

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01

DIREZIONE TECNICA – CENTRO DI PRODUZIONE MILANO

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE  
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

OPERE PRINCIPALI – DEVIAZIONE CANALE SECONDARIO VILLORESI

DEVIAZIONE CANALE SECONDARIO VILLORESI – ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo rivestimenti

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
MDL1	12	D	26	CL	IN00000	001	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
X	Emissione Esecutiva	M. Passaro	Nov. 2010	<i>ca</i>		S. Borelli			

Stampa e firma autorizzativa:  
ITALFERR  
dott. Ing. Deniso LAZZARINI  
Ordine Ingegneri di NOVARA  
n° 1400

File: MDL112D26CLIN0000001\_A.doc

n. Elab.: X

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	4
3	PARAMETRI GEOTECNICI .....	5
4	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	6
5	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	8
5.1	TABULATI DI CALCOLO SEZIONE 2.50 x 1.50 M .....	9
5.1.1	<i>Geometria scatolare</i> .....	9
5.1.2	<i>Caratteristiche strati terreno</i> .....	9
5.1.3	<i>Caratteristiche materiali utilizzati</i> .....	10
5.1.4	<i>Condizioni di carico</i> .....	11
5.1.5	<i>Impostazioni di progetto</i> .....	12
5.1.6	<i>Descrizione combinazioni di carico</i> .....	13
5.1.7	<i>Analisi della spinta e verifiche</i> .....	14
5.1.8	<i>Spostamenti</i> .....	18
5.1.9	<i>Sollecitazioni</i> .....	22
5.1.10	<i>Pressioni terreno</i> .....	26
5.1.11	<i>Verifiche</i> .....	28
5.1.12	<i>Inviluppo spostamenti nodali</i> .....	39
5.1.13	<i>Inviluppo sollecitazioni nodali</i> .....	40
5.1.14	<i>Inviluppo pressioni terreno</i> .....	40
5.1.15	<i>Inviluppo verifiche</i> .....	41



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA  
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO  
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Deviazione canale secondario Villoresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	3 di 43

## 1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo ha per oggetto la verifica strutturale dei muri di imbocco per la realizzazione del rivestimento del canale secondario Villoresi, per il potenziamento della linea ferroviaria Rho – Arona tratta Rho – Gallarate.

Tale tratta è ubicata a nord-ovest del capoluogo lombardo ed interessa la provincia di Milano corrispondente con una fascia di territorio compresa nei comuni di Rho, Pregnana Milanese, Vanzago, Pogliano Milanese, Nerviana, Parabiago, Canegrate e Legnano, e la provincia di Varese corrispondente con una fascia di territorio compresa nei comuni di Castellana, Busto Arsizio e Gallarate.

Viene condotta la verifica in condizioni sismiche per un sito classificato a sismicità (S=6).

## 2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali impiegati presentano le seguenti caratteristiche:

Calcestruzzo per magrone:  $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{c,amm} = 6.00 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\tau_{c0} = 0.40 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\tau_{c1} = 1.40 \quad \text{N/mm}^2$$

Calcestruzzo per opere di fondazione ed in elevazione:  $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$ .

$$\sigma_{c,amm} = 11.00 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\tau_{c0} = 0.66 \quad \text{N/mm}^2$$

$$\tau_{c1} = 1.97 \quad \text{N/mm}^2$$

Acciaio per cemento armato: FeB44k

$$\sigma_{s,amm} = 260 \text{ N/mm}^2$$

Al fine di limitare gli effetti della fessurazione, i diametri e le distanze tra le barre di acciaio ad aderenza migliorata devono soddisfare la seguente tabella

Tensione $\sigma_s$ N/mm <sup>2</sup>	Max diametro delle barre mm	Max interasse barre mm
<160	30	300
<190	24	250
<220	20	200

**Tabella 1**

Si adottano copriferri pari a :

35 mm per le elevazioni, 40 mm per le fondazioni e superfici controterra in genere e 60 mm per pali di fondazione.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA  
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO  
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Deviazione canale secondario Villoresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	5 di 43

### 3 PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri geotecnici adottati per il calcolo delle membrature sono i seguenti:

- $\gamma =$  peso di volume naturale = 20kn/mq  
 $c =$  coesione efficace = 0 kn/mq (cautelativo)  
 $\phi' =$  angolo d'attrito 30°

#### 4 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle vigenti normative di seguito riportate:

- **L. 05/11/1971 n. 1086:** "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica";
- **D.M. 14/02/1992:** "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo alle tensioni ammissibili);
- **Circ. Min. 24/06/1993 n. 37406:** "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (valido per il metodo alle tensioni ammissibili);
- **D.M. 09/01/1996:** "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- **Circ. Min. 15/10/1996 n. 252:** "Istruzioni relative alle Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- **D.M. 16/01/1996:** "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi";
- **Circ. Min. 04/07/1996 n. 156 STC:** "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi";
- **L. 02/02/1974 n. 64:** "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- **D.M. 16/01/1996:** "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- **Circ. Min. 10/04/1997 n. 65:** "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica di cui al D.M. 16/01/1996";
- **D.M. 11/03/1988:** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- **Circ. Min. 24/09/1988 n. 30483:** "Norme tecniche per terreni e fondazioni: istruzioni applicative del D.M. 11/03/1988";
- **Asa Servizi di Ingegneria (Ferrovie dello Stato), Istruzione n. I/SC/PS-OM/2298 del 02/06/1995, Testo completo delle relative integrazioni: 13/01/1997:** "Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari. Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo";
- **Ferrovie dello Stato - Istruzione F.S. 44/b (Testo aggiornato secondo il D.M. 16/01/1999):** "Istruzioni tecniche per i manufatti sotto binario da costruire in zona sismica";



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA  
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO  
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	7 di 43

- Ente Ferrovie dello Stato - Divisione tecnologie e sviluppo del sistema servizio Alta Velocità: "Manuale di progettazione esecutiva";

## 5 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le opere di imbocco ai sottovia sono costituite da manufatti in calcestruzzo armato con sezione ad U, così conformate per contrastare le spinte orizzontali dei terrapieni. Sono pertanto formati da una platea di base, da cui si elevano le 2 pareti di sostegno.

I manufatti contrastano le spinte da destra e sinistra, per cui risultano autoequilibrati alla traslazione. La larghezza dei manufatti è pari a 2.5 m con muri di altezza variabile fino a 1.5 metri. Lo spessore della platea e delle pareti è pari a 0.3 m.

I carichi agenti sono:

- peso proprio dei manufatti;
- spinte dei terreni sulle pareti;
- spinte sulle pareti generate dai carichi accidentali in transito sui terrapieni = 20 KN/mq;
- azioni sismiche dovute alle masse dei terreni e dei carichi in transito = 10 KN/mq.

Le combinazioni di carico esaminate sono:

- 1) peso proprio + spinta terreno da sinistra + spinta terreno da destra;
- 2) peso proprio + spinta terreno da sinistra + spinta terreno da destra + carichi accidentali a sinistra + carichi accidentali a destra;
- 3) peso proprio + spinta terreno da sinistra + spinta terreno da destra + carichi accidentali a sinistra;
- 4) peso proprio + spinta terreno da sinistra + spinta terreno da destra + carichi sismici da sinistra
- 5) peso proprio + spinta terreno da sinistra + spinta terreno da destra + carichi sismici da sinistra + carichi accidentali da destra.

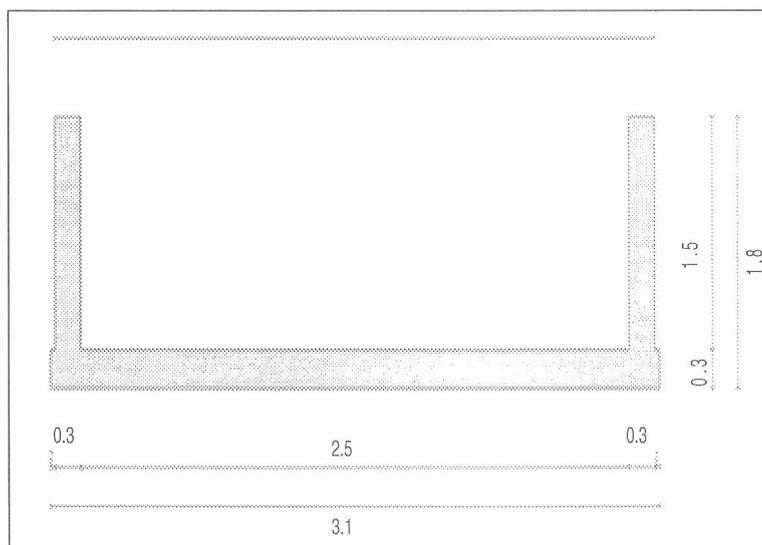
Seguono i tabulati di calcolo con le indicazioni geometriche dei manufatti, le caratteristiche dei terreni, le condizioni di carico, le combinazioni, l'analisi delle spinte, gli spostamenti, le sollecitazioni, le pressioni sul terreno, le verifiche delle sezioni con i relativi involucri con i valori più gravosi nelle varie sezioni.

Per il calcolo e verifica della sezione scatolare chiusa si rimanda all'apposito elaborato di calcolo.

Deviazione canale secondario Villorese: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	9 di 43

## 5.1 TABULATI DI CALCOLO SEZIONE 2.50 x 1.50 m



**Figura 1**

### 5.1.1 Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare tipo vasca
Altezza esterna	1,80 [m]
Larghezza esterna	3,10 [m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00 [m]
Spessore piedritto sinistro	0,30 [m]
Spessore piedritto destro	0,30 [m]
Spessore fondazione	0,30 [m]

### 5.1.2 Caratteristiche strati terreno

#### Strato di rinfiacco

Descrizione	Terreno di rinfiacco
-------------	----------------------

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	10 di 43

Peso di volume	20,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Costante di Winkler	2,00	[kg/cm <sup>2</sup> /cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	20,0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	20,0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Costante di Winkler	2,00	[kg/cm <sup>2</sup> /cm]
Tensione ammissibile	5,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**5.1.3 Caratteristiche materiali utilizzati**

*Materiale calcestruzzo*

R <sub>ck</sub> calcestruzzo	350,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Peso specifico calcestruzzo	24,5170	[kN/mc]
Modulo elastico E	336750	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione ammissibile acciaio	2600,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione ammissibile cls ( $\sigma_{amm}$ )	110	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione tang.ammissibile cls ( $\tau_{c0}$ )	6.6	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	11 di 43

Tensione tang.ammissibile cls ( $\tau_{c1}$ )	19.7	[kg/cmq]
Coeff. omogeneizzazione cls tesoro/compresso (n')	0,50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15,00	
Coefficiente dilatazione termica	0,0000120	

#### 5.1.4 Condizioni di carico

##### *Convenzioni adottate*

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (esprese in m) positive verso destra

Ordinate Y (esprese in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

##### *Simbologia adottata e unità di misura*

##### *Forze concentrate*

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati

Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati

$F_y$  componente Y del carico concentrato

$F_x$  componente X del carico concentrato

M momento

##### *Forze distribuite*

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	12 di 43

$X_i, X_f$  ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali

$Y_i, Y_f$  ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali

$V_{ni}$  componente normale del carico distribuito nel punto iniziale

$V_{nf}$  componente normale del carico distribuito nel punto finale

$V_{ti}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale

$V_{tf}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale

$D_{te}$  variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

$D_{ti}$  variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Condizione 1)

Distr	Terreno	$X_i = -5,00$	$X_f = 0,00$	$V_{ni} = 20,00$	$V_{nf} = 20,00$
-------	---------	---------------	--------------	------------------	------------------

Condizione di carico n° 8 (Condizione 2)

Distr	Terreno	$X_i = 3,10$	$X_f = 8,10$	$V_{ni} = 20,00$	$V_{nf} = 20,00$
-------	---------	--------------	--------------	------------------	------------------

Condizione di carico n° 9 (Condizione 3)

Distr	Terreno	$X_i = -5,00$	$X_f = 0,00$	$V_{ni} = 10,00$	$V_{nf} = 10,00$
-------	---------	---------------	--------------	------------------	------------------

### 5.1.5 Impostazioni di progetto

Verifica materiali: **Tensioni ammissibili**

Verifiche secondo :

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	13 di 43

- D.M. 11/03/1988

- D.M. 16/01/1996

Copriferro sezioni 4,00 [cm]

### 5.1.6 Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

$C$  Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0,70$   $\Psi_1=0,50$   $\Psi_2=0,20$

Combinazione n° 1 Tensioni ammissibili

$\gamma$	$\Psi$	$C$
Peso Proprio	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00

Combinazione n° 2 Tensioni ammissibili

	$\gamma$	$\Psi$	$C$
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	1.00	1.00	1.00
Condizione 2	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 Tensioni ammissibili

	$\gamma$	$\Psi$	$C$
--	----------	--------	-----

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	14 di 43

Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 Tensioni ammissibili - Sismica

	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 Tensioni ammissibili - Sismica

	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Condizione 3	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00

### 5.1.7 Analisi della spinta e verifiche

*Simbologia adottata ed unità di misura*

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

X ascisse (espresse in m) positive verso destra

Deviazioni canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	15 di 43

$Y$  ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

$M$  momento espresso in kNm

$V$  taglio espresso in kN

$SN$  sforzo normale espresso in kN

$ux$  spostamento direzione X espresso in cm

$uy$  spostamento direzione Y espresso in cm

$\sigma$  pressione sul terreno espressa in kg/cmq

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Pressione geostatica

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione 1]

a Riposo [combinazione 2]

a Riposo [combinazione 3]

a Riposo [combinazione 4]

a Riposo [combinazione 5]

Sisma

Coefficiente di intensità sismica (percento)

6,00

Forma diagramma incremento sismico

Triangolare con vertice in basso

Spinta sismica

Mononobe-Okabe

Pressione in calotta(solo peso terreno)

0,00

Angolo diffusione sovraccarico

30,00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0,426	0,000
2	0,426	0,000





POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA  
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO  
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Deviazione canale secondario Villoreisi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	17 di 43

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 869,65 [kg/mq] Pressione inf. 2435,02 [kg/mq]

Piedritto destro Pressione sup. 869,65 [kg/mq] Pressione inf. 2435,02 [kg/mq]

**Analisi della combinazione n° 3**

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kg/mq]
-15,00	-5,00	0,00
-5,00	0,00	2039,40
0,00	18,10	0,00

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 869,65 [kg/mq] Pressione inf. 2435,02 [kg/mq]

Piedritto destro Pressione sup. 0,00 [kg/mq] Pressione inf. 1565,37 [kg/mq]

**Analisi della combinazione n° 4**

Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kg/mq]
-15,00	18,10	0,00

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 0,00 [kg/mq] Pressione inf. 1565,37 [kg/mq]

Piedritto destro Pressione sup. 0,00 [kg/mq] Pressione inf. 1565,37 [kg/mq]

Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 120,78 [kg/mq] Pressione inf. 0,00 [kg/mq] (valore fornito dal codice di calcolo)

Deviazione canale secondario Villoresti: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	18 di 43

### Analisi della combinazione n° 5

#### Carichi verticali in calotta

Xi	Xj	Q[kg/mq]
-15,00	-5,00	0,00
-5,00	0,00	1019,70
0,00	18,10	0,00

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 434,82 [kg/mq] Pressione inf. 2000,19 [kg/mq]

Piedritto destro Pressione sup. 0,00 [kg/mq] Pressione inf. 1565,37 [kg/mq]

#### Spinte sismiche sui piedritti

Piedritto sinistro Pressione sup. 187,82 [kg/mq] Pressione inf. 0,00 [kg/mq] (valore fornito dal codice di calcolo)

### 5.1.8 Spostamenti

#### Spostamenti fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,000	0,082
0,88	0,000	0,082
1,55	0,000	0,081
2,22	0,000	0,082
2,95	0,000	0,082

Deviazione canale secondario Villoreisi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	19 di 43

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,000	0,082
0,97	0,004	0,082
1,80	0,009	0,082

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,000	0,082
0,97	-0,004	0,082
1,80	-0,009	0,082

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 2)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,000	0,070
0,88	0,000	0,084
1,55	0,000	0,087
2,22	0,000	0,084
2,95	0,000	0,070

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,000	0,070
0,97	0,029	0,070

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	20 di 43

1,80                      0,063                      0,071

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,000	0,070
0,97	-0,029	0,070
1,80	-0,063	0,071

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,047	0,057
0,88	0,047	0,077
1,55	0,047	0,086
2,22	0,047	0,090
2,95	0,047	0,087

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,047	0,057
0,97	0,083	0,057
1,80	0,124	0,057

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,047	0,087
0,97	0,033	0,087

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	21 di 43

1,80                      0,015                      0,087

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	$u_x$ [cm]	$u_y$ [cm]
0,15	0,015	0,078
0,88	0,014	0,081
1,55	0,014	0,082
2,22	0,014	0,083
2,95	0,014	0,084

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	$u_x$ [cm]	$u_y$ [cm]
0,15	0,015	0,078
0,97	0,023	0,078
1,80	0,034	0,078

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	$u_x$ [cm]	$u_y$ [cm]
0,15	0,014	0,084
0,97	0,010	0,084
1,80	0,004	0,084

**Spostamenti fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	$u_x$ [cm]	$u_y$ [cm]
0,15	0,039	0,065

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	22 di 43

0,88	0,038	0,078
1,55	0,038	0,085
2,22	0,038	0,087
2,95	0,038	0,085

**Spostamenti piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,039	0,065
0,97	0,064	0,065
1,80	0,094	0,066

**Spostamenti piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	u <sub>x</sub> [cm]	u <sub>y</sub> [cm]
0,15	0,038	0,085
0,97	0,026	0,085
1,80	0,012	0,085

**5.1.9 Sollecitazioni**

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-6,4018	-11,5323	11,6136
0,88	0,1066	-5,0117	11,6136
1,55	2,0476	0,7645	11,6136
2,22	0,1066	6,5524	11,6136
2,95	-6,4018	11,5323	11,6136

Deviazione canale secondario Villoreisi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	23 di 43

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-6,4018	11,6211	12,1359
0,97	-0,8039	2,9043	6,0680
1,80	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-6,4018	-11,6211	12,1359
0,97	-0,8039	-2,9043	6,0680
1,80	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-18,0112	-11,6181	25,6766
0,88	-11,1686	-5,5840	25,6766
1,55	-8,9985	0,8193	25,6766
2,22	-11,1686	7,1588	25,6766
2,95	-18,0112	11,6181	25,6766

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-18,0112	25,6931	12,1359
0,97	-3,7062	9,9403	6,0680

Deviazione canale secondario Villoreisi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	24 di 43

1,80            0,0000            0,0000            0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-18,0112	-25,6931	12,1359
0,97	-3,7062	-9,9403	6,0680
1,80	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-18,0112	-11,7141	23,8724
0,88	-10,5950	-7,0800	23,8724
1,55	-7,2369	-1,1508	23,8724
2,22	-8,1460	5,6013	23,8724
2,95	-14,3083	11,4948	23,8724

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-18,0112	25,6931	12,1359
0,97	-3,7062	9,9403	6,0680
1,80	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-14,3083	-22,0823	12,1359
0,97	-2,5862	-6,9631	6,0680

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	25 di 43

1,80                    0,0000                    -0,5886                    0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-8,1215	-11,5635	12,8483
0,88	-1,4529	-5,3850	13,1691
1,55	0,7510	0,3927	13,4662
2,22	-0,9807	6,3419	13,7632
2,95	-7,4074	11,5213	14,0840

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-8,1215	13,4079	12,1359
0,97	-1,2952	4,0216	6,0680
1,80	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-7,4074	-13,5417	12,1359
0,97	-0,8377	-3,2477	6,0680
1,80	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-14,5473	-11,6550	19,5477

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	26 di 43

0,88	-7,4307	-6,3878	19,8685
1,55	-4,5550	-0,4805	20,1655
2,22	-5,8352	5,9632	20,4626
2,95	-12,1349	11,5122	20,7833

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-14,5473	21,0315	12,1359
0,97	-2,9357	7,9577	6,0680
1,80	0,0000	0,0000	0,0000

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,15	-12,1349	-19,3254	12,1359
0,97	-2,0678	-5,7773	6,0680
1,80	0,0000	-0,4614	0,0000

**5.1.10 Pressioni terreno**

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 1)**

X [m]	$\sigma_t$ [kg/cmq]
0,15	0,16
0,88	0,16
1,55	0,16
2,22	0,16

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	27 di 43

2,95

0,16

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 2)**

X [m]	$\sigma_t$ [kg/cmq]
0,15	0,14
0,88	0,17
1,55	0,17
2,22	0,17
2,95	0,14

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	$\sigma_t$ [kg/cmq]
0,15	0,11
0,88	0,15
1,55	0,17
2,22	0,18
2,95	0,17

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	$\sigma_t$ [kg/cmq]
0,15	0,16
0,88	0,16
1,55	0,16
2,22	0,17
2,95	0,17

**Pressioni sul terreno di fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	$\sigma_t$ [kg/cmq]
-------	---------------------

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	28 di 43

0,15	0,13
0,88	0,16
1,55	0,17
2,22	0,17
2,95	0,17

### 5.1.11 Verifiche

*Simbologia adottata ed unità di misura*

$N^{\circ}$  *Indice sezione*

$X$  *Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m*

$M$  *Momento flettente, espresso in kNm*

$V$  *Taglio, espresso in kN*

$N$  *Sforzo normale, espresso in kN*

$A_{fi}$  *Area armatura inferiore, espressa in cmq*

$A_{fs}$  *Area armatura superiore, espressa in cmq*

$\sigma_s$  *tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espressa in kg/cmq*

$\sigma_i$  *tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espressa in kg/cmq*

$\sigma_c$  *tensione nel calcestruzzo, espresse in kg/cmq*

$\tau_c$  *tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kg/cmq*

Si ipotizza una armatura costituita da fi 14/20

(incidenza 50/60 kg/mc)

### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - Tensioni ammissibili]

Base sezione  $B = 100$  cm

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	29 di 43

Altezza sezione H = 30,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,15	6,40	11,61	7,70	7,70	65,6	269,9	7,2
2	0,88	-0,11	11,61	7,70	7,70	4,7	6,3	0,4
3	1,55	-2,05	11,61	7,70	7,70	42,9	25,0	2,2
4	2,22	-0,11	11,61	7,70	7,70	4,7	6,3	0,4
5	2,95	6,40	11,61	7,70	7,70	65,6	269,9	7,2

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	-11,53	-0,51	0,00
2	0,88	-5,01	-0,29	0,00
3	1,55	0,76	0,03	0,00
4	2,22	6,55	0,29	0,00
5	2,95	11,53	0,51	0,00

Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - Tensioni ammissibili]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,15	-6,40	12,14	7,70	7,70	266,8	66,0	7,2
2	0,97	-0,80	6,07	7,70	7,70	10,6	10,1	0,8

Deviazione canale secondario Villoresti: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	30 di 43

3	1,80	0,00	0,00	7,70	7,70	0,0	0,0	0,0
---	------	------	------	------	------	-----	-----	-----

#### Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	11,62	0,52	0,00
2	0,97	2,90	0,13	0,00
3	1,80	0,00	0,00	0,00

#### Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - Tensioni ammissibili]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	-6,40	12,14	7,70	7,70	266,8	66,0	7,2
2	0,97	-0,80	6,07	7,70	7,70	10,6	10,1	0,8
3	1,80	0,00	0,00	7,70	7,70	0,0	0,0	0,0

#### Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	-11,62	-0,52	0,00
2	0,97	-2,90	-0,13	0,00
3	1,80	0,00	0,00	0,00

#### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - Tensioni ammissibili]

Deviazione canale secondario Villoresti: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	31 di 43

Base sezione  $B = 100$  cm

Altezza sezione  $H = 30,00$  cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	18,01	25,68	7,70	7,70	179,0	802,4	20,1
2	0,88	11,17	25,68	7,70	7,70	118,4	438,2	12,5
3	1,55	9,00	25,68	7,70	7,70	98,7	323,6	10,1
4	2,22	11,17	25,68	7,70	7,70	118,4	438,2	12,5
5	2,95	18,01	25,68	7,70	7,70	179,0	802,4	20,1

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	-11,62	-0,52	0,00
2	0,88	-5,58	-0,32	0,00
3	1,55	0,82	0,04	0,00
4	2,22	7,16	0,32	0,00
5	2,95	11,62	0,52	0,00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - Tensioni ammissibili]**

Base sezione  $B = 100$  cm

Altezza sezione  $H = 30,00$  cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	-18,01	12,14	7,70	7,70	887,0	167,1	19,9

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	32 di 43

2	0,97	-3,71	6,07	7,70	7,70	160,3	37,5	4,1
3	1,80	0,00	0,00	7,70	7,70	0,0	0,0	0,0

#### Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	25,69	1,14	0,00
2	0,97	9,94	0,44	0,00
3	1,80	0,00	0,00	0,00

#### Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - Tensioni ammissibili]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	-18,01	12,14	7,70	7,70	887,0	167,1	19,9
2	0,97	-3,71	6,07	7,70	7,70	160,3	37,5	4,1
3	1,80	0,00	0,00	7,70	7,70	0,0	0,0	0,0

#### Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	-25,69	-1,14	0,00
2	0,97	-9,94	-0,44	0,00
3	1,80	0,00	0,00	0,00

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	33 di 43

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - Tensioni ammissibili]**

Base sezione  $B = 100 \text{ cm}$

Altezza sezione  $H = 30,00 \text{ cm}$

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	18,01	23,87	7,70	7,70	177,5	813,6	20,1
2	0,88	10,59	23,87	7,70	7,70	112,0	418,6	11,9
3	1,55	7,24	23,87	7,70	7,70	81,3	241,6	8,1
4	2,22	8,15	23,87	7,70	7,70	89,8	289,3	9,1
5	2,95	14,31	23,87	7,70	7,70	145,0	616,1	16,0

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	-11,71	-0,52	0,00
2	0,88	-7,08	-0,38	0,00
3	1,55	-1,15	-0,12	0,00
4	2,22	5,60	0,25	0,00
5	2,95	11,49	0,51	0,00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - Tensioni ammissibili]**

Base sezione  $B = 100 \text{ cm}$

Altezza sezione  $H = 30,00 \text{ cm}$

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
----	---	---	---	----------	----------	---------------	---------------	------------

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	34 di 43

1	0,15	-18,01	12,14	7,70	7,70	887,0	167,1	19,9
2	0,97	-3,71	6,07	7,70	7,70	160,3	37,5	4,1
3	1,80	0,00	0,00	7,70	7,70	0,0	0,0	0,0

#### Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	25,69	1,14	0,00
2	0,97	9,94	0,44	0,00
3	1,80	0,00	0,00	0,00

#### Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - Tensioni ammissibili]

Base sezione  $B = 100$  cm

Altezza sezione  $H = 30,00$  cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	-14,31	12,14	7,70	7,70	688,9	135,0	15,9
2	0,97	-2,59	6,07	7,70	7,70	100,7	27,5	2,9
3	1,80	0,00	0,00	7,70	7,70	0,0	0,0	0,0

#### Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	-22,08	-0,98	0,00
2	0,97	-6,96	-0,34	0,00
3	1,80	-0,59	-0,03	0,00

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	35 di 43

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - Tensioni ammissibili - Sismica]**

Base sezione  $B = 100 \text{ cm}$

Altezza sezione  $H = 30,00 \text{ cm}$

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	8,12	12,85	7,70	7,70	81,7	354,0	9,1
2	0,88	1,45	13,17	7,70	7,70	18,5	12,5	1,5
3	1,55	-0,75	13,47	7,70	7,70	1,0	11,7	0,9
4	2,22	0,98	13,76	7,70	7,70	13,7	1,1	1,0
5	2,95	7,41	14,08	7,70	7,70	76,4	308,4	8,3

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	-11,56	-0,51	0,00
2	0,88	-5,38	-0,31	0,00
3	1,55	0,39	-0,05	0,00
4	2,22	6,34	0,28	0,00
5	2,95	11,52	0,51	0,00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - Tensioni ammissibili - Sismica]**

Base sezione  $B = 100 \text{ cm}$

Altezza sezione  $H = 30,00 \text{ cm}$

Verifiche presso-flessione

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	36 di 43

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,15	-8,12	12,14	7,70	7,70	358,4	81,2	9,1
2	0,97	-1,30	6,07	7,70	7,70	33,4	15,4	1,4
3	1,80	0,00	0,00	7,70	7,70	0,0	0,0	0,0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	13,41	0,60	0,00
2	0,97	4,02	0,18	0,00
3	1,80	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - Tensioni ammissibili - Sismica]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,15	-7,41	12,14	7,70	7,70	320,3	74,9	8,3
2	0,97	-0,84	6,07	7,70	7,70	12,0	10,5	0,9
3	1,80	0,00	0,00	7,70	7,70	0,0	0,0	0,0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	-13,54	-0,60	0,00
2	0,97	-3,25	-0,15	0,00

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	37 di 43

3    1,80    0,00    0,00    0,00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - Tensioni ammissibili - Sismica]**

Base sezione    B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,15	14,55	19,55	7,70	7,70	143,6	655,5	16,2
2	0,88	7,43	19,87	7,70	7,70	80,7	275,0	8,3
3	1,55	4,56	20,17	7,70	7,70	53,7	123,8	5,1
4	2,22	5,84	20,46	7,70	7,70	66,2	188,0	6,5
5	2,95	12,13	20,78	7,70	7,70	123,4	519,2	13,6

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	-11,66	-0,52	0,00
2	0,88	-6,39	-0,35	0,00
3	1,55	-0,48	-0,09	0,00
4	2,22	5,96	0,26	0,00
5	2,95	11,51	0,51	0,00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - Tensioni ammissibili - Sismica]**

Base sezione    B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	38 di 43

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,15	-14,55	12,14	7,70	7,70	701,7	137,1	16,1
2	0,97	-2,94	6,07	7,70	7,70	119,3	30,6	3,3
3	1,80	0,00	0,00	7,70	7,70	0,0	0,0	0,0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	21,03	0,93	0,00
2	0,97	7,96	0,35	0,00
3	1,80	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - Tensioni ammissibili - Sismica]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,15	-12,13	12,14	7,70	7,70	572,7	116,2	13,5
2	0,97	-2,07	6,07	7,70	7,70	73,4	22,8	2,3
3	1,80	0,00	0,00	7,70	7,70	0,0	0,0	0,0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	-19,33	-0,86	0,00

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	39 di 43

2    0,97    -5,78    -0,28    0,00

3    1,80    -0,46    -0,02    0,00

### 5.1.12 Inviluppo spostamenti nodali

#### Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	$u_{Xmin}$ [cm]	$u_{Xmax}$ [cm]	$u_{Ymin}$ [cm]	$u_{Ymax}$ [cm]
0,15	0,0002	0,0474	0,0574	0,0821
0,88	0,0001	0,0472	0,0765	0,0835
1,55	0,0000	0,0470	0,0811	0,0869
2,22	-0,0002	0,0468	0,0817	0,0899
2,88	-0,0004	0,0466	0,0704	0,0872

#### Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

Y [m]	$u_{Xmin}$ [cm]	$u_{Xmax}$ [cm]	$u_{Ymin}$ [cm]	$u_{Ymax}$ [cm]
0,15	0,0002	0,0474	0,0574	0,0821
0,97	0,0037	0,0830	0,0574	0,0822
1,80	0,0086	0,1236	0,0575	0,0822

#### Inviluppo spostamenti piedritto destro

Y [m]	$u_{Xmin}$ [cm]	$u_{Xmax}$ [cm]	$u_{Ymin}$ [cm]	$u_{Ymax}$ [cm]
0,15	-0,0004	0,0466	0,0704	0,0872
0,97	-0,0292	0,0328	0,0705	0,0873
1,80	-0,0630	0,0153	0,0705	0,0873

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	40 di 43

### 5.1.13 Inviluppo sollecitazioni nodali

#### Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,15	-18,01	-6,40	-11,71	-11,53	11,61	25,68
0,88	-11,17	0,11	-7,08	-5,01	11,61	25,68
1,55	-9,00	2,05	-1,15	0,82	11,61	25,68
2,22	-11,17	0,11	5,60	7,16	11,61	25,68
2,95	-18,01	-6,40	11,49	11,62	11,61	25,68

#### Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,15	-18,01	-6,40	11,62	25,69	12,14	12,14
0,97	-3,71	-0,80	2,90	9,94	6,07	6,07
1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

#### Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0,15	-18,01	-6,40	-25,69	-11,62	12,14	12,14
0,97	-3,71	-0,80	-9,94	-2,90	6,07	6,07
1,80	0,00	0,00	-0,59	0,00	0,00	0,00

### 5.1.14 Inviluppo pressioni terreno

#### Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	$\sigma_{tmin}$ [kg/cmq]	$\sigma_{tmax}$ [kg/cmq]
0,15	0,11	0,16

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	41 di 43

0,88	0,15	0,17
1,55	0,16	0,17
2,22	0,16	0,18
2,95	0,14	0,17

### 5.1.15 Inviluppo verifiche

#### Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 30,00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0,15	7,70	7,70	20,11	813,58	178,97
0,88	7,70	7,70	12,53	438,24	118,42
1,55	7,70	7,70	10,10	323,59	98,73
2,22	7,70	7,70	12,53	438,24	118,42
2,95	7,70	7,70	20,11	802,42	178,97

X	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0,15	-0,5	0,00
0,88	-0,4	0,00
1,55	-0,1	0,00
2,22	0,3	0,00
2,95	0,5	0,00

#### Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Deviazione canale secondario Villoreisi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	42 di 43

Base sezione  $B = 100$  cm

Altezza sezione  $H = 30,00$  cm

Y	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
0,15	7,70	7,70	19,92	167,09	886,99
0,97	7,70	7,70	4,15	37,46	160,29
1,80	7,70	7,70	0,00	0,00	0,00

Y	$\tau_c$	$A_{sw}$
0,15	1,1	0,00
0,97	0,4	0,00
1,80	0,0	0,00

### Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione  $B = 100$  cm

Altezza sezione  $H = 30,00$  cm

Y	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
0,15	7,70	7,70	19,92	167,09	886,99
0,97	7,70	7,70	4,15	37,46	160,29
1,80	7,70	7,70	0,00	0,00	0,00

Y	$\tau_c$	$A_{sw}$
0,15	-1,1	0,00
0,97	-0,4	0,00
1,80	0,0	0,00



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA  
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO  
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Deviazione canale secondario Villorresi: Relazione di calcolo rivestimenti

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 CL	IN 00 00 001	A	43 di 43

In base alle verifiche a fessurazione condotte le sezioni non risultano fessurate:  $W_k = 0,0$