

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA NUOVA ENNA – DITTAINO

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

Cavalcaferrovia pk 13+400

Relazione di calcolo Spalla A

SCALA:

-

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

RS3V 40 D 09 CL I V 0 1 0 4 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	E. Abbasciano	Novembre 2019	A.Ferri	Novembre 2019	F. Sparacino	Novembre 2019	Stozzi	Marzo 2020
B	Emissione esecutiva	E. Abbasciano	Marzo 2020	A.Ferri	Marzo 2020	F. Sparacino	Marzo 2020		

ITALFERR S.p.A.
 U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
 Dott. Ing. Angelo Vittozzi
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
 N° A20783

File: RS3V40D09CLIV0104001B.docx

n. Elaborazione:

908

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3	MATERIALI	7
3.1	VERIFICA S.L.E.	8
3.1.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	8
4	ANALISI E VERIFICHE SPALLA.....	10
4.1	GENERALITÀ	10
4.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE SPALLE.....	10
4.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	10
4.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA	14
4.5	GEOMETRIA DELLA SPALLA	15
4.6	ANALISI DEI CARICHI	17
4.6.1	<i>Peso proprio elementi strutturali</i>	17
4.6.2	<i>Carichi trasmessi dall'impalcato</i>	17
4.6.3	<i>Azione del Vento</i>	20
4.6.4	<i>Carichi da traffico verticali</i>	21
4.6.5	<i>Carichi da traffico orizzontali</i>	21
4.6.6	<i>Spinta statica del terrapieno</i>	22
4.6.7	<i>Sovraccarico su soletta superiore</i>	22
4.6.8	<i>Azione sismica</i>	22
4.6.9	<i>Inerzie strutturali</i>	26

4.6.10	Calcolo delle sollecitazioni in testa pali.....	26
4.6.11	Riepilogo risultati.....	26
4.7	SOLLECITAZIONI.....	31
4.7.1	Muro paraghiaia	31
4.7.2	Muro frontale	33
4.7.3	Plinto di fondazione.....	35
4.8	PALI DI FONDAZIONE	37
4.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	38
4.9.1	Paraghiaia.....	38
4.9.2	Muro frontale	46
4.9.3	Zattera di fondazione.....	54
4.9.4	Soletta.....	56
4.9.5	Palo di fondazione L=27.0m	62
5	SINTESI DELLE VERIFICHE GEOTECNICHE	67

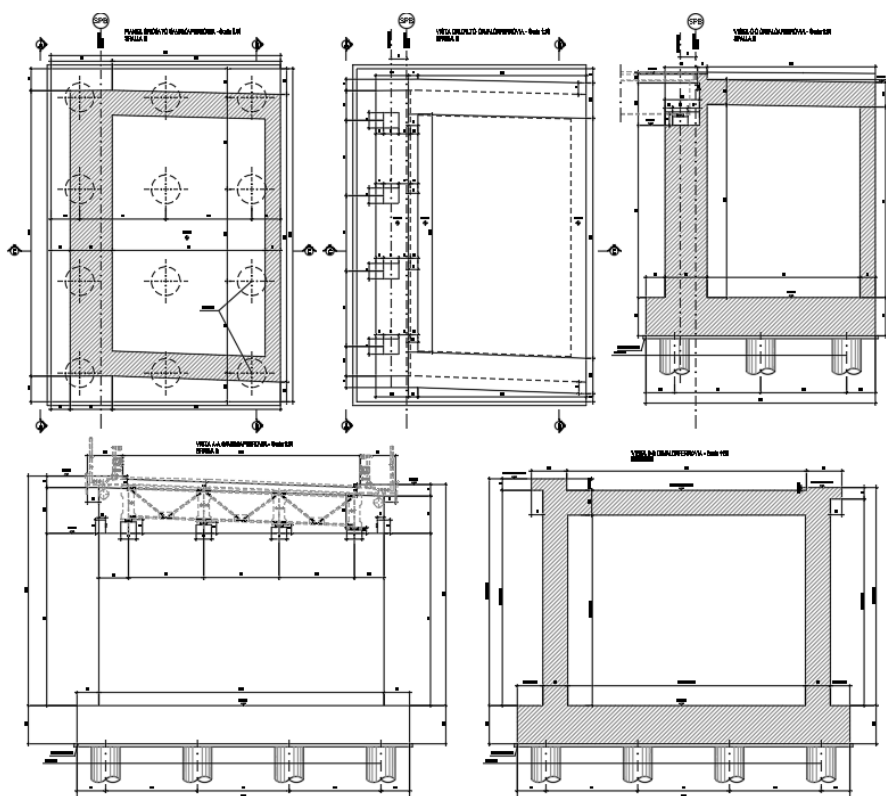
1 PREMESSA

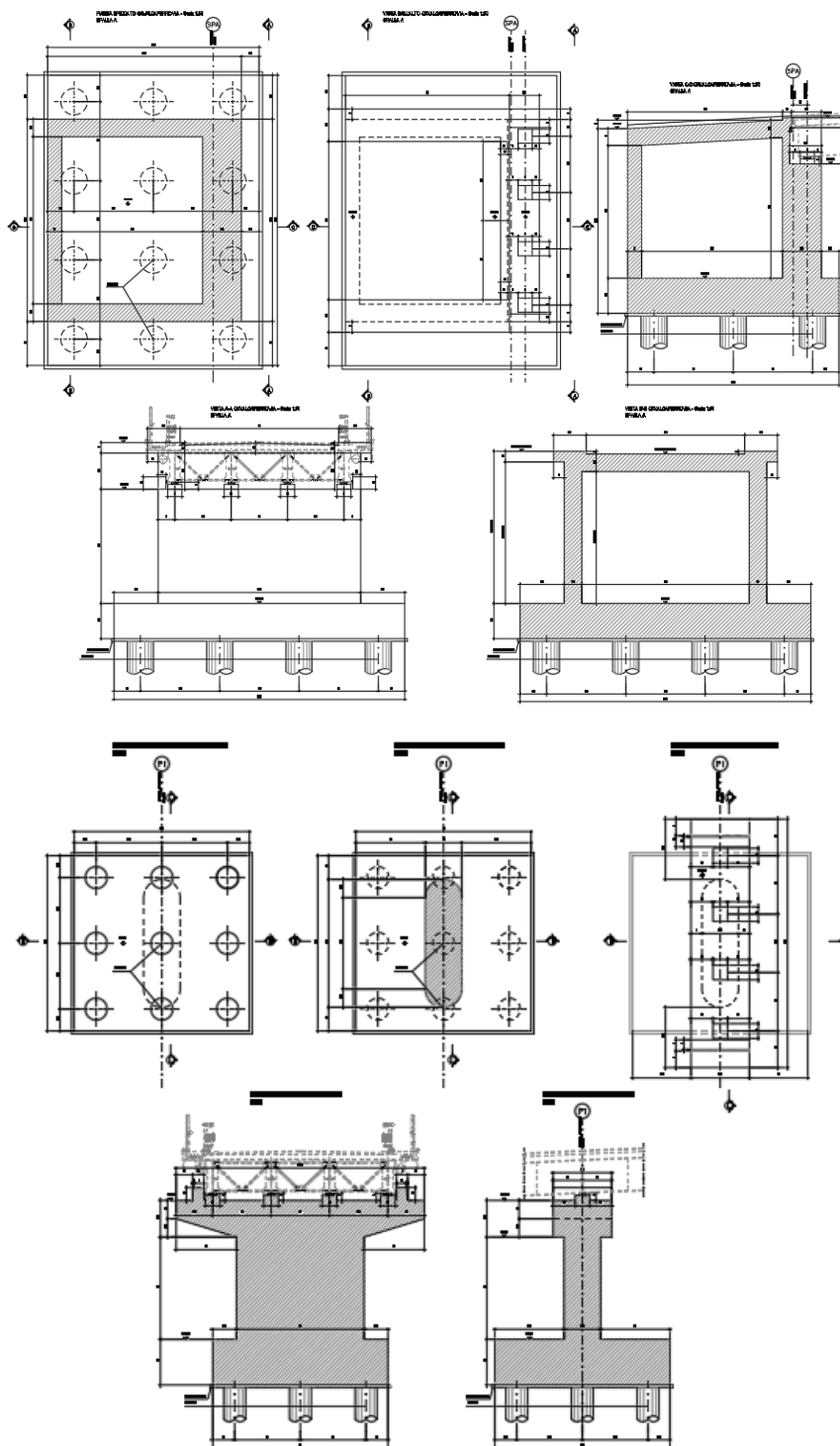
La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle spalle del cavalca ferrovia della tratta ferroviaria Nuova Enna -Dittaino, previsto nell'ambito del progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania. In particolare si tratterà la spalla **A** che presenta gli appoggi "fissi" dell'impalcato. **La spalla è di tipo scatolare.**


Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

1.1 Descrizione dell'opera

Il cavalca ferrovia è in sito in corrispondenza della pk.13+400. L'impalcato in acciaio-calcestruzzo è realizzato a trave continua su 4 campate. Pile e spalle sono realizzate in c.a gettato in opera, e vengono fondate su pali di grande diametro.





	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcaferrovia pk 13+400					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO IV 01 04 001	REV. B

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- [N1] **Legge 05/01/1971 n°1086:** *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;*
- [N2] **Legge 02/02/1974 n°64:** *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*
- [N3] **D.M. del 17 Gennaio 2018:** *Nuove norme tecniche per le costruzioni;*
- [N4] **C.M. 21/01/2019 n.7:** *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni";*
- [N5] **RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 21/12/2018:** *Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2 – Ponti e Strutture;*
- [N6] **RFI DTC SI PS SP IFS 001 C del 21/12/2018:** *Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 6 – Opere in conglomerato cementizio e in acciaio;*
- [N7] **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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;**



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	7 di 67

3 MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

➤ Calcestruzzo magro e getto di livellamento

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C12/15
- TIPO CEMENTO CEM I+V
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : X0

➤ Calcestruzzo pali di fondazione, cordoli, opere provvisionali, calcestruzzo fondazioni

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.60
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 60 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 32 mm

➤ Calcestruzzo fondazioni armate

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.60
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 40mm
- DIAMETRO INERTI : 25 mm

➤ Calcestruzzo elevazione pile (compresi pulvini, baggioli e ritegni), spalle

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- TIPO CEMENTO CEM III+V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.50
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC4
- COPRIFERRO MINIMO = 50mm
- DIAMETRO INERTI : 25 mm

➤ Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

IN BARRE E RETI ELETTRISALDATE

B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche :

- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
 - Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$
- $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

(*) : I VALORI DI COPRIFERRO RIPORTATI SI RIFERISCONO AD OPERE CON VITA NOMINALE DI 75 ANNI. PER COSTRUZIONI CON VITA NOMINALE DI 100 ANNI TALI VALORI DOVRANNO ESSERE AUMENTATI DI 5 mm.

3.1 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato

3.1.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente a trazione" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

3.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	9 di 67

c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Data la maggior restrittività, alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

– Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/19.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	10 di 67

4 ANALISI E VERIFICHE SPALLA

4.1 Generalità

La spalla presentano una configurazione a paramento di spessore 2.20m e muri di spessore 1.00 m. L'altezza della spalla A (escluso paraghiaia) è pari a 6.50 m.

Entrambe le spalle hanno in testa un paraghiaia di spessore 0.4m ed altezza di circa 2.60m dalla testa muro frontale.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1.50m collegate in testa da una platea di spessore 2.00 m.

Per le verifiche dei singoli elementi della spalla (pali, platea di fondazione ed elevazioni) è stata effettuata un'analisi dei carichi agenti sul piano appoggi e allo spiccato della fondazione; l'analisi viene riportata nelle pagine seguenti.

4.2 Modelli a mensola per la verifica delle spalle

Le sollecitazioni di verifica della spalla sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali vanno combinate le azioni determinate dalle spinte del terreno di riempimento e del sovraccarico in condizioni sia statiche che sismiche e le azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Tutti i muri sono considerati sconnessi fra loro per la valutazione delle sollecitazioni alla base e quindi le azioni provenienti dall'impalcato sono applicate solamente al muro frontale. Tale schema pur risultando cautelativo, non fornisce sovrastime eccessive nel calcolo dei quantitativi di armatura previsti.

Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali muro paraghiaia e muro frontale che vengono tutti modellati come delle mensole incastrate alla base.

Per il plinto di fondazione, si è utilizzato un modello tirante-puntone per l'analisi e la verifica dello zoccolo anteriore al muro frontale.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC18, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Per le verifiche geotecniche si è fatto riferimento alla combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2.

Tab. 5.1.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	γ_{e2} γ_{e3} γ_{e4}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e, quindi, alle verifiche strutturali.

	A2 -S.L.U.- N max g1	A2 -S.L.U.- M max g1	A2 -S.L.U.- M max g2	A2 -S.L.U.- M max g3	A2 -S.L.U.- Vento ponte scanco	A1 -S.L.U.- N max g1	A1 -S.L.U.- M max g1	A1 -S.L.U.- M max g2	A1 -S.L.U.- M max g3	A1 -S.L.U.- Vento ponte scanco	A1 -S.L.U.- N max g1	A1 -S.L.U.- M max g1	A1 -S.L.U.- M max g2	A1 -S.L.U.- M max g3	A1 -S.L.U.- Vento ponte scanco	A1 -S.L.U.- N max g1	A1 -S.L.U.- M max g1	A1 -S.L.U.- M max g2	A1 -S.L.U.- M max g3	A1 -S.L.U.- Vento ponte scanco	
Peso proprio G1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti G2	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Comb. Nmax Q1	1.15	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	0.115	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	0.135	0.00	0.00	1.01	0.00	0.00
Comb. Nmax Q3 frenatura	0.00	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00
Comb. Nmax Q4 centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Comb. Nmax Q4 folla	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Comb. Mmax Q1	0.00	1.15	0.00	0.86	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	0.115	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	0.135	0.00	0.00	1.01	0.00	0.00
Comb. Mmax Q3 frenatura	0.00	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00
Comb. Mmax Q4 centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Comb. Mmax Q4 folla	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento Ponte Scanco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento Ponte Carico	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Attrito permanente	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Attrito carchi mobili	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.U. - N max g1	S.L.U. - M max g1	S.L.U. - M max g2	S.L.U. - M max g3	S.L.U. - Vento ponte scanco	S.L.U. - N max g1	S.L.U. - M max g1	S.L.U. - M max g2	S.L.U. - M max g3	S.L.U. - Vento ponte scanco	S.L.U. - N max g1	S.L.U. - M max g1	S.L.U. - M max g2	S.L.U. - M max g3	S.L.U. - Vento ponte scanco	S.L.U. - N max g1	S.L.U. - M max g1	S.L.U. - M max g2	S.L.U. - M max g3	S.L.U. - Vento ponte scanco		
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
1.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	
0.00	1.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Occorre precisare che con il segno negativo verranno indicate le azioni aventi direzione positiva delle Z (ovvero dirette verso l'alto).

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale

- Lunghezze = m
- Forze = kN

4.5 Geometria della spalla

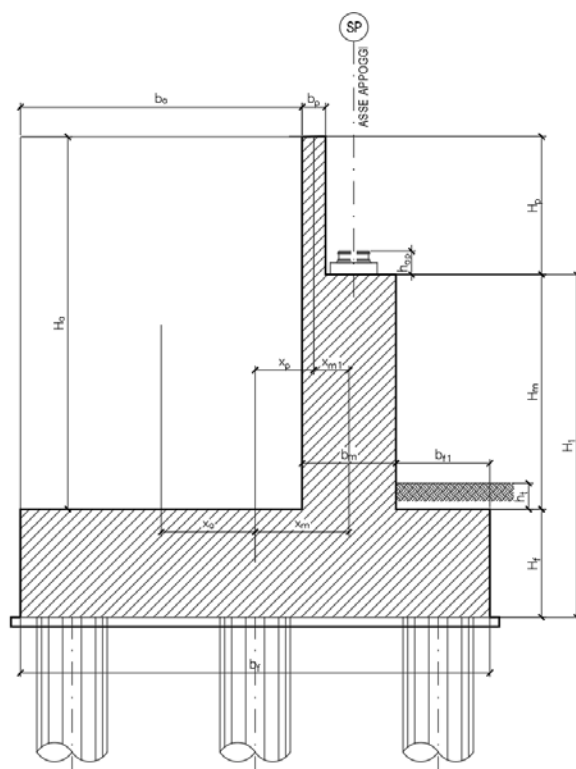


Figura 1 – Significato dei simboli: sezione tipologica

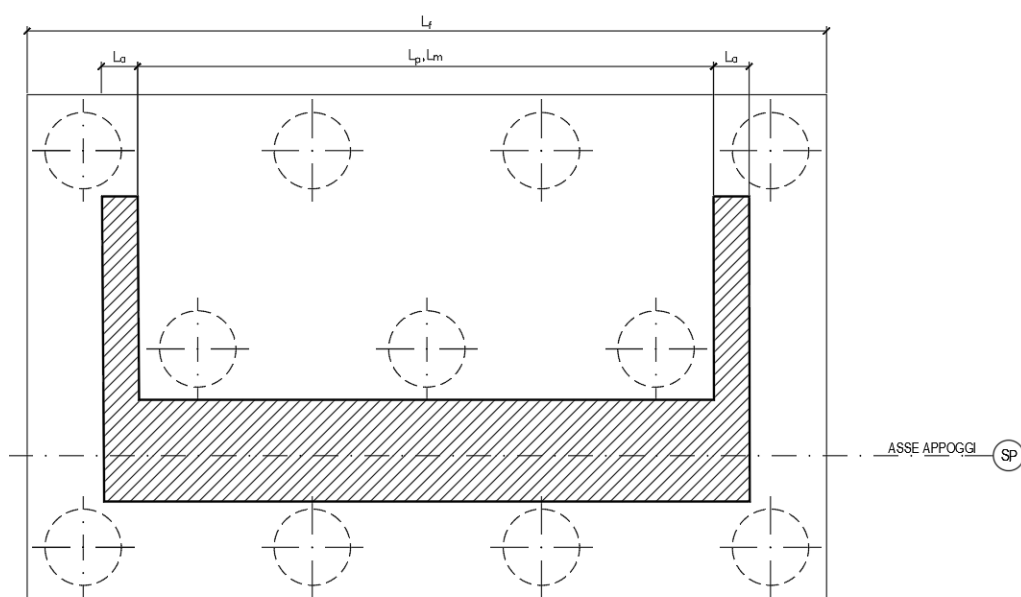


Figura 2 – Significato dei simboli: pianta tipologica

Generali			
Peso cls	γ_{cls}	25	kN/m ³
Peso terreno	γ_t	0	kN/m ³
Sovraccarico accidentale sul rilevato	q_{acc}	20.0	kN/m ²
Altezza appoggio + baggiolo	h_{sp}	0.40	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	H_1	8.90	m
Paraghiaia			
Altezza	H_p	2.60	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	0.4	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	9.50	m
Distanza tra i muri andatori dir. Y		9.50	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	3.00	m
Muro frontale			
Altezza	H_m	6.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	2.20	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	9.50	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	3.90	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	x_{m1}	-0.90	m
Distanza asse baggioli- asse muro frontale		0.30	m
Plinto			
Altezza	H_f	2.00	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	12.00	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	16.50	m
Mensola anteriore plinto	b_n	1.00	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	1.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto		4.20	m
Muro andatore			
Altezza	H_a	9.10	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	L_a	1.00	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	b_a	8.80	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_a	-1.60	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		▼	Ko= 0.426
Sisma			
S_s		1.490	
a_g		0.134	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.199	
Mononobe e Okabe	K_{AE}	0.412	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.100	

Tabella 2 – Dati di input

4.6 Analisi dei carichi

4.6.1 Peso proprio elementi strutturali

➤ Peso proprio strutture

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

Impalcato			
N° Corsie convenzionali		3	
Lunghezza	L	24	m
Peso Proprio	G1	160	kN/m
Permanenti portati	G2	65	kN/m
n° totale appoggi sulla spalla	n	4	
Reazione appoggio i = (G1*L/2)/n	Ri	480.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n	Ri	195.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n (ballast)	Ri	0	kN

4.6.2 Carichi trasmessi dall'impalcato

I carichi del traffico vengono dedotti dal modello FEM dell'impalcato.

joint	881	884	891	896	
	F3	F3	F3	F3	TOT
g1	433	390	390	433	1646
g2	168	119	168	119	574
folla	33	10	10	33	
traffico	504	711	716	458	

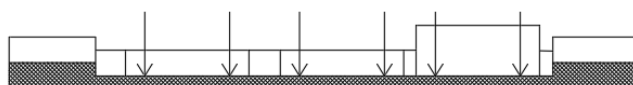
Sul singolo appoggio forniscono i risultati in tabella seguente:

Appoggio	A			B			C			D			biz
	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	
Descrizione carico	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]
Peso proprio G1	480			480			480			480			0.00
Permanenti G2	195			195			195			195			0.00
Comb. Nmax Q1	230			769			604			150			0.00
Comb. Nmax Q3 frenatura					353			353					2.40
Comb. Nmax Q4 centrifuga													2.40
Comb. Nmax Q folla	123			2			2			123			0.00
Comb. MTmax Q1	402			770			235			-24			0.00
Comb. MTmax Q3 frenatura					353			353					2.40
Comb. MTmax Q4 centrifuga													2.40
Comb. MTmax Q folla	138			27			-25			-15			0.00
Comb. MLmax Q1													0.00
Comb. MLmax Q3 frenatura													2.40
Comb. MLmax Q4 centrifuga													2.40
Comb. MLmax Q folla													0.00
Vento Ponte Scarico						44			44				2.00
Vento Ponte Carico						71			71				2.70
Attrito permanente		20	20		20	20		20	20		20	20	0.00
Attrito carichi mobili		12	12		23	23		18	18		5	5	0.00
Sisma longitudinale					3000			3000					2.40
Sisma trasversale						310			310				2.40
Sisma verticale	75			83			79			70			0.00

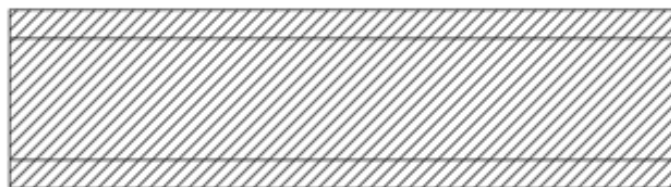
Poiché il modello FEM restituisce gli involuipi dei carichi variabili da traffico, è stato creato un modello semplificato in cui si sono applicati manualmente i carichi tandem e distribuiti come descritto nel seguito:

- N max, massimo sforzo normale per la spalla: il carico è presente sull' impalcato con il numero massimo di corsie convenzionali geometricamente consentite. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:

SEZIONE TRASVERSALE



PIANTA

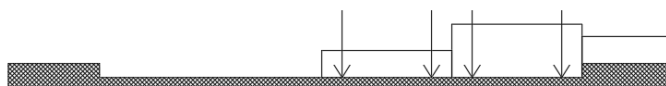


- Mt max, massimo momento lungo l'asse x (direzione di marcia): il carico è presente solo da un lato della carreggiata. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:

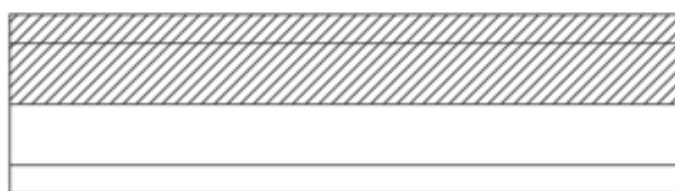
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	19 di 67

SEZIONE TRASVERSALE



PIANTA



Si può notare come i valori tra i due modelli siano congruenti.

4.6.3 Azione del Vento

Azione del Vento - generale - NTC e EC 1-1-4:2005

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico	
Altitudine sul livello del mare	as	250	250	m
Zona	Z	4	4	
Parametri	Vb,0	28	28	m/s
Parametri	ao	500	500	m
Parametri	ks	0.36	0.36	1/s
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	$v_b = v_{b0} * (1 + k_s(as/ao - 1))$	28	28	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	112.5	112.5	anni
	α_R	1.05	1.05	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	29.28	29.28	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0.5 * \rho * v_b^2$	0.54	0.54	kN/mq
Classe di rugosità del terreno	D	D	D	
Distanza dalla costa		>10	>10	km
Altitudine sul livello del mare		<750	<750	m
Categoria di esposizione del sito	Cat	II	II	

Vento su impalcato

Parametri	kr	0.19	0.19	
Parametri	z0	0.05	0.05	m
Parametri	zmin	4	4	m
Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	9	9	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.29	2.29	
Larghezza impalcato	b	12.7	12.7	m
Altezza impalcato	h1	2.4	2.4	m
Altezza veicoli o parapetto	h2	1.5	3	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o veicoli)	dtot	3.9	5.4	m
Rapporto di forma	b/dtot	3.26	2.35	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.52	1.79	

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	qb	0.54	0.54	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.29	2.29	
Coefficiente di forza	cfx	1.52	1.79	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	3.9	5.4	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	7.3	11.9	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	1.87	2.20	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	7.3	11.9	kN/m

Vento impalcato a ponte scarico

Forza statica equivalente	f	7.3	kN/m
Luce impalcato	L	24	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	87	kN/m

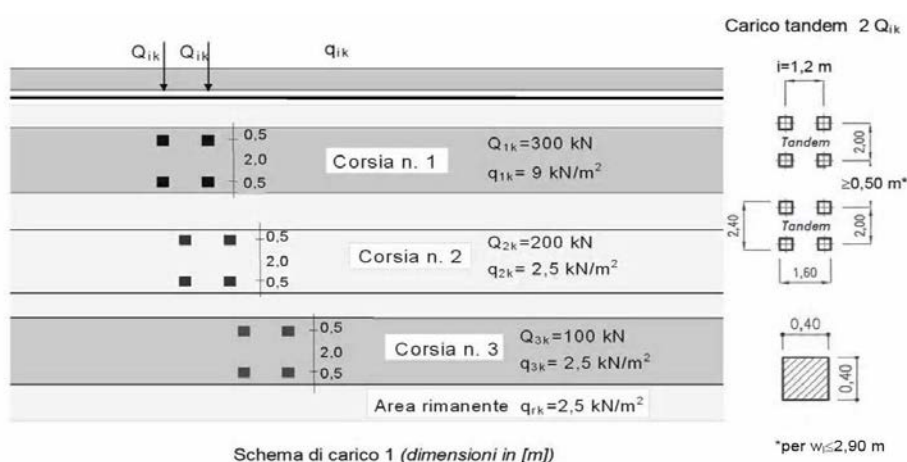
Vento impalcato a ponte carico

Forza statica equivalente	f	11.9	kN/m
Luce impalcato	L	24	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	142	kN/m

4.6.4 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico veicolare.

Le azioni variabili del traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti. Tale schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali.



Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata, per i ponti di 1a Categoria.


Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9
Corsia Numero 2	200	2,5
Corsia Numero 3	100	2,5
Altre corsie	0,00	2,50

Sui marciapiedi si applica lo Schema di Carico 5 (folla) con valore $q = 5$ kN/mq.

4.6.5 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura		
L	128	m
q_3	705.6	kN
q_3 (filtrata)	705.6	kN

Centrifuga		
Raggio planimetrico	10000	m
n° corsie	3	
Q_v	1200	Kn
q_4	0	kN

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcaferrovia pk 13+400					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO IV 01 04 001	REV. B

4.6.6 Spinta statica del terrapieno

La spalla è scatolare e non presenta riempimento

4.6.7 Sovraccarico su soletta superiore

Nell'analisi delle azioni è stato inoltre considerato il contributo, in termini di sovraccarico verticale in fondazione, del sovraccarico accidentale eventualmente presente a tergo spalla.

$$q = 20 \text{ kN/ m}^2$$

4.6.8 Azione sismica

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

➤ Azioni sismiche sulla Spalla

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k_h (coefficiente sismico orizzontale) o k_v (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

$$\text{Forza sismica orizzontale} \quad F_h = k_h W$$

$$\text{Forza sismica verticale} \quad F_v = k_v W$$

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma, tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle spalle del viadotto in questione che in virtù della elevata rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente β_m pari ad 1.0.

➤ Valori di progetto

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell'opera:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche:
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_n : info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_u : info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

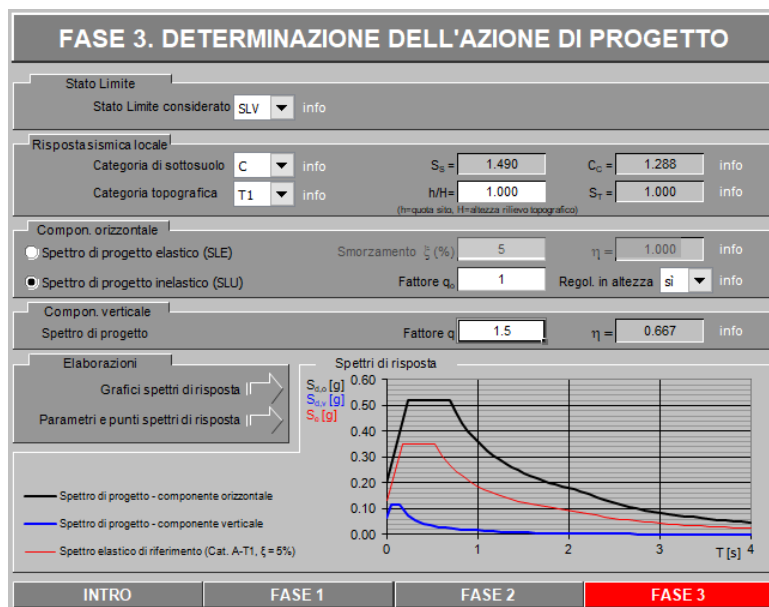
Elaborazioni:
 Grafici parametri azione
 Grafici spettri di risposta
 Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

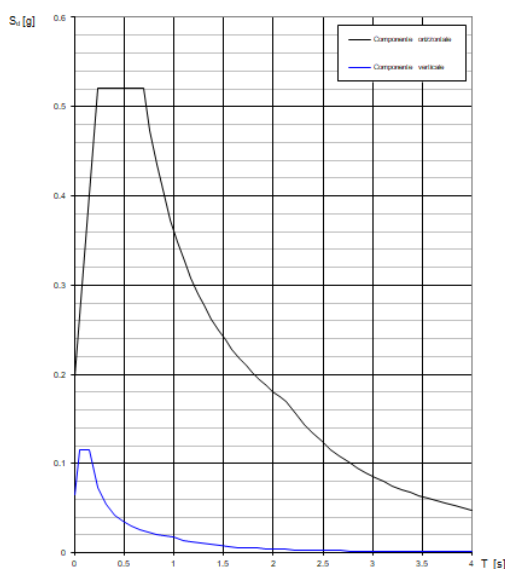


LEGENDA GRAFICO
 - - - - - Strategia per costruzioni ordinarie
 - - - - - Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLV




Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.133 g
F_n	2.620
T_c^*	0.539 s
S_s	1.490
C_c	1.288
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.490
η	1.000
T_B	0.231 s
T_C	0.694 s
T_D	2.133 s

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcaferrovia pk 13+400					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO IV 01 04 001	REV. B

4.6.9 Inerzie strutturali

Si valutano le inerzie legate alla massa degli elementi strutturali con la seguente formula:

$$F_i = k_h \cdot W_{str}$$

4.6.10 Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate nell'ipotesi di platea di fondazione infinitamente rigida, attraverso la relazione

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

dove

N , M_l , M_t sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata, n è il numero di pali e J_l , J_t sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

$$J_l = \sum y_i^2 \qquad J_t = \sum x_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali in testa palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove H_l , H_t sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

4.6.11 Riepilogo risultati

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

Per ciascuna combinazione vengono riassunti:

- Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N , forza orizzontale T e momento ribaltante M .
- Per i carichi sui pali in termini di N_{max} , N_{min} , T ed M .

➤ Fase statica

PARAGHIAIA

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	247			0.00	0.00	1.30	0	0
Rinterro	g3		0		0.00	0.00	0.87	0	0
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	2.60	0	468
Sovr. acc. sul rilevato			0		0.00	0.00	1.30	0	0

SPICCATO MURO FRONTALE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	247	0	0	-0.90		7.80	0	-222
Muro frontale	g1	4111	0	0			3.25	0	0
Totale Permanenti		4358	0	0				0	-222
Rinterro	g3		0	0			3.03	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			0	0			4.55	0	0

FONDAZIONE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	247			3.00	0.00	9.80	0	741
Muro frontale	g1	4111			3.90	0.00	5.25	0	16034
Plinto	g1	9900			0.00	0.00	1.00	0	0
Soletta		2090	0.00	0.00	-1.20	0.00	10.20	0	-2508
Muro posteriore		1444	0.00	0.00	-5.60	0.00	6.00	0	-8086
Muri andatori	g1	4004			-1.60	0.00	6.55	0	-6406
Totale Permanenti		21796						0	-226
Rinterro	g3	0			-1.60	0.00	6.55	0	0
Ricop. Plinto	g3	0			1.60	0.00	2.50	0	0
Sovr. acc. sul rilevato		1672			-1.60	0.00	11.10	0	-2675

* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni

Rinterro	g3		0		-1.60	0.00	3.70	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			0		0.00	0.00	5.55	0	0

➤ Fase sismica

Paraghiaia:

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	247			0.00	0.00	1.30	0	0
Rinterro	g3		0		0.00	0.00	0.87	0	0
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	2.60	0	468
Sovr. acc. sul rilevato			134		0.00	0.00	1.30	0	174

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	49	0	0.00	0.00	1.30	0	64
Rinterro	Inerzia		0				1.30	0	0
	Sovraspinta		0				0.87	0	0
Rinterro [totale]			0					0	0
Sovr. acc. sul rilevato			134		0.00	0.00	1.30	0	174
Totale generale			183					0	238

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	0	49	0.00	0.00	1.30	64	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	25	0	0	0.00	0.00	1.30	0	0

Muro frontale:

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	247	0	0	-0.90		7.80	0	-222
Muro frontale	g1	4111	0	0			3.25	0	0
Totale Permanenti		4358	0	0				0	-222
Rinterro	g3		0	0			3.03	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			469	0			4.55	0	2132

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		49		-0.90	0.00	7.80	0	384
Muro frontale	q6		818		0.00	0.00	3.25	0	2660
Rinterro	Inerzia		0				4.55	0	0
	Sovraspinta		0				3.03	0	0
Rinterro [totale]			0					0	0
Sovr. acc. sul rilevato			469				4.55	0	2132
Totale generale			1336					0	5175

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			49	-0.90	0.00	7.80	384	0
Muro frontale	q6			818	0.00	0.00	3.25	2660	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
Totale generale				868				3043	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	25			-0.90	0.00	7.80	0	-22
Muro frontale	q6	409			0.00	0.00	3.25	0	0
Totale generale		434						0	-22

FONDAZIONE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	247			3.00	0.00	9.80	0	741
Muro frontale	g1	4111			3.90	0.00	5.25	0	16034
Plinto	g1	9900			0.00	0.00	1.00	0	0
Soletta		2090			-1.20		10.20	0	-2508
Muro posteriore		1444			-5.60		6.00	0	-8086
Muri andatori	g1	4004			-1.60	0.00	6.55	0	-6406
Totale Permanenti		21796						0	-226
Rinterro	g3	0			-1.60	0.00	6.55	0	0
Ricop. Plinto	g3	0			1.60	0.00	2.50	0	0
Sovr. acc. sul rilevato		1672			-1.60	0.00	11.10	0	-2675
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3	0	0		-1.60	0.00	3.70	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			0		0.00	0.00	5.55	0	0

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s		49		3.00	0.00	9.80	0	482
Muro frontale	q _s		818		3.90	0.00	5.25	0	4297
Plinto	q _s		1971		0.00	0.00	1.00	0	1971
Soletta			416		-1.20	0.00	10.20	0	4244
Muro posteriore			287		-5.60	0.00	6.00	0	1725
Muri andatori	q _s		797		-1.60	0.00	6.55	0	5221
Rinterro	Inerzia		0		-1.60	0.00	6.55	0	0
	Sovraspinta		0		-1.60	0.00	3.70	0	0
Rinterro [totale]			0				6.55	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			0		-1.60		6.55	0	0
Totale generale			4339						17938

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s			49	3.00	0.00	9.80	482	0
Muro frontale	q _s			818	3.90	0.00	5.25	4297	0
Plinto	q _s			1971	0.00	0.00	1.00	1971	0
Soletta				416	-1.20	0.00	10.20	4244	0
Muro posteriore				287	-5.60	0.00	6.00	1725	0
Muri andatori	q _s			797	-1.60	0.00	6.55	5221	0
Rinterro	Inerzia			0	0.00		6.55	0	0
	Sovraspinta			0			3.70	0	0
Rinterro [totale]				0				0	0
Sovr. acc. sul rilevato				0	-1.60		11.10	0	0
Totale generale				4339				17938	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s	25			3.00	0.00	9.80	0.00	74
Muro frontale	q _s	409			3.90	0.00	5.25	0.00	1596
Plinto	q _s	985			0.00	0.00	1.00	0.00	0
Soletta		208			-1.20	0.00	10.20	0.00	-250
Muro posteriore		144			-5.60	0.00	6.00	0.00	-805
Muri andatori	q _s	399			-1.60	0.00	6.55	0.00	-638
Rinterro	q _s	0			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Ricop. Plinto	q _s	0			1.60	0.00	2.50	0.00	0
Totale generale		2169						0.00	-22



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	31 di 67

4.7 Sollecitazioni

4.7.1 Muro paraghiaia

Dai sovraccarichi mobili agenti sulla mensola del muro e dall'azione di frenatura. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta sismica dalle masse del muro. Il modello di calcolo utilizzato è quello di mensola incastrata al muro frontale.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	592	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.1	592	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.1	592	207	0	0	538
A2 - SLU - N max gr.2	592	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.2	592	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.2	592	207	0	0	538
A2 - SLU - N max gr.3	592	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.3	592	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.3	592	207	0	0	538
A2 - SLU - Vento ponte scarico	247	0	0	0	0
A2 - SLU - N max gr.1	592	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.1	592	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.1	592	207	0	0	538
A2 - SLU - N max gr.2	592	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.2	592	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.2	592	207	0	0	538
A2 - SLU - N max gr.3	592	207	0	0	538
A2 - SLU - MT max gr.3	592	207	0	0	538
A2 - SLU - ML max gr.3	592	207	0	0	538
A2 - SLU - Vento ponte scarico	247	0	0	0	0
A1 - SLU - N max gr.1	738	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.1	738	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.1	738	243	0	0	632
A1 - SLU - N max gr.2	738	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.2	738	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.2	738	243	0	0	632
A1 - SLU - N max gr.3	738	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.3	738	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.3	738	243	0	0	632
A1 - SLU - Vento ponte scarico	738	243	0	0	632
A1 - SLU - N max gr.1	652	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.1	652	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.1	652	243	0	0	632
A1 - SLU - N max gr.2	652	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.2	652	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.2	652	243	0	0	632
A1 - SLU - N max gr.3	652	243	0	0	632
A1 - SLU - MT max gr.3	652	243	0	0	632
A1 - SLU - ML max gr.3	652	243	0	0	632
A1 - SLU - Vento ponte scarico	247	0	0	0	0
SLE Rara - N max gr.1	547	180	0	0	468
SLE Rara - MT max gr.1	547	180	0	0	468
SLE Rara - ML max gr.1	547	180	0	0	468
SLE Rara - N max gr.2	547	180	0	0	468
SLE Rara - MT max gr.2	547	180	0	0	468
SLE Rara - ML max gr.2	547	180	0	0	468
SLE Rara - N max gr.3	547	180	0	0	468
SLE Rara - MT max gr.3	547	180	0	0	468
SLE Rara - ML max gr.3	547	180	0	0	468
SLE Rara - Vento ponte scarico	247	0	0	0	0
SLE Freq. - N max gr.1	472	135	0	0	351
SLE Freq. - MT max gr.1	472	135	0	0	351
SLE Freq. - ML max gr.1	472	135	0	0	351
SLE Freq. - N max gr.2	472	135	0	0	351
SLE Freq. - MT max gr.2	472	135	0	0	351
SLE Freq. - ML max gr.2	472	135	0	0	351
SLE Freq. - N max gr.3	472	135	0	0	351
SLE Freq. - MT max gr.3	472	135	0	0	351
SLE Freq. - ML max gr.3	472	135	0	0	351
SLE Freq. - Vento ponte scarico	247	0	0	0	0
SLE Q.P. - ML max gr.3	547	180	0	0	468
SLV -dir.X 1	314	112	15	19	192
SLV -dir.X 2	300	112	15	19	192
SLV -dir.Y 1	314	78	49	64	148
SLV -dir.Y 2	300	78	49	64	148
SLV -dir.Z+	332	78	15	19	148
SLV -dir.Z-	282	78	15	19	148

Tabella 3 – Sollecitazioni alla base del muro paraghiaia



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	33 di 67

4.7.2 Muro frontale

Le sollecitazioni riportate nella seguente tabella sono state ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

Per la verifica del muro frontale, a quota spiccato, tali azioni possono essere considerate uniformemente distribuite in quanto l'altezza del muro frontale è tale che nell' ipotesi di ripartizione a 45°, tali scarichi si ripartiscono uniformemente alla base del muro

Ai carichi prima riportati, si aggiungono il peso proprio del muro frontale, del muro paraghiaia e la spinta del terreno e del sovraccarico sul rilevato a tergo.

Si ottengono quindi le seguenti sollecitazioni, con riferimento alle combinazioni maggiormente significative.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	9452	172	283	2994	2491
A2 - SLU - MT max gr.1	8955	172	283	6054	2342
A2 - SLU - ML max gr.1	7292	172	283	2248	1843
A2 - SLU - N max gr.2	8804	984	283	2807	9847
A2 - SLU - MT max gr.2	8485	984	283	4750	9751
A2 - SLU - ML max gr.2	7292	172	283	2248	1843
A2 - SLU - N max gr.3	8804	172	283	2807	2297
A2 - SLU - MT max gr.3	8485	172	283	4750	2201
A2 - SLU - ML max gr.3	7292	172	283	2248	1843
A2 - SLU - Vento ponte scarico	7292	105	220	1745	1384
A2 - SLU - N max gr.1	9218	147	258	2826	2253
A2 - SLU - MT max gr.1	8721	147	258	5887	2104
A2 - SLU - ML max gr.1	7058	147	258	2081	1605
A2 - SLU - N max gr.2	8570	959	258	2640	9609
A2 - SLU - MT max gr.2	8251	959	258	4583	9514
A2 - SLU - ML max gr.2	7058	147	258	2081	1605
A2 - SLU - N max gr.3	8570	147	258	2640	2059
A2 - SLU - MT max gr.3	8251	147	258	4583	1963
A2 - SLU - ML max gr.3	7058	147	258	2081	1605
A2 - SLU - Vento ponte scarico	7058	81	195	1577	1147
A1 - SLU - N max gr.1	12181	200	327	3478	2966
A1 - SLU - MT max gr.1	11597	200	327	7071	2790
A1 - SLU - ML max gr.1	9646	200	327	2603	2205
A1 - SLU - N max gr.2	11421	1153	327	3260	11601
A1 - SLU - MT max gr.2	11046	1153	327	5541	11489
A1 - SLU - ML max gr.2	9646	200	327	2603	2205
A1 - SLU - N max gr.3	11421	200	327	3260	2738
A1 - SLU - MT max gr.3	11046	200	327	5541	2625
A1 - SLU - ML max gr.3	9646	200	327	2603	2205
A1 - SLU - Vento ponte scarico	9646	200	332	2551	2205
A1 - SLU - N max gr.1	9594	159	287	3199	2445
A1 - SLU - MT max gr.1	9010	159	287	6792	2270
A1 - SLU - ML max gr.1	7058	159	287	2324	1685
A1 - SLU - N max gr.2	8833	1112	287	2980	11081
A1 - SLU - MT max gr.2	8833	1112	287	2980	11081
A1 - SLU - ML max gr.2	8459	1112	287	5261	10969
A1 - SLU - N max gr.3	7058	159	287	2324	1685
A1 - SLU - MT max gr.3	8833	159	287	2980	2217
A1 - SLU - ML max gr.3	8459	159	287	5261	2105
A1 - SLU - Vento ponte scarico	7058	159	287	2324	1685
SLE Rara - N max gr.1	7058	81	213	1734	1147
SLE Rara - MT max gr.1	8936	139	224	2424	2109
SLE Rara - ML max gr.1	8504	139	224	5085	1979
SLE Rara - N max gr.2	7058	139	224	1776	1545
SLE Rara - MT max gr.2	8373	845	224	2262	8506
SLE Rara - ML max gr.2	8096	845	224	3951	8422
SLE Rara - N max gr.3	7058	139	224	1776	1545
SLE Rara - MT max gr.3	8373	139	224	2262	1940
SLE Rara - ML max gr.3	8096	139	224	3951	1856
SLE Rara - Vento ponte scarico	7058	139	224	1776	1545
SLE Freq. - N max gr.1	8467	124	124	1344	1868
SLE Freq. - MT max gr.1	8142	124	124	3340	1771
SLE Freq. - ML max gr.1	7058	124	124	858	1446
SLE Freq. - N max gr.2	8044	654	124	1222	6666
SLE Freq. - MT max gr.2	7836	654	124	2490	6603
SLE Freq. - ML max gr.2	7058	124	124	858	1446
SLE Freq. - N max gr.3	8044	124	124	1222	1741
SLE Freq. - MT max gr.3	7836	124	124	2490	1679
SLE Freq. - ML max gr.3	7058	124	124	858	1446
SLE Freq. - Vento ponte scarico	7058	81	99	716	1147
SLE Q.P. - ML max gr.3	7058	139	139	958	1545
SLV -dir.X_1	7281	7098	537	3274	60926
SLV -dir.X_2	6836	7098	537	3256	60884
SLV -dir.Y_1	7570	2401	1574	10064	20849
SLV -dir.Y_2	7125	2401	1574	10047	20807
SLV -dir.Z+	8175	2401	537	3424	20924
SLV -dir.Z-	6693	2401	537	3365	20784

Tabella 4 – Sollecitazioni alla base del muro frontale



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	35 di 67

Le sollecitazioni in direzione trasversale risultano trascurabili rispetto a quelle in direzione longitudinale, tenuto anche conto della geometria della sezione del muro frontale.

4.7.3 Plinto di fondazione

In questo paragrafo si riporta la determinazione delle sollecitazioni in quota testa pali che si ottengono sommando, alle azioni provenienti dall'impalcato, la risultante e il momento risultante dei pesi della struttura rispetto al baricentro del plinto. In condizioni sismiche si è tenuto conto dell'incremento di spinta delle inerzie.

Nella tabella che segue sono indicati la risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	28813	172	283	3559	19620
A2 - SLU - MT max gr.1	28315	172	283	6619	17531
A2 - SLU - ML max gr.1	26653	172	283	2813	10549
A2 - SLU - N max gr.2	28165	984	283	3372	26074
A2 - SLU - MT max gr.2	27846	984	283	5315	24733
A2 - SLU - ML max gr.2	26653	172	283	2813	10549
A2 - SLU - N max gr.3	28165	172	283	3372	16899
A2 - SLU - MT max gr.3	27846	172	283	5315	15559
A2 - SLU - ML max gr.3	26653	172	283	2813	10549
A2 - SLU - Vento ponte scarico	24730	105	220	2184	13034
A2 - SLU - N max gr.1	28579	147	258	3342	18421
A2 - SLU - MT max gr.1	28081	147	258	6403	16332
A2 - SLU - ML max gr.1	26419	147	258	2597	9350
A2 - SLU - N max gr.2	27931	959	258	3156	24875
A2 - SLU - MT max gr.2	27612	959	258	5099	23534
A2 - SLU - ML max gr.2	26419	147	258	2597	9350
A2 - SLU - N max gr.3	27931	147	258	3156	15700
A2 - SLU - MT max gr.3	27612	147	258	5099	14360
A2 - SLU - ML max gr.3	26419	147	258	2597	9350
A2 - SLU - Vento ponte scarico	24496	81	195	1968	11835
A1 - SLU - N max gr.1	37979	200	327	4133	24308
A1 - SLU - MT max gr.1	37396	200	327	7726	21855
A1 - SLU - ML max gr.1	35444	200	327	3258	13659
A1 - SLU - N max gr.2	37219	1153	327	3914	31884
A1 - SLU - MT max gr.2	36844	1153	327	6195	30311
A1 - SLU - ML max gr.2	35444	200	327	3258	13659
A1 - SLU - N max gr.3	37219	200	327	3914	21114
A1 - SLU - MT max gr.3	36844	200	327	6195	19541
A1 - SLU - ML max gr.3	35444	200	327	3258	13659
A1 - SLU - Vento ponte scarico	35444	200	332	3214	13659
A1 - SLU - N max gr.1	29289	159	287	3772	19566
A1 - SLU - MT max gr.1	28705	159	287	7366	17114
A1 - SLU - ML max gr.1	26753	159	287	2898	8918
A1 - SLU - N max gr.2	28528	1112	287	3554	27142
A1 - SLU - MT max gr.2	28528	1112	287	3554	27142
A1 - SLU - ML max gr.2	28154	1112	287	5835	25569
A1 - SLU - N max gr.3	26753	159	287	2898	8918
A1 - SLU - MT max gr.3	28528	159	287	3554	16372
A1 - SLU - ML max gr.3	28154	159	287	5835	14799
A1 - SLU - Vento ponte scarico	24496	159	287	2898	12529
SLE Rara - N max gr.1	26168	81	213	2160	9160
SLE Rara - MT max gr.1	28046	139	224	2871	17562
SLE Rara - ML max gr.1	27614	139	224	5533	15745
SLE Rara - N max gr.2	26168	139	224	2223	9674
SLE Rara - MT max gr.2	27483	845	224	2709	23174
SLE Rara - ML max gr.2	27206	845	224	4399	22008
SLE Rara - N max gr.3	26168	139	224	2223	9674
SLE Rara - MT max gr.3	27483	139	224	2709	15196
SLE Rara - ML max gr.3	27206	139	224	4399	14030
SLE Rara - Vento ponte scarico	24496	139	224	2223	12349
SLE Freq. - N max gr.1	27159	124	124	1593	16130
SLE Freq. - MT max gr.1	26834	124	124	3589	14768
SLE Freq. - ML max gr.1	25750	124	124	1107	10214
SLE Freq. - N max gr.2	26736	654	124	1471	20339
SLE Freq. - MT max gr.2	26528	654	124	2738	19465
SLE Freq. - ML max gr.2	25750	124	124	1107	10214
SLE Freq. - N max gr.3	26736	124	124	1471	14356
SLE Freq. - MT max gr.3	26528	124	124	2738	13482
SLE Freq. - ML max gr.3	25750	124	124	1107	10214
SLE Freq. - Vento ponte scarico	24496	81	99	913	11835
SLE Q.P. - ML max gr.3	26168	139	139	1235	9674
SLV -dir.X 1	25574	10475	1578	8296	98018
SLV -dir.X 2	24088	10475	1578	8278	97258
SLV -dir.Y 1	25863	3349	5046	26373	40463
SLV -dir.Y 2	24377	3349	5046	26355	39703
SLV -dir.Z+	27683	3349	1578	8446	41714
SLV -dir.Z-	22730	3349	1578	8387	39179

Tabella 5 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione

4.8 Pali di fondazione

Le sollecitazioni risultanti sono riportati nelle seguenti tabelle:

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
AI - SLU - N max gr.1	37979	200	327	4133	24308	3932	2398	32
AI - SLU - MT max gr.1	37396	200	327	7726	21855	3895	2338	32
AI - SLU - ML max gr.1	35444	200	327	3258	13659	3406	2502	32
AI - SLU - N max gr.2	37219	1153	327	3914	31884	4074	2129	100
AI - SLU - MT max gr.2	36844	1153	327	6195	30311	4050	2091	100
AI - SLU - ML max gr.2	35444	200	327	3258	13659	3406	2502	32
AI - SLU - N max gr.3	37219	200	327	3914	21114	3775	2428	32
AI - SLU - MT max gr.3	36844	200	327	6195	19541	3751	2390	32
AI - SLU - ML max gr.3	35444	200	327	3258	13659	3406	2502	32
AI - SLU - Vento ponte scarico	35444	200	332	3214	13659	3405	2503	32
AI - SLU - N max gr.1	29289	159	287	3772	19566	3068	1813	27
AI - SLU - MT max gr.1	28705	159	287	7366	17114	3031	1753	27
AI - SLU - ML max gr.1	26753	159	287	2898	8918	2542	1917	27
AI - SLU - N max gr.2	28528	1112	287	3554	27142	3210	1544	96
AI - SLU - MT max gr.2	28528	1112	287	3554	27142	3210	1544	96
AI - SLU - ML max gr.2	28154	1112	287	5835	25569	3186	1506	96
AI - SLU - N max gr.3	26753	159	287	2898	8918	2542	1917	27
AI - SLU - MT max gr.3	28528	159	287	3554	16372	2911	1844	27
AI - SLU - ML max gr.3	28154	159	287	5835	14799	2887	1805	27
AI - SLU - Vento ponte scarico	24496	159	287	2898	12529	2454	1629	27


Tabella 6 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV -dir.X 1	25574	10475	1578	8296	98018	5038	-776	883
SLV -dir.X 2	24088	10475	1578	8278	97258	4893	-878	883
SLV -dir.Y 1	25863	3349	5046	26373	40463	3865	445	505
SLV -dir.Y 2	24377	3349	5046	26355	39703	3720	343	505
SLV -dir.Z+	27683	3349	1578	8446	41714	3653	960	308
SLV -dir.Z-	22730	3349	1578	8387	39179	3169	619	308

Tabella 7 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLE Rara - N max gr.1	26168	81	213	2160	9160	2607	1812	19
SLE Rara - MT max gr.1	28046	139	224	2871	17562	3104	1648	22
SLE Rara - ML max gr.1	27614	139	224	5533	15745	3108	1643	22
SLE Rara - N max gr.2	26168	139	224	2223	9674	2629	1792	22
SLE Rara - MT max gr.2	27483	845	224	2709	23174	3258	1395	73
SLE Rara - ML max gr.2	27206	845	224	4399	22008	3260	1393	73
SLE Rara - N max gr.3	26168	139	224	2223	9674	2629	1792	22
SLE Rara - MT max gr.3	27483	139	224	2709	15196	2963	1691	22
SLE Rara - ML max gr.3	27206	139	224	4399	14030	2965	1688	22
SLE Rara - Vento ponte scarico	24496	139	224	2223	12349	2589	1554	22

Tabella 8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO Cavalcaferrovia pk 13+400					
	RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	COMMESSA RS3V	LOTTO 40	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO IV 01 04 001	REV. B

4.9 Verifiche degli elementi strutturali

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, ...) vengono svolte le seguenti verifiche:

- verifiche a rottura (pressoflessione e taglio) per le combinazioni allo stato limite ultimo (SLU).
- verifiche tensionali per le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti (SLE)
- verifiche a fessurazione per le combinazioni rara (SLE)

4.9.1 Paraghiaia

Viene verificata la sezione di incastro con lo spiccato del muro frontale. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro paraghiaia viene considerato come una mensola incastrata allo spiccato del muro frontale, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 40x950 cm

Armatura verticale

$A_s = \phi 20/20$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 16/20$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 14/20$

$A'_s = \phi 12/20$

La verifica a taglio è soddisfatta come elemento non armato a taglio. Si prevede comunque un minimo di armatura a taglio costituita da spilli $9\phi 8/m^2$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	39 di 67

Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.00 Mpa
 Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 450.00 MPa
 Resist. caratt. rottura ftk: 450.00 MPa
 Resist. snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa
 Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
 Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
 Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	950.0
3	40.0	950.0
4	40.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.3	8.3	16
2	8.3	941.7	16
3	31.7	941.7	16
4	31.7	8.3	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	46	20
2	3	4	46	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	40 di 67

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	738.00	0.00	632.00	0.00	243.00
2	738.00	0.00	632.00	0.00	243.00
3	738.00	0.00	632.00	0.00	243.00
4	738.00	0.00	632.00	0.00	243.00
5	738.00	0.00	632.00	0.00	243.00
6	738.00	0.00	632.00	0.00	243.00
7	738.00	0.00	632.00	0.00	243.00
8	738.00	0.00	632.00	0.00	243.00
9	738.00	0.00	632.00	0.00	243.00
10	738.00	0.00	632.00	0.00	243.00
11	652.00	0.00	632.00	0.00	243.00
12	652.00	0.00	632.00	0.00	243.00
13	652.00	0.00	632.00	0.00	243.00
14	652.00	0.00	632.00	0.00	243.00
15	652.00	0.00	632.00	0.00	243.00
16	652.00	0.00	632.00	0.00	243.00
17	652.00	0.00	632.00	0.00	243.00
18	652.00	0.00	632.00	0.00	243.00
19	652.00	0.00	632.00	0.00	243.00
20	247.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	314.00	19.00	192.00	15.00	112.00
22	300.00	19.00	192.00	15.00	112.00
23	314.00	64.00	148.00	49.00	78.00
24	300.00	64.00	148.00	49.00	78.00
25	332.00	19.00	148.00	15.00	78.00
26	282.00	19.00	148.00	15.00	78.00

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	547.00	0.00	468.00
2	547.00	0.00	468.00
3	547.00	0.00	468.00
4	547.00	0.00	468.00
5	547.00	0.00	468.00
6	547.00	0.00	468.00
7	547.00	0.00	468.00
8	547.00	0.00	468.00
9	547.00	0.00	468.00
10	247.00	0.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	41 di 67

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	472.00	0.00 (0.00)	351.00 (956.64)
2	472.00	0.00 (0.00)	351.00 (956.64)
3	472.00	0.00 (0.00)	351.00 (956.64)
4	472.00	0.00 (0.00)	351.00 (956.64)
5	472.00	0.00 (0.00)	351.00 (956.64)
6	472.00	0.00 (0.00)	351.00 (956.64)
7	472.00	0.00 (0.00)	351.00 (956.64)
8	472.00	0.00 (0.00)	351.00 (956.64)
9	472.00	0.00 (0.00)	351.00 (956.64)
10	247.00	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	547.00	0.00 (0.00)	468.00 (944.73)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.3 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	738.00	0.00	632.00	738.06	0.05	1957.10	3.09	245.0(68.1)
2	S	738.00	0.00	632.00	738.06	0.05	1957.10	3.09	245.0(68.1)
3	S	738.00	0.00	632.00	738.06	0.05	1957.10	3.09	245.0(68.1)
4	S	738.00	0.00	632.00	738.06	0.05	1957.10	3.09	245.0(68.1)
5	S	738.00	0.00	632.00	738.06	0.05	1957.10	3.09	245.0(68.1)
6	S	738.00	0.00	632.00	738.06	0.05	1957.10	3.09	245.0(68.1)
7	S	738.00	0.00	632.00	738.06	0.05	1957.10	3.09	245.0(68.1)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	42 di 67

8	S	738.00	0.00	632.00	738.06	0.05	1957.10	3.09	245.0(68.1)
9	S	738.00	0.00	632.00	738.06	0.05	1957.10	3.09	245.0(68.1)
10	S	738.00	0.00	632.00	738.06	0.05	1957.10	3.09	245.0(68.1)
11	S	652.00	0.00	632.00	651.72	0.05	1945.66	3.07	245.0(68.1)
12	S	652.00	0.00	632.00	651.72	0.05	1945.66	3.07	245.0(68.1)
13	S	652.00	0.00	632.00	651.72	0.05	1945.66	3.07	245.0(68.1)
14	S	652.00	0.00	632.00	651.72	0.05	1945.66	3.07	245.0(68.1)
15	S	652.00	0.00	632.00	651.72	0.05	1945.66	3.07	245.0(68.1)
16	S	652.00	0.00	632.00	651.72	0.05	1945.66	3.07	245.0(68.1)
17	S	652.00	0.00	632.00	651.72	0.05	1945.66	3.07	245.0(68.1)
18	S	652.00	0.00	632.00	651.72	0.05	1945.66	3.07	245.0(68.1)
19	S	652.00	0.00	632.00	651.72	0.05	1945.66	3.07	245.0(68.1)
20	S	247.00	0.00	0.00	247.17	-2.08	1892.08	999.00	245.0(68.1)
21	S	314.00	19.00	192.00	313.95	189.04	1912.02	9.92	245.0(68.1)
22	S	300.00	19.00	192.00	300.23	190.56	1910.27	9.91	245.0(68.1)
23	S	314.00	64.00	148.00	314.21	824.94	1907.21	12.82	245.0(68.1)
24	S	300.00	64.00	148.00	300.06	821.66	1905.37	12.81	245.0(68.1)
25	S	332.00	19.00	148.00	331.75	236.63	1916.32	12.86	245.0(68.1)
26	S	282.00	19.00	148.00	281.85	245.40	1909.58	12.84	245.0(68.1)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.194	40.0	950.0	-0.00122	31.7	941.7	-0.01452	8.3	8.3
2	0.00350	0.194	40.0	950.0	-0.00122	31.7	941.7	-0.01452	8.3	8.3
3	0.00350	0.194	40.0	950.0	-0.00122	31.7	941.7	-0.01452	8.3	8.3
4	0.00350	0.194	40.0	950.0	-0.00122	31.7	941.7	-0.01452	8.3	8.3
5	0.00350	0.194	40.0	950.0	-0.00122	31.7	941.7	-0.01452	8.3	8.3
6	0.00350	0.194	40.0	950.0	-0.00122	31.7	941.7	-0.01452	8.3	8.3
7	0.00350	0.194	40.0	950.0	-0.00122	31.7	941.7	-0.01452	8.3	8.3
8	0.00350	0.194	40.0	950.0	-0.00122	31.7	941.7	-0.01452	8.3	8.3
9	0.00350	0.194	40.0	950.0	-0.00122	31.7	941.7	-0.01452	8.3	8.3
10	0.00350	0.194	40.0	950.0	-0.00122	31.7	941.7	-0.01452	8.3	8.3
11	0.00350	0.193	40.0	950.0	-0.00124	31.7	941.7	-0.01461	8.3	8.3
12	0.00350	0.193	40.0	950.0	-0.00124	31.7	941.7	-0.01461	8.3	8.3
13	0.00350	0.193	40.0	950.0	-0.00124	31.7	941.7	-0.01461	8.3	8.3
14	0.00350	0.193	40.0	950.0	-0.00124	31.7	941.7	-0.01461	8.3	8.3
15	0.00350	0.193	40.0	950.0	-0.00124	31.7	941.7	-0.01461	8.3	8.3
16	0.00350	0.193	40.0	950.0	-0.00124	31.7	941.7	-0.01461	8.3	8.3
17	0.00350	0.193	40.0	950.0	-0.00124	31.7	941.7	-0.01461	8.3	8.3
18	0.00350	0.193	40.0	950.0	-0.00124	31.7	941.7	-0.01461	8.3	8.3
19	0.00350	0.193	40.0	950.0	-0.00124	31.7	941.7	-0.01461	8.3	8.3
20	0.00350	0.189	40.0	0.0	-0.00135	31.7	8.3	-0.01503	8.3	941.7
21	0.00350	0.190	40.0	950.0	-0.00130	31.7	941.7	-0.01496	8.3	8.3
22	0.00350	0.189	40.0	950.0	-0.00131	31.7	941.7	-0.01498	8.3	8.3
23	0.00350	0.191	40.0	950.0	-0.00125	31.7	941.7	-0.01482	8.3	8.3
24	0.00350	0.191	40.0	950.0	-0.00126	31.7	941.7	-0.01483	8.3	8.3



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	43 di 67

25	0.00350	0.190	40.0	950.0	-0.00129	31.7	941.7	-0.01494	8.3	8.3
26	0.00350	0.189	40.0	950.0	-0.00130	31.7	941.7	-0.01499	8.3	8.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000568402	0.000000000	-0.019236100	0.194	0.700
2	0.000568402	0.000000000	-0.019236100	0.194	0.700
3	0.000568402	0.000000000	-0.019236100	0.194	0.700
4	0.000568402	0.000000000	-0.019236100	0.194	0.700
5	0.000568402	0.000000000	-0.019236100	0.194	0.700
6	0.000568402	0.000000000	-0.019236100	0.194	0.700
7	0.000568402	0.000000000	-0.019236100	0.194	0.700
8	0.000568402	0.000000000	-0.019236100	0.194	0.700
9	0.000568402	0.000000000	-0.019236100	0.194	0.700
10	0.000568402	0.000000000	-0.019236100	0.194	0.700
11	0.000571275	0.000000000	-0.019351042	0.193	0.700
12	0.000571275	0.000000000	-0.019351042	0.193	0.700
13	0.000571275	0.000000000	-0.019351042	0.193	0.700
14	0.000571275	0.000000000	-0.019351042	0.193	0.700
15	0.000571275	0.000000000	-0.019351042	0.193	0.700
16	0.000571275	0.000000000	-0.019351042	0.193	0.700
17	0.000571275	0.000000000	-0.019351042	0.193	0.700
18	0.000571275	0.000000000	-0.019351042	0.193	0.700
19	0.000571275	0.000000000	-0.019351042	0.193	0.700
20	0.000584486	-0.000000001	-0.019879449	0.189	0.700
21	0.000578540	0.000000129	-0.019764515	0.190	0.700
22	0.000578953	0.000000130	-0.019782026	0.189	0.700
23	0.000572497	0.000000180	-0.019570698	0.191	0.700
24	0.000572992	0.000000180	-0.019590413	0.191	0.700
25	0.000577173	0.000000153	-0.019732555	0.190	0.700
26	0.000578712	0.000000154	-0.019794791	0.189	0.700

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d Altezza utile sezione [cm]
bw Larghezza minima sezione [cm]
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	243.00	2033.36	31.7	950.0	0.0081	0.19
2	S	243.00	2033.36	31.7	950.0	0.0081	0.19
3	S	243.00	2033.36	31.7	950.0	0.0081	0.19
4	S	243.00	2033.36	31.7	950.0	0.0081	0.19
5	S	243.00	2033.36	31.7	950.0	0.0081	0.19
6	S	243.00	2033.36	31.7	950.0	0.0081	0.19
7	S	243.00	2033.36	31.7	950.0	0.0081	0.19
8	S	243.00	2033.36	31.7	950.0	0.0081	0.19

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	44 di 67

9	S	243.00	2033.36	31.7	950.0	0.0081	0.19
10	S	243.00	2033.36	31.7	950.0	0.0081	0.19
11	S	243.00	2023.13	31.7	950.0	0.0081	0.17
12	S	243.00	2023.13	31.7	950.0	0.0081	0.17
13	S	243.00	2023.13	31.7	950.0	0.0081	0.17
14	S	243.00	2023.13	31.7	950.0	0.0081	0.17
15	S	243.00	2023.13	31.7	950.0	0.0081	0.17
16	S	243.00	2023.13	31.7	950.0	0.0081	0.17
17	S	243.00	2023.13	31.7	950.0	0.0081	0.17
18	S	243.00	2023.13	31.7	950.0	0.0081	0.17
19	S	243.00	2023.13	31.7	950.0	0.0081	0.17
20	S	0.00	1974.99	31.7	950.0	0.0081	0.07
21	S	112.00	1982.97	31.7	950.0	0.0081	0.08
22	S	112.00	1981.30	31.7	950.0	0.0081	0.08
23	S	78.02	1982.97	31.7	950.0	0.0081	0.08
24	S	78.02	1981.31	31.7	950.0	0.0081	0.08
25	S	78.00	1985.11	31.7	950.0	0.0081	0.09
26	S	78.00	1979.16	31.7	950.0	0.0081	0.07

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.38	40.0	950.0	-92.6	8.3	8.3	9024	148.5
2	S	3.38	40.0	950.0	-92.6	8.3	8.3	9024	148.5
3	S	3.38	40.0	950.0	-92.6	8.3	8.3	9024	148.5
4	S	3.38	40.0	950.0	-92.6	8.3	8.3	9024	148.5
5	S	3.38	40.0	950.0	-92.6	8.3	8.3	9024	148.5
6	S	3.38	40.0	950.0	-92.6	8.3	8.3	9024	148.5
7	S	3.38	40.0	950.0	-92.6	8.3	8.3	9024	148.5
8	S	3.38	40.0	950.0	-92.6	8.3	8.3	9024	148.5
9	S	3.38	40.0	950.0	-92.6	8.3	8.3	9024	148.5
10	S	0.06	40.0	950.0	0.9	8.3	921.8	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e _{sm} - e _{cm}	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	45 di 67

My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00065	0	0.500	19.9	75	0.00028 (0.00028)	460	0.128 (0.20)	0.00	944.73
2	S	-0.00065	0	0.500	19.9	75	0.00028 (0.00028)	460	0.128 (0.20)	0.00	944.73
3	S	-0.00065	0	0.500	19.9	75	0.00028 (0.00028)	460	0.128 (0.20)	0.00	944.73
4	S	-0.00065	0	0.500	19.9	75	0.00028 (0.00028)	460	0.128 (0.20)	0.00	944.73
5	S	-0.00065	0	0.500	19.9	75	0.00028 (0.00028)	460	0.128 (0.20)	0.00	944.73
6	S	-0.00065	0	0.500	19.9	75	0.00028 (0.00028)	460	0.128 (0.20)	0.00	944.73
7	S	-0.00065	0	0.500	19.9	75	0.00028 (0.00028)	460	0.128 (0.20)	0.00	944.73
8	S	-0.00065	0	0.500	19.9	75	0.00028 (0.00028)	460	0.128 (0.20)	0.00	944.73
9	S	-0.00065	0	0.500	19.9	75	0.00028 (0.00028)	460	0.128 (0.20)	0.00	944.73
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.53	40.0	0.0	-67.4	8.3	921.8	9024	148.5
2	S	2.53	40.0	0.0	-67.4	8.3	921.8	9024	148.5
3	S	2.53	40.0	0.0	-67.4	8.3	921.8	9024	148.5
4	S	2.53	40.0	0.0	-67.4	8.3	921.8	9024	148.5
5	S	2.53	40.0	0.0	-67.4	8.3	921.8	9024	148.5
6	S	2.53	40.0	0.0	-67.4	8.3	921.8	9024	148.5
7	S	2.53	40.0	0.0	-67.4	8.3	921.8	9024	148.5
8	S	2.53	40.0	0.0	-67.4	8.3	921.8	9024	148.5
9	S	2.53	40.0	0.0	-67.4	8.3	921.8	9024	148.5
10	S	0.06	40.0	950.0	0.9	8.3	921.8	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00047	0	0.500	19.9	73	0.00020 (0.00020)	453	0.092 (0.20)	0.00	956.64
2	S	-0.00047	0	0.500	19.9	73	0.00020 (0.00020)	453	0.092 (0.20)	0.00	956.64
3	S	-0.00047	0	0.500	19.9	73	0.00020 (0.00020)	453	0.092 (0.20)	0.00	956.64
4	S	-0.00047	0	0.500	19.9	73	0.00020 (0.00020)	453	0.092 (0.20)	0.00	956.64
5	S	-0.00047	0	0.500	19.9	73	0.00020 (0.00020)	453	0.092 (0.20)	0.00	956.64
6	S	-0.00047	0	0.500	19.9	73	0.00020 (0.00020)	453	0.092 (0.20)	0.00	956.64
7	S	-0.00047	0	0.500	19.9	73	0.00020 (0.00020)	453	0.092 (0.20)	0.00	956.64
8	S	-0.00047	0	0.500	19.9	73	0.00020 (0.00020)	453	0.092 (0.20)	0.00	956.64
9	S	-0.00047	0	0.500	19.9	73	0.00020 (0.00020)	453	0.092 (0.20)	0.00	956.64
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.38	40.0	950.0	-92.6	8.3	8.3	9024	148.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00065	0	0.500	19.9	75	0.00028 (0.00028)	460	0.128 (0.20)	0.00	944.73

4.9.2 Muro frontale

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro frontale viene considerato come una mensola incastrata nella platea di fondazione, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 220x950 cm

Armatura verticale

$A_s = \phi 26/10 + \phi 26/20$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 26/10$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 20/20 + \phi 20/20$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 20/20$ (lato esterno)

Per la verifica a taglio della sezione si considera l'area di ferro necessaria, come indicata dal codice di calcolo, e si assegna una armatura equivalente; in particolare si utilizzeranno:

Spille $9\phi 10/mq$ per metro di sezione.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	47 di 67

Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40
N° vertice:	X [cm] Y [cm]
1	0.0 0.0
2	0.0 950.0
3	220.0 950.0
4	220.0 0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	9.0	9.0	26
2	9.0	941.0	26
3	211.0	941.0	26
4	211.0	9.0	26
5	15.0	9.0	26
6	15.0	941.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N° Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N° Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N° Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	2	93	26
2	3	4	93	26
3	5	6	46	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	8 mm
Passo staffe:	2.5 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ. d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	48 di 67

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	12180.94	3478.25	2965.66	327.30	199.50
2	11597.06	7071.41	2790.49	327.30	199.50
3	9645.64	2603.45	2205.07	327.30	199.50
4	11420.55	3259.55	11601.37	327.30	1152.60
5	11045.93	5540.51	11488.98	327.30	1152.60
6	9645.64	2603.45	2205.07	327.30	199.50
7	11420.55	3259.55	2737.54	327.30	199.50
8	11045.93	5540.51	2625.15	327.30	199.50
9	9645.64	2603.45	2205.07	327.30	199.50
10	9645.64	2551.37	2205.07	331.50	199.50
11	9593.55	3198.80	2445.41	286.80	159.00
12	9009.68	6791.96	2270.25	286.80	159.00
13	7058.25	2324.00	1684.82	286.80	159.00
14	8833.16	2980.10	11081.12	286.80	1112.10
15	8833.16	2980.10	11081.12	286.80	1112.10
16	8458.54	5261.06	10968.74	286.80	1112.10
17	7058.25	2324.00	1684.82	286.80	159.00
18	8833.16	2980.10	2217.29	286.80	159.00
19	8458.54	5261.06	2104.91	286.80	159.00
20	7058.25	2324.00	1684.82	286.80	159.00
21	7280.51	3273.93	60926.23	537.07	7097.84
22	6835.99	3256.31	60884.23	537.07	7097.84
23	7569.61	10064.30	20849.36	1574.28	2400.94
24	7125.09	10046.69	20807.36	1574.28	2400.94
25	8174.71	3424.08	20924.30	537.07	2400.94
26	6692.99	3365.35	20784.31	537.07	2400.94

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	7058.00	1734.00	1147.00
2	8936.00	2424.00	2109.00
3	8504.00	5085.00	1979.00
4	7058.00	1776.00	1545.00
5	8373.00	2262.00	8506.00
6	8096.00	3951.00	8422.00
7	7058.00	1776.00	1545.00
8	8373.00	2262.00	1940.00
9	8096.00	3951.00	1856.00
10	7058.00	1776.00	1545.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	49 di 67

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	8467.00	1344.00 (0.00)	1868.00 (0.00)
2	8142.00	3340.00 (0.00)	1771.00 (0.00)
3	7058.00	858.00 (0.00)	1446.00 (0.00)
4	8044.00	1222.00 (9584.72)	6666.00 (52284.57)
5	7836.00	2490.00 (17845.07)	6603.00 (47321.70)
6	7058.00	858.00 (0.00)	1446.00 (0.00)
7	8044.00	1222.00 (0.00)	1741.00 (0.00)
8	7836.00	2490.00 (0.00)	1679.00 (0.00)
9	7058.00	858.00 (0.00)	1446.00 (0.00)
10	7058.00	716.00 (0.00)	1147.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	7058.25	957.58 (0.00)	1545.28 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	12180.94	3478.25	2965.66	12181.15	76125.17	70409.26	21.891263.6(627.0)	
2	S	11597.06	7071.41	2790.49	11597.24	149230.62	64254.06	21.121263.6(627.0)	
3	S	9645.64	2603.45	2205.07	9645.81	74351.87	68137.87	28.461263.6(627.0)	
4	S	11420.55	3259.55	11601.37	11420.51	19694.72	71274.02	6.041263.6(627.0)	
5	S	11045.93	5540.51	11488.98	11045.98	33891.08	70684.24	6.061263.6(627.0)	
6	S	9645.64	2603.45	2205.07	9645.81	74351.87	68137.87	28.461263.6(627.0)	
7	S	11420.55	3259.55	2737.54	11420.73	77094.38	69665.18	23.561263.6(627.0)	
8	S	11045.93	5540.51	2625.15	11045.86	128452.93	65919.95	23.171263.6(627.0)	
9	S	9645.64	2603.45	2205.07	9645.81	74351.87	68137.87	28.461263.6(627.0)	

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	50 di 67

10	S	9645.64	2551.37	2205.07	9645.41	72580.82	68210.54	28.411263.6(627.0)
11	S	9593.55	3198.80	2445.41	9593.71	82444.61	67729.20	25.711263.6(627.0)
12	S	9009.68	6791.96	2270.25	9009.62	164287.15	59618.25	24.201263.6(627.0)
13	S	7058.25	2324.00	1684.82	7058.42	82346.77	65371.13	35.531263.6(627.0)
14	S	8833.16	2980.10	11081.12	8833.31	18035.69	68774.23	6.111263.6(627.0)
15	S	8833.16	2980.10	11081.12	8833.31	18035.69	68774.23	6.111263.6(627.0)
16	S	8458.54	5261.06	10968.74	8458.45	32393.84	68224.00	6.141263.6(627.0)
17	S	7058.25	2324.00	1684.82	7058.42	82346.77	65371.13	35.531263.6(627.0)
18	S	8833.16	2980.10	2217.29	8832.96	82842.87	67003.80	27.851263.6(627.0)
19	S	8458.54	5261.06	2104.91	8458.48	143802.02	61995.48	27.311263.6(627.0)
20	S	7058.25	2324.00	1684.82	7058.42	82346.77	65371.13	35.531263.6(627.0)
21	S	7280.51	3273.93	60926.23	7280.46	3372.24	67332.57	1.101263.6(627.0)
22	S	6835.99	3256.31	60884.23	6835.81	3530.97	66892.31	1.101263.6(627.0)
23	S	7569.61	10064.30	20849.36	7569.61	32752.60	67357.23	3.221263.6(627.0)
24	S	7125.09	10046.69	20807.36	7124.99	32313.23	66932.68	3.201263.6(627.0)
25	S	8174.71	3424.08	20924.30	8174.71	11323.92	68176.17	3.241263.6(627.0)
26	S	6692.99	3365.35	20784.31	6692.84	10931.49	66718.53	3.201263.6(627.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	220.0	950.0	0.00279	211.0	941.0	-0.01549	9.0	9.0
2	0.00350	220.0	950.0	0.00312	211.0	941.0	-0.00950	9.0	9.0
3	0.00350	220.0	950.0	0.00276	211.0	941.0	-0.01642	9.0	9.0
4	0.00350	220.0	950.0	0.00210	211.0	941.0	-0.03029	9.0	9.0
5	0.00350	220.0	950.0	0.00234	211.0	941.0	-0.02503	9.0	9.0
6	0.00350	220.0	950.0	0.00276	211.0	941.0	-0.01642	9.0	9.0
7	0.00350	220.0	950.0	0.00279	211.0	941.0	-0.01554	9.0	9.0
8	0.00350	220.0	950.0	0.00306	211.0	941.0	-0.01059	9.0	9.0
9	0.00350	220.0	950.0	0.00276	211.0	941.0	-0.01642	9.0	9.0
10	0.00350	220.0	950.0	0.00274	211.0	941.0	-0.01670	9.0	9.0
11	0.00350	220.0	950.0	0.00281	211.0	941.0	-0.01524	9.0	9.0
12	0.00350	220.0	950.0	0.00316	211.0	941.0	-0.00920	9.0	9.0
13	0.00350	220.0	950.0	0.00279	211.0	941.0	-0.01584	9.0	9.0
14	0.00350	220.0	950.0	0.00197	211.0	941.0	-0.03316	9.0	9.0
15	0.00350	220.0	950.0	0.00197	211.0	941.0	-0.03316	9.0	9.0
16	0.00350	220.0	950.0	0.00225	211.0	941.0	-0.02730	9.0	9.0
17	0.00350	220.0	950.0	0.00279	211.0	941.0	-0.01584	9.0	9.0
18	0.00350	220.0	950.0	0.00281	211.0	941.0	-0.01536	9.0	9.0
19	0.00350	220.0	950.0	0.00310	211.0	941.0	-0.01000	9.0	9.0
20	0.00350	220.0	950.0	0.00279	211.0	941.0	-0.01584	9.0	9.0
21	0.00350	220.0	950.0	0.00155	211.0	941.0	-0.04239	9.0	9.0
22	0.00350	220.0	950.0	0.00153	211.0	941.0	-0.04275	9.0	9.0
23	0.00350	220.0	950.0	0.00223	211.0	941.0	-0.02780	9.0	9.0
24	0.00350	220.0	950.0	0.00220	211.0	941.0	-0.02829	9.0	9.0
25	0.00350	220.0	950.0	0.00180	211.0	941.0	-0.03697	9.0	9.0
26	0.00350	220.0	950.0	0.00173	211.0	941.0	-0.03855	9.0	9.0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	51 di 67

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC; deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000074966	0.000003368	-0.016191656	----	----
2	0.000036449	0.000005647	-0.009883836	----	----
3	0.000079159	0.000003417	-0.017161053	----	----
4	0.000154588	0.000001244	-0.031691013	----	----
5	0.000126445	0.000001971	-0.026190356	----	----
6	0.000079159	0.000003417	-0.017161053	----	----
7	0.000074978	0.000003425	-0.016248843	----	----
8	0.000044432	0.000005010	-0.011034584	----	----
9	0.000079159	0.000003417	-0.017161053	----	----
10	0.000080727	0.000003364	-0.017455755	----	----
11	0.000072482	0.000003660	-0.015922721	----	----
12	0.000030743	0.000006607	-0.009540087	----	----
13	0.000074809	0.000003782	-0.016550996	----	----
14	0.000168547	0.000001168	-0.034690366	----	----
15	0.000168547	0.000001168	-0.034690366	----	----
16	0.000137340	0.000001939	-0.028557232	----	----
17	0.000074809	0.000003782	-0.016550996	----	----
18	0.000072831	0.000003708	-0.016045712	----	----
19	0.000038250	0.000005769	-0.010395123	----	----
20	0.000074809	0.000003782	-0.016550996	----	----
21	0.000216440	0.000000235	-0.044340049	----	----
22	0.000218087	0.000000251	-0.044717305	----	----
23	0.000139542	0.000001970	-0.029070913	----	----
24	0.000141936	0.000001956	-0.029583758	----	----
25	0.000188360	0.000000774	-0.038674303	----	----
26	0.000195876	0.000000764	-0.040318127	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
Passo staffe: 2.5 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
--------	-----	-----	-----	-----	-------	----	-----	-----	-----	-------

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	52 di 67

1	S	213.99	63527.10	7897.74210.8	200.8	946.8	2.500	1.031	1.1	40.2(0.0)
2	S	247.27	40510.37	7648.71212.8	194.4	624.3	2.500	1.030	1.3	40.2(0.0)
3	S	213.43	63329.20	7923.73210.8	201.4	946.7	2.500	1.025	1.1	40.2(0.0)
4	S	1155.20	64397.58	8001.86212.4	203.4	949.1	2.500	1.029	5.8	40.2(0.0)
5	S	1157.56	64138.14	7978.06211.8	202.8	949.0	2.500	1.028	5.8	40.2(0.0)
6	S	213.43	63329.20	7923.73210.8	201.4	946.7	2.500	1.025	1.1	40.2(0.0)
7	S	214.23	63457.73	7903.43210.8	200.9	946.9	2.500	1.029	1.1	40.2(0.0)
8	S	234.92	45961.84	7740.58212.0	196.8	700.9	2.500	1.028	1.2	40.2(0.0)
9	S	213.43	63329.20	7923.73210.8	201.4	946.7	2.500	1.025	1.1	40.2(0.0)
10	S	213.13	63395.12	7924.90210.8	201.5	947.6	2.500	1.025	1.1	40.2(0.0)
11	S	173.26	63223.32	7914.98210.8	201.2	946.3	2.500	1.024	0.9	40.2(0.0)
12	S	215.71	34349.55	7585.55214.3	192.8	537.2	2.500	1.023	1.1	40.2(0.0)
13	S	173.28	61676.85	7947.44211.2	202.0	925.2	2.500	1.018	0.9	40.2(0.0)
14	S	1114.06	64218.04	8023.62213.0	204.0	950.0	2.500	1.022	5.6	40.2(0.0)
15	S	1114.06	64218.04	8023.62213.0	204.0	950.0	2.500	1.022	5.6	40.2(0.0)
16	S	1116.04	63904.44	8001.59212.4	203.4	948.8	2.500	1.022	5.6	40.2(0.0)
17	S	173.28	61676.85	7947.44211.2	202.0	925.2	2.500	1.018	0.9	40.2(0.0)
18	S	173.38	63061.12	7929.75211.0	201.6	943.9	2.500	1.022	0.9	40.2(0.0)
19	S	200.00	39520.94	7678.01212.7	195.2	611.5	2.500	1.022	1.0	40.2(0.0)
20	S	173.28	61676.85	7947.44211.2	202.0	925.2	2.500	1.018	0.9	40.2(0.0)
21	S	7098.41	64229.47	8053.94213.7	204.7	950.2	2.500	1.019	35.4	40.2(0.0)
22	S	7098.45	64178.19	8056.34213.8	204.8	950.3	2.500	1.017	35.4	40.2(0.0)
23	S	2422.92	63813.16	8007.89212.6	203.6	948.8	2.500	1.019	12.2	40.2(0.0)
24	S	2422.40	63772.75	8012.03212.7	203.7	948.8	2.500	1.018	12.2	40.2(0.0)
25	S	2403.12	64195.31	8036.57213.3	204.3	949.7	2.500	1.021	12.0	40.2(0.0)
26	S	2403.01	64034.03	8046.23213.5	204.5	949.6	2.500	1.017	12.0	40.2(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.49	220.0	950.0	2.1	9.0	9.0	----	----
2	S	0.70	220.0	950.0	1.6	9.0	9.0	----	----
3	S	0.74	220.0	950.0	0.5	9.0	9.0	----	----
4	S	0.54	220.0	950.0	1.5	9.0	9.0	----	----
5	S	1.65	220.0	950.0	-19.7	9.0	9.0	26329	759.2
6	S	1.71	220.0	950.0	-21.5	9.0	9.0	22706	716.8
7	S	0.54	220.0	950.0	1.5	9.0	9.0	----	----
8	S	0.65	220.0	950.0	1.6	9.0	9.0	----	----
9	S	0.68	220.0	950.0	0.8	9.0	9.0	----	----
10	S	0.54	220.0	950.0	1.5	9.0	9.0	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	53 di 67

k_t = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k_2 = 0.5 per flessione; $= (e_1 + e_2) / (2 \cdot e_1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k_3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k_4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 \emptyset Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
 C_f Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 $e_{sm} - e_{cm}$ Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 $s_r\text{ max}$ Massima distanza tra le fessure [mm]
 w_k Apertura fessure in mm calcolata = $s_r\text{ max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 $M_x\text{ fess.}$ Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 $M_y\text{ fess.}$ Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	$e_{sm} - e_{cm}$	$s_r\text{ max}$	wk	$M_x\text{ fess.}$	$M_y\text{ fess.}$
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	-0.00011	0	0.500	26.0	77	0.00006 (0.00006)	415	0.025 (0.20)	11616.86	43683.93
6	S	-0.00012	0	0.500	26.0	77	0.00006 (0.00006)	402	0.026 (0.20)	18747.29	39961.96
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.63	220.0	950.0	2.1	9.0	9.0	----	----
2	S	0.66	220.0	950.0	1.2	9.0	9.0	----	----
3	S	0.50	220.0	950.0	2.0	9.0	9.0	----	----
4	S	1.27	220.0	950.0	-10.6	9.0	9.0	22539	759.2
5	S	1.31	220.0	950.0	-11.7	9.0	9.0	19060	669.0
6	S	0.50	220.0	950.0	2.0	9.0	9.0	----	----
7	S	0.59	220.0	950.0	2.1	9.0	9.0	----	----
8	S	0.61	220.0	950.0	1.5	9.0	9.0	----	----
9	S	0.50	220.0	950.0	2.0	9.0	9.0	----	----
10	S	0.47	220.0	950.0	2.5	9.0	9.0	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	$e_{sm} - e_{cm}$	$s_r\text{ max}$	wk	$M_x\text{ fess.}$	$M_y\text{ fess.}$
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	-0.00006	0	0.500	26.0	77	0.00003 (0.00003)	393	0.012 (0.20)	9584.72	52284.57
5	S	-0.00006	0	0.500	26.0	77	0.00004 (0.00004)	388	0.014 (0.20)	17845.07	47321.70
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	54 di 67

1 S 0.52 220.0 950.0 1.9 9.0 9.0 --- ---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

4.9.3 Zattera di fondazione

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni agenti a base plinto.

Si vedano i paragrafi precedenti da cui risulta :

$$N_{max} = 4074 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$T_{max} = 100 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$N_{max} = 5038 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$T_{max} = 883 \text{ kN (CC. SLV)}$$

4.9.3.1 Unghia anteriore platea fondazione

Il tacco anteriore del plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza di diffusione è stata valutata in corrispondenza del filo anteriore del muro frontale, mediante una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a 0.2 d_p (con d_p altezza utile della sezione del plinto).

La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato.

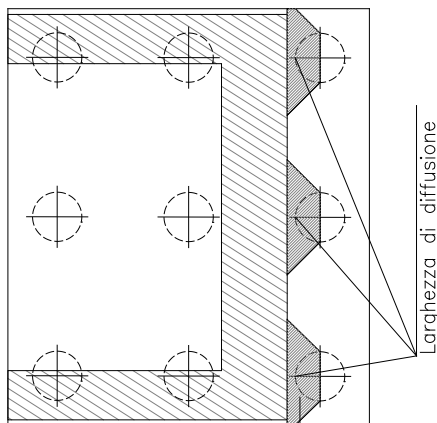
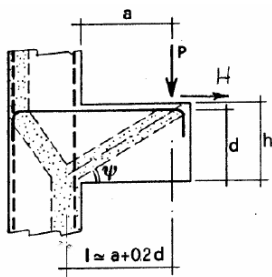


Figura 3 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali del plinto di fondazione, condotte con riferimento al metodo usualmente utilizzato per la verifica delle mensole tozze, ovvero il metodo del tirante-puntone, di cui nel seguito si riporta lo schema e di verifica generale e relative formulazioni proposte a riguardo al C4.1.2.1.5 dalla Circolare Ministeriale n° 7/19.

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTONE.



P, H : Carichi Esterni di Progetto (P_{Ed}, H_{Ed})

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica

$$P_R = P_{Rs} = \left(A_s f_{yd} - H_{Ed} \right) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d).$$

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA

- 1 $P_R \geq P_{Ed}$
- 2 $P_{Rc} \geq P_{Rc}$

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	56 di 67

Dati di progetto

b(m)=	3.00	m	dimensione trasversale verifica
P _{Ed} (KN) =	5290.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
H _{Ed} (KN) =	847.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
a(m) =	1.00	m	distanza P da incastro
h(m) =	2.00	m	spessore mensola
δ(m) =	0.12	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
d(m) =	1.88	m	altezza utile
l(m) =	1.38	m	a+0,2d
λ =	0.81		λ=ctgψ≧1/(0,9d).

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura)

c(m) = 1.00

Caratteristiche Materiali

f _{cd} =	14.1	MPa	Calcestruzzo
f _{yd} =	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

Registro tipo	R1				
n° R1 =	1	φ1(mm) =	24.0	p1(cm) =	10.0
A _{φ i} (mm ²) =	452.39	nb tot 1 =	30.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	13571.67
Registro tipo	R2				
n° R2 =	0	φ2(mm) =	24.0	p2(cm) =	10.0
A _{φ i} (mm ²) =	452.39	nb tot 2 =	0.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	0.00
Registro tipo	R3				
n° R3 =	0	φ3(mm) =	24.0	p3(cm) =	10.0
A _{φ i} (mm ²) =	452.39	nb tot 3 =	0.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	0.00

Verifiche di resistenza

Ψ =	0.888	rad	=	50.88	°
P _{RS} =	5483.7	KN		PR _s >PE _d - Verifica Soddisfatta	
P _{RC} =	19146.8	KN		PR _c >PR _s - Verifica Soddisfatta	

4.9.4 Soletta

La soletta viene verificata tramite uno schema a trave incastrata, di larghezza unitaria. La luce di calcolo è presa pari alla distanza tra i muri andatori. In favore di sicurezza il carico variabile viene ipotizzato uniformemente distribuito su tutta la luce di calcolo.

Il momento agente viene valutato tramite la formula $M_{Ed} = q * L^2 / 12$

Il taglio agente viene valutato tramite la formula $T_{Ed} = q * L / 2$

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	57 di 67

		kN/m	kN*m	kN		
			M	T		
G1	25	kN/mq	qSLU	68.25	819	410
G2	5	kN/mq	qSLE rara	50.00	600	-
Q	20	kN/mq	q SLE freq.	46.00	552	-
			qSLE qp.	30.00	360	-
L	12.00	m				
int.	1	m				

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
---------	--------	--------	-----------

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	58 di 67

1	-41.0	9.0	24
2	-41.0	91.0	24
3	41.0	91.0	24
4	41.0	9.0	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	3	24
2	1	4	8	24

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	8 mm
Passo staffe:	24.9 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	513.00	324.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	376.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	346.00 (637.77)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	59 di 67

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	226.00 (637.77)	324.00 (914.32)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 7.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	513.00	0.00	1525.48	2.97	67.9(30.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Ys max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-50.0	100.0	0.00045	-41.0	91.0	-0.02739	-41.0	9.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c. nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000339428	-0.030442847		

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	60 di 67

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
Passo staffe: 24.9 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	324.00	2815.96	343.12	95.9 86.9	100.0	2.500	1.000	3.8	4.0(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.89	-50.0	100.0	-101.4	-13.7	9.0	2250	45.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	61 di 67

1 S -0.00058 0 0.500 24.0 78 0.00030 (0.00030) 468 0.142 (0.20) 637.77 0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb Ver Sc max Xc max Yc max Sf min Xs min Ys min Ac eff. As eff.

1 S 2.66 -50.0 100.0 -93.3 4.6 9.0 2250 45.2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb. Ver e1 e2 k2 Ø Cf e sm - e cm sr max wk Mx fess My fess

1 S -0.00053 0 0.500 24.0 78 0.00028 (0.00028) 468 0.131 (0.20) 637.77 0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb Ver Sc max Xc max Yc max Sf min Xs min Ys min Ac eff. As eff.

1 S 1.74 -50.0 100.0 -61.0 -31.9 9.0 2250 45.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb. Ver e1 e2 k2 Ø Cf e sm - e cm sr max wk Mx fess My fess

1 S -0.00035 0 0.500 24.0 78 0.00018 (0.00018) 468 0.086 (0.20) 637.77 914.32

4.9.5 Palo di fondazione $L=27.0m$

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione.

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta

$$M = T * \alpha$$

$\alpha = 3.4$ (vedi relazione geotecnica)

$N_{max} = 5038 \text{ kN}$	$T = 883 \text{ kN}$	$M = 883 * 3.0 = 3002 \text{ kNm}$
$N_{min} = -878 \text{ kN}$	$T = 883 \text{ kN}$	$M = 883 * 3.0 = 3002 \text{ kNm}$
$N = -878 \text{ kN}$	$T = 883 \text{ kN}$	$M_{max} = 883 * 3.0 = 3002 \text{ kNm}$

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\varnothing 150 \text{ cm}$

$$A_s = 30 + 30\phi 26 \quad \text{staffe } \phi 14/15$$

La lunghezza del palo è pari a $L = 27.00m$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta 1 * \beta 2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta 1 * \beta 2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	63 di 67

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N° Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N° Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N° Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N° Barre	Ø
1	0.0	0.0	65.0	30	26
2	0.0	0.0	60.0	30	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
 Passo staffe: 15.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	4074.00	339.00	0.00	100.00	0.00
2	1506.00	339.00	0.00	100.00	0.00
3	5038.00	3002.00	0.00	883.00	0.00
4	-878.00	3002.00	0.00	883.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb.	N	Mx	My
1	3260.00	248.00	0.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
Cavalcaferrovia pk 13+400

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	64 di 67

2 1393.00 248.00 0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	3042.00	189.00 (637.77)	0.00 (0.00)
2	1453.00	189.00 (0.00)	0.00 (956.64)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	3042.00	189.00 (637.77)	0.00 (914.32)
2	1453.00	189.00 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 7.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	4074.00	339.00	0.00	4074.21	7557.60	0.00	22.29	318.6(53.0)
2	S	1506.00	339.00	0.00	1506.21	6908.75	0.00	20.38	318.6(53.0)
3	S	5038.00	3002.00	0.00	5038.12	7758.75	0.00	2.58	318.6(53.0)
4	S	-878.00	3002.00	0.00	-878.20	6115.19	0.00	2.04	318.6(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	65 di 67

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Ys max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	75.0	0.00288	0.0	65.0	-0.00512	0.0	-65.0
2	0.00350	0.0	75.0	0.00277	0.0	65.0	-0.00668	0.0	-65.0
3	0.00350	0.0	75.0	0.00292	0.0	65.0	-0.00465	0.0	-65.0
4	0.00350	0.0	75.0	0.00263	0.0	65.0	-0.00871	0.0	-65.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000061596	-0.001119703	----	----
2	0.000000000	0.000072740	-0.001955477	----	----
3	0.000000000	0.000058184	-0.000863766	----	----
4	0.000000000	0.000087191	-0.003039298	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	14 mm
Passo staffe:	15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	100.00	3879.52	3850.74117.9	99.7	137.0	2.500	1.163	1.0	39.5(0.0)
2	S	100.00	3611.68	4016.81119.1	104.0	134.1	2.500	1.060	1.0	39.5(0.0)
3	S	883.00	3962.59	3793.77117.5	98.3	137.5	2.500	1.201	9.2	39.5(0.0)
4	S	883.00	3409.46	4197.83121.1	108.7	128.5	2.500	1.000	8.3	39.5(0.0)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	66 di 67

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.00	0.0	100.0	14.7	0.0	-65.0	----	----
2	S	1.16	0.0	950.0	2.2	0.0	-65.0	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione: $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00058	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	637.77	0.00
2	S	-0.00065	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	944.73

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.77	0.0	100.0	14.9	0.0	-65.0	----	----
2	S	1.06	0.0	0.0	4.3	0.0	-65.0	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00053	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	637.77	0.00
2	S	-0.00047	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	956.64

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.77	0.0	100.0	14.9	0.0	-65.0	----	----
2	S	1.06	0.0	0.0	4.3	0.0	-65.0	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3V	40	D 09 CL	IV 01 04 001	B	67 di 67

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00035	0	----	----	----	----	0.000 (0.20)	637.77	914.32
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

5 SINTESI DELLE VERIFICHE GEOTECNICHE

Nel presente paragrafo si riporta una sintesi in forma tabellare delle sollecitazioni massime sui pali e delle verifiche geotecniche per il viadotto in oggetto, con relativi coefficienti di sicurezza.

Per maggiori dettagli si rimanda alle specifiche relazioni delle fondazioni.

PALI					SFORZO NORMALE SLU/SLV		SFORZO NORMALE SLE	
viadotto	spalla/pila	D[mm]	npali[-]	Lpalo [m]	Nmax,c [kN]	Nmin[kN]	Nmax, SLE,rara [kN]	Nmax, SLE,FREQ [kN]
IV01	spalla A	1500	12	27.0	5038	-878	3260	-
IV01	spalla B	1500	12	28.0	5301	-	4245	-
IV01	Pila	1200	9	35.0	5813	-1184	3585	-

TAGLI E MOMENTI			CAPACITA' PORTANTE PALI							
senza scalzamento			CARICO LIMITE ORIZZONTALE		COMPRESSIONE		TRAZIONE		ESERCIZIO	
Tmax [kN]	alfa [m]	Mmax	Hd[kN]	FS	Qd [kN]	FS	Qdt [kN]	FS	QII/1.25[kN]	FS
883	3.4	3002	1179.8	1.34	6500.0	1.29	4916.0	5.60	7600.8	2.33
602	3.4	2047	883.4	1.47	6818.0	1.29	-	-	8052.8	1.90
866	2.7	2338	880.7	1.02	6550.0	1.13	-	-	8976.0	2.50