E' stata effettuata una ricerca delle stazioni di misura pluviometrica nelle vicinanze dell'area di interesse individuando quella di Civitavecchia e Allumiere in ragione della loro prossimità all'area d'interesse. Reperiti i dati è stata effettuata prima una stima delle piogge a scala Regionale utilizzando la distribuzione TCEV. Successivamente si è fatta una stima regionale dei parametri con i massimi giornalieri mediante la regionalizzazione delle altezze di pioggia nei diversi pluviometri, cioè l'aggregazione di tali variabili in gruppi con caratteristiche stocastiche comuni. Secondo la procedura proposta da Versace e al. (1989) vengono considerati tre livelli di

regionalizzazione, individuando il primo livello, *regioni omogenee* rispetto ai parametri Λ_* e Θ_* , da cui deriva l'omogeneità anche rispetto al *coefficiente di asimmetria*, il secondo livello, *zone omogenee* anche rispetto al parametro Λ_I , da cui deriva l'omogeneità anche rispetto al *coefficiente di variazione* ed il terzo livello, *sottozone omogenee* rispetto alla dipendenza del parametro Θ_1 - e quindi della media - da alcune grandezze geografiche locali (quota, distanza dal mare, orientamento dei versanti). Tale procedura ha permesso di regionalizzare le massime altezze di pioggia giornaliere, infine sono state elaborate le precipitazioni intense di breve durata adottando una legge intensità-durata-frequenza a tre parametri. Un ulteriore parametro importante ai fini della stima delle portate dei corpi idrici in esame è la stima del tempo di corrivazione. Per il calcolo del tempo di corrivazione dei bacini t_c è stata utilizzata la formulazione interpolare (Calenda et al.) tra quella di Giandotti e quella di Kirpich; tali formulazioni correlano in maniera diversa i caratteri geometrici e morfologici ai tempi di deflusso. Successivamente è stata effettuata un'analisi statistica anche delle piogge intense di breve durata che ha permesso di costruire le curve di possibilità pluviometrica in funzione dei diversi tempi di ritorno e mediante la trasformazione afflussi deflussi si sono stimate le portate che transitano nel fosso del Prete in funzione del tempo di ritorno. Si riporta la tabella riepilogativa del calcolo delle portate al variare del tempo di ritorno.

Tr [anni]	C	i [mm/h]	A [km ²]	Q [m ³ /s]
10	0,52	52	4,60	34
20	0,52	61	4,60	41
50	0,52	81	4,60	54
100	0,52	97	4,60	64
200	0,52	117	4,60	77

Per i calcoli si rimanda alla relazione IDR-RE-02-A.

4.2 Interventi di I lotto

Nel progetto di sistemazione dei fossi interferenti col bacino portuale di cui agli elaborati di I lotto datati luglio 2008, il fosso del Prete è stato preso in considerazione solo nel suo tratto terminale, a valle dell'attraversamento della nuova SS1 Aurelia, per un'estesa di circa 430 m.

Tale tratto terminale è interferito, oltre che dalla viabilità intraportuale, da viabilità di accesso a proprietà private, dalla via Aurelia Nord e da due ponti ferroviari, di cui quello più a valle è pertinente alla linea Roma – Pisa.

Il progetto in argomento prevedeva di non intervenire sul tratto terminale fociale che si svolge in pieno ambito portuale (tratto già rettilineo con sezione trapezia in terra) che invece, interessando direttamente il corpo della nuova banchina traghetti, è stato tombato con struttura rettangolare in calcestruzzo armato e come tale accompagnato fino al filo della banchina stessa per lo sbocco finale³.

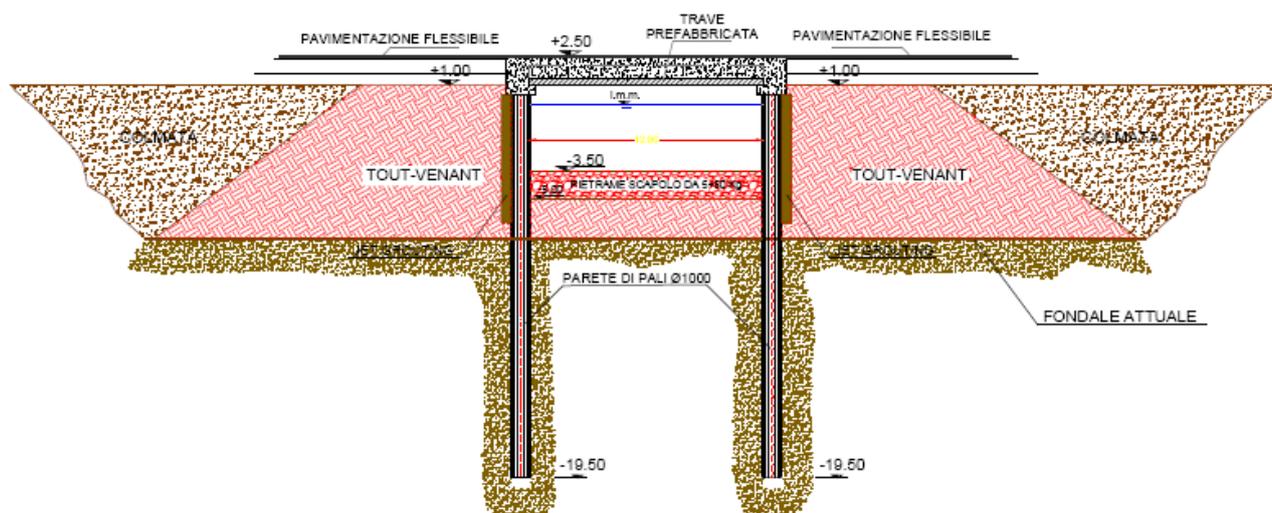


Figura 22 - Fosso del Prete: sezione tipo intervento di tombamento tratto terminale in ambito portuale.

³ Vedi progetto esecutivo del *prolungamento antemurale C.Colombo Darsene Servizi e Traghetti set 2008/ nov 2011*

Da rilevare che il tratto relativamente più a monte di circa 350 m compreso tra i ponti ferroviari e quello della Nuova Aurelia viene in progetto di I lotto descritto: *“il fosso fa una piccola ansa in un’area ricca di vegetazione, che potrebbe fungere da cassa di espansione”*.

Gli interventi sistematori, constatata l'insufficienza idraulica del corso d'acqua a contenere la portata di riferimento progettuale ($T_r = 100$ anni) hanno in sintesi previsto:

- previa demolizione dei manufatti preesistenti, la costruzione di nuovi attraversamenti scatolari in c.a. delle dimensioni nette 13 x h 2.3 m, al servizio dell'attraversamento dell'Aurelia e della viabilità minore interferita;
- allargamento della sezione idraulica tramite risagomatura dell'alveo e posa di gabbionate nel tratto compreso tra la via Aurelia ed i ponti ferroviari;
- pulizia e protezione delle sezioni con posa di materassi tipo *Reno* sul fondo e di gabbioni sulle spalle in corrispondenza dei due attraversamenti ferroviari;
- pulizia e riprofilatura dell'alveo per una lunghezza di 350 m tra gli attraversamenti ferroviari e quello della Nuova Aurelia.

Tali interventi sono in fase di avanzata realizzazione, così come risulta completato il tombamento del tratto focale terminale.

4.3 Tipologia di intervento

Da rilevare in via preliminare che, anche per il fosso del Prete, gli interventi descritti al precedente paragrafo sono stati dimensionati per far fronte a tempi di ritorno centennali, ancorché il PAI regionale (vedi relazione generale Cap. 5, pag 259) prevedesse di calibrare gli interventi mitigatori ad un tempo di ritorno di 200 anni.

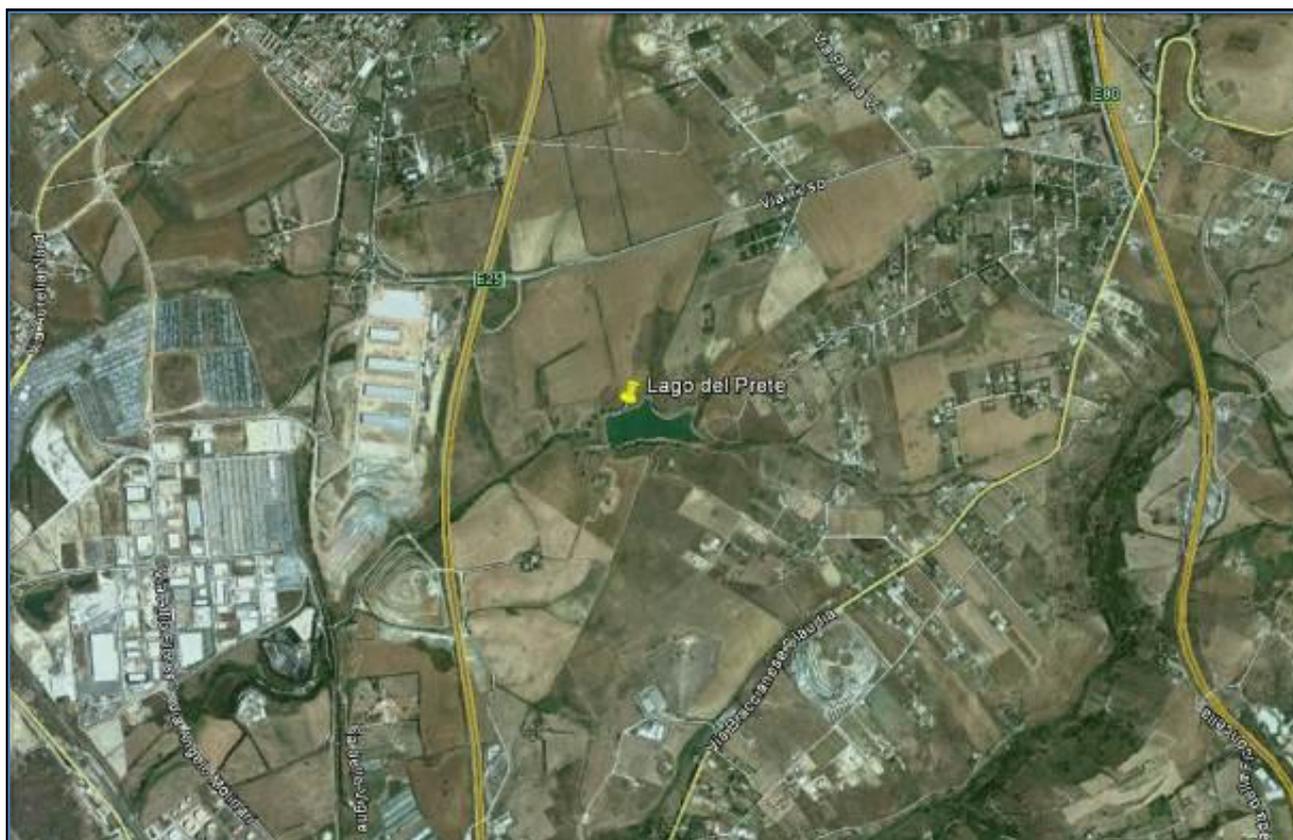


Figura 23 - Ortofoto dell'area di intervento.

Da sopralluoghi attentamente condotti è emersa la assoluta insufficienza idraulica del corso d'acqua in tutto il tratto qui di interesse compreso tra l'attraversamento della Nuova Aurelia ed il viadotto della Civitavecchia Orte; in particolare è stato appurato che il tratto compreso tra la Nuova Aurelia e la dismessa linea ferroviaria per Orte mantiene i caratteri già evidenziati per il tratto vallivo compreso tra la predetta Nuova Aurelia ed i ponti ferroviari, quindi si presenta infestato da vegetazione incontrollata che ne obliterano l'officiosità, imponendo la previsione di interventi di pulizia e riprofilatura analoghi a quanto in fase di realizzazione immediatamente a valle.



Figura 24 - Fosso del Prete: stato di proliferazione di specie vegetazionali in alveo.

Particolare attenzione è stata riservata al tombino di attraversamento della linea ferroviaria interferita immediatamente a valle della discarica cittadina in quanto detto tombino è stato inopportuno trasformato in viabilità (abusiva ?) di collegamento tra la zona industriale di valle e la citata discarica a monte.



Figura 25 - Fosso del Prete: attraversamento linea ferroviaria (1 vista da monte, 2 vista da valle).

La compresenza di tale viabilità risulta del tutto incompatibile con le funzioni idrauliche di smaltimento delle pur cospicue residue portate del fosso, tanto che informali segnali di pericolo di allagamento pongono sull'avviso i fruitori di tale strana mini arteria.

Il Progetto Definitivo prevede il recupero della piena funzionalità idraulica di detto tombino, con obliterazione di ogni seppur minima funzione viabile, anche se la presenza del manufatto impedisce il deflusso naturale della portata di piena avente tempo di ritorno due centennale.



Figura 26 - Fosso del pRete: tratto di alveo immediatamente a valle dell'attraversamento ferroviario.

Anche il tratto seguente del fosso che insiste tra la strada di accesso alla discarica e la discarica stessa risulta completamente cancellato da vegetazione infestante e fortemente interrato ed è stato pertanto necessario estendere anche a questo tratto, per tutta l'estesa adiacente alla strada, gli interventi di pulizia e recupero della sezione idraulica già altrove prospettati. Oltre a tali interventi è stata prevista la realizzazione di un tombino composto da due luci di dimensioni 3,00 m di larghezza e 2,50m di altezza in prossimità dell'ingresso alla discarica in via delle vigne, ed uno subito a monte del tombino di attraversamento ferroviario (vedi elaborato grafico IDR-DC-02-A).

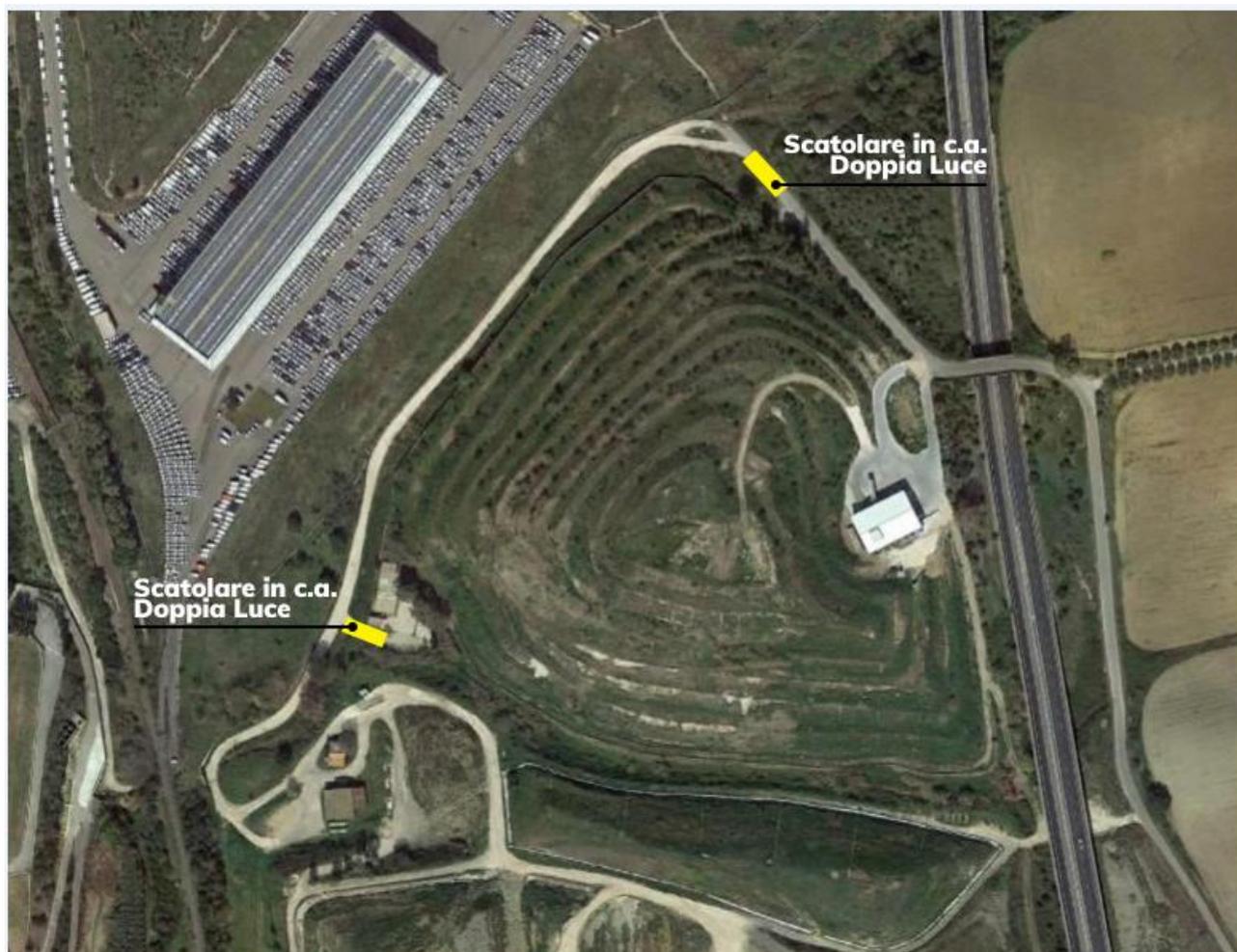


Figura 27 - Collocazione tombini scatolari in c.a.

Nel complesso gli interventi di adeguamento idraulico da attuare sul fosso del Prete interessano uno sviluppo di 1.500 m con sezione trasversale ottenuta con recupero della sezione utile con protezione in duplice ordine di gabbioni ai piedi spondali (vedi tavola IDR-ID-01-A).

5. RICOSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA DEI CORSI D'ACQUA E VERIFICHE IDRAULICHE DEGLI STESSI.

Le considerazioni che seguono hanno validità generale e quindi trovano, nel presente progetto, applicazione per entrambi i corsi d'acqua oggetto di intervento (Fiumaretta e del Prete).

Per le parti più vallive dei corsi d'acqua, già oggetto di interventi sistematori dallo sbocco in mare fino al limite W del depuratore cittadino delle acque reflue (Fiumaretta) e fino all'intersezione con la strada Mediana (del Prete) la geometria dei corsi (sezioni trasversali, profili longitudinali, manufatti interferenti etc.) si è fatto riferimento a specifici rilievi *as built* eseguiti a cura della Committente Autorità Portuale di Civitavecchia.

Per quanto attiene i tratti fluviali non coperti dalla precedente attività, si è fatto invece ricorso ad una campagna di rilievi eseguita in questa fase progettuale a cura degli Scriventi.

Per avere una visione più ampia dei corpi idrici e poter realizzare un adeguato profilo idraulico dei due fossi, si è fatto riferimento alla campagna di indagini costituite da un rilievo aerofotogrammetrico da bassa quota eseguito a mezzo di aeromobili a pilotaggio remoto APR (droni) su tutto l'ambito portuale di Civitavecchia, esteso ad una vasta area retrostante lo stesso che include anche le aste dei due corsi d'acqua in studio (rispettivamente fino all'autostrada A per quanto attiene il Fiumaretta ed alla strada Orte Civitavecchia per il del Prete), con produzione di un cospicuo materiale cartografico, comprensivo sia di rappresentazioni planimetriche cartacee ed ortofoto che di informazioni digitali.

Al fine qui di interesse è stato in particolarmente fatto ricorso alla nuvola di punti (fornita generalmente passo 20 m con locali raffittimenti) utilizzata con opportune interpolazioni in ambiente GIS al fine di ottenere una utile rappresentazione digitale del terreno (DTM).

La geometria fluviale così ricostruita è stata posta a base delle simulazioni "*ante operam*" che hanno riguardato entrambi i corsi d'acqua oggetto di intervento con l'intento di verificarne il comportamento all'attualità qualora cimentati da eventi di piena bisecolari.

Le verifiche sono state condotte in moto permanente col noto codice di calcolo HEC RAS 4.1.0, imponendo allo sbocco un sopralzo meteomarinico di 0.5 m (coerentemente con quanto assunto nelle verifiche di I lotto) e scabrezze secondo Manning di $0.06 \text{ s/m}^{1/3}$ e $0.04 \text{ s/m}^{1/3}$ rispettivamente nelle aree golenali e nell'alveo inciso.

Tali verifiche sono state ripetute per le condizioni di progetto con la geometria variata in dipendenza degli interventi ed utilizzando valori di scabrezza pari a $0.06 \text{ s/m}^{1/3}$ e $0.025 \text{ s/m}^{1/3}$

rispettivamente per le aree golenali e l'alveo inciso, modificando tali valori lungo le sponde interessate dall'intervento.

Gli esiti di tali verifiche e gli elaborati a questi correlati sono riportati nell'allegato progettuale IDR-RE-02-A, al quale si rimanda.

6. TABELLE

Tabella 1 - Portate alla foce del Fosso della Fiumaretta al variare del tempo di ritorno (fonte P.A.I. adottato).	7
Tabella 2 - Portate alla foce del Fosso del Prete al variare del tempo di ritorno (fonte P.A.I. adottato).	25

7. FIGURE

Figura 1 - Carta geologica dell'area di studio.	3
Figura 2 - Delimitazione bacino Fosso della Fiumaretta.	6
Figura 3 - Stralcio della tavola P.A.I. 2.08 Nord.	7
Figura 4 - Ortofoto dell'area di intervento.	8
Figura 5 - Stralcio planimetrico intervento di tombamento del Fosso della Fiumaretta nel tratto terminale in ambito portuale (tratto ciano).	9
Figura 6 - Tracciamento planimetrico del tratto tombato del Fosso della Fiumaretta.	9
Figura 7 - Tratto tombato Fosso della Fiumaretta: sezione trasversale tratto terminale.	10
Figura 8 - Tratto tombato Fosso della Fiumaretta: sezione trasversale tratto imbocco.	10
Figura 9 - Tratto tombato Fosso della Fiumaretta: prospetto imbocco.	11
Figura 10 - Tratto tombato Fosso della Fiumaretta: stralcio profilo nel tratto terminale.	11
Figura 11 - Fosso della Fiumaretta: vista dal ponte ferroviario verso monte,	12
Figura 12 - Fosso della Fiumaretta: attraversamento aereo condotte combustibili.	12
Figura 13 - Fosso della Fiumaretta: tratto in adiacenza della viabilità ANAS di accesso all'area portuale.	13
Figura 14 - Fosso della Fiumaretta: tratto a monte della SS Aurelia.	13
Figura 15 - Sezione tipo sistemazione Fiumaretta.	14
Figura 16 - Aree Sottoposte a Tutela per Dissesto Idrogeologico (TAV PAI 2.08 Nord – aggiornamento 2013).	15
Figura 17 - Fosso della Fiumaretta: progetto IFFI foglio 142 codici F142-IINO e F142-IINE.	16
Figura 18 - Fosso della Fiumaretta: sistemazione idraulica del fosso in corrispondenza dell'attraversamento della Via Braccianese Claudia.	17
Figura 19 - Interventi di ingegneria naturalistica: stabilizzazione fondo alveo con briglie in legname e pietrame rinverdito.	20
Figura 20 - Interventi di ingegneria naturalistica fasi realizzative briglia in legname e pietrame [Quaderno di Cantiere 15 della Regione Lazio PALIZZATA VIVA (Roma gennaio 2008)].	22
Figura 21 - Delimitazione bacino Fosso del Prete.	23
Figura 22 - Fosso del Prete: sezione tipo intervento di tombamento tratto terminale in ambito portuale.	27
Figura 23 - Ortofoto dell'area di intervento.	29
Figura 24 - Fosso del Prete: stato di proliferazione di specie vegetazionali in alveo.	30
Figura 25 - Fosso del Prete: attraversamento linea ferroviaria (1 vista da monte, 2 vista da valle.	30
Figura 26 - Fosso del pRete: tratto di alveo immediatamente a valle dell'attraversamento ferroviario.	31
Figura 27 - Collocazione tombini scatolari in c.a.	32