

COMMITTENTE :



RETE FERROVIARIA ITALIANA - S.p.A.

DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA

PROGETTAZIONE:



SWS engineering SPA
Via della Stazione, 27 Frac. Mattarello
38123 Trento (TN) Italia
P. IVA C.F. 00580510222



SOGGETTO TECNICO : RFI SpA - DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI ANCONA
S. O. INGEGNERIA

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA: BOLOGNA-LECCE
COMUNE DI ANCONA

PROGETTO: Comune di Ancona - Lungomare Nord

Realizzazione della scogliera di protezione della linea ferroviaria Bologna-Lecce, interrimento con gli escavi dei fondali marini, rettifica e velocizzazione della linea ferroviaria

RELAZIONE SULLA GESTIONE DEI DRENAGGI

SCALA

-

Foglio

1 di 1

PROGETTO/ANNO

SOTTOPR.

LIVELLO

NOME DOC.

PROGR.OP.

FASE FUNZ.

NUMERAZ.

1 8 2 6 1 8

0 0 2

P D

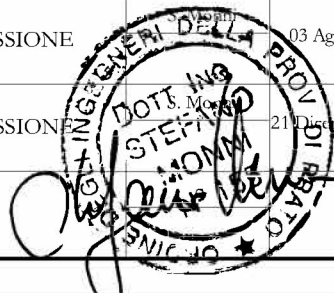
T G - -

0 0

0 0

E 5 1 0

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	1^ EMISSIONE	S. Monni	03 Luglio 2018	V. Gangai	02 Luglio 2018	P. Ludovigo	04 Luglio 2018	G. del Vasto	04 Luglio 2018
B	2^ EMISSIONE		03 Agosto 2018	V. Gangai	02 Settemb. 2018	P. Ludovigo	04 Settemb. 2018	G. del Vasto	04 Settemb. 2018
C	3^ EMISSIONE		21 Dicembre 2018	V. Gangai	26 Febbraio 2019	P. Ludovigo	26 Febbraio 2019	N. D'Alessandro	26 Febbraio 2019



POSIZIONE ARCHIVIO	LINEA	SEDE TECN.	NOME DOC.	NUMERAZ
				- - - -
	Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data

File:

Sommario

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE SISTEMA DI DRENAGGIO	3
2.1	TOMBINI DI PROGETTO	3
2.1.1	FUNZIONAMENTO ORDINARIO	4
2.1.2	FUNZIONAMENTO STRAORDINARIO	5
2.2	TRINCEE DRENANTI.....	6
3	EFFETTI GENERATI DAL SISTEMA DI DRENAGGIO	8
4	PIANIFICAZIONE MANUTENTIVA	9
4.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA PER LA MANUTENZIONE	9
5	CONCLUSIONI	10
	ALLEGATO 1	11
	ALLEGATO 2	14

1 PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di fornire i chiarimenti riguardanti la gestione dei drenaggi delle acque di falda, in seguito ai commenti avanzati dal provveditorato Interregionale alle opere Pubbliche -Toscana-Marche-Umbria-Firenze, in data 26/09/2018, relativi alla realizzazione della scogliera di protezione della linea ferroviaria Bologna – Lecce, interrimento con gli escavi dei fondali marini, rettifica e velocizzazione della linea ferroviaria. Si riporta, di seguito, il commento relativo a tale argomento:

4. Gestione drenaggi acque di falda

Non è chiaramente comprensibile il funzionamento del sistema di drenaggio delle acque di falda, specialmente in considerazione della ridottissima differenza di quota tra gli attuali tombini di scolo e la rete prevista in progetto. In particolare, non appaiono poi sufficientemente chiariti gli effetti che potrebbero generarsi a monte del nuovo rilevato ferroviario in caso di saturazione di condotte e tombini esistenti e da realizzare. Non è presente la previsione di una pianificazione manutentiva che invece appare necessaria.

2 DESCRIZIONE SISTEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio progettato consiste nell'adeguamento dei tombini esistenti. I tombini sono stati adeguati per dimensioni, a seguito delle nuove verifiche idrauliche, e per lunghezza fino alla nuova scogliera di protezione. In aggiunta, al fine di evitare che il rilevato realizzato al piede del versante di frana possa diminuire il naturale deflusso delle acque, è stata progettata un'ulteriore rete di drenaggio costituita da trincee longitudinali e trasversali riempite con materiale molto permeabile.

2.1 TOMBINI DI PROGETTO

I tombini di progetto presenti lungo il tratto interessato dalla frana hanno il compito di smaltire l'acqua superficiale e sub-superficiale di scorrimento proveniente dal versante in modo da mantenere le condizioni idrauliche di smaltimento attuali del versante di monte.

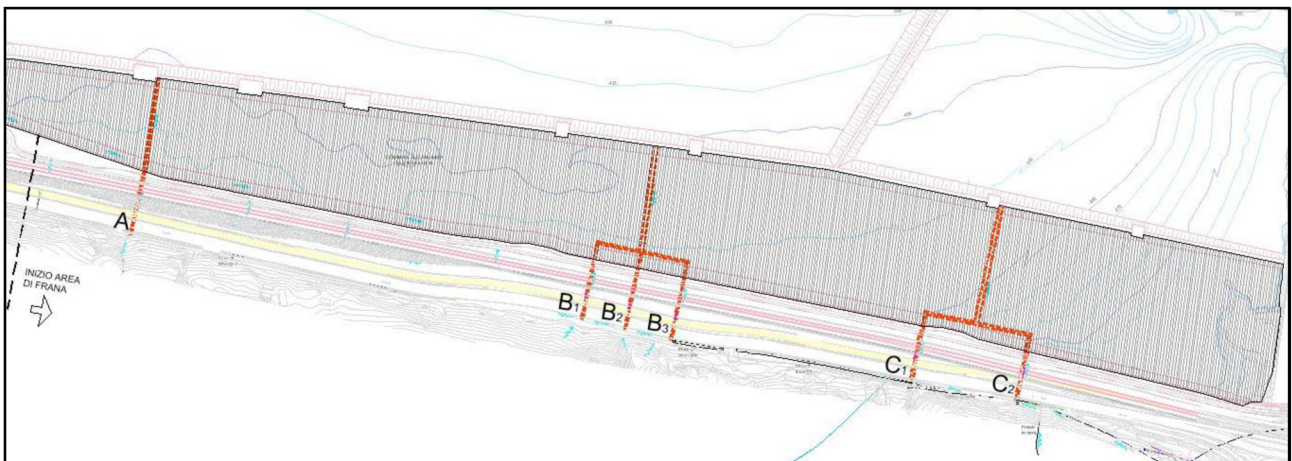


Figura 1 - Planimetria tombini di progetto

In riferimento alla relazione idraulica-idrologica i tombini 8, 11,12,13,15,16 sono stati rinominati rispettivamente come segue: A, B₁, B₂, B₃, C₁ e C₂.

Lo schema tipo del funzionamento è illustrato nella figura di seguito.

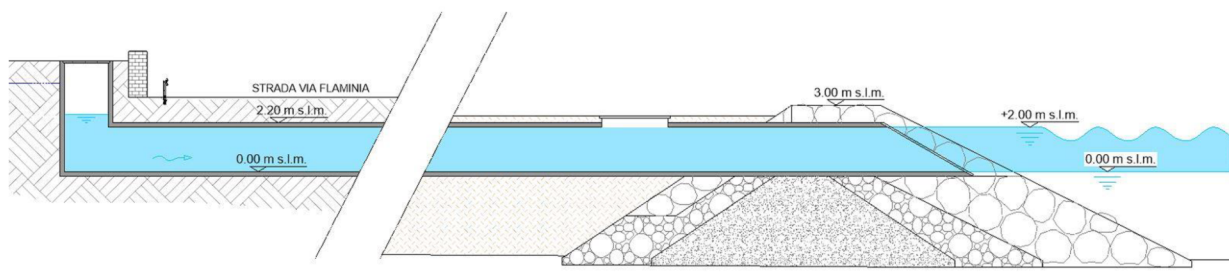


Figura 2 - Funzionamento tombino

I tombini hanno tutti altezza pari a 2m e larghezza variabile da 2m a 5m a seconda della portata che defluisce al loro interno, dipendente dal bacino imbrifero sotteso. All'imbocco di ogni tombino è presente un pozzetto di dimensioni 3m x 2m o 4m x 2m, a seconda della larghezza del tombino, che convoglia al suo interno le acque provenienti dai fossi superficiali.

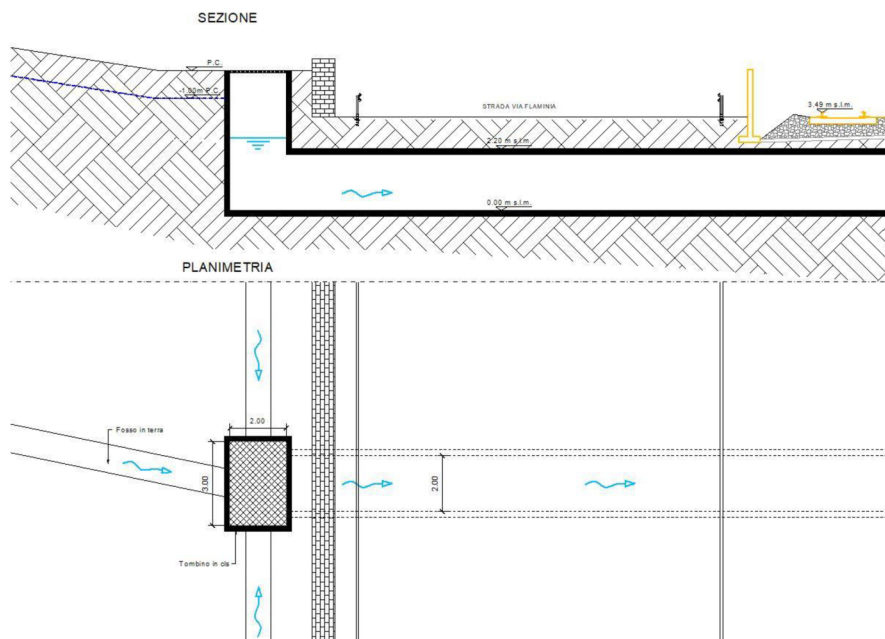


Figura 3 - Imbocco tombino, sezione e planimetria

I tombini sono stati progettati con pendenza praticamente nulla e verificati in assenza di pendenza a causa della ridotta differenza di quota tra il rilevato e il livello medio del mare. Il loro funzionamento dipende dalla differenza di carico che si instaura tra l'imbocco e lo sbocco del tombino.

Il regime idraulico di deflusso è influenzato sia dalla portata proveniente dal versante di monte che dalle oscillazioni del livello medio del mare. Si possono distinguere due tipi di funzionamento:

- Funzionamento ordinario: la corrente defluisce con sbocco libero, non in pressione, ossia quando il livello medio del mare non supera l'intradosso dello scatolare;
- Funzionamento straordinario: la corrente defluisce in pressione, in quanto, il livello del mare supera l'intradosso dello scatolare (onda di progetto pari a 2m);

Nella verifica idraulica dei tombini sono stati controllati dei valori dei livelli idraulici all'interno dei pozzetti di imbocco, con riscontro che risultino sempre inferiori al livello di falda delle verifiche di stabilità del versante, quest'ultimo pari a -1m dal piano campagna. Inoltre, le dimensioni dei tombini sono tali che i livelli che si instaurano all'imbocco siano comunque sempre inferiori ai livelli della via flaminia e del piano del ferro di progetto. I calcoli sono stati effettuati, sia con l'utilizzo delle classiche formule dell'idraulica, che con l'impiego del software EPA SWMM 5.1. in moto permanente. L'allegato 1 riporta le figure generate dal software EPA SWMM 5.1 per ogni tipologia di tombino, sia nel caso di funzionamento ordinario, che nel caso di funzionamento straordinario.

2.1.1 FUNZIONAMENTO ORDINARIO

Per funzionamento ordinario si intende l'andamento del regime idraulico in presenza di condizioni esterne (maree) all'interno della media stagionale. I valori dei parametri variabili utilizzati per il calcolo sono:

- Portata massima suddivisa omogeneamente su ogni tombino ($Q=Tr=300$ anni);
- Livello del mare pari a +0,6 m, in presenza di un'altezza d'onda di progetto associata a $Tr=30$ anni (per approfondimenti consultare "Relazione tecnica scogliera foranea e pennello" allegata);

Nella *Tabella 1* sono riassunti, per ogni tombino (nel caso di tombini aventi le stesse caratteristiche geometriche sono stati verificati, a favore di sicurezza, quelli di maggiore lunghezza), i valori del livello idrico all'interno del pozzetto di monte del tombino. I tombini A, B, C sono indicati in *Figura 1 - Planimetria tombini di progetto*.

Tabella 1 - Valori livelli idrici pozzetto in caso di funzionamento ordinario

TOMBINO	LIVELLO IDRICO POZZETTO [m s.l.m.]
A	0,75
B	0,78
C	1,80

Dall'analisi dei livelli, come illustrato nella Tabella 3 e nella Tabella 4, Tabella 3 si evince che

- 1) i livelli sono sempre contenuti nel pozzetto e non si raggiunge mai il livello della via flaminia e del piano del ferro
- 2) i livelli rimangono sempre inferiori al livello di falda massimo previsto a valle del rilevato in frana.

2.1.2 FUNZIONAMENTO STRAORDINARIO

Per funzionamento straordinario si intende l'andamento del regime idraulico in presenza di condizioni esterne (afflusso pluviometrico e maree) eccezionali. I valori dei parametri variabili utilizzati per il calcolo sono:

- Portata massima di ciascun sottobacino concentrata su un singolo tombino (Q pari a $Tr=300$ anni);
- Livello del mare pari a +2,0 m, pari al valore dell'altezza significativa con $Tr=30$ anni (per approfondimenti consultare "Relazione tecnica scogliera foranea e pennello");

Nella *Tabella 2* sono riassunti, per ogni tipologia di tombino, i valori del livello idrico all'interno del pozzetto di monte del tombino. I tombini A, B, C sono indicati in *Figura 1 - Planimetria tombini di progetto*.

Tabella 2 - Valori livelli idrici pozzetto in caso di funzionamento ordinario

TOMBINO	LIVELLO IDRICO POZZETTO [m s.l.m.]
A	2,72
B	3,02
C	3,17

Dall'analisi dei livelli, come illustrato nella Tabella 3 e nella Tabella 4, Tabella 3, si evince che:

- 1) i livelli sono sempre contenuti nel pozzetto e non si raggiunge mai il livello della via flaminia e del piano del ferro
- 2) i livelli rimangono sempre inferiori al livello di falda massimo previsto a valle del rilevato in frana.

2.2 TRINCEE DRENANTI

Le trincee drenanti hanno la funzione di mantenere e/o migliorare le condizioni di drenaggio attuali, al di sotto del rilevato, delle acque di sub-scorrimento che non sono state convogliate nei tombini. La realizzazione del rilevato comporta, da un lato, la stabilizzazione al piede del versante, dall'altro, costituisce un potenziale ostacolo per il deflusso delle acque provenienti dal versante in frana. Nel tratto di interesse non sono stati individuati dreni della frana che riguardano solo una parte non interferente con il progetto. Il presente progetto prevede, per evitare un accumulo di acqua al piede del versante, e quindi ricreare le attuali condizioni di deflusso, un aumento della permeabilità del terrapieno tramite una rete drenante costituita da una serie di trincee contenenti ghiaia. Anche in questo caso il funzionamento del sistema è del tipo sotto battente, per cui l'espulsione o la ritenzione dell'acqua all'interno dello strato drenante dipenderà dal livello del mare. È chiaro, quindi, come lo scopo di tale sistema non è quello dello smaltimento delle acque superficiali, compito affidato ai tombini, ma quello di costituire via preferenziale per il deflusso idrico in modo da evitare un accumulo di acqua al piede del versante.

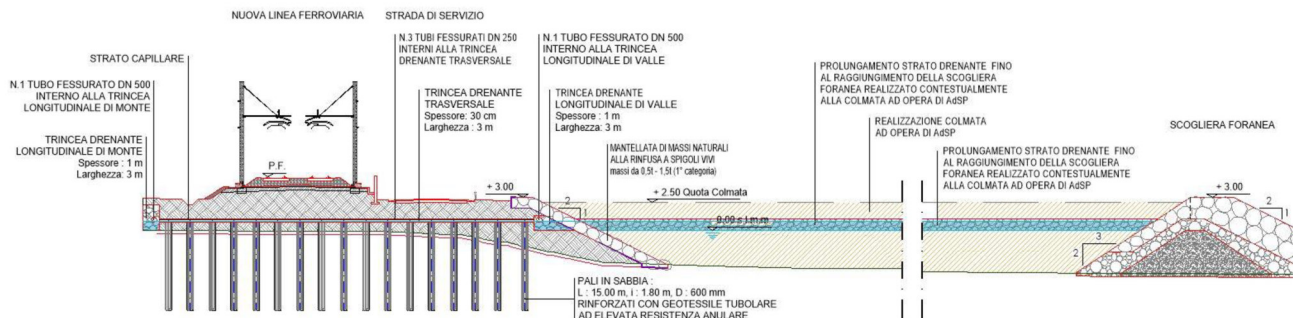


Figura 4 – Sezione rete drenate

Il sistema si compone di uno strato drenante avente uno spessore di 0,3m e posto a quota 0,0m s.l.m. che collega le teste dei pali in sabbia. Tale strato è confinato, sia a monte che a valle, da trincee orizzontali costituite da una tubazione fessurata DN500 ricoperta di ghiaia collegate da trincee verticali realizzate con 3 tubazioni fessurate DN250 e ghiaia. Lo strato drenante, dopo la realizzazione della colmata, verrà esteso con uno spessore di 1m, fino alla nuova scogliera di protezione lato mare.

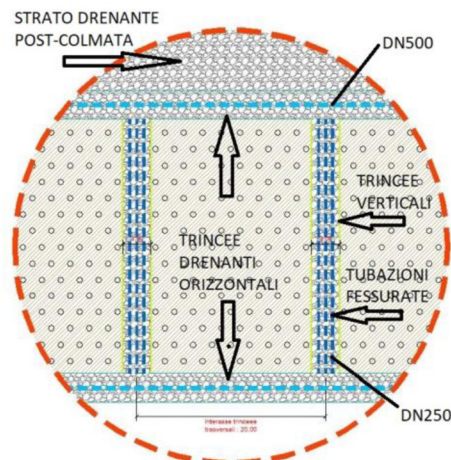


Figura 5 - Schema rete drenante

Il funzionamento dello strato drenante è stato verificato controllando che la portata dell'acqua di versante, stimata seguendo lo schema di calcolo mostrato in *Figura 6*, risulti minore della capacità di infiltrazione dello strato drenante, calcolata con la legge di Darcy.

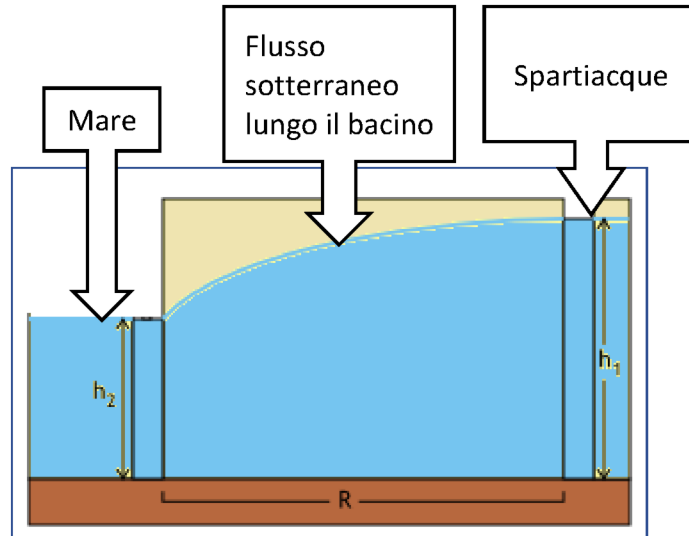


Figura 6 - Schema di calcolo

I risultati ottenuti dimostrano come la capacità di infiltrazione dello strato permeabile ($Q_f = 1.26 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$) risulti maggiore della portata dell'acqua di versante stimata ($q = 0.58 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$).

Nel calcolo è stata trascurata la maggiore permeabilità data dalle tubazioni poste nelle trincee drenanti e si è trascurata la capacità di accumulo dello strato permeabile stimabile in $4\,200 \text{ m}^3$ come da calcolo di seguito riportati. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato 5.07 "Relazione idrologica-idraulica".

3 EFFETTI GENERATI DAL SISTEMA DI DRENAGGIO

I potenziali effetti generati dal sistema di drenaggio sono riconducibili alla zona al piede del versante, dove, come precedentemente scritto, la ritenzione idrica potrebbe causare un aumento della pressione interstiziale nei pori del terreno determinando una riduzione della resistenza al taglio. Nelle verifiche di stabilità è stato considerato un livello di falda a quota -1,0m dal piano campagna quindi, per non alterare tale configurazione, è sufficiente che i livelli idrici a monte del tombino non superino tale valore (Figura 7). La Tabella 3 confronta i valori dei livelli idrici all'interno dei pozzetti di imbocco dei tombini, nel caso di funzionamento straordinario, e i livelli di falda a monte degli stessi. Tale confronto conferma che il sistema tombino-pozzetto risulta idraulicamente disconnesso dal sistema idraulico del versante.

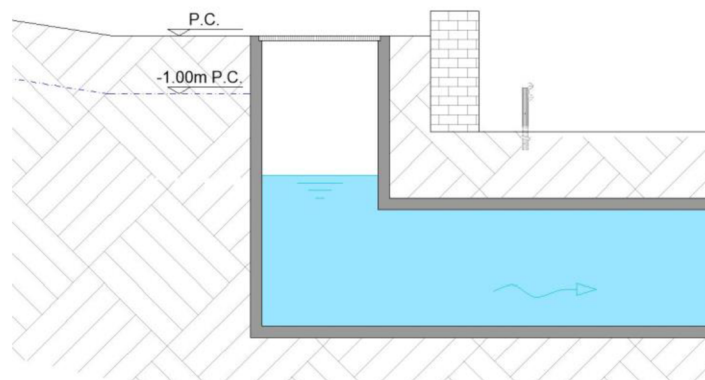


Figura 7 - interazione tra il livello idrico del pozzetto e la falda

Tabella 3 - Confronto livelli idrici pozzetto-falda

TOMBINO	LIV. IDR. POZZETTO [m s.l.m.]	LIV. FALDA IPOTIZZATO [m s.l.m.]
A	2,72	4
B	3,02	3,71
C	3,17	6

Un altro effetto del sistema di drenaggio è legato all'allagamento della strada di via Flaminia, causato da un potenziale straripamento dei pozzetti. Per tale ragione è stato verificato (Tabella 4) che i valori dei livelli idrici all'interno dei pozzetti di imbocco dei tombini, nel caso di funzionamento straordinario, risultino sempre inferiori della quota della strada.

Tabella 4 - Confronto livelli idrici pozzetto-strada

TOMBINO	LIV. IDR. POZZETTO [m s.l.m.]	QUOTA STRADA VIA FLAMINIA [m s.l.m.]
A	2,72	3,35
B	3,02	4,76
C	3,17	4,05

4 PIANIFICAZIONE MANUTENTIVA

Il Piano di Manutenzione delle opere pubbliche, ai sensi dell'art. 33 del dpr 207/2010, è un documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Tale documento si pone l'obiettivo di descrivere le opere, all'interno del sistema di drenaggio, oggetto del piano di manutenzione redatto in fase di progettazione esecutiva. In questa fase, livello di progettazione definitiva, si sono riportati alcuni aspetti della manutenzione che saranno poi approfonditi ed integrati nel livello di progettazione esecutiva.

4.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA PER LA MANUTENZIONE

Gli elementi oggetto di manutenzione periodica sono rappresentati dai tombini costituiti da tre elementi principali:

- Pozzetto di imbocco;
- Scatolare centrale;
- Griglia di sbocco;

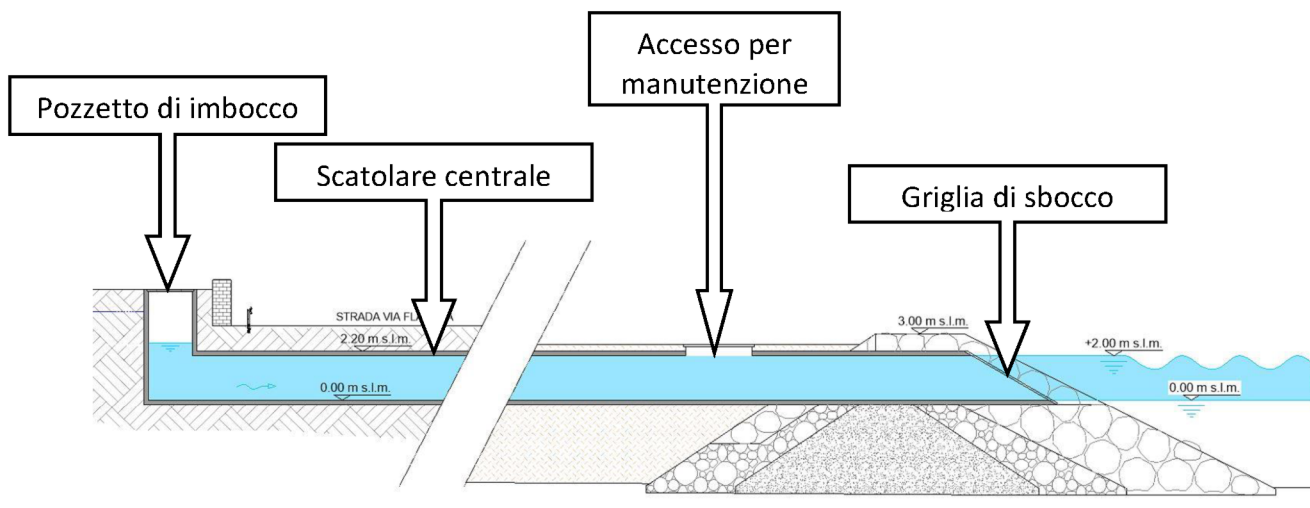


Figura 8 - Elementi principali del tombino

Pozzetto di imbocco

È costituito da un elemento in cls armato, presente all'imbocco di ogni tratto, avente funzioni di raccordo tra tombini con sezioni diverse. Le sue dimensioni sono: lunghezza 2m, larghezza 3m-4m-6m e altezza variabile da 2m a 6,50m e da una griglia metallica posta nella parte superiore. I problemi che generalmente possono essere riscontrati, per questo genere di sistemi, sono l'accumulo di sedimenti per cui si richiede una manutenzione periodica atta a eliminare qualsiasi tipo di ostruzione che potrebbe compromettere il mal funzionamento dello stesso. Le operazioni di manutenzione possono essere effettuate dall'alto tramite mezzi meccanici o manualmente dal basso, sfruttando come ingresso il corpo centrale del tombino.

Scatolare centrale

È costituito da elementi in cls armato prefabbricato aventi altezza interna 2m e larghezza variabile da 2m a 5m. Sono previste delle aperture rettangolari superiori aventi dimensioni tali da permettere l'ingresso di piccoli mezzi (bobcat) per la manutenzione periodica. Anche in questo caso i problemi che possono essere riscontrati sono l'accumulo di sedimenti o il deposito di materiale, proveniente dal mare, di dimensioni tali da attraversare la griglia di protezione posta allo sbocco del tombino. In questa zona, saranno previste delle guide dove mettere dei palancolati in modo da poter lavorare nel tombino senza interferenze con il livello del mare. I pozzetti di accesso saranno posti ogni circa 50 m.

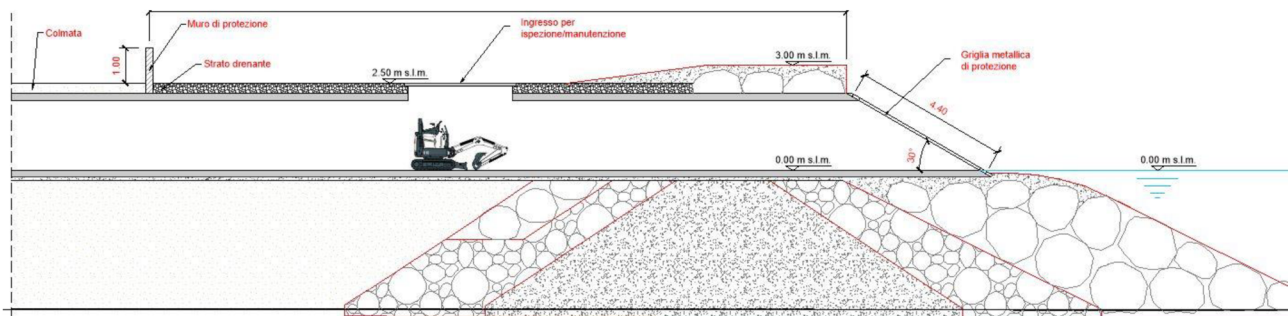


Figura 9 - Accesso mezzi di manutenzione

Griglia di sbocco

La griglia di protezione è un elemento metallico costituito da grate, che ha il compito di impedire l'ingresso di elementi presenti in mare. Necessita di manutenzione periodica, in quanto la sua ostruzione comprometterebbe il funzionamento dell'intero sistema. La pulizia della griglia consiste nella rimozione degli elementi incastrati tra le grate che impediscono il normale passaggio dell'acqua. La griglia sarà sempre ripulita dall'alto ed utilizzati opportuni slarghi in corrispondenza degli sbocchi dei tombini. Per i dettagli vedere l'allegato 2.

5 CONCLUSIONI

La realizzazione del nuovo sistema di drenaggio migliora lo smaltimento delle acque provenienti dal versante di monte, in quanto il rifacimento dei tombini esistenti consente di aumentare le sezioni interne nette e di intervenire su quelli attualmente non funzionanti. La rete di drenaggio prevista costituisce un elemento migliorativo dell'intero sistema, in quanto, la particolare posizione dell'opera, strettamente condizionata dai livelli marini stagionali, necessita di uno strato permeabile in grado di assicurare il passaggio dell'acqua mantenendo all'asciutto l'infrastruttura stradale e ferroviaria.

Le verifiche idrauliche condotte dimostrano come, anche in condizioni straordinarie, il sistema di smaltimento riesce a mantenere la sua funzionalità.

Il sistema di drenaggio richiede la manutenzione periodica di ogni elemento che lo costituisce. Il progetto definitivo riporta tali elementi dimostrando la fattibilità dei lavori per la manutenzione, il piano di manutenzione sarà elaborata in fase di progettazione esecutiva come previsto dall'art. 33 del dpr 207/2010.

ALLEGATO 1

Verifiche idrauliche software EPA SWWM 5.1

VERIFICA TOMBINO TIPO A

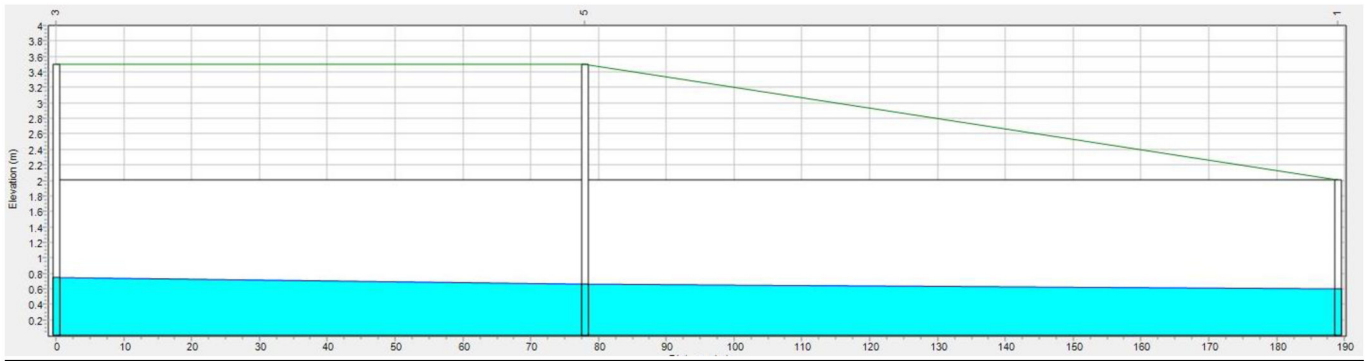


Figura 10 – Funzionamento ordinario, $Q=1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ e livello del mare $+0,6\text{m}$

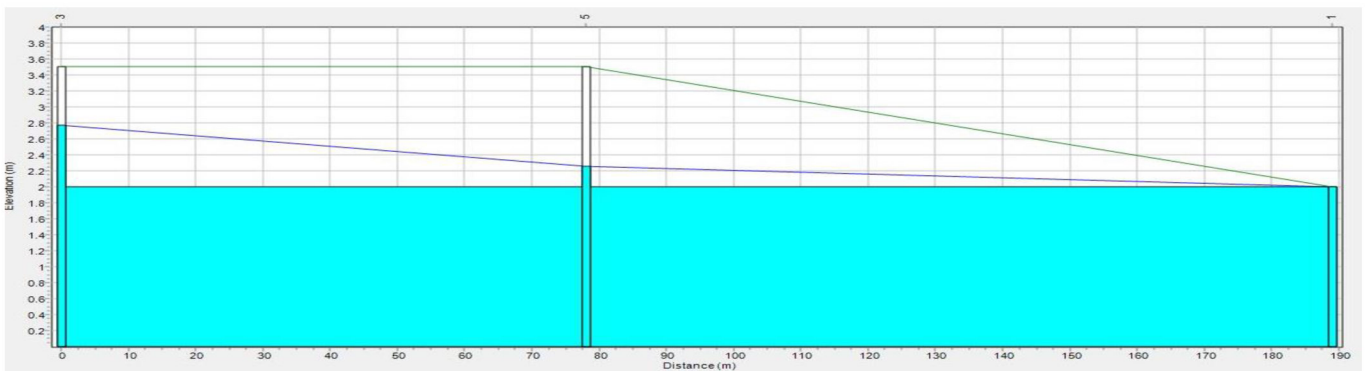


Figura 11 -Funzionamento straordinario, $Q=8,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e livello del mare $+2,0\text{m}$

VERIFICA TOMBINO TIPO B

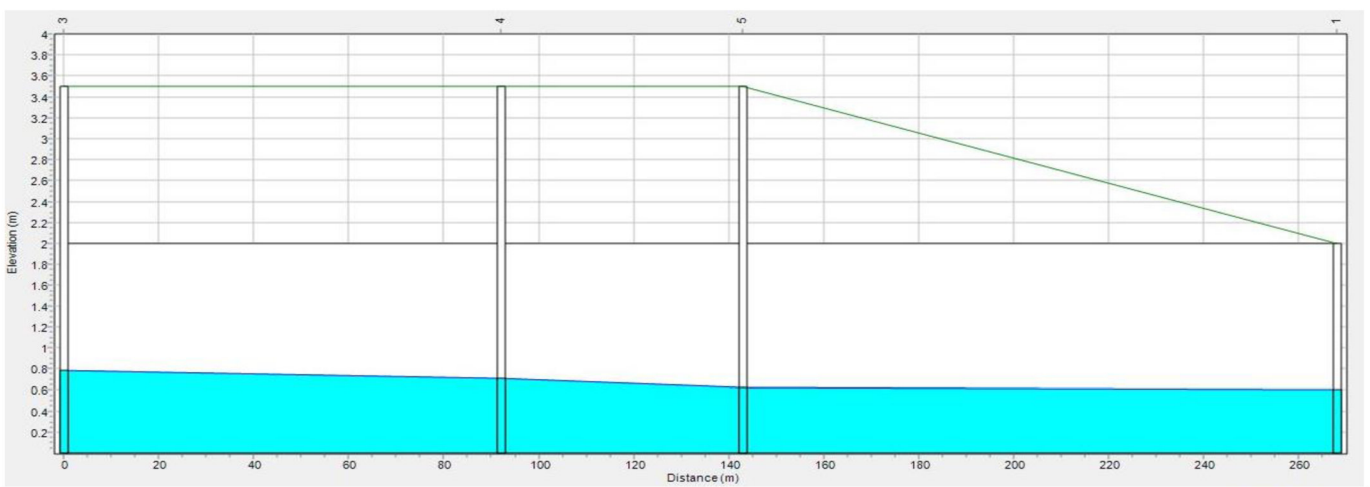


Figura 12 – Funzionamento ordinario, $Q=1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ e livello mare $+0,6\text{m}$

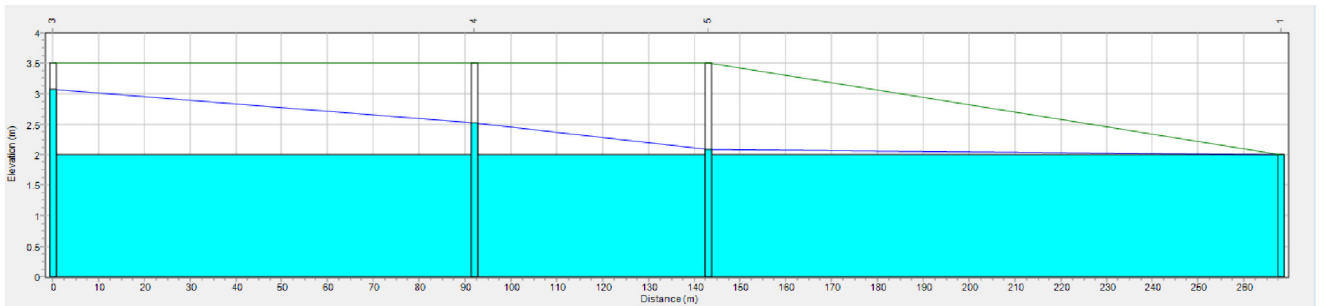


Figura 13 - Funzionamento straordinario, $Q=8,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e livello del mare $+2,0\text{m}$

VERIFICA TOMBINO TIPO C

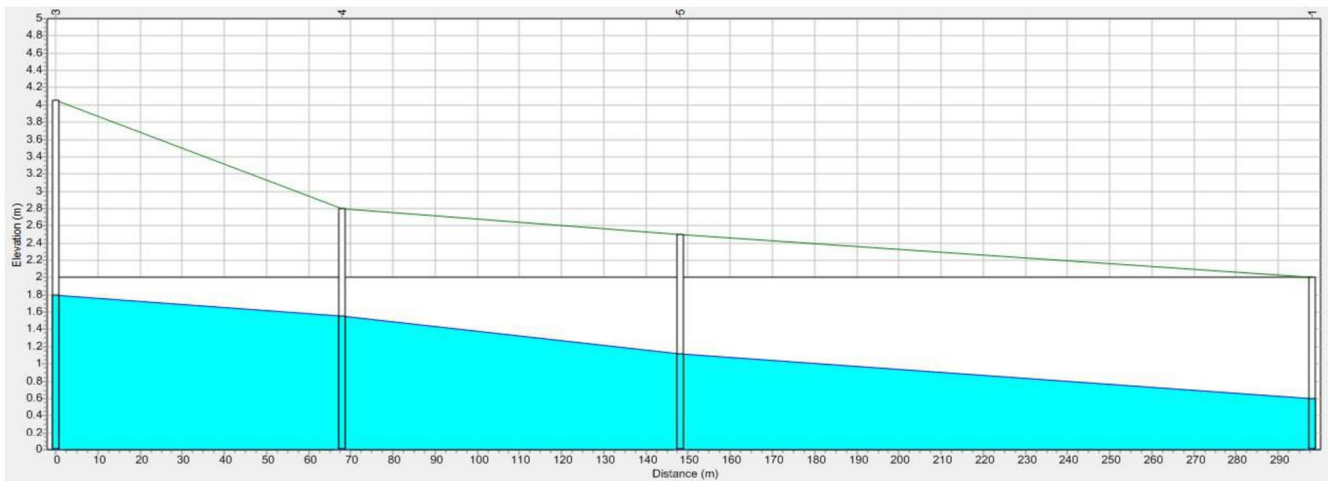


Figura 14 - Funzionamento ordinario, $Q=7 \text{ m}^3/\text{s}$ e livello del mare $+0,6$

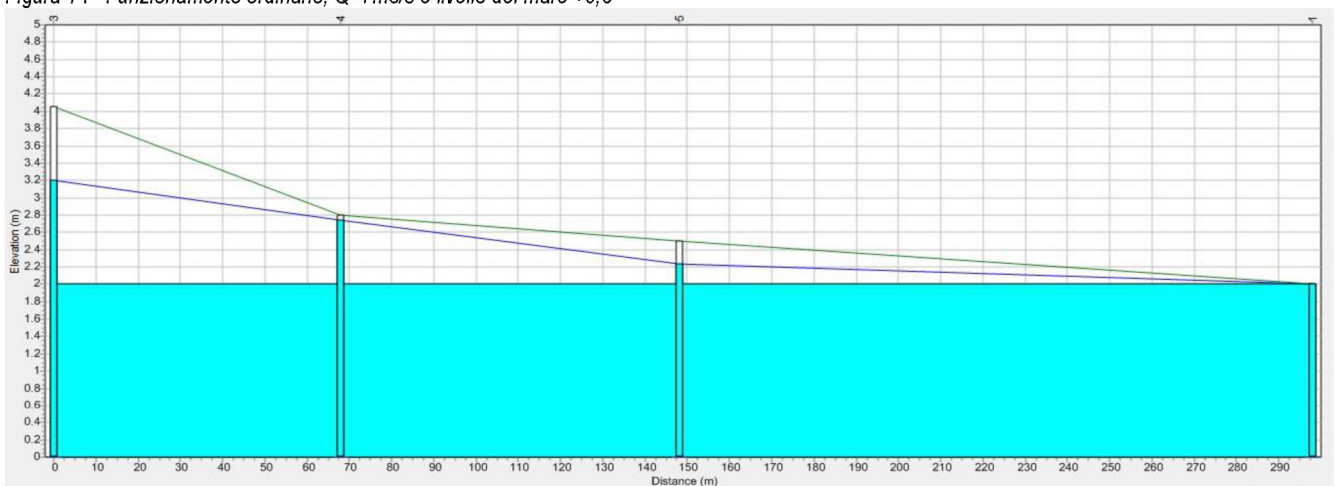


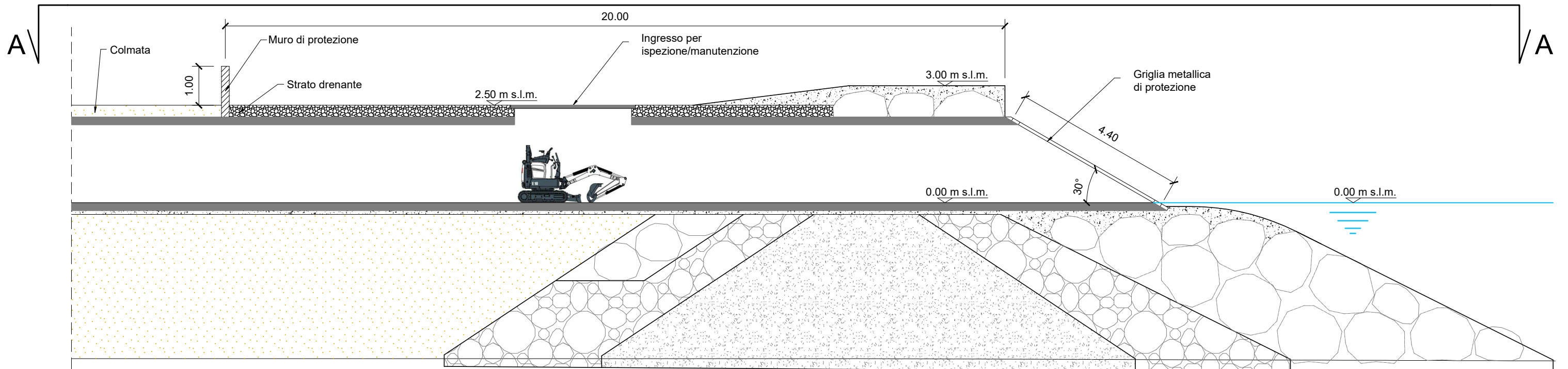
Figura 15 - Funzionamento straordinario, $Q=13,23 \text{ m}^3/\text{s}$ e livello del mare $+2,0\text{m}$

ALLEGATO 2

Planimetria e sezione particolare sbocco tombino

SEZIONE TIPO TOMBINO

Scala 1:100



A-A

Scala 1:100

