

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J47109000030009

## U.O. INFRASTRUTTURE NORD

### PROGETTO DEFINITIVO

#### POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO-GENOVA QUADRUPPLICAMENTO MILANO-ROGOREDO-PAVIA FASE 1 – QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE EMANUELE IDRAULICA DI SEDE - GENERALE

Relazione di calcolo muro spingitubo e platea di varo per tombino 4x2

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

N M 0 Z 1 0 D 2 6 C L R I 0 0 0 3 0 0 5 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	CONSORZIO INTEGRA	Novembre 2018	F.Coppini/A.Maran 	Novembre 2018	S. Borelli 	Novembre 2018	F. Borelli Novembre 2018	

ITALFERR - DC INFRASTRUTTURE NORD  
Dott. Ing. Francesco Sestini  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
n. 23172 Sez. A

File: NM0Z10D26CLRI0003005A

n. Elab.:



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA**  
**QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO –**  
**PAVIA**  
**FASE 1 – QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE**  
**EMANUELE**

<p>IDRAULICA DI SEDE – GENERALE  <i>Relazione di calcolo muro spingitubo e platea di varo per tombino 4x2</i></p>	<p>COMMESSA NM0Z</p>	<p>LOTTO 10</p>	<p>FASE-ENTE D26</p>	<p>DOCUMENTO CLRI0003005</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 2 di 13</p>
---	--------------------------	---------------------	--------------------------	----------------------------------	-------------------	---------------------------

**INDICE**

1   PREMESSA ..... 3

2   DESCRIZIONE GENERALE..... 4

3   NORMATIVA DI RIFERIMENTO ..... 5

4   CARATTERISTICHE DEI MATERIALI..... 6

5   GEOMETRIA ..... 7

6   AZIONI..... 8

    6.1   PESO MONOLITE ..... 8

    6.2   RESISTENZA ALLO SCORRIMENTO..... 8

    6.3   SPINTA AI MARTINETTI..... 8

7   CALCOLO PLATEA DI VARO ..... 9

8   CALCOLO MURO REGGO-SPINTA ..... 11

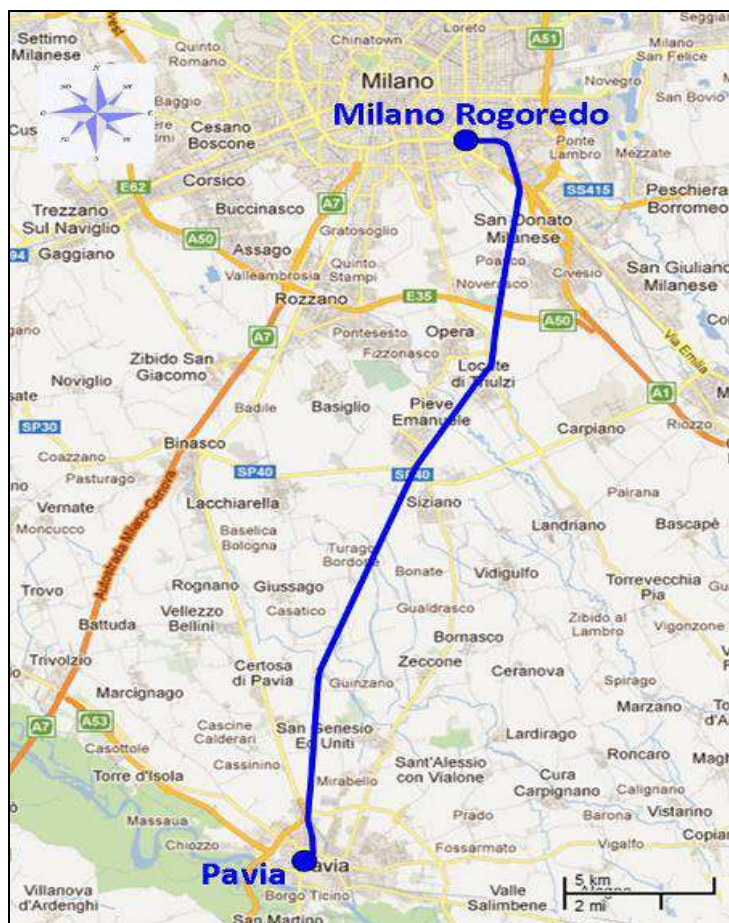
    8.1   VERIFICHE GEOTECNICA..... 11

    8.2   VERIFICHE STRUTTURALE..... 12

**1 PREMESSA**

Nell’ambito degli interventi di potenziamento della linea Milano – Genova, si prevede il quadruplicamento della linea ferroviaria nella tratta Milano Rogoredo-Pavia; in prima fase il quadruplicamento interesserà il tratto di linea compreso fra le stazioni di Milano Rogoredo e Pieve Emanuele, per essere esteso in fase successiva fino a Pavia.

Il quadruplicamento in oggetto, a partire dall’uscita della stazione Milano Rogoredo, prosegue in affiancamento alla linea storica e su una nuova sede e si sviluppa a sud di Milano, estendendosi per circa 30 km lungo l’attuale linea ferroviaria tra i nodi di Milano Rogoredo e Pavia.



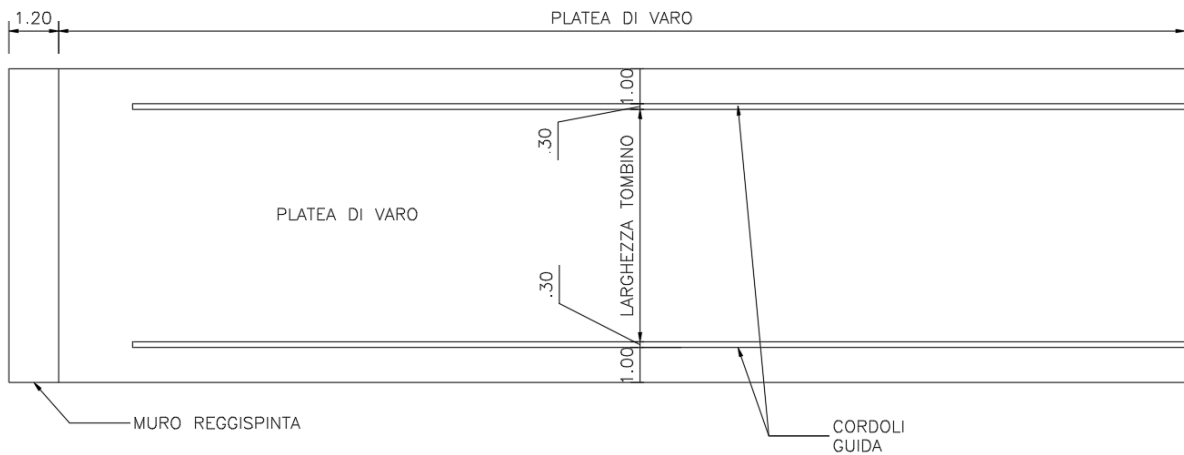
**Figura 1 : Planimetria di progetto**

La presente relazione definisce le modalità del calcolo statico della platea di varo e del muro reggispinta della galleria in oggetto.

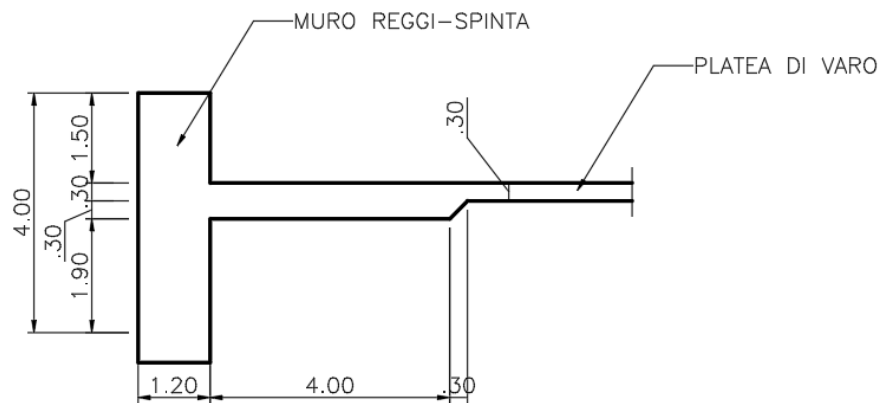
## 2 DESCRIZIONE GENERALE

Il monolite sarà realizzato al di fuori della sede stradale, sopra un'apposita platea denominata "platea di varo" di lunghezza complessiva pari a 6.10m e lunghezza pari a 16.00 m.


Il monolite sarà poi spinto verso il rilevato con un sistema di martinetti oleodinamici, posizionati a contrasto sul muro *reggispinta* avente una larghezza pari a quella della palatea ed un'altezza di 4.00 m.



**Figura 2 : Planimetria di progetto**



**Figura 3: Sezione muro reggispinta**

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA</b> <b>QUADRUPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA</b> <b>FASE 1 – QUADRUPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE EMANUELE</b>					
	IDRAULICA DI SEDE – GENERALE <i>Relazione di calcolo muro spingitubo e platea di varo per tombino 4x2</i>	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D26	DOCUMENTO CLRI0003005	REV. A

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali sono stati condotti nel rispetto delle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009, n.617: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C...: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996;
- RFI DTC SI MA IFS 001 B: "Manuale di progettazione delle opere civili" del 22/12/2017.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 B: Sezione 2 – Ponti e Strutture

Riferimenti STI:

– Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea;

– Regolamento (UE) N. 1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta;

– Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "energia" del sistema ferroviario dell'Unione europea;

– Regolamento (UE) N. 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità concernente la "sicurezza nelle gallerie ferroviarie" del sistema ferroviario dell'Unione europea;

– Regolamento (UE) 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea.

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### CALCESTRUZZO

#### Classe di resistenza calcestruzzo

**C25/30**

Caratteristiche del calcestruzzo

resistenza caratteristica cubica	$R_{ck}$	30 [MPa]
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	24.9 [MPa]
resistenza cilindrica media	$f_{cm}$	32.9 [MPa]
resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	2.6 [MPa]
resistenza caratteristica a trazione (fratt. 5%)	$f_{ctK}$	1.8 [MPa]
modulo elastico istantaneo	$E_{cm}$	31 447 [MPa]

Resistenze di calcolo

resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	14.1 [MPa]
resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	1.2 [MPa]
coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha$	1.00E-05 [°C <sup>-1</sup> ]

COEFFICIENTI

$\gamma_c$	=	1.5
$\alpha_{cc}$	=	0.85

### ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

#### Tipo di acciaio

**B450C**

Caratteristiche del calcestruzzo

tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	450 [MPa]
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	540 [MPa]

Resistenze di calcolo

resistenza di progetto	$f_{yd}$	391.3 [MPa]
modulo elastico	$E_s$	200000 [MPa]

COEFFICIENTI

$\gamma_s$	=	1.15
------------	---	------

Per il calcestruzzo armato si assume

$\gamma_{els}$  25 kN/m<sup>3</sup>

## 5 GEOMETRIA

Spessore soletta superiore	$S_{ss}$	0.45	[m]
Lunghezza soletta superiore	$L_{ss}$	18.00	[m]
Spessore soletta inferiore	$S_{si}$	0.45	[m]
Lunghezza soletta inferiore	$L_{si}$	15.00	[m]
Spessore piedritti	$S_{pi}$	0.45	[m]
Area parete laterale piedritto	$A_{pi}$	47.85	[m <sup>2</sup> ]
Larghezza totale	$L_{tot}$	4.90	[m]
Altezza totale monolite	$H_{tot}$	2.90	[m]
Rinterro superiore	$H_{ri}$	1.30	[m]
Lunghezza soletta di varo	$L_{sol}$	16.00	[m]
Larghezza soletta di varo	$D_{sol}$	7.50	[m]

## 6 AZIONI

### 6.1 PESO MONOLITE

Soletta Superiore	PP <sub>SS</sub>	992.25	[kN]
Soletta Inferiore	PP <sub>SI</sub>	826.875	[kN]
Piedritti	PP <sub>PI</sub>	1076.625	[kN]
Totale	W <sub>mo</sub>	2895.75	[kN]

### 6.2 RESISTENZA ALLO SCORRIMENTO

Peso monolite	W <sub>tot</sub>	2895.75	[kN]
Coefficiente di attrito cls-cls	f <sub>c</sub>	0.60	[]
Resistenza d'attrito monolite-calcestruzzo	R <sub>1</sub>	1737.45	[kN]
Spinta a vuoto (a rilevato stradale demolito)		NO	
Coefficiente di spinta a riposo	k <sub>0</sub>	0.50	[]
Pressione terreno in sommità	p <sub>s</sub>	12.35	[kN/m <sup>2</sup> ]
Pressione terreno alla base	p <sub>i</sub>	39.90	[kN/m <sup>2</sup> ]
Coefficiente di attrito cls-terreno	f <sub>c</sub>	0.50	[]
Resistenza d'attrito laterale monolite-terreno	R <sub>2</sub>	1250.08	[kN]

### 6.3 SPINTA AI MARTINETTI

Spinta ai martinetti totale	S=R <sub>1</sub> +R <sub>2</sub>	2987.53	[kN]
Rapporto tra coeff. Arrtito statico e dinamico	C <sub>s</sub>	1.35	[]
Spinta ai martinetti allo spunto	S <sub>0</sub> = C <sub>s</sub> x S	4033.17	[kN]



## 7 CALCOLO PLATEA DI VARO

Lunghezza soletta interessata da singolo monolite	$L_l$	16.00	[m]
Larghezza soletta interessata da singolo monolite	$L_t$	7.50	[m]
Spessore soletta	$s_s$	0.30	[m]
Peso proprio platea interessata dal singolo monolite	$W_p$	900.00	[kN]
Azione risultante sul terreno	$Q=W_{mo}+W_p$	3795.75	[kN]
Coefficiente di attrito cls-cls	$f_t$	0.60	[]
Resistenza di primo distacco platea-terreno	$R_3$	2277.45	[kN]
Trazione massima nella platea	$T_{max} = T_0 - R_3$	1755.72	[kN]
Trazione massima nella platea a metro	$T_{max/metro}$	234.10	[kN/m]

### Verifiche di resistenza

#### Sezione a 0 m dal muro

Distanza da muro di spinta		0.00	[]
	$n$	$\varphi$ [mm]	$A$ [mm <sup>2</sup> ]
Armatura superiore	5	20	1570.80
	0	0	0.00
Armatura inferiore	5	20	1570.80
	0	0	0.00
Area totale acciaio			3141.59
Resistenza di progetto	$f_{yd}$	391.30	[MPa]
Trazione agente nella sezione	$T_{ed}$	234.10	[kN]
Resistenza a trazione della sezione	$T_{max}$	1229.32	[kN]

**VERIFICATO**



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA**  
**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO - PAVIA**  
**FASE 1 - QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO - PIEVE EMANUELE**

IDRAULICA DI SEDE - GENERALE  
*Relazione di calcolo muro spingitubo e platea di varo per tombino 4x2*

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D26	CLRI0003005	A	10 di 13

**Sezione a 10 m dal muro**

Allontanandosi dal muro la trazione nella platea diminuisce proporzionalmente :

Distanza da muro di spinta

10.00 []

Armatura superiore

n	φ[mm]	A[mm <sup>2</sup> ]
5	16	1005.31
0	0	0.00
5	16	1005.31
0	0	0.00

Armatura inferiore

Area totale acciaio

2010.62

Resistenza di progetto

$f_{yd}$  391.30 [MPa]

Trazione agente nella sezione

$T_{ed}$  87.79 [kN]

Resistenza a trazione della sezione

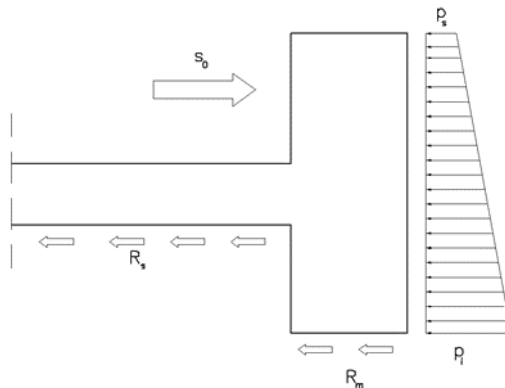
$T_{max}$  786.76 [kN]

**VERIFICATO**

## 8 CALCOLO MURO REGGO-SPINTA

### 8.1 VERIFICHE GEOTECNICA

Coefficiente di attrito parete-terreno	$\delta = \phi/2$	20.00	[°]
Inclinazione parete	$\alpha$	90	[°]
Inclinazione superiore terreno	$\beta$	0	[°]
Coefficiente di sicurezza	$\beta$	1.00	[]
Coefficiente di spinta passiva	$k_p$	6.10	[]
Altezza terrapieno	$h_p$	0.00	[m]
Altezza muro reggi-spinta	$h_m$	4.00	[m]
Spessore muro reggi-spinta	$S_m$	1.20	[m]
Considerare resistenze di attrito platea		<b>SI</b>	
Peso muro reggi-spinta	$W_m$	900.00	[kN]
Resistenza alla base del muro	$R_m$	519.62	[kN]
Resistenza alla base della soletta	$R_s$	519.62	[kN]



Pressione terreno in sommita del muro	$p_s$	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]
Pressione terreno alla base del muro	$p_i$	463.60	[kN/m <sup>2</sup> ]
Capacità resistente totale	$P_{tot}$	6954.00	[kN]



**PROGETTO DEFINITIVO**  
**POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA**  
**QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA**  
**FASE 1 – QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE EMANUELE**

IDRAULICA DI SEDE – GENERALE <i>Relazione di calcolo muro spingitubo e platea di varo per tombino 4x2</i>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NM0Z	10	D26	CLRI0003005	A	12 di 13

Pressione totale agente dietro muro  $P_a$  2993.94 [kN]

Coefficiente di sicurezza  $\eta$  2.32 []

Pressione sul terreno  $\sigma_t$  134.44 [kN/m<sup>2</sup>]  
 0.13 [MPa]

## 8.2 VERIFICHE STRUTTURALE

Altezza muro fuori terra  $H_m$  1.50 [m]  
 Coefficiente a stato limite ultimo 1.30 []  
 Momento flettente massimo agente  $M_{max}$  196.62 [kNm/m]  
 Azione tagliante massima  $T_{max}$  262.16 [kNm/m]

Verifica C.A. S.L.U. - File

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

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

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	15.71	6
			2	15.71	114

Tipologia Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0 kNm

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipologia flessione  
 Retta  Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>o</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C25/30

E<sub>su</sub> 67.5 % E<sub>c2</sub> 2 %  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² E<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 ?  
E<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> 687.6 kNm  
σ<sub>c</sub> -14.17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 %  
ε<sub>s</sub> 65.96 %  
d 114 cm  
x 5.744 x/d 0.05039  
δ 0.7

RELAZIONE

V<sub>d</sub> = 262.16 [kN] N<sub>d</sub> = 0 [kN]

Base "bw" 100 [cm]  
Altezza "h" 120 [cm]  
Copriferro "C" 5 [cm]  
Spessore "sp" 2 [cm]  
Altezza Utile "d" 114.0 [cm]

Armatura Tesa

N°	Ø	A [cm²]
5	20	15.71

ELEMENTI SENZA ARMATURA TRASVERSALE RESISTENTI A TAGLIO

Rapporto Geometrico ρ<sub>l</sub> 1.0013781 []  
Coefficiente k 1.42 []  
v<sub>min</sub> 0.3 [MPa]  
Tensione Media Di Compressione Nella Sezione σ<sub>cp</sub> 0.0 [MPa]  
Calcestruzzo C25/30  
Resistenza Caratteristica Cilindrica F<sub>ck</sub> 24.9 [MPa]

Taglio Resistente V<sub>rd</sub> 336.5 [MPa]

V<sub>rd</sub> > V<sub>d</sub>

La sezione non necessita armatura a taglio min NTC 3staffe/metro