

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO**

OPERE D'ARTE MAGGIORI

VI-04 PONTE SUL FOSSO DIAVOLONI
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

SCALA:

-

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

NN1X 00 D 09 CL VI0404 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	A. Polastri	Sett. 2020	S. Di Spigno	Sett. 2020	M. D'Avino	Sett. 2020	A. Vitoz	Sett. 2020

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili - Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vitoz
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno
N° A20788

File: NN1X00D09CLVI0404001A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	GENERALITÀ.....	5
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
1.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	7
1.3	MATERIALI.....	8
1.3.1	<i>Calcestruzzo per fondazioni e micropali.....</i>	<i>8</i>
1.3.2	<i>Calcestruzzo per elevazione sottostrutture.....</i>	<i>9</i>
1.3.3	<i>Acciaio micropalo.....</i>	<i>10</i>
1.3.4	<i>Acciaio B450C.....</i>	<i>10</i>
1.4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	10
2	ANALISI DEI CARICHI.....	11
2.1	PERMANENTI (G1).....	11
2.2	PERMANENTI PORTATI (G2).....	11
2.3	AZIONI TERMICHE – (TEMP SLU).....	11
2.4	VENTO (WK).....	12
2.5	AZIONI VERTICALI DA TRAFFICO FERROVIARIO (LM71-SW2).....	12
2.6	SERPEGGIO (SERP).....	13
2.7	RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI (RPV).....	13
2.8	INTERAZIONE BINARIO – STRUTTURA.....	13
2.9	AZIONE SISMICA (E).....	14
2.9.1	<i>Valutazione dei parametri di pericolosità.....</i>	<i>14</i>
2.9.2	<i>Inerzia terrapieno.....</i>	<i>16</i>
2.9.3	<i>Inerzie strutturali.....</i>	<i>16</i>
3	CRITERI DI VERIFICA.....	17
3.1	CRITERI DI VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO.....	17
3.1.1	<i>Verifica di resistenza a presso-flessione.....</i>	<i>17</i>
3.1.2	<i>Verifica di resistenza a taglio.....</i>	<i>17</i>

3.2	CRITERI DI VERIFICA ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO	17
3.2.1	<i>Verifica a fessurazione</i>	17
3.2.2	<i>Verifica per le tensioni in esercizio</i>	18
4	CALCOLO SPALLA A	19
4.1.1	<i>Spinte sulla spalla in condizioni statiche</i>	27
4.1.2	<i>Azioni in condizione statiche trasmesse dall'impalcato</i>	27
4.1.3	<i>Combinazioni manuali statiche</i>	27
4.1.4	<i>Azioni caratteristiche statiche</i>	28
4.1.5	<i>Spinte sulla spalla in condizioni sismiche:</i>	28
4.1.6	<i>Azioni in condizione sismiche trasmesse dall'impalcato</i>	28
4.1.7	<i>Combinazioni manuali sismiche</i>	29
4.1.8	<i>Azioni caratteristiche sismiche</i>	29
4.2	COMBINAZIONI.....	30
4.3	SOLLECITAZIONI.....	34
4.3.1	<i>Sollecitazioni base plinto</i>	34
4.3.2	<i>Sollecitazioni micropali</i>	36
4.3.3	<i>Sollecitazioni zattera fondazione</i>	38
4.3.4	<i>Sollecitazioni muro frontale</i>	41
4.3.5	<i>Sollecitazioni paraghiaia</i>	43
4.3.6	<i>Sollecitazioni muro di risvolto</i>	45
4.4	VERIFICHE	47
4.4.1	<i>Verifica strutturale micropalo</i>	47
4.4.2	<i>Verifiche plinto di fondazione</i>	47
4.4.3	<i>Verifiche muro frontale</i>	53
4.4.4	<i>Verifiche paraghiaia</i>	59



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO

COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO

TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	4 di 70

4.4.5	Verifiche muro di risvolto.....	64
5	INCIDENZE.....	69
6	APPENDICE	70
6.1	VALIDAZIONE DEL MODELLO.....	70

1 GENERALITÀ

Oggetto del presente documento sono i calcoli relativi alla spalla A del Ponte sul Fosso Diavoloni al km.7+931.40, previsto nell'ambito del progetto definitivo per A.I. del Prolungamento della Metropolitana di Salerno, in particolare della tratta Salerno- Battipaglia. L'opera in questione è individuata con la WBS VI04.

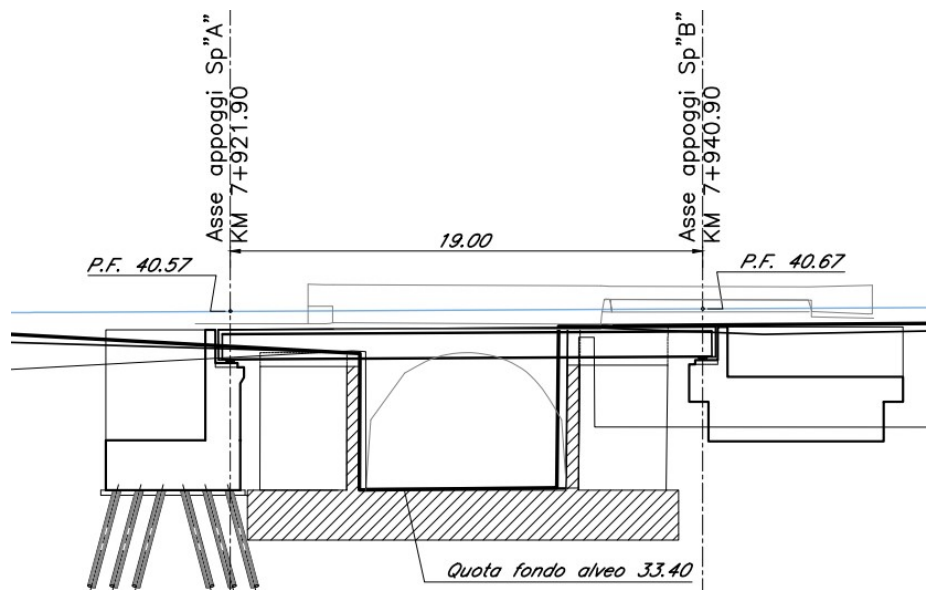


Figura 1: Prospetto ponte sul fosso Diavoloni

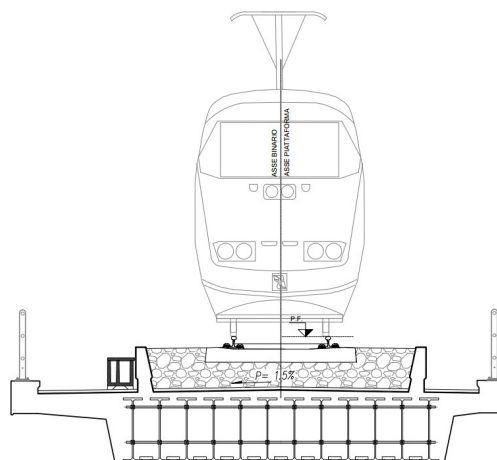


Figura 2: Sezione trasversale impalcato

L’opera consiste in un viadotto ad una sola campata, realizzato con impalcato in travi in acciaio incorporate nel cls, di luce 19.00m in asse appoggi. L’andamento planimetrico dell’asse di progetto del binario è in rettilineo.

L’impalcato accoglie una piattaforma di larghezza costante pari a 7.72m. Il progetto prevede l’installazione su entrambi i marciapiedi di mancorrenti, sebbene i cordoli siano adeguati ad ospitare l’attacco di barriere antirumore che rispettano gli standard RFI.

La spalla A poggia su una fondazione con 48 micropali diametro 300mm.

L’altezza del paramento a tergo del terreno è di 3.10 m, spessore del fusto di 1.40 m. La trave paraghiaia che contiene il terreno immediatamente a ridosso dell’impalcato ha uno spessore di 0.40m per un’altezza di 1.33 m.

La sezione e la pianta della spalla in esame è riportata in Figura 3; per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

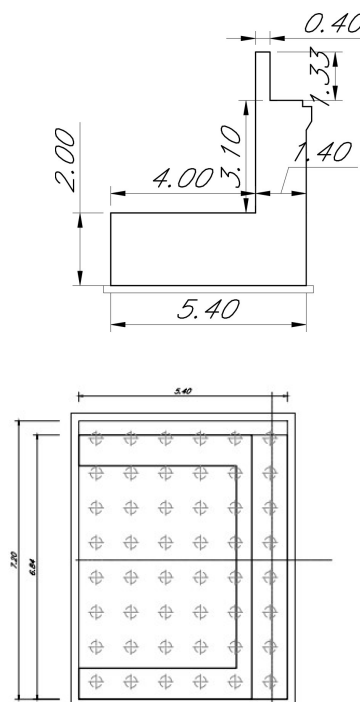


Figura 3: Spalla A – sezione e pianta

Al fine di mitigare il rischio di corrosione indotta da cloruri rilevati nelle acque di falda, le sottostrutture (pali e plinti di fondazione) saranno realizzate con una classe di resistenza del calcestruzzo C32/40, coerentemente con l'adozione della classe di esposizione XD2 (cfr UNI-11104-2017).

Si sottolinea che tutte le verifiche sono effettuate, a favore di sicurezza, considerando comunque una classe di resistenza del calcestruzzo C25/30. Infine, si rimanda alle fasi progettuali successive per quanto concerne ulteriori indagini atte ad accertare l’effettiva presenza e concentrazione di cloruri nelle acque di falda.



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	7 di 70

1.1 Normativa di riferimento

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative.

- [N1] Legge 5/11/1971, n.1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica.
- [N2] D. M. Min. II. TT. del 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) – Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- [N3] CIRCOLARE 21 gennaio 2019 , n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- [N4] RFI DTC SICS MA IFS 001 C - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [N5] RFI DTC SICS SP IFS 001 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- [N6] Eurocodice EN 1997-1: Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- [N7] Eurocodice EN 1998-5: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazione, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- [N8] Regolamento (UE) N° 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 776/2019 della Commissione del 16 maggio 2019.

1.2 Documenti di riferimento

I documenti che verranno richiamati nel seguito sono:

- Rif. [1] Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni –NN1X01D09RBVI0104001A
Rif. [2] Relazione di calcolo impalcato a travi incorporate – NN1X01D09CLVI0409001A

1.3 Materiali

1.3.1 Calcestruzzo per fondazioni e micropali

Per le strutture in fondazione si adotta un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

Classe d'esposizione: XC2

C25/30: $f_{ck} \geq 25$ MPa $R_{ck} \geq 30$ MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	30	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24,90	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32,90	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16,60	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	14,11	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	2,56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1,79	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3,07	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,19	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	31447	N/mm ²

Tabella 1: Caratteristiche calcestruzzo fondazione e pali

1.3.2 Calcestruzzo per elevazione sottostrutture

Per le strutture in elevazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC4+XS1

C32/40: $f_{ck} \geq 32$ MPa $R_{ck} \geq 40$ MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33,20	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22,13	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18,81	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2,17	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3,72	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,45	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm ²

Tabella 2: Caratteristiche calcestruzzo strutture in elevazione

1.3.3 Acciaio micropalo

Si adotta acciaio tipo S235 per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$;

Tensione di progetto: $f_{yk} = 360 \text{ MPa}$;

Tensione di progetto: $f_{yk} = f_{yd} / \gamma_m$

in cui $\gamma_m = 1.15$ $f_{yd} = 360 / 1.15 = 223.8 \text{ MPa}$;

Modulo Elastico $E_s = 210'000 \text{ MPa}$.

1.3.4 Acciaio B450C

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC18 ([N2]), per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$;

Tensione di progetto: $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$;

Tensione di progetto: $f_{yk} = f_{yd} / \gamma_m$

in cui $\gamma_m = 1.15$ $f_{yd} = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ MPa}$;

Modulo Elastico $E_s = 210'000 \text{ MPa}$.

1.4 Inquadramento Geotecnico

Si rimanda alla Relazione geotecnica (Rif. [1]) la trattazione completa dei parametri geologici e geotecnici del terreno di fondazione. Per il terreno di ricoprimento dell'opera si utilizzerà un misto cementato su tutta la zona retrostante la spalla, fino al manufatto esistente. Si assume un peso specifico per questo terreno di 24 kN/m^3 .

2 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi agenti globalmente sulla struttura. Si precisa che è stato scelto di riempire la spalla e il terreno a tergo con un misto cementato, con l'obiettivo di annullare tutte le spinte del terreno sulla spalla.

2.1 Permanti (G1)

I pesi degli elementi strutturali sono dedotti utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m^3 , e 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 $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$.

2.2 Permanenti Portati (G2)

Si riporta una tabella riassuntiva dei carichi permanenti portati presenti sull'impalcato:

Analisi sovraccarichi permanenti portati

	Ripetizioni	Spessore	Larghezza	Area	Lunghezza	Volume	p(kN/mc-mq)	Peso (kN/m)
Cordoli	2			0.0868		0.1736	25	4.3
Ballast+ imp. sottoballast + arm.	1	0.8	4.1			3.28	18	59.0
Muri parballast	2			0.15		0.3	25	7.5
Canalette	1			0.1		0.1	25	2.5
Impermeabilizzazione marciapiede sx	1	0.055	1.56			0.086	23	2.0
Impermeabilizzazione marciapiede dx	1	0.055	1.13			0.062	23	1.4
Barriere antirumore	2		4			8	4	32.0
varie	1		1			1	1	1.0

sommano permanenti portati

110

Nel caso in esame, non si è fatta distinzione tra permanenti portati e carico del ballast, ma si è riunito tutto all'interno di uno stesso caso (Permanenti Portati) al quale è stato applicato il coefficiente 1.50 nelle verifiche allo SLU.

2.3 Azioni Termiche – (Temp SLU)

Si considera una variazione termica uniforme volumetrica per l'impalcato in acciaio pari a $+15 \text{ }^\circ\text{C}$. Nel modello SAP2000 è stata creata la combinazione Temp SLU che fornisce i valori massimi delle varie condizioni.



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO

COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO

TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	12 di 70

2.4 Vento (Wk)

L'azione del vento è stata distinta in:

- Vento su struttura scarica, ossia azione del vento sul ponte senza carichi mobili;
- Vento su struttura carica, ossia azione del vento sul ponte durante il transito dei veicoli.

Per l'azione del vento cautelativamente si prevedono 2.5 kN/mq applicati sulle superfici esposte della travata metallica e dei treni di carico (ripartendo con i coefficienti c_p da norma tra le due superfici).

2.5 Azioni verticali da traffico ferroviario (LM71-SW2)

L'analisi delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture è stata svolta eseguendo l'analisi delle condizioni di traffico sull'impalcato, secondo quelle che sono le prescrizioni delle istruzioni Italferr, utilizzando i tre modelli di carico LM71, SW/0 e SW/2.

Le analisi svolte prevedono due condizioni di traffico: normale (1 o 2 binari carichi con il modello LM71 o SW0) e pesante (1° binario caricato con LM71 o SW0 + 2° binario caricato con il modello SW/2). Le seguenti possibili combinazioni hanno lo scopo di massimizzare :

- La reazione verticale
- Il momento flettente trasversale.
- Il momento flettente longitudinale

I valori caratteristici sono stati amplificati tramite il coefficiente di adattamento α , che per i ponti di categoria "A" come in questo caso, valgono:

	LM71	SW0	SW2
α	1.1	1.1	1.0

Per la spalla e per le pile, il coefficiente dinamico viene assunto pari ad 1.

Tutto quanto sopra è stato sviluppato implementando un modello di calcolo agli elementi finiti di trave con il codice di calcolo SAP2000, che riproduce fedelmente la geometria reale delle campate con le varie eccentricità degli assi appoggi delle travi rispetto all'asse della spalla.

Ai fini dell'applicazione dei carichi sono state individuate due linee di carico (una delle quali con eccentricità di 8cm) sulle quali il codice di calcolo provvede a fra percorrere i modelli di treno prescritti dalla normativa



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	13 di 70

(condizione di carico pesante e normale), posizionandoli nel modo più sfavorevole secondo le linee di influenza delle varie sollecitazioni in tutte le sezioni del modello.

Tabella 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ /SW/0 ⁰)	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ /SW/0 ⁰)	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ /SW/0 ⁰)	-	1,0 (LM 71 ⁺⁺ /SW/0 ⁰)
	Primo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ /SW/0 ⁰)	0,75 (LM 71 ⁺⁺ /SW/0 ⁰)	1,0 SW/2
≥ 3	secondo	1,0 (LM 71 ⁺⁺ /SW/0 ⁰)	0,75 (LM 71 ⁺⁺ /SW/0 ⁰)	1,0 (LM 71 ⁺⁺ /SW/0 ⁰)
	Altri	-	0,75 (LM 71 ⁺⁺ /SW/0 ⁰)	-

⁽¹⁾ LM71⁺⁺/SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Procedendo in questo modo è stato possibile individuare le massime sollecitazioni agenti con associate le altre caratteristiche di sollecitazione congruenti.

2.6 Serpeggio (Serp)

Viene applicata a livello del binario, una forza orizzontale trasversale per ciascun binario caricato pari a 100kN, e combinata con i coefficienti previsti dalle norme.

2.7 Resistenze parassite nei vincoli (RPV)

E' stata portata in conto la resistenza parassita dei vincoli applicando un coefficiente di attrito pari al 3% dei carichi verticali agenti agli appoggi.

2.8 Interazione binario – struttura

Gli effetti dell'interazione vengono trascurati in favore di sicurezza. Trascurare tale effetto equivale a trasferire per intero le forze orizzontali di frenatura ed avviamento alle sottostrutture, rinunciando quindi all'effetto favorevole di ripartizione di una quota delle stesse ai rilevati mediante la continuità della rotaia.

Le azioni di frenatura ed avviamento dei treni si assumono uniformemente distribuite su tutta la lunghezza dell'impalcato.

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO					
	COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO					
SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	14 di 70

2.9 Azione Sismica (E)

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.

2.9.1 Valutazione dei parametri di pericolosità

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica conduce alla determinazione delle azioni sismiche di progetto da applicare sulla struttura in esame.

A tal fine è necessario definire la localizzazione geografica del sito, la classe d'uso e la vita nominale dell'opera strutturale (VN), quest'ultima intesa come il numero di anni nel quale la struttura, soggetta ad una manutenzione ordinaria, assolva alla funzione per la quale è stata progettata.

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $VN = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h") ed una classe d'uso III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono valutati in relazione ad un periodo di riferimento V_R calcolato come il prodotto tra la vita nominale V_n ed il coefficiente d'uso C_u :

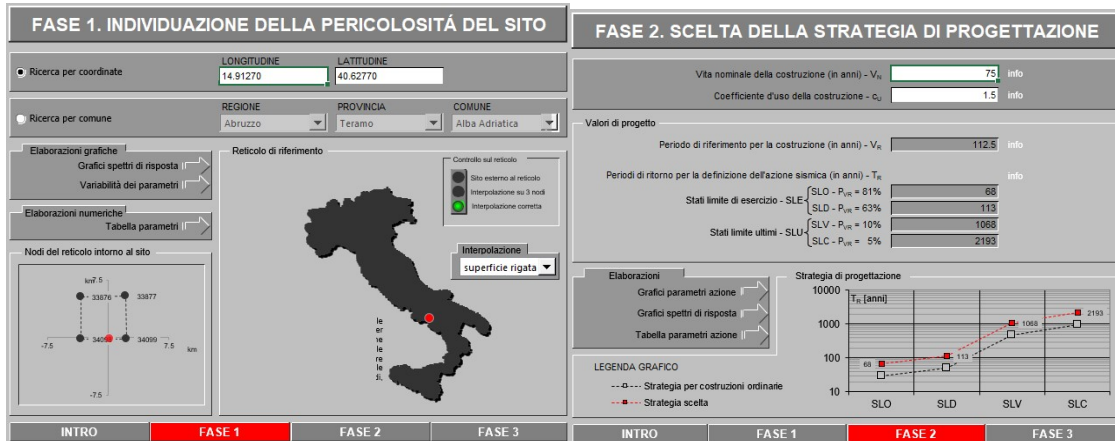
$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

Altri parametri che concorrono alla valutazione delle azioni sismiche sono riportati di seguito:

- Categoria sottosuolo **C**
- Categoria topografica **T1**

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 17.01.18, si ottiene per il sito in esame:



I valori dei funzionali dello spettro di risposta sismica (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono riportati in Tabella 3:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0.052	2.455	0.344
SLD	113	0.063	2.525	0.371
SLV	1068	0.131	2.701	0.480
SLC	2193	0.159	2.779	0.521

Tabella 3: valori dei funzionali dello spettro di risposta sismica

In cui:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno al piano campagna, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- S coefficiente che contempla l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

In Tabella 4 si riportano i valori dei funzionali e le coordinate dei punti del solo spettro di risposta sismica relativo allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV):

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_s	0.131 g
F_q	2.701
T_c	0.480 s
S_s	1.487
C_c	1.338
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.487
η	1.000
T_B	0.214 s
T_C	0.642 s
T_N	2.125 s

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.195
T_B ←	0.214	0.528
T_C ←	0.642	0.528
	0.712	0.475
	0.783	0.432
	0.854	0.397
	0.924	0.366
	0.995	0.340
	1.066	0.318
	1.136	0.298
	1.207	0.281
	1.278	0.265
	1.348	0.251
	1.419	0.239
	1.490	0.227
	1.560	0.217

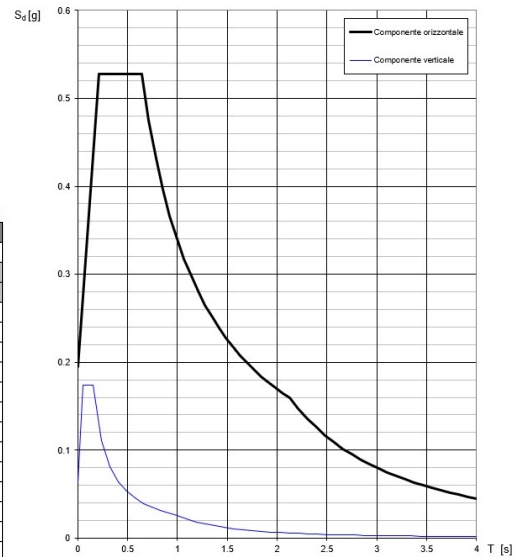


Tabella 4: Parametri spettro di risposta sismica allo SLV

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudo statico, si eseguirà un calcolo elastico assumendo un fattore di struttura unitario. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nel caso delle spalle connesse all'impalcato mediante appoggi scorrevoli, le forze di inerzia agenti sulla massa della struttura e del terreno presente sulla sua fondazione saranno valutate applicando l'accelerazione massima al suolo $a_g S$.

2.9.2 Inerzia terrapieno

Si valutano le inerzie legate alla massa del terrapieno confinato a tergo:

$$F_{i,T} = k_h \cdot W_{terr} \text{ (si rimanda alle tabelle seguenti "azioni sulla spalla")}$$

2.9.3 Inerzie strutturali

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

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

3 CRITERI DI VERIFICA

Il metodo di verifica adottato è quello agli Stati Limite Ultimo (SLU-SLV) ed agli Stati Limite di Esercizio (SLE), secondo quanto previsto dal D.M. del 17 gennaio 2018.

3.1 Criteri di verifica allo stato limite ultimo

3.1.1 Verifica di resistenza a presso-flessione

Allo Stato Limite Ultimo le verifiche per tensioni normali vengono condotte confrontando per ogni sezione le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza secondo la nota relazione:

$$M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove:

- M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente;
- N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;
- M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

3.1.2 Verifica di resistenza a taglio

In assenza di armature trasversali a taglio, la verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio è condotta secondo la relazione:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

Dove:

- V_{Rd} è il valore di resistenza a taglio dell'elemento verificato
- V_{Ed} è il valore di calcolo della componente di taglio.

3.2 Criteri di verifica allo stato limite d'esercizio

3.2.1 Verifica a fessurazione

La normativa vigente prevede, per la verifica, in ordine di severità decrescente i seguenti stati limite:

Stato limite di decompressione: la tensione normale è ovunque nella sezione di compressione ed al più uguale a 0.

Stato limite di formazione delle fessure: la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è pari a

$$\sigma_t = f_{ctm}/1.2$$

Stato limite di apertura delle fessure: il valore della dimensione delle fessure è pari ad uno dei seguenti valori nominali

$$w_1 = 0.2\text{mm} \quad w_2 = 0.3\text{mm} \quad w_3 = 0.4\text{mm}$$

Lo stato di fessurazione è fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione.

L'ampiezza caratteristica è calcolata come il prodotto della deformazione media delle barre d'armatura per la distanza media tra le fessure

$$w_k = \varepsilon_{sm} \cdot \Delta_{sm}$$

Per il calcolo si devono essere utilizzati criteri riportati in documenti di comprovata validità. Nel caso specifico si rimanda al punto 7.8-EC2.

Nel Manuale di Progettazione ([N4]) è imposto il limite $w_1 = 0.2\text{mm}$ per le opere a permanente contatto con il terreno.

3.2.2 Verifica per le tensioni in esercizio

Le verifiche tensionali agli stati limite di esercizio consistono nel controllare che, per le combinazioni caratteristiche (rare) e quasi permanenti delle azioni, le tensioni nel calcestruzzo e nelle armature, valutate adottando una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare, siano contenute nei limiti di seguito indicati:

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

$$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente}$$

Tensione massima dell'acciaio nelle condizioni di esercizio

$$\sigma_s = 0.75 \cdot f_{yk} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

4 CALCOLO SPALLA A

Il calcolo della spalla viene eseguito utilizzando un foglio di calcolo Excel. Nel foglio vengono inseriti dei dati input di geometria e sollecitazioni esterne come le reazioni agli appoggi dell'impalcato. Nel foglio in base alla geometria, alle caratteristiche del terreno, e alle condizioni al contorno, il foglio calcola le spinte applicate sul manufatto. Successivamente tutte le azioni caratteristiche vengono combinate secondo le combinazioni definite al paragrafo 4.2.

Le azioni provenienti dal calcolo agli elementi finiti dell'impalcato, vengono proiettate lungo gli assi principali degli elementi costituenti la spalla. Ad esse va opportunamente integrato il contributo in termini di peso e di spinta del terrapieno che interagisce con la spalla. In Tabella 5 si riportano le caratteristiche dei materiali e le geometrie degli elementi raffigurati in Figura 4:

CLS		TERRENO		
g [m/sec ²]	γ [KN/m ³]	m [KNm/m ³]	γ [KN/m ³]	m [KNm/m ³]
9.81	25.00	2.55	24.00	2.45

PLINTO													
l [m]	h [m]	t [m]	θ plinto [°]	ρ [m]	f [m]	bl [m]	bt [m]	bh [m]	ΔV [m ³]	V [m ³]	P [KN]	m [t]	
5.40	2.00	7.20	0.00	4.10	0.00	2.700	0.00	1.00	0.00	77.76	1'944	198	

MURO FRONTALE													
li [m]	h [m]	ls [m]	t [m]	e [m]	et [m]	bl [m]	bt [m]	bh [m]	ΔV [m ³]	V [m ³]	P [KN]	m [t]	
1.30	2.93	1.30	6.84	0.40	0.18	0.650	0.18	3.47	0.00	26.05	651	66	

PARAGHIAIA													
l [m]	h [m]	hi [m]	t [m]	el [m]	et [m]	bl [m]	bt [m]	bh [m]	ΔV [m ³]	V [m ³]	P [KN]	m [t]	
0.30	1.50	0.00	6.84	0.00	0.18	1.15	0.18	5.68	0.00	3.08	77	8	

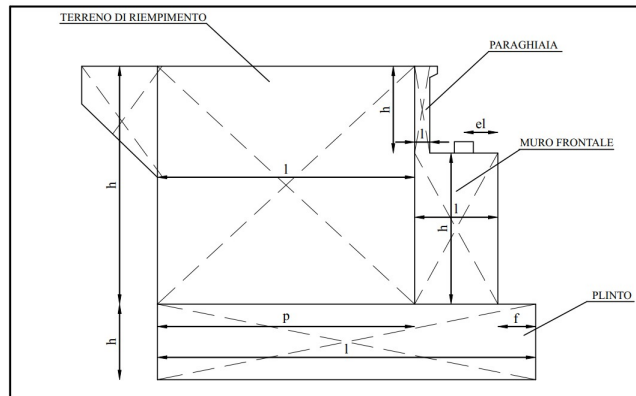
MURO D'ALA													
l [m]	h [m]	t [m]	el [m]	n	pos	bl [m]	bt [m]	bh [m]	ΔV [m ³]	V [m ³]	P [KN]	m [t]	
0.00	0.00	0.00	0.00	0	sym	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0	0	

TERRENO DI RIEMPIMENTO													
li [m]	h [m]	ls [m]	t [m]	et [m]	pos	bl [m]	bt [m]	bh [m]	ΔV [m ³]	V [m ³]	P [KN]	m [t]	
4.10	4.43	4.10	5.24	0.00	sym	3.35	0.00	4.57	0.00	95.17	2'284	233	

MURI LATERALI DI RISVOLTO													
li [m]	h [m]	ls [m]	t [m]	et [m]	n°	pos	bl [m]	bt [m]	bh [m]	ΔV [m ³]	V [m ³]	P [KN]	m [t]
4.10	4.430	4.100	0.800	0.18	2	sym	3.35	0.18	4.57	0.00	29.06	727	74

BANDIERA														
l [m]	ht [m]	hi [m]	t [m]	eh [m]	et [m]	n°	pos	bl [m]	bt [m]	bh [m]	ΔV [m ³]	V [m ³]	P [KN]	m [t]
0.00	0.900	0.000	0.00	0.00	0.00	2	sym	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0

TERRENO DI RICOPRIMENTO													
l [m]	h [m]	t [m]	bl [m]	bh [m]	ΔV [m ³]	V [m ³]	P [KN]	m [t]					
0.00	0.00	7.20	0.00	2.00	0.00	0.00	0	0					

Tabella 5: Geometria Sezione

Figura 4: Sezione tipo spalla

In Tabella 6 vengono riportati i parametri dei materiali unitamente al calcolo dei sovraccarichi permanenti, dovuti al peso del terrapieno, ed accidentali, dovuti all'azione da traffico:

CLS		TERRA									
γ [KN/m ³]	m [KNm/m ³]	γ [KN/m ³]	m [KNm/m ³]	ϕ [°]	λ_0	λ_a	f	δ [°]	K [kN/m ³]	ϕ [rad]	δ [rad]
25.00	2.55	24.00	2.45	35.00	0.426	0.271	0.50	0.0	30000.0	0.61	0.00

SISMA					
g [m/sec ²]	a _{g0} [g]	σ_H [g]	σ_V [g]	a _H [m/sec ²]	a _V [m/sec ²]
9.81	0.131	0.195	0.039	1.91	0.39

SOVRACCARICO PERMANENTE -BALLAST				SOVRACCARICO ACCIDENTALE - TRAFFICO				
B(q) [m]	q [KN/m ²]	b _l [m]	F _v [kN]	B(q) [m]	q [KN/m ²]	F _q [kN]	L(fr) [m]	$\lambda(fr)$ [kN/m]
3.00	14.40	3.35	177.12	3.00	57	704.69	11.14	35

Tabella 6: Parametri dei materiali e calcolo sovraccarichi

In Tabella 7 vengono riportati i parametri caratteristici e i valori della spinta sia in condizioni di riposo che in condizioni attiva di rottura, entrambi connessi al relativo calcolo della sovrappinta in condizioni sismiche, agente lungo le direzioni principali degli elementi costituenti la spalla.



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	21 di 70

Direzione Longitudinale

H [m]	H1 [m]	Hma [m]	t [m]	tma [m]
6.43	4.43	0.00	6.84	0.00

	SPINTA RIPOSO				
	λ_0	F_{0h} [kN]	F_{0v} [kN]	F_0 [kN]	bh [m]
TERRENO	0.426	0	0	0	2.14
PERM	0.426	0	0	0	3.22
ACC	0.426	0	0	0	3.22

	SPINTA ATTIVA				SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE - dir longitudinale					
	λ_a	F_{ah} [kN]	F_a [kN]	bh [m]	verso il basso SV(+)			verso l'alto SV(-)		
					λ_s	F [kN]	ΔF [kN]	λ_s	F [kN]	ΔF [kN]
TERRENO	0.271	0	0	2.14	0.455	0	0	0.344	0	0
PERM	0.271	0	0	3.22	0.455	0	0	0.344	0	0
ACC	0.271	0	0	3.22	0.455	0	0	0.344	0	0

Sovraspinta longitudinale - Wood

F [kN]
2046

Direzione Trasversale

	n°	pos	segno	H [m]	l [m]	SPINTA RIPOSO				
						λ_0	F_{0h} [kN]	F_{0v} [kN]	F_0 [kN]	bh [m]
risvolti	2	sym	0	4.43	4.10	0.426	0	0	0	3.48
bandiere	2	sym	0	0.45	0.00	0.426	0	0	0	6.13
risvolti_sovr.						0.426	0	0	0	4.22
bandiere_sovr.						0.426	0	0	0	6.21

	SPINTA ATTIVA				SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE - dir trasversale					
	λ_a	F_{ah} [kN]	F_a [kN]	bh [m]	verso il basso SV(+)			verso l'alto SV(-)		
					λ_s	F [kN]	ΔF [kN]	λ_s	F [kN]	ΔF [kN]
risvolti	0.271	0	0	3.48	0.455	0	0	0.344	0	0
bandiere	0.271	0	0	6.13	0.455	0	0	0.344	0	0
risvolti_sovr.	0.271	0	0	4.22	0.455	0	0	0.344	0	0
bandiere_sovr.	0.271	0	0	6.21	0.455	0	0	0.344	0	0

Tabella 7: Parametri caratteristici delle azioni

Il calcolo dei coefficienti di spinta, in condizioni attive/passive di rottura, viene riportato all'interno della Tabella 8:

Spinta sismica del terreno - NTC 2018

Terreno tipo		C	
Categoria topografica		1.00	▼
F_0	F_0	2.701	
accelerazione orizzontale massima al suolo attesa su sito di riferimento rigido	a_g	0.131	g
	S_S	1.488	
	S_T	1	
	S	1.488	
accelerazione orizzontale massima attesa	$a_{max}=S*a_g$	0.195	
spostamenti del muro ammessi		no	▼
	β_m	1.00	▼
coefficiente sismico orizzontale	$kh=\beta_m*a_{max}$	0.195	
coefficiente sismico verticale	$kv=0.5*kh$	0.097	
Verso dell'azione sismica		verso basso	verso l'alto
	(-1/+1)	1.0	-1.0
	$kh/(1 \pm kv)$	0.216	0.178
Angolo di attrito del terreno	φ	35.0	°
Coefficiente parziale per l'angolo di attrito	γ_φ	1.00	
Angolo di attrito di progetto del terreno	φ_d	35.0	°
inclinazione della parete del muro rivolta a monte	$\psi=\alpha$	90.0	° ▼
inclinazione della superficie del terrapieno	β	0.0	° ▼
Angolo di attrito tra muro e terreno	δ	0.0	°
Angolo di attrito di progetto tra muro e terreno	δ_d	0.0	°
	θ (°)	12.2	10.1
	$\varphi_d - \theta$ (°)	22.8	24.9
Coefficiente di spinta attiva	K_a	0.271	
Coefficiente di spinta passiva	K_p	3.690	
Coefficiente di spinta (statico + dinamico), per stati attivi	K_{AE}	0.408	0.379
Coefficiente di spinta in condizioni sismiche, per stati attivi	$(1 \pm kv)*K_{AE}$	0.447	0.342
Coefficiente di spinta (statico + dinamico), per stati passivi	K_{PE}	3.251	3.333
Coefficiente di spinta in condizioni sismiche, per stati passivi	$(1 \pm kv)*K_{PE}$	3.568	3.008

Tabella 8: Coefficienti di spinta



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	23 di 70

Si riportano in tabella gli scarichi non fattorizzati provenienti dall'impalcato, derivanti dal modello SAP2000.

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
SA	0	Temp SLU	LinStatic		0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	Temp SLU	LinStatic		0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Max P	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Max P	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Min P	-1252	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Min P	-1252	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Max V2	-541	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Max V2	-541	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Min V2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Min V2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Max V3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Max V3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Min V3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Min V3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Max T	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Max T	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Min T	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Min T	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Max M2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Max M2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Min M2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Min M2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Max M3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Max M3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	LM71	LinMoving	Min M3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	LM71	LinMoving	Min M3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	Permanenti Portati	LinStatic		-1045	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	Permanenti Portati	LinStatic		-1045	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Max P	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Max P	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Min P	-1425	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Min P	-1425	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Max V2	-442	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Max V2	-442	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Min V2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Min V2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Max V3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Max V3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Min V3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Min V3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Max T	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Max T	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Min T	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Min T	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Max M2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Max M2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Min M2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Min M2	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Max M3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Max M3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	SW2	LinMoving	Min M3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	SW2	LinMoving	Min M3	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	Ex	LinRespSpec	Max	127	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	Ex	LinRespSpec	Max	127	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	Ey	LinRespSpec	Max	0	0	1385	0	880	0	SA-1	0
SA	0.6352	Ey	LinRespSpec	Max	0	0	1385	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	Ez	LinRespSpec	Max	456	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	Ez	LinRespSpec	Max	456	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	Peso Proprio	LinStatic		-1910	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	Peso Proprio	LinStatic		-1910	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	Serp_SW2	Combination	Max	0	0	100	0	196	0	SA-1	0
SA	0.6352	Serp_SW2	Combination	Max	0	0	100	0	132	0	SA-1	0.6352
SA	0	Serp_SW2	Combination	Min	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	Serp_SW2	Combination	Min	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	Serp_LM71	Combination	Max	0	0	110	0	215	0	SA-1	0
SA	0.6352	Serp_LM71	Combination	Max	0	0	110	0	145	0	SA-1	0.6352
SA	0	Serp_LM71	Combination	Min	0	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	Serp_LM71	Combination	Min	0	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	Wk	Combination	Max	0	0	141	0	240	0	SA-1	0
SA	0.6352	Wk	Combination	Max	0	0	141	0	330	0	SA-1	0.6352
SA	0	Wk	Combination	Min	0	0	-141	0	-240	0	SA-1	0
SA	0.6352	Wk	Combination	Min	0	0	-141	0	-330	0	SA-1	0.6352
SA	0	AF-LM71	Combination	Max	21	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	AF-LM71	Combination	Max	21	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	AF-LM71	Combination	Min	-21	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	AF-LM71	Combination	Min	-21	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	AF-SW2	Combination	Max	14	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	AF-SW2	Combination	Max	14	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352
SA	0	AF-SW2	Combination	Min	-14	0	0	0	0	0	SA-1	0
SA	0.6352	AF-SW2	Combination	Min	-14	0	0	0	0	0	SA-1	0.6352

Con il seguente significato

- P = azione normale
- V2 = forza longitudinale
- V3 = forza trasversale
- T = momento torcente
- M2 = momento trasversale
- M3 = momento longitudinale

In generale per gli elementi modellati come monodimensionali, salvo ove diversamente specificato, l'asse 1 coincide con la direzione di prevalente sviluppo dell'elemento stesso, gli assi 2 e 3 con le direzioni ad esso ortogonali. Per il plinto di fondazione, l'asse 2 è quello coincidente con la direzione di sviluppo longitudinale del viadotto, l'asse 3 è quello relativo alla direzione ad esso trasversale.

Di seguito vengono illustrati i pesi del terreno e della spalla unitamente ai valori di spinta in condizioni di riposo e attiva agenti su entrambe le direzioni principali, con il seguente significato:

F_v , forza verticale;

F_l , forza longitudinale;

F_t , forza trasversale;

b_l , braccio delle forze verticali, rispetto al piede anteriore della fondazione;

b_h , braccio delle forze orizzontali, rispetto alla quota intradosso fondazione;

M_{sl} , momento stabilizzante, rispetto al piede anteriore della fondazione;

M_{rl} , momento ribaltante, rispetto al piede anteriore della fondazione;

e_t , braccio trasversale delle forze verticali, rispetto al baricentro della fondazione;

M_t , momento trasversale, rispetto al baricentro della fondazione, riportato alla quota intradosso plinto;

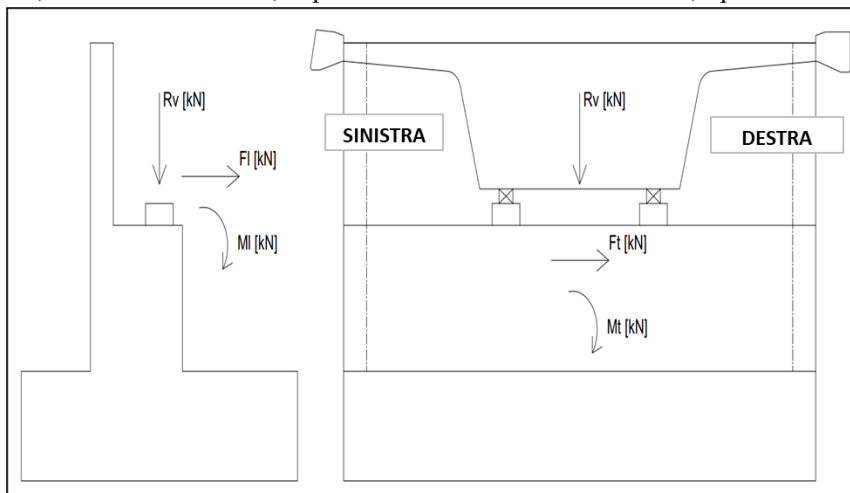


Tabella 9: Calcolo delle spinte del terrapieno
AZIONI NON FATTORIZZATE (rispetto allo spigolo all'INTRADOSSO a valle anteriore plinto)
PESO PROPRIO SPALLA

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	bt [m]	Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
PLINTO	1'944			2.70	1.00	5'249			0	0	
MURO FRONTALE	651			0.65	3.47	423		0.18	117	1'335	
PARAGHIAIA	77			1.15	5.68	88		0.18	14	119	
MURO D'ALA	0			0.00	2.00	0		0.00	0	0	
MURI LATERALI DI RISVOLTO	727			3.35	4.57	2'434		0.18	131	-472	
BANDIERA	0			0.00	0.00	0		0.00	0	0	
TOTALE	3'399					8'195			262	982	

PESO TERRENO

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	et [m]	Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
RIEMPIMENTO	2284			3.35	4.57	7'652		0.00	0	-1'485	
RICOPRIMENTO	0			0.00	-2.00	0		0.00		0	
TOTALE	2'284					7'652			0	-1'485	

SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - RIPOSO

condizione	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]		Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
SPINTA RIPOSO	0	0			2.14	0	0			0	
SOVRACCARICO PERMANENTE	177	0		3.35	3.22	593	0			-115	
FRENATURA	389.80	0			3.22		0			1'052	
SOVRACCARICO ACC	704.69	0		3.35	3.22		0			1'903	

SPINTA TRASVERSALE TERRENO - RIPOSO

condizione	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]		Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
RISVOLTI	0		0	1.90	3.48				0	0	
BANDIERE	0		0	2.70	6.13				0	0	
TOTALE			0						0	0	

SPINTA TRASVERSALE TERRENO - RIPOSO sovraccarico

condizione	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]		Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
RISVOLTI	0		0	1.90	4.22				0	0	
BANDIERE	0		0	2.70	6.21				0	0	
TOTALE			0						0	0	

SISMA LONGITUDINALE SPALLA (+/-)

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
PLINTO		379			1.00		379		379	
M FRONTALE		127			3.47		440		440	
PARAGHIAIA		15			5.68		85		85	
MURO LATERALE DI CHIUSURA		0			2.00		0		0	
RISVOLTI		142			4.57		647		647	
BANDIERE		0			0.00		0		0	
TOTALE		662					1'551		1'551	

SISMA TRASVERSALE SPALLA (+/-)

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
PLINTO			379		1.00			379	0	
M FRONTALE			127		3.47			440	0	
PARAGHIAIA			15		5.68			85	0	
MURO LATERALE DI CHIUSURA			0		2.00			0	0	
RISVOLTI			142		4.57			647	0	
BANDIERE			0		0.00			0	0	
TOTALE			662					1'551	0	

SISMA VERTICALE SPALLA (+/-)

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
PLINTO	76			2.70		206			0	
M FRONTALE	26			0.65		17			52	
PARAGHIAIA	3			1.15		3			5	
MURO LATERALE DI CHIUSURA	0			0.00		0			0	
RISVOLTI	29			3.35		96			-19	
BANDIERE	0			0.00		0			0	
TOTALE	134					322			39	

SOVRASPINTA SISMICA TERRENO longitudinale WOOD

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
TERRENO	0	1'968			3.22		6'327		6'327	

SISMA LONGITUDINALE RIEMPIMENTO (+/-)

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
RIEMPIMENTO		445			4.57		2'035		2'035	

SISMA TRASVERSALE RIEMPIMENTO (+/-)

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
RIEMPIMENTO			445		4.57			2'035	0	

SISMA VERTICALE RIEMPIMENTO (+/-)

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]	MI [kNm]	T [kNm]
RIEMPIMENTO	90			3.35		301			-58	

4.1.1 Spinte sulla spalla in condizioni statiche

Nome azione	SPALLA	FI	MI	Ft	Mt	T	FV	MsI	MrI	Load Type	ϕ / ψ	Note	comb	Codice Azione
G1 p.p. CLS spalla	PP_spalla	0	982	0	262	0	3399	8195	0		1			1
Peso terreno spalla	PP_terreno	0	-1485	0	0	0	2284	7652	0		1			2_2
Spinta a riposo long.	SR-L	0	0	0	0	0	0	0	0		1			9a
a a riposo sovraccarico	SR-L_sovraccarico PERM	0	-115	0	0	0	177	593	0		1			10a
a a riposo sovraccarico	SR-L_sovraccarico ACC	0	1903	0	0	0	705	0	0		1			24a

4.1.2 Azioni in condizione statiche trasmesse dall'impalcato

Nome azione	IMPALCATO	FI	MI	Ft	Mt	T	FV	MsI	MrI	Load Type	ϕ / ψ	Note	comb
Permanenti (Travi + Soletta)	Peso Proprio	0	4392	0	1012	0	1910	764	0		1		
Permanenti Portati	Permanenti Portati	0	2403	0	554	0	1045	418	0		1		
Traffico Carico Verticale (SW2)	SW2	0	3277	0	755	0	1425	570	0	moving	1		max FV
Traffico Carico Verticale (LM71)	LM71	0	2879	0	663	0	1252	501	0	moving	1		max FV
Avviamento e Frenatura (SW2)	AF-SW2	0	32	0	7	0	14	6	0	env	1		max
Avviamento e Frenatura (LM71)	AF-LM71	0	48	0	11	0	21	8	0	env	1		max
Serpeggio (SW2)	Serp_SW2	0	0	100	689	0	0	0	0	env	1		max
Serpeggio (LM71)	Serp_LM71	0	0	110	757	0	0	0	0	env	1		max
one Binario - Carichi	I-Qk1	0	0	0	0	0	0	0	0		-1		
Vento (Wk)	Wk	0	0	141	936	0	0	0	0	env	1		max
Variazione termica (Tk)	Temp SLU	0	0	0	0	0	0	0	0		1		
Interazione Binario - Temperatura	I-Twk	0	0	0	0	0	0	0	0		-1		

4.1.3 Combinazioni manuali statiche

	MANUALI	FI	MI	Ft	Mt	T	FV	MsI	MrI		ϕ / ψ
Permanenti	G1'	0	3889	0	1274	0	7592	16610	0		
Permanenti Portati	G2	0	2288	0	554	0	1222	1011	0		
Traffico Carico Verticale (SW2)	SW2'	0	5180	0	755	0	2130	570	0		
Traffico Carico Verticale (LM71)	LM71'	0	4782	0	663	0	1956	501	0		
Frenatura SW2	AF-SW2'	390	2338	0	7	0	404	6	1253		
Frenatura LM71	AF-LM71'	390	2354	0	11	0	411	8	1253		
Variazione termica (Tk)	Twk'	0	0	0	0	0	0	0	0		
Resistenze Parassite	RPV	131	648							0.03	1



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 NN1X 00 D 09 CL VI 04 04 001 A 28 di 70

4.1.4 Azioni caratteristiche statiche

Descrizione azione elementare	ELEMENTARI	FI	MI	Ft	Mt	T	FV	Msl	MrI	Sigla
Peso proprio	G1'	0	3889	0	1274	0	7592	16610	0	G1
Carichi permanenti portati	G2	0	2288	0	554	0	1222	1011	0	G2
Traffico Carico Verticale (SW2)	SW2'	0	5180	0	755	0	2130	570	0	SW2
Traffico Carico Verticale (LM71)	LM71'	0	4782	0	663	0	1956	501	0	LM71
Avviamento e frenatura (SW2)	AF-SW2'	390	2338	0	7	0	404	6	1253	AFSW2
Avviamento e Frenatura (LM71)	AF-LM71'	390	2354	0	11	0	411	8	1253	AFLM71
Serpeggio(SW2)	Serp_SW2	0	0	100	689	0	0	0	0	SSW2
Serpeggio(LM71)	Serp_LM71	0	0	110	757	0	0	0	0	SLM71
Azione del vento	Wk	0	0	141	936	0	0	0	0	Wk
Variazioni termiche uniformi	Twk'	0	0	0	0	0	0	0	0	Twk
Resistenze Parassite nei Vincoli	RPV	131	648	0	0	0	0	0	0	RPV

4.1.5 Spinte sulla spalla in condizioni sismiche:

Nome azione	SPALLA	FI	MI	Ft	Mt	T	FV	Msl	MrI	Load Type	φ / ψ	Note	comb	Codice Azione
G1 p.p. CLS spalla	PP_spalla	0	982	0	262	0	3399	8195	0		1			1
Peso terreno spalla	PP_terreno	0	-1485	0	0	0	2284	7652	0		1			2_2
Spinta attiva sovraccarico long.	SR-L_sovraccarico PERM	0	-115	0	0	0	177	593	0		1			10a
Inerzia long. cls spalla	SIS-L_SPALLA	662	1551	0	0	0	0	0	1551		1			12
Inerzia trasv. cls spalla	SIS-T_SPALLA	0	0	662	1551	0	0	0	0		1			13
Inerzia vert. cls spalla	SIS-V_SPALLA	0	39	0	0	0	134	322	0		1			14
Inerzia long. riempimento	SIS-L_RIEMPIMENTO	445	2035	0	0	0	0	0	2035		1			16
Inerzia trasv. riempimento	SIS-T_RIEMPIMENTO	0	0	445	2035	0	0	0	0		1			17
Inerzia vert. riempimento	SIS-V_RIEMPIMENTO	0	-58	0	0	0	90	301	0		1			18
Spinta attiva sovraccarico long.	SR-L_sovraccarico ACC	0	1903	0	0	0	705	0	0		1			24a

4.1.6 Azioni in condizione sismiche trasmesse dall'impalcato

Nome azione	IMPALCATO	FI	MI	Ft	Mt	T	FV	Msl	MrI	Load Type	φ / ψ	Note	comb
Permanenti (Travi + Soletta)	Peso Proprio	0	4392	0	1012	0	1910	764	0		1		
Permanenti Portati	Permanenti Portati	0	2403	0	554	0	1045	418	0		1		
Traffico Carico Verticale (SW2)	LM71	0	2879	0	663	0	1252	501	0	moving	1		max FV
Avviamento e Frenatura	AF-LM71	0	48	0	11	0	21	8	0	env	1		max
Serpeggio	Serp_LM71	0	0	110	757	0	0	0	0	env	1		max
Interazione Binario - Carichi Verticali	I-Qk1	0	0	0	0	0	0	0	0		-1		
Variazione termica (Tk)	Temp SLU	0	0	0	0	0	0	0	0		1		
Interazione Binario - Temperatura	I-Twk	0	0	0	0	0	0	0	0		-1		
Azione Sismica Longitudinale	EX	0	292	0	67	0	127	51	0	max	1		max
Azione Sismica Trasversale	EY	0	0	1385	7709	0	0	0	0	max	1		max
Azione Sismica Verticale	EZ	0	1048	0	242	0	456	182	0	max	1		max

4.1.7 Combinazioni manuali sismiche

	MANUALI	FI	MI	Ft	Mt	T	FV	Msl	Mrl
Permanenti	G1'	0	3889	0	1274	0	7592	16610	0
Permanenti Portati	G2	0	2288	0	554	0	1222	1011	0
Traffico Carico Verticale (SW/2)	LM71'	0	4782	0	663	0	1956	501	0
Avviamento e Frenatura	AF-LM71'	390	2354	0	11	0	411	8	1253
Variazione termica (Tk)	Twk'	0	0	0	0	0	0	0	0
Resistenze Parassite	RPV	89	437						
	SX'	1108	3879	0	67	0	127	51	3587
	SY'	0	0	2493	11296	0	0	0	0
	SZ'	0	1028	0	242	0	679	805	0

4.1.8 Azioni caratteristiche sismiche

Descrizione azione elementare	ELEMENTARI	FI	MI	Ft	Mt	T	FV	Msl	Mrl	Sigla
Peso proprio	G1'	0	3889	0	1274	0	7592	16610	0	G1
Carichi permanenti portati	G2	0	2288	0	554	0	1222	1011	0	G2
Traffico Carico Verticale (LM71)	LM71'	0	4782	0	663	0	1956	501	0	LM71
Avviamento e Frenatura(LM71)	AF-LM71'	390	2354	0	11	0	411	8	1253	AFLM71
Serpeggio(LM71)	Serp_LM71	0	0	110	757	0	0	0	0	SLM71
Variazioni termiche uniformi	Twk'	0	0	0	0	0	0	0	0	Twk
Resistenze Parassite nei Vincoli	RPV	89	437	0	0	0	0	0	0	RPV
Azione Sismica SX	SX'	1108	3879	0	67	0	127	51	3587	SX
Azione Sismica SY	SY'	0	0	2493	11296	0	0	0	0	SY
Azione Sismica SZ	SZ'	0	1028	0	242	0	679	805	0	SZ



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO

COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO

TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	30 di 70

4.2 Combinazioni

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle NTC.

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

SLU di tipo strutturale (STR): raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche possono essere condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 2", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V delle NTC per i parametri geotecnici e le azioni.

combinazione (A1+M1+R3) generalmente dimensionante per STR

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

STR) $\gamma_{G1} G1 + \gamma_{G2} G2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} Q_{ki}$ ($\varphi_d' = \varphi_k'$)

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni e fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara) $G1 + G2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni e fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

Frequente) $G1 + G2 + \sum_i \psi_{1i} Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

Quasi permanente) $G1 + G2 + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} Q_{ki}$

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite da prendere in considerazione sono le seguenti:

STR) $E + G1 + G2 + \sum_i \psi_{0i} Q_{ki}$ ($\varphi_d' = \varphi_k'$)

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$G1 + G2 + 0.2 Q_{ki}$

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

Tabella 10: Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni agli SLU

 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

Tabella 11: Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti ferroviari

Il numero di combinazioni analizzate per ogni stato limite è dato dal prodotto del numero di combinazioni riportato nelle tabelle, per il numero delle sollecitazioni trasmesse dall'impalcato, pari a 6 (P,V2,V3,M2,M3,T) e raddoppiato considerando sia la condizione massima e minima di ciascuna sollecitazione:

SLE-RARA= 72 combinazioni

SLE-FREQ= 72 combinazioni

SLE-QP= 24 combinazioni

SLU= 288 combinazioni

SLV= 576 combinazioni

Sigla	SLER1	SLER2	SLER3	SLER4	SLER5	SLER6
G1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1
SW2	1	1	0.8	0	0	0
LM71	0	0	0	1	1	0.8
AFSW2	0.5	1	0.8	0	0	0
AFLM71	0	0	0	0.5	1	0.8
SSW2	1	0.5	0.8	0	0	0
SLM71	0	0	0	1	0.5	0.8
Wk	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Twk	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
RPV	1	1	1	1	1	1

Tabella 12: Combinazione SLE-RARA

Sigla	SLEFR1	SLEFR2	SLEFR3	SLEFR4	SLEFR5	SLEFR6
G1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1
SW2	1	1	0.8	0	0	0
LM71	0	0	0	1	1	0.8
AFSW2	0.5	1	0.8	0	0	0
AFLM71	0	0	0	0.5	1	0.8
SSW2	1	0.5	0.8	0	0	0
SLM71	0	0	0	1	0.5	0.8
Wk	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Twk	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
RPV	1	1	1	1	1	1

Tabella 13: Combinazione SLE-FREQ

Sigla	SLEQP1	SLEQP2
G1	1	1
G2	1	1
Twk	0.5	0
RPV	1	0

Tabella 14: combinazione SLE-QP

Sigla	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
G1	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1	1	1
G2	1.5	1.5	1.5	0	0	0	1.5	1.5	1.5	0	0	0
SW2	1.45	1.16	0	1.45	1.16	0	1.45	1.16	0	1.45	1.16	0
LM71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AFSW2	0.725	0.58	0	0.725	0.58	0	1.45	1.16	0	1.45	1.16	0
AFLM71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW2	1.45	1.16	0	1.45	1.16	0	0.725	0.58	0	0.725	0.58	0
SLM71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wk	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5
Twk	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5	0.9
RPV	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
1.35	1.35	1.35	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1	1	1
1.5	1.5	1.5	0	0	0	1.5	1.5	1.5	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.45	1.16	0	1.45	1.16	0	1.45	1.16	0	1.45	1.16	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.725	0.58	0	0.725	0.58	0	1.45	1.16	0	1.45	1.16	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.45	1.16	0	1.45	1.16	0	0.725	0.58	0	0.725	0.58	0
0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5
0.9	1.5	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.5	0.9
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

Tabella 15: combinazione SLU

Sigla	SIS1	SIS2	SIS3	SIS4	SIS5	SIS6	SIS7	SIS8	SIS9	SIS10	SIS11	SIS12	SIS13	SIS14	SIS15	SIS16	SIS17	SIS18	SIS19	SIS20	SIS21	SIS22	SIS23	SIS24
G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LM71	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
AF LM71	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
SLM71	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Twk	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
RPV	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
SX	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3
SY	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	1	-1	1	-1	1	1	-1	-1
SZ	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3

SIS25	SIS26	SIS27	SIS28	SIS29	SIS30	SIS31	SIS32	SIS33	SIS34	SIS35	SIS36	SIS37	SIS38	SIS39	SIS40	SIS41	SIS42	SIS43	SIS44	SIS45	SIS46	SIS47	SIS48
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3
1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3
0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.3	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1

Tabella 16: combinazione SLV

4.3 Sollecitazioni

4.3.1 Sollecitazioni base plinto

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori delle sollecitazioni a base plinto per ogni condizione massima e minima studiata:

COMB. SLU											
Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T	Msl	Mrl	Imp	Comb	Ind
-	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	-	-	-
Fvmax	15191	15270	4998	197	199	0	24776	0	FVmax	SLU7	7
Fvmin	7858	2745	2677	-197	212	0	17500	0	FVmax	SLU6	6
Flmax	8900	5867	2626	197	199	0	17508	0	Mlmax	SLU10	34
Flmin	14365	13286	5047	-197	255	0	24527	0	FVmax	SLU14	14
Mlmax	15191	15270	4998	-197	199	0	24776	0	FVmax	SLU7	7
Mlmin	7858	2745	2677	197	212	0	17500	0	FVmax	SLU6	6
Ftmax	14935	14680	5460	-197	286	0	24673	0	FVmax	SLU13	13
Ftmin	13115	10810	3398	-133	127	0	23945	0	FVmin	SLU1	145
Mtmax	15181	15246	5491	197	272	0	24772	0	FVmax	SLU1	1
Mtmin	8684	5287	2120	-133	127	0	17504	0	FVmin	SLU5	149
Np max	15181	15246	5491	197	272	0	24772	0	FVmax	SLU1	1
Np min	15181	15246	5491	197	272	0	24772	0	FVmax	SLU1	1

COMB. SISMICA											
Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T	Msl	Mrl	Imp	Comb	Ind
-	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	-	-	-
Fvmax	9932	9806	5723	431	769	0	18558	1110	FVmax	SIS41	41
Fvmin	8235	3901	-1704	-431	-736	0	16788	-1110	Mlmax	SIS36	84
Flmax	9290	11300	5543	1231	780	0	17919	3699	Mlmax	SIS1	49
Flmin	8734	2076	-1676	-1231	-758	0	17369	-3699	Flmin	SIS4	436
Mlmax	9542	11880	5601	1231	769	0	18020	3699	FVmax	SIS9	9
Mlmin	8626	1827	-1582	-1231	-736	0	17326	-3699	Mlmax	SIS4	52
Ftmax	9451	9082	13614	431	2550	0	17984	1110	FVmax	SIS17	17
Ftmin	8714	4620	-9672	-431	-2528	0	17361	-1110	FVmin	SIS20	308
Mtmax	9451	9082	13614	431	2550	0	17984	1110	FVmax	SIS17	17
Mtmin	8714	4620	-9672	-431	-2528	0	17361	-1110	FVmin	SIS20	308
Np max	9451	9082	13614	431	2550	0	17984	1110	FVmax	SIS17	17
Np min	9451	9082	13614	431	2550	0	17984	1110	FVmax	SIS17	17

Tabella 17: Sollecitazioni base plinto SLU e SLV

COMB. SLE-CAR

Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T	Msl	Mrl	Imp	Comb	Ind
-	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	-	-	-
Fvmax	10958	10743	3496	-131	135	0	18197	0	FVmax	SLE2	2
Fvmin	9390	7289	2946	-89	165	0	17626	0	Mlmax	SLE3	9
Flmax	9533	7676	2741	-89	135	0	17627	0	Mlmax	SLE2	8
Flmin	10781	10336	3815	-131	195	0	18127	0	FVmax	SLE4	4
Mlmax	10958	10743	3496	-131	135	0	18197	0	FVmax	SLE2	2
Mlmin	9390	7289	2946	-89	165	0	17626	0	Mlmax	SLE3	9
Ftmax	10781	10336	3815	-131	195	0	18127	0	FVmax	SLE4	4
Ftmin	9526	7660	2393	-89	85	0	17624	0	FVmin	SLE1	37
Mtmax	10951	10726	3837	-131	185	0	18194	0	FVmax	SLE1	1
Mtmin	9526	7660	2393	-89	85	0	17624	0	FVmin	SLE1	37
Np max	10951	10726	3837	-131	185	0	18194	0	FVmax	SLE1	1
Np min	10951	10726	3837	-131	185	0	18194	0	FVmax	SLE1	1

COMB. SLE-FREQUENTE

Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T	Msl	Mrl	Imp	Comb	Ind
-	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	-	-	-
Fvmax	10606	9791	3403	-131	121	0	18197	-648	FVmax	SLEFR2	2
Fvmin	9108	6528	2852	-89	151	0	17626	-437	Mlmax	SLEFR3	9
Flmax	9181	6724	2647	-89	121	0	17627	-437	Mlmax	SLEFR2	8
Flmin	10429	9384	3722	-131	181	0	18127	-648	FVmax	SLEFR4	4
Mlmax	10606	9791	3403	-131	121	0	18197	-648	FVmax	SLEFR2	2
Mlmin	9108	6528	2852	-89	151	0	17626	-437	Mlmax	SLEFR3	9
Ftmax	10429	9384	3722	-131	181	0	18127	-648	FVmax	SLEFR4	4
Ftmin	9174	6708	2299	-89	71	0	17624	-437	FVmin	SLEFR1	37
Mtmax	10599	9775	3743	-131	171	0	18194	-648	FVmax	SLEFR1	1
Mtmin	9174	6708	2299	-89	71	0	17624	-437	FVmin	SLEFR1	37
Np max	10599	9775	3743	-131	171	0	18194	-648	FVmax	SLEFR1	1
Np min	10599	9775	3743	-131	171	0	18194	-648	FVmax	SLEFR1	1

COMB. SLE-QUASI PERMANENTE

Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T	Msl	Mrl	Imp	Comb	Ind
-	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	-	-	-
Fvmax	8637	5856	1828	-89	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
Fvmin	8637	5856	1828	-89	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
Flmax	8637	6293	1828	0	0	0	17028	0	FVmax	SLEQP2	2
Flmin	8637	5856	1828	-89	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
Mlmax	8637	6293	1828	0	0	0	17028	0	FVmax	SLEQP2	2
Mlmin	8637	5856	1828	-89	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
Ftmax	8637	5856	1828	-89	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
Ftmin	8637	5856	1828	-89	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
Mtmax	8637	5856	1828	-89	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
Mtmin	8637	5856	1828	-89	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
Np max	8637	6293	1828	0	0	0	17028	0	FVmax	SLEQP2	2
Np min	8637	6293	1828	0	0	0	17028	0	FVmax	SLEQP2	2

Tabella 18: Sollecitazioni base plinto agli stati limite di esercizio

4.3.2 Sollecitazioni micropali

Le sollecitazioni di calcolo per le verifiche in fondazione sono state ottenute calcolando le risultanti di tutte le azioni normali, taglianti e flettenti rispetto al piano della palificata e ripartendo poi gli sforzi secondo gli interessi.

Tabella 19: Dati fondazione su micropali

Plinto di fondazione		
Altezza plinto	2.00	m
Dimensione long.fondazione	5.40	m
Dimensione trasv. fondazione	7.20	m
Inclinazione plinto	0.0	°
Sbalzo anteriore	0.00	m
Sbalzo posteriore	4.10	m
Rientro muri laterali - plinto	0.00	m
Altezza terreno ricoprimento	0.00	m
Altezza terreno riempimento	4.43	
Caratteristiche Micropali		
Diametro dei micropali	300	mm
Numero di micropali tot	48	
Modulo long. min micropalo	50.40	m
Modulo trasv. min micropalo	64.80	m
elong	0.00	m
etrasv	0.00	m
Inclinazione palificata	0.00	°
	0.00	rad

Tutti i micropali hanno un inclinazione longitudinale e trasversale in direzione esterna di 15°, a meno dei micropali laterali che presentano solo un inclinazione trasversale rispetto all'asse dell'impalcato di 15°.

Si è assunto con approssimazione che i micropali sub-orizzontali assorbono la totalità delle azioni taglianti sul piano di fondazione (Figura 5):

$$N_{palo,i} = i \left[\frac{\left(\frac{N}{n} + \frac{M}{w_i} \right)}{\cos(\alpha)} + \frac{T}{n \sin(\alpha)} \right]$$

Dove:

$N_{palo,i}$ è il carico assiale sull'iesimo palo

N è il carico assiale totale nel baricentro della fondazione

M è il momento longitudinale nel baricentro della fondazione

T è il taglio totale nel baricentro della fondazione

n è il numero totale di pali

W_i è l'inerzia della fondazione rispetto dell'iesimo palo

α è l'inclinazione dei micropali rispetto alla verticale

i è l'interasse dei pali

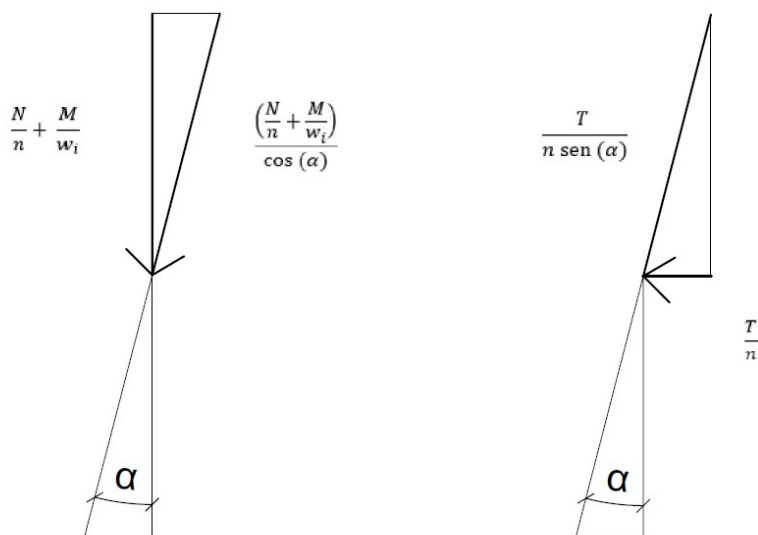


Figura 5: Contributo carico su micropali.

Le combinazioni che massimizzano lo sforzo assiale sul palo sono riportate in Tabella 17.

COMB. SLU	
Np max	Np min
750	-95

COMB. SIS	
Np max	Np min
818	-405

4.3.3 Sollecitazioni zattera fondazione

Il calcolo dell'armatura viene svolto, in favore di sicurezza, con lo schema di calcolo a trave. Questi valori si ottengono dalla differenza dei momenti in sezione indotti dal peso proprio del rinterro più il peso proprio della mensola e le reazioni dei pali. Si riporta di seguito le combinazioni che massimizzano le sezioni della zattera a valle del muro frontale (sez 1) e a monte del muro frontale (sez2). La sezione uno in questo caso è inesistente in quanto il muro è a filo con la zattera di fondazione.

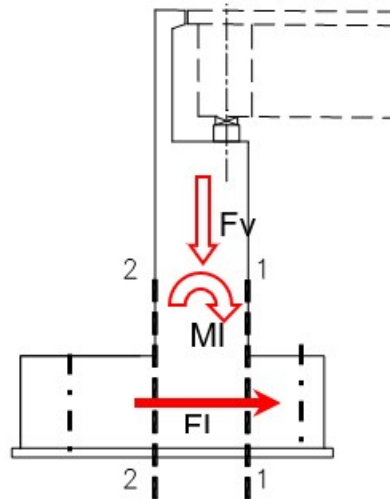


Figura 6: schema plinto

Si riportano le tabelle delle sollecitazioni agli SLU e SLV a intradosso plinto che massimizzano le sezioni:

Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T	Msl	Mrl	Imp	Comb	Ind
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	-	-	-	-
V1max	15464	18861	5491	480	272	0	24772	909	FVmax	SLU1	1
V2max	15464	18861	5491	480	272	0	24772	909	FVmax	SLU1	1
M1max	15463.9	18861	5491.5	479.68	271.97	0	24772	908.57	FVmax	SLU1	1
M1min	15463.9	18861	5491.5	479.68	271.97	0	24772	908.57	FVmax	SLU1	1
M2max	12083	9338.7	3954	132.95	211.61	0	23941	-4E-06	Mlmax	SLU3	27
M2min	11266.1	15762	3721	762.28	199.47	0	17445	1817.1	FVmax	SLU10	10

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	39 di 70

Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T	Msl	Mrl	Imp	Comb	Ind
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	-	-	-	-
V1max	9578	11994	5642	1235	770	0	18015	3712	FVmax	SIS1	1
V2max	9324	3362	5507	-1157	770	0	17913	-3461	FVmax	SIS3	3
M1max	9577.56	11994	5641.5	1235.2	769.85	2E-13	18015	3712.1	FVmax	SIS1	1
M1min	9577.56	11994	5641.5	1235.2	769.85	2E-13	18015	3712.1	FVmax	SIS1	1
M2max	9073.44	2786.6	-1555	-1157	-747.8	0	17813	-3461	FVmin	SIS7	295
M2min	9211.21	11612	5422	1274.1	758.85	1E-13	17533	3837.5	FVmax	SIS14	14

Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T	Msl	Mrl	Imp	Comb	Ind
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	-	-	-	-
V1max	10951	10726	3837	-131	185	0	18194	0	FVmax	SLER1	1
V2max	10958	10743	3496	-131	135	0	18197	0	FVmax	SLER2	2
M1max	10951.3	10726	3836.6	-131.4	184.65	1E-12	18194	7E-06	FVmax	SLER1	1
M1min	10951.3	10726	3836.6	-131.4	184.65	1E-12	18194	7E-06	FVmax	SLER1	1
M2max	9389.59	7288.8	2395.1	-88.63	84.645	0	17626	1E-05	FVmin	SLER3	39
M2min	10958.3	10743	3496.1	-131.4	134.65	5E-13	18197	2E-05	FVmax	SLER2	2

Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T	Msl	Mrl	Imp	Comb	Ind
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	-	-	-	-
V1max	10599	9775	3743	-131	171	0	18194	-648	FVmax	SLEFR1	1
V2max	10606	9791	3403	-131	121	0	18197	-648	FVmax	SLEFR2	2
M1max	10599	9775	3743.1	-131.4	170.54	1E-12	18194	-647.7	FVmax	SLEFR1	1
M1min	10599	9775	3743.1	-131.4	170.54	1E-12	18194	-647.7	FVmax	SLEFR1	1
M2max	9107.71	6527.7	2852.3	-88.63	150.54	9E-13	17626	-437	Mlmax	SLEFR3	9
M2min	10606	9791.2	3402.5	-131.4	120.54	5E-13	18197	-647.7	FVmax	SLEFR2	2

Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T	Msl	Mrl	Imp	Comb	Ind
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	-	-	-	-
V1max	8637	5856	1828	-89	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
V2max	8637	5856	1828	-89	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
M1max	8637.49	5855.9	1827.8	-88.64	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
M1min	8637.49	5855.9	1827.8	-88.64	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
M2max	8637.49	5855.9	1827.8	-88.64	0	0	17028	-437	FVmax	SLEQP1	1
M2min	8637.49	6292.9	1827.8	-2E-07	0	0	17028	-1E-06	FVmax	SLEQP2	2

Di seguito una tabella riassuntiva delle sollecitazioni in sezione 2:

Sezione 2:

	N	Mx	Vy
	kN	kNm	kN
SLU	0	-1255	693
SLV	0	-1504	460
SLE-R	0	-179	0
SLE-FR	0	-140	0
SLEQP	0	-221	0

4.3.4 Sollecitazioni muro frontale

Si riportano di seguito le sollecitazioni alla base del muro frontale, calcolate con gli stessi criteri delle forze a intradosso plinto, solo che ora l'altezza di riferimento è a intradosso muro frontale e si considera solo una striscia di metro di sezione su cui si eseguiranno le verifiche:

COMB. SLU										
Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T		Imp	Comb	Ind
-	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]		-	-	-
Fvmax	1055	148	483	28	29	0		FVmax	SLU7	7
Fvmin	386	-20	260	-29	31	0		FVmax	SLU6	6
Flmax	389	20	256	37	29	0		Mlmax	SLU10	34
Flmin	750	59	381	-29	31	0		FVmax	SLU3	3
Mlmax	1055	148	483	28	29	0		FVmax	SLU7	7
Mlmin	386	-20	260	-29	31	0		FVmax	SLU6	6
Ftmax	1017	133	531	0	42	0		FVmax	SLU13	13
Ftmin	751	93	324	9	19	0		FVmin	SLU1	145
Mtmax	1053	142	534	0	40	0		FVmax	SLU1	1
Mtmin	387	12	203	3	19	0		FVmin	SLU5	149
Tmax	1017	133	531	0	42	0		FVmax	SLU13	13
Tmin	750	59	381	-29	31	0		FVmax	SLU3	3

COMB. SISMICA										
Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T		Imp	Comb	Ind
-	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]		-	-	-
Fvmax	652	269	444	47	69	0		FVmax	SIS41	41
Fvmin	462	37	-66	-15	-64	0		Mlmax	SIS36	84
Flmax	579	485	419	107	69	0		Mlmax	SIS9	57
Flmin	515	24	-65	-30	-67	0		Flmin	SIS4	436
Mlmax	615	494	432	107	69	0		FVmax	SIS9	9
Mlmin	499	20	-55	-30	-64	0		Mlmax	SIS4	52
Ftmax	602	257	965	43	226	0		FVmax	SIS17	17
Ftmin	512	48	-596	-15	-223	0		FVmin	SIS20	308
Mtmax	602	257	965	43	226	0		FVmax	SIS17	17
Mtmin	512	48	-596	-15	-223	0		FVmin	SIS20	308
Tmax	615	493	440	103	70	0		FVmax	SIS1	1
Tmin	579	484	411	103	67	0		FVmin	SIS1	289

Tabella 20: Sollecitazioni muro frontale SLU e SLV

COMB. SLE-CAR										
Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T		Imp	Comb	Ind
-	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]		-	-	-
Fvmax	749	107	337	20	20	0		FVmax	SLER2	2
Fvmin	539	69	299	7	27	0		Mlmax	SLER1	7
Flmax	540	73	264	26	20	0		Mlmax	SLER2	8
Flmin	723	96	371	0	28	0		FVmax	SLER4	4
Mlmax	749	107	337	20	20	0		FVmax	SLER2	2
Mlmin	539	69	299	7	27	0		Mlmax	SLER1	7
Ftmax	723	96	371	0	28	0		FVmax	SLER4	4
Ftmin	539	69	228	7	12	0		FVmin	SLER1	37
Mtmax	748	103	372	0	27	0		FVmax	SLER1	1
Mtmin	539	69	228	7	12	0		FVmin	SLER1	37
Tmax	723	96	371	0	28	0		FVmax	SLER4	4
Tmin	539	69	228	7	12	0		FVmin	SLER1	37

COMB. SLE-FREQUENTE										
Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T		Imp	Comb	Ind
-	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]		-	-	-
Fvmax	749	99	327	-19	18	0		FVmax	SLEFR2	2
Fvmin	539	65	290	-13	25	0		Mlmax	SLEFR1	7
Flmax	540	65	255	-13	18	0		Mlmax	SLEFR2	8
Flmin	723	92	361	-19	26	0		FVmax	SLEFR4	4
Mlmax	749	99	327	-19	18	0		FVmax	SLEFR2	2
Mlmin	539	65	290	-13	25	0		Mlmax	SLEFR1	7
Ftmax	723	92	361	-19	26	0		FVmax	SLEFR4	4
Ftmin	539	65	218	-13	10	0		FVmin	SLEFR1	37
Mtmax	748	98	363	-19	25	0		FVmax	SLEFR1	1
Mtmin	539	65	218	-13	10	0		FVmin	SLEFR1	37
Tmax	723	92	361	-19	26	0		FVmax	SLEFR4	4
Tmin	539	65	218	-13	10	0		FVmin	SLEFR1	37

COMB. SLE-QUASI PERMANENTE										
Cond.	FV	MI	Mt	FI	Ft	T		Imp	Comb	Ind
-	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]		-	-	-
Fvmax	538	102	170	0	0	0		FVmax	SLEQP2	2
Fvmin	538	64	170	-13	0	0		FVmax	SLEQP1	1
Flmax	538	102	170	0	0	0		FVmax	SLEQP2	2
Flmin	538	64	170	-13	0	0		FVmax	SLEQP1	1
Mlmax	538	102	170	0	0	0		FVmax	SLEQP2	2
Mlmin	538	64	170	-13	0	0		FVmax	SLEQP1	1
Ftmax	538	64	170	-13	0	0		FVmax	SLEQP1	1
Ftmin	538	64	170	-13	0	0		FVmax	SLEQP1	1
Mtmax	538	102	170	0	0	0		FVmax	SLEQP2	2
Mtmin	538	64	170	-13	0	0		FVmax	SLEQP1	1
Tmax	538	64	170	-13	0	0		FVmax	SLEQP1	1
Tmin	538	64	170	-13	0	0		FVmax	SLEQP1	1

Tabella 21: Sollecitazioni del Muro Frontale per gli stati limite di esercizio

4.3.5 Sollecitazioni paraghiaia

AZIONI

Sovraccarico ferroviario

b _l	6.4	m	larghezza di diffusione longitudinale al piano strada
b _t	3	m	larghezza di diffusione trasversale al piano strada
a	19.2	m ²	area di diffusione trasversale al piano strada
q _{0_1}	52.08	KN/m ²	sovraccarico a m ² a livello strada
σ _{0_1}	22.19	KN/m ²	spinta sovraccarico a livello strada

facendo una diffusione a 30° fino all'intradosso paraghiaia si ha

B _l	7.27	m	larghezza di diffusione longitudinale all'intradosso paraghiaia
B _t	4.73	m	larghezza di diffusione trasversale all'intradosso paraghiaia
A	34.4	m ²	area di diffusione trasversale all'intradosso paraghiaia
q _{0_2}	29.08	KN/m ²	sovraccarico a m ² all'intradosso paraghiaia
σ _{0_2}	12.39	KN/m ²	spinta sovraccarico all'intradosso paraghiaia

S ₀	98	kN	Spinta totale
M ₀	86	kNm	Momento totale all'intradosso paraghiaia

Se si suppone collaborante una larghezza di muro pari alla media tra B_t e b_t+2*h

B _{coll}	5.37	m	
S ₀	18.3	kN/m	Spinta sovraccarico a m/trasversale
M ₀	16.0	kNm/m	Momento sovraccarico a m/trasversale

Frenatura

Q _l bk	35	kN/m	per modello di carico SW2
L _{fr}	2.60	m	lunghezza di influenza della frenatura (H/tan(30))
Q _l bk'=Q _l bk*L _{fr}	91	kN	forza di frenatura totale
M=Q _l bk'*H	136	kNm	momento flettente totale allo spiccato

Partendo dalla dimensione trasversale della traversa pari a 2.4m, e operando una diffusione nel ballast 4:1, si ha

b _t	2.80	m	larghezza di diffusione trasversale all'estradosso paraghiaia
Accettando l'ipotesi di ripartizione del carico nel terreno con un angolo di 30°, le sollecitazioni a metro lineare valgono			
B _t	4.53	m	larghezza di diffusione trasversale all'intradosso paraghiaia
Q _l bk'/B _t	20.1	kN/m	forza di frenatura a metro lineare trasversale
M=Q _l bk'*H/B _t	30.1	kNm/m	momento flettente allo spiccato a metro lineare trasversale

Valori della parete paraghiaia
Calcolo a mensola di una striscia unitaria

peso specifico terreno di riempimento	γ	19	KN/m ³
angolo di attrito rilevato	ϕ	35.00	°
coefficiente di spinta a riposo	λ_0	0.426	
coefficiente di spinta (sismico)	λ_S	0.442	
ordinata dello spettro orizzontale	ag*S	0.195	
altezza paraghiaia	H	1.50	m
spessore paraghiaia	s	0.40	m

VALORI CARATTERISTICI - PARAGHIAIA			
AZIONI	FATTOR	t [KN/ml]	m [KNm/ml]
SPINTA A RIPOSO	1.00	9	5
SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO	1.00	18	16
FRENATURA RILEVATO	1.00	20	30

Valori IN FASE DI ESERCIZIO (SLU gr.3) PARAGHIAIA			
AZIONI	FATTOR	t [KN/ml]	m [KNm/ml]
SPINTA A RIPOSO	1.35	12	6
SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO	1.35	25	22
FRENATURA RILEVATO	1.35	27	41
TOTALE		64	68

Valori IN FASE SISMICA (SIS) PARAGHIAIA			
AZIONI	FATTOR	t [KNm/ml]	m [KNm/ml]
SPINTA ATTIVA	1.00	6	3
SOVRASPINTA SISMICA	1.00	5	4
SPINTA SOVRACCARICO ACCIDENTALE	0.20	2	2
MASSA PARAGHIAIA	1.00	3	2
TOTALE		16	11

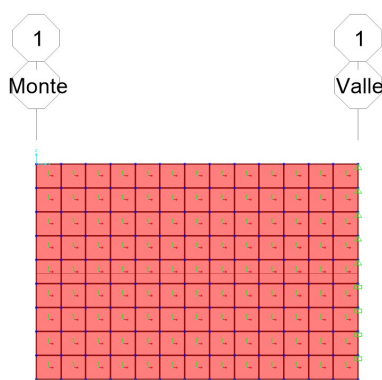
Valori IN FASE DI ESERCIZIO (SLE rara gr.3) PARAGHIAIA			
AZIONI	FATTOR	t [KN/ml]	m [KNm/ml]
SPINTA A RIPOSO	1.00	9	5
SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO	1.00	18	16
FRENATURA RILEVATO	1.00	20	30
TOTALE		47	51

Valori IN FASE DI ESERCIZIO (SLE rara gr.4 fessurazione) PARAGHIAIA			
AZIONI	FATTOR	t [KN/ml]	m [KNm/ml]
SPINTA A RIPOSO	1.00	9	5
SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO	0.60	11	10
FRENATURA RILEVATO	0.60	12	18
TOTALE		32	32

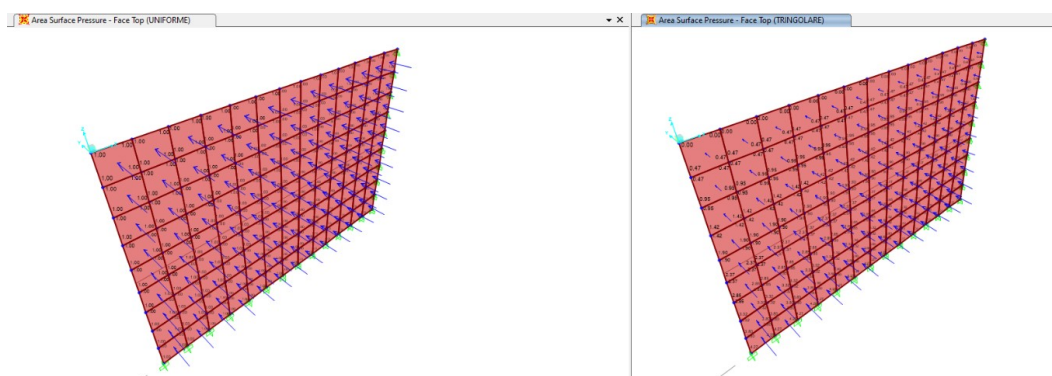
Valori IN FASE DI ESERCIZIO (SLE q.p.) PARAGHIAIA			
AZIONI	FATTOR	t [KN/ml]	m [KNm/ml]
SPINTA A RIPOSO	1.00	9	5
TOTALE		9	5

4.3.6 Sollecitazioni muro di risvolto

Per il calcolo delle sollecitazioni sul muro di risvolto, si è modellata la piastra sul programma agli elementi finiti SAP2000. La piastra è vincolata con un incastro perfetto alla fondazione e al muro frontale, mentre con una cerniera nella zona a contatto con il paraghiaia.



Sulla piastra sono applicati i carichi distribuiti indotti dalle spinte del terreno in esercizio e in fase sismica. I load pattern unitari delle distribuzioni principali sono quella uniforme e quella triangolare [applicata con la funzione joint pattern $p(z) = -z$] riportate nella figura sotto:



I valori dei load case sono descritti nella tabella seguente:

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments			
Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
DEAD	Load pattern	DEAD	1.000
So	Load pattern	TRINGOLARE	10.234
Sa	Load pattern	TRINGOLARE	6.504
Sq	Load pattern	UNIFORME	24.431
Sa,e	Load pattern	UNIFORME	9.375
Fh	Load pattern	UNIFORME	5.850

DEAD= peso proprio

So = Spinta del terreno in quiete

Sa = Spinta del terreno attiva

Sq = Spinta del terreno dovuta al sovraccarico accidentale

Sa,e= Sovrappinta sismica

Fh= Forza inerziale del muro

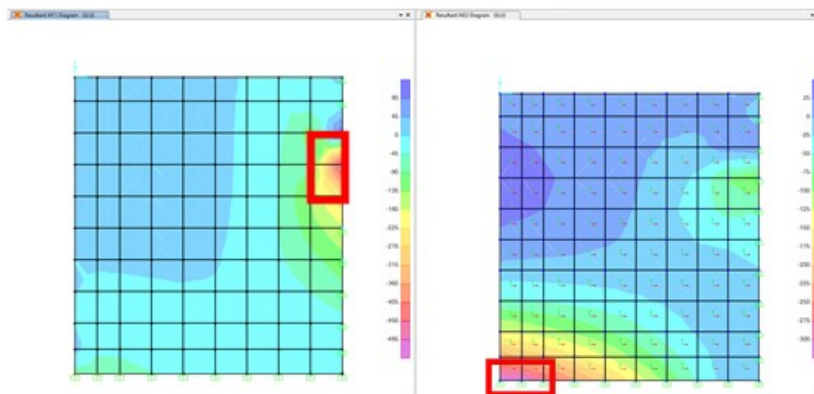
Le combinazioni sono le seguenti:

SLU : 1.35 DEAD + 1.35 So + 1.45 Sq

SLV : 1 DEAD + 1 Sa + 1 Sa,e

SLE-R : 1 DEAD + 1 So + 1 Sq

Si riporta graficamente la mappa delle sollecitazioni per la combinazione SLU (in rosso le sezioni più sollecitate):



Si riportano di seguito i valori delle sollecitazioni per tutte le combinazioni, M1 in direzione orizzontale M2 in direzione verticale:

TABLE: Section Cut Forces - Analysis								
SectionCut	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
ORIZZONTALE	SLU	Combination	-12.037	-157.732	61.3	55.8579	13.9017	173.6898
ORIZZONTALE	SLV	Combination	-8.916	-73.472	45.408	25.9481	10.2976	80.829
ORIZZONTALE	SLE-R	Combination	-8.916	-116.838	45.408	41.3762	10.2976	128.6591
VERTICALE	SLU	Combination	6.48	-211.266	111.559	208.5424	2.0965	13.5234
VERTICALE	SLV	Combination	4.8	-98.459	82.636	97.0907	1.553	6.291
VERTICALE	SLE-R	Combination	4.8	-156.493	82.636	154.4759	1.553	10.0173

4.4 Verifiche

Si vuole ricordare che il diametro e passo riportato nelle verifiche di sezione è puramente indicativo di un quantitativo totale di armatura della sezione maggiormente sollecitata che poi, in sede di PE, possa essere effettivamente disposta nella maniera più appropriata (in termine di diametro, passo, n° e ordine degli strati), compatibilmente con le esigenze di ordine costruttivo.

4.4.1 Verifica strutturale micropalo

La verifica strutturale del micropalo è riportata in Rif. [1].

4.4.2 Verifiche plinto di fondazione

4.4.2.1 Sezione 2 a monte

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:	150.00	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 $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	48 di 70

2	-50.0	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.4	24
2	40.0	6.4	24
3	-40.0	193.3	24
4	40.0	193.3	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe e legature: 30.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale
 N° Legature: 1
 Diam. Legature: 12

Indicazione Barre Longitudinali di estremità delle legature:

N°Legat.	Barra 1	Barra 2
1	6	9

Coordinate Barre generate di estremità delle legature:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
6	0.0	6.4
9	0.0	193.3

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	0.00	-1255.00	0.00	693.00	0.00
2	0.00	-1504.00	0.00	460.00	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	0.00	-179.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-140.00 (-1858.28)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-221.00 (-1858.28)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.0 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]



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	50 di 70

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1255.00	0.00	0.00	-1681.16	0.00	1.34	22.6(28.5)
2	S	0.00	-1504.00	0.00	0.00	-1681.16	0.00	1.12	22.6(28.5)

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	0.00261	0.037	-50.0	0.0	0.00028	-40.0	6.4	-0.06750	-40.0	193.3
2	0.00261	0.037	-50.0	0.0	0.00028	-40.0	6.4	-0.06750	-40.0	193.3

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	0.000000000	-0.000362675	0.002605133	0.037	0.700
2	0.000000000	-0.000362675	0.002605133	0.037	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Diam. Legature:	12 mm
Passo staffe e legature:	30.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. 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 parallele all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lunghezza legatura proiettata sulla direzione del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direzione del taglio.

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



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	51 di 70

1	S	693.00	4240.68	1921.77	193.0	100.0	2.500	1.000	4.1	11.3(3.8)
2	S	460.00	4240.68	1921.77	193.0	100.0	2.500	1.000	2.7	11.3(3.8)

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.54	-50.0	0.0	-43.1	20.0	193.3	1650	22.6

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00022	0	0.500	24.0	55	0.00013 (0.00013)	485	0.063 (0.20)	-1858.28	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.42	50.0	0.0	-33.7	20.0	193.3	1650	22.6

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	-0.00018	0	0.500	24.0	55	0.00010 (0.00010)	485	0.049 (0.20)	-1858.28	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.67	-50.0	0.0	-53.2	20.0	193.3	1650	22.6

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



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO

COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO

TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	52 di 70

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00028	0	0.500	24.0	55	0.00016 (0.00016) 485	0.077 (0.20)	-1858.28	0.00

4.4.3 Verifiche 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. Si verifica la sezione solo per le sollecitazioni più gravose di quelle riportate in Tabella 20 e Tabella 21.

Si prevede di inserire un minimo di armatura verticale dello 0.15% Ac sia a trazione sia a compressione; equivalenti ad uno strato $\phi 26/20$ più un secondo strato $\phi 26/40$. Si riporta però la verifica eseguita con solo il primo strato di armatura, sufficiente a rispettare le verifiche.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.065	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	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:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	220.0
3	50.0	220.0

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	54 di 70

4 50.0 0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.5	26
2	40.0	6.5	26
3	-40.0	213.5	26
4	40.0	213.5	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	3	26
2	3	4	3	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe e legature: 30.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale
 N° Legature: 1
 Diam. Legature: 12

Indicazione Barre Longitudinali di estremità delle legature:

N°Legat.	Barra 1	Barra 2
1	6	9

Coordinate Barre generate di estremità delle legature:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
6	0.0	6.5
9	0.0	213.5

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	1055.00	148.00	0.00	37.00	0.00
2	615.00	494.00	0.00	107.00	0.00
3	175.00	206.00	0.00	-153.00	0.00
4	135.00	157.00	0.00	-108.00	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	749.00	107.00	0.00
2	135.00	156.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	749.00	99.00 (0.00)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	538.00	102.00 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.0 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



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO

COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO

TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	56 di 70

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	1055.00	148.00	0.00	1054.80	3276.17	0.00	22.14	26.5(38.4)
2	S	615.00	494.00	0.00	615.16	2823.25	0.00	5.72	26.5(38.4)
3	S	175.00	206.00	0.00	174.94	2366.98	0.00	11.49	26.5(38.4)
4	S	135.00	157.00	0.00	134.96	2325.39	0.00	14.81	26.5(38.4)

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	0.00334	0.047	-50.0	220.0	0.00119	-40.0	213.5	-0.06750	40.0	6.5
2	0.00292	0.042	-50.0	220.0	0.00078	-40.0	213.5	-0.06750	-40.0	6.5
3	0.00250	0.036	-50.0	220.0	0.00037	-40.0	213.5	-0.06750	-40.0	6.5
4	0.00247	0.035	-50.0	220.0	0.00034	-40.0	213.5	-0.06750	-40.0	6.5

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	0.000331822	-0.069656843	0.047	0.700
2	0.000000000	0.000329851	-0.069644029	0.042	0.700
3	0.000000000	0.000327887	-0.069631264	0.036	0.700
4	0.000000000	0.000327707	-0.069630093	0.035	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Diam. Legature: 12 mm
Passo staffe e legature: 30.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 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]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
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



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	57 di 70

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	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	37.00	6133.45	2114.95	212.4	100.0	2.500	1.026	0.2	11.3(3.8)
2	S	107.00	6067.53	2114.95	212.4	100.0	2.500	1.015	0.6	11.3(3.8)
3	S	153.00	6001.62	2114.95	212.4	100.0	2.500	1.004	0.8	11.3(3.8)
4	S	108.00	5995.62	2114.95	212.4	100.0	2.500	1.003	0.6	11.3(3.8)

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	0.45	-50.0	220.0	3.2	20.0	6.5	---	---
2	S	0.35	-50.0	220.0	-8.5	20.0	6.5	1603	26.5

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 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]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00004	0	0.500	26.0	52	0.00003 (0.00003)	444	0.011 (0.20)	4019.58	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.44	-50.0	220.0	3.3	20.0	6.5	---	---

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



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	58 di 70

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

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	0.35	-50.0	220.0	1.9	20.0	6.5	----	----

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

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

4.4.4 Verifiche paraghiaia

Si riporta di seguito la verifica eseguita per il paraghiaia, armato con $\phi 18/20$ controterra e $\phi 14/20$ lato esterno.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	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		2100000	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:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.1	18
2	40.0	6.1	18
3	-40.0	33.8	14
4	40.0	33.8	14

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO

COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO

TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	60 di 70

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	3	18
2	3	4	3	14

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	0.00	68.00	0.00	64.00	0.00
2	0.00	11.00	0.00	16.00	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	0.00	51.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	32.00 (90.50)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	61 di 70

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 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	0.00	5.00 (90.50)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 18.2 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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	0.00	68.00	0.00	0.00	152.65	0.00	2.24	12.7(5.8)
2	S	0.00	11.00	0.00	0.00	152.65	0.00	13.88	12.7(5.8)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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	0.00066	0.260	-50.0	40.0	0.00019	-40.0	33.8	-0.00186	-40.0	6.1
2	0.00066	0.260	-50.0	40.0	0.00019	-40.0	33.8	-0.00186	-40.0	6.1

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



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	62 di 70

1	0.000000000	0.000074287	-0.002316485	0.260	0.765
2	0.000000000	0.000074287	-0.002316485	0.260	0.765

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

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

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	64.00	162.72	33.0	100.0	0.0039	0.00
2	S	16.00	162.72	33.0	100.0	0.0039	0.00

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	3.31	50.0	40.0	-131.2	20.0	6.1	1000	12.7

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
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
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	-0.00078	0	0.500	18.0	52	0.00037 (0.00037)	417	0.156 (0.20)	90.50	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.08	-50.0	40.0	-82.3	20.0	6.1	1000	12.7



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	63 di 70

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	-0.00049	0	0.500	18.0	52	0.00024 (0.00024)	417	0.098 (0.20)	90.50	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.32	-50.0	40.0	-12.9	20.0	6.1	1000	12.7

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	-0.00008	0	0.500	18.0	52	0.00004 (0.00004)	417	0.015 (0.20)	90.50	0.00

4.4.5 Verifiche muro di risvolto

Si riporta di seguito la verifica eseguita per il muro di risvolto, armato con una maglia $\phi 20/20$ controterra e $\phi 18/20$ lato esterno.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.065	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
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:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	80.0
3	50.0	80.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.1	20
2	40.0	6.1	20
3	-40.0	73.9	16
4	40.0	73.9	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



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	65 di 70

N°Barre Ø Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Diametro in mm delle barre della generazione

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe e legature: 30.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale
 N° Legature: 1
 Diam. Legature: 12

Indicazione Barre Longitudinali di estremità delle legature:

N°Legat.	Barra 1	Barra 2
1	8	11

Coordinate Barre generate di estremità delle legature:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
8	-20.0	73.9
11	-20.0	9.7

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	0.00	174.00	0.00	-158.00	0.00
2	0.00	81.00	0.00	-73.00	0.00
3	112.00	209.00	0.00	-211.00	0.00
4	83.00	97.00	0.00	-98.00	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	0.00	129.00	0.00
2	83.00	154.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	66 di 70

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	18.0 cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.9 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] 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	0.00	174.00	0.00	0.00	446.54	0.00	2.57	25.8(12.7)
2	S	0.00	81.00	0.00	0.00	446.54	0.00	5.51	25.8(12.7)
3	S	112.00	209.00	0.00	111.95	485.41	0.00	2.32	15.7(14.0)
4	S	83.00	97.00	0.00	83.12	475.40	0.00	4.88	15.7(14.0)

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	0.069	-50.0	80.0	-0.00068	-40.0	73.9	-0.04710	-40.0	6.1
2	0.00350	0.069	-50.0	80.0	-0.00068	-40.0	73.9	-0.04710	-40.0	6.1
3	0.00350	0.074	-50.0	80.0	-0.00039	-40.0	73.9	-0.04368	-40.0	6.1
4	0.00350	0.073	-50.0	80.0	-0.00046	-40.0	73.9	-0.04452	-40.0	6.1

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	0.000684715	-0.051277212	0.069	0.700
2	0.000000000	0.000684715	-0.051277212	0.069	0.700
3	0.000000000	0.000638372	-0.047569779	0.074	0.700
4	0.000000000	0.000649790	-0.048483204	0.073	0.700



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	67 di 70

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Diam. Legature: 12 mm
 Passo staffe e legature: 30.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. 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 =lunghezza legatura proiettata sulla direzione del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direzione del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	158.00	2053.69	484.59	73.0	100.0	2.500	1.000	2.5	7.5(0.0)
2	S	73.00	2053.69	484.59	73.0	100.0	2.500	1.000	1.1	7.5(0.0)
3	S	211.00	2069.55	484.59	73.0	100.0	2.500	1.008	3.3	7.5(0.0)
4	S	98.00	2065.44	484.59	73.0	100.0	2.500	1.006	1.5	7.5(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	2.15	50.0	80.0	-119.7	20.0	6.1	1500	15.7
2	S	2.63	-50.0	80.0	-118.3	20.0	6.1	1500	15.7

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

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



LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO

COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO

TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

SPALLA A – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D 09 CL	VI 04 04 001	A	68 di 70

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	-0.00066	0	0.500	20.0	51	0.00036 (0.00036) 498	0.179 (0.20)	358.66	0.00
2	S	-0.00066	0	0.500	20.0	51	0.00035 (0.00035) 498	0.177 (0.20)	387.52	0.00

5 INCIDENZE

Sulla base del dimensionamento delle sezioni maggiormente sollecitate di cui ai capitoli precedenti, si riporta il prospetto sintetico relativo al quantitativo di armatura adottata per i singoli elementi strutturali.

Elemento Strutturale	Dimensione sezione [m]		Incidenza di progetto [kg/mc]
	H	B	
Fondazione Spalla	2.00	1.00	40
Elevazione Spalla	var	1.00	60

6 APPENDICE

6.1 Validazione del modello

Si riportano i controlli effettuati confrontando modelli semplificati analitici di calcolo e risultati ottenuti dal foglio di calcolo utilizzato per le analisi, in accordo a quanto prescritto al paragrafo 10.2 del “DM 14/01/2018”, di seguito riportato:

- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.*
Spetta al progettista il compito di sottoporre i risultati delle elaborazioni a controlli che ne comprovino l'attendibilità.

[...]

Nella relazione devono essere elencati e sinteticamente illustrati i controlli svolti, quali verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.

Carichi elementari:

Essendo utilizzato un misto cementato a tergo della spalla la spinta del terreno su di esse è assente, l'unica azione sollecitante è la forza inerziale in condizioni sismiche.

Il taglio alla base è dalla dalla somma della forza di inerzia della spalla in cls più la forza d'inerzia data dal riempimento:

Direzione longitudinale

Forza d'inerzia spalla = 683 kN

Forza d'inerzia riempimento = 459 kN

Taglio alla base del plinto pari a = $683 + 459 = 1142$ kN

Direzione trasversale

Forza d'inerzia spalla = 683 kN

Forza d'inerzia riempimento = 459 kN

Azione trasmessa dall'impalcato = 1385

Taglio alla base del plinto pari a = $683 + 459 + 1385 = 2527$ kN