

**Variante alla S.S. 45 "Val di Trebbia"**  
**Comuni di Torriglia e Montebruno**  
**dal Km 31+500 (Costafontana) al Km 35+600 (Montebruno)**  
**2° stralcio funzionale**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

**I PROGETTISTI:**

*Ing. Giuseppe Danilo Malgeri*  
*Ordine Ing. di Roma n. A34610*

*Ing. Angelo Dandini*  
*Ordine Ing. di Frosinone n. A918*

*Geol. Maurizio Martino*  
*Ordine Geologi del Lazio n. 457*

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Arch. Roberto Roggi*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :**

*Ing. Fabrizio Cardone*

PROTOCOLLO

DATA

**OPERE D'ARTE MINORI**  
**SCATOLARI IDRAULICI**  
**Relazione Tecnica e di Calcolo**

CODICE PROGETTO

PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.

**DPGE03**    **D**    **1701**

NOME FILE

**T00TM00STRRE01\_B**

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. **T00** **TM00** **STR** **RE01**

**B**

-

**D**

**C**

**B**

**A**

Revisione a seguito di Richiesta Integrazioni prot. CTVA 7867

Gen. 2023

EMISSIONE

OTTOBRE 2018

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

**OPERE D'ARTE MINORI**  
**Tombini - Tipologico**  
***RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO***

## INDICE

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI .....</b>	<b>6</b>
3.1	Calcestruzzo - Fondazioni ed elevazioni.....	6
3.2	Acciaio in tondi ad aderenza migliorata per armatura lenta.....	6
<b>4</b>	<b>Analisi carichi .....</b>	<b>7</b>
4.1.1	Caratteristiche del terreno. Spinta del terreno.....	7
<b>5</b>	<b>VERIFICA DELLA VASCA DI ACCUMULO .....</b>	<b>8</b>
5.1	Verifica delle pareti della vasca .....	8
5.1.1	Verifica dell'armatura orizzontale delle pareti della vasca.....	8
5.1.1.1	Verifica a flessione SLU .....	8
5.1.1.2	Verifica a taglio SLU.....	10
<b>6</b>	<b>Quadro sinottico di ottemperanza alle NTC2018 .....</b>	<b>11</b>

## 1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nel presente documento vengono riportati i calcoli e le verifiche strutturali dei tombini scatolari idraulici e delle associate vasche di accumulo relativi al progetto definitivo dei lavori di "Val Trebbia" Comuni di Torriglia e Montebruno dal Km 31+500 (Costafontana) al Km 35+600 (Montebruno) 2° Stralcio funzionale".

Il progetto prevede la realizzazione di strutture realizzate dalle seguenti parti:

- Pozzetto di imbocco al tombino, in c.a., gettato in opera, situato all'estremità di monte: dimensioni in pianta 1.70m x 1.86m, oppure 1.70m x 1.90m, altezza variabile in funzione del posizionamento.
- Tombino scatolare, con conci prefabbricati in c.a.: dimensioni nette interne 1.50m x 1.50m, pendenza 0.5%.
- Eventuale pozzetto di sbocco, in c.a., gettato in opera, situato all'estremità di valle: dimensioni in pianta 1.70m x 1.90m, altezza variabile.
- Elemento in c.a. gettato in opera, che attraversa il muro di sottoscarpa e permette la fuoriuscita dell'acqua,

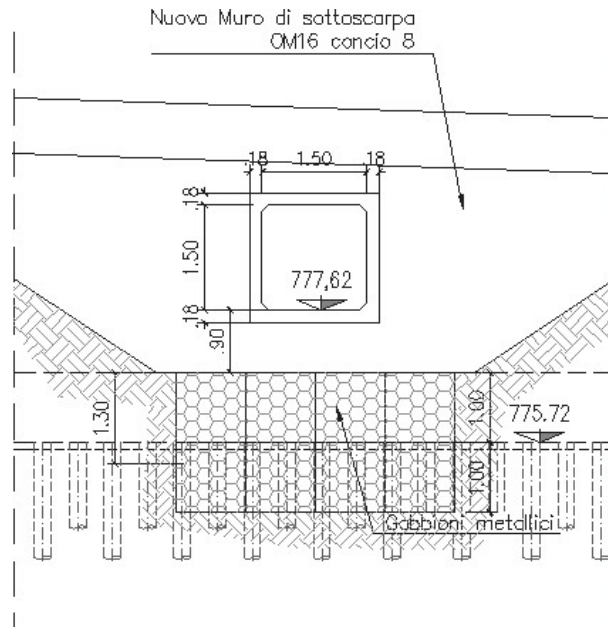
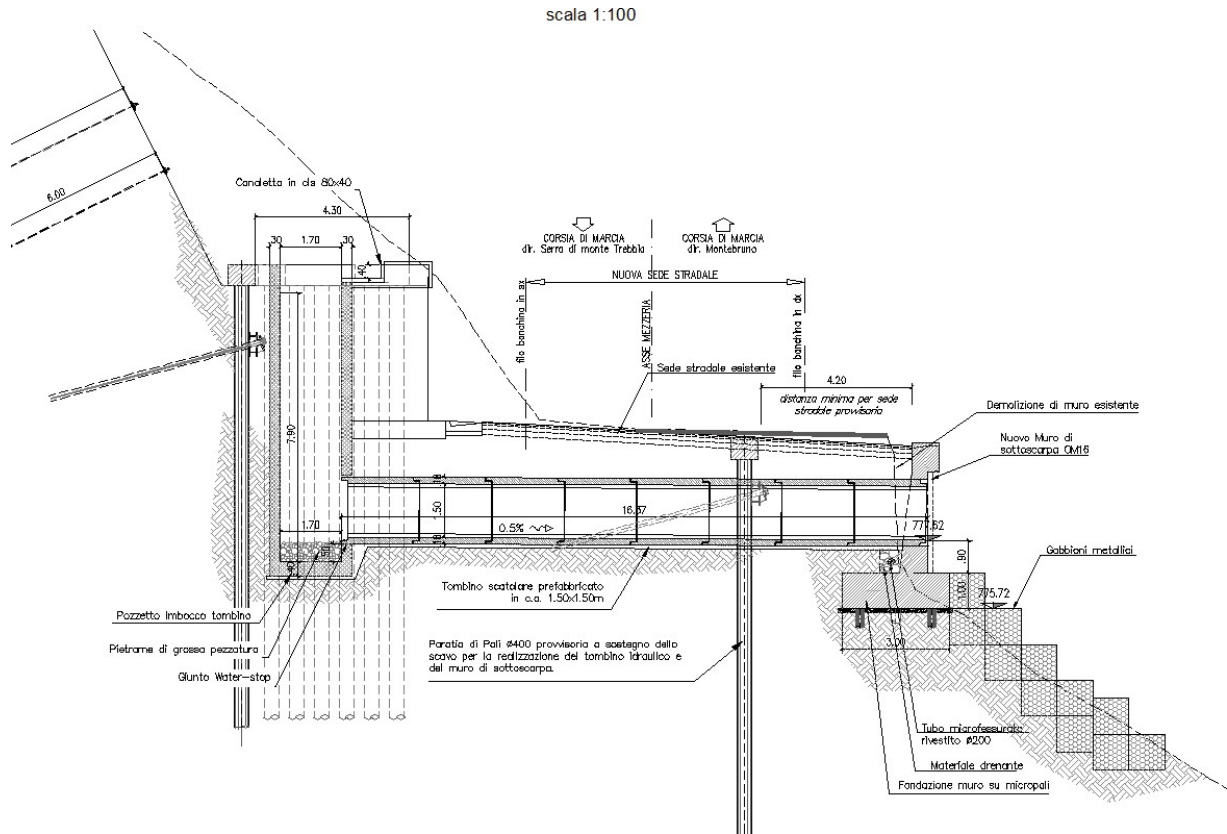
La tenuta in corrispondenza dell'unione con gli elementi prefabbricati è realizzata mediante giunti waterstop idroespansivi.

Le strutture hanno diverse lunghezze di sviluppo e altezza di ricoprimento in relazione al punto di ubicazione.

Per la vasca di accumulo lato monte si distinguono due casistiche, a cui corrispondono altezze e spessori delle pareti differenti:

	Paratia a tergo del pozzetto	Spinta della terra	H max [m]	Spessore parete verticale [m]
Caso A	Si	No	7.90	0.30
Caso B	No	Si	5.50	0.40

*Tabella 1: caratteristiche vasca accumulo per i due casi*



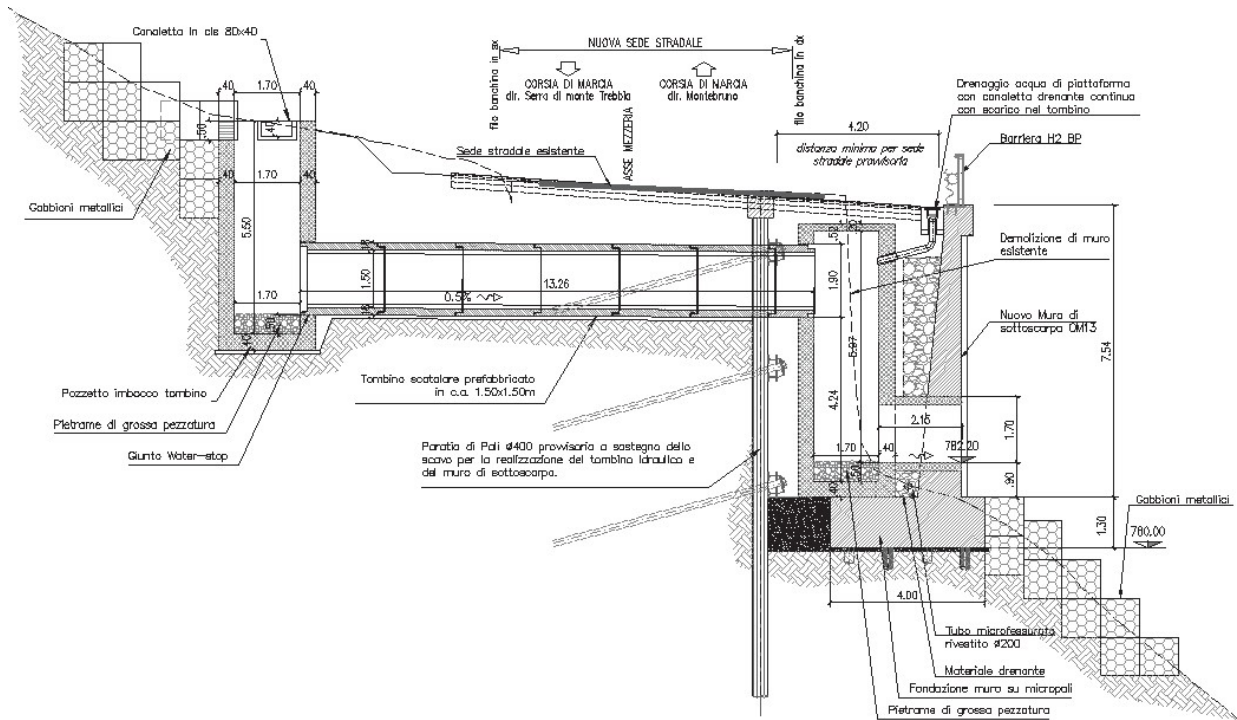


Figura 3: Sezione longitudinale – caso B

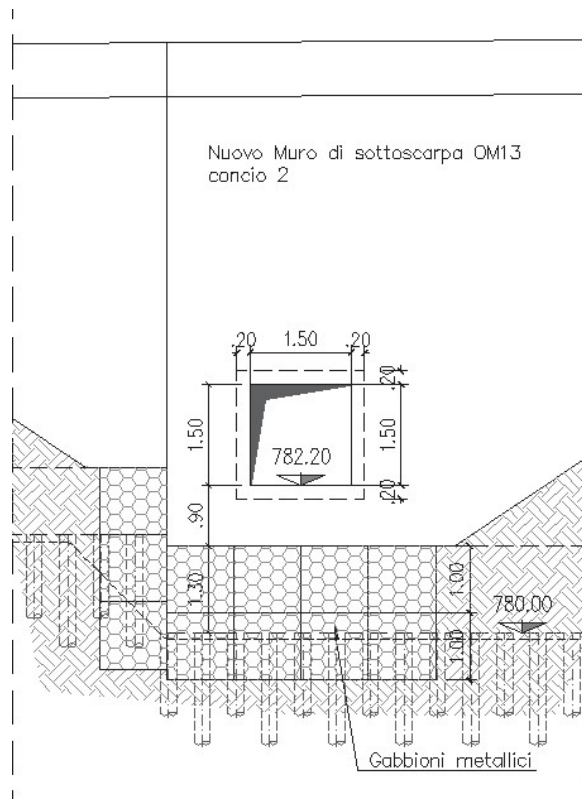


Figura 4: Vista frontale uscita tombino – caso B

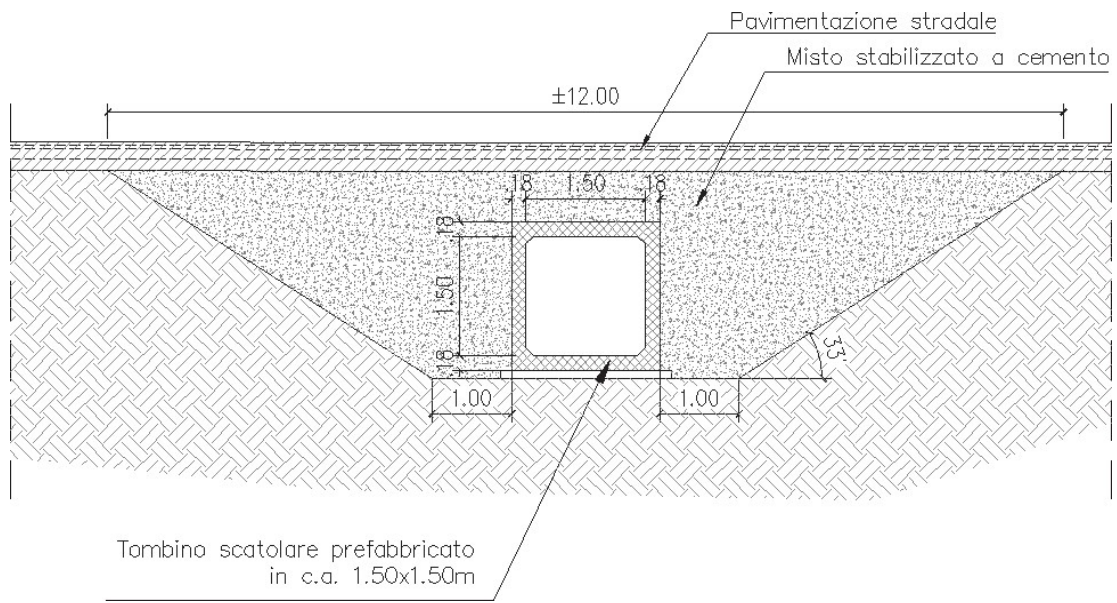


Figura 5: Sezione trasversale - tipologico

## 2 **NORMATIVA**

La progettazione è conforme alle normative seguenti:

[1] *Testo Unico: Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018*

[2] *Circ. Min. LL. PP. N°617 del 02/02/2009 – Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008*

## 3 **MATERIALI**

Per la realizzazione degli elementi prefabbricati e gettati in opera è previsto l'utilizzo dei materiali aventi le seguenti caratteristiche:

### 3.1 **Calcestruzzo - Fondazioni ed elevazioni**

- Classe di resistenza (C28/35)
- Peso per unità di volume del conglomerato cementizio ordinario armato:  
$$Y_{ca} = 25 \text{ kN/m}^3$$
- Classe di esposizione XC3

### 3.2 **Acciaio in tondi ad aderenza migliorata per armatura lenta**

- Acciaio B450C.



## 4 ANALISI CARICHI

### 4.1.1 Caratteristiche del terreno. Spinta del terreno

Considerando i seguenti valori per il peso di volume e per l'angolo di attrito

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3 \quad \phi = 33^\circ$$

le spinte del terreno sullo scatolare sono calcolate facendo riferimento al coefficiente di spinta a riposo  $k_0$ .

Si ricava pertanto il coefficiente di spinta a riposo:

$$k_0 = 1 - \tan^2 \phi = 0.46.$$

Considerata l'altezza e la larghezza netta interna di 1.90 m, la spinta del terreno sulle pareti della vasca viene computata a una distanza dal piano di campagna pari a 5.00 m.

$$S = \gamma \cdot z \cdot k_0 = 18 \text{ kN/m}^3 \times 5.00 \text{ m} \times 0.46 = 41.40 \text{ kN/m}^2$$

## 5 VERIFICA DELLA VASCA DI ACCUMULO

Si esegue la verifica della vasca di accumulo di altezza maggiore ( $H_{max} = 5.50m$ ), per la tipologia B, che comporta le sollecitazioni peggiori per la parete verticale.

### 5.1 Verifica delle pareti della vasca

#### 5.1.1 Verifica dell'armatura orizzontale delle pareti della vasca

Lo schema di calcolo è quello di una trave appoggiata alle pareti ortogonali. Dal momento che la dimensione interna netta è  $b = 1.90m$ , si considera una luce di calcolo pari a:

$$L = b + 2 * sp/2 = 1.90m + 2 * 0.40m / 2 = 2.30m$$

Il carico ripartito agente è pari a  $41.40 \text{ kN/m}$  per m di altezza.

Da cui si ottiene:

$$M = 27.4 \text{ kNm/m}$$

$$V = 47.6 \text{ kN/m}$$

##### 5.1.1.1 Verifica a flessione SLU

In combinazione SLU si ottiene:

$$M_{Ed} = 27.4 * 1.3 = 35.62 \text{ kNm/m}$$

L'armatura è di  $5+5 \Phi 16 / m$ . Seguono le verifiche a flessione e taglio.

Verifica C.A. S.L.U. - File: parete vasca

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	35

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

Tipo rottura  
**Lato calcestruzzo - Acciaio snervato**

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd

L<sub>0</sub>  cm

Precompresso

**Materiali**

B450C		C25/30	
ε <sub>su</sub>	67.5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391.3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3.5 ‰
E <sub>s</sub>	200 000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	14.17
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8 ?
ε <sub>syd</sub>	1.957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	9.75
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0.6
		τ <sub>c1</sub>	1.829

M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

5.1.1.2 Verifica a taglio SLU

In combinazione SLU si ottiene:

$$V_{Ed} = 47.6 * 1.3 = 61.88 \text{ kN/m}$$

**Verifica a taglio per sezioni rettangolari non armate a taglio (D.M. 14/01/2008)**

Classe cls	$f_{ck}$	28.0	N/mm <sup>2</sup>
coeff. parziale	$\gamma_c$	1.5	
resistenza di calcolo	$f_{cd}$	16	N/mm <sup>2</sup>
larghezza membratura resistente	$b_w$	1000	mm
altezza membratura resistente	$H$	400	mm
altezza utile	$d$	350	mm
area della sezione	$A_{TOT}$	350000	mm <sup>2</sup>
diametro ferro longitudinale	$\phi_l$	16	mm
area armatura	$A$	201.1	mm <sup>2</sup>
	strato	1	
	passo	200	mm
	$n_l/\text{strato}$	5	
area armatura totale	$A_l$	1005	mm <sup>2</sup>
percentuale di armatura	$\rho_l$	0.0029	
sforzo assiale dovuto ai carichi o precompressione	$N$	0	N
	$\sigma_{cp}$	0.00	N/mm <sup>2</sup>
	$k$	1.76	
	$V_{min}$	0.43	
	$V_{Rd1}$	147.76	kN
	$V_{Rd2}$	150.83	kN
taglio resistente	$V_{Rd}$	151	kN

>

taglio sollecitante	$V_{Ed}$	61.88	kN
---------------------	----------	-------	----

verifica

## 6 Quadro sinottico di ottemperanza alle NTC2018

Nel presente paragrafo si riporta il quadro sinottico, in Tabella 1, fra i requisiti della NTC2018 per i tombini (terza colonna) e i rispettivi paragrafi della presente relazione in cui sono soddisfatti (seconda colonna).

Oggetto	Paragrafo del presente elaborato	Paragrafo NTC2018
Materiali	3	4.1.2.1 4.2.1
Analisi dei carichi	4	6.5.2
Verifica della vasca di accumulo	5	4.1.2.3

*Tabella 1: Quadro sinottico di ottemperanza alle Norme Tecniche Vigenti.*

I requisiti di norma, relativi al monitoraggio di cui § 6.2.6 delle NTC2018, sono soddisfatti in progetto nel capitolo dedicato dell'Elenco Elaborati, oltre che negli elaborati grafici, cui si rimanda.