

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

VIABILITA' - VIADOTTI

NW02 – VIADOTTO STRADALE SU NV53A

Relazione di calcolo spalla A

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL NW0200 002 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Gen-2020	A.Ferr 	Gen-2020	A.Barreca 	Gen-2020	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Paolo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A 20783
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Feb-2020	A.Ferr 	Feb-2020	A.Barreca 	Feb-2020	
C	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Mag-2020	A.Ferr 	Mag-2020	A.Barreca 	Mag-2020	

File: RS3T.3.0.D.09.CL.NW.02.0.0.002.C

n. Elab.: 09_650

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>	18
4.6.4	<i>Carichi da traffico verticali</i>	19
4.6.5	<i>Carichi da traffico orizzontali</i>	20
4.6.6	<i>Spinta statica del terrapieno</i>	20
4.6.7	<i>Sovraccarico sul terrapieno</i>	21
4.6.8	<i>Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche</i>	21
4.6.9	<i>Azione sismica</i>	22
4.6.10	<i>Incremento di spinta del terrapieno</i>	28
4.6.11	<i>Inerzie strutturali</i>	28
4.6.12	<i>Calcolo delle sollecitazioni in testa pali</i>	28

4.6.13	Riepilogo risultati.....	29
4.7	SOLLECITAZIONI.....	34
4.7.1	Muro paraghiaia	34
4.7.2	Muro frontale	36
4.7.3	Plinto di fondazione.....	38
4.8	PALI DI FONDAZIONE	40
4.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	41
4.9.1	Paraghiaia.....	42
4.9.2	Muro frontale	49
4.9.3	Zattera di fondazione.....	57
4.9.4	Palo di fondazione.....	59

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al progetto definitivo della direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo nell'ambito del nuovo collegamento Palermo – Catania.

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 viadotto NW02 sulla viabilità NV53. In particolare si tratterà la spalla A che presenta l'altezza del paramento maggiore e l'ipotesi di appoggi "fissi" dell'impalcato.

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

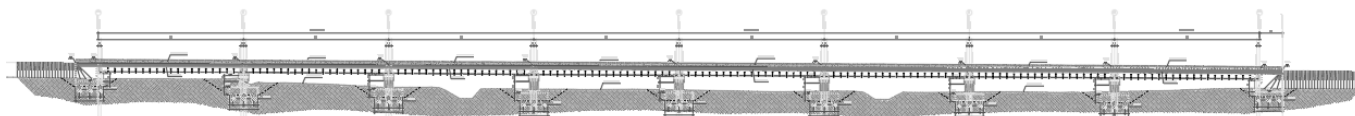
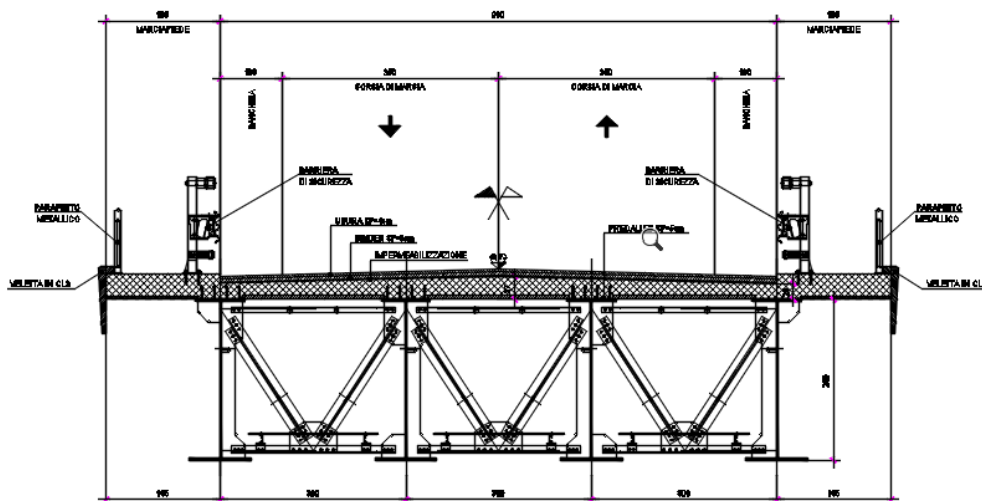
1.1 Descrizione dell'opera

Per la NV53A - Adeguamento SS121 Continuità provinciale (Strada Extraurbana Principale F1 Corsia 3.50m + Banchina 1.00m b=9.00m) in corrispondenza della progressive 1+250 ed 2+100 sono previsti due viadotti di lunghezza totale di 398 e 149 m circa.

Il primo viadotto è suddiviso in 8 campate da 49.0m di luce; gli impalcati saranno costituiti da quattro travi in carpenteria metallica collegate in testa da una soletta in c.a. collaborante, gettata in opera.

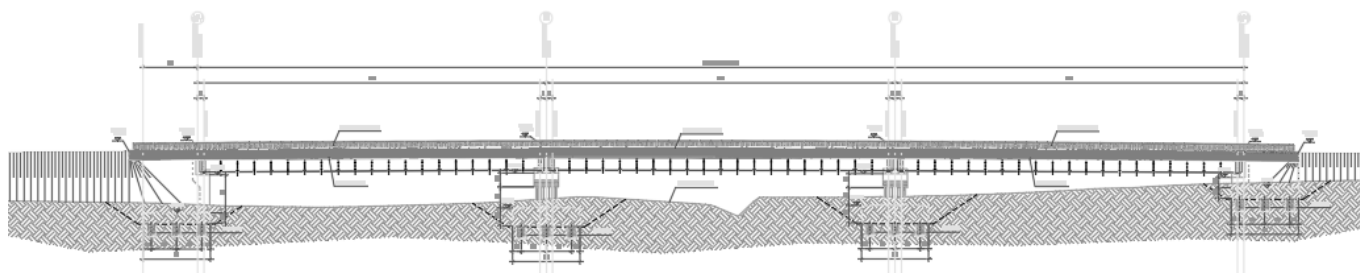
Il secondo viadotto è suddiviso in 3 campate da 49.0m di luce; gli impalcati saranno costituiti da quattro travi in carpenteria metallica collegate in testa da una soletta in c.a. collaborante, gettata in opera.

Pila e spalle saranno realizzate in c.a. gettato in opera e fondate su pali di grande diametro.



RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	5 di 63



Sezione trasversale e prospetto

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- *Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Ministero delle Infrastrutture, Circolare n°7 21 gennaio 2019, Istruzioni per l'Applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- *Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. 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.*

3 MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

Calcestruzzo magro e getti di livellamento

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

Calcestruzzo per pali di fondazione

- 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 per fondazioni

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C28/35
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.60
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO = 40 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

Calcestruzzo elevazione

- 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 = 40 mm (*)
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

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 $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$
- $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

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 del 2019", 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	$\leq w_1$
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:

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

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.

4 ANALISI E VERIFICHE SPALLA

4.1 Generalità

La spalla presentano una configurazione a paramento di spessore 1.40 m e muri di risvolto per il contenimento del rilevato retrostante di spessore 1.00 m. L'altezza della spalla A (escluso paraghiaia) è pari a 2.70 m.

Entrambe le spalle hanno in testa un paraghiaia di spessore 0.5 m ed altezza di circa 3.50 cm dalla testa muro frontale.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1.20m collegate in testa da una platea di spessore 1.50 m.

Il calcolo è stato effettuato per la spalla A, con altezza di paramento maggiore estendendo i risultati anche all'altra.

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_{Q1}	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	$\gamma_R = 1,1$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3B)
Viadotto NW02

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	13 di 63

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

	A2 - SIU - N max gr.1	A2 - SIU - MT max gr.1	A2 - SIU - ML max gr.1	A2 - SIU - N max gr.3	A2 - SIU - MT max gr.3	A2 - SIU - ML max gr.3	A2 - SIU - Vento ponte scarico	A2 - SIU Gmin - N max gr.1	A2 - SIU Gmin - MT max gr.1	A2 - SIU Gmin - ML max gr.1	A2 - SIU Gmin - N max gr.3	A2 - SIU Gmin - MT max gr.3	A2 - SIU Gmin - ML max gr.3	A2 - SIU Gmin - Vento ponte scarico	A1 - SIU - N max gr.1	A1 - SIU - MT max gr.1	A1 - SIU - ML max gr.1	A1 - SIU - N max gr.3	A1 - SIU - MT max gr.3	A1 - SIU - ML max gr.3	A1 - SIU - Vento ponte scarico	A1 - SIU Gmin - N max gr.1	A1 - SIU Gmin - MT max gr.1	A1 - SIU Gmin - ML max gr.1	A1 - SIU Gmin - N max gr.3	A1 - SIU Gmin - MT max gr.3	A1 - SIU Gmin - ML max gr.3	A1 - SIU Gmin - Vento ponte scarico
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	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ballast	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Comb. Nmax Qr	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00
Comb. Nmax Q frenatura	0.63	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00
Comb. Nmax Q centrifuga	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00
Comb. Nmax Q serpeggio	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00
Comb. MTmax Qr	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Comb. MTmax Q frenatura	0.00	0.63	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Comb. MTmax Q centrifuga	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00
Comb. MTmax Q serpeggio	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00
Comb. MLmax Qr	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Comb. MLmax Q frenatura	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Comb. MLmax Q centrifuga	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Comb. MLmax Q serpeggio	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Vento Ponte Scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
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	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Attrito permanente	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	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Attrito carichi mobili	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	0.00	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
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	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	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SLE min - N max gr.1	SLE min - MT max gr.1	SLE min - ML max gr.1	SLE min - N max gr.3	SLE min - MT max gr.3	SLE min - ML max gr.3	SLE min - Vento ponte scarico	SLE freq. - N max gr.1	SLE freq. - MT max gr.1	SLE freq. - ML max gr.1	SLE freq. - N max gr.3	SLE freq. - MT max gr.3	SLE freq. - ML max gr.3	SLE freq. - Vento ponte scarico	SLE quasi permanente	SUV - N max	SUV - MT max	SUV - ML max	SUV - MT max	SUV - ML max	SUV - N min	
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	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
1.00	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	Ballast
1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Qr
0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q frenatura
1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q centrifuga
1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q serpeggio
0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Qr
0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q frenatura
0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q centrifuga
0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q serpeggio
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Qr
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q frenatura
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q centrifuga
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q serpeggio
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	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Vento Ponte Scarico
0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	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
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	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	Attrito permanente
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	Attrito carichi mobili
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	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	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	0.30	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	1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-1.00	Sisma verticale

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

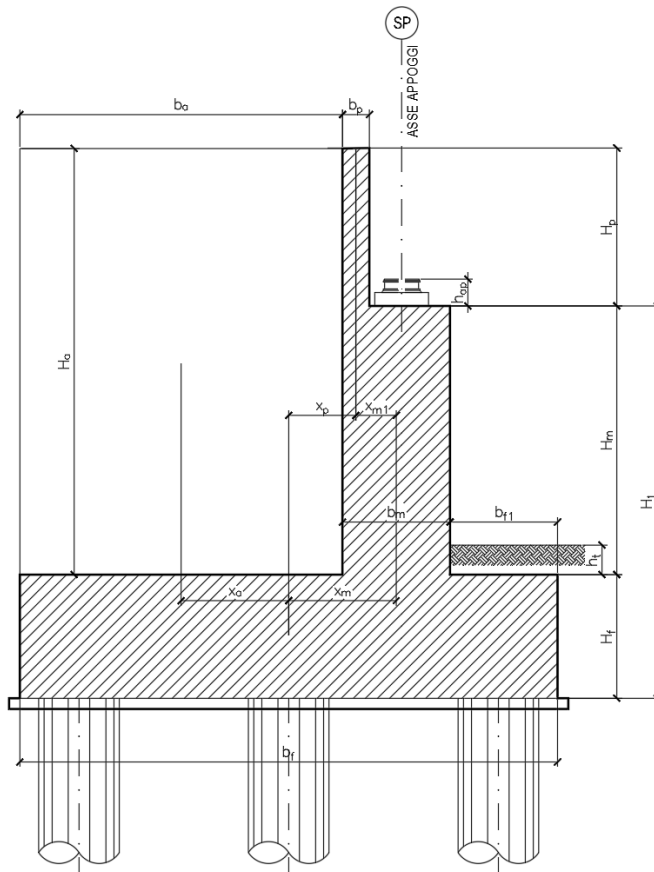


Figura 1 – Significato dei simboli: sezione tipica

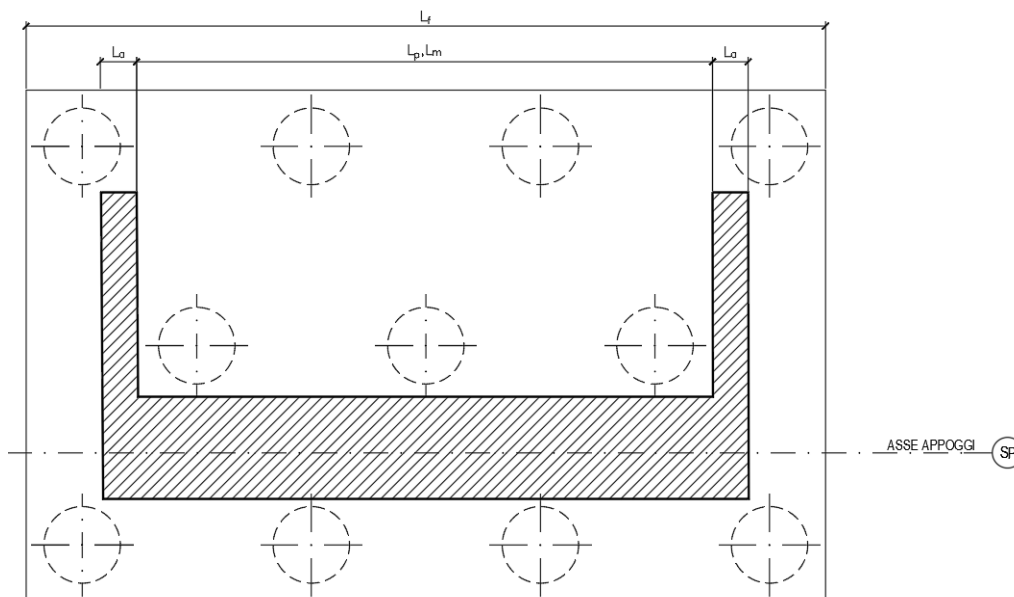


Figura 2 – Significato dei simboli: pianta tipica

Generali			
Peso cls	γ_{cls}	25	kN/m ³
Peso terreno	γ_t	20	kN/m ³
Sovraccarico accidentale sul rilevato	q_{acc}	20.0	kN/m ²
Altezza appoggio + baggiolo	h_{ap}	0.40	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	H_1	4.60	m
Paraghiaia			
Altezza	H_p	3.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	0.5	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	15.70	m
Distanza tra i muri andatori dir. Y		15.70	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	2.55	m
Muro frontale			
Altezza	H_m	2.70	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	1.40	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	15.10	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	4.00	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	x_{m1}	-1.45	m
Distanza asse baggioli- asse muro frontale		0.00	m
Plinto			
Altezza	H_f	1.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	9.60	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	17.60	m
Mensola anteriore plinto	b_{n1}	0.10	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	1.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto		4.00	m
Muro andatore			
Altezza	H_a	6.20	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	L_a	1.00	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	b_a	8.10	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_a	-0.75	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		▼	$K_0 = 0.426$
Sisma			
S_s		1.500	
a_g		0.115	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.173	
Mononobe e Okabe	K_{AE}	0.387	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.086	

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	50	m
Peso Proprio	G1	180	kN/m
Permanenti portati	G2	65	kN/m
n° totale appoggi sulla spalla	n	4	
Reazione appoggio i = (G1*L/2)/n	Ri	1125.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n	Ri	406.3	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. 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	1125			1125			1125			1125			0.00
Permanenti G2	410			410			410			140			0.00
Comb. Nmax Q1	576			798			699			453			0.00
Comb. Nmax Q3 frenatura		0			248			248					3.00
Comb. Nmax Q4 centrifuga			0			71			71				3.00
Comb. Nmax Q folla	200			38			38			200			0.00
Comb. MTmax Q1	985			737			194			21			0.00
Comb. MTmax Q3 frenatura		0			248			248					3.00
Comb. MTmax Q4 centrifuga			0			71			71				3.00
Comb. MTmax Q folla	248			57			20			-48			0.00
Comb. MLmax Q1	0			0									0.00
Comb. MLmax Q3 frenatura		0			0								3.00
Comb. MLmax Q4 centrifuga			0			0							3.00
Comb. MLmax Q folla													0.00
Vento Ponte Scarico			0			97			97				3.80
Vento Ponte Carico			0			156			156				4.50
Attrito permanente		46	46		46	46		46	46		38	38	0.00
Attrito carichi mobili		30	30		24	24		21	21		14	14	0.00
Sisma longitudinale		598			585			578			468		2.80
Sisma trasversale			299			292			289			234	2.80
Sisma verticale	149			146			144			117			0.00

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	430	430	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)	vb=vb0 * (1+ ks(as/ao-1)	28	28	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	150	150	anni
	αR	1.06	1.06	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	29.71	29.71	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	qb=0.5*ρ*vb²	0.55	0.55	kN/mq
Classe di rugosità del terreno		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	7	7	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	17.1	17.1	m
Altezza impalcato	h1	3	3	m
Altezza veicoli o parapetto	h2	1.5	3	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o veicoli)	dtot	4.5	6	m
Rapporto di forma	b/dtot	3.80	2.85	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.36	1.65	

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	qb	0.55	0.55	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.29	2.29	
Coefficiente di forza	cfx	1.36	1.65	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	4.5	6	m
Forza statica equivalente a m/1	f=prodotto	7.7	12.4	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	1.71	2.07	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/1 considerata	f	7.7	12.4	kN/m

Vento impalcato a ponte scarico

Forza statica equivalente	f	7.7		kN/m
Luce impalcato	L	50		m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	193		kN/m

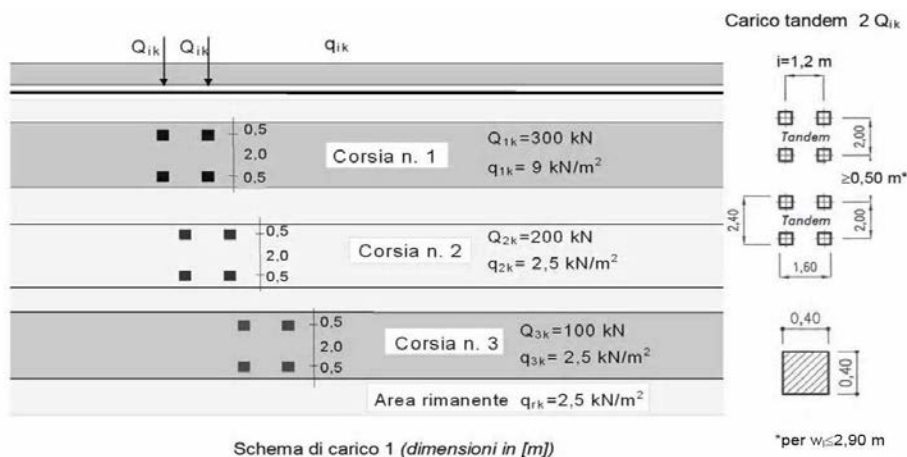
Vento impalcato a ponte carico

Forza statica equivalente	f	12.4		kN/m
Luce impalcato	L	50		m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	311		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.

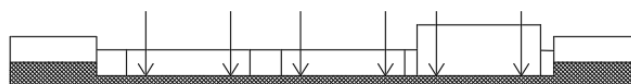
Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9
Corsia Numero 2	200	2,5
Corsia Numero 3	100	2,5
Altre corsie	0,00	2,50

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

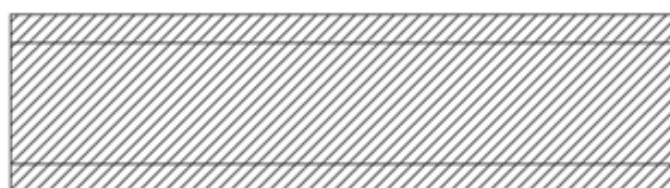
Di seguito si farà riferimento alle due condizioni di carico seguenti:

- 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

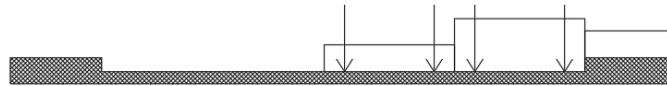


PIANTA



- 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:

SEZIONE TRASVERSALE



PIANTA



4.6.5 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura		
L	50	m
q3	495	kN
q3 (filtrata)	495	kN

Centrifuga		
Raggio planimetrico	340	m
n° corsie	3	
Qv	1200	kN
q4	141	kN

4.6.6 Spinta statica del terrapieno

A tergo della spalla, applicato sulla zattera posteriore, viene considerato un carico pari al peso del rinterro calcolato con un peso di volume pari a $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno di peso specifico γ , su una parete di altezza H, risulta:

$$S_o = 1/2 * \gamma * H^2 * K_o \quad (\text{spinta per metro lineare di spalla})$$

l'utilizzo di K_o è determinato dall'impossibilità, da parte della spalla, di subire spostamenti; si assume $K_o = 1 - \sin \phi$.

Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni (1/3 H rispetto alla base della parete).

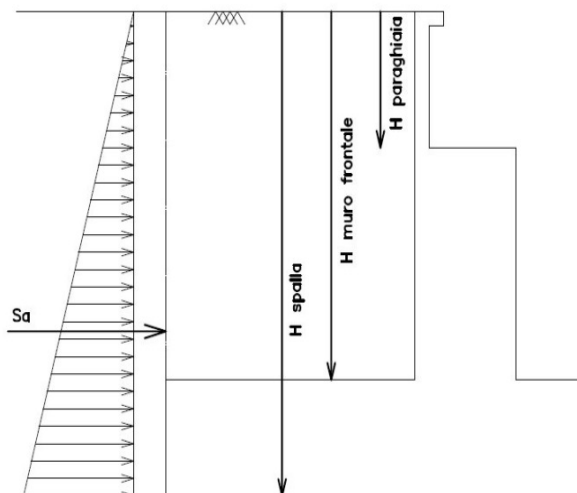


Fig. 1 Spinta statica terreno di rinterro

Per il terreno di riempimento si considera lo standard per rilevati ferroviari e si assegnano le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \qquad \varphi' = 35^\circ \qquad c' = 0$$

4.6.7 Sovraccarico sul terrapieno

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

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

$$S_q = 20 \cdot 0.426 = 8.53 \text{ kN/m}^2$$

4.6.8 Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

In aggiunta in condizioni statiche si considera un sovraccarico accidentale pari a $Q = 20 \text{ kN/m}^2$ gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa

La presenza del sovraccarico Q genera una spinta pari a:

$$S_q = Q \cdot H \cdot K_o$$

Tale spinta è applicata ad una altezza pari a $H/2$.

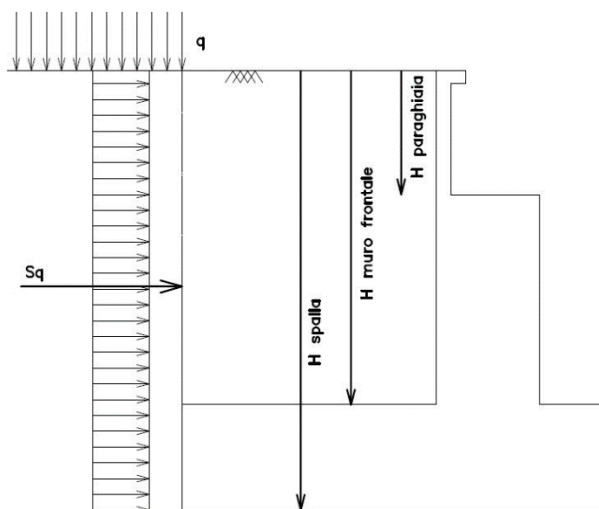


Fig. 2 : Spinta statica sovraccarico accidentale

4.6.9 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:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v W$

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.


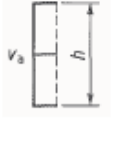
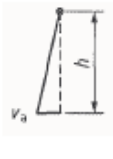

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma, tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso 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.

Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

➤ Sovraspinta sismica del terreno

Per il calcolo della spinta del terreno sulle opere di sostegno, occorre tenere presente che la mobilitazione della spinta attiva avviene per spostamenti di entità contenuta, come si evince dalla seguente tabella desunta dall'EC7 - Parte 1 - Annesso C (C.3 "Movements to mobilise limit earth pressures):

Table C.1 — Ratios v_a/h

Kind of wall movement	v_a/h loose soil %	v_a/h dense soil %
a) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b) 	0,2	0,05 to 0,1
c) 	0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
where: v_a is the wall motion to mobilise active earth pressure h is the height of the wall		

In condizioni sismiche, l'entità degli spostamenti dipende principalmente dall'intensità dell'azione sismica e dalla rigidità del sistema pali-terreno; pertanto, la possibilità di ammettere la mobilitazione della spinta attiva è subordinata alla valutazione degli spostamenti dell'opera e potrà essere valutata caso per caso. Cautelativamente, la valutazione degli spostamenti, da effettuarsi calcolando le spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche, sarà riferita alla base dell'opera (i.e. alla sommità della palificata) e il confronto con i valori di riferimento per la mobilitazione della spinta attiva sarà effettuato in accordo con lo schema b) della tabella estratta dall'EC7 per terreni addensati (rilevati stradali e ferroviari). L'altezza h rispetto alla quale effettuare la verifica corrisponde all'altezza totale dell'opera su cui agisce la spinta del terreno, comprensiva dello spessore della fondazione.

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, non ricorressero le condizioni di spinta attiva, si procederà al calcolo delle spinte considerando la somma della spinta statica a riposo e dell'incremento di spinta sismica valutata con la teoria di Wood, secondo le indicazioni contenute nell'EC8 – Parte 5 – Annesso E (E.9 “Force due to earth pressure for rigid structures”):

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

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad $H/2$.

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, ricorressero le condizioni di spinta attiva, si confermerà la correttezza dell'ipotesi di calcolo delle spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche.

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche si farà in generale riferimento alla formulazione di Muller – Breslau:

$$k_a = \frac{\cos^2(\alpha + \phi)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha - \delta) \cdot \cos(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

ϕ = angolo di attrito interno del terreno

α = inclinazione del paramento di monte rispetto alla verticale

β = inclinazione del pendio di monte rispetto al piano orizzontale

δ = angolo di attrito terra-muro

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche si farà riferimento alla formulazione di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\delta + \alpha + \theta) \cdot \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2} \quad \text{se } \beta \leq \phi - \theta$$

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta)} \quad \text{se } \beta > \phi - \theta$$

dove θ = angolo sismico, definito secondo la seguente espressione (in assenza di falda) in funzione dei coefficienti sismici k_h e k_v :

$$\tan \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

Nella determinazione dei coefficienti sismici k_h e k_v , per le spalle di ponti e viadotti ferroviari fondate su pali si porrà $\beta_m = 1$ in accordo con l'EC8-5.

Le forze di inerzia agenti sulla massa della struttura e del terreno presente sulla sua fondazione saranno valutate applicando l'accelerazione massima al suolo a_g .

La spinta totale di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è dunque data dalla somma della spinta a riposo, della spinta sismica e della spinta statica data dal sovraccarico accidentale combinata al 20% così come riportato nella Tabella 5.2.V delle NTC2018.

$$E_d = S_{\text{stat}} + 0.2 \cdot S_q + \Delta S_s$$

Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda a tergo dell'opera, la spinta idrostatica è nulla.

➤ 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: LATITUDINE:

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 canonica

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_R : 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

SLD - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="90"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="151"/>

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1424"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2475"/>

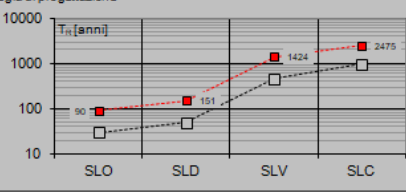
Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

- Strategie per costruzioni ordinarie
- Strategie scelte

Strategia di progettazione



INTRO FASE 1 FASE 2 FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLV** info

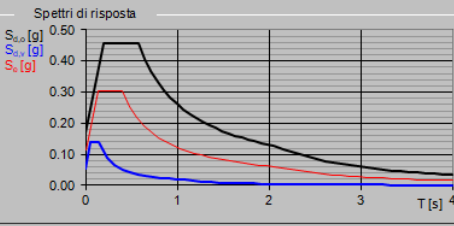
Rispostasismica locale
 Categoria di sottosuolo: **C** info $S_s = 1.500$ $C_c = 1.414$ info
 Categoria topografica: **T1** info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.000$ info
(In quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%): **5** $\eta_1 = 1.000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 : **1** Regol. in altezza: **si** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q : **1** $\eta_1 = 1.000$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

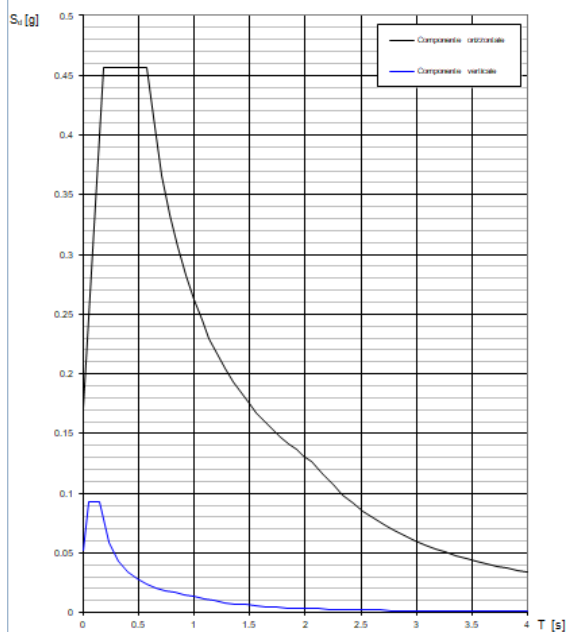
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.115 g
F_0	2.656
T_C^*	0.406 s
S_s	1.500
C_c	1.414
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.191 s
T_C	0.574 s
T_D	2.059 s

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



4.6.10 Incremento di spinta del terrapieno

Avendo valutato preliminarmente l'entità dello spostamento della struttura in fase sismica, e ricorrendo le condizioni sopra descritte (EC7 - Parte 1 - Annesso C), l'incremento di spinta del terrapieno viene valutato secondo la teoria di [Mononobe-Okabe](#) (vedi relazione geotecnica).

Mononobe e Okabe			
Inclinazione Paramento	α	90.0	
Angolo d'attrito interno	φ	35.0	°
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.173	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.086	
$\theta (+k_v)$		9.0	
$\theta (-k_v)$		10.7	
Mononobe e Okabe (+ k_v)	K_{AE}	0.366	
Mononobe e Okabe (- k_v)	K_{AE}	0.387	

4.6.11 Inerzie strutturali

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

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

4.6.12 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.

4.6.13 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	687			0.00	0.00	1.75	0	0
Rinterro	g3		820		0.00	0.00	1.17	0	957
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	3.50	0	630
Sovr. acc. sul rilevato			469		0.00	0.00	1.75	0	820

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	687	0	0	-1.45		4.45	0	-996
Muro frontale	g1	1616	0	0			1.35	0	0
Totale Permanenti		2303	0	0				0	-996
Rinterro	g3		2803	0			2.07	0	5793
Sovr. acc. sul rilevato			830	0			3.10	0	2574

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	687			2.55	0.00	5.95	0	1752
Muro frontale	g1	1616			4.00	0.00	2.85	0	6464
Plinto	g1	6336			0.00	0.00	0.75	0	0
Muri andatori	g1	2511			-0.75	0.00	4.60	0	-1883
Totale Permanenti		11150						0	6332
Rinterro	g3	15166			-0.75	0.00	4.60	0	-11375
Ricop. Plinto	g3	130			0.75	0.00	2.00	0	98
Sovr. acc. sul rilevato		2543			-0.75	0.00	7.70	0	-1908
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		4323		-0.75	0.00	2.57	0	11097
Sovr. acc. sul rilevato			1031		0.00	0.00	3.85	0	3969

➤ Fase sismica Monobe-Okabe
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	687			0.00	0.00	1.75	0	0
Rinterro	g3		521		0.00	0.00	1.17	0	608
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	3.50	0	630
Sovr. acc. sul rilevato			298		0.00	0.00	1.75	0	521

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	118	0	0.00	0.00	1.75	0	207
Rinterro	Inerzia		1536				1.75	0	2687
	Sovraspinta		244				1.17	0	284
Rinterro [totale]			1779					0	2972
Sovr. acc. sul rilevato			298		0.00	0.00	1.75	0	521
Totale generale			2196					0	3700

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	118	0.00	0.00	1.75	207	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	59	0	0	0.00	0.00	1.75	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	687	0	0	-1.45		4.45	0	-996
Muro frontale	g1	1616	0	0			1.35	0	0
Totale Permanenti		2303	0	0				0	-996
Rinterro	g3		1781	0			2.07	0	3681
Sovr. acc. sul rilevato			528	0			3.10	0	1635

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		118		-1.45	0.00	4.45	0	527
Muro frontale	q6		279		0.00	0.00	1.35	0	376
Rinterro	Inerzia		2616				3.10	0	8110
	Sovraspinta		765				2.07	0	1580
Rinterro [totale]			3381					0	9691
Sovr. acc. sul rilevato			528				3.10	0	1635
Totale generale			4306					0	12230

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			118	-1.45	0.00	4.45	527	0
Muro frontale	q6			279	0.00	0.00	1.35	376	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
Totale generale				397				904	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	59			-1.45	0.00	4.45	0	-86
Muro frontale	q6	139			0.00	0.00	1.35	0	0
Totale generale		199						0	-86

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	687			2.55	0.00	5.95	0	1752
Muro frontale	g1	1616			4.00	0.00	2.85	0	6464
Plinto	g1	6336			0.00	0.00	0.75	0	0
Muri andatori	g1	2511			-0.75	0.00	4.60	0	-1883
Totale Permanenti		11150						0	6332
Rinterro	g3	15166			-0.75	0.00	4.60	0	-11375
Ricop. Plinto	g3	130			0.75	0.00	2.00	0	98
Sovr. acc. sul rilevato		2543			-0.75	0.00	7.70	0	-1908
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		2747		-0.75	0.00	2.57	0	7052
Sovr. acc. sul rilevato			655		0.00	0.00	3.85	0	2523

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		118		2.55	0.00	5.95	0	705
Muro frontale	q _s		279		4.00	0.00	2.85	0	794
Plinto	q _s		1093		0.00	0.00	0.75	0	820
Muri andatori	q _s		433		-0.75	0.00	4.60	0	1992
Rinterro	Inerzia		2616		-0.75	0.00	4.60	0	12035
	Sovraspinta		1180		-0.75	0.00	2.57	0	3027
Rinterro [totale]			3796				4.60	0	15062
Sovr. acc. sul rilevato			655		-0.75		4.60	0	2523
Totale generale			6374						21896

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			118	2.55	0.00	5.95	705	0
Muro frontale	q _s			279	4.00	0.00	2.85	794	0
Plinto	q _s			1093	0.00	0.00	0.75	820	0
Muri andatori	q _s			433	-0.75	0.00	4.60	1992	0
Rinterro	Inerzia			2616	0.00		4.60	12035	0
	Sovraspinta			124			2.57	319	0
Rinterro [totale]				2741				12354	0
Sovr. acc. sul rilevato				655	-0.75		7.70	5045	0
Totale generale				5319				21710	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	59			2.55	0.00	5.95	0.00	151
Muro frontale	q _s	139			4.00	0.00	2.85	0.00	558
Plinto	q _s	546			0.00	0.00	0.75	0.00	0
Muri andatori	q _s	217			-0.75	0.00	4.60	0.00	-162
Rinterro	q _s	1308			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Ricop. Plinto	q _s	11			0.75	0.00	2.00	0.00	8
Totale generale		2281						0.00	555

4.7 Sollecitazioni

4.7.1 Muro paraghiaia

In condizioni statiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta del rilevato, dalla spinta dei sovraccarichi accidentali, dai sovraccarichi mobili agenti sulla mensola del muro e dall'azione di frenatura. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta sismica del rilevato, 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	1032	1812	0	0	2911
A2 - SLU - MT max gr.1	1032	1812	0	0	2911
A2 - SLU - ML max gr.1	1032	1812	0	0	2911
A2 - SLU - N max gr.2	1032	1812	0	0	2911
A2 - SLU - MT max gr.2	1032	1812	0	0	2911
A2 - SLU - ML max gr.2	1032	1812	0	0	2911
A2 - SLU - N max gr.3	1032	1812	0	0	2911
A2 - SLU - MT max gr.3	1032	1812	0	0	2911
A2 - SLU - ML max gr.3	1032	1812	0	0	2911
A2 - SLU - Vento ponte scarico	687	1066	0	0	1244
A2 - SLU - N max gr.1	1032	1566	0	0	2624
A2 - SLU - MT max gr.1	1032	1566	0	0	2624
A2 - SLU - ML max gr.1	1032	1566	0	0	2624
A2 - SLU - N max gr.2	1032	1566	0	0	2624
A2 - SLU - MT max gr.2	1032	1566	0	0	2624
A2 - SLU - ML max gr.2	1032	1566	0	0	2624
A2 - SLU - N max gr.3	1032	1566	0	0	2624
A2 - SLU - MT max gr.3	1032	1566	0	0	2624
A2 - SLU - ML max gr.3	1032	1566	0	0	2624
A2 - SLU - Vento ponte scarico	687	820	0	0	957
A1 - SLU - N max gr.1	1332	2106	0	0	3393
A1 - SLU - MT max gr.1	1332	2106	0	0	3393
A1 - SLU - ML max gr.1	1332	2106	0	0	3393
A1 - SLU - N max gr.2	1332	2106	0	0	3393
A1 - SLU - MT max gr.2	1332	2106	0	0	3393
A1 - SLU - ML max gr.2	1332	2106	0	0	3393
A1 - SLU - N max gr.3	1332	2106	0	0	3393
A1 - SLU - MT max gr.3	1332	2106	0	0	3393
A1 - SLU - ML max gr.3	1332	2106	0	0	3393
A1 - SLU - Vento ponte scarico	1332	2106	0	0	3393
A1 - SLU - N max gr.1	1092	1696	0	0	2914
A1 - SLU - MT max gr.1	1092	1696	0	0	2914
A1 - SLU - ML max gr.1	1092	1696	0	0	2914
A1 - SLU - N max gr.2	1092	1696	0	0	2914
A1 - SLU - MT max gr.2	1092	1696	0	0	2914
A1 - SLU - ML max gr.2	1092	1696	0	0	2914
A1 - SLU - N max gr.3	1092	1696	0	0	2914
A1 - SLU - MT max gr.3	1092	1696	0	0	2914
A1 - SLU - ML max gr.3	1092	1696	0	0	2914
A1 - SLU - Vento ponte scarico	687	820	0	0	957
SLE Rara - N max gr.1	987	1469	0	0	2407
SLE Rara - MT max gr.1	987	1469	0	0	2407
SLE Rara - ML max gr.1	987	1469	0	0	2407
SLE Rara - N max gr.2	987	1469	0	0	2407
SLE Rara - MT max gr.2	987	1469	0	0	2407
SLE Rara - ML max gr.2	987	1469	0	0	2407
SLE Rara - N max gr.3	987	1469	0	0	2407
SLE Rara - MT max gr.3	987	1469	0	0	2407
SLE Rara - ML max gr.3	987	1469	0	0	2407
SLE Rara - Vento ponte scarico	687	820	0	0	957
SLE Freq. - N max gr.1	912	1307	0	0	2044
SLE Freq. - MT max gr.1	912	1307	0	0	2044
SLE Freq. - ML max gr.1	912	1307	0	0	2044
SLE Freq. - N max gr.2	912	1307	0	0	2044
SLE Freq. - MT max gr.2	912	1307	0	0	2044
SLE Freq. - ML max gr.2	912	1307	0	0	2044
SLE Freq. - N max gr.3	912	1307	0	0	2044
SLE Freq. - MT max gr.3	912	1307	0	0	2044
SLE Freq. - ML max gr.3	912	1307	0	0	2044
SLE Freq. - Vento ponte scarico	687	820	0	0	957
SLE Q.P. - ML max gr.3	687	820	0	0	957
SLV -dir.X 1	765	2515	36	62	4017
SLV -dir.X 2	729	2515	36	62	4017
SLV -dir.Y 1	765	1186	118	207	1792
SLV -dir.Y 2	729	1186	118	207	1792
SLV -dir.Z+	806	1186	36	62	1792
SLV -dir.Z-	688	1186	36	62	1792

Tabella 3 – Sollecitazioni alla base del muro paraghiaia

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	11762	4929	574	6453	10518
A2 - SLU - MT max gr.1	10971	4929	574	15327	10518
A2 - SLU - ML max gr.1	8584	4929	574	5242	10518
A2 - SLU - N max gr.2	10763	5499	574	6151	13997
A2 - SLU - MT max gr.2	10254	5499	574	11908	13997
A2 - SLU - ML max gr.2	8584	4929	574	5242	10518
A2 - SLU - N max gr.3	10763	4929	737	7147	10518
A2 - SLU - MT max gr.3	10254	4929	737	12905	10518
A2 - SLU - ML max gr.3	8584	4929	574	5242	10518
A2 - SLU - Vento ponte scarico	8584	3873	481	4819	7244
A2 - SLU - N max gr.1	11351	4035	521	5743	8616
A2 - SLU - MT max gr.1	10560	4035	521	14617	8616
A2 - SLU - ML max gr.1	8173	4035	521	4532	8616
A2 - SLU - N max gr.2	10352	4605	521	5440	12096
A2 - SLU - MT max gr.2	9843	4605	521	11198	12096
A2 - SLU - ML max gr.2	8173	4035	521	4532	8616
A2 - SLU - N max gr.3	10352	4035	684	6436	8616
A2 - SLU - MT max gr.3	9843	4035	684	12194	8616
A2 - SLU - ML max gr.3	8173	4035	521	4532	8616
A2 - SLU - Vento ponte scarico	8173	2979	428	4109	5343
A1 - SLU - N max gr.1	14970	5708	664	7477	12006
A1 - SLU - MT max gr.1	14041	5708	664	17894	12006
A1 - SLU - ML max gr.1	11239	5708	664	6055	12006
A1 - SLU - N max gr.2	13796	6378	664	7121	16091
A1 - SLU - MT max gr.2	13200	6378	664	13881	16091
A1 - SLU - ML max gr.2	11239	5708	664	6055	12006
A1 - SLU - N max gr.3	13796	5708	856	8291	12006
A1 - SLU - MT max gr.3	13200	5708	856	15050	12006
A1 - SLU - ML max gr.3	11239	5708	664	6055	12006
A1 - SLU - Vento ponte scarico	11239	5708	674	5929	12006
A1 - SLU - N max gr.1	11904	4219	576	6293	9185
A1 - SLU - MT max gr.1	10975	4219	576	16710	9185
A1 - SLU - ML max gr.1	8173	4219	576	4871	9185
A1 - SLU - N max gr.2	10730	4888	576	5937	13270
A1 - SLU - MT max gr.2	10730	4888	576	5937	13270
A1 - SLU - ML max gr.2	10134	4888	576	12696	13270
A1 - SLU - N max gr.3	8173	4219	576	4871	9185
A1 - SLU - MT max gr.3	10730	4219	767	7107	9185
A1 - SLU - ML max gr.3	10134	4219	767	13866	9185
A1 - SLU - Vento ponte scarico	8173	3098	576	4871	5711
SLE Rara - N max gr.1	8173	3809	467	4376	7916
SLE Rara - MT max gr.1	10937	3897	451	5117	8189
SLE Rara - ML max gr.1	10248	3897	451	12833	8189
SLE Rara - N max gr.2	8173	3897	451	4064	8189
SLE Rara - MT max gr.2	10067	4393	451	4854	11215
SLE Rara - ML max gr.2	9626	4393	451	9861	11215
SLE Rara - N max gr.3	8173	3897	451	4064	8189
SLE Rara - MT max gr.3	10067	3897	593	5720	8189
SLE Rara - ML max gr.3	9626	3897	593	10727	8189
SLE Rara - Vento ponte scarico	8173	3067	451	4064	5616
SLE Freq. - N max gr.1	10246	3668	242	3363	7478
SLE Freq. - MT max gr.1	9729	3668	242	9150	7478
SLE Freq. - ML max gr.1	8173	3668	242	2573	7478
SLE Freq. - N max gr.2	9594	4040	242	3165	9747
SLE Freq. - MT max gr.2	9262	4040	242	6921	9747
SLE Freq. - ML max gr.2	8173	3668	242	2573	7478
SLE Freq. - N max gr.3	9594	3668	349	3815	7478
SLE Freq. - MT max gr.3	9262	3668	349	7570	7478
SLE Freq. - ML max gr.3	8173	3668	242	2573	7478
SLE Freq. - Vento ponte scarico	8173	2979	215	2636	5343
SLE Q.P. - ML max gr.3	8173	3897	264	2641	8189
SLV -dir.X 1	8399	8086	647	4732	27325
SLV -dir.X 2	7946	8086	647	4599	27376
SLV -dir.Y 1	8815	3981	1733	11892	11314
SLV -dir.Y 2	8361	3981	1733	11758	11365
SLV -dir.Z+	9481	3981	675	5272	11253
SLV -dir.Z-	7970	3981	675	4826	11425

Tabella 4 – Sollecitazioni alla base del muro frontale

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, del terreno interno alla spalla e delle spinte dovute al rilevato 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	43420	7136	574	7314	47826
A2 - SLU - MT max gr.1	42628	7136	574	16187	44659
A2 - SLU - ML max gr.1	40241	7136	574	6103	35111
A2 - SLU - N max gr.2	42420	7707	574	7011	48161
A2 - SLU - MT max gr.2	41912	7707	574	12769	46129
A2 - SLU - ML max gr.2	40241	7136	574	6103	35111
A2 - SLU - N max gr.3	42420	7136	737	8252	43826
A2 - SLU - MT max gr.3	41912	7136	737	14010	41794
A2 - SLU - ML max gr.3	40241	7136	574	6103	35111
A2 - SLU - Vento ponte scarico	37316	5849	481	5541	32274
A2 - SLU - N max gr.1	38420	5786	521	6524	45993
A2 - SLU - MT max gr.1	37628	5786	521	15398	42826
A2 - SLU - ML max gr.1	35241	5786	521	5313	33278
A2 - SLU - N max gr.2	37420	6357	521	6221	46328
A2 - SLU - MT max gr.2	36912	6357	521	11979	44296
A2 - SLU - ML max gr.2	35241	5786	521	5313	33278
A2 - SLU - N max gr.3	37420	5786	684	7462	41993
A2 - SLU - MT max gr.3	36912	5786	684	13220	39961
A2 - SLU - ML max gr.3	35241	5786	521	5313	33278
A2 - SLU - Vento ponte scarico	32316	4499	428	4751	30442
A1 - SLU - N max gr.1	53292	8260	664	8472	60268
A1 - SLU - MT max gr.1	52363	8260	664	18890	56550
A1 - SLU - ML max gr.1	49561	8260	664	7051	45343
A1 - SLU - N max gr.2	52118	8929	664	8117	60662
A1 - SLU - MT max gr.2	51522	8929	664	14876	58277
A1 - SLU - ML max gr.2	49561	8260	664	7051	45343
A1 - SLU - N max gr.3	52118	8260	856	9574	55573
A1 - SLU - MT max gr.3	51522	8260	856	16333	53188
A1 - SLU - ML max gr.3	49561	8260	664	7051	45343
A1 - SLU - Vento ponte scarico	49561	8260	674	6940	45343
A1 - SLU - N max gr.1	39481	6010	576	7156	48697
A1 - SLU - MT max gr.1	38552	6010	576	17573	44979
A1 - SLU - ML max gr.1	35750	6010	576	5735	33772
A1 - SLU - N max gr.2	38308	6680	576	6801	49091
A1 - SLU - MT max gr.2	38308	6680	576	6801	49091
A1 - SLU - ML max gr.2	37711	6680	576	13560	46706
A1 - SLU - N max gr.3	35750	6010	576	5735	33772
A1 - SLU - MT max gr.3	38308	6010	767	8258	44002
A1 - SLU - ML max gr.3	37711	6010	767	15017	41617
A1 - SLU - Vento ponte scarico	32316	4618	576	5735	30988
SLE Rara - N max gr.1	34860	5530	467	5077	32503
SLE Rara - MT max gr.1	37624	5618	451	5794	43964
SLE Rara - ML max gr.1	36935	5618	451	13510	41210
SLE Rara - N max gr.2	34860	5618	451	4741	32908
SLE Rara - MT max gr.2	36754	6114	451	5531	44256
SLE Rara - ML max gr.2	36313	6114	451	10538	42489
SLE Rara - N max gr.3	34860	5618	451	4741	32908
SLE Rara - MT max gr.3	36754	5618	593	6610	40486
SLE Rara - ML max gr.3	36313	5618	593	11617	38719
SLE Rara - Vento ponte scarico	32316	4587	451	4741	30847
SLE Freq. - N max gr.1	36297	5339	242	3726	40584
SLE Freq. - MT max gr.1	35781	5339	242	9513	38518
SLE Freq. - ML max gr.1	34224	5339	242	2936	32292
SLE Freq. - N max gr.2	35645	5711	242	3529	40802
SLE Freq. - MT max gr.2	35314	5711	242	7284	39477
SLE Freq. - ML max gr.2	34224	5339	242	2936	32292
SLE Freq. - N max gr.3	35645	5339	349	4338	37975
SLE Freq. - MT max gr.3	35314	5339	349	8093	36650
SLE Freq. - ML max gr.3	34224	5339	242	2936	32292
SLE Freq. - Vento ponte scarico	32316	4499	215	2958	30442
SLE Q.P. - ML max gr.3	34860	5618	264	3038	32908
SLV -dir.X_ 1	33677	11019	1966	10555	63294
SLV -dir.X_ 2	31974	11019	1966	10422	61624
SLV -dir.Y_ 1	34092	5555	6131	30667	40607
SLV -dir.Y_ 2	32389	5555	6131	30533	38938
SLV -dir.Z+	36216	5555	1995	11138	43106
SLV -dir.Z-	30540	5555	1995	10692	37541

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
Al - SLU - N max gr.1	53292	8260	664	8472	60268	5376	1730	552
Al - SLU - MT max gr.1	52363	8260	664	18890	56550	5393	1589	552
Al - SLU - ML max gr.1	49561	8260	664	7051	45343	4687	1921	552
Al - SLU - N max gr.2	52118	8929	664	8117	60662	5302	1647	597
Al - SLU - MT max gr.2	51522	8929	664	14876	58277	5315	1555	597
Al - SLU - ML max gr.2	49561	8260	664	7051	45343	4687	1921	552
Al - SLU - N max gr.3	52118	8260	856	9574	55573	5186	1763	554
Al - SLU - MT max gr.3	51522	8260	856	16333	53188	5199	1671	554
Al - SLU - ML max gr.3	49561	8260	664	7051	45343	4687	1921	552
Al - SLU - Vento ponte scarico	49561	8260	674	6940	45343	4685	1923	552
Al - SLU - N max gr.1	39481	6010	576	7156	48697	4110	1154	403
Al - SLU - MT max gr.1	38552	6010	576	17573	44979	4128	1012	403
Al - SLU - ML max gr.1	35750	6010	576	5735	33772	3422	1345	403
Al - SLU - N max gr.2	38308	6680	576	6801	49091	4037	1071	447
Al - SLU - MT max gr.2	38308	6680	576	6801	49091	4037	1071	447
Al - SLU - ML max gr.2	37711	6680	576	13560	46706	4049	979	447
Al - SLU - N max gr.3	35750	6010	576	5735	33772	3422	1345	403
Al - SLU - MT max gr.3	38308	6010	767	8258	44002	3921	1187	404
Al - SLU - ML max gr.3	37711	6010	767	15017	41617	3934	1095	404
Al - SLU - Vento ponte scarico	32316	4618	576	5735	30988	3116	1193	310
						5393	979	597

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	33677	11019	1966	10555	63294	4188	302	746
SLV-dir.X_2	31974	11019	1966	10422	61624	4026	237	746
SLV-dir.Y_1	34092	5555	6131	30667	40607	3939	607	552
SLV-dir.Y_2	32389	5555	6131	30533	38938	3777	542	552
SLV-dir.Z+	36216	5555	1995	11138	43106	3807	1022	394
SLV-dir.Z-	30540	5555	1995	10692	37541	3266	806	394
						4188	237	746

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	34860	5530	467	5077	32503	3316	1332	370
SLE Rara - MT max gr.1	37624	5618	451	5794	43964	3831	1185	376
SLE Rara - ML max gr.1	36935	5618	451	13510	41210	3844	1081	376
SLE Rara - N max gr.2	34860	5618	451	4741	32908	3321	1327	376
SLE Rara - MT max gr.2	36754	6114	451	5531	44256	3777	1124	409
SLE Rara - ML max gr.2	36313	6114	451	10538	42489	3786	1056	409
SLE Rara - N max gr.3	34860	5618	451	4741	32908	3321	1327	376
SLE Rara - MT max gr.3	36754	5618	593	6610	40486	3691	1210	377
SLE Rara - ML max gr.3	36313	5618	593	11617	38719	3700	1141	377
SLE Rara - Vento ponte scarico	32316	4587	451	4741	30847	3094	1214	307
						3844	1056	409

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

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 0.5x15.70 m

Armatura verticale

$A_s = \phi 20/10$ (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
	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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice: X [cm] Y [cm]

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	43 di 63

1	0.0	0.0
2	0.0	1570.0
3	50.0	1570.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.3	8.3	16
2	8.3	1561.7	16
3	41.7	1561.7	16
4	41.7	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	154	20
2	3	4	77	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 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	1332.00	0.00	3393.00	0.00	2106.00
2	1332.00	0.00	3393.00	0.00	2106.00
3	1332.00	0.00	3393.00	0.00	2106.00
4	1332.00	0.00	3393.00	0.00	2106.00
5	1332.00	0.00	3393.00	0.00	2106.00
6	1332.00	0.00	3393.00	0.00	2106.00
7	1332.00	0.00	3393.00	0.00	2106.00
8	1332.00	0.00	3393.00	0.00	2106.00
9	1332.00	0.00	3393.00	0.00	2106.00
10	1332.00	0.00	3393.00	0.00	2106.00
11	1092.00	0.00	2914.00	0.00	1696.00
12	1092.00	0.00	2914.00	0.00	1696.00
13	1092.00	0.00	2914.00	0.00	1696.00
14	1092.00	0.00	2914.00	0.00	1696.00
15	1092.00	0.00	2914.00	0.00	1696.00
16	1092.00	0.00	2914.00	0.00	1696.00
17	1092.00	0.00	2914.00	0.00	1696.00
18	1092.00	0.00	2914.00	0.00	1696.00
19	1092.00	0.00	2914.00	0.00	1696.00
20	687.00	0.00	957.00	0.00	820.00
21	765.00	62.00	4017.00	36.00	2515.00
22	729.00	62.00	4017.00	36.00	2515.00

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	44 di 63

23	765.00	207.00	1792.00	118.00	1186.00
24	729.00	207.00	1792.00	118.00	1186.00
25	806.00	62.00	1792.00	36.00	1186.00
26	688.00	62.00	1792.00	36.00	1186.00

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	987.00	0.00	2407.00
2	987.00	0.00	2407.00
3	987.00	0.00	2407.00
4	987.00	0.00	2407.00
5	987.00	0.00	2407.00
6	987.00	0.00	2407.00
7	987.00	0.00	2407.00
8	987.00	0.00	2407.00
9	987.00	0.00	2407.00
10	687.00	0.00	957.00

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	912.00	0.00 (0.00)	2044.00 (2535.82)
2	912.00	0.00 (0.00)	2044.00 (2535.82)
3	912.00	0.00 (0.00)	2044.00 (2535.82)
4	912.00	0.00 (0.00)	2044.00 (2535.82)
5	912.00	0.00 (0.00)	2044.00 (2535.82)
6	912.00	0.00 (0.00)	2044.00 (2535.82)
7	912.00	0.00 (0.00)	2044.00 (2535.82)
8	912.00	0.00 (0.00)	2044.00 (2535.82)
9	912.00	0.00 (0.00)	2044.00 (2535.82)
10	687.00	0.00 (0.00)	957.00 (2594.36)

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	687.00	0.00 (0.00)	957.00 (2594.36)

RISULTATI DEL CALCOLO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	45 di 63

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

 Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.3 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 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
 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	1332.00	0.00	3393.00	1332.09	0.03	7564.12	2.22487.8(140.6)	
2	S	1332.00	0.00	3393.00	1332.09	0.03	7564.12	2.22487.8(140.6)	
3	S	1332.00	0.00	3393.00	1332.09	0.03	7564.12	2.22487.8(140.6)	
4	S	1332.00	0.00	3393.00	1332.09	0.03	7564.12	2.22487.8(140.6)	
5	S	1332.00	0.00	3393.00	1332.09	0.03	7564.12	2.22487.8(140.6)	
6	S	1332.00	0.00	3393.00	1332.09	0.03	7564.12	2.22487.8(140.6)	
7	S	1332.00	0.00	3393.00	1332.09	0.03	7564.12	2.22487.8(140.6)	
8	S	1332.00	0.00	3393.00	1332.09	0.03	7564.12	2.22487.8(140.6)	
9	S	1332.00	0.00	3393.00	1332.09	0.03	7564.12	2.22487.8(140.6)	
10	S	1332.00	0.00	3393.00	1332.09	0.03	7564.12	2.22487.8(140.6)	
11	S	1092.00	0.00	2914.00	1092.00	0.04	7521.72	2.57487.8(140.6)	
12	S	1092.00	0.00	2914.00	1092.00	0.04	7521.72	2.57487.8(140.6)	
13	S	1092.00	0.00	2914.00	1092.00	0.04	7521.72	2.57487.8(140.6)	
14	S	1092.00	0.00	2914.00	1092.00	0.04	7521.72	2.57487.8(140.6)	
15	S	1092.00	0.00	2914.00	1092.00	0.04	7521.72	2.57487.8(140.6)	
16	S	1092.00	0.00	2914.00	1092.00	0.04	7521.72	2.57487.8(140.6)	
17	S	1092.00	0.00	2914.00	1092.00	0.04	7521.72	2.57487.8(140.6)	
18	S	1092.00	0.00	2914.00	1092.00	0.04	7521.72	2.57487.8(140.6)	
19	S	1092.00	0.00	2914.00	1092.00	0.04	7521.72	2.57487.8(140.6)	
20	S	687.00	0.00	957.00	686.83	0.11	7450.11	7.72487.8(140.6)	
21	S	765.00	62.00	4017.00	765.04	104.03	7470.17	1.86487.8(140.6)	
22	S	729.00	62.00	4017.00	728.97	108.88	7464.07	1.86487.8(140.6)	
23	S	765.00	207.00	1792.00	764.88	851.78	7515.82	4.18487.8(140.6)	
24	S	729.00	207.00	1792.00	729.08	877.25	7510.97	4.18487.8(140.6)	
25	S	806.00	62.00	1792.00	806.00	243.35	7485.85	4.16487.8(140.6)	
26	S	688.00	62.00	1792.00	688.00	268.67	7466.41	4.15487.8(140.6)	

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	0.203	50.0	1570.0	0.00008	41.7	1561.7	-0.01370	8.3	8.3
2	0.00350	0.203	50.0	1570.0	0.00008	41.7	1561.7	-0.01370	8.3	8.3

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	46 di 63

3	0.00350	0.203	50.0	1570.0	0.00008	41.7	1561.7	-0.01370	8.3	8.3
4	0.00350	0.203	50.0	1570.0	0.00008	41.7	1561.7	-0.01370	8.3	8.3
5	0.00350	0.203	50.0	1570.0	0.00008	41.7	1561.7	-0.01370	8.3	8.3
6	0.00350	0.203	50.0	1570.0	0.00008	41.7	1561.7	-0.01370	8.3	8.3
7	0.00350	0.203	50.0	1570.0	0.00008	41.7	1561.7	-0.01370	8.3	8.3
8	0.00350	0.203	50.0	1570.0	0.00008	41.7	1561.7	-0.01370	8.3	8.3
9	0.00350	0.203	50.0	1570.0	0.00008	41.7	1561.7	-0.01370	8.3	8.3
10	0.00350	0.203	50.0	1570.0	0.00008	41.7	1561.7	-0.01370	8.3	8.3
11	0.00350	0.202	50.0	1570.0	0.00005	41.7	1561.7	-0.01386	8.3	8.3
12	0.00350	0.202	50.0	1570.0	0.00005	41.7	1561.7	-0.01386	8.3	8.3
13	0.00350	0.202	50.0	1570.0	0.00005	41.7	1561.7	-0.01386	8.3	8.3
14	0.00350	0.202	50.0	1570.0	0.00005	41.7	1561.7	-0.01386	8.3	8.3
15	0.00350	0.202	50.0	1570.0	0.00005	41.7	1561.7	-0.01386	8.3	8.3
16	0.00350	0.202	50.0	1570.0	0.00005	41.7	1561.7	-0.01386	8.3	8.3
17	0.00350	0.202	50.0	1570.0	0.00005	41.7	1561.7	-0.01386	8.3	8.3
18	0.00350	0.202	50.0	1570.0	0.00005	41.7	1561.7	-0.01386	8.3	8.3
19	0.00350	0.202	50.0	1570.0	0.00005	41.7	1561.7	-0.01386	8.3	8.3
20	0.00350	0.199	50.0	1570.0	-0.00001	41.7	1561.7	-0.01412	8.3	8.3
21	0.00350	0.199	50.0	1570.0	0.00001	41.7	1561.7	-0.01407	8.3	8.3
22	0.00350	0.199	50.0	1570.0	0.00000	41.7	1561.7	-0.01409	8.3	8.3
23	0.00350	0.199	50.0	1570.0	0.00004	41.7	1561.7	-0.01408	8.3	8.3
24	0.00350	0.199	50.0	1570.0	0.00004	41.7	1561.7	-0.01411	8.3	8.3
25	0.00350	0.199	50.0	1570.0	0.00002	41.7	1561.7	-0.01405	8.3	8.3
26	0.00350	0.199	50.0	1570.0	0.00001	41.7	1561.7	-0.01412	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	0.000412510	0.000000000	-0.017125495	0.203	0.700
2	0.000412510	0.000000000	-0.017125495	0.203	0.700
3	0.000412510	0.000000000	-0.017125495	0.203	0.700
4	0.000412510	0.000000000	-0.017125495	0.203	0.700
5	0.000412510	0.000000000	-0.017125495	0.203	0.700
6	0.000412510	0.000000000	-0.017125495	0.203	0.700
7	0.000412510	0.000000000	-0.017125495	0.203	0.700
8	0.000412510	0.000000000	-0.017125495	0.203	0.700
9	0.000412510	0.000000000	-0.017125495	0.203	0.700
10	0.000412510	0.000000000	-0.017125495	0.203	0.700
11	0.000416240	0.000000000	-0.017312024	0.202	0.700
12	0.000416240	0.000000000	-0.017312024	0.202	0.700
13	0.000416240	0.000000000	-0.017312024	0.202	0.700
14	0.000416240	0.000000000	-0.017312024	0.202	0.700
15	0.000416240	0.000000000	-0.017312024	0.202	0.700
16	0.000416240	0.000000000	-0.017312024	0.202	0.700
17	0.000416240	0.000000000	-0.017312024	0.202	0.700
18	0.000416240	0.000000000	-0.017312024	0.202	0.700
19	0.000416240	0.000000000	-0.017312024	0.202	0.700
20	0.000422431	0.000000000	-0.017621553	0.199	0.700
21	0.000420703	0.000000016	-0.017560083	0.199	0.700
22	0.000421224	0.000000017	-0.017587290	0.199	0.700
23	0.000416830	0.000000130	-0.017545631	0.199	0.700
24	0.000417236	0.000000134	-0.017572002	0.199	0.700
25	0.000419357	0.000000037	-0.017526154	0.199	0.700
26	0.000421009	0.000000041	-0.017614812	0.199	0.700

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	47 di 63

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	2106.00	4041.11	41.7	1570.0	0.0075	0.17
2	S	2106.00	4041.11	41.7	1570.0	0.0075	0.17
3	S	2106.00	4041.11	41.7	1570.0	0.0075	0.17
4	S	2106.00	4041.11	41.7	1570.0	0.0075	0.17
5	S	2106.00	4041.11	41.7	1570.0	0.0075	0.17
6	S	2106.00	4041.11	41.7	1570.0	0.0075	0.17
7	S	2106.00	4041.11	41.7	1570.0	0.0075	0.17
8	S	2106.00	4041.11	41.7	1570.0	0.0075	0.17
9	S	2106.00	4041.11	41.7	1570.0	0.0075	0.17
10	S	2106.00	4041.11	41.7	1570.0	0.0075	0.17
11	S	1696.00	4011.08	41.7	1570.0	0.0075	0.14
12	S	1696.00	4011.08	41.7	1570.0	0.0075	0.14
13	S	1696.00	4011.08	41.7	1570.0	0.0075	0.14
14	S	1696.00	4011.08	41.7	1570.0	0.0075	0.14
15	S	1696.00	4011.08	41.7	1570.0	0.0075	0.14
16	S	1696.00	4011.08	41.7	1570.0	0.0075	0.14
17	S	1696.00	4011.08	41.7	1570.0	0.0075	0.14
18	S	1696.00	4011.08	41.7	1570.0	0.0075	0.14
19	S	1696.00	4011.08	41.7	1570.0	0.0075	0.14
20	S	820.00	4342.10	41.7	1570.0	0.0099	0.09
21	S	2515.00	4233.93	41.7	1570.0	0.0091	0.10
22	S	2515.00	4293.75	41.7	1570.0	0.0095	0.09
23	S	1186.04	4280.10	41.7	1570.0	0.0094	0.10
24	S	1186.04	4284.71	41.7	1570.0	0.0094	0.09
25	S	1186.00	4239.07	41.7	1570.0	0.0091	0.10
26	S	1186.00	4311.13	41.7	1570.0	0.0097	0.09

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	5.20	50.0	0.0	-125.7	8.3	1551.7	17270	487.8
2	S	5.20	50.0	0.0	-125.7	8.3	1551.7	17270	487.8
3	S	5.20	50.0	0.0	-125.7	8.3	1551.7	17270	487.8
4	S	5.20	50.0	0.0	-125.7	8.3	1551.7	17270	487.8
5	S	5.20	50.0	0.0	-125.7	8.3	1551.7	17270	487.8
6	S	5.20	50.0	0.0	-125.7	8.3	1551.7	17270	487.8
7	S	5.20	50.0	0.0	-125.7	8.3	1551.7	17270	487.8
8	S	5.20	50.0	0.0	-125.7	8.3	1551.7	17270	487.8
9	S	5.20	50.0	0.0	-125.7	8.3	1551.7	17270	487.8
10	S	2.09	50.0	0.0	-47.1	8.3	1561.7	17270	487.8

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	48 di 63

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; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ 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 = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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
1	S	-0.00083	0	0.500	20.0	73	0.00038 (0.00038)	368	0.139 (0.20)	0.00	2528.23
2	S	-0.00083	0	0.500	20.0	73	0.00038 (0.00038)	368	0.139 (0.20)	0.00	2528.23
3	S	-0.00083	0	0.500	20.0	73	0.00038 (0.00038)	368	0.139 (0.20)	0.00	2528.23
4	S	-0.00083	0	0.500	20.0	73	0.00038 (0.00038)	368	0.139 (0.20)	0.00	2528.23
5	S	-0.00083	0	0.500	20.0	73	0.00038 (0.00038)	368	0.139 (0.20)	0.00	2528.23
6	S	-0.00083	0	0.500	20.0	73	0.00038 (0.00038)	368	0.139 (0.20)	0.00	2528.23
7	S	-0.00083	0	0.500	20.0	73	0.00038 (0.00038)	368	0.139 (0.20)	0.00	2528.23
8	S	-0.00083	0	0.500	20.0	73	0.00038 (0.00038)	368	0.139 (0.20)	0.00	2528.23
9	S	-0.00083	0	0.500	20.0	73	0.00038 (0.00038)	368	0.139 (0.20)	0.00	2528.23
10	S	-0.00031	0	0.500	20.0	75	0.00014 (0.00014)	375	0.053 (0.20)	0.00	2594.36

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	4.42	50.0	0.0	-106.0	8.3	1551.7	17270	487.8
2	S	4.42	50.0	0.0	-106.0	8.3	1551.7	17270	487.8
3	S	4.42	50.0	0.0	-106.0	8.3	1551.7	17270	487.8
4	S	4.42	50.0	0.0	-106.0	8.3	1551.7	17270	487.8
5	S	4.42	50.0	0.0	-106.0	8.3	1551.7	17270	487.8
6	S	4.42	50.0	0.0	-106.0	8.3	1551.7	17270	487.8
7	S	4.42	50.0	0.0	-106.0	8.3	1551.7	17270	487.8
8	S	4.42	50.0	0.0	-106.0	8.3	1551.7	17270	487.8
9	S	4.42	50.0	0.0	-106.0	8.3	1551.7	17270	487.8
10	S	2.09	50.0	0.0	-47.1	8.3	1561.7	17270	487.8

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	-0.00070	0	0.500	20.0	73	0.00032 (0.00032)	368	0.117 (0.20)	0.00	2535.82
2	S	-0.00070	0	0.500	20.0	73	0.00032 (0.00032)	368	0.117 (0.20)	0.00	2535.82
3	S	-0.00070	0	0.500	20.0	73	0.00032 (0.00032)	368	0.117 (0.20)	0.00	2535.82
4	S	-0.00070	0	0.500	20.0	73	0.00032 (0.00032)	368	0.117 (0.20)	0.00	2535.82
5	S	-0.00070	0	0.500	20.0	73	0.00032 (0.00032)	368	0.117 (0.20)	0.00	2535.82
6	S	-0.00070	0	0.500	20.0	73	0.00032 (0.00032)	368	0.117 (0.20)	0.00	2535.82
7	S	-0.00070	0	0.500	20.0	73	0.00032 (0.00032)	368	0.117 (0.20)	0.00	2535.82
8	S	-0.00070	0	0.500	20.0	73	0.00032 (0.00032)	368	0.117 (0.20)	0.00	2535.82
9	S	-0.00070	0	0.500	20.0	73	0.00032 (0.00032)	368	0.117 (0.20)	0.00	2535.82
10	S	-0.00031	0	0.500	20.0	75	0.00014 (0.00014)	375	0.053 (0.20)	0.00	2594.36

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	2.09	50.0	0.0	-47.1	8.3	1561.7	17270	487.8

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	-0.00031	0	0.500	20.0	75	0.00014 (0.00014)	375	0.053 (0.20)	0.00	2594.36

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 1.40 x15.10 m

Armatura verticale

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

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

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 20/20$ (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 $9\phi 10/mq$.

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	50 di 63

Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
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	1510.0
3	140.0	1510.0
4	140.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	9.0	9.0	26
2	9.0	1501.0	26
3	131.0	1501.0	26
4	131.0	9.0	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	148	26
2	3	4	148	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 1.4 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	14970.21	7476.73	12006.27	663.82	5708.21
2	14040.74	17893.84	12006.27	663.82	5708.21
3	11238.81	6055.18	12006.27	663.82	5708.21

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	51 di 63

4	13796.39	7121.35	16090.83	663.82	6377.81
5	13200.03	13880.54	16090.83	663.82	6377.81
6	11238.81	6055.18	12006.27	663.82	5708.21
7	13796.39	8290.72	12006.27	855.52	5708.21
8	13200.03	15049.91	12006.27	855.52	5708.21
9	11238.81	6055.18	12006.27	663.82	5708.21
10	11238.81	5929.00	12006.27	674.02	5708.21
11	11904.23	6292.53	9185.49	575.77	4218.67
12	10974.75	16709.64	9185.49	575.77	4218.67
13	8172.83	4870.98	9185.49	575.77	4218.67
14	10730.40	5937.14	13270.05	575.77	4888.27
15	10730.40	5937.14	13270.05	575.77	4888.27
16	10134.04	12696.34	13270.05	575.77	4888.27
17	8172.83	4870.98	9185.49	575.77	4218.67
18	10730.40	7106.51	9185.49	767.47	4218.67
19	10134.04	13865.71	9185.49	767.47	4218.67
20	8172.83	4870.98	5711.26	575.77	3097.95
21	8399.49	4732.45	27324.64	647.03	8086.34
22	7946.16	4598.66	27376.18	647.03	8086.34
23	8814.59	11892.20	11313.53	1733.18	3981.45
24	8361.26	11758.41	11365.07	1733.18	3981.45
25	9481.16	5272.38	11253.40	675.43	3981.45
26	7970.09	4826.42	11425.20	675.43	3981.45

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	8172.83	4376.31	7916.28
2	10936.83	5117.09	8189.23
3	10248.33	12833.46	8189.23
4	8172.83	4064.09	8189.23
5	10067.33	4853.84	11214.83
6	9625.58	9860.65	11214.83
7	8172.83	4064.09	8189.23
8	10067.33	5720.04	8189.23
9	9625.58	10726.85	8189.23
10	8172.83	4064.09	5615.73

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	10245.83	3362.88 (12606.54)	7477.62 (28031.63)
2	9729.45	9150.16 (29961.55)	7477.62 (24484.94)
3	8172.83	2573.13 (8846.31)	7477.62 (25707.76)
4	9593.70	3165.44 (8062.07)	9746.82 (24824.21)
5	9262.39	6920.55 (16570.04)	9746.82 (23337.05)
6	8172.83	2573.13 (8846.31)	7477.62 (25707.76)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	52 di 63

7	9593.70	3815.09 (13715.29)	7477.62 (26882.13)
8	9262.39	7570.20 (24969.01)	7477.62 (24663.65)
9	8172.83	2573.13 (8846.31)	7477.62 (25707.76)
10	8172.83	2636.13 (14629.91)	5342.78 (29651.16)

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	8172.83	2641.37 (8046.79)	8189.23 (24948.10)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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	14970.21	7476.73	12006.27	14969.92	30019.16	48194.54	4.011592.8(634.2)	
2	S	14040.74	17893.84	12006.27	14040.49	70894.62	47489.76	3.961592.8(634.2)	
3	S	11238.81	6055.18	12006.27	11238.69	23271.67	45958.99	3.831592.8(634.2)	
4	S	13796.39	7121.35	16090.83	13796.21	21158.70	47511.79	2.961592.8(634.2)	
5	S	13200.03	13880.54	16090.83	13199.73	41012.64	47100.25	2.941592.8(634.2)	
6	S	11238.81	6055.18	12006.27	11238.69	23271.67	45958.99	3.831592.8(634.2)	
7	S	13796.39	8290.72	12006.27	13796.54	32832.81	47479.08	3.961592.8(634.2)	
8	S	13200.03	15049.91	12006.27	13199.99	58887.84	47043.70	3.911592.8(634.2)	
9	S	11238.81	6055.18	12006.27	11238.69	23271.67	45958.99	3.831592.8(634.2)	
10	S	11238.81	5929.00	12006.27	11238.53	22712.24	45961.58	3.831592.8(634.2)	
11	S	11904.23	6292.53	9185.49	11903.97	31900.10	46342.99	5.051592.8(634.2)	
12	S	10974.75	16709.64	9185.49	10974.54	82912.12	45591.58	4.961592.8(634.2)	
13	S	8172.83	4870.98	9185.49	8172.96	23157.23	44105.02	4.791592.8(634.2)	
14	S	10730.40	5937.14	13270.05	10730.26	20411.45	45657.51	3.441592.8(634.2)	
15	S	10730.40	5937.14	13270.05	10730.26	20411.45	45657.51	3.441592.8(634.2)	
16	S	10134.04	12696.34	13270.05	10133.94	43173.24	45249.65	3.411592.8(634.2)	
17	S	8172.83	4870.98	9185.49	8172.96	23157.23	44105.02	4.791592.8(634.2)	
18	S	10730.40	7106.51	9185.49	10730.66	34996.77	45627.23	4.951592.8(634.2)	
19	S	10134.04	13865.71	9185.49	10134.19	67526.37	45163.90	4.881592.8(634.2)	
20	S	8172.83	4870.98	5711.26	8172.62	37505.37	44080.67	7.711592.8(634.2)	
21	S	8399.49	4732.45	27324.64	8399.46	7641.91	44274.98	1.621592.8(634.2)	
22	S	7946.16	4598.66	27376.18	7945.99	7565.24	44000.53	1.611592.8(634.2)	
23	S	8814.59	11892.20	11313.53	8814.50	47006.16	44441.07	3.941592.8(634.2)	

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	53 di 63

24	S	8361.26	11758.41	11365.07	8361.45	45956.90	44170.55	3.901592.8(634.2)
25	S	9481.16	5272.38	11253.40	9481.17	20901.92	44901.32	3.991592.8(634.2)
26	S	7970.09	4826.42	11425.20	7970.21	18822.72	43980.13	3.861592.8(634.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
	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	140.0	1510.0	0.00143	131.0	1501.0	-0.02735	9.0	9.0
2	0.00350	140.0	1510.0	0.00184	131.0	1501.0	-0.02227	9.0	9.0
3	0.00350	140.0	1510.0	0.00123	131.0	1501.0	-0.03020	9.0	9.0
4	0.00350	140.0	1510.0	0.00129	131.0	1501.0	-0.02925	9.0	9.0
5	0.00350	140.0	1510.0	0.00151	131.0	1501.0	-0.02651	9.0	9.0
6	0.00350	140.0	1510.0	0.00123	131.0	1501.0	-0.03020	9.0	9.0
7	0.00350	140.0	1510.0	0.00143	131.0	1501.0	-0.02748	9.0	9.0
8	0.00350	140.0	1510.0	0.00171	131.0	1501.0	-0.02403	9.0	9.0
9	0.00350	140.0	1510.0	0.00123	131.0	1501.0	-0.03020	9.0	9.0
10	0.00350	140.0	1510.0	0.00122	131.0	1501.0	-0.03027	9.0	9.0
11	0.00350	140.0	1510.0	0.00136	131.0	1501.0	-0.02847	9.0	9.0
12	0.00350	140.0	1510.0	0.00188	131.0	1501.0	-0.02193	9.0	9.0
13	0.00350	140.0	1510.0	0.00112	131.0	1501.0	-0.03172	9.0	9.0
14	0.00350	140.0	1510.0	0.00117	131.0	1501.0	-0.03089	9.0	9.0
15	0.00350	140.0	1510.0	0.00117	131.0	1501.0	-0.03089	9.0	9.0
16	0.00350	140.0	1510.0	0.00145	131.0	1501.0	-0.02751	9.0	9.0
17	0.00350	140.0	1510.0	0.00112	131.0	1501.0	-0.03172	9.0	9.0
18	0.00350	140.0	1510.0	0.00136	131.0	1501.0	-0.02852	9.0	9.0
19	0.00350	140.0	1510.0	0.00171	131.0	1501.0	-0.02412	9.0	9.0
20	0.00350	140.0	1510.0	0.00132	131.0	1501.0	-0.02925	9.0	9.0
21	0.00350	140.0	1510.0	0.00088	131.0	1501.0	-0.03479	9.0	9.0
22	0.00350	140.0	1510.0	0.00086	131.0	1501.0	-0.03505	9.0	9.0
23	0.00350	140.0	1510.0	0.00145	131.0	1501.0	-0.02753	9.0	9.0
24	0.00350	140.0	1510.0	0.00142	131.0	1501.0	-0.02789	9.0	9.0
25	0.00350	140.0	1510.0	0.00114	131.0	1501.0	-0.03144	9.0	9.0
26	0.00350	140.0	1510.0	0.00105	131.0	1501.0	-0.03270	9.0	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	0.000229132	0.000000558	-0.029421112	----	----
2	0.000183052	0.000001191	-0.023926106	----	----
3	0.000252085	0.000000448	-0.032468079	----	----
4	0.000245303	0.000000412	-0.031464457	----	----
5	0.000220530	0.000000748	-0.028503931	----	----
6	0.000252085	0.000000448	-0.032468079	----	----
7	0.000229548	0.000000606	-0.029551603	----	----
8	0.000198386	0.000001028	-0.025825940	----	----
9	0.000252085	0.000000448	-0.032468079	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	54 di 63

10	0.000252754	0.000000440	-0.032550464	----	----
11	0.000237173	0.000000598	-0.030607867	----	----
12	0.000178316	0.000001379	-0.023546563	----	----
13	0.000263646	0.000000458	-0.034101259	----	----
14	0.000257981	0.000000397	-0.033216109	----	----
15	0.000257981	0.000000397	-0.033216109	----	----
16	0.000227497	0.000000802	-0.029561047	----	----
17	0.000263646	0.000000458	-0.034101259	----	----
18	0.000236917	0.000000658	-0.030661683	----	----
19	0.000197334	0.000001176	-0.025901955	----	----
20	0.000241773	0.000000721	-0.031437008	----	----
21	0.000290829	0.000000126	-0.037406730	----	----
22	0.000292803	0.000000126	-0.037682837	----	----
23	0.000226873	0.000000871	-0.029577348	----	----
24	0.000229759	0.000000859	-0.029963713	----	----
25	0.000261976	0.000000412	-0.033798629	----	----
26	0.000272178	0.000000360	-0.035148317	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
 Passo staffe: 1.4 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 Lunghezza 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	5709.81	63817.57	8824.81134.6	125.6	1510.3	2.500	1.038	46.5	71.8(0.0)
2	S	5712.41	63478.61	8802.44134.3	125.3	1509.5	2.500	1.035	46.6	71.8(0.0)
3	S	5709.38	63416.21	8849.85135.0	126.0	1510.2	2.500	1.028	46.3	71.8(0.0)
4	S	6378.92	63719.86	8837.00134.8	125.8	1510.2	2.500	1.035	51.8	71.8(0.0)
5	S	6380.03	63574.89	8828.48134.7	125.7	1510.4	2.500	1.033	51.9	71.8(0.0)
6	S	5709.38	63416.21	8849.85135.0	126.0	1510.2	2.500	1.028	46.3	71.8(0.0)
7	S	5710.45	63673.95	8829.93134.7	125.7	1510.3	2.500	1.035	46.4	71.8(0.0)
8	S	5712.57	63443.93	8815.65134.5	125.5	1509.5	2.500	1.033	46.5	71.8(0.0)
9	S	5709.38	63416.21	8849.85135.0	126.0	1510.2	2.500	1.028	46.3	71.8(0.0)
10	S	5709.38	63418.18	8850.16135.0	126.0	1510.2	2.500	1.028	46.3	71.8(0.0)
11	S	4220.11	63461.49	8841.23134.9	125.9	1510.3	2.500	1.030	34.3	71.8(0.0)
12	S	4223.00	63092.65	8814.55134.5	125.5	1509.5	2.500	1.028	34.4	71.8(0.0)
13	S	4219.66	63055.65	8866.09135.2	126.2	1510.2	2.500	1.021	34.2	71.8(0.0)
14	S	4889.15	63363.36	8853.67135.0	126.0	1510.2	2.500	1.027	39.7	71.8(0.0)
15	S	4889.15	63363.36	8853.67135.0	126.0	1510.2	2.500	1.027	39.7	71.8(0.0)
16	S	4890.27	63218.95	8845.00134.9	125.9	1510.4	2.500	1.025	39.7	71.8(0.0)
17	S	4219.66	63055.65	8866.09135.2	126.2	1510.2	2.500	1.021	34.2	71.8(0.0)
18	S	4220.78	63316.24	8846.19134.9	125.9	1510.4	2.500	1.027	34.3	71.8(0.0)
19	S	4223.17	63069.45	8829.53134.7	125.7	1509.5	2.500	1.025	34.3	71.8(0.0)
20	S	3099.66	63011.02	8858.91135.1	126.1	1510.4	2.500	1.021	25.1	71.8(0.0)
21	S	8086.62	63134.99	8873.29135.3	126.3	1510.1	2.500	1.021	65.4	71.8(0.0)
22	S	8086.61	63080.12	8875.50135.3	126.3	1510.1	2.500	1.020	65.4	71.8(0.0)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	55 di 63

23	S	3988.08	63049.63	8849.80135.0	126.0	1510.5	2.500	1.022	32.4	71.8(0.0)
24	S	3987.91	63004.30	8853.36135.0	126.0	1510.5	2.500	1.021	32.3	71.8(0.0)
25	S	3982.51	63216.44	8860.24135.1	126.1	1510.2	2.500	1.024	32.3	71.8(0.0)
26	S	3982.34	63042.56	8868.99135.3	126.3	1510.2	2.500	1.020	32.2	71.8(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	2.27	140.0	1510.0	-42.3	9.0	9.0	36730	796.4
2	S	2.35	140.0	1510.0	-33.5	9.0	9.0	31582	796.4
3	S	2.61	140.0	1510.0	-40.5	9.0	9.0	23826	658.4
4	S	2.33	140.0	1510.0	-44.8	9.0	9.0	37585	796.4
5	S	3.16	140.0	1510.0	-66.3	9.0	9.0	39042	796.4
6	S	3.35	140.0	1510.0	-71.4	9.0	9.0	36030	796.4
7	S	2.33	140.0	1510.0	-44.8	9.0	9.0	37585	796.4
8	S	2.38	140.0	1510.0	-37.4	9.0	9.0	32776	796.4
9	S	2.55	140.0	1510.0	-42.0	9.0	9.0	28691	791.1
10	S	1.63	140.0	1510.0	-20.7	9.0	9.0	28718	796.4

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 fctm 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 Smax / Es [(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
1	S	-0.00024	0	0.500	26.0	77	0.00013 (0.00013)	466	0.059 (0.20)	13527.30	24469.45
2	S	-0.00019	0	0.500	26.0	77	0.00010 (0.00010)	437	0.044 (0.20)	16840.38	26950.84
3	S	-0.00023	0	0.500	26.0	77	0.00012 (0.00012)	422	0.051 (0.20)	36112.10	23043.70
4	S	-0.00025	0	0.500	26.0	77	0.00013 (0.00013)	470	0.063 (0.20)	12095.15	24372.02
5	S	-0.00037	0	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	478	0.095 (0.20)	10290.21	23775.63
6	S	-0.00040	0	0.500	26.0	77	0.00021 (0.00021)	462	0.099 (0.20)	19523.90	22205.16
7	S	-0.00025	0	0.500	26.0	77	0.00013 (0.00013)	470	0.063 (0.20)	12095.15	24372.02
8	S	-0.00021	0	0.500	26.0	77	0.00011 (0.00011)	444	0.050 (0.20)	17927.38	25666.18
9	S	-0.00023	0	0.500	26.0	77	0.00013 (0.00013)	422	0.053 (0.20)	30437.01	23236.62
10	S	-0.00012	0	0.500	26.0	77	0.00006 (0.00006)	421	0.026 (0.20)	20102.26	27777.20

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.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	56 di 63

1	S	2.11	140.0	1510.0	-29.0	9.0	9.0	32382	796.4
2	S	2.29	140.0	1510.0	-34.0	9.0	9.0	27170	775.2
3	S	2.09	140.0	1510.0	-37.1	9.0	9.0	37665	796.4
4	S	2.71	140.0	1510.0	-53.0	9.0	9.0	39092	796.4
5	S	2.85	140.0	1510.0	-56.7	9.0	9.0	36404	796.4
6	S	2.09	140.0	1510.0	-37.1	9.0	9.0	37665	796.4
7	S	2.12	140.0	1510.0	-31.7	9.0	9.0	33370	796.4
8	S	2.25	140.0	1510.0	-35.1	9.0	9.0	30128	796.4
9	S	2.09	140.0	1510.0	-37.1	9.0	9.0	37665	796.4
10	S	1.51	140.0	1510.0	-17.7	9.0	9.0	29239	796.4

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	-0.00016	0	0.500	26.0	77	0.00009 (0.00009)	442	0.038 (0.20)	12606.54	28031.63
2	S	-0.00019	0	0.500	26.0	77	0.00010 (0.00010)	417	0.042 (0.20)	29961.55	24484.94
3	S	-0.00021	0	0.500	26.0	77	0.00011 (0.00011)	471	0.052 (0.20)	8846.31	25707.76
4	S	-0.00030	0	0.500	26.0	77	0.00016 (0.00016)	479	0.076 (0.20)	8062.07	24824.21
5	S	-0.00032	0	0.500	26.0	77	0.00017 (0.00017)	464	0.079 (0.20)	16570.04	23337.05
6	S	-0.00021	0	0.500	26.0	77	0.00011 (0.00011)	471	0.052 (0.20)	8846.31	25707.76
7	S	-0.00018	0	0.500	26.0	77	0.00010 (0.00010)	447	0.043 (0.20)	13715.29	26882.13
8	S	-0.00020	0	0.500	26.0	77	0.00011 (0.00011)	429	0.045 (0.20)	24969.01	24663.65
9	S	-0.00021	0	0.500	26.0	77	0.00011 (0.00011)	471	0.052 (0.20)	8846.31	25707.76
10	S	-0.00010	0	0.500	26.0	77	0.00005 (0.00005)	424	0.023 (0.20)	14629.91	29651.16

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	2.28	140.0	1510.0	-44.0	9.0	9.0	38985	796.4

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	-0.00025	0	0.500	26.0	77	0.00013 (0.00013)	478	0.063 (0.20)	8046.79	24948.10

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 :

$$N_{\max} = 5393 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$T_{\max} = 597 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$N_{\max} = 4188 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$T_{\max} = 746 \text{ kN (CC. SLV)}$$

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.

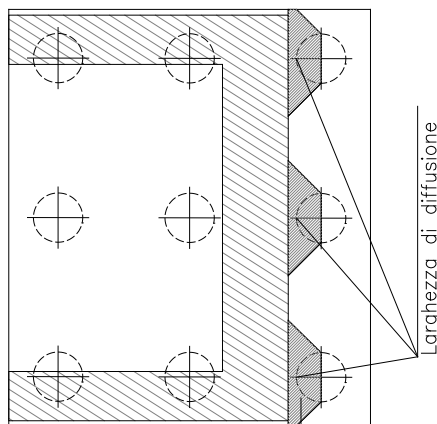
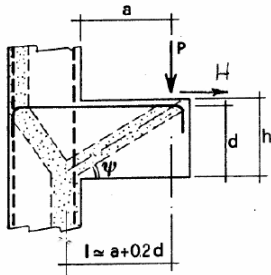


Figura 3 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale

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 PUNTOLE.



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

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

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

P_{Rc} : 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

- $P_R \geq P_{Ed}$
- $P. > P$

Dati di progetto

$b(m) =$	1.20	m	dimensione trasversale verifica
$P_{Ed} (KN) =$	5393.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
$H_{Ed} (KN) =$	597.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
$a(m) =$	0.40	m	distanza P da incastro
$h(m) =$	1.50	m	spessore mensola
$\delta(m) =$	0.12	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
$d(m) =$	1.38	m	altezza utile
$l(m) =$	0.68	m	$a + 0,2d$
$\lambda =$	0.54		$\lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d)$

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						
$n^\circ R1 =$	1	$\phi 1 (mm) =$	24.0	$p1 (cm) =$	10.0	$\theta 1^\circ =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	452.39	$nb \text{ tot } 1 =$	12.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	5428.67	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	5428.67
Registro tipo	R2						
$n^\circ R2 =$	1	$\phi 2 (mm) =$	24.0	$p2 (cm) =$	10.0	$\theta 2^\circ =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	452.39	$nb \text{ tot } 2 =$	12.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	5428.67	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	5428.67
Registro tipo	R3						
$n^\circ R3 =$	0	$\phi 3 (mm) =$	24.0	$p3 (cm) =$	10.0	$\theta 3^\circ =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	452.39	$nb \text{ tot } 3 =$	0.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	0.00	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	0.00

Verifiche di resistenza

$\Psi =$	1.072	rad	$=$	61.44	$^\circ$
$P_{Rs} =$	6702.8	KN	$P_{Rs} > P_{Ed}$ - Verifica Soddisfatta		
$P_{Rc} =$	7205.3	KN	$P_{Rc} > P_{Rs}$ - Verifica Soddisfatta		

4.9.4 Palo di fondazione

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

$$M = T * \alpha$$

$\alpha = 3.0$ (vedi relazione geotecnica)

Nz,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	Ty,A [kN]
5393	1791		597
979	1791		597
4188	2239		746
237	2239		746

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\varnothing 120$ cm

$$A_s = 30 + 30\phi 26 \quad \text{staffe } \phi 12/20$$

La lunghezza del palo è pari a $L = 36.00$ m

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
	ACCIAIO -	Tipo:
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	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	60 di 63

Raggio circ.: 60.0 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	51.5	30	26
2	0.0	0.0	46.5	30	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 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	5393.00	1791.00	0.00	597.00	0.00
2	979.00	1791.00	0.00	597.00	0.00
3	4188.00	2239.00	0.00	746.00	0.00
4	237.00	2239.00	0.00	746.00	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	3844.00	1226.00	0.00
2	1056.00	1226.00	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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	61 di 63

N° Comb.	N	Mx	My
1	3622.00	1143.00 (1424.79)	0.00 (0.00)
2	1130.00	1143.00 (812.20)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 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
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 [cm ²]. [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	5393.00	1791.00	0.00	5392.93	5424.87	0.00	3.03	318.6(33.9)
2	S	979.00	1791.00	0.00	978.75	4958.59	0.00	2.77	318.6(33.9)
3	S	4188.00	2239.00	0.00	4187.77	5365.16	0.00	2.40	318.6(33.9)
4	S	237.00	2239.00	0.00	237.21	4821.68	0.00	2.15	318.6(33.9)

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	0.0	60.0	0.00298	0.0	51.5	-0.00326	0.0	-51.5
2	0.00350	0.0	60.0	0.00281	0.0	51.5	-0.00552	0.0	-51.5
3	0.00350	0.0	60.0	0.00295	0.0	51.5	-0.00375	0.0	-51.5
4	0.00350	0.0	60.0	0.00277	0.0	51.5	-0.00605	0.0	-51.5

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	0.000060645	-0.000138705	----	----
2	0.000000000	0.000080887	-0.001353200	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	62 di 63

3	0.000000000	0.000065000	-0.000400017	----	----
4	0.000000000	0.000085689	-0.001641353	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 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 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
1	S	597.00	2484.01	1569.80	93.3 74.6	109.2	2.500	1.250	8.2	21.5(0.0)
2	S	597.00	2272.70	1689.46	93.9 80.2	109.3	2.500	1.061	7.6	21.5(0.0)
3	S	746.00	2540.66	1599.20	93.3 76.0	109.6	2.500	1.250	10.0	21.5(0.0)
4	S	746.00	2188.17	1715.57	94.4 81.5	108.4	2.500	1.015	9.4	21.5(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	7.38	0.0	1510.0	-34.2	0.0	-51.5	526	15.9
2	S	6.64	0.0	1510.0	-105.0	0.0	-51.5	1422	63.7

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 fctm

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 Coprifero [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 Smax / Es [(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]

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW02 00 002	C	63 di 63

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00023	0	0.500	26.0	72	0.00010 (0.00010)	391	0.040 (0.20)	1408.48	0.00
2	S	-0.00060	0	0.500	26.0	72	0.00031 (0.00031)	343	0.108 (0.20)	792.31	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	6.89	0.0	1510.0	-31.2	0.0	-51.5	526	15.9
2	S	6.23	0.0	1510.0	-93.3	0.0	-51.5	1376	63.7

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	-0.00021	0	0.500	26.0	72	0.00009 (0.00009)	391	0.037 (0.20)	1424.79	0.00
2	S	-0.00054	0	0.500	26.0	72	0.00028 (0.00028)	340	0.095 (0.20)	812.20	0.00