

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 FERMATE

Fermata VILLAMAGGIORE

Relazione di calcolo prolungamento sottopasso

SCALA:

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

N M 0 Z 1 0 D 2 6 C L F V 0 3 0 B 0 0 1 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. Sacco Novembre 2018 	Novembre 2018

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

File: NM0Z10D26CLFV030B001A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
5	MODELLO DI CALCOLO.....	8
6	ANALISI DEI CARICHI.....	10
6.1	PESO PROPRIO	10
6.2	PERMANENTI PORTATI.....	10
6.3	SPINTA DEL TERRENO	11
6.4	VARIAZIONI TERMICHE.....	11
6.5	AZIONI SISMICHE	11
6.6	RITIRO	13
7	COMBINAZIONI DI CARICO	15
8	VERIFICHE SEZIONE TRASVERSALE	18
8.1	CRITERI DI VERIFICA	18
8.2	VERIFICA SEZIONE 1: Soletta Inferiore_Nodo Piedritto.....	21
8.2.1	Presso-Flessione	21
8.2.2	Taglio.....	21
8.2.3	Fessurazione	23
8.3	VERIFICA SEZIONE 2: Soletta Inferiore_Mezzeria.....	25
8.3.1	Presso-Flessione	25
8.3.2	Taglio.....	25
8.3.3	Fessurazione	27
8.4	VERIFICA SEZIONE 3: Piedritto_ Nodo Soletta Superiore	29
8.4.1	Presso-Flessione	29
8.4.2	Taglio.....	37
8.4.3	Fessurazione	38
8.5	VERIFICA SEZIONE 6: Piedritto_ Nodo Soletta Inferiore.....	40
8.5.1	Presso-Flessione	40
8.5.2	Taglio.....	49
8.5.3	Fessurazione	50
8.6	VERIFICA SEZIONE 4: Soletta Superiore_ Nodo Piedritto	52
8.6.1	Presso-Flessione	52
8.6.2	Taglio.....	61
8.6.3	Fessurazione	62
8.7	VERIFICA SEZIONE 5: Soletta Superiore_ Mezzeria.....	64
8.7.1	Presso-Flessione	64
8.7.2	Taglio.....	73
8.7.3	Fessurazione	74
9	VERIFICHE LONGITUDINALI	76

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLFV030B001	REV. A FOGLIO 3 di 79

1 PREMESSA

Il progetto di potenziamento della linea Milano-Genova prevede – tra gli altri – l'intervento di quadruplicamento della tratta Milano Rogoredo - Pavia per un'estesa di 28,6 km, che soddisfa l'obiettivo funzionale di consentire la completa separazione dei traffici suburbani e regionali da quelli interregionali, di lunga percorrenza e merci.

L'intervento è suddiviso in due fasi funzionali:

1. quadruplicamento della tratta da MI Rogoredo a Pieve Emanuele (da km 0+700 a km 11+985 per un'estesa complessiva circa 11 km), che prevede seguenti principali interventi:
 - realizzazione della nuova coppia di binari del quadruplicamento, in affiancamento, con interventi di velocizzazione anche degli attuali
 - realizzazione delle nuove comunicazioni in uscita dalla stazione di MI Rogoredo
 - trasformazione della fermata di Pieve E. in stazione
 - realizzazione della nuova SSE Pieve Emanuele
 - trasformazione della stazione di Certosa di Pavia in fermata e contestuale realizzazione di un nuovo Posto di Movimento a Turago
 - adeguamento delle opere esistenti (sottovia)
 - realizzazione di un nuovo apparato ACCM per entrambe le linee
2. quadruplicamento della tratta da Pieve Emanuele a Pavia , (da km 11+241 a km 28+401 per un'estesa complessiva circa 17 km), che prevede seguenti principali interventi:
 - realizzazione della nuova coppia di binari del quadruplicamento, in affiancamento
 - realizzazione nuovo PRG di Pavia
 - modifica alla stazione di Pieve E.
 - modifica alla fermata di Villamaggiore
 - modifica ed estensione dell'apparato ACCM per entrambe le linee.

La programmazione regionale prevede che, a valle dell'attivazione del quadruplicamento della prima fase funzionale venga attestato un servizio suburbano nella stazione di Pieve Emanuele, l'attuale servizio S2 che attualmente termina a Milano Rogoredo, tale da determinare un servizio cadenzato ogni 30 minuti attestato nella stazione di Pieve Emanuele ed uno con il medesimo cadenzamento che si attesta a Pavia.

A valle dell'attivazione del quadruplicamento della seconda fase funzionale, si prevede invece un sostanziale incremento di traffico relativo alle componenti di lunga percorrenza e merci, conseguente anche agli sviluppi del Terzo Valico, con un raddoppio dell'offerta attuale sulla linea.

La realizzazione dell'intervento consente quindi la gestione ottimale dei volumi di traffico incrementati sulla direttrice, grazie alla specializzazione delle due linee rispetto alle componenti di traffico presenti, con una capacità residua a disposizione per ulteriori incrementi futuri.

Nella presente relazione è riportato il calcolo strutturale del sottopasso in prolungamento della *fermata di Villamaggiore*.

2 DESCRIZIONE

La presente relazione ha per oggetto la verifica della sezione trasversale dell'opera scatolare, utilizzabile per attraversamenti ferroviari, avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Geometria del tombino			
Larghezza totale	Ltot	4.04	m
Altezza totale	Htot	4.02	m
Spessore soletta superiore	ss	0.40	m
Spessore piedritti	sp	0.50	m
Spessore soletta inferiore	sf	0.60	m
Luce libera	Lint	3.04	m
Altezza libera	Hint	3.02	m

Tabella 1

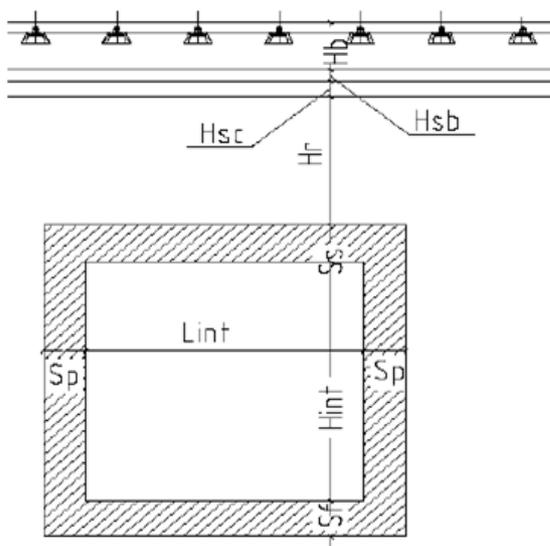


Figura 2-1 - Caratteristiche geometriche

La struttura sarà realizzata in c.a. gettato in opera senza giunti intermedi.

Si è tenuto conto della nuova zonazione sismica emanata tramite il D.M. 14.1.2008.

Il calcolo della struttura è stato effettuato considerando una striscia di calcolo pari ad 1m disposta ortogonalmente all'asse longitudinale dello scatolare. In caso di obliquità ϕ dello scatolare rispetto alla linea ferroviaria il calcolo è stato eseguito analizzando sempre una striscia di larghezza unitaria, assumendo però come luce di calcolo quella misurata in parallelo alla linea ferroviaria tra gli assi dei piedritti valutati lungo lo "spessore corrente" (spessore corrente=spessore piedritto/cos ϕ). In tal caso le stesse verifiche di resistenza sono state condotte con riferimento allo spessore corrente.



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

Fermata VILLAMAGGIORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO
SOTTOPASSO

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	5 di 79

Geometria del Ricoprimento			
Pavimento: masselli in cls autobloccanti sp.=6cm	Hb	0.06	m
Massetto in c.l.s. + r.e.s. sp. 20 cm	Hsb	0.20	m
Impermeabilizzazione (strato anticapillare) sp. 50 cm	Hsc	0.50	m
Spessore Terreno	Hr	0.71	m

Si trascura a favore di sicurezza la presenza del riempimento interno.

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE-ENTE</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLFV030B001</td> <td>A</td> <td>6 di 79</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	6 di 79
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	6 di 79								

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

Le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati nei calcoli sono riportate nelle successive tabelle.

Calcestruzzo			
Classe	C30/37		Classe di Resistenza
fck	30	MPa	Resistenza cilindrica caratteristica
Rck	37		Resistenza cubica caratteristica
fcm	38	MPa	Resistenza cilindrica media
fctm	2.89647	MPa	Resistenza media a trazione semplice
fctk	2.02753	MPa	Resistenza caratteristica a trazione semplice (frt. 5%)
fcfm	3.47576	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
Ecm	32836.6	MPa	Modulo Elastico
ν Poisson	0.2		Coefficiente di Poisson
$\alpha\Delta T$	0.00001	1/°C	Coefficiente di Dilatazione Termica
$\alpha\chi\chi$	0.85		coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata
$\gamma\chi$	1.5		coeff. parziale di sicurezza
fcd	17	MPa	Resistenza di calcolo a compressione
fctd	1.35169	MPa	Resistenza di calcolo a trazione
$\sigma\tau$	2.41372	MPa	Tensione limite di calcolo per formazione di fessure
$\sigma\chi$ limite	13.5	MPa	Tensione limite per combinazione quasi permanente
$\sigma\chi$ limite	18	MPa	Tensione limite per combinazione caratteristica (rara)

Acciaio Armature B450C			
fynom.	450	MPa	Tensione nominale di snervamento a trazione
ftnom.	540	MPa	Tensione nominale di rottura a trazione
fyk	450	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
Ecm	206000	MPa	Modulo Elastico
$\gamma\sigma$	1.15		coeff. parziale di sicurezza
fyd	391.304	MPa	Resistenza di calcolo
$\sigma\sigma$ limite	360	MPa	Tensione limite per combinazione caratteristica (rara)

Per la classe di esposizione del calcestruzzo, la consistenza e il rapporto acqua/cemento si faccia riferimento alle tabelle riportate negli elaborati grafici.

5 MODELLO DI CALCOLO

Nella figura seguente è riportato il modello di calcolo utilizzato per le analisi.

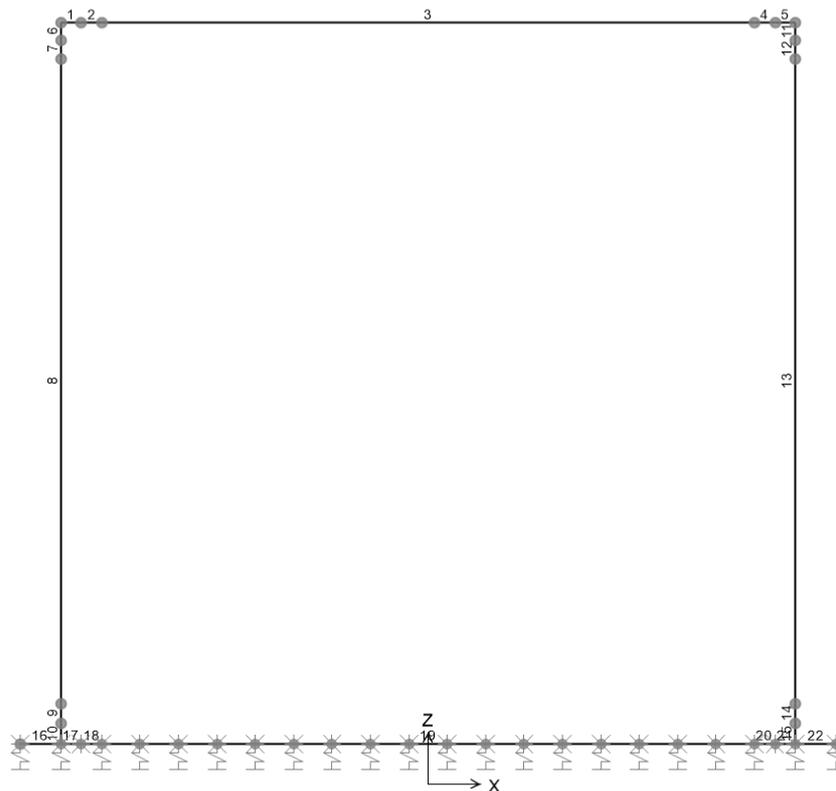


Figura 5-1 - Modello di calcolo

Per ottenere le sollecitazioni sulla struttura è stato realizzato un modello agli e.f. schematizzando la struttura mediante un telaio chiuso su letto di molle alla Winkler.

Le caratteristiche geometriche delle membrature resistenti e le caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzate nella modellazione sono riportate nel paragrafo 2. Per analizzare l'interazione con il terreno, la soletta inferiore è stata vincolata allo stesso mediante molle verticali.

Per la definizione delle precedenti costanti si è fatto riferimento alla caratterizzazione geotecnica fornitaci.

Nella seguente tabella sono riassunti i valori delle caratteristiche del terreno assunti.

ZONA	SONDAGGIO DI RIFERIMENTO	PROFONDITA'	TIPO DI TERRENO
9	PNNMOZU05	da 0 a 3m	S
		da 3m a 6m	Sg
		da 6m a 18m	S
		da 18m a 30m	Sg

γ_{sat} [kN/m ³]	γ_d [kN/m ³]	Φ' [°]		Φ' [°]	Φ' [°]	E'_{op} [MPa]		V_s [m/s]		categoria terreno	G_0 [MPa]	
		max	min			laboratorio	scelto	max	min		max	min
20	17	23	23		23	5	5	151	151	C	47	47
20	17	30	30		30	13	13	145	145		44	44
20	17	30	27		27	22	11	277	237		159	116
20	17	30	30		30	40	17	241	196		120	80

Tabella 6

La falda è situata a quota 89.26 m s.l.m.

Per la valutazione del coefficiente di sottofondo è stata utilizzata la seguente espressione:

$$k = k_l [(B+b)/(2B)]^2$$

dove:

- B è la larghezza della fondazione;
- b è 30 cm;
- k_l è un coefficiente ricavabile dalla letteratura tecnica in funzione del tipo di terreno (il valore assunto è pari a 30 N/cm³).

La rigidezza delle molle in corrispondenza dei piedritti è stata aumentata, seguendo le indicazioni riportate nella letteratura tecnica, al fine di tenere in conto l'irrigidimento apportato dai piedritti al solettone di fondo.

Il valore assunto per il coefficiente di sottofondo è riportato nella successiva tabella.

Coefficiente di Sottofondo			
valore limite di estremità	KESTR	17310.44	kN/m ³
valore limite di mezzeria	kMEZZ	8655.218	kN/m ³

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLFV030B001	REV. A

6 ANALISI DEI CARICHI

Nei successivi paragrafi si riportano, sotto forma tabellare, i valori dei carichi caratteristici assunti nel calcolo nonché il nome dell' "Analysis Case" a cui il carico è associato.

6.1 PESO PROPRIO

Il peso proprio della struttura è stato calcolato considerando un peso in volume del c.a. pari a $\gamma_{cls} = 25$ kN/m³.

Peso Proprio Analysis Case: PP			
Soletta superiore	G1_p.p.	10	kN/m
Piedritti	G1_p.p.	12.5	kN/m
Soletta Inferiore	G1_p.p.	15	kN/m

Tabella 8

6.2 PERMANENTI PORTATI

Di seguito sono stati riassunti i valori dei carichi permanenti portati che competono la soletta superiore e inferiore:

Permanente Portato soletta sup. Analysis Case: PERM			
Pavimento: masselli in cls autobloccanti sp.=6cm	γ	20	kN/m ³
Massetto in c.l.s. + r.e.s. sp. 20 cm	γ	25	kN/m ³
Impermeabilizzazione (strato anticapillare) sp. 50 cm	γ	0.3	kN/m ³
Spessore Terreno	γ	19	kN/m ³
Permanenti totali (striscia di 1m)		19.84	kN/m

Tabella 9

Permanente Portato soletta inf. Analysis Case: PERM			
Riempimento	γ	25	kN/m ³
Massetto	γ	15	kN/m ³
Pavimento	γ	20	kN/m ³
0	γ	0	kN/m ³
Permanenti totali (striscia di 1m)		0.00	kN/m

Tabella 10

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLFV030B001	REV. A

6.3 SPINTA DEL TERRENO

Una volta definito se la spinta sia prodotta dal rilevato ferroviario o dal terreno in sito non scavato (nel caso di scatolare completamente interrato) il calcolo della spinta è stato eseguito a partire dal coefficiente di spinta a riposo calcolato con la formula $K_0 = 1 - \sin\phi'$ dove ϕ' è l'angolo di attrito assunto. In caso di falda il peso specifico del terreno è stato sostituito da quello efficace.

Si assume una distribuzione lineare per l'andamento delle pressioni a tergo della parete. Nella successiva figura si riportano le caratteristiche meccaniche del terreno che costituisce il rinterro nonché il valore della pressione sul solettone superiore e inferiore.

N.B. in tale caso si assume che a spingere sia il terreno in sito.

Spinta T. Analysis Case: SP TERRA_sx/SP TERRA_dx			
Angolo di Attrito	ϕ	23	°
Q.ta falda in esercizio	zw	0.00	m
Peso di Volume	γ	20	kN/m ³
Coeff. Di spinta a riposo	k_0	0.609269	
Pressione in asse sol. sup.	PH	14.53	kN/m ²
Pressione in asse sol. inf.	P0	57.42	kN/m ²

6.4 VARIAZIONI TERMICHE

È costituita da una variazione termica uniforme e da un gradiente lineare applicato al solo solettone superiore. Per ricoprimenti superiori ad 1,5m non si applica alcuna variazione termica. Nella successiva tabella si riportano i valori applicati al caso specifico.

Azioni Termiche Analysis Case: TEMP/TEMPFARF			
Var. di temperatura uniforme	ΔT_{unif}	+/- 15	°C
Gradiente lineare su tutto lo scatolare	ΔT_{grad}	+/- 5	°C

6.5 AZIONI SISMICHE

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudo-statica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . In questo modo si definiscono le componenti inerziali verticali e orizzontali. Per i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali si usano le seguenti espressioni:

$$K_h = a_{max}/g \quad ; \quad K_v = \pm K_h$$

Definite vita nominale dell'opera e coefficiente d'uso è possibile, in base alla classificazione sismica del territorio nazionale fatta dal D.M. 14.01.2008, definire per il generico stato limite di verifica il parametro a_g . Nelle successive tabelle si riportano i parametri necessari a definire l'azione sismica nonché l'intensità della stessa.

Carichi Sismici			
Vita Nominale dell'opera	VN	75	anni
Coefficiente D'uso	Cu	1.5	
Periodo di riferimento	VR	112.5	anni
Probabilità di Superamento Evento	PVR	10	
Periodo di Ritorno	TR	1068	anni
Acc. orizzontale di picco al sito	ag	0.071	g
Amplificazione Spettrale max.	F0	2.619	
CATEGORIA SOTTOSUOLO		C	
CATEGORIA TOPOGRAFICA		T1	
Coeff. di amp. stratigrafica	Ss	1.50	
Coeff. di amp. Topografica	ST	1	
amax = SS x ST x ag	amax	0.1065	g

Gli effetti della azione sismica sono stati calcolati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali: $G1+G2+0,2xQki$.

Potendo assegnare un carico variabile da traffico non uniforme sul traverso, anche l'azione sismica manterrà tale disuniformità. Di seguito si riportano le azioni sismiche orizzontali e verticali applicate su traverso e piedritti.

Azione sismica Orizzontale Analysis Case: Sis_H			
Coefficiente Sismico Orizzontale	Kh	0.1065	
<i>Massa Distribuita sul Trasverso per il carico da traffico assunto</i>			
G1+G2+0.2xq1		29.84	kN/m
G1+G2+0.2xq2		29.84	kN/m
G1+G2+0.2xq3		29.84	kN/m
G1+G2+0.2xq4		29.84	kN/m
<i>Forze Inerziali applicate al Trasverso</i>			
qsh1 = (G1+G2+0.2xq1) x Kh		3.2	kN/m
qsh2 = (G1+G2+0.2xq2) x Kh		3.2	kN/m
qsh3 = (G1+G2+0.2xq3) x Kh		3.2	kN/m
qsh4 = (G1+G2+0.2xq4) x Kh		3.2	kN/m
<i>Massa Distribuita sui Piedritti Laterali</i>			
G1		12.5	kN/m
<i>Forze Inerziali applicate ai Piedritti Laterali</i>			
q'sh = (G1) x Kh		1.3	kN/m

Azione sismica Verticale Analysis Case: Sis_V			
Coefficiente Sismico Verticale	Kv	0.05325	
<i>Massa Distribuita sul Trasverso per il carico da traffico assunto</i>			
G1+G2+0.2xq1		29.84	kN/m
G1+G2+0.2xq2		29.84	kN/m
G1+G2+0.2xq3		29.84	kN/m
G1+G2+0.2xq4		29.84	kN/m
<i>Forze Inerziali applicate al Trasverso</i>			
qsv1 = (G1+G2+0.2xq1) x Kv		1.6	kN/m
qsv2 = (G1+G2+0.2xq2) x Kv		1.6	kN/m
qsv3 = (G1+G2+0.2xq3) x Kv		1.6	kN/m
qsv4 = (G1+G2+0.2xq4) x Kv		1.6	kN/m

Per completare l'azione sismica si definisce l'incremento di spinta delle terre sotto sisma. Questa è stata definita applicando la teoria di Wood, secondo la quale la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma su una parete di altezza H viene determinato con la seguente espressione:

$$\Delta SE = (a_{max}/g) \times \gamma \times H^2$$

Tale risultante è stata assunta come distribuita sull'altezza del piedritto e agente su uno solo dei due piedritti.

Incremento spinta sotto Sisma Analysis Case: DSe_sx/DSe_dx			
Altezza Totale	Htot	4.02	m
Peso di Volume	γ	20	kN/m ³
$a_{max} = SS \times ST \times a_g$	a_{max}	0.1065	g
$\Delta SE = (a_{max}/g) \times \gamma \times H^2$	ΔSE	34.42	kN
Pressione Equivalente Uniforme:	DSE / H	11.40	kN/m ²

6.6 RITIRO

Gli effetti del ritiro trasversale sul solettone superiore sono stati modellati con una variazione termica equivalente applicata allo stesso.

Ritiro Trasversale Analysis Case: RITIRO			
Età c.l.s inizio ritiro essiccamento	ts	1	gg
Età del c.l.s. alla messa in carico	t0	1	gg
Età c.l.s. a cui si valuta il ritiro	t	18000	gg
Umidità relativa	RH	75	%
Dimensione fittizia elemento in c.a.	h0	800	mm
Def. per ritiro da essiccamento	$\epsilon\chi\delta(t)$	0.000212	
Def. per ritiro autogeno	$\epsilon\chi\alpha(t)$	5E-05	
Deformazione da Ritiro	$\epsilon\sigma(t,t0)$	0.000262	
Var. Termica equivalente al ritiro	$\Delta T_{\rho_1 \tau_{\rho_0}}$	-6.5	°C

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE				
Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLFV030B001	REV. FOGLIO A 15 di 79

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico sono state effettuate secondo quanto prescritto dal D.M.14.01.2008 e dalle istruzioni ferroviarie.

In particolare sono state considerate le seguenti combinazioni:

- Combinazione Fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione Caratteristica Rara (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione Sismica (SLU):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z \quad \text{oppure} \quad E = \pm 0.30 \times E_Y \pm 1.00 \times E_Z$$

ed E_x e E_y sono le componenti della azione sismica orizzontale e verticale.

Gli effetti dei carichi verticali, generati dalla presenza dei convogli, sono combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, utilizzando i coefficienti indicati in tabella. Per ogni gruppo di carico si definisce una azione dominante considerata per intero, per le altre azioni si assume una aliquota del valore caratteristico.

I gruppi, così come definiti, vanno applicati ad ogni treno di carico considerato per la verifica.

Gruppo di carico considerati	Verticali	Frenatura avviamento
Gruppo 1.1	1.0	0
Gruppo 3.1	1.0	1.0
Gruppo 3.2	0.5	1.0
Gruppo 4 (Fessurazione)	0.8	0.8

I gruppi definiscono le azioni che nelle diverse combinazioni sono generalmente definite come Q_{ki} . Queste sono combinate con i valori caratteristici delle azioni permanenti (portati e portanti), i carichi variabili non associati al traffico e alla azione sismica adottando i coefficienti di combinazione riportati nelle successive tabelle.

In questo modo si ottengono le sollecitazioni di progetto con cui effettuare le verifiche per lo stato limite considerato.

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁷⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

In particolare per il calcolo della struttura scatolare si fa riferimento alla combinazione *A1 STR*.

Nella combinazione sismica le azioni indotte dal traffico ferroviario sono combinate con un coefficiente ψ pari a 0.2 coerentemente all'aliquota di massa afferente ai carichi da traffico.

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

Di seguito si riepilogano le analisis case definite in precedenza.

<i>Riepilogo Analisis Case Conserati</i>		
Peso Proprio elementi Strutturali	PP	G1
Permanenti portati (non strutturali)	PERM	G2
Spinta riempimento su piedritto sx	SPTERRA_sx	
Spinta riempimento su piedritto dx	SPTERRA_dx	
Spinta Idraulica in caso di falda	SPIDRAUL	
Ritiro	RITIRO	P
Carico variabile da traffico su solettone sup.	Q1A	Qtraffico
Carico variabile da traffico su solettone sup.	Q1B	
Spinta sovraccarico variabile sup. su piedritto sx	Q1AKOSX	
Spinta sovraccarico variabile sup. su piedritto dx	Q1AKODX	
Frenatura	FREN	
Variazione termica uniforme su solettone sup.	TEMP	Qtemp.
Gradiente termico su solettone sup.,inf. e su piedritti	TEMPFARF	
Incremento spinta sotto sisma su piedritto sx	DSe_sx	E
Incremento spinta sotto sisma su piedritto dx	DSe_dx	
Componente orizzontale azione sismica	Sis_H	
Componente verticale azione sismica	Sis_V	

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE-ENTE</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLFV030B001</td> <td>A</td> <td>18 di 79</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	18 di 79
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	18 di 79								

8 VERIFICHE SEZIONE TRASVERSALE

8.1 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di resistenza degli elementi in c.a. sono state condotte con il metodo degli Stati Limite. L'unità di misura adottata per le forze, momenti e tensioni saranno di volta in volta indicate.

COPRIFERRI ADOTTATO

c=5.0 cm

STAZIONI DI VERIFICA

Le verifiche di resistenza a flessione vengono eseguite nei nodi a $\frac{1}{4}$ dello spessore dell'elemento (misurato a partire dal punto in cui convergono gli assi dei due frame), mentre a taglio e a fessurazione sul filo dell'elemento (ossia $\frac{1}{2}$ dello spessore).

Nella successiva figura vengono rappresentate le sezioni dimensionate e verificate dello scatolare.

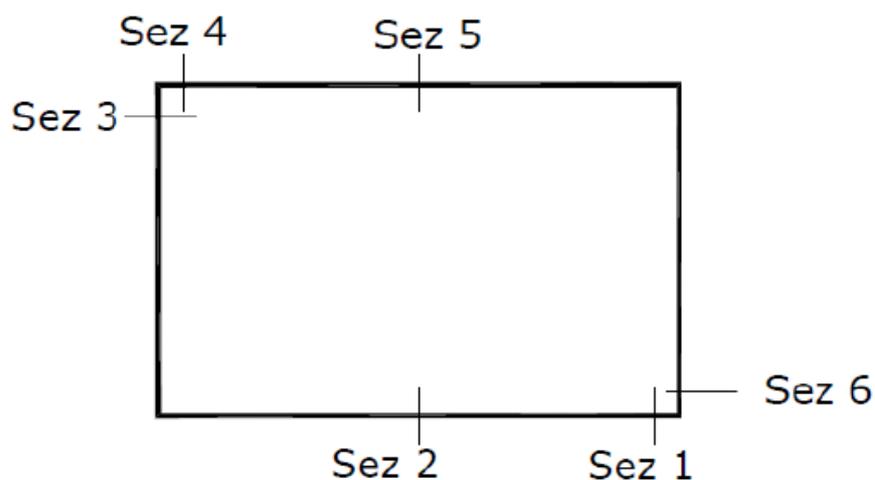


Figura 8-1 - Sezioni di verifica

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE-ENTE</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLFV030B001</td> <td>A</td> <td>19 di 79</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	19 di 79
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	19 di 79								

VERIFICHE ALLO SLU: Presso-Flessione

La verifica secondo il metodo degli stati limite si basa sulle seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Calcestruzzo non resistente a trazione;
- Perfetta aderenza acciaio-c.l.s.

Il controllo eseguito consiste nel verificare che lo stato di sollecitazione (N_{sd} , M_{sd}) sia interno alla frontiera del dominio di rottura della sezione tracciata nel piano Nrd-Mrd. Ciò viene fatto definendo due coefficienti di sicurezza o meglio due percorsi di carico che portano a rottura. Il primo è quello a sforzo normale $N=N_{sd}$ costante il secondo è quello a rapporto $M/N=M_{sd}/N_{sd}$ costante.

Il **coefficiente di sicurezza c.s.** rappresenta il rapporto tra la lunghezza del segmento che, per il fissato percorso di carico, collega l'origine del piano Nrd-Mrd ad un punto della frontiera e il segmento che, per lo stesso percorso, individua lo stato di sollecitazione applicato alla sezione.

La verifica è rispettata se $c.s. \geq 1$.

Nella verifica si sono imposte le seguenti deformazioni ultime:

Calcestruzzo:

ϵ_{cu1}	ϵ_{cu2}
0.200%	0.350%

Acciaio:

ϵ_{ys}	ϵ_{us}	α_s	ϵ_{ud}
0.196%	1.000%	1	1.000%

VERIFICHE ALLO SLU: Taglio

La resistenza a taglio V_{rd} è stata definita inizialmente pensando il generico elemento privo di armatura specifica a taglio. Qualora necessario ($V_{rd} < V_{sd}$) è stata aggiunta l'apposita armatura e ricalcolato il V_{rd} . Si riporta di seguito uno stralcio del D.M.14.01.2008 in cui sono indicate le relazioni con cui la V_{rd} è stata definita.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.14)$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha \quad (4.1.18)$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2\theta) \quad (4.1.19)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad (4.1.20)$$

dove d , b_w e σ_{cp} hanno il significato già visto in § 4.1.2.1.3.1. e inoltre si è posto:

A_{sw}	area dell'armatura trasversale;		
s	interasse tra due armature trasversali consecutive;		
α	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;		
f'_{cd}	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$);		
α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

VERIFICHE A FESSURAZIONE

Le verifiche a fessurazione sono state condotte utilizzando le espressioni riportate nella "Circolare 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C". In particolari sono stati assunti i seguenti coefficienti:

$$\beta_1=1$$

$$\beta_2=0.5$$

$$k_2=0.4$$

$$f_{ctk} = \sigma_t = 2.305 \text{ MPa}; \text{ tensione di trazione limite per la formazione delle fessure.}$$

La classe di esposizione dello scatolare rientra nelle condizioni ambientali aggressive inoltre l'opera è in c.a. ordinario si utilizza pertanto una armatura definita poco sensibile.

A seguito delle condizioni di seguito riassunte:

- Combinazione Rara;
- Armatura poco sensibile;
- Ambiente aggressivo.

Secondo quanto riportato nell'istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari l'ampiezza massima delle fessure deve essere inferiore a $w_1 = 0.20\text{mm}$.

Vengono riportate di seguito per ogni sezione i tabulati delle verifiche in resistenza condotte secondo quanto sopra specificato.

I valori delle resistenze di progetto di acciaio e c.l.s. assunte nei calcoli sono quelle riportate nel paragrafo relativo ai materiali.

8.2 VERIFICA SEZIONE 1: SOLETTA INFERIORE_NODO PIEDRITTO

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

B	H
[cm]	[cm]
100	110

Armatura inf As

n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm ²]	copriferro [cm]
5	26	26.55	8.6
5	32	40.21	8.6
0	10	0.00	0
0	10	0.00	0
0	10	0.00	0

Armatura sup A's

n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm ²]	copriferro [cm]
5	20	15.71	8.3
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

8.2.1 Presso-Flessione

Per come è stato modellato lo scatolare la sezione risulta per lo più inflessa. Si riportano quindi le verifiche per il valore max. e min. del momento flettente applicato. Inoltre in tale caso si ha un solo possibile percorso di carico.

Si riportano le caratteristiche della armatura e il tabulato delle verifiche:

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	M	Mu	CN_{=cost}
	[KN]	[KN m]	[KN m]	
1	0	2048	2467.5	1.20
2	0	279	2467.5	8.84

8.2.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spille ϕ 12 /20x20).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	110	cm
Copriferro Superiore	cs	45	mm
Copriferro Inferiore	ci	45	mm
Diametro armatura tesa sup.	\varnothing_{sup}	20	mm
Diametro armatura tesa inf.	\varnothing_{inf}	26	
Diametro ferro ortogonale	$\varnothing_{ferro\ ortogonale}$	14	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	$\varnothing_{st.}$	12	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	5	
Passo Staffe	s	20	cm
Inclinazione del puntone	θ	45	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	1500	mm ² / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
n° _{st.} /m	5	1/m
Asw	565	mm ²
ctg θ	1	
ctg α	0	
z = 0.9d	928	mm
f 'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	VE _d y	NE _d	sc _p	VR _{d,c}	VR _{cd,y}	VR _{sd,y}	VR _{d,y}	C.S.y,min
	kN	kN	MPa	kN	kN	kN	kN	
G3_1_57	931.6	0.0			3670.0	1025.7	1022.7	1.098

8.2.3 Fessurazione

	Formazione	ss	ssr	k3	Aeff	s	srm	esm	wm	wd	
	fessure	[MPa]	[MPa]	[-]	[mm²]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	
1	Fessurata	-175	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.110	0.187	Verificato
2	Fessurata	-180	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.119	0.202	Non Verificato
3	Fessurata	-182	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.123	0.209	Non Verificato
4	Fessurata	-177	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.114	0.194	Verificato
5	Non fessurata	0	-74	0.125							
6	Non fessurata	0	-79	0.125							
7	Non fessurata	0	-81	0.125							
8	Non fessurata	0	-76	0.125							
9	Fessurata	-170	-121	0.125	268000	200	240	0.0004	0.102	0.173	Verificato
10	Fessurata	-175	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.111	0.188	Verificato
11	Fessurata	-177	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.114	0.195	Verificato
12	Fessurata	-172	-121	0.125	268000	200	240	0.0004	0.106	0.180	Verificato
13	Non fessurata	0	-69	0.125							
14	Non fessurata	0	-74	0.125							
15	Non fessurata	0	-76	0.125							
16	Non fessurata	0	-71	0.125							
17	Non fessurata	0	-92	0.125							
18	Non fessurata	0	-97	0.125							
19	Non fessurata	0	-99	0.125							
20	Non fessurata	0	-94	0.125							
21	Non fessurata	0	-87	0.125							
22	Non fessurata	0	-92	0.125							
23	Non fessurata	0	-94	0.125							
24	Non fessurata	0	-89	0.125							
25	Fessurata	-124	-121	0.125	268000	200	240	0.0002	0.060	0.101	Verificato
26	Fessurata	-129	-121	0.125	268000	200	240	0.0003	0.062	0.105	Verificato
27	Fessurata	-132	-121	0.125	268000	200	240	0.0003	0.063	0.107	Verificato
28	Fessurata	-127	-121	0.125	268000	200	240	0.0003	0.061	0.103	Verificato
29	Non fessurata	0	-74	0.125							
30	Non fessurata	0	-79	0.125							
31	Non fessurata	0	-81	0.125							
32	Non fessurata	0	-76	0.125							
33	Fessurata	-120	-121	0.125	268000	200	240	0.0002	0.057	0.097	Verificato
34	Fessurata	-125	-121	0.125	268000	200	240	0.0002	0.060	0.102	Verificato
35	Fessurata	-127	-121	0.125	268000	200	240	0.0003	0.061	0.103	Verificato
36	Fessurata	-122	-121	0.125	268000	200	240	0.0002	0.058	0.099	Verificato
37	Non fessurata	0	-69	0.125							
38	Non fessurata	0	-74	0.125							
39	Non fessurata	0	-76	0.125							
40	Non fessurata	0	-71	0.125							

41	Non fessurata	0	-83	0.125							
42	Non fessurata	0	-88	0.125							
43	Non fessurata	0	-90	0.125							
44	Non fessurata	0	-85	0.125							
45	Non fessurata	0	-78	0.125							
46	Non fessurata	0	-83	0.125							
47	Non fessurata	0	-85	0.125							
48	Non fessurata	0	-80	0.125							
49	Fessurata	-175	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.110	0.187	Verificato
50	Fessurata	-180	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.119	0.202	Non Verificato
51	Fessurata	-182	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.123	0.209	Non Verificato
52	Fessurata	-177	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.114	0.194	Verificato
53	Fessurata	-170	-121	0.125	268000	200	240	0.0004	0.102	0.173	Verificato
54	Fessurata	-175	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.111	0.188	Verificato
55	Fessurata	-177	-121	0.125	268000	200	240	0.0005	0.114	0.195	Verificato
56	Fessurata	-172	-121	0.125	268000	200	240	0.0004	0.106	0.180	Verificato

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLFV030B001	REV. A

8.3 VERIFICA SEZIONE 2: SOLETTA INFERIORE_MEZZERIA

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>B</i>	<i>H</i>
<i>[cm]</i>	<i>[cm]</i>
100	110

8.3.1 Presso-Flessione

Analogamente alla sezione S1 si riportano le verifiche per i soli valori max e min. del momento flettente. Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm ²]	copriferro [cm]
5	26	26.55	8.6
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	18	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm ²]	copriferro [cm]
5	26	26.55	8.6
5	26	26.55	8.6
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	M	Mu	CN_{=cost}
	<i>[KN]</i>	<i>[KN m]</i>	<i>[KN m]</i>	
1	0	-500	-1986.1	3.97
2	0	-1491	-1986.1	1.33

8.3.2 Taglio

La sezione non necessita di armatura a taglio.



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

Fermata VILLAMAGGIORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO
SOTTOPASSO

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	26 di 79

Nome Combinazione	VE _{dy}	NE _d	σ_{cp}	V _{Rd,c}	V _{Rcd,y}	V _{Rsd,y}	V _{Rd,y}	C.S.y,min
	kN	kN	MPa	kN	kN	kN	kN	
G3_1_1	170.4	0.0	0.0	336.1				1.972

8.3.3 Fessurazione

	<i>Formazione</i>	<i>ss</i>	<i>ssr</i>	<i>k3</i>	<i>Aeff</i>	<i>s</i>	<i>srm</i>	<i>esm</i>	<i>wm</i>	<i>wd</i>
	<i>fessure</i>	[MPa]	[MPa]	[-]	[mm ²]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
1	Fessurata	-195	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.109	0.186
2	Fessurata	-190	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.100	0.170
3	Fessurata	-188	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.096	0.163
4	Fessurata	-193	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.105	0.179
5	Non fessurata	0	-116	0.125						
6	Non fessurata	0	-111	0.125						
7	Non fessurata	0	-109	0.125						
8	Non fessurata	0	-114	0.125						
9	Fessurata	-200	-145	0.125	268000	200	252	0.0005	0.118	0.201
10	Fessurata	-195	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.109	0.185
11	Fessurata	-193	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.105	0.178
12	Fessurata	-198	-145	0.125	268000	200	252	0.0005	0.114	0.194
13	Non fessurata	0	-121	0.125						
14	Non fessurata	0	-116	0.125						
15	Non fessurata	0	-114	0.125						
16	Non fessurata	0	-119	0.125						
17	Fessurata	-195	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.110	0.186
18	Fessurata	-190	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.100	0.170
19	Fessurata	-188	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.096	0.163
20	Fessurata	-193	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.105	0.179
21	Fessurata	-200	-145	0.125	268000	200	252	0.0005	0.118	0.201
22	Fessurata	-195	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.109	0.185
23	Fessurata	-193	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.105	0.178
24	Fessurata	-198	-145	0.125	268000	200	252	0.0005	0.114	0.194
25	Fessurata	-156	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.078	0.133
26	Fessurata	-151	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.076	0.129
27	Fessurata	-149	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.075	0.127
28	Fessurata	-154	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.077	0.131
29	Non fessurata	0	-116	0.125						
30	Non fessurata	0	-111	0.125						
31	Non fessurata	0	-109	0.125						
32	Non fessurata	0	-114	0.125						
33	Fessurata	-160	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.081	0.137
34	Fessurata	-155	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.078	0.133
35	Fessurata	-153	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.077	0.131
36	Fessurata	-158	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.080	0.135
37	Non fessurata	0	-121	0.125						
38	Non fessurata	0	-116	0.125						
39	Non fessurata	0	-114	0.125						
40	Non fessurata	0	-119	0.125						
41	Fessurata	-156	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.078	0.133



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

Fermata VILLAMAGGIORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO
SOTTOPASSO

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	28 di 79

42	Fessurata	-151	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.076	0.129
43	Fessurata	-149	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.075	0.127
44	Fessurata	-154	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.077	0.131
45	Fessurata	-160	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.081	0.137
46	Fessurata	-155	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.078	0.133
47	Fessurata	-153	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.077	0.131
48	Fessurata	-158	-145	0.125	268000	200	252	0.0003	0.080	0.135
49	Fessurata	-195	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.109	0.186
50	Fessurata	-190	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.100	0.170
51	Fessurata	-188	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.096	0.163
52	Fessurata	-193	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.105	0.179
53	Fessurata	-200	-145	0.125	268000	200	252	0.0005	0.118	0.201
54	Fessurata	-195	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.109	0.185
55	Fessurata	-193	-145	0.125	268000	200	252	0.0004	0.105	0.178
56	Fessurata	-198	-145	0.125	268000	200	252	0.0005	0.114	0.194

8.4 VERIFICA SEZIONE 3: PIEDRITTO_ NODO SOLETTA SUPERIORE

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>B</i>	<i>H</i>
[cm]	[cm]
100	110

8.4.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm ²]	copriferro [cm]
5	26	26.55	8.6
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro [mm]	Area [cm ²]	copriferro [cm]
5	26	26.55	8.6
5	26	26.55	8.6
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	M	Mu	CN_{=cost}
	[KN]	[KN m]	[KN m]	
1	920	-1385	-2397.5	1.732
2	814	-1226	-2351.0	1.917
3	920	-1269	-2397.5	1.890
4	814	-1110	-2351.0	2.117
5	920	-1339	-2397.5	1.790
6	814	-1181	-2351.0	1.991
7	920	-1455	-2397.5	1.648
8	814	-1297	-2351.0	1.813
9	814	-1241	-2351.0	1.894

10	814	-1048	-2351.0	2.243
11	814	-1166	-2351.0	2.017
12	814	-1359	-2351.0	1.730
13	920	-1385	-2397.5	1.732
14	387	-593	-2161.9	3.645
15	920	-1269	-2397.5	1.890
16	387	-477	-2161.9	4.530
17	920	-1339	-2397.5	1.790
18	387	-548	-2161.9	3.947
19	920	-1455	-2397.5	1.648
20	387	-664	-2161.9	3.258
21	387	-608	-2161.9	3.555
22	387	-415	-2161.9	5.208
23	387	-533	-2161.9	4.059
24	387	-726	-2161.9	2.979
25	920	-1389	-2397.5	1.727
26	814	-1230	-2351.0	1.911
27	920	-1273	-2397.5	1.884
28	814	-1114	-2351.0	2.110
29	920	-1343	-2397.5	1.785
30	814	-1185	-2351.0	1.984
31	920	-1459	-2397.5	1.643
32	814	-1301	-2351.0	1.807
33	814	-1245	-2351.0	1.888
34	814	-1052	-2351.0	2.234
35	814	-1170	-2351.0	2.010
36	814	-1363	-2351.0	1.725
37	920	-1389	-2397.5	1.727
38	387	-597	-2161.9	3.621
39	920	-1273	-2397.5	1.884
40	387	-481	-2161.9	4.493
41	920	-1343	-2397.5	1.785
42	387	-552	-2161.9	3.919
43	920	-1459	-2397.5	1.643
44	387	-668	-2161.9	3.239
45	387	-612	-2161.9	3.532
46	387	-419	-2161.9	5.159
47	387	-537	-2161.9	4.029
48	387	-730	-2161.9	2.963
49	275	-360	-2111.4	5.866
50	275	-553	-2111.4	3.818
51	275	-459	-2111.4	4.597
52	275	-266	-2111.4	7.931
53	854	-982	-2368.4	2.412
54	760	-904	-2327.7	2.574
55	854	-866	-2368.4	2.734

56	760	-788	-2327.7	2.953
57	854	-937	-2368.4	2.529
58	760	-859	-2327.7	2.710
59	854	-1052	-2368.4	2.250
60	760	-975	-2327.7	2.388
61	760	-919	-2327.7	2.532
62	760	-726	-2327.7	3.205
63	760	-844	-2327.7	2.759
64	760	-1037	-2327.7	2.245
65	854	-982	-2368.4	2.412
66	387	-593	-2161.9	3.645
67	854	-866	-2368.4	2.734
68	387	-477	-2161.9	4.530
69	854	-937	-2368.4	2.529
70	387	-548	-2161.9	3.947
71	854	-1052	-2368.4	2.250
72	387	-664	-2161.9	3.258
73	387	-608	-2161.9	3.555
74	387	-415	-2161.9	5.208
75	387	-533	-2161.9	4.059
76	387	-726	-2161.9	2.979
77	854	-986	-2368.4	2.402
78	760	-908	-2327.7	2.563
79	854	-870	-2368.4	2.722
80	760	-792	-2327.7	2.938
81	854	-941	-2368.4	2.518
82	760	-863	-2327.7	2.698
83	854	-1056	-2368.4	2.242
84	760	-979	-2327.7	2.379
85	760	-923	-2327.7	2.521
86	760	-730	-2327.7	3.188
87	760	-848	-2327.7	2.746
88	760	-1041	-2327.7	2.237
89	854	-986	-2368.4	2.402
90	387	-597	-2161.9	3.621
91	854	-870	-2368.4	2.722
92	387	-481	-2161.9	4.493
93	854	-941	-2368.4	2.518
94	387	-552	-2161.9	3.919
95	854	-1056	-2368.4	2.242
96	387	-668	-2161.9	3.239
97	387	-612	-2161.9	3.532
98	387	-419	-2161.9	5.159
99	387	-537	-2161.9	4.029
100	387	-730	-2161.9	2.963
101	275	-360	-2111.4	5.866

102	275	-553	-2111.4	3.818
103	275	-459	-2111.4	4.597
104	275	-266	-2111.4	7.931
105	987	-1787	-2426.3	1.358
106	867	-1548	-2374.3	1.533
107	987	-1671	-2426.3	1.452
108	867	-1433	-2374.3	1.657
109	987	-1742	-2426.3	1.393
110	867	-1503	-2374.3	1.580
111	987	-1858	-2426.3	1.306
112	867	-1619	-2374.3	1.467
113	867	-1564	-2374.3	1.519
114	867	-1370	-2374.3	1.732
115	867	-1488	-2374.3	1.596
116	867	-1681	-2374.3	1.412
117	987	-1787	-2426.3	1.358
118	441	-915	-2185.9	2.389
119	987	-1671	-2426.3	1.452
120	441	-799	-2185.9	2.735
121	987	-1742	-2426.3	1.393
122	441	-870	-2185.9	2.513
123	987	-1858	-2426.3	1.306
124	441	-986	-2185.9	2.218
125	441	-930	-2185.9	2.350
126	441	-737	-2185.9	2.965
127	441	-855	-2185.9	2.557
128	441	-1048	-2185.9	2.086
129	987	-1791	-2426.3	1.355
130	867	-1552	-2374.3	1.529
131	987	-1675	-2426.3	1.448
132	867	-1437	-2374.3	1.653
133	987	-1746	-2426.3	1.390
134	867	-1507	-2374.3	1.575
135	987	-1862	-2426.3	1.303
136	867	-1623	-2374.3	1.463
137	867	-1567	-2374.3	1.515
138	867	-1374	-2374.3	1.727
139	867	-1492	-2374.3	1.591
140	867	-1685	-2374.3	1.409
141	987	-1791	-2426.3	1.355
142	441	-919	-2185.9	2.378
143	987	-1675	-2426.3	1.448
144	441	-803	-2185.9	2.721
145	987	-1746	-2426.3	1.390
146	441	-874	-2185.9	2.502
147	987	-1862	-2426.3	1.303

148	441	-990	-2185.9	2.209
149	441	-934	-2185.9	2.340
150	441	-741	-2185.9	2.949
151	441	-859	-2185.9	2.546
152	441	-1052	-2185.9	2.078
153	275	-360	-2111.4	5.866
154	275	-553	-2111.4	3.818
155	275	-459	-2111.4	4.597
156	275	-266	-2111.4	7.931
157	587	-586	-2251.2	3.840
158	547	-588	-2233.5	3.801
159	587	-470	-2251.2	4.786
160	547	-472	-2233.5	4.735
161	587	-541	-2251.2	4.162
162	547	-542	-2233.5	4.119
163	587	-657	-2251.2	3.428
164	547	-658	-2233.5	3.394
165	547	-603	-2233.5	3.706
166	547	-410	-2233.5	5.452
167	547	-527	-2233.5	4.237
168	547	-720	-2233.5	3.101
169	587	-586	-2251.2	3.840
170	601	-910	-2257.1	2.481
171	587	-470	-2251.2	4.786
172	601	-794	-2257.1	2.843
173	587	-541	-2251.2	4.162
174	601	-864	-2257.1	2.611
175	587	-657	-2251.2	3.428
176	601	-980	-2257.1	2.303
177	601	-925	-2257.1	2.441
178	601	-732	-2257.1	3.085
179	601	-849	-2257.1	2.658
180	601	-1042	-2257.1	2.166
181	587	-590	-2251.2	3.815
182	547	-592	-2233.5	3.776
183	587	-474	-2251.2	4.746
184	547	-476	-2233.5	4.695
185	587	-545	-2251.2	4.132
186	547	-546	-2233.5	4.089
187	587	-661	-2251.2	3.408
188	547	-662	-2233.5	3.374
189	547	-607	-2233.5	3.682
190	547	-414	-2233.5	5.400
191	547	-531	-2233.5	4.206
192	547	-724	-2233.5	3.084
193	587	-590	-2251.2	3.815

194	601	-914	-2257.1	2.470
195	587	-474	-2251.2	4.746
196	601	-798	-2257.1	2.829
197	587	-545	-2251.2	4.132
198	601	-868	-2257.1	2.599
199	587	-661	-2251.2	3.408
200	601	-984	-2257.1	2.294
201	601	-929	-2257.1	2.430
202	601	-736	-2257.1	3.068
203	601	-853	-2257.1	2.646
204	601	-1046	-2257.1	2.157
205	275	-360	-2111.4	5.866
206	275	-553	-2111.4	3.818
207	275	-459	-2111.4	4.597
208	275	-266	-2111.4	7.931
209	720	-1391	-2310.3	1.660
210	654	-1232	-2280.7	1.852
211	720	-1276	-2310.3	1.811
212	654	-1116	-2280.7	2.044
213	720	-1346	-2310.3	1.716
214	654	-1186	-2280.7	1.922
215	720	-1462	-2310.3	1.580
216	654	-1302	-2280.7	1.751
217	654	-1247	-2280.7	1.829
218	654	-1054	-2280.7	2.164
219	654	-1171	-2280.7	1.947
220	654	-1364	-2280.7	1.672
221	720	-1391	-2310.3	1.660
222	654	-1232	-2280.7	1.852
223	720	-1276	-2310.3	1.811
224	654	-1116	-2280.7	2.044
225	720	-1346	-2310.3	1.716
226	654	-1186	-2280.7	1.922
227	720	-1462	-2310.3	1.580
228	654	-1302	-2280.7	1.751
229	654	-1247	-2280.7	1.829
230	654	-1054	-2280.7	2.164
231	654	-1171	-2280.7	1.947
232	654	-1364	-2280.7	1.672
233	720	-1395	-2310.3	1.656
234	654	-1236	-2280.7	1.846
235	720	-1280	-2310.3	1.805
236	654	-1120	-2280.7	2.037
237	720	-1350	-2310.3	1.711
238	654	-1190	-2280.7	1.916
239	720	-1466	-2310.3	1.576

240	654	-1306	-2280.7	1.746
241	654	-1251	-2280.7	1.823
242	654	-1058	-2280.7	2.156
243	654	-1175	-2280.7	1.941
244	654	-1368	-2280.7	1.667
245	720	-1395	-2310.3	1.656
246	654	-1236	-2280.7	1.846
247	720	-1280	-2310.3	1.805
248	654	-1120	-2280.7	2.037
249	720	-1350	-2310.3	1.711
250	654	-1190	-2280.7	1.916
251	720	-1466	-2310.3	1.576
252	654	-1306	-2280.7	1.746
253	654	-1251	-2280.7	1.823
254	654	-1058	-2280.7	2.156
255	654	-1175	-2280.7	1.941
256	654	-1368	-2280.7	1.667
257	275	-360	-2111.4	5.866
258	275	-553	-2111.4	3.818
259	275	-459	-2111.4	4.597
260	275	-266	-2111.4	7.931
261	310	-274	-2126.9	7.751
262	310	-210	-2126.9	10.126
263	328	-385	-2135.1	5.539
264	328	-321	-2135.1	6.649
265	310	-249	-2126.9	8.535
266	310	-314	-2126.9	6.783
267	381	-721	-2159.0	2.995
268	381	-656	-2159.0	3.289
269	328	-360	-2135.1	5.927
270	328	-425	-2135.1	5.028
271	399	-832	-2167.3	2.605
272	399	-768	-2167.3	2.824
273	381	-696	-2159.0	3.104
274	381	-760	-2159.0	2.841
275	399	-807	-2167.3	2.687
276	399	-871	-2167.3	2.488
277	298	-258	-2121.8	8.226
278	298	-194	-2121.8	10.960
279	317	-369	-2130.1	5.772
280	317	-305	-2130.1	6.991
281	298	-233	-2121.8	9.116
282	298	-297	-2121.8	7.142
283	370	-704	-2153.9	3.058
284	370	-640	-2153.9	3.365
285	317	-344	-2130.1	6.195

286	317	-408	-2130.1	5.219
287	388	-815	-2162.2	2.652
288	388	-751	-2162.2	2.879
289	370	-679	-2153.9	3.171
290	370	-744	-2153.9	2.897
291	388	-790	-2162.2	2.736
292	388	-855	-2162.2	2.530
293	348	-449	-2144.0	4.779
294	348	-384	-2144.0	5.579
295	366	-560	-2152.3	3.845
296	366	-495	-2152.3	4.345
297	348	-423	-2144.0	5.063
298	348	-488	-2144.0	4.395
299	369	-583	-2153.6	3.697
300	369	-518	-2153.6	4.156
301	366	-535	-2152.3	4.026
302	366	-599	-2152.3	3.594
303	387	-694	-2161.9	3.117
304	387	-629	-2161.9	3.435
305	369	-557	-2153.6	3.864
306	369	-622	-2153.6	3.464
307	387	-668	-2161.9	3.234
308	387	-733	-2161.9	2.950
309	310	-394	-2127.2	5.401
310	310	-330	-2127.2	6.455
311	329	-505	-2135.4	4.229
312	329	-441	-2135.4	4.847
313	310	-369	-2127.2	5.770
314	310	-433	-2127.2	4.912
315	332	-528	-2136.8	4.049
316	332	-463	-2136.8	4.611
317	329	-480	-2135.4	4.451
318	329	-544	-2135.4	3.925
319	350	-639	-2145.1	3.358
320	350	-575	-2145.1	3.734
321	332	-503	-2136.8	4.252
322	332	-567	-2136.8	3.769
323	350	-614	-2145.1	3.495
324	350	-678	-2145.1	3.164

8.4.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spilli $\phi 12 / 20 \times 20$).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	110	cm
Copriferro Superiore	cs	45	mm
Copriferro Inferiore	ci	45	mm
Diametro armatura tesa sup.	\emptyset_{sup}	26	mm
Diametro armatura tesa inf.	\emptyset_{inf}	26	
Diametro ferro ortogonale	\emptyset_{ferro} ortogonale	14	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	$\emptyset_{st.}$	0	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	0	
Passo Staffe	s	0	cm
Inclinazione del puntone	θ	45	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	1500	mm ² / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
$n^{\circ}_{st.} / m$	#DIV/0!	1/m
Asw	0	mm ²
ctg θ	1	
ctg α	0	
$z = 0.9d$	925	mm
f 'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	VEdy	NEd	σ_{cp}	$V_{Rd,c}$	$V_{Rcd,y}$	$V_{Rsd,y}$	$V_{Rd,y}$	C.S.y,min
	kN	kN	MPa	kN	kN	kN	kN	
G3_1_83	-464.9	996.1	0.9	563.1				1.211

8.4.3 Fessurazione

	<i>Formazione fessure</i>	<i>ss</i> [MPa]	<i>ssr</i> [MPa]	<i>k3</i> [-]	<i>Aeff</i> [mm ²]	<i>s</i> [mm]	<i>srm</i> [mm]	<i>esm</i> [-]	<i>wm</i> [mm]	<i>wd</i> [mm]
1	Non fessurata	0	-79	0.125						
2	Non fessurata	0	-65	0.125						
3	Non fessurata	0	-74	0.125						
4	Non fessurata	0	-88	0.125						
5	Non fessurata	0	-56	0.125						
6	Non fessurata	0	-42	0.125						
7	Non fessurata	0	-51	0.125						
8	Non fessurata	0	-66	0.125						
9	Non fessurata	0	-83	0.125						
10	Non fessurata	0	-68	0.125						
11	Non fessurata	0	-77	0.125						
12	Non fessurata	0	-92	0.125						
13	Non fessurata	0	-60	0.125						
14	Non fessurata	0	-45	0.125						
15	Non fessurata	0	-54	0.125						
16	Non fessurata	0	-69	0.125						
17	Fessurata	-156	-125	0.125	268000	200	252	0.0003	0.078	0.133
18	Fessurata	-141	-123	0.125	268000	200	252	0.0003	0.071	0.120
19	Fessurata	-150	-124	0.125	268000	200	252	0.0003	0.076	0.128
20	Fessurata	-165	-126	0.125	268000	200	252	0.0003	0.087	0.148
21	Fessurata	-159	-125	0.125	268000	200	252	0.0003	0.080	0.136
22	Fessurata	-144	-124	0.125	268000	200	252	0.0003	0.073	0.124
23	Fessurata	-154	-125	0.125	268000	200	252	0.0003	0.077	0.132
24	Fessurata	-169	-126	0.125	268000	200	252	0.0004	0.093	0.159
25	Non fessurata	0	-68	0.125						
26	Non fessurata	0	-53	0.125						
27	Non fessurata	0	-62	0.125						
28	Non fessurata	0	-77	0.125						
29	Non fessurata	0	-56	0.125						
30	Non fessurata	0	-42	0.125						
31	Non fessurata	0	-51	0.125						
32	Non fessurata	0	-66	0.125						
33	Non fessurata	0	-71	0.125						
34	Non fessurata	0	-57	0.125						
35	Non fessurata	0	-66	0.125						
36	Non fessurata	0	-81	0.125						
37	Non fessurata	0	-60	0.125						
38	Non fessurata	0	-45	0.125						
39	Non fessurata	0	-54	0.125						
40	Non fessurata	0	-69	0.125						
41	Fessurata	-106	-124	0.125	268000	200	252	0.0002	0.053	0.091
42	Non fessurata	0	-91	0.125						
43	Non fessurata	0	-100	0.125						
44	Fessurata	-115	-125	0.125	268000	200	252	0.0002	0.058	0.099

Fermata VILLAMAGGIORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO
SOTTOPASSO

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	39 di 79

45	Fessurata	-110	-124	0.125	268000	200	252	0.0002	0.055	0.094
46	Non fessurata	0	-95	0.125						
47	Fessurata	-104	-123	0.125	268000	200	252	0.0002	0.052	0.089
48	Fessurata	-119	-126	0.125	268000	200	252	0.0002	0.060	0.102
49	Non fessurata	0	-79	0.125						
50	Non fessurata	0	-65	0.125						
51	Non fessurata	0	-74	0.125						
52	Non fessurata	0	-88	0.125						
53	Non fessurata	0	-83	0.125						
54	Non fessurata	0	-68	0.125						
55	Non fessurata	0	-77	0.125						
56	Non fessurata	0	-92	0.125						

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE</p>												
<p>Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE-ENTE</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLFV030B001</td> <td>A</td> <td>40 di 79</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	40 di 79
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	40 di 79								

8.5 VERIFICA SEZIONE 6: PIEDRITTO_ NODO SOLETTA INFERIORE

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>B</i>	<i>H</i>
<i>[cm]</i>	<i>[cm]</i>
100	110

8.5.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm2]	[cm]
5	26	26.55	8.6
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm2]	[cm]
5	26	26.55	8.6
5	32	40.21	8.9
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	<u>N</u>	<u>M</u>	<u>Mu</u>	<u>CN_{-cost}</u>
	[KN]	[KN m]	[KN m]	
1	1115	-1638	-2936.3	1.79
2	1015	-1473	-2897.7	1.97
3	1115	-1677	-2936.3	1.75
4	1015	-1512	-2897.7	1.92
5	1115	-1700	-2936.3	1.73
6	1015	-1535	-2897.7	1.89
7	1115	-1661	-2936.3	1.77
8	1015	-1495	-2897.7	1.94
9	1015	-1452	-2897.7	2.00
10	1015	-1518	-2897.7	1.91
11	1015	-1556	-2897.7	1.86
12	1015	-1490	-2897.7	1.95
13	1115	-1638	-2936.3	1.79
14	615	-812	-2732.2	3.37
15	1115	-1677	-2936.3	1.75
16	615	-851	-2732.2	3.21
17	1115	-1700	-2936.3	1.73
18	615	-874	-2732.2	3.13
19	1115	-1661	-2936.3	1.77
20	615	-834	-2732.2	3.27
21	615	-791	-2732.2	3.45
22	615	-857	-2732.2	3.19
23	615	-895	-2732.2	3.05
24	615	-829	-2732.2	3.30
25	1115	-1632	-2936.3	1.80
26	1015	-1467	-2897.7	1.98
27	1115	-1672	-2936.3	1.76
28	1015	-1507	-2897.7	1.92
29	1115	-1695	-2936.3	1.73
30	1015	-1530	-2897.7	1.89
31	1115	-1655	-2936.3	1.77
32	1015	-1490	-2897.7	1.94
33	1015	-1446	-2897.7	2.00
34	1015	-1512	-2897.7	1.92
35	1015	-1550	-2897.7	1.87
36	1015	-1484	-2897.7	1.95
37	1115	-1632	-2936.3	1.80
38	615	-806	-2732.2	3.39
39	1115	-1672	-2936.3	1.76
40	615	-846	-2732.2	3.23

41	1115	-1695	-2936.3	1.73
42	615	-868	-2732.2	3.15
43	1115	-1655	-2936.3	1.77
44	615	-829	-2732.2	3.30
45	615	-785	-2732.2	3.48
46	615	-851	-2732.2	3.21
47	615	-889	-2732.2	3.07
48	615	-823	-2732.2	3.32
49	444	-659	-2659.1	4.03
50	444	-593	-2659.1	4.48
51	444	-523	-2659.1	5.09
52	444	-589	-2659.1	4.52
53	1049	-2060	-2910.6	1.41
54	962	-1811	-2876.9	1.59
55	1049	-2100	-2910.6	1.39
56	962	-1850	-2876.9	1.55
57	1049	-2123	-2910.6	1.37
58	962	-1873	-2876.9	1.54
59	1049	-2083	-2910.6	1.40
60	962	-1833	-2876.9	1.57
61	962	-1790	-2876.9	1.61
62	962	-1856	-2876.9	1.55
63	962	-1894	-2876.9	1.52
64	962	-1828	-2876.9	1.57
65	1049	-2060	-2910.6	1.41
66	615	-812	-2732.2	3.37
67	1049	-2100	-2910.6	1.39
68	615	-851	-2732.2	3.21
69	1049	-2123	-2910.6	1.37
70	615	-874	-2732.2	3.13
71	1049	-2083	-2910.6	1.40
72	615	-834	-2732.2	3.27
73	615	-791	-2732.2	3.45
74	615	-857	-2732.2	3.19
75	615	-895	-2732.2	3.05
76	615	-829	-2732.2	3.30
77	1049	-2055	-2910.6	1.42
78	962	-1805	-2876.9	1.59
79	1049	-2095	-2910.6	1.39
80	962	-1845	-2876.9	1.56
81	1049	-2117	-2910.6	1.37
82	962	-1868	-2876.9	1.54
83	1049	-2078	-2910.6	1.40
84	962	-1828	-2876.9	1.57
85	962	-1784	-2876.9	1.61
86	962	-1850	-2876.9	1.55

87	962	-1888	-2876.9	1.52
88	962	-1822	-2876.9	1.58
89	1049	-2055	-2910.6	1.42
90	615	-806	-2732.2	3.39
91	1049	-2095	-2910.6	1.39
92	615	-846	-2732.2	3.23
93	1049	-2117	-2910.6	1.37
94	615	-868	-2732.2	3.15
95	1049	-2078	-2910.6	1.40
96	615	-829	-2732.2	3.30
97	615	-785	-2732.2	3.48
98	615	-851	-2732.2	3.21
99	615	-889	-2732.2	3.07
100	615	-823	-2732.2	3.32
101	444	-659	-2659.1	4.03
102	444	-593	-2659.1	4.48
103	444	-523	-2659.1	5.09
104	444	-589	-2659.1	4.52
105	1182	-1215	-2961.6	2.44
106	1069	-1135	-2918.3	2.57
107	1182	-1255	-2961.6	2.36
108	1069	-1174	-2918.3	2.49
109	1182	-1278	-2961.6	2.32
110	1069	-1197	-2918.3	2.44
111	1182	-1238	-2961.6	2.39
112	1069	-1157	-2918.3	2.52
113	1069	-1114	-2918.3	2.62
114	1069	-1180	-2918.3	2.47
115	1069	-1218	-2918.3	2.40
116	1069	-1152	-2918.3	2.53
117	1182	-1215	-2961.6	2.44
118	668	-474	-2754.6	5.82
119	1182	-1255	-2961.6	2.36
120	668	-513	-2754.6	5.37
121	1182	-1278	-2961.6	2.32
122	668	-536	-2754.6	5.14
123	1182	-1238	-2961.6	2.39
124	668	-496	-2754.6	5.55
125	668	-453	-2754.6	6.08
126	668	-519	-2754.6	5.31
127	668	-557	-2754.6	4.95
128	668	-491	-2754.6	5.61
129	1182	-1210	-2961.6	2.45
130	1069	-1129	-2918.3	2.58
131	1182	-1249	-2961.6	2.37
132	1069	-1169	-2918.3	2.50

133	1182	-1272	-2961.6	2.33
134	1069	-1191	-2918.3	2.45
135	1182	-1233	-2961.6	2.40
136	1069	-1152	-2918.3	2.53
137	1069	-1108	-2918.3	2.63
138	1069	-1174	-2918.3	2.49
139	1069	-1212	-2918.3	2.41
140	1069	-1146	-2918.3	2.55
141	1182	-1210	-2961.6	2.45
142	668	-468	-2754.6	5.89
143	1182	-1249	-2961.6	2.37
144	668	-508	-2754.6	5.43
145	1182	-1272	-2961.6	2.33
146	668	-530	-2754.6	5.19
147	1182	-1233	-2961.6	2.40
148	668	-491	-2754.6	5.61
149	668	-447	-2754.6	6.16
150	668	-513	-2754.6	5.37
151	668	-551	-2754.6	5.00
152	668	-485	-2754.6	5.68
153	444	-659	-2659.1	4.03
154	444	-593	-2659.1	4.48
155	444	-523	-2659.1	5.09
156	444	-589	-2659.1	4.52
157	799	-1647	-2809.5	1.71
158	762	-1480	-2794.0	1.89
159	799	-1687	-2809.5	1.67
160	762	-1520	-2794.0	1.84
161	799	-1710	-2809.5	1.64
162	762	-1543	-2794.0	1.81
163	799	-1670	-2809.5	1.68
164	762	-1503	-2794.0	1.86
165	762	-1459	-2794.0	1.91
166	762	-1525	-2794.0	1.83
167	762	-1563	-2794.0	1.79
168	762	-1497	-2794.0	1.87
169	799	-1647	-2809.5	1.71
170	815	-1142	-2816.3	2.47
171	799	-1687	-2809.5	1.67
172	815	-1182	-2816.3	2.38
173	799	-1710	-2809.5	1.64
174	815	-1204	-2816.3	2.34
175	799	-1670	-2809.5	1.68
176	815	-1165	-2816.3	2.42
177	815	-1121	-2816.3	2.51
178	815	-1187	-2816.3	2.37

179	815	-1225	-2816.3	2.30
180	815	-1159	-2816.3	2.43
181	799	-1642	-2809.5	1.71
182	762	-1475	-2794.0	1.89
183	799	-1681	-2809.5	1.67
184	762	-1514	-2794.0	1.85
185	799	-1704	-2809.5	1.65
186	762	-1537	-2794.0	1.82
187	799	-1665	-2809.5	1.69
188	762	-1497	-2794.0	1.87
189	762	-1454	-2794.0	1.92
190	762	-1520	-2794.0	1.84
191	762	-1558	-2794.0	1.79
192	762	-1492	-2794.0	1.87
193	799	-1642	-2809.5	1.71
194	815	-1137	-2816.3	2.48
195	799	-1681	-2809.5	1.67
196	815	-1176	-2816.3	2.39
197	799	-1704	-2809.5	1.65
198	815	-1199	-2816.3	2.35
199	799	-1665	-2809.5	1.69
200	815	-1159	-2816.3	2.43
201	815	-1116	-2816.3	2.52
202	815	-1182	-2816.3	2.38
203	815	-1220	-2816.3	2.31
204	815	-1154	-2816.3	2.44
205	444	-659	-2659.1	4.03
206	444	-593	-2659.1	4.48
207	444	-523	-2659.1	5.09
208	444	-589	-2659.1	4.52
209	932	-802	-2864.4	3.57
210	868	-804	-2838.3	3.53
211	932	-842	-2864.4	3.40
212	868	-844	-2838.3	3.36
213	932	-865	-2864.4	3.31
214	868	-866	-2838.3	3.28
215	932	-825	-2864.4	3.47
216	868	-827	-2838.3	3.43
217	868	-783	-2838.3	3.62
218	868	-849	-2838.3	3.34
219	868	-887	-2838.3	3.20
220	868	-821	-2838.3	3.46
221	932	-802	-2864.4	3.57
222	868	-804	-2838.3	3.53
223	932	-842	-2864.4	3.40
224	868	-844	-2838.3	3.36

225	932	-865	-2864.4	3.31
226	868	-866	-2838.3	3.28
227	932	-825	-2864.4	3.47
228	868	-827	-2838.3	3.43
229	868	-783	-2838.3	3.62
230	868	-849	-2838.3	3.34
231	868	-887	-2838.3	3.20
232	868	-821	-2838.3	3.46
233	932	-797	-2864.4	3.60
234	868	-799	-2838.3	3.55
235	932	-836	-2864.4	3.43
236	868	-838	-2838.3	3.39
237	932	-859	-2864.4	3.33
238	868	-861	-2838.3	3.30
239	932	-819	-2864.4	3.50
240	868	-821	-2838.3	3.46
241	868	-778	-2838.3	3.65
242	868	-844	-2838.3	3.36
243	868	-882	-2838.3	3.22
244	868	-816	-2838.3	3.48
245	932	-797	-2864.4	3.60
246	868	-799	-2838.3	3.55
247	932	-836	-2864.4	3.43
248	868	-838	-2838.3	3.39
249	932	-859	-2864.4	3.33
250	868	-861	-2838.3	3.30
251	932	-819	-2864.4	3.50
252	868	-821	-2838.3	3.46
253	868	-778	-2838.3	3.65
254	868	-844	-2838.3	3.36
255	868	-882	-2838.3	3.22
256	868	-816	-2838.3	3.48
257	444	-659	-2659.1	4.03
258	444	-593	-2659.1	4.48
259	444	-523	-2659.1	5.09
260	444	-589	-2659.1	4.52
261	474	-1008	-2671.9	2.65
262	474	-1030	-2671.9	2.59
263	492	-892	-2679.7	3.00
264	492	-914	-2679.7	2.93
265	474	-1043	-2671.9	2.56
266	474	-1021	-2671.9	2.62
267	545	-474	-2702.4	5.70
268	545	-496	-2702.4	5.45
269	492	-926	-2679.7	2.89
270	492	-905	-2679.7	2.96

271	563	-357	-2710.3	7.59
272	563	-379	-2710.3	7.15
273	545	-508	-2702.4	5.32
274	545	-486	-2702.4	5.56
275	563	-392	-2710.3	6.92
276	563	-370	-2710.3	7.33
277	462	-997	-2667.1	2.68
278	462	-1019	-2667.1	2.62
279	481	-880	-2674.9	3.04
280	481	-902	-2674.9	2.96
281	462	-1032	-2667.1	2.59
282	462	-1010	-2667.1	2.64
283	534	-462	-2697.6	5.83
284	534	-484	-2697.6	5.57
285	481	-915	-2674.9	2.92
286	481	-893	-2674.9	3.00
287	552	-346	-2705.5	7.82
288	552	-368	-2705.5	7.36
289	534	-497	-2697.6	5.43
290	534	-475	-2697.6	5.68
291	552	-380	-2705.5	7.11
292	552	-358	-2705.5	7.55
293	512	-831	-2688.2	3.24
294	512	-853	-2688.2	3.15
295	530	-714	-2696.0	3.78
296	530	-736	-2696.0	3.66
297	512	-865	-2688.2	3.11
298	512	-843	-2688.2	3.19
299	533	-670	-2697.3	4.02
300	533	-692	-2697.3	3.90
301	530	-749	-2696.0	3.60
302	530	-727	-2696.0	3.71
303	551	-554	-2705.2	4.89
304	551	-576	-2705.2	4.70
305	533	-705	-2697.3	3.83
306	533	-683	-2697.3	3.95
307	551	-588	-2705.2	4.60
308	551	-566	-2705.2	4.78
309	474	-793	-2672.2	3.37
310	474	-815	-2672.2	3.28
311	493	-676	-2680.0	3.96
312	493	-698	-2680.0	3.84
313	474	-827	-2672.2	3.23
314	474	-805	-2672.2	3.32
315	496	-632	-2681.3	4.24
316	496	-654	-2681.3	4.10



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

Fermata VILLAMAGGIORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO
SOTTOPASSO

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	48 di 79

317	493	-711	-2680.0	3.77
318	493	-689	-2680.0	3.89
319	514	-516	-2689.2	5.22
320	514	-538	-2689.2	5.00
321	496	-667	-2681.3	4.02
322	496	-645	-2681.3	4.16
323	514	-550	-2689.2	4.89
324	514	-528	-2689.2	5.09

8.5.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spilli $\phi 12 / 20 \times 20$).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	110	cm
Copriferro Superiore	cs	45	mm
Copriferro Inferiore	ci	45	mm
Diametro armatura tesa sup.	\emptyset_{sup}	26	mm
Diametro armatura tesa inf.	\emptyset_{inf}	26	
Diametro ferro ortogonale	\emptyset_{ferro} ortogonale	14	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	$\emptyset_{st.}$	14	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	2.5	
Passo Staffe	s	20	cm
Inclinazione del puntone	θ	45	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	1500	mm ² / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
n° _{st.} /m	5	1/m
Asw	385	mm ²
ctg θ	1	
ctg α	0	
z = 0.9d	925	mm
f 'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	VE _{dy}	NE _d	scp	VR _{d,c}	VR _{cd,y}	VR _{sd,y}	VR _{d,y}	C.S. _{y,min}
	kN	kN	MPa	kN	kN	kN	kN	
G3_1_3	651.9	1038.6			3888.3	696.9	696.9	1.069

8.5.3 Fessurazione

	<i>Formazione</i>	<i>ss</i>	<i>ssr</i>	<i>k3</i>	<i>Aeff</i>	<i>s</i>	<i>srm</i>	<i>esm</i>	<i>wm</i>	<i>wd</i>	
	<i>fessure</i>	[MPa]	[MPa]	[-]	[mm ²]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	
1	Fessurata	-147	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.089	0.152	Verificato
2	Fessurata	-151	-107	0.125	313000	200	256	0.0004	0.096	0.162	Verificato
3	Fessurata	-153	-107	0.125	313000	200	256	0.0004	0.100	0.171	Verificato
4	Fessurata	-150	-107	0.125	313000	200	256	0.0004	0.094	0.160	Verificato
5	Non fessurata	0	-57	0.125							
6	Non fessurata	0	-60	0.125							
7	Non fessurata	0	-63	0.125							
8	Non fessurata	0	-59	0.125							
9	Fessurata	-143	-106	0.125	313000	200	256	0.0003	0.082	0.139	Verificato
#	Fessurata	-147	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.088	0.150	Verificato
#	Fessurata	-149	-107	0.125	313000	200	256	0.0004	0.093	0.158	Verificato
#	Fessurata	-146	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.087	0.147	Verificato
#	Non fessurata	0	-53	0.125							
#	Non fessurata	0	-56	0.125							
#	Non fessurata	0	-59	0.125							
#	Non fessurata	0	-55	0.125							
#	Non fessurata	0	-73	0.125							
#	Non fessurata	0	-77	0.125							
#	Non fessurata	0	-79	0.125							
#	Non fessurata	0	-76	0.125							
#	Non fessurata	0	-69	0.125							
#	Non fessurata	0	-73	0.125							
#	Non fessurata	0	-75	0.125							
#	Non fessurata	0	-72	0.125							
#	Fessurata	-102	-104	0.125	313000	200	256	0.0002	0.052	0.089	Verificato
#	Fessurata	-105	-105	0.125	313000	200	256	0.0002	0.054	0.092	Verificato
#	Fessurata	-108	-105	0.125	313000	200	256	0.0002	0.055	0.094	Verificato
#	Fessurata	-105	-105	0.125	313000	200	256	0.0002	0.053	0.091	Verificato
#	Non fessurata	0	-57	0.125							
#	Non fessurata	0	-60	0.125							
#	Non fessurata	0	-63	0.125							
#	Non fessurata	0	-59	0.125							
#	Fessurata	-98	-104	0.125	313000	200	256	0.0002	0.050	0.085	Verificato
#	Fessurata	-101	-104	0.125	313000	200	256	0.0002	0.052	0.088	Verificato
#	Fessurata	-104	-105	0.125	313000	200	256	0.0002	0.053	0.090	Verificato
#	Fessurata	-100	-104	0.125	313000	200	256	0.0002	0.051	0.087	Verificato
#	Non fessurata	0	-53	0.125							
#	Non fessurata	0	-56	0.125							
#	Non fessurata	0	-59	0.125							
#	Non fessurata	0	-55	0.125							
#	Non fessurata	0	-65	0.125							



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

Fermata VILLAMAGGIORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO
SOTTOPASSO

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	51 di 79

#	Non fessurata	0	-69	0.125							
#	Non fessurata	0	-71	0.125							
#	Non fessurata	0	-68	0.125							
#	Non fessurata	0	-61	0.125							
#	Non fessurata	0	-64	0.125							
#	Non fessurata	0	-67	0.125							
#	Non fessurata	0	-64	0.125							
#	Fessurata	-147	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.089	0.152	Verificato
#	Fessurata	-151	-107	0.125	313000	200	256	0.0004	0.096	0.162	Verificato
#	Fessurata	-153	-107	0.125	313000	200	256	0.0004	0.100	0.171	Verificato
#	Fessurata	-150	-107	0.125	313000	200	256	0.0004	0.094	0.160	Verificato
#	Fessurata	-143	-106	0.125	313000	200	256	0.0003	0.082	0.139	Verificato
#	Fessurata	-147	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.088	0.150	Verificato
#	Fessurata	-149	-107	0.125	313000	200	256	0.0004	0.093	0.158	Verificato
#	Fessurata	-146	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.087	0.147	Verificato

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE-ENTE</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLFV030B001</td> <td>A</td> <td>52 di 79</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	52 di 79
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	52 di 79								

8.6 VERIFICA SEZIONE 4: SOLETTA SUPERIORE_ NODO PIEDRITTO

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

B	H
[cm]	[cm]
100	100

8.6.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni di carico più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm ²]	[cm]
5	26	26.55	8.6
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm ²]	[cm]
5	26	26.55	8.6
5	32	40.21	8.9
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE

	N	M	M_u	CN_{=cost}
	[KN]	[KN m]	[KN m]	
1	383	-1248	-2352.5	1.89
2	345	-1107	-2337.9	2.11
3	358	-1126	-2342.9	2.08
4	319	-984	-2328.3	2.37
5	365	-1198	-2345.8	1.96
6	327	-1057	-2331.2	2.21
7	391	-1320	-2355.5	1.78
8	353	-1179	-2340.9	1.99
9	351	-1123	-2340.2	2.08
10	308	-920	-2324.0	2.53
11	321	-1040	-2329.0	2.24
12	364	-1244	-2345.1	1.89
13	383	-1248	-2352.5	1.89
14	192	-541	-2279.0	4.21
15	358	-1126	-2342.9	2.08
16	167	-419	-2269.1	5.42
17	365	-1198	-2345.8	1.96
18	174	-491	-2272.2	4.62
19	391	-1320	-2355.5	1.78
20	200	-613	-2282.0	3.72
21	198	-558	-2281.3	4.09
22	156	-354	-2264.8	6.40
23	168	-475	-2269.9	4.78
24	211	-678	-2286.3	3.37
25	385	-1252	-2353.1	1.88
26	346	-1111	-2338.5	2.11
27	359	-1130	-2343.4	2.07
28	321	-989	-2328.9	2.36
29	367	-1203	-2346.4	1.95
30	329	-1061	-2331.8	2.20
31	392	-1325	-2356.1	1.78
32	354	-1183	-2341.5	1.98
33	352	-1128	-2340.8	2.08
34	310	-924	-2324.6	2.52
35	323	-1045	-2329.6	2.23
36	365	-1248	-2345.7	1.88
37	385	-1252	-2353.1	1.88
38	193	-545	-2279.6	4.18
39	359	-1130	-2343.4	2.07
40	168	-423	-2269.7	5.36
41	367	-1203	-2346.4	1.95
42	176	-496	-2272.8	4.59

43	392	-1325	-2356.1	1.78
44	201	-618	-2282.6	3.69
45	199	-562	-2281.9	4.06
46	157	-358	-2265.4	6.32
47	170	-479	-2270.5	4.74
48	212	-683	-2286.9	3.35
49	103	-315	-2244.4	7.13
50	145	-518	-2260.8	4.36
51	141	-424	-2259.3	5.33
52	99	-220	-2242.9	10.20
53	264	-830	-2307.0	2.78
54	250	-772	-2301.4	2.98
55	239	-708	-2297.1	3.25
56	224	-650	-2291.5	3.53
57	246	-780	-2300.1	2.95
58	232	-722	-2294.5	3.18
59	272	-902	-2310.0	2.56
60	257	-845	-2304.4	2.73
61	255	-789	-2303.6	2.92
62	213	-585	-2287.2	3.91
63	226	-706	-2292.3	3.25
64	268	-909	-2308.7	2.54
65	264	-830	-2307.0	2.78
66	192	-541	-2279.0	4.21
67	239	-708	-2297.1	3.25
68	167	-419	-2269.1	5.42
69	246	-780	-2300.1	2.95
70	174	-491	-2272.2	4.62
71	272	-902	-2310.0	2.56
72	200	-613	-2282.0	3.72
73	198	-558	-2281.3	4.09
74	156	-354	-2264.8	6.40
75	168	-475	-2269.9	4.78
76	211	-678	-2286.3	3.37
77	265	-834	-2307.6	2.77
78	251	-777	-2302.0	2.96
79	240	-712	-2297.7	3.23
80	226	-654	-2292.1	3.50
81	248	-785	-2300.7	2.93
82	234	-727	-2295.1	3.16
83	273	-907	-2310.6	2.55
84	259	-849	-2305.0	2.72
85	257	-793	-2304.2	2.91
86	215	-589	-2287.8	3.88
87	228	-710	-2292.9	3.23
88	270	-914	-2309.3	2.53

89	265	-834	-2307.6	2.77
90	193	-545	-2279.6	4.18
91	240	-712	-2297.7	3.23
92	168	-423	-2269.7	5.36
93	248	-785	-2300.7	2.93
94	176	-496	-2272.8	4.59
95	273	-907	-2310.6	2.55
96	201	-618	-2282.6	3.69
97	199	-562	-2281.9	4.06
98	157	-358	-2265.4	6.32
99	170	-479	-2270.5	4.74
100	212	-683	-2286.9	3.35
101	103	-315	-2244.4	7.13
102	145	-518	-2260.8	4.36
103	141	-424	-2259.3	5.33
104	99	-220	-2242.9	10.20
105	502	-1666	-2397.9	1.44
106	440	-1441	-2374.3	1.65
107	477	-1544	-2388.3	1.55
108	415	-1319	-2364.6	1.79
109	485	-1616	-2391.3	1.48
110	422	-1391	-2367.6	1.70
111	510	-1738	-2400.8	1.38
112	448	-1513	-2377.3	1.57
113	446	-1458	-2376.6	1.63
114	404	-1254	-2360.4	1.88
115	417	-1375	-2365.4	1.72
116	459	-1578	-2381.5	1.51
117	502	-1666	-2397.9	1.44
118	287	-875	-2316.0	2.65
119	477	-1544	-2388.3	1.55
120	262	-753	-2306.1	3.06
121	485	-1616	-2391.3	1.48
122	270	-826	-2309.2	2.80
123	510	-1738	-2400.8	1.38
124	295	-948	-2318.9	2.45
125	293	-892	-2318.2	2.60
126	251	-688	-2301.8	3.34
127	264	-809	-2306.9	2.85
128	306	-1013	-2323.2	2.29
129	504	-1670	-2398.5	1.44
130	442	-1445	-2374.9	1.64
131	478	-1548	-2388.9	1.54
132	416	-1323	-2365.2	1.79
133	486	-1621	-2391.9	1.48
134	424	-1396	-2368.2	1.70

135	511	-1743	-2401.4	1.38
136	449	-1518	-2377.9	1.57
137	447	-1462	-2377.2	1.63
138	405	-1258	-2361.0	1.88
139	418	-1379	-2366.0	1.72
140	460	-1583	-2382.1	1.51
141	504	-1670	-2398.5	1.44
142	289	-880	-2316.5	2.63
143	478	-1548	-2388.9	1.54
144	263	-758	-2306.7	3.04
145	486	-1621	-2391.9	1.48
146	271	-830	-2309.8	2.78
147	511	-1743	-2401.4	1.38
148	297	-952	-2319.5	2.44
149	295	-896	-2318.8	2.59
150	252	-693	-2302.4	3.32
151	265	-813	-2307.5	2.84
152	308	-1017	-2323.7	2.28
153	103	-315	-2244.4	7.13
154	145	-518	-2260.8	4.36
155	141	-424	-2259.3	5.33
156	99	-220	-2242.9	10.20
157	168	-476	-2269.8	4.76
158	173	-489	-2271.7	4.64
159	143	-354	-2260.0	6.38
160	148	-367	-2261.8	6.16
161	151	-427	-2263.0	5.30
162	156	-440	-2264.8	5.15
163	176	-549	-2272.9	4.14
164	181	-562	-2274.7	4.05
165	179	-506	-2273.9	4.49
166	137	-302	-2257.5	7.47
167	150	-423	-2262.6	5.35
168	192	-627	-2279.0	3.64
169	168	-476	-2269.8	4.76
170	268	-824	-2308.7	2.80
171	143	-354	-2260.0	6.38
172	243	-702	-2298.8	3.28
173	151	-427	-2263.0	5.30
174	251	-774	-2301.9	2.97
175	176	-549	-2272.9	4.14
176	276	-896	-2311.7	2.58
177	274	-840	-2311.0	2.75
178	232	-637	-2294.5	3.60
179	245	-757	-2299.6	3.04
180	287	-961	-2316.0	2.41

181	170	-481	-2270.4	4.72
182	175	-494	-2272.3	4.60
183	145	-359	-2260.6	6.30
184	149	-372	-2262.4	6.09
185	152	-431	-2263.6	5.25
186	157	-444	-2265.4	5.10
187	178	-553	-2273.5	4.11
188	182	-566	-2275.3	4.02
189	181	-510	-2274.5	4.46
190	138	-307	-2258.1	7.36
191	151	-427	-2263.2	5.29
192	193	-631	-2279.6	3.61
193	170	-481	-2270.4	4.72
194	270	-828	-2309.3	2.79
195	145	-359	-2260.6	6.30
196	245	-706	-2299.4	3.26
197	152	-431	-2263.6	5.25
198	252	-778	-2302.5	2.96
199	178	-553	-2273.5	4.11
200	278	-901	-2312.3	2.57
201	276	-845	-2311.6	2.74
202	233	-641	-2295.1	3.58
203	246	-762	-2300.2	3.02
204	289	-965	-2316.6	2.40
205	103	-315	-2244.4	7.13
206	145	-518	-2260.8	4.36
207	141	-424	-2259.3	5.33
208	99	-220	-2242.9	10.20
209	407	-1313	-2361.5	1.80
210	364	-1158	-2345.1	2.02
211	381	-1190	-2351.8	1.98
212	338	-1036	-2335.5	2.25
213	389	-1263	-2354.8	1.86
214	346	-1108	-2338.4	2.11
215	414	-1385	-2364.5	1.71
216	371	-1231	-2348.1	1.91
217	370	-1175	-2347.4	2.00
218	327	-971	-2331.2	2.40
219	340	-1092	-2336.2	2.14
220	382	-1296	-2352.3	1.82
221	407	-1313	-2361.5	1.80
222	364	-1158	-2345.1	2.02
223	381	-1190	-2351.8	1.98
224	338	-1036	-2335.5	2.25
225	389	-1263	-2354.8	1.86
226	346	-1108	-2338.4	2.11

227	414	-1385	-2364.5	1.71
228	371	-1231	-2348.1	1.91
229	370	-1175	-2347.4	2.00
230	327	-971	-2331.2	2.40
231	340	-1092	-2336.2	2.14
232	382	-1296	-2352.3	1.82
233	408	-1317	-2362.1	1.79
234	365	-1163	-2345.7	2.02
235	383	-1195	-2352.4	1.97
236	340	-1040	-2336.0	2.25
237	391	-1267	-2355.4	1.86
238	348	-1113	-2339.0	2.10
239	416	-1389	-2365.1	1.70
240	373	-1235	-2348.7	1.90
241	371	-1179	-2348.0	1.99
242	329	-976	-2331.8	2.39
243	342	-1096	-2336.8	2.13
244	384	-1300	-2352.9	1.81
245	408	-1317	-2362.1	1.79
246	365	-1163	-2345.7	2.02
247	383	-1195	-2352.4	1.97
248	340	-1040	-2336.0	2.25
249	391	-1267	-2355.4	1.86
250	348	-1113	-2339.0	2.10
251	416	-1389	-2365.1	1.70
252	373	-1235	-2348.7	1.90
253	371	-1179	-2348.0	1.99
254	329	-976	-2331.8	2.39
255	342	-1096	-2336.8	2.13
256	384	-1300	-2352.9	1.81
257	103	-315	-2244.4	7.13
258	145	-518	-2260.8	4.36
259	141	-424	-2259.3	5.33
260	99	-220	-2242.9	10.20
261	141	-228	-2259.4	9.89
262	127	-161	-2253.9	14.04
263	174	-344	-2272.1	6.61
264	160	-276	-2266.6	8.22
265	132	-201	-2255.6	11.24
266	146	-269	-2261.0	8.42
267	207	-676	-2285.0	3.38
268	193	-608	-2279.5	3.75
269	164	-316	-2268.3	7.18
270	179	-384	-2273.8	5.92
271	240	-791	-2297.8	2.90
272	226	-724	-2292.3	3.17

273	198	-648	-2281.2	3.52
274	212	-716	-2286.7	3.19
275	231	-764	-2294.0	3.00
276	245	-832	-2299.5	2.76
277	141	-214	-2259.0	10.54
278	126	-146	-2253.6	15.39
279	173	-330	-2271.8	6.89
280	159	-262	-2266.3	8.66
281	131	-187	-2255.2	12.08
282	145	-255	-2260.7	8.88
283	207	-662	-2284.7	3.45
284	193	-594	-2279.2	3.84
285	164	-302	-2268.0	7.51
286	178	-370	-2273.5	6.15
287	239	-777	-2297.5	2.96
288	225	-709	-2292.0	3.23
289	197	-634	-2280.9	3.60
290	211	-702	-2286.4	3.26
291	230	-750	-2293.7	3.06
292	244	-818	-2299.1	2.81
293	143	-395	-2259.9	5.72
294	129	-327	-2254.4	6.89
295	176	-510	-2272.6	4.45
296	161	-442	-2267.2	5.12
297	133	-367	-2256.1	6.14
298	147	-435	-2261.6	5.20
299	163	-529	-2267.6	4.28
300	148	-461	-2262.1	4.90
301	166	-483	-2268.8	4.70
302	180	-550	-2274.3	4.13
303	195	-645	-2280.3	3.54
304	181	-577	-2274.9	3.94
305	153	-502	-2263.8	4.51
306	167	-569	-2269.3	3.98
307	186	-617	-2276.5	3.69
308	200	-685	-2282.0	3.33
309	140	-348	-2258.8	6.49
310	126	-280	-2253.3	8.05
311	173	-463	-2271.6	4.90
312	159	-395	-2266.1	5.73
313	130	-320	-2255.0	7.04
314	144	-388	-2260.5	5.82
315	160	-482	-2266.5	4.70
316	146	-414	-2261.0	5.46
317	163	-436	-2267.8	5.21
318	177	-504	-2273.3	4.51



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

Fermata VILLAMAGGIORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO
SOTTOPASSO

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	60 di 79

319	193	-598	-2279.3	3.81
320	179	-530	-2273.8	4.29
321	150	-455	-2262.7	4.98
322	164	-523	-2268.2	4.34
323	183	-570	-2275.5	3.99
324	197	-638	-2281.0	3.58

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE					
	Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	COMMESSA NM0Z	LOTTO 10	FASE-ENTE D 26	DOCUMENTO CLFV030B001	REV. A

8.6.2 Taglio

La sezione richiede armatura a Taglio (spilli $\phi 12 / 20 \times 20$).

Caratteristiche Sezione in C.A.			
Larghezza della Sezione	bw	100	cm
Altezza della Sezione	H	100	cm
Copriferro Superiore	cs	45	mm
Copriferro Inferiore	ci	45	mm
Diametro armatura tesa sup.	ϕ_{sup}	26	mm
Diametro armatura tesa inf.	ϕ_{inf}	26	mm
Diametro ferro ortogonale	ϕ_{ferro} ortogonale	14	mm

Caratteristiche Armatura a Taglio			
Diametro staffa	$\phi_{st.}$	14	mm
N° di bracci resistenti a Taglio	nb	5	
Passo Staffe	s	20	cm
Inclinazione del puntone	θ	45	°
Qta. min. armatura a taglio	$(AsW/s)_{min.}$	1500	mm ² / m

Sezione Armata a Taglio: Dati		
n° st. /m	5	1/m
Asw	770	mm ²
ctg θ	1	
ctg α	0	
z = 0.9d	835	mm
f 'cd	7.93	MPa

Si riporta la verifica per la combinazione più gravosa.

Nome Combinazione	VE _d y	NE _d	σ_{cp}	V _{Rd,c}	V _{Rcd,y}	V _{Rsd,y}	V _{Rd,y}	C.S.y,min
	kN	kN	MPa	kN	kN	kN	kN	
G3_1_53	-852.1	496.9			3416.7	1258.2	1258.2	1.477

8.6.3 Fessurazione

	<i>Formazione fessure</i>	<i>ss</i> [MPa]	<i>ssr</i> [MPa]	<i>k3</i> [-]	<i>Aeff</i> [mm ²]	<i>s</i> [mm]	<i>srm</i> [mm]	<i>esm</i> [-]	<i>wm</i> [mm]	<i>wd</i> [mm]
1	Non fessurata	0	-64	0.125						
2	Non fessurata	0	-51	0.125						
3	Non fessurata	0	-59	0.125						
4	Non fessurata	0	-73	0.125						
5	Non fessurata	0	-49	0.125						
6	Non fessurata	0	-35	0.125						
7	Non fessurata	0	-44	0.125						
8	Non fessurata	0	-57	0.125						
9	Non fessurata	0	-68	0.125						
10	Non fessurata	0	-54	0.125						
11	Non fessurata	0	-63	0.125						
12	Non fessurata	0	-77	0.125						
13	Non fessurata	0	-52	0.125						
14	Non fessurata	0	-38	0.125						
15	Non fessurata	0	-47	0.125						
16	Non fessurata	0	-61	0.125						
17	Fessurata	-138	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.070	0.120
18	Fessurata	-124	-107	0.125	313000	200	256	0.0002	0.063	0.107
19	Fessurata	-132	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.068	0.115
20	Fessurata	-146	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.086	0.147
21	Fessurata	-141	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.077	0.130
22	Fessurata	-127	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.065	0.111
23	Fessurata	-136	-107	0.125	313000	200	256	0.0003	0.069	0.118
24	Fessurata	-150	-107	0.125	313000	200	256	0.0004	0.093	0.158
25	Non fessurata	0	-57	0.125						
26	Non fessurata	0	-43	0.125						
27	Non fessurata	0	-51	0.125						
28	Non fessurata	0	-65	0.125						
29	Non fessurata	0	-49	0.125						
30	Non fessurata	0	-35	0.125						
31	Non fessurata	0	-44	0.125						
32	Non fessurata	0	-57	0.125						
33	Non fessurata	0	-60	0.125						
34	Non fessurata	0	-46	0.125						
35	Non fessurata	0	-55	0.125						
36	Non fessurata	0	-69	0.125						
37	Non fessurata	0	-52	0.125						
38	Non fessurata	0	-38	0.125						
39	Non fessurata	0	-47	0.125						
40	Non fessurata	0	-61	0.125						
41	Fessurata	-93	-107	0.125	313000	200	256	0.0002	0.048	0.081
42	Non fessurata	0	-79	0.125						
43	Non fessurata	0	-88	0.125						
44	Fessurata	-102	-107	0.125	313000	200	256	0.0002	0.052	0.089

Fermata VILLAMAGGIORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO
SOTTOPASSO

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	63 di 79

45	Fessurata	-97	-107	0.125	313000	200	256	0.0002	0.049	0.084
46	Non fessurata	0	-83	0.125						
47	Fessurata	-91	-107	0.125	313000	200	256	0.0002	0.047	0.079
48	Fessurata	-105	-107	0.125	313000	200	256	0.0002	0.054	0.092
49	Non fessurata	0	-64	0.125						
50	Non fessurata	0	-51	0.125						
51	Non fessurata	0	-59	0.125						
52	Non fessurata	0	-73	0.125						
53	Non fessurata	0	-68	0.125						
54	Non fessurata	0	-54	0.125						
55	Non fessurata	0	-63	0.125						
56	Non fessurata	0	-77	0.125						

8.7 VERIFICA SEZIONE 5: SOLETTA SUPERIORE_ MEZZERIA

La sezione ha le seguenti caratteristiche geometriche:

<i>B</i>	<i>H</i>
[cm]	[cm]
100	100

8.7.1 Presso-Flessione

Si riportano le caratteristiche delle armature e i tabulati di verifica per le combinazioni più gravose.

Armatura inf As			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm ²]	[cm]
5	26	26.55	8.6
5	32	40.21	8.9
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

Armatura sup A's			
n° ferri	Diametro	Area	copriferro
	[mm]	[cm ²]	[cm]
5	26	26.55	8.6
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0
0	16	0.00	0

RISULTATI VERIFICHE MULTIPLE				
	N	M	Mu	CN_{=cost}
	[KN]	[KN m]	[KN m]	
1	333	1366	2333.3	1.71
2	304	1205	2322.6	1.93
3	307	1488	2323.6	1.56
4	279	1327	2312.9	1.74
5	315	1416	2326.6	1.64
6	287	1254	2315.8	1.85
7	340	1294	2336.3	1.81
8	312	1132	2325.5	2.05
9	310	1188	2324.8	1.96
10	268	1392	2308.6	1.66
11	281	1271	2313.6	1.82
12	323	1067	2329.8	2.18
13	333	1366	2333.3	1.71
14	192	559	2279.0	4.08
15	307	1488	2323.6	1.56
16	167	681	2269.1	3.33
17	315	1416	2326.6	1.64
18	174	609	2272.2	3.73
19	340	1294	2336.3	1.81
20	200	487	2282.0	4.69
21	198	542	2281.3	4.21
22	156	746	2264.8	3.04
23	168	625	2269.9	3.63
24	211	422	2286.3	5.42
25	334	1362	2333.9	1.71
26	306	1200	2323.1	1.94
27	309	1484	2324.2	1.57
28	281	1322	2313.5	1.75
29	317	1411	2327.2	1.65
30	288	1250	2316.4	1.85
31	342	1289	2336.9	1.81
32	314	1128	2326.1	2.06
33	312	1184	2325.4	1.96
34	270	1387	2309.2	1.66
35	283	1267	2314.2	1.83
36	325	1063	2330.3	2.19
37	334	1362	2333.9	1.71
38	193	555	2279.6	4.11
39	309	1484	2324.2	1.57
40	168	677	2269.7	3.35
41	317	1411	2327.2	1.65

42	176	604	2272.8	3.76
43	342	1289	2336.9	1.81
44	201	482	2282.6	4.73
45	199	538	2281.9	4.24
46	157	742	2265.4	3.05
47	170	621	2270.5	3.66
48	212	417	2286.9	5.48
49	103	468	2244.4	4.80
50	145	264	2260.8	8.55
51	141	359	2259.3	6.29
52	99	563	2242.9	3.99
53	333	1366	2333.3	1.71
54	304	1205	2322.6	1.93
55	307	1488	2323.6	1.56
56	279	1327	2312.9	1.74
57	315	1416	2326.6	1.64
58	287	1254	2315.8	1.85
59	340	1294	2336.3	1.81
60	312	1132	2325.5	2.05
61	310	1188	2324.8	1.96
62	268	1392	2308.6	1.66
63	281	1271	2313.6	1.82
64	323	1067	2329.7	2.18
65	333	1366	2333.3	1.71
66	192	559	2279.0	4.08
67	307	1488	2323.6	1.56
68	167	681	2269.1	3.33
69	315	1416	2326.6	1.64
70	174	609	2272.2	3.73
71	340	1294	2336.3	1.81
72	200	487	2282.0	4.69
73	198	542	2281.3	4.21
74	156	746	2264.8	3.04
75	168	625	2269.9	3.63
76	211	422	2286.3	5.42
77	334	1362	2333.9	1.71
78	306	1200	2323.1	1.94
79	309	1484	2324.2	1.57
80	281	1323	2313.5	1.75
81	317	1412	2327.2	1.65
82	288	1250	2316.4	1.85
83	342	1289	2336.8	1.81
84	314	1128	2326.1	2.06
85	312	1184	2325.4	1.96
86	270	1387	2309.2	1.66
87	283	1267	2314.2	1.83

88	325	1063	2330.3	2.19
89	334	1362	2333.9	1.71
90	193	555	2279.6	4.11
91	309	1484	2324.2	1.57
92	168	677	2269.7	3.35
93	317	1412	2327.2	1.65
94	176	604	2272.8	3.76
95	342	1289	2336.8	1.81
96	201	482	2282.6	4.73
97	199	538	2281.9	4.24
98	157	742	2265.4	3.05
99	170	621	2270.5	3.66
100	212	417	2286.9	5.48
101	103	468	2244.4	4.80
102	145	264	2260.8	8.55
103	141	359	2259.3	6.29
104	99	563	2242.9	3.99
105	333	1366	2333.3	1.71
106	305	1205	2322.6	1.93
107	307	1488	2323.6	1.56
108	279	1327	2312.9	1.74
109	315	1416	2326.6	1.64
110	287	1254	2315.9	1.85
111	340	1294	2336.3	1.81
112	312	1132	2325.5	2.05
113	310	1188	2324.8	1.96
114	268	1392	2308.6	1.66
115	281	1271	2313.6	1.82
116	323	1067	2329.8	2.18
117	333	1366	2333.3	1.71
118	192	559	2279.0	4.08
119	307	1488	2323.6	1.56
120	167	681	2269.1	3.33
121	315	1416	2326.6	1.64
122	174	609	2272.2	3.73
123	340	1294	2336.3	1.81
124	200	487	2282.0	4.69
125	198	542	2281.3	4.21
126	156	746	2264.8	3.04
127	169	625	2269.9	3.63
128	211	422	2286.3	5.42
129	334	1362	2333.9	1.71
130	306	1200	2323.2	1.94
131	309	1484	2324.2	1.57
132	281	1322	2313.5	1.75
133	317	1411	2327.2	1.65

134	288	1250	2316.4	1.85
135	342	1289	2336.9	1.81
136	314	1128	2326.1	2.06
137	312	1184	2325.4	1.96
138	270	1387	2309.2	1.66
139	283	1267	2314.2	1.83
140	325	1063	2330.3	2.19
141	334	1362	2333.9	1.71
142	194	555	2279.6	4.11
143	309	1484	2324.2	1.57
144	168	677	2269.7	3.35
145	317	1411	2327.2	1.65
146	176	604	2272.8	3.76
147	342	1289	2336.9	1.81
148	201	482	2282.6	4.73
149	199	538	2281.9	4.24
150	157	742	2265.4	3.05
151	170	621	2270.5	3.66
152	212	417	2286.9	5.48
153	103	468	2244.4	4.80
154	145	264	2260.8	8.55
155	141	359	2259.3	6.29
156	99	563	2242.9	3.99
157	262	963	2306.3	2.40
158	248	882	2300.8	2.61
159	237	1085	2296.4	2.12
160	223	1004	2291.0	2.28
161	245	1012	2299.5	2.27
162	231	932	2294.0	2.46
163	270	890	2309.3	2.59
164	256	809	2303.9	2.85
165	254	865	2303.1	2.66
166	212	1069	2286.7	2.14
167	225	948	2291.7	2.42
168	267	745	2308.2	3.10
169	262	963	2306.3	2.40
170	248	882	2300.9	2.61
171	237	1085	2296.4	2.12
172	223	1004	2291.0	2.28
173	245	1012	2299.5	2.27
174	231	932	2294.0	2.46
175	270	890	2309.3	2.59
176	256	809	2303.9	2.85
177	254	865	2303.1	2.66
178	212	1069	2286.7	2.14
179	225	948	2291.7	2.42

180	267	745	2308.2	3.10
181	264	958	2306.9	2.41
182	250	878	2301.4	2.62
183	238	1080	2297.0	2.13
184	224	1000	2291.6	2.29
185	246	1008	2300.1	2.28
186	232	927	2294.6	2.47
187	272	886	2309.9	2.61
188	258	805	2304.5	2.86
189	256	861	2303.7	2.68
190	213	1065	2287.3	2.15
191	226	944	2292.3	2.43
192	269	740	2308.8	3.12
193	264	958	2306.9	2.41
194	250	877	2301.4	2.62
195	238	1080	2297.0	2.13
196	224	1000	2291.6	2.29
197	246	1008	2300.1	2.28
198	232	927	2294.6	2.47
199	272	886	2309.9	2.61
200	258	805	2304.5	2.86
201	256	861	2303.7	2.68
202	213	1065	2287.3	2.15
203	226	944	2292.3	2.43
204	269	740	2308.8	3.12
205	103	468	2244.4	4.80
206	145	264	2260.8	8.55
207	141	359	2259.3	6.29
208	99	563	2242.9	3.99
209	262	962	2306.3	2.40
210	248	882	2300.9	2.61
211	237	1085	2296.5	2.12
212	223	1004	2291.0	2.28
213	245	1012	2299.5	2.27
214	231	932	2294.0	2.46
215	270	890	2309.4	2.59
216	256	809	2303.9	2.85
217	254	865	2303.1	2.66
218	212	1069	2286.7	2.14
219	225	948	2291.8	2.42
220	267	744	2308.2	3.10
221	262	962	2306.3	2.40
222	248	882	2300.9	2.61
223	237	1085	2296.5	2.12
224	223	1004	2291.0	2.28
225	245	1012	2299.5	2.27

226	231	932	2294.0	2.46
227	270	890	2309.4	2.59
228	256	809	2303.9	2.85
229	254	865	2303.1	2.66
230	212	1069	2286.7	2.14
231	225	948	2291.8	2.42
232	267	744	2308.2	3.10
233	264	958	2306.9	2.41
234	250	877	2301.5	2.62
235	238	1080	2297.1	2.13
236	224	1000	2291.6	2.29
237	246	1008	2300.1	2.28
238	232	927	2294.6	2.47
239	272	886	2310.0	2.61
240	258	805	2304.5	2.86
241	256	861	2303.7	2.68
242	213	1064	2287.3	2.15
243	226	944	2292.3	2.43
244	269	740	2308.8	3.12
245	264	958	2306.9	2.41
246	250	877	2301.5	2.62
247	238	1080	2297.1	2.13
248	224	1000	2291.6	2.29
249	246	1008	2300.1	2.28
250	232	927	2294.6	2.47
251	272	886	2310.0	2.61
252	258	805	2304.5	2.86
253	256	861	2303.7	2.68
254	213	1064	2287.3	2.15
255	226	944	2292.3	2.43
256	269	740	2308.8	3.12
257	103	468	2244.4	4.80
258	145	264	2260.8	8.55
259	141	359	2259.3	6.29
260	99	563	2242.9	3.99
261	184	497	2275.9	4.58
262	170	565	2270.4	4.02
263	184	497	2275.9	4.58
264	170	565	2270.4	4.02
265	174	525	2272.1	4.33
266	188	457	2277.5	4.98
267	184	497	2275.9	4.58
268	170	565	2270.4	4.02
269	174	525	2272.1	4.33
270	188	457	2277.5	4.98
271	184	497	2275.9	4.58

272	170	565	2270.4	4.02
273	174	525	2272.1	4.33
274	188	457	2277.6	4.99
275	174	525	2272.1	4.33
276	188	457	2277.6	4.99
277	183	480	2275.5	4.74
278	169	548	2270.0	4.14
279	183	480	2275.5	4.74
280	169	548	2270.0	4.14
281	173	508	2271.7	4.47
282	187	440	2277.2	5.18
283	183	480	2275.5	4.74
284	169	548	2270.1	4.14
285	173	508	2271.7	4.47
286	187	440	2277.2	5.18
287	183	480	2275.5	4.74
288	169	548	2270.1	4.14
289	173	508	2271.7	4.48
290	187	440	2277.2	5.18
291	173	508	2271.8	4.48
292	187	440	2277.2	5.18
293	162	524	2267.4	4.33
294	148	592	2262.0	3.82
295	162	524	2267.4	4.33
296	148	591	2262.0	3.82
297	152	551	2263.6	4.11
298	167	483	2269.1	4.69
299	162	524	2267.4	4.33
300	148	591	2262.0	3.82
301	152	551	2263.6	4.11
302	167	483	2269.1	4.69
303	162	524	2267.4	4.33
304	148	591	2262.0	3.82
305	152	551	2263.6	4.11
306	167	483	2269.1	4.69
307	152	551	2263.7	4.11
308	167	483	2269.1	4.69
309	159	467	2266.3	4.86
310	145	535	2260.8	4.23
311	159	467	2266.3	4.86
312	145	535	2260.8	4.23
313	150	494	2262.5	4.58
314	164	427	2268.0	5.32
315	159	467	2266.3	4.86
316	145	535	2260.8	4.23
317	150	494	2262.5	4.58



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

Fermata VILLAMAGGIORE
RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO
SOTTOPASSO

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	72 di 79

318	164	426	2268.0	5.32
319	159	467	2266.3	4.86
320	145	535	2260.8	4.23
321	150	494	2262.5	4.58
322	164	426	2268.0	5.32
323	150	494	2262.5	4.58
324	164	426	2268.0	5.32

8.7.2 Taglio

La sezione non necessita di armatura a taglio.

Nome Combinazione	VE _d y	NE _d	sc _p	VR _{d,c}	VR _{cd,y}	VR _{sd,y}	VR _{d,y}	C.S.y,min
	kN	kN	MPa	kN	kN	kN	kN	
G3_0.5_3	62.8	236.9	0.2	465.7				7.416

8.7.3 Fessurazione

	Formazione	ss	ssr	k3	Aeff	s	srm	esm	wm	wd	
	fessure	[MPa]	[MPa]	[-]	[mm²]	[mm]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]	
1	Fessurata	-144	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.078	0.132	Verificato
2	Fessurata	-160	-110	0.125	313000	200	256	0.0004	0.108	0.183	Verificato
3	Fessurata	-151	-110	0.125	313000	200	256	0.0004	0.091	0.154	Verificato
4	Fessurata	-135	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.069	0.117	Verificato
5	Non fessurata	0	-67	0.125							
6	Non fessurata	0	-83	0.125							
7	Non fessurata	0	-74	0.125							
8	Non fessurata	0	-57	0.125							
9	Fessurata	-139	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.071	0.121	Verificato
10	Fessurata	-156	-110	0.125	313000	200	256	0.0004	0.100	0.169	Verificato
11	Fessurata	-146	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.082	0.140	Verificato
12	Fessurata	-130	-108	0.125	313000	200	256	0.0003	0.066	0.113	Verificato
13	Non fessurata	0	-62	0.125							
14	Non fessurata	0	-78	0.125							
15	Non fessurata	0	-69	0.125							
16	Non fessurata	0	-53	0.125							
17	Fessurata	-144	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.078	0.132	Verificato
18	Fessurata	-160	-110	0.125	313000	200	256	0.0004	0.108	0.183	Verificato
19	Fessurata	-151	-110	0.125	313000	200	256	0.0004	0.090	0.154	Verificato
20	Fessurata	-134	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.069	0.117	Verificato
21	Fessurata	-139	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.071	0.121	Verificato
22	Fessurata	-156	-110	0.125	313000	200	256	0.0004	0.100	0.169	Verificato
23	Fessurata	-146	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.082	0.140	Verificato
24	Fessurata	-130	-108	0.125	313000	200	256	0.0003	0.066	0.113	Verificato
25	Fessurata	-105	-109	0.125	313000	200	256	0.0002	0.054	0.091	Verificato
26	Fessurata	-121	-110	0.125	313000	200	256	0.0002	0.062	0.106	Verificato
27	Fessurata	-112	-110	0.125	313000	200	256	0.0002	0.057	0.098	Verificato
28	Fessurata	-96	-108	0.125	313000	200	256	0.0002	0.049	0.083	Verificato
29	Non fessurata	0	-67	0.125							
30	Non fessurata	0	-83	0.125							
31	Non fessurata	0	-74	0.125							
32	Non fessurata	0	-57	0.125							
33	Fessurata	-101	-108	0.125	313000	200	256	0.0002	0.051	0.088	Verificato
34	Fessurata	-117	-110	0.125	313000	200	256	0.0002	0.060	0.102	Verificato
35	Fessurata	-108	-109	0.125	313000	200	256	0.0002	0.055	0.094	Verificato
36	Fessurata	-91	-108	0.125	313000	200	256	0.0002	0.047	0.079	Verificato
37	Non fessurata	0	-62	0.125							
38	Non fessurata	0	-78	0.125							
39	Non fessurata	0	-69	0.125							
40	Non fessurata	0	-53	0.125							

41	Fessurata	-105	-109	0.125	313000	200	256	0.0002	0.054	0.091	Verificato
42	Fessurata	-121	-110	0.125	313000	200	256	0.0002	0.062	0.106	Verificato
43	Fessurata	-112	-110	0.125	313000	200	256	0.0002	0.057	0.098	Verificato
44	Fessurata	-96	-108	0.125	313000	200	256	0.0002	0.049	0.083	Verificato
45	Fessurata	-101	-108	0.125	313000	200	256	0.0002	0.051	0.088	Verificato
46	Fessurata	-117	-110	0.125	313000	200	256	0.0002	0.060	0.102	Verificato
47	Fessurata	-108	-109	0.125	313000	200	256	0.0002	0.055	0.094	Verificato
48	Fessurata	-91	-108	0.125	313000	200	256	0.0002	0.047	0.079	Verificato
49	Fessurata	-144	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.078	0.132	Verificato
50	Fessurata	-160	-110	0.125	313000	200	256	0.0004	0.108	0.183	Verificato
51	Fessurata	-151	-110	0.125	313000	200	256	0.0004	0.091	0.154	Verificato
52	Fessurata	-135	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.069	0.117	Verificato
53	Fessurata	-139	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.071	0.121	Verificato
54	Fessurata	-156	-110	0.125	313000	200	256	0.0004	0.100	0.169	Verificato
55	Fessurata	-146	-109	0.125	313000	200	256	0.0003	0.082	0.140	Verificato
56	Fessurata	-130	-108	0.125	313000	200	256	0.0003	0.066	0.113	Verificato

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE												
Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE-ENTE</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLFV030B001</td> <td>A</td> <td>76 di 79</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	76 di 79
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	76 di 79								

9 VERIFICHE LONGITUDINALI

Nel presente paragrafo sono riportati i criteri da utilizzare sulla singola opera per la determinazione del quantitativo di armatura longitudinale.

LUNGHEZZA OPERA SCATOLARE <20m

Per lunghezze dei conci dello scatolare inferiori a 20m non si effettua il calcolo dell'armatura longitudinale e si dispone il quantitativo minimo.

La minima armatura longitudinale da disporre è pari al 20% dell'armatura trasversale disposta in mezzzeria della sezione trasversale stessa.

LUNGHEZZA OPERA SCATOLARE ≥20m

Per lunghezze dei conci superiori a 20m si effettua il dimensionamento dell'armatura longitudinale considerando l'azione di trazione che si sviluppa per effetto dell'attrito offerto dal terreno.

La formulazione per il calcolo di tale azione (e quindi dell'armatura longitudinale antiritiro) è mutuata dall'EC2:

$$A_s = \text{armatura longitudinale} = N_{tr}/\sigma_s$$

in cui:

$$N_{tr} = k_c \times k \times \sigma_{tr} \times A_c \quad \text{azione normale di trazione dovuta alle } \epsilon_r \text{ di ritiro}$$

$$\sigma_s \quad \text{massima tensione ammessa nell'armatura}$$

$$A_c \quad \text{area della sezione di cls che si ritira}$$

$$\sigma_{tr} = \epsilon_r \times E_c/3 \quad \text{tensione di trazione indotta dal ritiro}$$

$$k_c = 1.0 \quad \text{coefficiente di distribuzione delle tensioni nella sezione}$$

$k=0.8$ per $h \leq 30\text{cm}$, 0.5 per $h \geq 80\text{cm}$ coefficiente che tiene conto degli effetti di tensione autoequilibrata non uniforme

Per tenere in conto del fatto che il grado di impedimento del terreno sullo scatolare è parziale e non totale si fa riferimento alla norma ACI 207.2R-95 che propone di utilizzare il seguente coefficiente:

$$K_r = [(L/H-2)/(L/H+1)]^{h/H} \quad \text{grado di impedimento}$$

$$m = 1/(1+A_c/At \cdot E_c/E_t) \quad \text{moltiplicatore del grado di impedimento}$$

L = lunghezza del concio di scatolare

H = altezza dell'elemento di cls a contatto con il terreno

$h = H/2$ = altezza all'interno dell'elemento in cui si valuta il grado di impedimento

E_c = modulo elastico del cls ridotto a 1/3 per tenere in conto gli effetti viscosi

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO - GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA FASE 1 – MILANO ROGOREDO - PIEVE EMANUELE</p>												
<p>Fermata VILLAMAGGIORE RELAZIONE DI CALCOLO PROLUNGAMENTO SOTTOPASSO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE-ENTE</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NM0Z</td> <td>10</td> <td>D 26</td> <td>CLFV030B001</td> <td>A</td> <td>77 di 79</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	77 di 79
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NM0Z	10	D 26	CLFV030B001	A	77 di 79								

E_t = modulo elastico del terreno

A_c = area dell'elemento in cls

A_t = superficie del terreno a contatto

Per la determinazione di E_t si considerano le seguenti ipotesi:

E_{t1} = terreno a contatto con la soletta di fondazione = 750 MPa

E_{t2} = terreno a contatto con la soletta di copertura = 300 MPa

E_{t3} = terreno a contatto con i piedritti = 525 MPa

$E_t = (E_{t1} \cdot A_{sf} + E_{t2} \cdot A_s + E_{t3} \cdot A_{sp}) / (A_{sf} + A_s + A_{sp})$

In cui

A_{sf} = sezione della soletta inferiore

A_s = sezione della soletta superiore

A_{sp} = sezione dei piedritti

A seguito di quanto esposto, prendendo in considerazione una striscia di larghezza unitaria pari a 1.00m, l'armatura antiritiro longitudinale si ottiene da:

$$A_s = (k_c \cdot k \cdot \sigma_{tr} \cdot A_c / \sigma_s) \cdot m \cdot K_r$$

Per il calcolo della tensione di trazione dovuta al ritiro, sempre utilizzando le prescrizioni dell'EC2, è stata calcolata mediante le seguenti formule:

$$\sigma_{tr} = \epsilon_{cs,m} \cdot E_{cs} / 3$$

in cui:

$\epsilon_{cs}(t_1, t_0) = \epsilon_{cr0} \cdot \beta_s(t_1 - t_0)$ deformazione di ritiro del cls

$\epsilon_{cr0} = \epsilon_s(f_{cm}) \cdot \beta_{RH}$ coefficiente nominale di ritiro

$\beta_s(t_1, t_0) = [(t_1 - t_0) / (0.035 \cdot h_0^2 + t_1 - t_0)]^{0.5}$ coefficiente di sviluppo del ritiro nel tempo

$\epsilon_s(f_{cm}) = [160 + \beta_{sc} \cdot (90 - f_{cm})] \cdot 10^{-6}$ fattore che tiene conto della R_{ck}

$\beta_{RH} = 1.55 \cdot [1 - (RH/100)^3]$ fattore che tiene conto delle condizioni di maturazione

$f_{cm} = 0.83 \cdot R_{ck} + 8$ [MPa] resistenza media a compressione del cls

$t_0 = 1$ età del cls all'inizio della contrazione

$t_1 = 18000$

età finale del cls (18000 giorni =50 anni)

 $RH = 75\%$

umidità relativa ambientale

 $h_0 = 2A_c/u$ [mm]

Spessore fittizio

 A_c = area del cls che si ritira

 u = perimetro dell'elemento di cls a contatto con l'atmosfera, assunto pari alla luce interna degli elementi dello scatolare

$$\epsilon_{cs_m}(t_1, t_0) = (\epsilon_{sf} * A_{sf} + \epsilon_p * A_{sp} + \epsilon_s * A_s) / (A_{sf} + A_s + A_{sp})$$

Calcolo armatura longitudinale anti ritiro: Valutazione del ritiro		Fondazione	Piedritti	Solettone
Area c.l.s. che ritira	A_c [mmq]	2664000	1510000	1616000
Per. a contatto con atmosfera	u [mm]	3040	3020	3040
Spessore Fittizio	h_0 [mm]	1752.632	1000	1063.158
Età c.l.s. inizio ritiro essiccamento	t_1 [gg]	18000	18000	18000
Età c.l.s. a cui si valuta il ritiro	t_0 [gg]	1	1	1
Fattore di maturazione	β_{rh}	0.896	0.896	0.896
Fattore di resistenza	$\epsilon_s(f_{cm})$	1	1	1
Coefficiente nominale di ritiro	ϵ_{cr0}	0.000212	0.000212	0.000212
Coefficiente di sviluppo nel tempo	$\beta_s(t_1, t_0)$	0.000190	0.000190	0.000190
Deformazione di ritiro del c.l.s.	$\epsilon_{cs}(t_1, t_0)$	0.37869	0.58276	0.55920

Calcolo armatura longitudinale anti ritiro: Parametri e verifica armatura			
Deformazione media di ritiro	ϵ_{CS_m}	9.2E-05	
Tensione per ritiro impedito	$\sigma_{\tau p}$	1.00285	MPa
Modulo terreno fondazione	Et1	10	MPa
Modulo terreno ricoprimento	Et2	10	MPa
Modulo terreno rinterro laterale	Et3	10	MPa
Modulo terreno medio	Et	10	MPa
Lunghezza concio scatolare	L	5160	mm
Altezza elemento equivalente	H	500	mm
Perimetro ext. Scatolare	p	16120	mm
Coeff. di distribuzione delle tensioni	kc	1	
Coeff. effetti tensioni autoequilibrate	K	0.8	
Grado di impedimento	Kr	0.85731	
Moltiplicatore Kr	m	0.00934	
Tensione di lavoro assunta	σ_{S_L}	220	MPa
Armatura longitudinale inserita / m	1+1Ø 14 / 20		
Verifica	OK		
coefficiente di sicurezza C.S.	105.4731351		

La scelta del diametro della armatura longitudinale tiene conto anche del contenuto minimo richiesto in questa direzione.