

**NUOVA S.S. 341 "GALLARATESE" - TRATTO DA SAMARATE A CONFINE
CON LA PROVINCIA DI NOVARA - TRATTO NORD**

**STRALCIO FUNZIONALE DAL KM 6+500 (SVINCOLO S.S. 336 NORD)
AL KM 8+844 (SVINCOLO AUTOSTRADA A8)
"BRETELLA DI GALLARATE"**

PROGETTO ESECUTIVO

 <p>STUDIO CORONA</p>	 <p>Ingegneria del Territorio s.r.l.</p>	<p>ING. RENATO DEL PRETE</p>	 <p>ECOPLAN</p>	 <p>E&G Engineering & Graphics S.r.l.</p>
	<p>Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-28211</p>	<p>Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073</p>	<p>Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433</p>	<p>Ing. Gabriele Incechi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102</p>
<p>Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4863 W)</p>	 <p>CONSORZIO UNING Soc. Cons. s.r.l.</p> <p>Società designata: GA&M</p>	<p>SETAC Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni</p>	<p>ARKE' INGEGNERIA S.r.l. Via Impalpatole, Trapani n° 4 - 70126 Bari</p>	<p>DOTT. GEOL. DANILLO GALLO</p>
	<p>Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137</p>	<p>Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771</p>	<p>Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970</p>	<p>Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588</p>

<p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p>	<p>RESPONSABILE INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</p>	<p>IL PROGETTISTA FIRMATARIO DELLA PRESTAZIONE</p>	<p>GEOLOGO</p>	<p>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p>
<p>Dott. Ing. Giancarlo LUONGO</p>	 <p>Ing. Renato DEL PRETE</p>	 <p>Ing. Valerio BAJETTI</p>	 <p>Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI</p>	 <p>Ing. Gaetano RANIERI</p>

<p>HB 002</p>	<p>H-PROGETTO STRUTTURALE-OPERE PRINCIPALI HB - VI04 - VIADOTTO VASCHE DI SPAGLIO - IMPALCATO NORD Relazione di calcolo sottostrutture e strutture di fondazione</p>
----------------------	--

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.</p> <p>MI533 E 1801</p>	<p>NOME FILE</p> <p>HB002-P00VI02STRE02_A.dwg</p>	<p>REVISIONE</p> <p>A</p>	<p>SCALA:</p> <p>-</p>
<p>CODICE ELAB.</p> <p>P00VI02STRE02</p>			

C					
B					
A	EMISSIONE	MARZO 2021	ING. NICOLA LIGAS	ING. VALERIO BAJETTI	ING. RENATO DEL PRETE
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	6
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	UNITA' DI MISURA	6
4	MATERIALI	7
	4.1 Calcestruzzi	7
	4.1.1 Calcestruzzo per pali di fondazione (UNI 11104-2016)	7
	4.1.2 Calcestruzzo per strutture di fondazione (UNI 11104-2016)	7
	4.1.3 Calcestruzzo per strutture in elevazione (UNI 11104-2016)	8
	4.1.4 Calcestruzzo per baggioli di appoggio (UNI 11104-2016)	8
	4.2 Acciai	9
	4.2.1 Acciaio per armatura lenta	9
5	CATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	10
	5.1 Definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici di calcolo	10
	5.2 Approccio di calcolo	11
6	ZONIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA	12
	6.1 Identificazione della località e dei parametri sismici generali	12
	6.2 Definizione della strategia progettuale	13
	6.3 Parametri di calcolo	14
	6.3.1 Parametri numerici sismici	14
	6.3.2 Categoria dei terreni di fondazione	15
	6.3.3 Categoria topografica	15
	6.3.4 Fattori di struttura	15
	6.4 Definizione dello spettro di progetto elastico per lo SLV	16
	6.5 Definizione dello spettro di progetto smorzato per lo SLV	19
	6.6 Definizione dello spettro di progetto smorzato per lo SLC	20
7	ANALISI DEI CARICHI	21
	7.1 Carichi permanenti (g)	21
	7.1.1 Carpenteria Metallica (g_1)	21
	7.1.2 Soletta (g_1)	21
	7.1.3 Finiture (g_2)	21
	7.2 Ritiro (ϵ_2)	22
	7.3 Variazione termica (ϵ_3)	23
	7.4 Carichi variabili da traffico (q_1)	24
	7.5 Carichi agenti sulle spalle	26
	7.5.1 Peso proprio degli elementi strutturali in cemento armato	26
	7.5.2 Spinta dei terreni a tergo della spalla	26
	7.5.3 Spinta laterale dovuta ai sovraccarichi permanenti a tergo della spalla	27
	7.5.4 Spinta laterale dovuta ai sovraccarichi accidentali a tergo della spalla	27
	7.6 Azione sismica sulle sottostrutture	27
	7.6.1 Azione inerziale delle masse	27
	7.6.2 Sovrappinta dinamica dei terreni	27
8	COMBINAZIONI DI CARICO	28
	8.1 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni quasi-permanenti	28
	8.2 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni frequenti	28

8.3	Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Combinazioni caratteristiche	28
8.4	Combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo statiche	28
8.5	Combinazione di carico sismiche	30
9	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO, GIUNTI E VARCHI	31
9.1	Definizione degli isolatori sismici	31
9.2	Dispositivi di isolamento sismico	32
9.2.1	Valutazione degli spostamenti massimi in fase sismica (SLC)	32
9.2.2	Valutazione degli spostamenti massimi in fase statica (SLU - STR)	33
9.3	Definizione dei giunti di dilatazione	35
9.4	Giunti di dilatazione	36
9.4.1	Valutazione degli spostamenti massimi in fase sismica (SLV)	36
9.4.2	Valutazione degli spostamenti massimi in fase statica (SLU - STR)	37
9.4.3	Varchi	38
10	PILE	39
10.1	Pila 1N – Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche allo spiccato del fusto e alla base della zattera di fondazione	39
10.2	Pila 1N – Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo allo spiccato del fusto	45
10.2.1	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti	45
10.2.2	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti	45
10.2.3	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche	46
10.2.4	Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR	47
10.2.5	Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita	49
10.2.6	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo allo spiccato del fusto	51
10.3	Pila 1N – Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo alla base della zattera di fondazione	52
10.3.1	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti	52
10.3.2	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti	52
10.3.3	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche	53
10.3.4	Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR	54
10.3.5	Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita	56
10.3.6	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo alla base della zattera di fondazione	58
10.4	Pila 1N – Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui pali di fondazione	59
10.5	Pila 2N – Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche allo spiccato del fusto e alla base della zattera di fondazione	60
10.6	Pila 2N – Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo allo spiccato del fusto	66
10.6.1	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti	66
10.6.2	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti	66
10.6.3	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche	67
10.6.4	Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR	68
10.6.5	Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita	70
10.6.6	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo allo spiccato del fusto	72
10.7	Pila 2N – Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo alla base della zattera di fondazione	73
10.7.1	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti	73
10.7.2	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti	73
10.7.3	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche	74
10.7.4	Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR	75
10.7.5	Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita	77
10.7.6	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo alla base della zattera di fondazione	79
10.8	Pila 2N – Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui pali di fondazione	80

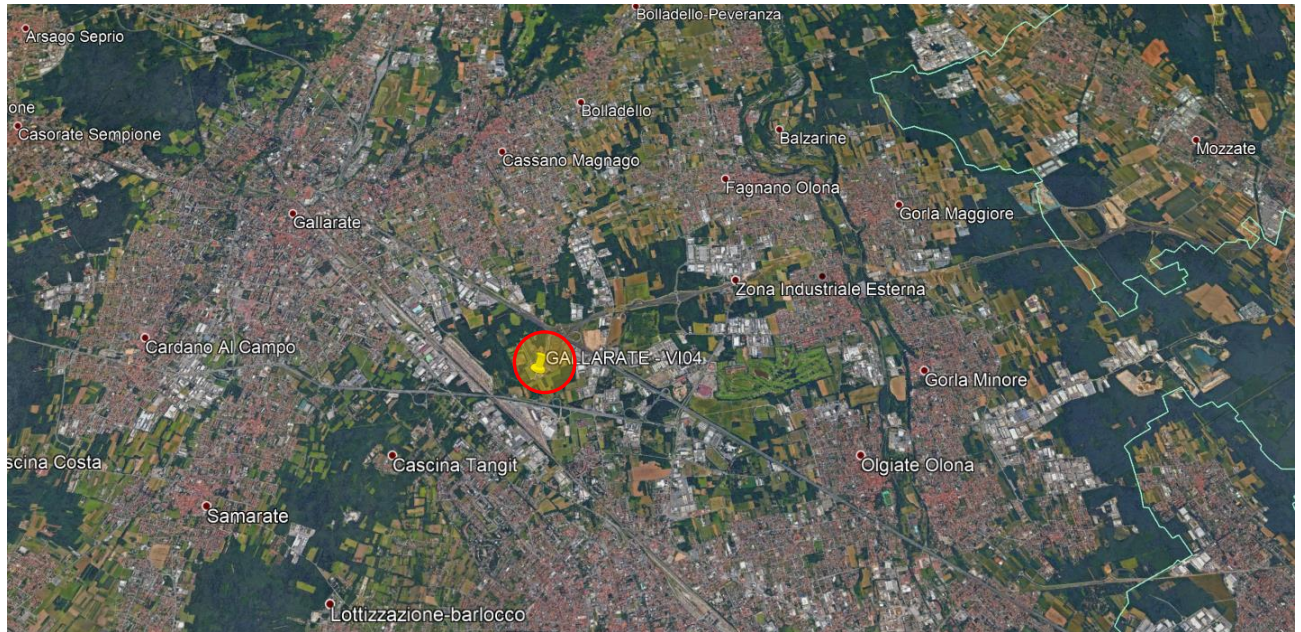
10.9	Pila 3N – Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche allo spiccato del fusto e alla base della zattera di fondazione	81
10.10	Pila 3N – Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo allo spiccato del fusto	87
10.10.1	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti	87
10.10.2	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti	87
10.10.3	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche	88
10.10.4	Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR	89
10.10.5	Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita	91
10.10.6	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo allo spiccato del fusto	93
10.11	Pila 3N – Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo alla base della zattera di fondazione	94
10.11.1	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti	94
10.11.2	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti	94
10.11.3	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche	95
10.11.4	Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR	96
10.11.5	Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita	98
10.11.6	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo alla base della zattera di fondazione	100
10.12	Pila 3N – Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui pali di fondazione	101
10.13	Verifica strutturale dei fusti	102
10.13.1	Sezione e armatura di verifica	105
10.13.2	Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	106
10.13.3	Verifica allo Stato Limite di fessurazione	106
10.13.4	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione deviata	107
10.13.5	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio biassiale	107
10.14	Verifica geotecnica e strutturale dei pali di fondazione	108
10.14.1	Definizione della stratigrafia e dei parametri geomeccanici per le verifiche geotecniche dei pali di fondazione	108
10.14.2	Formulazioni adottate per la verifica del carico limite ultimo	109
10.14.3	Valutazione del coefficiente di capacità portante alla punta N_q	111
10.14.4	Calcolo della capacità portante laterale caratteristica	112
10.14.5	Calcolo della capacità portante di punta caratteristica	113
10.14.6	Calcolo della capacità portante totale di calcolo e verifica del carico limite ultimo	113
10.14.7	Valutazione delle azioni flettenti di calcolo sui pali di fondazione	114
10.14.8	Riepilogo della azioni sollecitanti di calcolo per le verifiche strutturali dei pali	124
10.14.9	Verifiche strutturali dei pali di fondazione – Sezione e armatura di verifica	125
10.14.10	Verifiche strutturali dei pali di fondazione – Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	125
10.14.11	Verifica strutturale dei pali di fondazione - Verifica allo Stato Limite di fessurazione	125
10.14.12	Verifica strutturale dei pali di fondazione - Verifica allo Stato Limite Ultimo per flessione semplice	126
10.14.13	Verifica strutturale dei pali di fondazione - Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio	126
10.14.14	Verifica della capacità portante orizzontale	127
10.15	Verifica strutturale della zattera di fondazione	128
11	SPALLE	131
11.1	Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche sul paraghiaia	131
11.2	Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sul paraghiaia	132
11.2.1	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti	132
11.2.2	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti	132
11.2.3	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche	132
11.2.4	Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR	133

11.2.5	Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita	133
11.2.6	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo	133
11.3	Verifiche strutturali del paraghiaia	134
11.3.1	Sezione e armatura di verifica	134
11.3.2	Stato Limite di limitazione delle tensioni	134
11.3.3	Verifica allo Stato Limite di fessurazione	137
11.3.4	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione semplice	139
11.3.5	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio	140
11.4	Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche sul muro frontale	141
11.5	Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sul muro frontale	147
11.5.1	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti	147
11.5.2	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti	148
11.5.3	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche	149
11.5.4	Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR	153
11.5.5	Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita	157
11.5.6	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo	157
11.6	Verifiche strutturali del muro frontale	160
11.6.1	Sezione e armatura di verifica	160
11.6.2	Stato Limite di limitazione delle tensioni	160
11.6.3	Verifica allo Stato Limite di fessurazione	162
11.6.4	Verifica allo Stato Limite Ultimo per pressoflessione semplice	163
11.6.5	Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio	164
11.7	Valutazione delle azioni sollecitanti caratteristiche alla base della zattera di fondazione	165
11.8	Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo alla base della zattera di fondazione	171
11.8.1	Combinazioni allo Stato Limite di esercizio – Quasi permanenti	171
11.8.2	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti	171
11.8.3	Combinazioni allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche	173
11.8.4	Combinazioni allo Stato Limite Ultimo – STR	177
11.8.5	Combinazioni allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita	181
11.8.6	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo	181
11.9	Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui pali di fondazione	184
11.10	Verifica geotecnica e strutturale dei pali di fondazione	186
11.10.1	Definizione della stratigrafia e dei parametri geomeccanici per le verifiche geotecniche dei pali di fondazione	186
11.10.2	Formulazioni adottate per la verifica del carico limite ultimo	187
11.10.3	Valutazione del coefficiente di capacità portante alla punta N_q	189
11.10.4	Calcolo della capacità portante laterale caratteristica	190
11.10.5	Calcolo della capacità portante di punta caratteristica	191
11.10.6	Calcolo della capacità portante totale di calcolo e verifica del carico limite ultimo	191
11.10.7	Valutazione delle azioni flettenti di calcolo sui pali di fondazione	192
11.10.8	Riepilogo delle azioni sollecitanti di calcolo per le verifiche strutturali dei pali	201
11.10.9	Verifiche strutturali dei pali di fondazione – Sezione e armatura di verifica	202
11.10.10	Verifiche strutturali dei pali di fondazione – Verifica allo Stato Limite di limitazione delle tensioni	202
11.10.11	Verifica strutturale dei pali di fondazione - Verifica allo Stato Limite di fessurazione	203
11.10.12	Verifica strutturale dei pali di fondazione - Verifica allo Stato Limite Ultimo per flessione semplice	205
11.10.13	Verifica strutturale dei pali di fondazione - Verifica allo Stato Limite Ultimo per taglio	205
11.10.14	Verifica della capacità portante orizzontale	205
11.11	Verifica strutturale della zattera di fondazione	206
12	VERIFICA DEI BAGGIOLI DI APPOGGIO	209

12.1	Valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui baggioli di appoggio	209
12.2	Baggioli di appoggio delle pile	210
12.2.1	Verifica a schiacciamento del calcestruzzo	210
12.2.2	Verifica delle staffe di confinamento	211
12.2.3	Verifica a scorrimento del baggiolo sotto effetto delle azioni orizzontali	212
12.3	Baggioli di appoggio delle spalle	213
12.3.1	Verifica a schiacciamento del calcestruzzo	213
12.3.2	Verifica delle staffe di confinamento	214
12.3.3	Verifica a scorrimento del baggiolo sotto effetto delle azioni orizzontali	215

1 PREMESSA

La presente relazione riporta il dimensionamento e le verifiche strutturali delle sottostrutture e delle strutture di fondazione del viadotto VI-04 NORD nell'ambito del progetto esecutivo "Nuova S.S.n.341 "Gallaratese" - "Tratto da Samarate a confine con la Provincia di Novara - Stralcio funzionale dal km 6+500 (Svincolo SS n. 336 Nord) al km 8+844 (Svincolo Autostrada A8) – "Bretella di Gallarate".



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione dei calcoli statici ci si è attenuti alle prescrizioni della Normativa vigente; in particolare:

- **Decreto Ministeriale 17/01/2018** "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- **Circolare Min. 21/01/2019, n° 7/C.S.LL.PP** "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018"
- **UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1 – Parte 2)** → Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- **UNI EN 1992-1 (Eurocodice 2 – Parte 1)** → Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Regole generali
- **UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2 – Parte 2)** → Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Ponti
- **UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8 – Parte 2)** → Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti
- **UNI EN 206-1:2006** → Calcestruzzo – Specificazione, prestazione e conformità
- **UNI 11104** → Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- **CNR-DT 207/2008** → "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".

3 UNITA' DI MISURA

Nei calcoli è stato fatto uso delle seguenti unità di misura:

- per i carichi: $\text{kN/m}^2, \text{kN/m}, \text{kN}$
- per i momenti: kNm
- per i tagli e sforzi normali: kN
- per le tensioni: N/mm^2
- per le accelerazioni: m/sec^2

4 MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZI

4.1.1 CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE (UNI 11104-2016)

Per i pali di fondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C25/30** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C25/30	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	30,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	24,90	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	32,90	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	14,11	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	2,56	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	1,79	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,19	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	31.220,19	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	30.440,77	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,60**
- Contenuto minimo di cemento: **300 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **30 mm**
- Copriferro netto minimo: **60 mm**

4.1.2 CALCESTRUZZO PER STRUTTURE DI FONDAZIONE (UNI 11104-2016)

Per le strutture di fondazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,60**
- Contenuto minimo di cemento: **300 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **30 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**

4.1.3 CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN ELEVAZIONE (UNI 11104-2016)

Per le strutture in elevazione è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C32/40** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	41,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,10	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,17	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,45	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	32.811,24	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XF2**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,50**
- Contenuto minimo di cemento: **340 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **20 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**
- Contenuto minimo in aria: **3,0%**

4.1.4 CALCESTRUZZO PER BAGGIOLI DI APPOGGIO (UNI 11104-2016)

Per i baggioli di appoggio è stato previsto un calcestruzzo con classe di resistenza **C35/45** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI CALCESTRUZZI - D.M. 17.01.2018			
Classe di resistenza del calcestruzzo		C35/45	▼
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	45,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	37,35	[N/mm ²]
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 gg	f_{cm}	45,35	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	21,17	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	3,35	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	2,35	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a trazione	f_{ctd}	1,56	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	38.236,76	[N/mm ²]
Modulo elastico medio	E_{cm}	33.877,87	[N/mm ²]

- Classe di esposizione: **XC3/XF1**
- Classe di consistenza: **S4**
- Rapporto minimo acqua / cemento: **0,50**
- Contenuto minimo di cemento: **340 kg/mc**
- Diametro massimo degli inerti: **25 mm**
- Copriferro netto minimo: **40 mm**

4.2 ACCIAI

4.2.1 ACCIAIO PER ARMATURA LENTA

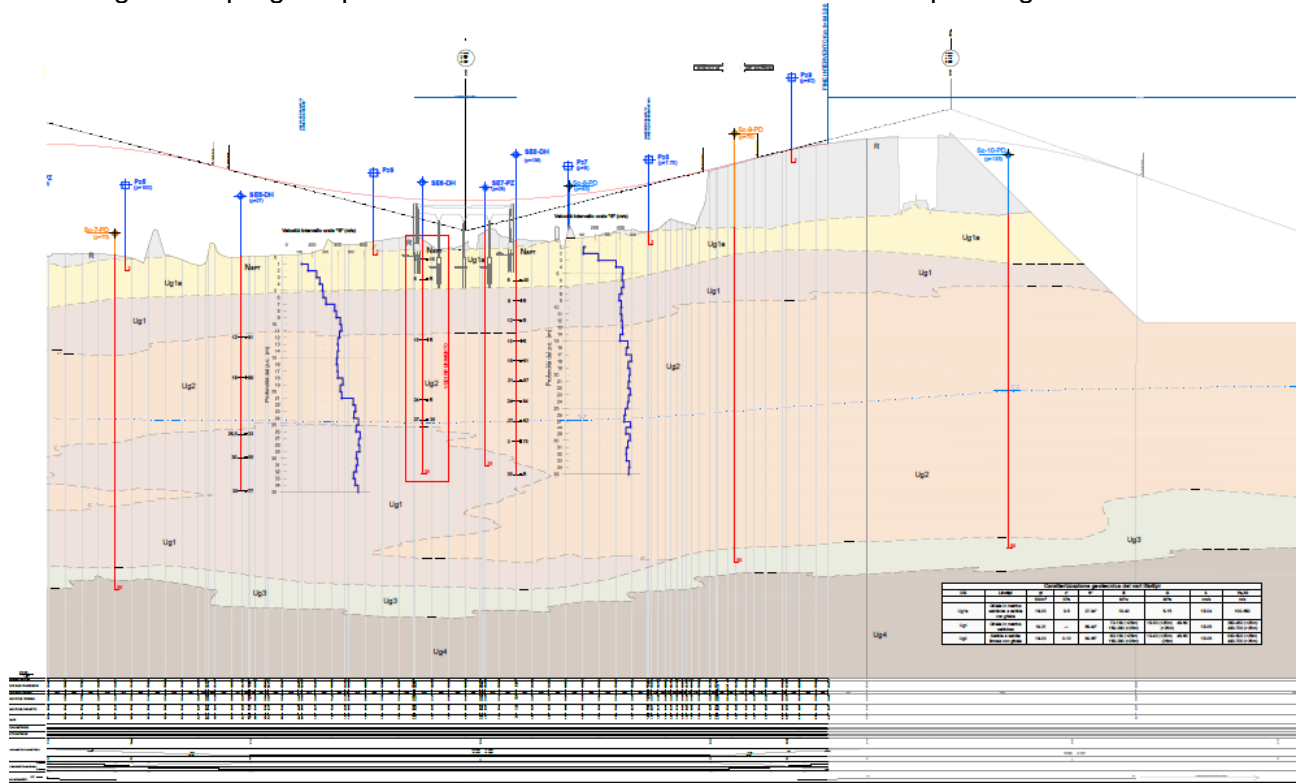
Per le armature lente è stato previsto un acciaio del tipo **B450C**, con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- $f_{t,k}$ = 540,00 N/mm² (resistenza caratteristica a rottura)
- $f_{y,k}$ = 450,00 N/mm² (tensione caratteristica di snervamento)
- $f_{y,d}$ = 391,30 N/mm² (resistenza di calcolo – $\gamma_s=1,15$)
- E_s = 210.000,00 N/mm² (modulo elastico istantaneo)

5 CATERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

5.1 DEFINIZIONE DELLA STRATIGRAFIA E DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

La stratigrafia di progetto per le varie sottostrutture è stata desunta dal profilo geotecnico:



La lunghezza dei singoli strati di terreno è stata definita successivamente in corrispondenza dei capitoli relativi alle verifiche geotecniche delle opere di fondazione profonda.

Di seguit sono riepilogati i valori dei parametri geotecnici relativi alle differenti tipologie di terreno individuati all'interno delle stratigrafie di progetto:

STRATO	γ_{min} [kN/m ³]	γ_{max} [kN/m ³]	γ_{medio} [kN/m ³]	ϕ_{min} [°]	ϕ_{max} [°]	ϕ_{medio} [°]	c'_{min} [kN/m ²]	c'_{max} [kN/m ²]	c'_{medio} [kN/m ²]
Ug1a	18,00	20,00	19,00	27,00	34,00	30,50	0,00	5,00	2,50
Ug1	19,00	21,00	20,00	35,00	40,00	37,50	0,00	0,00	0,00
Ug2	18,00	20,00	19,00	30,00	35,00	32,50	0,00	10,00	5,00

STRATO	E_{min} [MPa]	E_{max} [MPa]	E_{medio} [MPa]	G_{min} [MPa]	G_{max} [MPa]	G_{medio} [MPa]	$V_{S,30,min}$ [m/s]	$V_{S,30,max}$ [m/s]	$V_{S,30,med}$ [m/s]	
Ug1a	10,00	40,00	25,00	5,00	15,00	10,00	100,00	350,00	225,00	
Ug1	< 25 m	70,00	130,00	100,00	15,00	30,00	22,50	250,00	450,00	350,00
	> 25 m	150,00	200,00	175,00	45,00	60,00	52,50	400,00	700,00	550,00
Ug2	< 25 m	80,00	130,00	105,00	10,00	40,00	25,00	300,00	500,00	400,00
	> 25 m	150,00	200,00	175,00	45,00	60,00	52,50	400,00	700,00	550,00

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori dei parametri geotecnici dei terreni utilizzati per le verifiche:

STRATO	γ_{medio} [kN/m ³]	ϕ_{medio} [°]	c'_{medio} [kN/m ²]
Ug1a	19,00	30,50	2,50
Ug1	20,00	37,50	0,00
Ug2	19,00	32,50	5,00

Il livello di falda è stato rilevato a quota **-23,00 m** dal piano di campagna.

5.2 APPROCCIO DI CALCOLO

Le verifiche geotecniche di carico limite ultimo e di portanza laterale vengono condotte secondo l'approccio 2 previsto dal D.M.17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" - Combinazione A1 - M1 - R3.

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

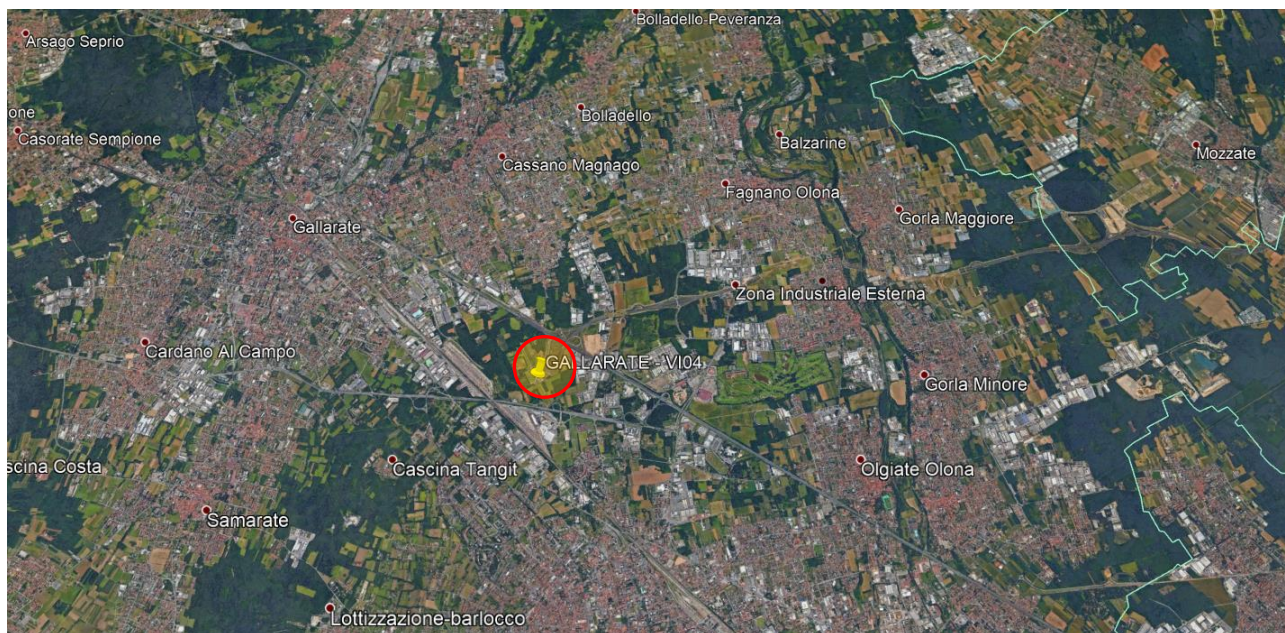
È stata considerata la presenza di una verticale indagata al fine di determinare il valore dei fattori di riduzione delle resistenze caratteristiche ξ_3 e ξ_4 . A favore di sicurezza è stato considerato un numero di verticali indagate pari a 1.

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

6 ZONIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA

6.1 IDENTIFICAZIONE DELLA LOCALITÀ E DEI PARAMETRI SISMICI GENERALI



Il sito è definito dalle seguenti coordinate geografiche:

- Longitudine: **9.631658**
- Latitudine: **45.17634**

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta ▶

Variabilità dei parametri ▶

Elaborazioni

Tabella parametri ▶

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

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

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

6.2 DEFINIZIONE DELLA STRATEGIA PROGETTUALE

In riferimento al D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", le opere sono progettate (in funzione dell'importanza strategica dell'infrastruttura) secondo i seguenti parametri:

- Vita Nominale dell'opera: **50 anni**

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

- Classe d'uso dell'opera: **IV**

2.4.2 CLASSI D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

- Coefficiente di utilizzo dell'opera: **2,00**

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

- Vita di riferimento dell'opera: **100 anni**

2.4.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.4.1)$$

Qui di seguito si riporta la sintesi delle scelte progettuali adottati con i tempi di ritorno dell'azione sismica identificati in funzione del singolo stato limite.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="60"/>
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="101"/>
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="949"/>
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1950"/>

Elaborazioni

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

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

6.3 PARAMETRI DI CALCOLO

6.3.1 PARAMETRI NUMERICI SISMICI

Sono stati definiti e utilizzati nei calcoli 3 differenti spettri di risposta di progetto:

- Spettro di progetto elastico valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per la valutazione delle azioni sismiche dovute alla massa delle sottostrutture e del terreno e dei sovraccarichi direttamente gravanti su di esse.
- Spettro di progetto "smorzato" (per la presenza dell'isolamento sismico alla base dell'impalcato) valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per la valutazione delle azioni sismiche dovute alla massa dell'impalcato e ai sovraccarichi su esso agenti e trasmessi dagli isolatori sismici alle sottostrutture inferiori.
- Spettro di progetto "smorzato" (per la presenza dell'isolamento sismico alla base dell'impalcato) valutato allo Stato Limite di Collasso per il dimensionamento degli isolatori sismici e la verifica dello spostamento di progetto degli stessi.

Nella tabella successiva sono riportati i parametri numerici sismici per i periodi di ritorno associati ai diversi Stati Limite:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0,020	2,518	0,182
SLD	101	0,024	2,587	0,206
SLV	949	0,045	2,646	0,303
SLC	1950	0,053	2,729	0,321

6.3.2 CATEGORIA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Ai sensi di quanto riportato nella Relazione Geotecnica e all'interno dei profili geotecnici allegati al presente progetto esecutivo il terreno di fondazione è classificato simicamente come di **categoria C**.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

6.3.3 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Considerando che il territorio si presenta essenzialmente pianeggiante e privo di significati salti di quota la categoria topografica del sito è stata assunta pari a **categoria T₁**.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

6.3.4 FATTORI DI STRUTTURA

A favore di sicurezza il calcolo e le verifiche sono stati effettuati in campo elastico. Il fattore di struttura è stato pertanto posto pari a **q = 1,00**.

6.4 DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI PROGETTO ELASTICO PER LO SLV

Nell'immagine successiva è riportata la determinazione dei parametri dello spettro di risposta elastico valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
 Stato Limite considerato SLV info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo C info $S_S =$ 1,500 $C_C =$ 1,558 info
 Categoria topografica T1 info $h/H =$ 1,000 $S_T =$ 1,000 info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) 5 $\eta =$ 1,000 info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o 2,4 Regol. in altezza sì info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q 1 $\eta =$ 1,000 info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta ▶▶▶
 Parametri e punti spettri di risposta ▶▶▶

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

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

Spettri di risposta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Nella tabella successiva sono riportati analiticamente i parametri sismici ed i valori delle accelerazioni normalizzate in funzione del periodo di vibrazione:

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,045 g
F_o	2,646
T_c	0,303 s
S_s	1,500
C_c	1,558
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,157 s
T_C	0,471 s
T_D	1,782 s

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,068
0,157	0,180
0,471	0,180
0,534	0,159
0,596	0,143
0,659	0,129
0,721	0,118
0,783	0,108
0,846	0,100
0,908	0,094
0,971	0,088
1,033	0,082
1,095	0,078
1,158	0,073
1,220	0,070
1,283	0,066
1,345	0,063
1,407	0,060
1,470	0,058
1,532	0,055
1,594	0,053
1,657	0,051
1,719	0,049
1,782	0,048
1,887	0,042
1,993	0,038
2,099	0,034
2,204	0,031
2,310	0,028
2,415	0,026
2,521	0,024
2,627	0,022
2,732	0,020
2,838	0,019
2,944	0,017
3,049	0,016
3,155	0,015
3,261	0,014
3,366	0,013
3,472	0,013
3,577	0,012
3,683	0,011
3,789	0,011
3,894	0,010
4,000	0,009

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

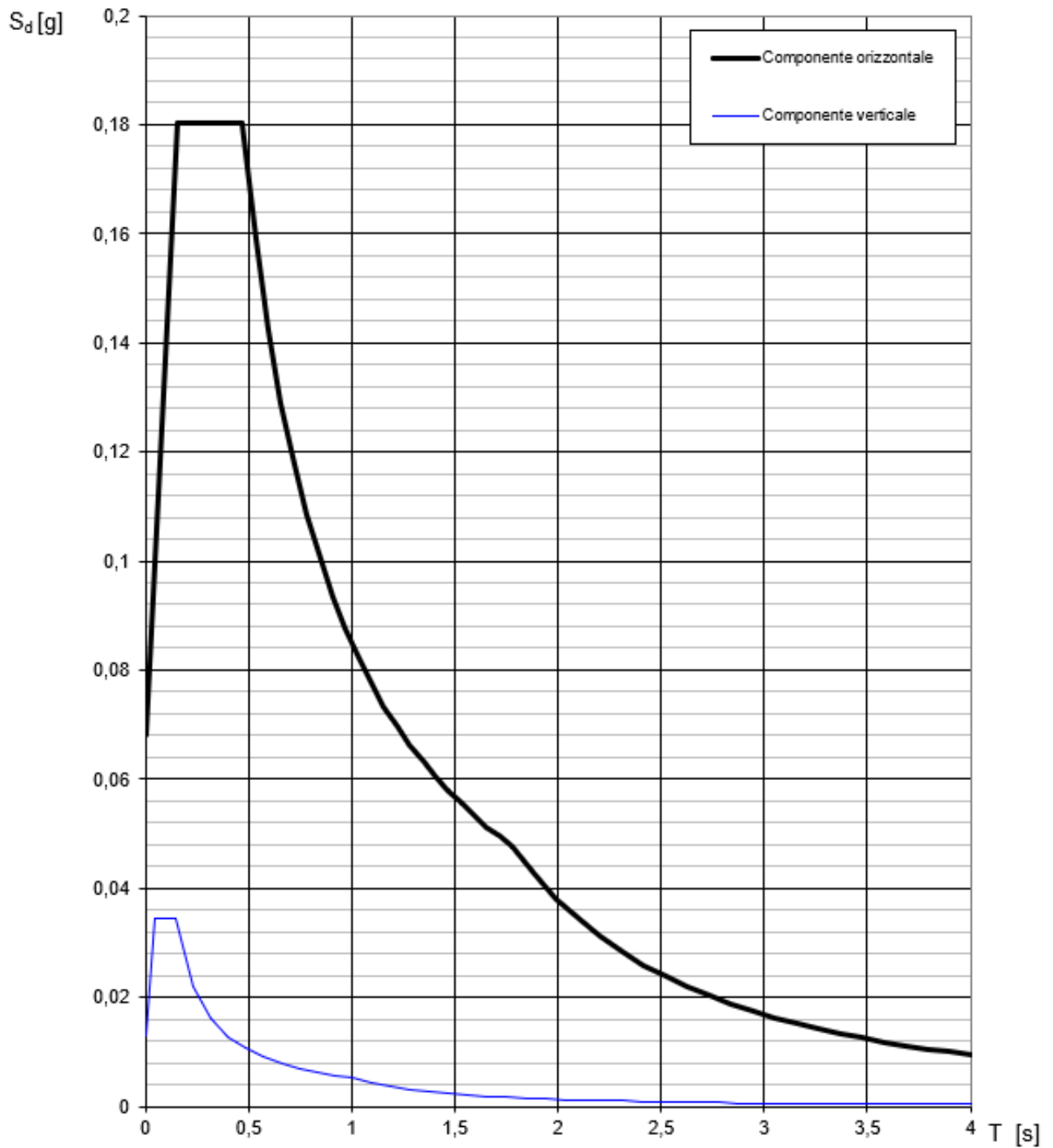
$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Nell'immagine successiva è riportato il diagramma dello spettro di risposta per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita:

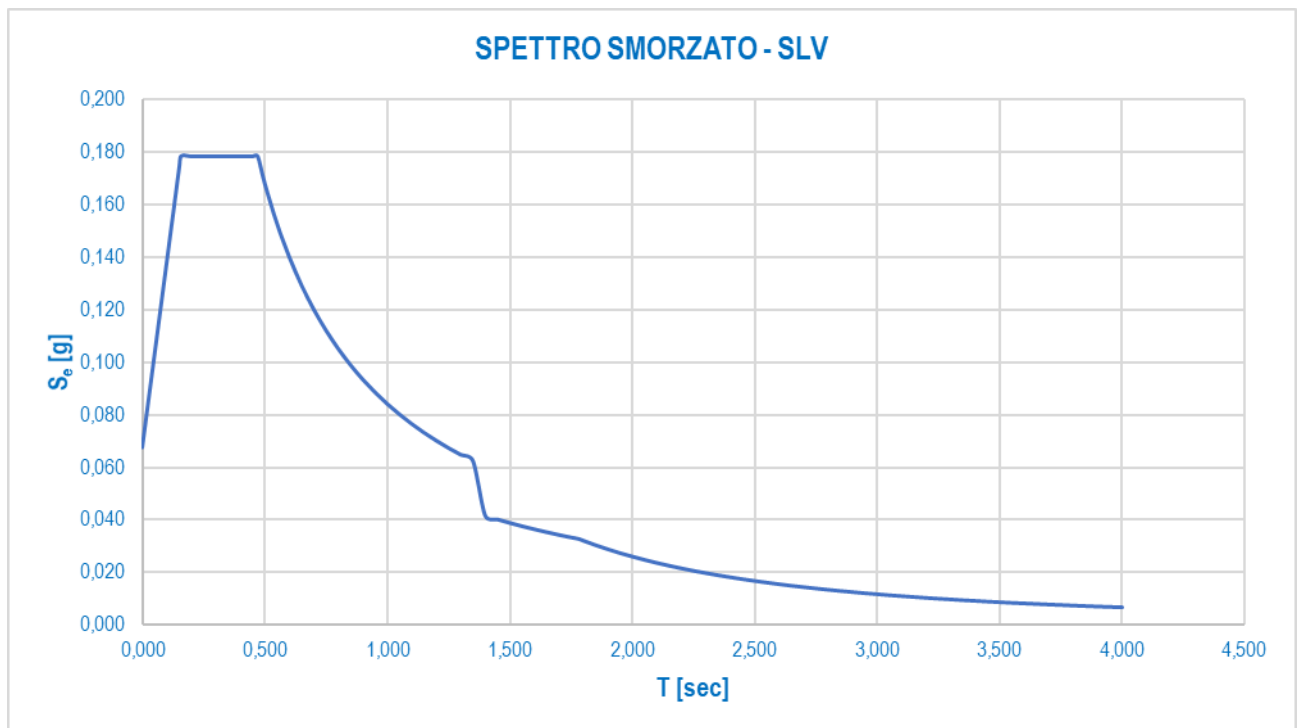


6.5 DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI PROGETTO SMORZATO PER LO SLV

Nell'immagine successiva è riportata la determinazione dei parametri dello spettro di risposta smorzato valutato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV):

PARAMETRI SISMICI		
a_g	0,045	[1/g]
F_0	2,646	[-]
T_C^*	0,303	[sec]
S_S	1,500	[-]
C_C	1,558	[-]
S_T	1,000	[-]
S	1,500	[-]
T_B	0,157	[sec]
T_C	0,471	[sec]
T_D	1,782	[sec]
T_{ISO}	1,712	[sec]
ξ	0,160	[-]

Nell'immagine successiva è riportato il diagramma dello spettro di risposta smorzato per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita:

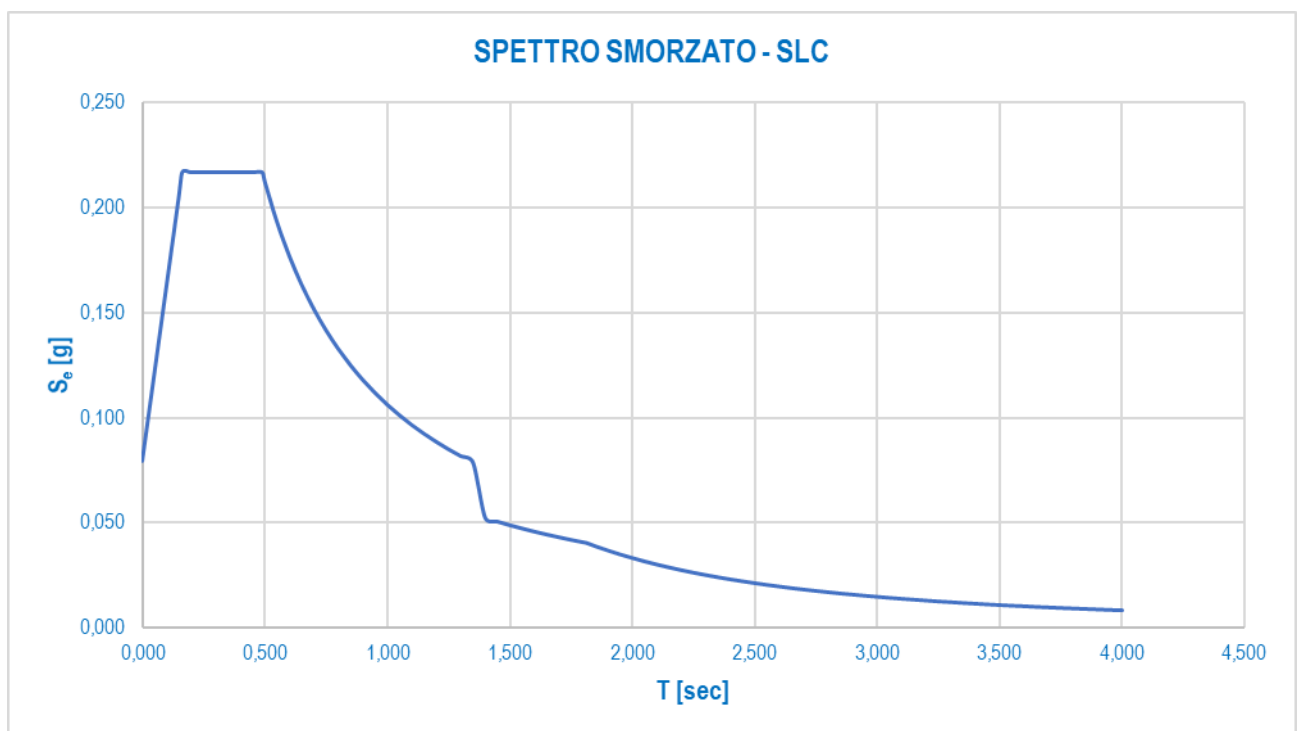


6.6 DEFINIZIONE DELLO SPETTRO DI PROGETTO SMORZATO PER LO SLC

Nell'immagine successiva è riportata la determinazione dei parametri dello spettro di risposta smorzato valutato per lo Stato Limite di Collasso (SLC):

PARAMETRI SISMICI		
a_g	0,053	[1/g]
F_0	2,729	[-]
T_C^*	0,321	[sec]
S_S	1,500	[-]
C_C	1,528	[-]
S_T	1,000	[-]
S	1,500	[-]
T_B	0,163	[sec]
T_C	0,490	[sec]
T_D	1,813	[sec]
T_{ISO}	1,712	[sec]
ξ	0,160	[-]

Nell'immagine successiva è riportato il diagramma dello spettro di risposta smorzato per lo Stato Limite di Collasso:



7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 CARICHI PERMANENTI (G)

I carichi permanenti sono costituiti dai pesi propri delle strutture portanti (g_1) e dagli elementi di finitura, con funzione non strutturale, a corredo dell'impalcato (g_2). Questi si ricavano moltiplicando il volume dell'elemento per il peso specifico del materiale impiegato.

7.1.1 CARPENTERIA METALLICA (G_1)

Elementi principali (travi, traversi, diaframmi e controventi): volume elemento*78.50 kN/m³

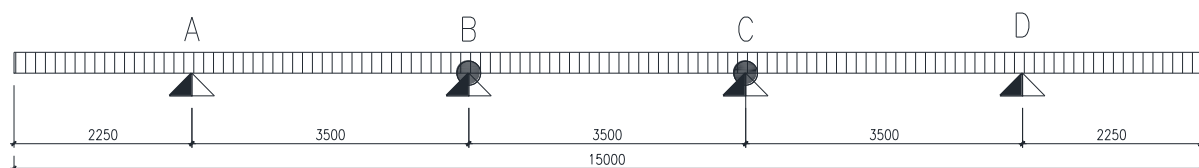
Elementi secondari (Irrigidenti, piastrame, pioli, bulloneria, ecc.): 15%*elementi principali

7.1.2 SOLETTA (G_1)

Lastre prefabbricate e parte gettata in opera: $0.30 * 25 = 7.50 \text{ kN/m}^2$

Vista la larghezza dell'impalcato in oggetto (circa 15.0m), si prevede la scomposizione della lastra prefabbricata in tre elementi accostati appoggiati, ognuno, su due punti. Pertanto, al fine di stabilire le azioni agenti sulle singole travi, per effetto dei carichi appena riportati, si considera uno schema statico di trave continua su quattro appoggi, con due cerniere interne in corrispondenza delle travi centrali, caricata dal peso della soletta ancora inerte.

Ext. curva



Int. curva

Figura 1 – Schema di riferimento per il calcolo dell'azioni g_1 sulle travi principali

Da tale assunzione deriva che:

Fase 1	R_A [kN/m]	R_B [kN/m]	R_C [kN/m]	R_D [kN/m]
Soletta	35.4	20.8	20.8	35.4

7.1.3 FINITURE (G_2)

Cordoli (seconda fase): $2 * 0.25 * 25 = 12.5 \text{ kN/m}$

Pavimentazione stradale $1 * 0.09 * 25 = 2.25 \text{ kN/m}$

Velette: $2 * 0.80 * 0.05 * 25 = 2.00 \text{ kN/m}$

Sicurvia: $2 * 0.80 \text{ kN/m} = 1.60 \text{ kN/m}$

Parapetto: $2 * 1.50 \text{ kN/m} = 3.00 \text{ kN/m}$

In questa fase l'intera soletta è reagente e viene schematizzata come un elemento continuo su cinque appoggi.

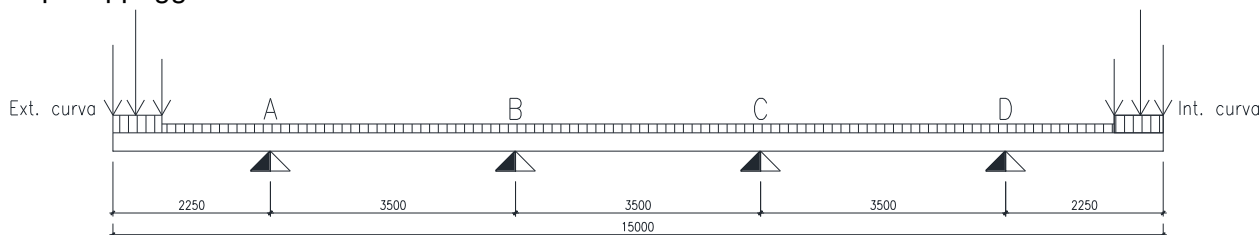


Figura 2 – Schema di riferimento per il calcolo dell'azioni g_2 sulle travi principali

Da tale assunzione deriva che:

Fase 2	R_A [kN/m]	R_B [kN/m]	R_C [kN/m]	R_D [kN/m]
Finiture	25.2	-0.5	-0.5	25.2

7.2 RITIRO (ϵ_2)

Il ritiro del calcestruzzo è stato schematizzato attraverso delle azioni statiche equivalenti ricavate in base alla deformazione da ritiro. Tale fenomeno genera una deformazione totale che si può esprimere come:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$$

dove:

- ϵ_{cd} è la deformazione per ritiro da essiccamento;
- ϵ_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento:

$$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{c0} = 0,1848\text{‰}$$

è valutato in funzione della resistenza caratteristica a compressione, dell'umidità relativa (80%) e del parametro h_0 , dove dalle tabelle normate si ha:

- $\epsilon_{c0} = -0,264\text{‰}$
- $h_0 = 625 \text{ mm}$
- $K_h = 0,70$

Lo sviluppo nel tempo della deformazione ϵ_{cd} è valutato come:

$$\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t - t_s) \cdot \epsilon_{cd,\infty}$$

dove la funzione di sviluppo temporale assume la forma

$$\beta_{ds}(t - t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 h_0^{3/2}]$$

in cui:

- t è l'età del calcestruzzo nel momento considerato (in giorni)
- t_s è l'età del calcestruzzo a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro da essiccamento (normalmente il termine della maturazione, espresso in giorni),
- h_0 è la dimensione fittizia (in mm) pari al rapporto $2A_c/u$

essendo:

- A_c è l'area della sezione in calcestruzzo
- u è il perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno $\epsilon_{ca,\infty}$ può essere valutato mediante l'espressione:

$$\epsilon_{ca,\infty} = -2,5 (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = -0,055\text{‰}$$

quindi:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} = 0,240\text{‰}$$

Come esposto in precedenza, l'effetto del ritiro viene simulato come delle azioni statiche equivalenti derivanti dal ritiro della soletta di calcestruzzo. In particolare il cui contributo di compressione è valutato direttamente in verifica mentre la flessione viene applicata direttamente al modello nel relativo file di analisi.

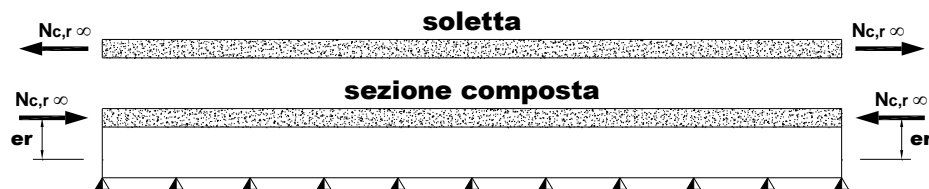


Figura 3 - Schema di riferimento per il calcolo dell'azioni da ritiro sulle travi principali

Forza assiale d'estremità:

$$N_r = E_s \cdot \epsilon_c \cdot A_c / n_r$$

Momento flettente d'estremità

$$M_r = N_r \cdot z_r$$

avendo assunto:

- ϵ_c , contrazione finale da ritiro;
- n_r , coefficiente di omogeneizzazione a t_{inf} ;
- E_s , modulo elastico dell'acciaio;
- A_c , area della soletta collaborante;
- z_r , distanza fra baricentro soletta e baricentro sezione composta a t_{inf} .

L'azione da ritiro è sintetizzata nella seguente tabella.

Trave	Es [MPa]	ϵ_c [-]	A_c [mm ²]	n_r [-]	N_r [kN]	z_r [m]	M_r [kNm]
Esterna	210000	-0.0002398	$9.43 \cdot 10^5$	16.2	-2936	0.50	1468
Centrale	210000	-0.0002398	$8.05 \cdot 10^5$	16.2	-2506	0.53	1328

7.3 VARIAZIONE TERMICA (E₃)

L'acciaio varia la sua temperatura più rapidamente del cls, il quale contrasta la deformazione delle travi in acciaio. Il gradiente termico genera in corrispondenza degli appoggi intermedi reazioni verticali e conseguenti sollecitazioni taglianti e flettenti. Si è considerato un $\Delta T = \pm 10^\circ\text{C}$ fra soletta e trave in acciaio, agente in tempi brevi e quindi con $n=6.30$. Gli effetti prodotti dalle variazioni termiche differenziali fra la soletta in calcestruzzo e le travi metalliche sono stati valutati con azioni statiche equivalenti concentrate alle estremità dell'impalcato. In particolare, il cui contributo di compressione è valutato direttamente in verifica mentre la flessione viene applicata direttamente al modello nel relativo file di analisi.

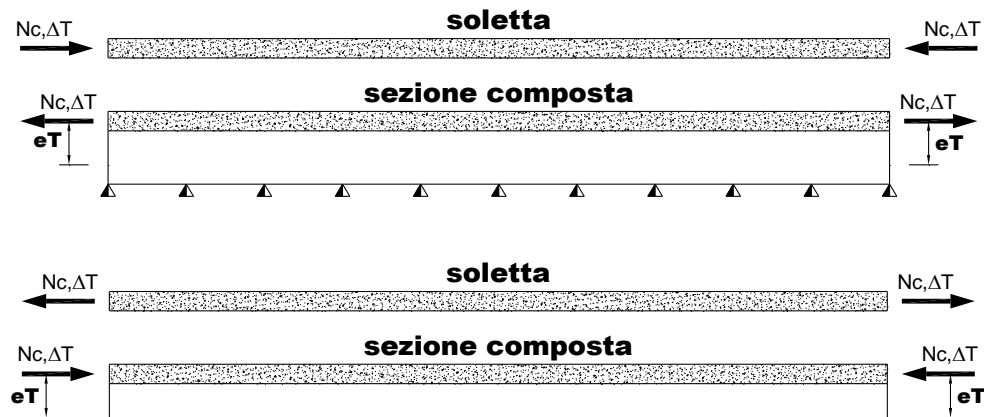


Figura 4 – Schema di riferimento per il calcolo dell'azioni termiche sulle travi principali

Forza assiale d'estremità: $N_{\Delta T}^{+/-} = E_s * \alpha_c * \Delta T^{+/-} * A_c / n_0$
 Momento flettente d'estremità: $M_{\Delta T}^{+/-} = N_{\Delta T}^{+/-} * z_{n0}$

avendo assunto:

- α_c , coefficiente di dilatazione termico del calcestruzzo;
- $\Delta T^{+/-}$, variazione di termica;
- n_0 , coefficiente di omogeneizzazione a t_0
- E_s , modulo elastico dell'acciaio
- A_c , area della soletta collaborante
- z_{n0} , distanza fra baricentro soletta e baricentro sezione composta a t_0

L'azione termica differenziale viene calcolata per le due porzioni di impalcato con l'altezza costante più diffusa.

Trave	Es [MPa]	α_c [-]	ΔT^+ [°C]	A_{coll} [mm ²]	n_0 [-]	$N_{\Delta T}^+$ [kN]	z_0 [m]	$M_{\Delta T}^+$ [kNm]
Esterna	210000	$10 \cdot 10^{-6}$	+10	$1.110 \cdot 10^6$	6.30	3700	0.38	-1406
Centrale	210000	$10 \cdot 10^{-6}$	+10	$1.050 \cdot 10^6$	6.30	3500	0.37	-1295

7.4 CARICHI VARIABILI DA TRAFFICO (Q₁)

La definizione delle corsie convenzionali secondo il D.M. 17.01.2018 è fatta in base al prospetto seguente:

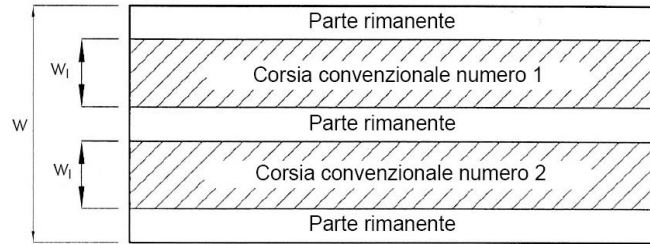


Figura 5 – Esempio di numerazione delle corsie

Larghezza di carreggiata "w"	Numero di corsie convenzionali	Larghezza di una corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5,40 \text{ m}$	$n_i = 1$	3,00	$(w-3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0 \text{ m}$	$n_i = 2$	$w/2$	0
$6,0 \text{ m} \leq w$	$n_i = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_i)$

Figura 6 – Numero e larghezza delle corsie

La disposizione e la numerazione delle corsie sono tali da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. La corsia che produce l'effetto più sfavorevole è numerata come corsia numero 1; la corsia che dà il successivo effetto più sfavorevole è numerata come corsia numero 2, ecc. Per ciascuna singola verifica e per ciascuna corsia convenzionale, si applica lo schema di carico 1, costituito da carichi concentrati su due assi in tandem (Q_{ik}), applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40 m, e da carichi uniformemente distribuiti (q_{ik}), come mostrato nella figura che segue. Tale schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero.

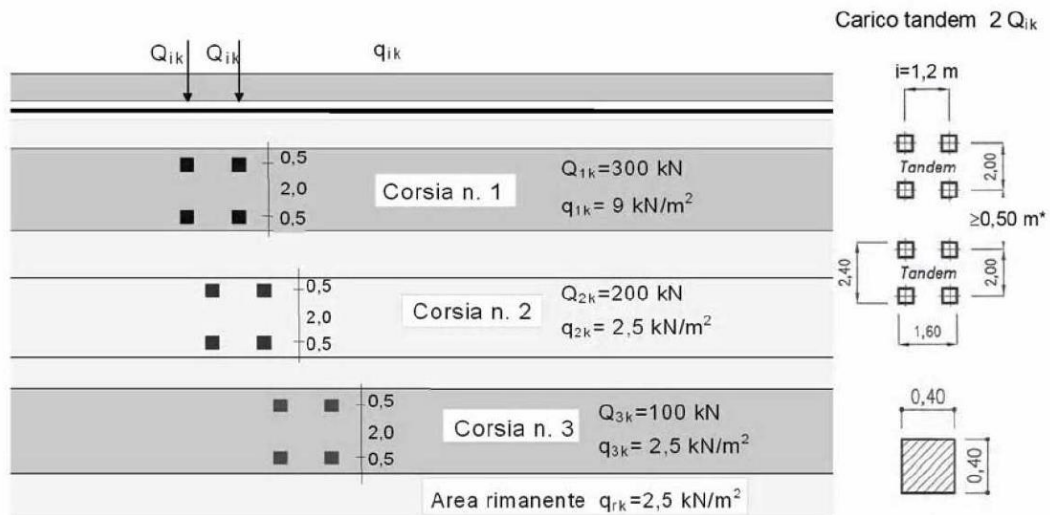


Figura 7 – Schema di carico 1 (dimensioni in [m])

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti di 1a Categoria è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3.00 m.

La disposizione dei carichi ed il numero delle colonne sulla carreggiata sono tali da determinare le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per la struttura, membratura o sezione considerata. Per i ponti di 1a categoria si considerano, compatibilmente con le larghezze di carreggiata definite, le seguenti intensità dei carichi:

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

Figura 8 – Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

Per l'applicazione dei carichi al modello si è utilizzato un apposito preprocessore, il MIDAS CIVIL che, una volta inseriti i risultati della ripartizione trasversale, produce per ogni distribuzione trasversale 'n' condizioni di carico, facendo "muovere" il carico concentrato Q_k lungo tutto il viadotto con passo predefinito e segmentando il carico distribuito q_k nel rispetto delle linee di influenza.

Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione (q_3)

La forza di frenamento o di accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n. 1 ed è uguale a:

$$180\text{kN} \leq q_3 = 0.6 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0.1 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900\text{kN}$$

Nel caso in esame, assumendo una lunghezza della zona caricata pari a 138.2m, si ha:

$$q_3 = 0.6 \cdot (2 \cdot 300) + 0.1 \cdot 9.0 \cdot 3.0 \cdot 138.2 = 733\text{kN}$$

L'azione viene applicata uniformemente sulle quattro travi principali ed è pari a circa 1.33kN/m.

Azione da vento (q_5)

L'azione del vento è stata valutata, secondo quanto specificato nel par. 3.3 del D.M. 17.01.2018, assimilandola ad un carico orizzontale statico diretto ortogonalmente all'asse del ponte e agente sulla proiezione nel piano verticale delle superfici direttamente investite. La superficie dei carichi transitanti sul ponte esposte al vento si assimila ad una parete rettangolare continua alta 3.0 m dal piano stradale. Tale azione dà luogo ad una sollecitazione torcente che provoca una flessione differenziale delle travi portanti.

Per l'azione del vento, che supponiamo di carattere statico ed incidente in modo perpendicolare all'asse del viadotto, si procede ricavando la pressione:

$$p = q_{ref} \cdot c_e \cdot c_d \cdot c_f$$

dove:

- q_{ref} , pressione cinetica di riferimento;
- c_e , coefficiente di esposizione;
- c_d , coefficiente dinamico;
- c_p , coefficiente di forma;

Per la determinazione dell'azione del vento, nota l'ubicazione della struttura, si stabilisce la zona di appartenenza. L'opera è situata in zona 1 ad una quota di 12m. Dalla normativa si ricava la velocità di riferimento:

$$v_b = 28\text{ m/s}$$

Assumendo un valore convenzionale della densità dell'aria pari a 1.25kg/m³, come pressione cinetica di riferimento si ha:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

Considerando una classe di rugosità D (tabella 3.3.III), l'altezza del sito sul livello del mare, dalla figura 3.3.2 si evince che la struttura si trova in categoria di esposizione II e dunque, in accordo con la tabella 3.3.II si assumono i seguenti parametri:

$$k_r = 0.19 \qquad z_0 = 0.05\text{m} \qquad z_{min} = 4\text{m}$$

quindi ipotizzando che l'opera sia posizionata ad una quota dal piano campagna di 12m, risulta:

$$c_e = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \cdot \left[7 + c_t \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right]$$

Le azioni aerodinamiche di picco esercitate dal vento sull'impalcato sono espresse mediante una coppia di forze ortogonali f_x e f_y e un momento torcente m_z , per unità di lunghezza, applicati lungo

l'asse longitudinale del viadotto. I coefficienti di forza vengono determinati in base alle indicazioni riportate nella norma CNR – DT 207/2008 al punto G.11.1. In particolare:

$$c_{fx} = \begin{cases} \frac{1.85}{d/h_{tot}} - 0.10 & 2 \leq d/h_{tot} \leq 5 \\ \frac{1.35}{d/h_{tot}} & d/h_{tot} > 5 \end{cases} \quad c_{fy} = \begin{cases} \pm \left(0.7 + 0.1 \cdot \frac{d}{h_{tot}} \right) & 2 \leq d/h_{tot} \leq 5 \\ \mp 1.2 & d/h_{tot} > 5 \end{cases} \quad c_{mz} = \pm 0.20$$

Il coefficiente dinamico si assume di valore unitario.

In conclusione, vengono riportate le elaborazioni svolte per la determinazione dell'azione eolice, per le porzioni di impalcato avente trave alta 1.0 m e 2.0 m.

H _{trave}	Componente	q _{rif} [N/m ²]	C _e [-]	C _d [-]	C _r [-]	h _{tot} [m]	d [m]	
1.0 m	Orizzontale	391	2.47	1.0	0.46	4.50	15.0	2.0kN/m
	Verticale				1.03	4.50	15.0	14.9kN/m
	Torsione				0.20	4.50	15.0	43.5kNm/m
2.0 m	Orizzontale	391	2.47	1.0	0.58	5.50	15.0	3.1kN/m
	Verticale				0.97	5.50	15.0	14.1kN/m
	Torsione				0.20	5.50	15.0	43.5kNm/m

Considerando una ripartizione "alla Engesser" delle azioni da vento, si applicano i seguenti carichi distribuiti alle travi principali inserite nel modello di calcolo.

H _{trave}	Carico distribuito da vento	T _A	T _B	T _C	T _D
1.0 m	Carico verticale [kN/m]	7.64	5.03	2.42	-0.19
	Carico orizzontale [kN/m]	0.50	0.50	0.50	0.50
2.0 m	Carico verticale [kN/m]	7.41	4.82	2.23	-0.36
	Carico orizzontale [kN/m]	0.78	0.78	0.78	0.78

7.5 CARICHI AGENTI SULLE SPALLE

7.5.1 PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN CEMENTO ARMATO

Il peso per unità di volume del cemento armato è assunto pari a **25,0 kN/m³**.

7.5.2 SPINTA DEI TERRENI A TERGO DELLA SPALLA

Trattandosi di una struttura fondata su pali, e dunque di una struttura di tipo rigido, la spinta laterale del terreno da rilevato viene considerata in condizioni di riposo mediante la seguente relazione:

$$S_T = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot k_0 \cdot H^2$$

dove:

- γ è il peso per unità di volume del terreno
- k_0 è il coefficiente di spinta a riposo, valutato mediante la formulazione di Coulomb:

$$k_0 = 1 - \sin(\varphi)$$

con:

- φ = angolo di attrito interno
- H è l'altezza complessiva dello strato di terreno.

Il punto di applicazione della spinta è posto a 1/3 dell'altezza del singolo strato di terreno.

Si considerano le seguenti caratteristiche del terreno spingente:

- Peso del terreno per unità di volume $\rightarrow \gamma_t = 19,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno $\rightarrow \varphi = 37,00^\circ$

7.5.3 SPINTA LATERALE DOVUTA AI SOVRACCARICHI PERMANENTI A TERGO DELLA SPALLA

La spinta dei sovraccarichi permanenti a tergo delle opere è stata valutata considerando una condizione di riposo del terreno.

La spinta dovuta ai sovraccarichi viene valutata mediante la seguente relazione:

$$S_q = q \cdot k_0 \cdot H$$

dove:

- q è l'entità del sovraccarico agente

Il sovraccarico permanente a tergo del muro è stato considerato pari al peso della pavimentazione stradale valutato sullo spessore medio dello strato di pavimentazione stessa → **9,00 cm**.

7.5.4 SPINTA LATERALE DOVUTA AI SOVRACCARICHI ACCIDENTALI A TERGO DELLA SPALLA

La spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo delle opere è stata valutata considerando una condizione di riposo del terreno.

La spinta dovuta ai sovraccarichi viene valutata mediante la seguente relazione:

$$S_q = q \cdot k_0 \cdot H$$

dove:

- q è l'entità del sovraccarico agente

A tergo della spalla è stato considerato un carico accidentale forfettario pari a **30,00 kN/m²**.

7.6 AZIONE SISMICA SULLE SOTTOSTRUTTURE

7.6.1 AZIONE INERZIALE DELLE MASSE

Le azioni inerziali, orizzontali e verticali, dovute alle accelerazioni subite in fase sismica dalle masse degli elementi strutturali e del terreno vengono valutate moltiplicando il peso sismico degli elementi strutturali per i coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v .

7.6.2 SOVRASPINTA DINAMICA DEI TERRENI

La sovraspinta dinamica dei terreni in fase sismica viene valutata mediante la relazione di Wood:

$$\Delta P = \gamma \cdot a_g \cdot S \cdot H^2$$

dove:

- γ è il peso per unità di volume del terreno
- H è l'altezza della struttura soggetta alla spinta del terreno

8 COMBINAZIONI DI CARICO

8.1 COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – COMBINAZIONI QUASI-PERMANENTI

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche quasi permanenti allo Stato Limite di Esercizio, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum G_{kj} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{2i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori quasi permanenti

8.2 COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – COMBINAZIONI FREQUENTI

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche frequenti allo Stato Limite di Esercizio, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum G_{kj} + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base in ogni combinazione
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{1i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori frequenti

8.3 COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – COMBINAZIONI CARATTERISTICHE

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche caratteristiche allo Stato Limite di Esercizio, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum G_{kj} + Q_{k1} + \sum (\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base in ogni combinazione
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{0i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

8.4 COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE ULTIMO STATICHE

Per le combinazioni di carico statiche relative alla struttura in oggetto si è fatto riferimento a quanto riportato nel capitolo nel D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", par. 2.5.3.

Sulla base di ciò sono state individuate le combinazioni di carico statiche allo Stato Limite Ultimo, ottenute tramite la relazione generale:

$$F_d = \sum_{j=1}^m (\gamma_{Gj} \cdot G_{kj}) + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- γ_G e γ_Q rappresentano i coefficienti parziali di amplificazione dei carichi
- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile di base in ogni combinazione
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- ψ_{0i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori caratteristici

I coefficienti di amplificazione dei carichi per le combinazioni di carico A1, secondo il D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", par. 5.1.3.12, tabella 5.1.V, sono di seguito riepilogati:

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{E1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{E2}, \gamma_{E3}, \gamma_{E4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00
⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO. ⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti. ⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna ⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali					

I coefficienti di partecipazione dei carichi, secondo il D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", par. 5.1.3.12, tabella 5.1.VI, sono di seguito riepilogati:

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

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 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
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

8.5 COMBINAZIONE DI CARICO SISMICHE

In fase sismica è stata ipotizzata un'unica combinazione di carico allo Stato Limite di Salvaguardia ottenuta tramite la relazione generale:

$$F_d = E + \sum G_{kj} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

dove:

- E rappresenta il carico sismico
- G_{kj} rappresenta il valore caratteristico della j-esima azione permanente
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile
- Ψ_{2i} rappresentano i coefficienti di combinazione per tener conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i loro valori quasi permanenti

9 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI ISOLAMENTO, GIUNTI E VARCHI

9.1 DEFINIZIONE DEGLI ISOLATORI SISMICI

Di seguito si riportano gli scarichi massimi sui singoli isolatori sismici trasmessi dall'impalcato in fase statica (Stato Limite Ultimo – STR) e in fase sismica (Stato Limite di Collasso) desunti dal modello di calcolo dell'impalcato:

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	AZIONE NORMALE MASSIMA VERTICALE SUGLI APPOGGI [kN]								
		PESO PROPRIO CARPENTERIA METALLICA	PESO PROPRIO SOLETTA IN C.A. SUPERIORE	CARICHI PERMANENTI PORTATI	RITIRO	AZIONE TERMICA	VENTO TRASVERSALE	CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO	PESO SISMICO	SLU - STR MASSIMO SCARICO
SPALLA A	1	77,64	350,67	214,51	-59,59	-51,27	94,73	1.080,52	642,83	2.303,36
	2	84,16	268,16	77,89	-46,50	-47,37	56,02	880,52	430,20	1.729,98
	3	82,76	262,60	77,14	-48,21	-48,25	30,65	880,81	422,49	1.694,46
	4	72,02	326,37	200,13	-74,23	-65,89	-5,62	1.045,89	598,52	2.078,38
PILA 1	1	315,23	1.309,05	720,65	73,25	67,15	299,47	1.795,00	2.344,94	5.994,68
	2	337,41	981,86	262,95	73,72	66,78	195,94	1.405,94	1.582,21	4.346,90
	3	334,36	971,18	255,09	71,56	64,91	97,74	1.395,24	1.560,62	4.210,99
PILA 2	1	313,70	1.297,84	705,86	70,24	63,90	-8,68	1.782,07	2.317,40	5.656,76
	2	281,25	1.207,26	699,67	-30,77	-25,76	295,29	1.818,61	2.188,19	5.619,47
	3	304,52	897,67	251,94	-30,70	-25,47	192,79	1.418,46	1.454,13	3.996,32
	4	303,01	887,94	246,39	-29,65	-24,61	96,13	1.407,80	1.437,35	3.874,18
PILA 3	1	284,14	1.218,34	693,35	-29,54	-24,33	-9,14	1.815,16	2.195,84	5.353,65
	2	315,66	1.310,15	720,48	71,05	65,00	299,76	1.802,81	2.346,29	6.003,13
	3	336,09	980,97	261,42	72,79	66,01	195,02	1.404,79	1.578,48	4.337,82
	4	334,16	971,27	255,79	72,54	65,84	97,32	1.397,37	1.561,22	4.216,13
SPALLA B	1	311,74	1.291,94	706,33	73,05	66,58	-8,27	1.775,65	2.310,01	5.643,81
	2	74,77	342,37	209,00	-66,16	-58,11	92,14	1.063,32	626,14	2.242,47
	3	82,97	266,54	78,62	-47,50	-47,65	56,74	887,93	428,14	1.736,45
	4	82,46	263,70	76,82	-47,61	-48,14	31,65	869,53	422,99	1.681,59
SPALLA B	1	73,30	335,22	204,20	-67,73	-59,34	-4,96	1.060,24	612,73	2.130,04

Sono stati definiti i seguenti isolatori sismici tipologici per le diverse sottostrutture:

- Spalle → Isolatori sismici elastomerici ad alto smorzamento ($\xi = 16,00\%$) tipo FIPMEC SI-N 450/78 – Spostamento massimo in fase sismica (SLC): ± 150 mm
- Pile → Isolatori sismici elastomerici ad alto smorzamento ($\xi = 16,00\%$) tipo FIPMEC SI-N 500/78 – Spostamento massimo in fase sismica (SLC): ± 150 mm

Si riportano di seguito le caratteristiche degli isolatori sismici di progetto (isolatori elastomerici ad alto smorzamento – $\xi = 16,00\%$):

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	N _{SLU} [kN]	N _{SLC} [kN]	TIPOLOGIA ISOLATORE	F _{zd} [kN]	V [kN]	K _e [kN/mm]	K _e [kN/m]	K _v [kN/mm]	K _v [kN/m]
SPALLA A	1	2.303,36	642,83	SHN-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	2	1.729,98	430,20	SHN-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	3	1.694,46	422,49	SHN-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	4	2.078,38	598,52	SHN-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
PILA 1	1	5.994,68	2.344,94	SHN-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	2	4.346,90	1.582,21	SHN-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	3	4.210,99	1.560,62	SHN-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	4	5.656,76	2.317,40	SHN-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
PILA 2	1	5.619,47	2.188,19	SHN-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	2	3.996,32	1.454,13	SHN-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	3	3.874,18	1.437,35	SHN-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	4	5.353,65	2.195,84	SHN-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
PILA 3	1	6.003,13	2.346,29	SHN-500/78	10.310,00	3.200,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	2	4.337,82	1.578,48	SHN-500/78	10.310,00	3.200,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	3	4.216,13	1.561,22	SHN-500/78	10.310,00	3.200,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	4	5.643,81	2.310,01	SHN-500/78	10.310,00	3.200,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
SPALLA B	1	2.242,47	626,14	SHN-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	2	1.736,45	428,14	SHN-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	3	1.681,59	422,99	SHN-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	4	2.130,04	612,73	SHN-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00

dove:

- k_e (rigidezza orizzontale equivalente)
- k_v (rigidezza verticale)
- F_{zd} (carico verticale massimo sull'isolatore in assenza di sisma – SLU)
- V (carico verticale massimo sull'isolatore in presenza di sisma – SLC)
- Spostamento orizzontale limite: ± 150 mm

9.2 DISPOSITIVI DI ISOLAMENTO SISMICO

9.2.1 VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI MASSIMI IN FASE SISMICA (SLC)

Di seguito è riportata la valutazione del periodo di isolamento della struttura e lo spostamento massimi sismico orizzontale:

Peso sismico totale dell'impalcato	27.060,72	[kN]
Massa sismica dell'impalcato	2.758,48	[kN _{massa}]
Rigidità equivalente del sistema di isolamento	37.160,00	[kN/m]
Periodo di isolamento	1,712	[sec]
Accelerazione spettrale	0,043	[1/g]
Taglio sismico trasmesso dall'impalcato	1.159,63	[kN]
Spostamento sismico orizzontale	31,21	[mm]
Spostamento limite dell'isolatore	150,00	[mm]

Il periodo fondamentale della struttura isolata è pari a **1,712 s** (longitudinale e trasversale) a cui corrisponde:

- $\delta_{SLC} = 31,21 \text{ mm}$ (spostamento massimo longitudinale e trasversale - SLC)

Si considerano inoltre i seguenti contributi allo spostamento orizzontale:

- Variazione termica in contrazione (δ_1) $\rightarrow \Delta T_{N,con} = 37,00 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Variazione termica in espansione (δ_2) $\rightarrow \Delta T_{N,exp} = 45,00 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Incremento per assenza di prerogolazione (δ_3) $\rightarrow \Delta T_+ = 20,00 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Variazione termica equivalente al ritiro (δ_4) $\rightarrow \Delta T_{eq,rit} = 22,00 \text{ } ^\circ\text{C}$

Si considerano infine gli spostamenti massimi in testa pila valutati in fase sismica (spostamenti massimi valutati tra tutte le diverse pile, composti tra spostamento massimo della sommità dei fusti e lo spostamento massimo in testa pali):

- Spostamento massimo longitudinale delle pile ($\delta_{SLC,long,pile}$) $\rightarrow \delta_{SLC,long,pile} = 6,14 \text{ mm}$
- Spostamento massimo longitudinale delle pile ($\delta_{SLC,trasv,pile}$) $\rightarrow \delta_{SLC,trasv,pile} = 2,06 \text{ mm}$

Si assume che l'azione termica e del ritiro si ripartiscano simmetricamente rispetto al centro longitudinale dell'impalcato.

Le combinazioni adottate sono le seguenti:

- **SLC-LONG-1** \rightarrow massima contrazione longitudinale – sisma longitudinale dominante:
 $\delta_{LONG} = \delta_{SLC} + 0,50 \cdot (\delta_1 + \delta_3) + \delta_4 + \delta_{SLC,long,pile}$
 $\delta_{TRASV} = 0,30 \cdot \delta_{SLC} + 0,30 \cdot \delta_{SLC,trasv,pile}$
- **SLC-LONG-2** \rightarrow massima espansione longitudinale – sisma longitudinale dominante:
 $\delta_{LONG} = \delta_{SLC} + 0,50 \cdot (\delta_2 + \delta_3) + \delta_{SLC,long,pile}$
 $\delta_{TRASV} = 0,30 \cdot \delta_{SLC} + 0,30 \cdot \delta_{SLC,trasv,pile}$
- **SLC-TRASV-1** \rightarrow massima contrazione longitudinale – sisma trasversale dominante:
 $\delta_{LONG} = 0,30 \cdot \delta_{SLC} + 0,50 \cdot (\delta_1 + \delta_3) + \delta_4 + 0,30 \cdot \delta_{SLC,long,pile}$
 $\delta_{TRASV} = \delta_{SLC} + \delta_{SLC,trasv,pile}$
- **SLC-TRASV-2** \rightarrow massima espansione longitudinale – sisma trasversale dominante:
 $\delta_{LONG} = 0,30 \cdot \delta_{SLC} + 0,50 \cdot (\delta_2 + \delta_3) + \delta_4 + 0,30 \cdot \delta_{SLC,long,pile}$
 $\delta_{TRASV} = \delta_{SLC} + \delta_{SLC,trasv,pile}$

I valori di spostamento dovuti alle variazioni termiche sono riepilogati all'interno della tabella seguente:

VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI DOVUTI ALLA DILATAZIONE TERMICA E AL RITIRO					
VARIAZIONE TERMICA		L*	α	SPOSTAMENTO*	
		[m]	[10 ⁻⁶ /°C]	[mm]	
$\Delta T_{N,con}$	37,00	141,10	12,00	δ_1	31,32
$\Delta T_{N,exp}$	45,00	141,10	12,00	δ_2	38,10
$\Delta T+$	20,00	141,10	12,00	δ_3	16,93
$\Delta T_{eq,rit}$	22,00	141,10	12,00	δ_4	18,63

*Si assume che l'azione termica e del ritiro si ripartiscano simmetricamente rispetto al centro longitudinale dell'impalcato

RIEPILOGO DEGLI SPOSTAMENTI ELEMENTARI IN FASE SISMICA (SLC)			
Spostamento massimo dell'impalcato in fase sismica	$\delta_{SLC,imp}$	31,21	[mm]
Massimo spostamento longitudinale delle pile	$\delta_{SLC,long,pile}$	6,14	[mm]
Massimo spostamento trasversale delle pile in fase sismica	$\delta_{SLC,trasv,pile}$	2,06	[mm]
Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T_{N,con}$)	δ_1	31,32	[mm]
Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T_{N,exp}$)	δ_2	38,10	[mm]
Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T+$)	δ_3	16,93	[mm]
Massima deformazione per ritiro ($\Delta T_{eq,rit}$)	δ_4	18,63	[mm]

RIEPILOGO DEGLI SPOSTAMENTI TOTALI IN FASE SISMICA (SLC)				
CONDIZIONE		δ_{long}	δ_{trasv}	U.M.
$\delta_{SLC} - LONG-1$	contrazione massima	80,10	9,98	[mm]
$\delta_{SLC} - LONG-2$	espansione massima	64,86	9,98	[mm]
$\delta_{SLC} - TRASV-1$	contrazione massima	53,96	33,27	[mm]
$\delta_{SLC} - TRASV-2$	espansione massima	38,72	33,27	[mm]

$\delta_{LONG,max}$	80,10	[mm]	<	$\delta_{LONG,lim}$	150,00	[mm]
VERIFICA POSITIVA						

$\delta_{TRASV,max}$	33,27	[mm]	<	$\delta_{TRASV,lim}$	150,00	[mm]
VERIFICA POSITIVA						

9.2.2 VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI MASSIMI IN FASE STATICA (SLU - STR)

Oltre ai contributi delle azioni termiche precedentemente valutati si considerano:

- Spostamento longitudinale indotto dall'azione della frenatura

VALUTAZIONE DELLO SPOSTAMENTO MASSIMO LONGITUDINALE DOVUTO ALL'AZIONE DELLA FRENATURA			
Lunghezza complessiva dell'impalcato	L	141,10	[m]
Azione complessiva della frenatura sull'impalcato	N_{fr}	740,97	[kN]
Rigidità equivalente del sistema di isolamento	K_{eq}	37.160,00	[kN/m]
Massimo spostamento longitudinale dovuto alla frenatura	$\delta_{LONG,fr}$	19,94	[mm]

- Spostamento trasversale indotto dall'azione del vento

VALUTAZIONE DELLO SPOSTAMENTO MASSIMO TRASVERSALE DOVUTO ALL'AZIONE DEL VENTO			
Lunghezza complessiva dell'impalcato	L	141,10	[m]
Pressione massima trasversale del vento	P_{vento}	2,20	[kN/m]
Azione totale trasversale del vento	P_{vento}	310,42	[kN]
Rigidità equivalente del sistema di isolamento	K_{eq}	37.160,00	[kN/m]
Massimo spostamento trasversale dovuto alla frenatura	$\delta_{TRASV,v}$	8,35	[mm]

RIEPILOGO DEGLI SPOSTAMENTI ELEMENTARI IN FASE STATICA (valori caratteristici)

Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T_{N,con}$)	δ_1	31,32	[mm]
Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T_{N,exp}$)	δ_2	38,10	[mm]
Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T+$)	δ_3	16,93	[mm]
Massima deformazione per ritiro ($\Delta T_{eq,rit}$)	δ_4	18,63	[mm]
Massimo spostamento longitudinale dovuto alla frenatura	$\delta_{LONG,fr}$	19,94	[mm]
Massimo spostamento longitudinale dovuto alla frenatura	$\delta_{TRASV,v}$	8,35	[mm]

Le combinazioni adottate sono le seguenti:

- **SLU- TRASV-1 → vento dominante**
 $\delta_{TRASV} = 1,50 \cdot \delta_{TRASV,v}$
- **SLU- TRASV-2 → altre azioni dominanti**
 $\delta_{TRASV} = 0,60 \cdot 1,50 \cdot \delta_{TRASV,v}$
- **SLU-LONG-1 → massima contrazione longitudinale - termica dominante:**
 $\delta_{LONG} = 1,20 \cdot (\delta_1 + \delta_3 + \delta_4)$
- **SLU- LONG-2 → massima espansione longitudinale - termica dominante:**
 $\delta_{LONG} = 1,20 \cdot (\delta_2 + \delta_3)$
- **SLU- LONG-3 → massima contrazione longitudinale - frenatura dominante:**
 $\delta_{LONG} = 1,20 \cdot 0,60 \cdot (\delta_1 + \delta_3) + 1,20 \cdot \delta_4 + 1,35 \cdot \delta_{LONG,fr}$
- **SLU- LONG-4 → massima espansione longitudinale - frenatura dominante**
 $\delta_{LONG} = 1,20 \cdot 0,60 \cdot (\delta_2 + \delta_3) + 1,35 \cdot \delta_{LONG,fr}$

RIEPILOGO DEGLI SPOSTAMENTI TOTALI IN FASE STATICA (SLU - STR)

CONDIZIONE		δ_{long}	δ_{trav}	U.M.
$\delta_{SLU} - LONG-1$	contrazione massima	103,62	-	[mm]
$\delta_{SLU} - LONG-2$	espansione massima	66,03	-	[mm]
$\delta_{SLU} - LONG-3$	contrazione massima	84,01	-	[mm]
$\delta_{SLU} - LONG-4$	espansione massima	66,54	-	[mm]
$\delta_{SLU} - TRASV-1$	-	-	12,53	[mm]
$\delta_{SLU} - TRASV-2$	-	-	7,52	[mm]

$$\delta_{LONG,max} \quad \boxed{103,62} \quad [mm] \quad < \quad \delta_{LONG,lim} \quad \boxed{150,00} \quad [mm]$$

VERIFICA POSITIVA

$$\delta_{TRASV,max} \quad \boxed{12,53} \quad [mm] \quad < \quad \delta_{TRASV,lim} \quad \boxed{150,00} \quad [mm]$$

VERIFICA POSITIVA

9.3 DEFINIZIONE DEI GIUNTI DI DILATAZIONE

Di seguito si riportano gli scarichi massimi sui singoli isolatori sismici trasmessi dall'impalcato in fase statica (Stato Limite Ultimo – STR) e in fase sismica (Stato Limite di Salvaguardia della Vita) desunti dal modello di calcolo dell'impalcato:

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	AZIONE NORMALE MASSIMA VERTICALE SUGLI APPOGGI [kN]								SLU - STR MASSIMO SCARICO
		PESO PROPRIO CARPENTERIA METALLICA	PESO PROPRIO SOLETTA IN C. A. SUPERIORE	CARICHI PERMANENTI PORTATI	RITIRO	AZIONE TERMICA	VENTO TRASVERSALE	CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO	PESO SISMICO	
SPALLA A	1	77,64	350,67	214,51	-59,59	-51,27	94,73	1.080,52	642,83	2.303,36
	2	84,16	268,16	77,89	-46,50	-47,37	56,02	880,52	430,20	1.729,98
	3	82,76	262,60	77,14	-48,21	-48,25	30,65	880,81	422,49	1.694,46
	4	72,02	326,37	200,13	-74,23	-65,89	-5,62	1.045,89	598,52	2.078,38
PILA 1	1	315,23	1.309,05	720,65	73,25	67,15	299,47	1.795,00	2.344,94	5.994,68
	2	337,41	981,86	262,95	73,72	66,78	195,94	1.405,94	1.582,21	4.346,90
	3	334,36	971,18	255,09	71,56	64,91	97,74	1.395,24	1.560,62	4.210,99
	4	313,70	1.297,84	705,86	70,24	63,90	-8,68	1.782,07	2.317,40	5.656,76
PILA 2	1	281,25	1.207,26	699,67	-30,77	-25,76	295,29	1.818,61	2.188,19	5.619,47
	2	304,52	897,67	251,94	-30,70	-25,47	192,79	1.418,46	1.454,13	3.996,32
	3	303,01	887,94	246,39	-29,65	-24,61	96,13	1.407,80	1.437,35	3.874,18
	4	284,14	1.218,34	693,35	-29,54	-24,33	-9,14	1.815,16	2.195,84	5.353,65
PILA 3	1	315,66	1.310,15	720,48	71,05	65,00	299,76	1.802,81	2.346,29	6.003,13
	2	336,09	980,97	261,42	72,79	66,01	195,02	1.404,79	1.578,48	4.337,82
	3	334,16	971,27	255,79	72,54	65,84	97,32	1.397,37	1.561,22	4.216,13
	4	311,74	1.291,94	706,33	73,05	66,58	-8,27	1.775,65	2.310,01	5.643,81
SPALLA B	1	74,77	342,37	209,00	-66,16	-58,11	92,14	1.063,32	626,14	2.242,47
	2	82,97	266,54	78,62	-47,50	-47,65	56,74	887,93	428,14	1.736,45
	3	82,46	263,70	76,82	-47,61	-48,14	31,65	869,53	422,99	1.681,59
	4	73,30	335,22	204,20	-67,73	-59,34	-4,96	1.060,24	612,73	2.130,04

Sono stati definiti i seguenti isolatori sismici tipologici per le diverse sottostrutture:

- Spalle → Isolatori sismici elastomerici ad alto smorzamento ($\xi = 16,00\%$) tipo FIPMEC SI-N 450/78 – Spostamento massimo in fase sismica (SLC): ± 150 mm
- Pile → Isolatori sismici elastomerici ad alto smorzamento ($\xi = 16,00\%$) tipo FIPMEC SI-N 500/78 – Spostamento massimo in fase sismica (SLC): ± 150 mm

Sono stati considerati giunti di dilatazione bi – direzionali con spostamento massimo limite assunto pari a ± 150 mm.

Si riportano di seguito le caratteristiche degli isolatori sismici di progetto (isolatori elastomerici ad alto smorzamento – $\xi = 16,00\%$):

SOTTOSTRUTTURA	APPOGGIO	N _{SLU} [kN]	N _{SLC} [kN]	TIPOLOGIA ISOLATORE	F _{Zd} [kN]	V [kN]	K _s [kN/mm]	K _e [kN/m]	K _v [kN/mm]	K _v [kN/m]
SPALLA A	1	2.303,36	642,83	SH-N-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	2	1.729,98	430,20	SH-N-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	3	1.694,46	422,49	SH-N-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	4	2.078,38	598,52	SH-N-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
PILA 1	1	5.994,68	2.344,94	SH-N-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	2	4.346,90	1.582,21	SH-N-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	3	4.210,99	1.560,62	SH-N-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	4	5.656,76	2.317,40	SH-N-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
PILA 2	1	5.619,47	2.188,19	SH-N-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	2	3.996,32	1.454,13	SH-N-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	3	3.874,18	1.437,35	SH-N-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	4	5.353,65	2.195,84	SH-N-500/78	9.380,00	3.610,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
PILA 3	1	6.003,13	2.346,29	SH-N-500/78	10.310,00	3.200,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	2	4.337,82	1.578,48	SH-N-500/78	10.310,00	3.200,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	3	4.216,13	1.561,22	SH-N-500/78	10.310,00	3.200,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
	4	5.643,81	2.310,01	SH-N-500/78	10.310,00	3.200,00	2,01	2.010,00	1.954,00	1.954.000,00
SPALLA B	1	2.242,47	626,14	SH-N-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	2	1.736,45	428,14	SH-N-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	3	1.681,59	422,99	SH-N-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
	4	2.130,04	612,73	SH-N-450/78	6.530,00	2.410,00	1,63	1.630,00	1.415,00	1.415.000,00
		27.060,72						37.160,00		

dove:

- K_e (rigidezza orizzontale equivalente)
- K_v (rigidezza verticale)
- F_{Zd} (carico verticale massimo sull'isolatore in assenza di sisma – SLU)
- V (carico verticale massimo sull'isolatore in presenza di sisma – SLC)
- Spostamento orizzontale limite: +/- 150 mm

9.4 GIUNTI DI DILATAZIONE

9.4.1 VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI MASSIMI IN FASE SISMICA (SLV)

Di seguito è riportata la valutazione del periodo di isolamento della struttura e lo spostamento massimi sismico orizzontale:

Peso sismico totale dell'impalcato	27.060,72	[kN]
Massa sismica dell'impalcato	2.758,48	[kN _{massa}]
Rigidità equivalente del sistema di isolamento	37.160,00	[kN/m]
Periodo di isolamento	1,712	[sec]
Accelerazione spettrale	0,034	[1/g]
Taglio sismico trasmesso dall'impalcato	917,63	[kN]
Spostamento sismico orizzontale	24,69	[mm]
Spostamento limite dell'isolatore	150,00	[mm]

Il periodo fondamentale della struttura isolata è pari a **1,712 s** (longitudinale e trasversale) a cui corrisponde:

- $\delta_{SLV} = 24,69 \text{ mm}$ (spostamento massimo longitudinale e trasversale - SLV)

Si considerano inoltre i seguenti contributi allo spostamento orizzontale:

- Variazione termica in contrazione (δ_1) $\rightarrow \Delta T_{N,con} = 37,00 \text{ °C}$
- Variazione termica in espansione (δ_2) $\rightarrow \Delta T_{N,exp} = 45,00 \text{ °C}$
- Incremento per assenza di prerogolazione (δ_3) $\rightarrow \Delta T_+ = 20,00 \text{ °C}$
- Variazione termica equivalente al ritiro (δ_4) $\rightarrow \Delta T_{eq,rit} = 22,00 \text{ °C}$

Si considerano infine gli spostamenti massimi in testa pila valutati in fase sismica (spostamenti massimi valutati tra tutte le diverse pile, composti tra spostamento massimo della sommità dei fusti e lo spostamento massimo in testa pali):

- Spostamento massimo longitudinale delle pile ($\delta_{SLV,long,pile}$) $\rightarrow \delta_{SLC,long,pile} = 6,14 \text{ mm}$
- Spostamento massimo longitudinale delle pile ($\delta_{SLV,trasv,pile}$) $\rightarrow \delta_{SLC,trasv,pile} = 2,06 \text{ mm}$

Si assume che l'azione termica e del ritiro si ripartiscano simmetricamente rispetto al centro longitudinale dell'impalcato.

Le combinazioni adottate sono le seguenti:

- **SLV-LONG-1** \rightarrow massima contrazione longitudinale – sisma longitudinale dominante:
 $\delta_{LONG} = \delta_{SLV} + 0,50 \cdot (\delta_1 + \delta_3) + \delta_4 + \delta_{SLV,long,pile}$
 $\delta_{TRASV} = 0,30 \cdot \delta_{SLV} + 0,30 \cdot \delta_{SLV,trasv,pile}$
- **SLV-LONG-2** \rightarrow massima espansione longitudinale – sisma longitudinale dominante:
 $\delta_{LONG} = \delta_{SLV} + 0,50 \cdot (\delta_2 + \delta_3) + \delta_{SLV,long,pile}$
 $\delta_{TRASV} = 0,30 \cdot \delta_{SLV} + 0,30 \cdot \delta_{SLV,trasv,pile}$
- **SLV-TRASV-1** \rightarrow massima contrazione longitudinale – sisma trasversale dominante:
 $\delta_{LONG} = 0,30 \cdot \delta_{SLV} + 0,50 \cdot (\delta_1 + \delta_3) + \delta_4 + 0,30 \cdot \delta_{SLV,long,pile}$
 $\delta_{TRASV} = \delta_{SLV} + \delta_{SLV,trasv,pile}$
- **SLV-TRASV-2** \rightarrow massima espansione longitudinale – sisma trasversale dominante:
 $\delta_{LONG} = 0,30 \cdot \delta_{SLV} + 0,50 \cdot (\delta_2 + \delta_3) + \delta_4 + 0,30 \cdot \delta_{SLV,long,pile}$
 $\delta_{TRASV} = \delta_{SLV} + \delta_{SLV,trasv,pile}$

I valori di spostamento dovuti alle variazioni termiche sono riepilogati all'interno della tabella seguente:

VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI DOVUTI ALLA DILATAZIONE TERMICA E AL RITIRO					
VARIAZIONE TERMICA		L*	α	SPOSTAMENTO*	
		[m]	[10 ⁻⁶ /°C]	[mm]	
$\Delta T_{N,con}$	37,00	141,10	12,00	δ_1	31,32
$\Delta T_{N,exp}$	45,00	141,10	12,00	δ_2	38,10
$\Delta T+$	20,00	141,10	12,00	δ_3	16,93
$\Delta T_{eq,rit}$	22,00	141,10	12,00	δ_4	18,63

*Si assume che l'azione termica e del ritiro si ripartiscano simmetricamente rispetto al centro longitudinale dell'impalcato

RIEPILOGO DEGLI SPOSTAMENTI ELEMENTARI IN FASE SISMICA (SLV)			
Spostamento massimo dell'impalcato in fase sismica	$\delta_{SLV,imp}$	24,69	[mm]
Massimo spostamento longitudinale delle pile	$\delta_{SLV,long,pile}$	6,14	[mm]
Massimo spostamento trasversale delle pile in fase sismica	$\delta_{SLV,trasv,pile}$	2,06	[mm]
Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T_{N,con}$)	δ_1	31,32	[mm]
Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T_{N,exp}$)	δ_2	38,10	[mm]
Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T+$)	δ_3	16,93	[mm]
Massima deformazione per ritiro ($\Delta T_{eq,rit}$)	δ_4	18,63	[mm]

RIEPILOGO DEGLI SPOSTAMENTI TOTALI IN FASE SISMICA (SLV)				
CONDIZIONE		δ_{long}	δ_{trasv}	U.M.
$\delta_{SLV} - LONG-1$	contrazione massima	73,59	8,03	[mm]
$\delta_{SLV} - LONG-2$	espansione massima	58,35	8,03	[mm]
$\delta_{SLV} - TRASV-1$	contrazione massima	52,00	26,75	[mm]
$\delta_{SLV} - TRASV-2$	espansione massima	36,76	26,75	[mm]

$\delta_{LONG,max}$	73,59	[mm]	<	$\delta_{LONG,lim}$	150,00	[mm]
VERIFICA POSITIVA						

$\delta_{TRASV,max}$	26,75	[mm]	<	$\delta_{TRASV,lim}$	150,00	[mm]
VERIFICA POSITIVA						

9.4.2 VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI MASSIMI IN FASE STATICA (SLU - STR)

Oltre ai contributi delle azioni termiche precedentemente valutati si considerano:

- Spostamento longitudinale indotto dall'azione della frenatura

VALUTAZIONE DELLO SPOSTAMENTO MASSIMO LONGITUDINALE DOVUTO ALL'AZIONE DELLA FRENATURA			
Lunghezza complessiva dell'impalcato	L	141,10	[m]
Azione complessiva della frenatura sull'impalcato	N_{fr}	740,97	[kN]
Rigidezza equivalente del sistema di isolamento	K_{eq}	37.160,00	[kN/m]
Massimo spostamento longitudinale dovuto alla frenatura	$\delta_{LONG,fr}$	19,94	[mm]

- Spostamento trasversale indotto dall'azione del vento

VALUTAZIONE DELLO SPOSTAMENTO MASSIMO TRASVERSALE DOVUTO ALL'AZIONE DEL VENTO			
Lunghezza complessiva dell'impalcato	L	141,10	[m]
Pressione massima trasversale del vento	P_{vento}	2,20	[kN/m]
Azione totale trasversale del vento	P_{vento}	310,42	[kN]
Rigidezza equivalente del sistema di isolamento	K_{eq}	37.160,00	[kN/m]
Massimo spostamento trasversale dovuto alla frenatura	$\delta_{TRASV,v}$	8,35	[mm]

RIEPILOGO DEGLI SPOSTAMENTI ELEMENTARI IN FASE STATICA (valori caratteristici)

Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T_{N,con}$)	δ_1	31,32	[mm]
Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T_{N,exp}$)	δ_2	38,10	[mm]
Massima deformazione per dilatazione termica ($\Delta T+$)	δ_3	16,93	[mm]
Massima deformazione per ritiro ($\Delta T_{eq,rit}$)	δ_4	18,63	[mm]
Massimo spostamento longitudinale dovuto alla frenatura	$\delta_{LONG,fr}$	19,94	[mm]
Massimo spostamento longitudinale dovuto alla frenatura	$\delta_{TRASV,v}$	8,35	[mm]

Le combinazioni adottate sono le seguenti:

- **SLU- TRASV-1 → vento dominante**
 $\delta_{TRASV} = 1,50 \cdot \delta_{TRASV,v}$
- **SLU- TRASV-2 → altre azioni dominanti**
 $\delta_{TRASV} = 0,60 \cdot 1,50 \cdot \delta_{TRASV,v}$
- **SLU-LONG-1 → massima contrazione longitudinale - termica dominante:**
 $\delta_{LONG} = 1,20 \cdot (\delta_1 + \delta_3 + \delta_4)$
- **SLU- LONG-2 → massima espansione longitudinale - termica dominante:**
 $\delta_{LONG} = 1,20 \cdot (\delta_2 + \delta_3)$
- **SLU- LONG-3 → massima contrazione longitudinale - frenatura dominante:**
 $\delta_{LONG} = 1,20 \cdot 0,60 \cdot (\delta_1 + \delta_3) + 1,20 \cdot \delta_4 + 1,35 \cdot \delta_{LONG,fr}$
- **SLU- LONG-4 → massima espansione longitudinale - frenatura dominante**
 $\delta_{LONG} = 1,20 \cdot 0,60 \cdot (\delta_2 + \delta_3) + 1,35 \cdot \delta_{LONG,fr}$

RIEPILOGO DEGLI SPOSTAMENTI TOTALI IN FASE STATICA (SLU - STR)

CONDIZIONE		δ_{long}	δ_{trav}	U.M.
$\delta_{SLU} - LONG-1$	contrazione massima	103,62	-	[mm]
$\delta_{SLU} - LONG-2$	espansione massima	66,03	-	[mm]
$\delta_{SLU} - LONG-3$	contrazione massima	84,01	-	[mm]
$\delta_{SLU} - LONG-4$	espansione massima	66,54	-	[mm]
$\delta_{SLU} - TRASV-1$	-	-	12,53	[mm]
$\delta_{SLU} - TRASV-2$	-	-	7,52	[mm]

$$\delta_{LONG,max} \quad \boxed{103,62} \quad [mm] \quad < \quad \delta_{LONG,lim} \quad \boxed{150,00} \quad [mm]$$

VERIFICA POSITIVA

$$\delta_{TRASV,max} \quad \boxed{12,53} \quad [mm] \quad < \quad \delta_{TRASV,lim} \quad \boxed{150,00} \quad [mm]$$

VERIFICA POSITIVA

9.4.3 VARCHI

Il dimensionamento del varco viene condotto per lo Stato Limite Ultimo - STR. In relazione a quanto riportato nei paragrafi precedenti si ottengono le seguenti dimensioni minime per i varchi:
 $e_{LONG} \cong 300 \text{ mm}$ (dimensione minima varco tra spalla e impalcato) $> 103,62 \text{ mm}$.

10 PILE

10.1 PILA 1N - VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLO SPICCATO DEL FUSTO E ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

A. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA PILA

A.1 ALTEZZA DEI BAGGIOLI

Altezza del baggio in corrispondenza dell'appoggio n.1 (esterno curva)	$h_{b,1}$	0,42	[m]
Altezza del baggio in corrispondenza dell'appoggio n.2 (centrale esterno)	$h_{b,2}$	0,20	[m]
Altezza del baggio in corrispondenza dell'appoggio n.3 (centrale)	$h_{b,3}$	0,00	[m]
Altezza del baggio in corrispondenza dell'appoggio n.4 (centrale interno)	$h_{b,4}$	0,42	[m]
Altezza del baggio in corrispondenza dell'appoggio n.5 (interno curva)	$h_{b,5}$	0,20	[m]

A.2 FUSTO

Altezza massima del fusto	$h_{f,max}$	10,03	[m]
Altezza minima del fusto	$h_{f,min}$	9,60	[m]
Base della sezione trasversale del fusto - Tratto rettilineo	b_1	11,40	[m]
Lunghezza del tratto rettilineo in corrispondenza dell'altezza massima (esterno curva)	$b_{1,a}$	5,70	[m]
Lunghezza del tratto rettilineo in corrispondenza dell'altezza minima (interno curva)	$b_{1,b}$	5,70	[m]
Raggio dei raccordi circolari laterali	b_2	0,75	[m]
Spessore del fusto	s	1,50	[m]
Area della sezione trasversale del fusto	A_f	18,87	[m ²]
Volume del fusto	V_f	185,18	[m ³]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{1,k}$	4.629,53	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,1,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,1,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,1,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,1,k}$	319,45	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{1,k}$	4.629,53	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,1,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,1,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,1,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,1,k}$	319,45	[kNm]

A.3 ZATTERA DI FONDAZIONE

Altezza della zattera di fondazione	h_z	1,50	[m]
Dimensione della zattera di fondazione in direzione parallela all'impalcato	a_{fond}	13,20	[m]
Dimensione della zattera di fondazione in direzione perpendicolare all'impalcato	b_{fond}	6,00	[m]
Volume del fusto	V_{fond}	118,80	[m ³]
Peso proprio del fusto	$P_{p,2}$	2.970,00	[m ³]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{2,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,2,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,2,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,2,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,2,k}$	0,00	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{2,k}$	2.970,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,2,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,2,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,2,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,2,k}$	0,00	[kNm]

B. AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO
B.1 GEOMETRIA DEGLI APPOGGI

Ascissa dell'appoggio n.1 rispetto all'asse longitudinale della pila (esterno curva)	X_1	5,25	[m]
Ascissa dell'appoggio n.2 rispetto all'asse longitudinale della pila (centrale esterno)	X_2	1,75	[m]
Ascissa dell'appoggio n.3 rispetto all'asse longitudinale della pila (centrale)	X_3	0,00	[m]
Ascissa dell'appoggio n.4 rispetto all'asse longitudinale della pila (centrale interno)	X_4	-1,75	[m]
Ascissa dell'appoggio n.5 rispetto all'asse longitudinale della pila (interno curva)	X_5	-5,25	[m]

B.2 PESI PROPRI STRUTTURALI TRASMESSI DALL'IMPALCATO
B.2.1 PESO PROPRIO DELLA CARPENTERIA METALLICA

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	315,23	-0,18	-0,06
Scarichi sull'appoggio n. 2	337,41	-0,20	0,06
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	334,36	-0,21	-0,05
Scarichi sull'appoggio n. 5	313,70	-0,22	-0,05

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{3,k}$	1.300,70	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,3,k}$	-0,81	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,3,k}$	-0,10	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,3,k}$	-8,17	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,3,k}$	12,37	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{3,k}$	1.300,70	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,3,k}$	-0,81	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,3,k}$	-0,10	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,3,k}$	-9,39	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,3,k}$	12,22	[kNm]

B.2.1 PESO PROPRIO DELLA SOLETTA SUPERIORE

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	1.309,05	-0,87	-0,22
Scarichi sull'appoggio n. 2	981,86	-0,78	-0,23
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	971,18	-0,82	-0,23
Scarichi sull'appoggio n. 5	1.297,84	-1,02	-0,22

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{4,k}$	4.559,93	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,4,k}$	-3,49	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,4,k}$	-0,90	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,4,k}$	-35,28	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,4,k}$	68,43	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{4,k}$	4.559,93	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,4,k}$	-3,49	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,4,k}$	-0,90	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,4,k}$	-40,52	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,4,k}$	67,08	[kNm]

B.2.3 CARICHI PERMANENTI PORTATI

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	720,65	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	262,95	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	255,09	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	705,86	0,00	0,00

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{5,k}$	1.944,55	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,5,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,5,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,5,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,5,k}$	91,40	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{5,k}$	1.944,55	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,5,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,5,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,5,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,5,k}$	91,40	[kNm]

B.2.4 AZIONE DEL RITIRO

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	73,25	-7,76	98,24
Scarichi sull'appoggio n. 2	73,72	-6,84	98,20
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	71,56	-5,88	98,15
Scarichi sull'appoggio n. 5	70,24	-4,95	98,11

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{6,k}$	288,77	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,6,k}$	-25,43	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,6,k}$	392,70	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,6,k}$	-258,49	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,6,k}$	3.995,72	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{6,k}$	288,77	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,6,k}$	-25,43	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,6,k}$	392,70	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,6,k}$	-296,64	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,6,k}$	4.584,77	[kNm]

B.2.5 AZIONE TERMICA

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	67,15	-8,38	136,39
Scarichi sull'appoggio n. 2	66,78	-6,76	136,31
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	64,91	-5,09	136,23
Scarichi sull'appoggio n. 5	63,90	-3,46	136,15

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{7,k}$	262,74	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,7,k}$	-23,69	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,7,k}$	545,08	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,7,k}$	-241,64	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,7,k}$	5.539,36	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{7,k}$	262,74	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,7,k}$	-23,69	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,7,k}$	545,08	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,7,k}$	-277,17	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,7,k}$	6.356,98	[kNm]

B.2.6 AZIONE TRASVERSALE DEL VENTO

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	299,47	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	195,94	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	97,74	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	-8,68	0,00	0,00

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{8,k}$	584,47	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,8,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,8,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,8,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,8,k}$	1.789,64	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{8,k}$	584,47	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,8,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,8,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,8,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,8,k}$	1.789,64	[kNm]

B.2.7 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO - CONDIZIONE DI AZIONE NORMALE VERTICALE MASSIMA

Le azioni sollecitanti in sommità della pila sono state desunte dal modello di calcolo dell'impalcato.

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{9,k}$	3.441,97	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,9,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,9,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,9,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,9,k}$	7.558,27	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{9,k}$	3.441,97	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,9,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,9,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,9,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,9,k}$	7.558,27	[kNm]

B.2.8 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO - CONDIZIONE DI MASSIMO SBARICENTRAMENTO TRASVERSALE

Le azioni sollecitanti in sommità della pila sono state desunte dal modello di calcolo dell'impalcato.

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{10,k}$	2.470,55	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,10,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,10,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,10,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,10,k}$	9.694,46	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{10,k}$	2.470,55	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,10,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,10,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,10,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,10,k}$	9.694,46	[kNm]

B.2.9 AZIONE LONGITUDINALE DELLA FRENATURA

Lunghezza complessiva dell'impalcato	L	141,10	[m]
Azione complessiva della frenatura sull'impalcato	H_{fr}	740,97	[kN]
Lunghezza di impalcato di pertinenza della pila	L_{pert}	34,95	[m]
Azione della frenatura di pertinenza della pila	$H_{fr,pila}$	183,54	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	183,54	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	1.917,95	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	183,54	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	2.193,25	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

C. AZIONE SISMICA

Peso sismico complessivo dell'impalcato di pertinenza della pila	W_{imp}	7.805,18	[kN]
Periodo di isolamento dell'impalcato	T_{iso}	1,712	[sec]
Accelerazione spettrale corrispondente al periodo di isolamento dell'impalcato	$S_{e,iso}$	0,034	[1/g]
Taglio sismico trasmesso dall'impalcato	H_{imp}	265,38	[kN]
Massa sismica associata all'impalcato isolato	$M_{imp,iso}$	27,05	[kN _{massa}]
Massa sismica del fusto della pila	M_{pila}	471,92	[kN _{massa}]
Modulo elastico del calcestruzzo delle pile	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Momento di inerzia longitudinale della sezione di base del fusto della pila	J_{LONG}	3,45	[m ⁴]
Rigidezza flessionale della pila in direzione longitudinale	K_{LONG}	369.779,18	[kN/m]
Momento di inerzia trasversale della sezione di base del fusto della pila	J_{TRASV}	249,27	[m ⁴]
Rigidezza flessionale della pila in direzione trasversale	K_{TRASV}	26.717.349,83	[kN/m]

Periodo di vibrazione della pila in direzione longitudinale	T_{LONG}	0,231	[sec]
Accelerazione spettrale elastica in direzione longitudinale	$S_{e,iso}$	0,179	[1/g]
Taglio sismico longitudinale alla base del fusto della pila	$H_{LONG,pila}$	828,69	[kN]
Periodo di vibrazione della pila in direzione trasversale	T_{TRASV}	0,021	[sec]
Accelerazione spettrale elastica in direzione trasversale	$S_{e,iso}$	0,082	[1/g]
Taglio sismico trasversale alla base del fusto della pila	$H_{TRASV,pila}$	379,62	[kN]
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0,068	[1/g]
Peso sismico della zattera di fondazione	$W_{zattera}$	2.970,00	[kN]
Azione sismica inerziale della zattera di fondazione	$H_{zattera}$	201,96	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	1.094,06	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	11.084,89	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	1.296,02	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	12.877,45	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO IN DIREZIONE TRASVERSALE

Azione normale verticale totale	$N_{12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,12,k}$	645,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,12,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,12,k}$	6.580,78	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE IN DIREZIONE TRASVERSALE

Azione normale verticale totale	$N_{12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,12,k}$	846,96	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,12,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,12,k}$	7.699,75	[kNm]

D. RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DEL FUSTO

CARICO ELEMENTARE	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]	$M_{LONG,k}$ [kNm]	$M_{TRASV,k}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	10.490,16	-4,30	-1,00	-43,46	400,24
Carichi permanenti portati	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	288,77	-25,43	392,70	-258,49	3.995,72
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	3.441,97	0,00	0,00	0,00	7.558,27
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	2.470,55	0,00	0,00	0,00	9.694,46
Azione della frenatura	0,00	183,54	0,00	1.917,95	0,00
Azione trasversale del vento	584,47	0,00	0,00	0,00	1.789,64
Azione termica	262,74	-23,69	545,08	-241,64	5.539,36
Azione sismica longitudinale	0,00	1.094,06	0,00	11.084,89	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	645,00	0,00	7.699,75

E. RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

CARICO ELEMENTARE	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]	$M_{LONG,k}$ [kNm]	$M_{TRASV,k}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74
Carichi permanenti portati	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	3.441,97	0,00	0,00	0,00	7.558,27
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	2.470,55	0,00	0,00	0,00	9.694,46
Azione della frenatura	0,00	183,54	0,00	2.193,25	0,00
Azione trasversale del vento	584,47	0,00	0,00	0,00	1.789,64
Azione termica	262,74	-23,69	545,08	-277,17	6.356,98
Azione sismica longitudinale	0,00	1.296,02	0,00	12.877,45	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	846,96	0,00	7.699,75

10.2 PILA 1N - VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLO SPICCATO DEL FUSTO
RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DEL FUSTO

CARICO ELEMENTARE	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]	$M_{LONG,k}$ [kNm]	$M_{TRASV,k}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	10.490,16	-4,30	-1,00	-43,46	400,24
Carichi permanenti portati	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	288,77	-25,43	392,70	-258,49	3.995,72
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	3.441,97	0,00	0,00	0,00	7.558,27
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	2.470,55	0,00	0,00	0,00	9.694,46
Azione della frenatura	0,00	183,54	0,00	1.917,95	0,00
Azione trasversale del vento	584,47	0,00	0,00	0,00	1.789,64
Azione termica	262,74	-23,69	545,08	-241,64	5.539,36
Azione sismica longitudinale	0,00	1.094,06	0,00	11.084,89	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	645,00	0,00	7.699,75

10.2.1 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - QUASI PERMANENTI

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01						COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 02					
	ψ	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]	ψ	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	10.490,16	-4,30	-1,00	-43,46	400,24	1,00	10.490,16	-4,30	-1,00	-43,46	400,24
Carichi permanenti portati	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	1,00	288,77	-25,43	392,70	-258,49	3.995,72	1,00	288,77	-25,43	392,70	-258,49	3.995,72
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,37	-11,85	272,54	-120,82	2.769,68	-0,50	-131,37	11,85	-272,54	120,82	-2.769,68
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		12.854,85	-41,57	664,24	-422,77	7.257,04		12.592,11	-17,88	119,16	-181,13	1.717,68

10.2.2 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTI

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01						COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02					
	ψ	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]	ψ	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	10.490,16	-4,30	-1,00	-43,46	400,24	1,00	10.490,16	-4,30	-1,00	-43,46	400,24
Carichi permanenti portati	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	1,00	288,77	-25,43	392,70	-258,49	3.995,72	1,00	288,77	-25,43	392,70	-258,49	3.995,72
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	0,75	2.581,48	0,00	0,00	0,00	5.668,70	0,75	2.581,48	0,00	0,00	0,00	5.668,70
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,37	-11,85	272,54	-120,82	2.769,68	-0,50	-131,37	11,85	-272,54	120,82	-2.769,68
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		15.436,32	-41,57	664,24	-422,77	12.925,74		15.173,58	-17,88	119,16	-181,13	7.386,39

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE - VI04 - CARREGGIATA NORD

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 13						COMBINAZIONE SLV 14					
	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	10.490,16	-4,30	-1,00	-43,46	400,24	1,00	10.490,16	-4,30	-1,00	-43,46	400,24
Carichi permanenti portali	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del rito	1,00	288,77	-25,43	392,70	-258,49	3.995,72	1,00	288,77	-25,43	392,70	-258,49	3.995,72
Carichi accidentali da traffico - N_{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRAF,SD}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,37	-11,85	272,54	-120,82	2.769,68	-0,50	-131,37	11,85	-272,54	120,82	-2.769,68
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-328,22	0,00	-3.325,47	0,00	-0,30	0,00	-328,22	0,00	-3.325,47	0,00
Azione sismica trasversale	1,00	0,00	0,00	645,00	0,00	7.699,75	1,00	0,00	0,00	645,00	0,00	7.699,75
		12.854,85	-369,79	1.309,24	-3.748,23	14.956,79		12.592,11	-346,10	764,16	-3.506,60	9.417,43

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 15						COMBINAZIONE SLV 16					
	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	10.490,16	-4,30	-1,00	-43,46	400,24	1,00	10.490,16	-4,30	-1,00	-43,46	400,24
Carichi permanenti portali	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del rito	1,00	288,77	-25,43	392,70	-258,49	3.995,72	1,00	288,77	-25,43	392,70	-258,49	3.995,72
Carichi accidentali da traffico - N_{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRAF,SD}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,37	-11,85	272,54	-120,82	2.769,68	-0,50	-131,37	11,85	-272,54	120,82	-2.769,68
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-328,22	0,00	-3.325,47	0,00	-0,30	0,00	-328,22	0,00	-3.325,47	0,00
Azione sismica trasversale	-1,00	0,00	0,00	-645,00	0,00	-7.699,75	-1,00	0,00	0,00	-645,00	0,00	-7.699,75
		12.854,85	-369,79	19,24	-3.748,23	-442,71		12.592,11	-346,10	-525,84	-3.506,60	-5.982,06

10.2.6 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLO SPICCATO DEL FUSTO

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO					
COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASV,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASV,Sd} [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	12.854,85	-41,57	664,24	-422,77	7.257,04
SLE - QUASI PERMANENTE 02	12.592,11	-17,88	119,16	-181,13	1.717,68
SLE - FREQUENTE 01	15.436,32	-41,57	664,24	-422,77	12.925,74
SLE - FREQUENTE 02	15.173,58	-17,88	119,16	-181,13	7.386,39
SLE - FREQUENTE 03	14.707,76	-41,57	664,24	-422,77	14.527,88
SLE - FREQUENTE 04	14.445,02	-17,88	119,16	-181,13	8.988,53
SLE - FREQUENTE 05	12.971,74	-41,57	664,24	-422,77	7.614,97
SLE - FREQUENTE 06	12.709,00	-17,88	119,16	-181,13	2.075,61
SLE - FREQUENTE 07	12.881,12	-43,94	718,75	-446,93	7.810,97
SLE - FREQUENTE 08	12.565,83	-15,51	64,65	-156,97	1.163,75
SLE - CARATTERISTICA 01	16.673,77	-43,94	718,75	-446,93	16.443,03
SLE - CARATTERISTICA 02	16.358,48	-15,51	64,65	-156,97	9.795,80
SLE - CARATTERISTICA 03	15.702,35	-43,94	718,75	-446,93	18.579,22
SLE - CARATTERISTICA 04	15.387,06	-15,51	64,65	-156,97	11.931,99
SLE - CARATTERISTICA 05	15.813,28	139,59	718,75	1.471,02	14.553,46
SLE - CARATTERISTICA 06	15.497,99	168,02	64,65	1.760,98	7.906,23
SLE - CARATTERISTICA 07	15.084,71	139,59	718,75	1.471,02	16.155,60
SLE - CARATTERISTICA 08	14.769,43	168,02	64,65	1.760,98	9.508,37
SLE - CARATTERISTICA 09	16.047,07	-43,94	718,75	-446,93	15.269,31
SLE - CARATTERISTICA 10	15.731,78	-15,51	64,65	-156,97	8.622,09
SLE - CARATTERISTICA 11	15.318,50	-43,94	718,75	-446,93	16.871,46
SLE - CARATTERISTICA 12	15.003,21	-15,51	64,65	-156,97	10.224,23
SLE - CARATTERISTICA 13	15.918,38	-53,42	936,78	-543,58	16.769,20
SLE - CARATTERISTICA 14	15.392,90	-6,04	-153,38	-60,31	5.690,49
SLE - CARATTERISTICA 15	15.189,81	-53,42	936,78	-543,58	18.371,35
SLE - CARATTERISTICA 16	14.664,33	-6,04	-153,38	-60,31	7.292,63
SLU - STR 01	22.495,23	-53,38	862,35	-542,84	21.261,25
SLU - STR 02	22.116,89	-19,26	77,43	-194,88	13.284,58
SLU - STR 03	21.183,82	-53,38	862,35	-542,84	24.145,11
SLU - STR 04	20.805,47	-19,26	77,43	-194,88	16.168,44
SLU - STR 05	21.333,57	194,40	862,35	2.046,40	18.710,34
SLU - STR 06	20.955,22	228,51	77,43	2.394,35	10.733,67
SLU - STR 07	20.350,00	194,40	862,35	2.046,40	20.873,23
SLU - STR 08	19.971,66	228,51	77,43	2.394,35	12.896,56
SLU - STR 09	21.684,25	-53,38	862,35	-542,84	19.784,12
SLU - STR 10	21.305,90	-19,26	77,43	-194,88	11.807,45
SLU - STR 11	20.700,69	-53,38	862,35	-542,84	21.947,01
SLU - STR 12	20.322,34	-19,26	77,43	-194,88	13.970,34
SLU - STR 13	21.459,68	-64,75	1.123,99	-658,82	21.369,23
SLU - STR 14	20.829,11	-7,89	-184,21	-78,89	8.074,77
SLU - STR 15	20.476,12	-64,75	1.123,99	-658,82	23.532,12
SLU - STR 16	19.845,54	-7,89	-184,21	-78,89	10.237,67
SLV 01	12.854,85	1.052,49	857,74	10.662,13	9.566,96
SLV 02	12.592,11	1.076,18	312,66	10.903,76	4.027,61
SLV 03	12.854,85	1.052,49	470,74	10.662,13	4.947,12
SLV 04	12.592,11	1.076,18	-74,34	10.903,76	-592,24
SLV 05	12.854,85	-1.135,63	857,74	-11.507,66	9.566,96
SLV 06	12.592,11	-1.111,94	312,66	-11.266,02	4.027,61
SLV 07	12.854,85	-1.135,63	470,74	-11.507,66	4.947,12
SLV 08	12.592,11	-1.111,94	-74,34	-11.266,02	-592,24
SLV 09	12.854,85	286,64	1.309,24	2.902,70	14.956,79
SLV 10	12.592,11	310,33	764,16	3.144,34	9.417,43
SLV 11	12.854,85	286,64	19,24	2.902,70	-442,71
SLV 12	12.592,11	310,33	-525,84	3.144,34	-5.982,06
SLV 13	12.854,85	-369,79	1.309,24	-3.748,23	14.956,79
SLV 14	12.592,11	-346,10	764,16	-3.506,60	9.417,43
SLV 15	12.854,85	-369,79	19,24	-3.748,23	-442,71
SLV 16	12.592,11	-346,10	-525,84	-3.506,60	-5.982,06

10.3 PILA 1N - VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DELLA ZATTERA						
CARICO ELEMENTARE	N _k [kN]	V _{LONG,k} [kN]	V _{TRASV,k} [kN]	M _{LONG,k} [kNm]	M _{TRASV,k} [kNm]	
Pesi propri strutturali	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74	
Carichi permanenti portati	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	
Azione del ritiro	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77	
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	3.441,97	0,00	0,00	0,00	7.558,27	
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	2.470,55	0,00	0,00	0,00	9.694,46	
Azione della frenatura	0,00	183,54	0,00	2.193,25	0,00	
Azione trasversale del vento	584,47	0,00	0,00	0,00	1.789,64	
Azione termica	262,74	-23,69	545,08	-277,17	6.356,98	
Azione sismica longitudinale	0,00	1.296,02	0,00	12.877,45	0,00	
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	846,96	0,00	7.699,75	

10.3.1 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - QUASI PERMANENTI

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01						COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 02					
	ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74
Carichi permanenti portati	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,37	-11,85	272,54	-138,59	3.178,49	-0,50	-131,37	11,85	-272,54	138,59	-3.178,49
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		15.824,85	-41,57	664,24	-485,13	8.253,40		15.562,11	-17,88	119,16	-207,96	1.896,42

10.3.2 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTI

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01						COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02					
	ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74
Carichi permanenti portati	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	0,75	2.581,48	0,00	0,00	0,00	5.668,70	0,75	2.581,48	0,00	0,00	0,00	5.668,70
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,37	-11,85	272,54	-138,59	3.178,49	-0,50	-131,37	11,85	-272,54	138,59	-3.178,49
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		18.406,32	-41,57	664,24	-485,13	13.922,10		18.143,58	-17,88	119,16	-207,96	7.565,13

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 03						COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 04					
	ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74
Carichi permanenti portati	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	0,75	1.852,91	0,00	0,00	0,00	7.270,85	0,75	1.852,91	0,00	0,00	0,00	7.270,85
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,37	-11,85	272,54	-138,59	3.178,49	-0,50	-131,37	11,85	-272,54	138,59	-3.178,49
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17.677,76	-41,57	664,24	-485,13	15.524,24		17.415,02	-17,88	119,16	-207,96	9.167,27

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 05						COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 06					
	ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74
Carichi permanenti portati	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,20	116,89	0,00	0,00	0,00	357,93	0,20	116,89	0,00	0,00	0,00	357,93
Azione termica	0,50	131,37	-11,85	272,54	-138,59	3.178,49	-0,50	-131,37	11,85	-272,54	138,59	-3.178,49
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		15.941,74	-41,57	664,24	-485,13	8.611,33		15.679,00	-17,88	119,16	-207,96	2.254,35

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE - VI04 - CARREGGIATA NORD

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLU - STR 07						COMBINAZIONE SLU - STR 08					
	Y-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	Y-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,35	18.171,21	-5,80	-1,35	-67,37	538,30	1,35	18.171,21	-5,80	-1,35	-67,37	538,30
Carichi permanenti portati	1,35	2.625,14	0,00	0,00	0,00	123,39	1,35	2.625,14	0,00	0,00	0,00	123,39
Azione del ritiro	1,20	346,52	-30,52	471,24	-355,97	5.501,72	1,20	346,52	-30,52	471,24	-355,97	5.501,72
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	1,01	2.501,43	0,00	0,00	0,00	9.815,64	1,01	2.501,43	0,00	0,00	0,00	9.815,64
Azione della frenatura	1,35	0,00	247,77	0,00	2.960,89	0,00	1,35	0,00	247,77	0,00	2.960,89	0,00
Azione trasversale del vento	0,90	526,02	0,00	0,00	0,00	1.610,67	0,90	526,02	0,00	0,00	0,00	1.610,67
Azione termica	0,72	189,17	-17,06	392,46	-199,56	4.577,02	-0,72	-189,17	17,06	-392,46	199,56	-4.577,02
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale		24.359,50	194,40	862,35	2.337,99	22.166,75		23.981,16	228,51	77,43	2.737,12	13.012,71

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLU - STR 09						COMBINAZIONE SLU - STR 10					
	Y-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	Y-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,35	18.171,21	-5,80	-1,35	-67,37	538,30	1,35	18.171,21	-5,80	-1,35	-67,37	538,30
Carichi permanenti portati	1,35	2.625,14	0,00	0,00	0,00	123,39	1,35	2.625,14	0,00	0,00	0,00	123,39
Azione del ritiro	1,20	346,52	-30,52	471,24	-355,97	5.501,72	1,20	346,52	-30,52	471,24	-355,97	5.501,72
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	1,01	3.484,99	0,00	0,00	0,00	7.652,75	1,01	3.484,99	0,00	0,00	0,00	7.652,75
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	1,50	876,71	0,00	0,00	0,00	2.684,46	1,50	876,71	0,00	0,00	0,00	2.684,46
Azione termica	0,72	189,17	-17,06	392,46	-199,56	4.577,02	-0,72	-189,17	17,06	-392,46	199,56	-4.577,02
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale		25.693,75	-53,38	862,35	-622,90	21.077,64		25.315,40	-19,26	77,43	-223,77	11.923,60

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLU - STR 11						COMBINAZIONE SLU - STR 12					
	ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	Y-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,35	18.171,21	-5,80	-1,35	-67,37	538,30	1,35	18.171,21	-5,80	-1,35	-67,37	538,30
Carichi permanenti portati	1,35	2.625,14	0,00	0,00	0,00	123,39	1,35	2.625,14	0,00	0,00	0,00	123,39
Azione del ritiro	1,20	346,52	-30,52	471,24	-355,97	5.501,72	1,20	346,52	-30,52	471,24	-355,97	5.501,72
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	1,01	2.501,43	0,00	0,00	0,00	9.815,64	1,01	2.501,43	0,00	0,00	0,00	9.815,64
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	1,50	876,71	0,00	0,00	0,00	2.684,46	1,50	876,71	0,00	0,00	0,00	2.684,46
Azione termica	0,72	189,17	-17,06	392,46	-199,56	4.577,02	-0,72	-189,17	17,06	-392,46	199,56	-4.577,02
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale		24.710,19	-53,38	862,35	-622,90	23.240,53		24.331,64	-19,26	77,43	-223,77	14.066,49

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLU - STR 13						COMBINAZIONE SLU - STR 14					
	Y-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	Y-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,35	18.171,21	-5,80	-1,35	-67,37	538,30	1,35	18.171,21	-5,80	-1,35	-67,37	538,30
Carichi permanenti portati	1,35	2.625,14	0,00	0,00	0,00	123,39	1,35	2.625,14	0,00	0,00	0,00	123,39
Azione del ritiro	1,20	346,52	-30,52	471,24	-355,97	5.501,72	1,20	346,52	-30,52	471,24	-355,97	5.501,72
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	1,01	3.484,99	0,00	0,00	0,00	7.652,75	1,01	3.484,99	0,00	0,00	0,00	7.652,75
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,90	526,02	0,00	0,00	0,00	1.610,67	0,90	526,02	0,00	0,00	0,00	1.610,67
Azione termica	1,20	315,29	-28,43	654,10	-332,60	7.628,37	-1,20	-315,29	28,43	-654,10	332,60	-7.628,37
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale		25.469,18	-64,75	1.123,99	-755,94	23.055,21		24.838,61	-7,89	-184,21	-90,73	7.798,47

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLU - STR 15						COMBINAZIONE SLU - STR 16					
	Y-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	Y-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,35	18.171,21	-5,80	-1,35	-67,37	538,30	1,35	18.171,21	-5,80	-1,35	-67,37	538,30
Carichi permanenti portati	1,35	2.625,14	0,00	0,00	0,00	123,39	1,35	2.625,14	0,00	0,00	0,00	123,39
Azione del ritiro	1,20	346,52	-30,52	471,24	-355,97	5.501,72	1,20	346,52	-30,52	471,24	-355,97	5.501,72
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	1,01	2.501,43	0,00	0,00	0,00	9.815,64	1,01	2.501,43	0,00	0,00	0,00	9.815,64
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,90	526,02	0,00	0,00	0,00	1.610,67	0,90	526,02	0,00	0,00	0,00	1.610,67
Azione termica	1,20	315,29	-28,43	654,10	-332,60	7.628,37	-1,20	-315,29	28,43	-654,10	332,60	-7.628,37
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale		24.485,62	-64,75	1.123,99	-755,94	25.218,10		23.855,04	-7,89	-184,21	-90,73	9.961,36

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE – VI04 – CARREGGIATA NORD

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 13						COMBINAZIONE SLV 14					
	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74
Carichi permanenti portati	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77
Carichi accidentali da traffico - N _{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRAF,SD}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,37	-11,85	272,54	-138,59	3.178,49	-0,50	-131,37	11,85	-272,54	138,59	-3.178,49
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-388,81	0,00	-3.863,24	0,00	-0,30	0,00	-388,81	0,00	-3.863,24	0,00
Azione sismica trasversale	1,00	0,00	0,00	846,96	0,00	7.699,75	1,00	0,00	0,00	846,96	0,00	7.699,75
		15.824,85	-430,38	1.511,20	-4.348,36	15.953,15		15.562,11	-406,69	966,12	-4.071,19	9.596,17

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 15						COMBINAZIONE SLV 16					
	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74	1,00	13.460,16	-4,30	-1,00	-49,90	398,74
Carichi permanenti portati	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40	1,00	1.944,55	0,00	0,00	0,00	91,40
Azione del ritiro	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77	1,00	288,77	-25,43	392,70	-296,64	4.584,77
Carichi accidentali da traffico - N _{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRAF,SD}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,37	-11,85	272,54	-138,59	3.178,49	-0,50	-131,37	11,85	-272,54	138,59	-3.178,49
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-388,81	0,00	-3.863,24	0,00	-0,30	0,00	-388,81	0,00	-3.863,24	0,00
Azione sismica trasversale	-1,00	0,00	0,00	-846,96	0,00	-7.699,75	-1,00	0,00	0,00	-846,96	0,00	-7.699,75
		15.824,85	-430,38	-182,72	-4.348,36	553,65		15.562,11	-406,69	-727,00	-4.071,19	-5.803,32

10.3.6 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA					
COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASV,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASV,Sd} [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	15.824,85	-41,57	664,24	-485,13	8.253,40
SLE - QUASI PERMANENTE 02	15.562,11	-17,88	119,16	-207,96	1.896,42
SLE - FREQUENTE 01	18.406,32	-41,57	664,24	-485,13	13.922,10
SLE - FREQUENTE 02	18.143,58	-17,88	119,16	-207,96	7.565,13
SLE - FREQUENTE 03	17.677,76	-41,57	664,24	-485,13	15.524,24
SLE - FREQUENTE 04	17.415,02	-17,88	119,16	-207,96	9.167,27
SLE - FREQUENTE 05	15.941,74	-41,57	664,24	-485,13	8.611,33
SLE - FREQUENTE 06	15.679,00	-17,88	119,16	-207,96	2.254,35
SLE - FREQUENTE 07	15.851,12	-43,94	718,75	-512,84	8.889,10
SLE - FREQUENTE 08	15.535,83	-15,51	64,65	-180,24	1.260,73
SLE - CARATTERISTICA 01	19.643,77	-43,94	718,75	-512,84	17.521,15
SLE - CARATTERISTICA 02	19.328,48	-15,51	64,65	-180,24	9.892,78
SLE - CARATTERISTICA 03	18.672,35	-43,94	718,75	-512,84	19.657,34
SLE - CARATTERISTICA 04	18.357,06	-15,51	64,65	-180,24	12.028,97
SLE - CARATTERISTICA 05	18.783,28	139,59	718,75	1.680,41	15.631,58
SLE - CARATTERISTICA 06	18.467,99	168,02	64,65	2.013,01	8.003,21
SLE - CARATTERISTICA 07	18.054,71	139,59	718,75	1.680,41	17.233,72
SLE - CARATTERISTICA 08	17.739,43	168,02	64,65	2.013,01	9.605,35
SLE - CARATTERISTICA 09	19.017,07	-43,94	718,75	-512,84	16.347,44
SLE - CARATTERISTICA 10	18.701,78	-15,51	64,65	-180,24	8.719,07
SLE - CARATTERISTICA 11	18.288,50	-43,94	718,75	-512,84	17.949,58
SLE - CARATTERISTICA 12	17.973,21	-15,51	64,65	-180,24	10.321,21
SLE - CARATTERISTICA 13	18.888,38	-53,42	936,78	-623,71	18.174,37
SLE - CARATTERISTICA 14	18.362,90	-6,04	-153,38	-69,37	5.460,42
SLE - CARATTERISTICA 15	18.159,81	-53,42	936,78	-623,71	19.776,52
SLE - CARATTERISTICA 16	17.634,33	-6,04	-153,38	-69,37	7.062,56
SLU - STR 01	26.504,73	-53,38	862,35	-622,90	22.554,78
SLU - STR 02	26.126,39	-19,26	77,43	-223,77	13.400,73
SLU - STR 03	25.193,32	-53,38	862,35	-622,90	25.438,63
SLU - STR 04	24.814,97	-19,26	77,43	-223,77	16.284,59
SLU - STR 05	25.343,07	194,40	862,35	2.337,99	20.003,86
SLU - STR 06	24.964,72	228,51	77,43	2.737,12	10.849,81
SLU - STR 07	24.359,50	194,40	862,35	2.337,99	22.166,75
SLU - STR 08	23.981,16	228,51	77,43	2.737,12	13.012,71
SLU - STR 09	25.693,75	-53,38	862,35	-622,90	21.077,64
SLU - STR 10	25.315,40	-19,26	77,43	-223,77	11.923,60
SLU - STR 11	24.710,19	-53,38	862,35	-622,90	23.240,53
SLU - STR 12	24.331,84	-19,26	77,43	-223,77	14.086,49
SLU - STR 13	25.469,18	-64,75	1.123,99	-755,94	23.055,21
SLU - STR 14	24.838,61	-7,89	-184,21	-90,73	7.798,47
SLU - STR 15	24.485,62	-64,75	1.123,99	-755,94	25.218,10
SLU - STR 16	23.855,04	-7,89	-184,21	-90,73	9.961,36
SLV 01	15.824,85	1.254,45	918,33	12.392,33	10.563,32
SLV 02	15.562,11	1.278,14	373,25	12.669,50	4.206,35
SLV 03	15.824,85	1.254,45	410,15	12.392,33	5.943,48
SLV 04	15.562,11	1.278,14	-134,93	12.669,50	-413,50
SLV 05	15.824,85	-1.337,59	918,33	-13.362,58	10.563,32
SLV 06	15.562,11	-1.313,90	373,25	-13.085,41	4.206,35
SLV 07	15.824,85	-1.337,59	410,15	-13.362,58	5.943,48
SLV 08	15.562,11	-1.313,90	-134,93	-13.085,41	-413,50
SLV 09	15.824,85	347,23	1.511,20	3.378,11	15.953,15
SLV 10	15.562,11	370,92	966,12	3.655,28	9.596,17
SLV 11	15.824,85	347,23	-182,72	3.378,11	553,65
SLV 12	15.562,11	370,92	-727,80	3.655,28	-5.803,32
SLV 13	15.824,85	-430,38	1.511,20	-4.348,36	15.953,15
SLV 14	15.562,11	-406,69	966,12	-4.071,19	9.596,17
SLV 15	15.824,85	-430,38	-182,72	-4.348,36	553,65
SLV 16	15.562,11	-406,69	-727,80	-4.071,19	-5.803,32

10.5 PILA 2N - VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLO SPICCATO DEL FUSTO E ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

A. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA PILA

A.1 ALTEZZA DEI BAGGIOLI

Altezza del baggiolo in corrispondenza dell'appoggio n.1 (esterno curva)	$h_{b,1}$	0,42	[m]
Altezza del baggiolo in corrispondenza dell'appoggio n.2 (centrale esterno)	$h_{b,2}$	0,20	[m]
Altezza del baggiolo in corrispondenza dell'appoggio n.3 (centrale)	$h_{b,3}$	0,00	[m]
Altezza del baggiolo in corrispondenza dell'appoggio n.4 (centrale interno)	$h_{b,4}$	0,42	[m]
Altezza del baggiolo in corrispondenza dell'appoggio n.5 (interno curva)	$h_{b,5}$	0,20	[m]

A.1 FUSTO

Altezza massima del fusto	$h_{f,max}$	10,03	[m]
Altezza minima del fusto	$h_{f,min}$	9,60	[m]
Base della sezione trasversale del fusto - Tratto rettilineo	b_1	11,40	[m]
Lunghezza del tratto rettilineo in corrispondenza dell'altezza massima (esterno curv)	$b_{1,a}$	5,70	[m]
Lunghezza del tratto rettilineo in corrispondenza dell'altezza minima (interno curva)	$b_{1,b}$	5,70	[m]
Raggio dei raccordi circolari laterali	b_2	0,75	[m]
Spessore del fusto	s	1,50	[m]
Area della sezione trasversale del fusto	A_f	18,87	[m ²]
Volume del fusto	V_f	185,18	[m ³]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{1,k}$	4.629,53	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,1,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,1,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,1,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,1,k}$	961,57	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{1,k}$	4.629,53	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,1,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,1,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,1,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,1,k}$	961,57	[kNm]

A.2 ZATTERA DI FONDAZIONE

Altezza della zattera di fondazione	h_z	1,50	[m]
Dimensione della zattera di fondazione in direzione parallela all'impalcato	a_{fond}	13,20	[m]
Dimensione della zattera di fondazione in direzione perpendicolare all'impalcato	b_{fond}	6,00	[m]
Volume del fusto	V_{fond}	118,80	[m ³]
Peso proprio del fusto	$P_{p,2}$	2.970,00	[m ³]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{2,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,2,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,2,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,2,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,2,k}$	0,00	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{2,k}$	2.970,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,2,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,2,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,2,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,2,k}$	0,00	[kNm]

B. AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO
B.1 GEOMETRIA DEGLI APPOGGI

Ascissa dell'appoggio n.1 rispetto all'asse longitudinale della pila (esterno curva)	X_1	5,25	[m]
Ascissa dell'appoggio n.2 rispetto all'asse longitudinale della pila (centrale esterno)	X_2	1,75	[m]
Ascissa dell'appoggio n.3 rispetto all'asse longitudinale della pila (centrale)	X_3	0,00	[m]
Ascissa dell'appoggio n.4 rispetto all'asse longitudinale della pila (centrale interno)	X_4	-1,75	[m]
Ascissa dell'appoggio n.5 rispetto all'asse longitudinale della pila (interno curva)	X_5	-5,25	[m]

B.2 PESI PROPRI STRUTTURALI TRASMESSI DALL'IMPALCATO
B.2.1 PESO PROPRIO DELLA CARPENTERIA METALLICA

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	281,30	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	304,50	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	303,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	284,10	0,00	0,00

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{3,k}$	1.172,90	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,3,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,3,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,3,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,3,k}$	-12,08	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{3,k}$	1.172,90	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,3,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,3,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,3,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,3,k}$	-12,08	[kNm]

B.2.1 PESO PROPRIO DELLA SOLETTA SUPERIORE

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	1.207,30	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	897,70	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	887,90	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	1.218,30	0,00	0,00

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{4,k}$	4.211,20	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,4,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,4,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,4,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,4,k}$	-40,60	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{4,k}$	4.211,20	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,4,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,4,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,4,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,4,k}$	-40,60	[kNm]

B.2.3 CARICHI PERMANENTI PORTATI

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	699,70	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	251,90	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	246,40	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	693,40	0,00	0,00

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{5,k}$	1.891,40	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,5,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,5,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,5,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,5,k}$	42,70	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{5,k}$	1.891,40	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,5,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,5,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,5,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,5,k}$	42,70	[kNm]

B.2.4 AZIONE DEL RITIRO

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	-30,80	-1,90	83,90
Scarichi sull'appoggio n. 2	-30,70	0,00	83,90
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	-29,60	1,90	83,90
Scarichi sull'appoggio n. 5	-29,50	3,80	83,90

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{6,k}$	-120,60	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,6,k}$	3,80	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,6,k}$	335,60	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,6,k}$	36,42	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,6,k}$	3.389,20	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{6,k}$	-120,60	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,6,k}$	3,80	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,6,k}$	335,60	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,6,k}$	42,12	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,6,k}$	3.892,60	[kNm]

B.2.5 AZIONE TERMICA

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	-25,80	-2,70	114,50
Scarichi sull'appoggio n. 2	-25,50	0,00	114,50
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	-24,60	2,70	114,50
Scarichi sull'appoggio n. 5	-24,30	5,30	114,50

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{7,k}$	-100,20	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,7,k}$	5,30	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,7,k}$	458,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,7,k}$	50,78	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,7,k}$	4.627,80	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{7,k}$	-100,20	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,7,k}$	5,30	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,7,k}$	458,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,7,k}$	58,73	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,7,k}$	5.314,80	[kNm]

B.2.6 AZIONE TRASVERSALE DEL VENTO

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	295,30	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	192,80	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	96,10	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	-9,10	0,00	0,00

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{8,k}$	575,10	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,8,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,8,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,8,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,8,k}$	1.767,33	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{8,k}$	575,10	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,8,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,8,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,8,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,8,k}$	1.767,33	[kNm]

B.2.7 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO - CONDIZIONE DI AZIONE NORMALE VERTICALE MASSIMA

Le azioni sollecitanti in sommità della pila sono state desunte dal modello di calcolo dell'impalcato.

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{9,k}$	3.502,48	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,9,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,9,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,9,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,9,k}$	7.826,75	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{9,k}$	3.502,48	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,9,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,9,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,9,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,9,k}$	7.826,75	[kNm]

B.2.8 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO - CONDIZIONE DI MASSIMO SBARICENTRAMENTO TRASVERSALE

Le azioni sollecitanti in sommità della pila sono state desunte dal modello di calcolo dell'impalcato.

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{10,k}$	2.215,98	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,10,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,10,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,10,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,10,k}$	10.158,25	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{10,k}$	2.215,98	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,10,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,10,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,10,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,10,k}$	10.158,25	[kNm]

B.2.9 AZIONE LONGITUDINALE DELLA FRENATURA

Lunghezza complessiva dell'impalcato	L	141,10	[m]
Azione complessiva della frenatura sull'impalcato	H_{fr}	740,97	[kN]
Lunghezza di impalcato di pertinenza della pila	L_{pert}	38,50	[m]
Azione della frenatura di pertinenza della pila	$H_{fr,pila}$	202,18	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	202,18	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	2.112,76	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	202,18	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	2.416,03	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

C. AZIONE SISMICA

Peso sismico complessivo dell'impalcato di pertinenza della pila	W_{imp}	7.275,50	[kN]
Periodo di isolamento dell'impalcato	T_{iso}	1,712	[sec]
Accelerazione spettrale corrispondente al periodo di isolamento dell'impalcato	$S_{e,iso}$	0,034	[1/g]
Taglio sismico trasmesso dall'impalcato	H_{imp}	247,37	[kN]
Massa sismica associata all'impalcato isolato	$M_{imp,iso}$	25,22	[kN _{massa}]
Massa sismica del fusto della pila	M_{pila}	471,92	[kN _{massa}]
Modulo elastico del calcestruzzo delle pile	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Momento di inerzia longitudinale della sezione di base del fusto della pila	J_{LONG}	3,45	[mm ⁴]
Rigidezza flessionale della pila in direzione longitudinale	K_{LONG}	369.779,18	[kN/m]
Momento di inerzia trasversale della sezione di base del fusto della pila	J_{TRASV}	249,27	[mm ⁴]
Rigidezza flessionale della pila in direzione trasversale	K_{TRASV}	26.717.349,83	[kN/m]

Periodo di vibrazione della pila in direzione longitudinale	T_{LONG}	0,230	[sec]
Accelerazione spettrale elastica in direzione longitudinale	$S_{e,iso}$	0,179	[1/g]
Taglio sismico longitudinale alla base del fusto della pila	$H_{LONG,pila}$	828,69	[kN]
Periodo di vibrazione della pila in direzione trasversale	T_{TRASV}	0,020	[sec]
Accelerazione spettrale elastica in direzione trasversale	$S_{e,iso}$	0,082	[1/g]
Taglio sismico trasversale alla base del fusto della pila	$H_{TRASV,pila}$	379,62	[kN]
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0,068	[1/g]
Peso sismico della zattera di fondazione	$W_{zattera}$	2.970,00	[kN]
Azione sismica inerziale della zattera di fondazione	$H_{zattera}$	201,96	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	1.076,05	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	10.896,70	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	1.278,01	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	12.662,25	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO IN DIREZIONE TRASVERSALE

Azione normale verticale totale	$N_{12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,12,k}$	626,99	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,12,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,12,k}$	6.392,59	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE IN DIREZIONE TRASVERSALE

Azione normale verticale totale	$N_{12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,12,k}$	828,95	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,12,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,12,k}$	7.484,54	[kNm]

D. RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DEL FUSTO

CARICO ELEMENTARE	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]	$M_{LONG,k}$ [kNm]	$M_{TRASV,k}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	10.013,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del ritiro	-120,60	3,80	335,60	36,42	3.389,20
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	3.502,48	0,00	0,00	0,00	7.826,75
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	2.215,98	0,00	0,00	0,00	10.158,25
Azione della frenatura	0,00	202,18	0,00	2.112,76	0,00
Azione trasversale del vento	575,10	0,00	0,00	0,00	1.767,33
Azione termica	-100,20	5,30	458,00	50,78	4.627,80
Azione sismica longitudinale	0,00	1.076,05	0,00	10.896,70	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	626,99	0,00	7.484,54

E. RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

CARICO ELEMENTARE	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]	$M_{LONG,k}$ [kNm]	$M_{TRASV,k}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del ritiro	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	3.502,48	0,00	0,00	0,00	7.826,75
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	2.215,98	0,00	0,00	0,00	10.158,25
Azione della frenatura	0,00	202,18	0,00	2.416,03	0,00
Azione trasversale del vento	575,10	0,00	0,00	0,00	1.767,33
Azione termica	-100,20	5,30	458,00	58,73	5.314,80
Azione sismica longitudinale	0,00	1.278,01	0,00	12.662,25	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	828,95	0,00	7.484,54

10.6 PILA 2N - VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLO SPICCATO DEL FUSTO
RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DEL FUSTO

CARICO ELEMENTARE	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]	$M_{LONG,k}$ [kNm]	$M_{TRASV,k}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	10.013,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del ritiro	-120,60	3,80	335,60	36,42	3.389,20
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	3.502,48	0,00	0,00	0,00	7.826,75
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	2.215,98	0,00	0,00	0,00	10.158,25
Azione della frenatura	0,00	202,18	0,00	2.112,76	0,00
Azione trasversale del vento	575,10	0,00	0,00	0,00	1.767,33
Azione termica	-100,20	5,30	458,00	50,78	4.627,80
Azione sismica longitudinale	0,00	1.076,05	0,00	10.896,70	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	626,99	0,00	7.484,54

10.6.1 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - QUASI PERMANENTI

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01						COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 02					
	ψ	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,sd}$ [kN]	$V_{TRASV,sd}$ [kN]	$M_{LONG,sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,sd}$ [kNm]	ψ	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,sd}$ [kN]	$V_{TRASV,sd}$ [kN]	$M_{LONG,sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,sd}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	10.013,63	0,00	0,00	0,00	908,90	1,00	10.013,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del ritiro	1,00	-120,60	3,80	335,60	36,42	3.389,20	1,00	-120,60	3,80	335,60	36,42	3.389,20
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	-50,10	2,65	229,00	25,39	2.313,90	-0,50	50,10	-2,65	-229,00	-25,39	-2.313,90
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		11.734,33	6,45	564,60	61,81	6.654,70		11.834,53	1,15	106,60	11,03	2.026,90

10.6.2 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTI

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01						COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02					
	ψ	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,sd}$ [kN]	$V_{TRASV,sd}$ [kN]	$M_{LONG,sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,sd}$ [kNm]	ψ	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,sd}$ [kN]	$V_{TRASV,sd}$ [kN]	$M_{LONG,sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,sd}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	10.013,63	0,00	0,00	0,00	908,90	1,00	10.013,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del ritiro	1,00	-120,60	3,80	335,60	36,42	3.389,20	1,00	-120,60	3,80	335,60	36,42	3.389,20
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	0,75	2.626,86	0,00	0,00	0,00	5.870,06	0,75	2.626,86	0,00	0,00	0,00	5.870,06
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	-50,10	2,65	229,00	25,39	2.313,90	-0,50	50,10	-2,65	-229,00	-25,39	-2.313,90
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		14.361,19	6,45	564,60	61,81	12.524,76		14.461,39	1,15	106,60	11,03	7.896,96

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE - VI04 - CARREGGIATA NORD

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 13						COMBINAZIONE SLV 14					
	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	10.013,63	0,00	0,00	0,00	908,90	1,00	10.013,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del rito	1,00	-120,60	3,80	335,60	36,42	3.389,20	1,00	-120,60	3,80	335,60	36,42	3.389,20
Carichi accidentali da traffico - N_{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,TRAF}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	-50,10	2,65	229,00	25,39	2.313,90	-0,50	50,10	-2,65	-229,00	-25,39	-2.313,90
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-322,82	0,00	-3.269,01	0,00	-0,30	0,00	-322,82	0,00	-3.269,01	0,00
Azione sismica trasversale	1,00	0,00	0,00	626,99	0,00	7.484,54	1,00	0,00	0,00	626,99	0,00	7.484,54
		11.734,33	-316,37	1.191,59	-3.207,20	14.139,23		11.834,53	-321,67	733,59	-3.257,98	9.511,43

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 15						COMBINAZIONE SLV 16					
	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	10.013,63	0,00	0,00	0,00	908,90	1,00	10.013,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del rito	1,00	-120,60	3,80	335,60	36,42	3.389,20	1,00	-120,60	3,80	335,60	36,42	3.389,20
Carichi accidentali da traffico - N_{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,TRAF}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	-50,10	2,65	229,00	25,39	2.313,90	-0,50	50,10	-2,65	-229,00	-25,39	-2.313,90
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-322,82	0,00	-3.269,01	0,00	-0,30	0,00	-322,82	0,00	-3.269,01	0,00
Azione sismica trasversale	-1,00	0,00	0,00	-626,99	0,00	-7.484,54	-1,00	0,00	0,00	-626,99	0,00	-7.484,54
		11.734,33	-316,37	-62,39	-3.207,20	-829,84		11.834,53	-321,67	-520,39	-3.257,98	-5.457,64

10.6.6 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLO SPICCATO DEL FUSTO

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO					
COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASV,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASV,Sd} [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	11.734,33	6,45	564,60	61,81	6.654,70
SLE - QUASI PERMANENTE 02	11.834,53	1,15	106,60	11,03	2.026,90
SLE - FREQUENTE 01	14.361,19	6,45	564,60	61,81	12.524,76
SLE - FREQUENTE 02	14.461,39	1,15	106,60	11,03	7.896,96
SLE - FREQUENTE 03	13.396,31	6,45	564,60	61,81	14.273,38
SLE - FREQUENTE 04	13.496,51	1,15	106,60	11,03	9.645,58
SLE - FREQUENTE 05	11.849,35	6,45	564,60	61,81	7.008,16
SLE - FREQUENTE 06	11.949,55	1,15	106,60	11,03	2.380,36
SLE - FREQUENTE 07	11.724,31	6,98	610,40	66,89	7.117,48
SLE - FREQUENTE 08	11.844,55	0,62	60,80	5,96	1.564,12
SLE - CARATTERISTICA 01	15.571,85	6,98	610,40	66,89	16.004,62
SLE - CARATTERISTICA 02	15.692,09	0,62	60,80	5,96	10.451,26
SLE - CARATTERISTICA 03	14.285,35	6,98	610,40	66,89	18.336,12
SLE - CARATTERISTICA 04	14.405,59	0,62	60,80	5,96	12.782,76
SLE - CARATTERISTICA 05	14.696,23	209,16	610,40	2.179,65	14.047,93
SLE - CARATTERISTICA 06	14.816,47	202,80	60,80	2.118,72	8.494,57
SLE - CARATTERISTICA 07	13.731,35	209,16	610,40	2.179,65	15.796,56
SLE - CARATTERISTICA 08	13.851,59	202,80	60,80	2.118,72	10.243,20
SLE - CARATTERISTICA 09	14.926,27	6,98	610,40	66,89	14.754,86
SLE - CARATTERISTICA 10	15.046,51	0,62	60,80	5,96	9.201,50
SLE - CARATTERISTICA 11	13.961,39	6,98	610,40	66,89	16.503,49
SLE - CARATTERISTICA 12	14.081,63	0,62	60,80	5,96	10.950,13
SLE - CARATTERISTICA 13	14.656,15	9,10	793,60	87,20	15.899,05
SLE - CARATTERISTICA 14	14.856,55	-1,50	-122,40	-14,36	6.643,45
SLE - CARATTERISTICA 15	13.691,27	9,10	793,60	87,20	17.647,68
SLE - CARATTERISTICA 16	13.891,67	-1,50	-122,40	-14,36	8.392,08
SLU - STR 01	21.100,86	8,38	732,48	80,27	20.840,41
SLU - STR 02	21.245,15	0,74	72,96	7,15	14.176,38
SLU - STR 03	19.364,08	8,38	732,48	80,27	23.987,94
SLU - STR 04	19.508,37	0,74	72,96	7,15	17.323,91
SLU - STR 05	19.918,77	281,32	732,48	2.932,50	18.198,89
SLU - STR 06	20.063,06	273,68	72,96	2.859,38	11.534,85
SLU - STR 07	18.616,19	281,32	732,48	2.932,50	20.559,53
SLU - STR 08	18.760,48	273,68	72,96	2.859,38	13.895,50
SLU - STR 09	20.263,83	8,38	732,48	80,27	19.259,28
SLU - STR 10	20.408,12	0,74	72,96	7,15	12.595,25
SLU - STR 11	18.961,25	8,38	732,48	80,27	21.619,92
SLU - STR 12	19.105,54	0,74	72,96	7,15	14.955,89
SLU - STR 13	19.870,68	10,92	952,32	104,64	20.420,23
SLU - STR 14	20.111,16	-1,80	-146,88	-17,23	9.313,51
SLU - STR 15	18.568,09	10,92	952,32	104,64	22.780,87
SLU - STR 16	18.808,57	-1,80	-146,88	-17,23	11.674,15
SLV 01	11.734,33	1.082,50	752,70	10.958,51	8.900,06
SLV 02	11.834,53	1.077,20	294,70	10.907,73	4.272,26
SLV 03	11.734,33	1.082,50	376,50	10.958,51	4.409,33
SLV 04	11.834,53	1.077,20	-81,50	10.907,73	-218,47
SLV 05	11.734,33	-1.069,60	752,70	-10.834,88	8.900,06
SLV 06	11.834,53	-1.074,90	294,70	-10.885,66	4.272,26
SLV 07	11.734,33	-1.069,60	376,50	-10.834,88	4.409,33
SLV 08	11.834,53	-1.074,90	-81,50	-10.885,66	-218,47
SLV 09	11.734,33	329,27	1.191,59	3.330,82	14.139,23
SLV 10	11.834,53	323,97	733,59	3.280,04	9.511,43
SLV 11	11.734,33	329,27	-62,39	3.330,82	-829,84
SLV 12	11.834,53	323,97	-520,39	3.280,04	-5.457,64
SLV 13	11.734,33	-316,37	1.191,59	-3.207,20	14.139,23
SLV 14	11.834,53	-321,67	733,59	-3.257,98	9.511,43
SLV 15	11.734,33	-316,37	-62,39	-3.207,20	-829,84
SLV 16	11.834,53	-321,67	-520,39	-3.257,98	-5.457,64

10.7 PILA 2N - VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DELLA ZATTERA

CARICO ELEMENTARE	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]	$M_{LONG,k}$ [kNm]	$M_{TRASV,k}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del ritiro	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	3.502,48	0,00	0,00	0,00	7.826,75
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	2.215,98	0,00	0,00	0,00	10.158,25
Azione della frenatura	0,00	202,18	0,00	2.416,03	0,00
Azione trasversale del vento	575,10	0,00	0,00	0,00	1.767,33
Azione termica	-100,20	5,30	458,00	58,73	5.314,80
Azione sismica longitudinale	0,00	1.278,01	0,00	12.662,25	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	828,95	0,00	7.484,54

10.7.1 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - QUASI PERMANENTI

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01						COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 02					
	ψ	N_{Sd} [kN]	$V_{LONG,Sd}$ [kN]	$V_{TRASV,Sd}$ [kN]	$M_{LONG,Sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,Sd}$ [kNm]	ψ	N_{Sd} [kN]	$V_{LONG,Sd}$ [kN]	$V_{TRASV,Sd}$ [kN]	$M_{LONG,Sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,Sd}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del ritiro	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	-50,10	2,65	229,00	29,36	2.657,40	-0,50	50,10	-2,65	-229,00	-29,36	-2.657,40
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		14.704,33	6,45	564,60	71,49	7.501,60		14.804,53	1,15	106,60	12,76	2.186,80

10.7.2 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTI

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01						COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02					
	ψ	N_{Sd} [kN]	$V_{LONG,Sd}$ [kN]	$V_{TRASV,Sd}$ [kN]	$M_{LONG,Sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,Sd}$ [kNm]	ψ	N_{Sd} [kN]	$V_{LONG,Sd}$ [kN]	$V_{TRASV,Sd}$ [kN]	$M_{LONG,Sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,Sd}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del ritiro	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	0,75	2.626,86	0,00	0,00	0,00	5.870,06	0,75	2.626,86	0,00	0,00	0,00	5.870,06
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	-50,10	2,65	229,00	29,36	2.657,40	-0,50	50,10	-2,65	-229,00	-29,36	-2.657,40
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17.331,19	6,45	564,60	71,49	13.371,66		17.431,39	1,15	106,60	12,76	8.056,86

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 03						COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 04					
	ψ	N_{Sd} [kN]	$V_{LONG,Sd}$ [kN]	$V_{TRASV,Sd}$ [kN]	$M_{LONG,Sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,Sd}$ [kNm]	ψ	N_{Sd} [kN]	$V_{LONG,Sd}$ [kN]	$V_{TRASV,Sd}$ [kN]	$M_{LONG,Sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,Sd}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del ritiro	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	0,75	1.661,99	0,00	0,00	0,00	7.618,69	0,75	1.661,99	0,00	0,00	0,00	7.618,69
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	-50,10	2,65	229,00	29,36	2.657,40	-0,50	50,10	-2,65	-229,00	-29,36	-2.657,40
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		16.386,31	6,45	564,60	71,49	15.120,28		16.466,51	1,15	106,60	12,76	9.805,48

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 05						COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 06					
	ψ	N_{Sd} [kN]	$V_{LONG,Sd}$ [kN]	$V_{TRASV,Sd}$ [kN]	$M_{LONG,Sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,Sd}$ [kNm]	ψ	N_{Sd} [kN]	$V_{LONG,Sd}$ [kN]	$V_{TRASV,Sd}$ [kN]	$M_{LONG,Sd}$ [kNm]	$M_{TRASV,Sd}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portati	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del ritiro	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,20	115,02	0,00	0,00	0,00	353,47	0,20	115,02	0,00	0,00	0,00	353,47
Azione termica	0,50	-50,10	2,65	229,00	29,36	2.657,40	-0,50	50,10	-2,65	-229,00	-29,36	-2.657,40
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		14.819,35	6,45	564,60	71,49	7.855,06		14.919,55	1,15	106,60	12,76	2.540,26

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE – VI04 – CARREGGIATA NORD

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 13						COMBINAZIONE SLV 14					
	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portali	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del rito	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60
Carichi accidentali da traffico - N _{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRAF,SD}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	-50,10	2,65	229,00	29,36	2.657,40	-0,50	50,10	-2,65	-229,00	-29,36	-2.657,40
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-383,40	0,00	-3.798,67	0,00	-0,30	0,00	-383,40	0,00	-3.798,67	0,00
Azione sismica trasversale	1,00	0,00	0,00	828,95	0,00	7.484,54	1,00	0,00	0,00	828,95	0,00	7.484,54
		14.704,33	-376,95	1.393,55	-3.727,19	14.986,13		14.804,53	-382,25	935,55	-3.785,92	9.671,33

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 15						COMBINAZIONE SLV 16					
	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90	1,00	12.983,63	0,00	0,00	0,00	908,90
Carichi permanenti portali	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70	1,00	1.891,40	0,00	0,00	0,00	42,70
Azione del rito	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60	1,00	-120,60	3,80	335,60	42,12	3.892,60
Carichi accidentali da traffico - N _{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRAF,SD}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	-50,10	2,65	229,00	29,36	2.657,40	-0,50	50,10	-2,65	-229,00	-29,36	-2.657,40
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-383,40	0,00	-3.798,67	0,00	-0,30	0,00	-383,40	0,00	-3.798,67	0,00
Azione sismica trasversale	-1,00	0,00	0,00	-828,95	0,00	-7.484,54	-1,00	0,00	0,00	-828,95	0,00	-7.484,54
		14.704,33	-376,95	-264,35	-3.727,19	17,06		14.804,53	-382,25	-722,35	-3.785,92	-5.297,74

10.7.6 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA					
COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASV,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASV,Sd} [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	14.704,33	6,45	564,60	71,49	7.501,60
SLE - QUASI PERMANENTE 02	14.804,53	1,15	106,60	12,76	2.186,80
SLE - FREQUENTE 01	17.331,19	6,45	564,60	71,49	13.371,66
SLE - FREQUENTE 02	17.431,39	1,15	106,60	12,76	8.056,86
SLE - FREQUENTE 03	16.366,31	6,45	564,60	71,49	15.120,28
SLE - FREQUENTE 04	16.466,51	1,15	106,60	12,76	9.805,48
SLE - FREQUENTE 05	14.819,35	6,45	564,60	71,49	7.855,06
SLE - FREQUENTE 06	14.919,55	1,15	106,60	12,76	2.540,26
SLE - FREQUENTE 07	14.694,31	6,98	610,40	77,36	8.033,08
SLE - FREQUENTE 08	14.814,55	0,62	60,80	6,89	1.655,32
SLE - CARATTERISTICA 01	18.541,85	6,98	610,40	77,36	16.920,22
SLE - CARATTERISTICA 02	18.662,09	0,62	60,80	6,89	10.542,46
SLE - CARATTERISTICA 03	17.255,35	6,98	610,40	77,36	19.251,72
SLE - CARATTERISTICA 04	17.375,59	0,62	60,80	6,89	12.873,96
SLE - CARATTERISTICA 05	17.666,23	209,16	610,40	2.493,39	14.963,53
SLE - CARATTERISTICA 06	17.786,47	202,80	60,80	2.422,92	8.585,77
SLE - CARATTERISTICA 07	16.701,35	209,16	610,40	2.493,39	16.712,16
SLE - CARATTERISTICA 08	16.821,59	202,80	60,80	2.422,92	10.334,40
SLE - CARATTERISTICA 09	17.896,27	6,98	610,40	77,36	15.670,46
SLE - CARATTERISTICA 10	18.016,51	0,62	60,80	6,89	9.292,70
SLE - CARATTERISTICA 11	16.931,39	6,98	610,40	77,36	17.419,09
SLE - CARATTERISTICA 12	17.051,63	0,62	60,80	6,89	11.041,33
SLE - CARATTERISTICA 13	17.626,15	9,10	793,60	100,85	17.089,45
SLE - CARATTERISTICA 14	17.826,55	-1,50	-122,40	-16,61	6.459,85
SLE - CARATTERISTICA 15	16.661,27	9,10	793,60	100,85	18.838,08
SLE - CARATTERISTICA 16	16.861,67	-1,50	-122,40	-16,61	8.208,48
SLU - STR 01	25.110,36	8,38	732,48	92,83	21.939,13
SLU - STR 02	25.254,65	0,74	72,96	8,26	14.285,82
SLU - STR 03	23.373,58	8,38	732,48	92,83	25.086,66
SLU - STR 04	23.517,87	0,74	72,96	8,26	17.433,35
SLU - STR 05	23.928,27	281,32	732,48	3.354,47	19.297,61
SLU - STR 06	24.072,56	273,68	72,96	3.269,90	11.644,29
SLU - STR 07	22.625,69	281,32	732,48	3.354,47	21.658,25
SLU - STR 08	22.769,98	273,68	72,96	3.269,90	14.004,94
SLU - STR 09	24.273,33	8,38	732,48	92,83	20.358,00
SLU - STR 10	24.417,62	0,74	72,96	8,26	12.704,69
SLU - STR 11	22.970,75	8,38	732,48	92,83	22.718,64
SLU - STR 12	23.115,04	0,74	72,96	8,26	15.065,33
SLU - STR 13	23.880,18	10,92	952,32	121,02	21.848,71
SLU - STR 14	24.120,66	-1,80	-146,88	-19,93	9.093,19
SLU - STR 15	22.577,59	10,92	952,32	121,02	24.209,35
SLU - STR 16	22.818,07	-1,80	-146,88	-19,93	11.453,83
SLV 01	14.704,33	1.284,46	813,28	12.733,73	9.746,96
SLV 02	14.804,53	1.279,16	355,28	12.675,00	4.432,16
SLV 03	14.704,33	1.284,46	315,92	12.733,73	5.256,23
SLV 04	14.804,53	1.279,16	-142,08	12.675,00	-58,57
SLV 05	14.704,33	-1.271,56	813,28	-12.590,76	9.746,96
SLV 06	14.804,53	-1.276,86	355,28	-12.649,49	4.432,16
SLV 07	14.704,33	-1.271,56	315,92	-12.590,76	5.256,23
SLV 08	14.804,53	-1.276,86	-142,08	-12.649,49	-58,57
SLV 09	14.704,33	389,85	1.393,55	3.870,16	14.986,13
SLV 10	14.804,53	384,55	935,55	3.811,43	9.671,33
SLV 11	14.704,33	389,85	-264,35	3.870,16	17,06
SLV 12	14.804,53	384,55	-722,35	3.811,43	-5.297,74
SLV 13	14.704,33	-376,95	1.393,55	-3.727,19	14.986,13
SLV 14	14.804,53	-382,25	935,55	-3.785,92	9.671,33
SLV 15	14.704,33	-376,95	-264,35	-3.727,19	17,06
SLV 16	14.804,53	-382,25	-722,35	-3.785,92	-5.297,74

10.9 PILA 3N - VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLO SPICCATO DEL FUSTO E ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

A. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA PILA

A.1 ALTEZZA DEI BAGGIOLI

Altezza del baggiolo in corrispondenza dell'appoggio n.1 (esterno curva)	$h_{b,1}$	0,42	[m]
Altezza del baggiolo in corrispondenza dell'appoggio n.2 (centrale esterno)	$h_{b,2}$	0,20	[m]
Altezza del baggiolo in corrispondenza dell'appoggio n.3 (centrale)	$h_{b,3}$	0,00	[m]
Altezza del baggiolo in corrispondenza dell'appoggio n.4 (centrale interno)	$h_{b,4}$	0,42	[m]
Altezza del baggiolo in corrispondenza dell'appoggio n.5 (interno curva)	$h_{b,5}$	0,20	[m]

A.1 FUSTO

Altezza massima del fusto	$h_{f,max}$	4,33	[m]
Altezza minima del fusto	$h_{f,min}$	3,90	[m]
Base della sezione trasversale del fusto - Tratto rettilineo	b_1	11,40	[m]
Lunghezza del tratto rettilineo in corrispondenza dell'altezza massima (esterno curv)	$b_{1,a}$	5,70	[m]
Lunghezza del tratto rettilineo in corrispondenza dell'altezza minima (interno curva)	$b_{1,b}$	5,70	[m]
Raggio dei raccordi circolari laterali	b_2	0,75	[m]
Spessore del fusto	s	1,50	[m]
Area della sezione trasversale del fusto	A_f	18,87	[m ²]
Volume del fusto	V_f	77,64	[m ³]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{1,k}$	1.940,96	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,1,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,1,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,1,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,1,k}$	961,57	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{1,k}$	1.940,96	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,1,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,1,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,1,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,1,k}$	961,57	[kNm]

A.2 ZATTERA DI FONDAZIONE

Altezza della zattera di fondazione	h_z	1,50	[m]
Dimensione della zattera di fondazione in direzione parallela all'impalcato	a_{fond}	13,20	[m]
Dimensione della zattera di fondazione in direzione perpendicolare all'impalcato	b_{fond}	6,00	[m]
Volume del fusto	V_{fond}	118,80	[m ³]
Peso proprio del fusto	$P_{p,2}$	2.970,00	[m ³]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{2,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,2,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,2,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,2,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,2,k}$	0,00	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{2,k}$	2.970,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,2,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,2,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,2,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,2,k}$	0,00	[kNm]

B. AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

B.1 GEOMETRIA DEGLI APPOGGI

Ascissa dell'appoggio n.1 rispetto all'asse longitudinale della pila (esterno curva)	X_1	5,25	[m]
Ascissa dell'appoggio n.2 rispetto all'asse longitudinale della pila (centrale esterno)	X_2	1,75	[m]
Ascissa dell'appoggio n.3 rispetto all'asse longitudinale della pila (centrale)	X_3	0,00	[m]
Ascissa dell'appoggio n.4 rispetto all'asse longitudinale della pila (centrale interno)	X_4	-1,75	[m]
Ascissa dell'appoggio n.5 rispetto all'asse longitudinale della pila (interno curva)	X_5	-5,25	[m]

B.2 PESI PROPRI STRUTTURALI TRASMESSI DALL'IMPALCATO

B.2.1 PESO PROPRIO DELLA CARPENTERIA METALLICA

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	315,70	0,20	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	336,10	0,20	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	334,20	0,20	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	311,70	0,20	0,00

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{3,k}$	1.297,70	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,3,k}$	0,80	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,3,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,3,k}$	3,54	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,3,k}$	24,33	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{3,k}$	1.297,70	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,3,k}$	0,80	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,3,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,3,k}$	4,74	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,3,k}$	24,33	[kNm]

B.2.1 PESO PROPRIO DELLA SOLETTA SUPERIORE

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	1.310,10	1,10	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	981,00	0,90	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	971,30	0,80	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	1.291,90	0,90	0,00

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{4,k}$	4.554,30	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,4,k}$	3,70	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,4,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,4,k}$	16,45	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,4,k}$	112,53	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{4,k}$	4.554,30	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,4,k}$	3,70	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,4,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,4,k}$	22,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,4,k}$	112,53	[kNm]

B.2.3 CARICHI PERMANENTI PORTATI

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	720,50	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	261,40	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	255,80	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	706,30	0,00	0,00

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{5,k}$	1.944,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,5,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,5,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,5,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,5,k}$	84,35	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{5,k}$	1.944,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,5,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,5,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,5,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,5,k}$	84,35	[kNm]

B.2.4 AZIONE DEL RITIRO

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	71,00	5,10	55,20
Scarichi sull'appoggio n. 2	72,80	7,90	55,20
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	72,50	10,70	55,20
Scarichi sull'appoggio n. 5	73,10	13,50	55,20

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{6,k}$	289,40	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,6,k}$	37,20	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,6,k}$	220,80	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,6,k}$	161,59	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,6,k}$	966,54	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{6,k}$	289,40	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,6,k}$	37,20	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,6,k}$	220,80	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,6,k}$	217,39	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,6,k}$	1.297,74	[kNm]

B.2.5 AZIONE TERMICA

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	65,00	4,60	76,60
Scarichi sull'appoggio n. 2	66,00	8,20	76,70
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	65,80	11,80	76,90
Scarichi sull'appoggio n. 5	66,60	15,40	77,10

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{7,k}$	263,40	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,7,k}$	40,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,7,k}$	307,30	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,7,k}$	173,11	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,7,k}$	1.351,57	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{7,k}$	263,40	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,7,k}$	40,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,7,k}$	307,30	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,7,k}$	233,11	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,7,k}$	1.812,52	[kNm]

B.2.6 AZIONE TRASVERSALE DEL VENTO

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	299,80	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	195,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	97,30	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	-8,30	0,00	0,00

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{8,k}$	583,80	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,8,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,8,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,8,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,8,k}$	1.788,50	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{8,k}$	583,80	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,8,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,8,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,8,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,8,k}$	1.788,50	[kNm]

B.2.7 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO - CONDIZIONE DI AZIONE NORMALE VERTICALE MASSIMA

Le azioni sollecitanti in sommità della pila sono state desunte dal modello di calcolo dell'impalcato.

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{9,k}$	3.441,63	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,9,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,9,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,9,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,9,k}$	6.985,45	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{9,k}$	3.441,63	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,9,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,9,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,9,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,9,k}$	6.985,45	[kNm]

B.2.8 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO - CONDIZIONE DI MASSIMO SBARICENTRAMENTO TRASVERSALE

Le azioni sollecitanti in sommità della pila sono state desunte dal modello di calcolo dell'impalcato.

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{10,k}$	2.467,63	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,10,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,10,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,10,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,10,k}$	9.712,24	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{10,k}$	2.467,63	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,10,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,10,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,10,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,10,k}$	9.712,24	[kNm]

B.2.9 AZIONE LONGITUDINALE DELLA FRENATURA

Lunghezza complessiva dell'impalcato	L	141,10	[m]
Azione complessiva della frenatura sull'impalcato	H_{fr}	740,97	[kN]
Lunghezza di impalcato di pertinenza della pila	L_{pert}	34,95	[m]
Azione della frenatura di pertinenza della pila	$H_{fr,pila}$	183,54	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	183,54	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	871,80	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	183,54	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	1.147,10	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

C. AZIONE SISMICA

Peso sismico complessivo dell'impalcato di pertinenza della pila	W_{imp}	7.796,00	[kN]
Periodo di isolamento dell'impalcato	T_{iso}	1,712	[sec]
Accelerazione spettrale corrispondente al periodo di isolamento dell'impalcato	$S_{e,iso}$	0,034	[1/g]
Taglio sismico trasmesso dall'impalcato	H_{imp}	265,06	[kN]
Massa sismica associata all'impalcato isolato	$M_{imp,iso}$	27,02	[kN _{massa}]
Massa sismica del fusto della pila	M_{pila}	197,86	[kN _{massa}]
Modulo elastico del calcestruzzo delle pile	E_c	36.049,97	[N/mm ²]
Momento di inerzia longitudinale della sezione di base del fusto della pila	J_{LONG}	3,45	[mm ⁴]
Rigidezza flessionale della pila in direzione longitudinale	K_{LONG}	4.596.016,39	[kN/m]
Momento di inerzia trasversale della sezione di base del fusto della pila	J_{TRASV}	249,27	[mm ⁴]
Rigidezza flessionale della pila in direzione trasversale	K_{TRASV}	332.072.175,22	[kN/m]

Periodo di vibrazione della pila in direzione longitudinale	T_{LONG}	0,044	[sec]
Accelerazione spettrale elastica in direzione longitudinale	$S_{e,iso}$	0,099	[1/g]
Taglio sismico longitudinale alla base del fusto della pila	$H_{LONG,pila}$	192,15	[kN]
Periodo di vibrazione della pila in direzione trasversale	T_{TRASV}	0,006	[sec]
Accelerazione spettrale elastica in direzione trasversale	$S_{e,iso}$	0,072	[1/g]
Taglio sismico trasversale alla base del fusto della pila	$H_{TRASV,pila}$	139,75	[kN]
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0,068	[1/g]
Peso sismico della zattera di fondazione	$W_{zattera}$	2.970,00	[kN]
Azione sismica inerziale della zattera di fondazione	$H_{zattera}$	201,96	[kN]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	457,22	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	2.091,08	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Azione normale verticale totale	$N_{11,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,11,k}$	659,18	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,11,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,11,k}$	2.928,38	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,11,k}$	0,00	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO IN DIREZIONE TRASVERSALE

Azione normale verticale totale	$N_{12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,12,k}$	404,81	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,12,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,12,k}$	1.864,17	[kNm]

RIEPILOGO AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE IN DIREZIONE TRASVERSALE

Azione normale verticale totale	$N_{12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale longitudinale	$V_{LONG,12,k}$	0,00	[kN]
Azione orizzontale totale trasversale	$V_{TRASV,12,k}$	606,77	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,12,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,12,k}$	2.622,86	[kNm]

D. RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DEL FUSTO

CARICO ELEMENTARE	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]	$M_{LONG,k}$ [kNm]	$M_{TRASV,k}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	7.792,96	4,50	0,00	19,99	1.098,42
Carichi permanenti portati	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35
Azione del ritiro	289,40	37,20	220,80	161,59	966,54
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	3.441,63	0,00	0,00	0,00	6.985,45
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	2.467,63	0,00	0,00	0,00	9.712,24
Azione della frenatura	0,00	183,54	0,00	871,80	0,00
Azione trasversale del vento	583,80	0,00	0,00	0,00	1.788,50
Azione termica	263,40	40,00	307,30	173,11	1.351,57
Azione sismica longitudinale	0,00	457,22	0,00	2.091,08	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	404,81	0,00	2.622,86

E. RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

CARICO ELEMENTARE	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]	$M_{LONG,k}$ [kNm]	$M_{TRASV,k}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	10.762,96	4,50	0,00	26,74	1.098,42
Carichi permanenti portati	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35
Azione del ritiro	289,40	37,20	220,80	217,39	1.297,74
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	3.441,63	0,00	0,00	0,00	6.985,45
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	2.467,63	0,00	0,00	0,00	9.712,24
Azione della frenatura	0,00	183,54	0,00	1.147,10	0,00
Azione trasversale del vento	583,80	0,00	0,00	0,00	1.788,50
Azione termica	263,40	40,00	307,30	233,11	1.812,52
Azione sismica longitudinale	0,00	659,18	0,00	2.928,38	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	606,77	0,00	2.622,86

10.10 PILA 3N - VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLO SPICCATO DEL FUSTO
RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DEL FUSTO

CARICO ELEMENTARE	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]	$M_{LONG,k}$ [kNm]	$M_{TRASV,k}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	7.792,96	4,50	0,00	19,99	1.098,42
Carichi permanenti portati	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35
Azione del ritiro	289,40	37,20	220,80	161,59	966,54
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	3.441,63	0,00	0,00	0,00	6.985,45
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	2.467,63	0,00	0,00	0,00	9.712,24
Azione della frenatura	0,00	183,54	0,00	871,80	0,00
Azione trasversale del vento	583,80	0,00	0,00	0,00	1.788,50
Azione termica	263,40	40,00	307,30	173,11	1.351,57
Azione sismica longitudinale	0,00	457,22	0,00	2.091,08	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	404,81	0,00	2.622,86

10.10.1 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - QUASI PERMANENTI

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01						COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 02					
	ψ	N_{Ed} [kN]	$V_{LONG,Ed}$ [kN]	$V_{TRASV,Ed}$ [kN]	$M_{LONG,Ed}$ [kNm]	$M_{TRASV,Ed}$ [kNm]	ψ	N_{Ed} [kN]	$V_{LONG,Ed}$ [kN]	$V_{TRASV,Ed}$ [kN]	$M_{LONG,Ed}$ [kNm]	$M_{TRASV,Ed}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	7.792,96	4,50	0,00	19,99	1.098,42	1,00	7.792,96	4,50	0,00	19,99	1.098,42
Carichi permanenti portati	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35
Azione del ritiro	1,00	289,40	37,20	220,80	161,59	966,54	1,00	289,40	37,20	220,80	161,59	966,54
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,70	20,00	153,65	86,56	675,78	-0,50	-131,70	-20,00	-153,65	-86,56	-675,78
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		10.158,06	61,70	374,45	268,13	2.825,09		9.894,66	21,70	67,15	95,02	1.473,53

10.10.2 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTI

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 01						COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE 02					
	ψ	N_{Ed} [kN]	$V_{LONG,Ed}$ [kN]	$V_{TRASV,Ed}$ [kN]	$M_{LONG,Ed}$ [kNm]	$M_{TRASV,Ed}$ [kNm]	ψ	N_{Ed} [kN]	$V_{LONG,Ed}$ [kN]	$V_{TRASV,Ed}$ [kN]	$M_{LONG,Ed}$ [kNm]	$M_{TRASV,Ed}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	7.792,96	4,50	0,00	19,99	1.098,42	1,00	7.792,96	4,50	0,00	19,99	1.098,42
Carichi permanenti portati	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35
Azione del ritiro	1,00	289,40	37,20	220,80	161,59	966,54	1,00	289,40	37,20	220,80	161,59	966,54
Carichi accidentali da traffico - N_{max}	0,75	2.581,22	0,00	0,00	0,00	5.239,09	0,75	2.581,22	0,00	0,00	0,00	5.239,09
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,max}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,70	20,00	153,65	86,56	675,78	-0,50	-131,70	-20,00	-153,65	-86,56	-675,78
Azione sismica longitudinale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		12.739,28	61,70	374,45	268,13	8.064,18		12.475,88	21,70	67,15	95,02	6.712,61

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE – VI04 – CARREGGIATA NORD

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 13						COMBINAZIONE SLV 14					
	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	7.792,96	4,50	0,00	19,99	1.098,42	1,00	7.792,96	4,50	0,00	19,99	1.098,42
Carichi permanenti portali	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35
Azione del ritiro	1,00	289,40	37,20	220,80	161,59	966,54	1,00	289,40	37,20	220,80	161,59	966,54
Carichi accidentali da traffico - N _{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRAF,SD}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,70	20,00	153,65	86,56	675,78	-0,50	-131,70	-20,00	-153,65	-86,56	-675,78
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-137,17	0,00	-627,33	0,00	-0,30	0,00	-137,17	0,00	-627,33	0,00
Azione sismica trasversale	1,00	0,00	0,00	404,81	0,00	2.622,86	1,00	0,00	0,00	404,81	0,00	2.622,86
		10.158,06	-75,47	779,26	-359,20	5.447,95		9.894,66	-115,47	471,96	-532,31	4.096,38

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 15						COMBINAZIONE SLV 16					
	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	γ-ψ	N _{sd} [kN]	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	7.792,96	4,50	0,00	19,99	1.098,42	1,00	7.792,96	4,50	0,00	19,99	1.098,42
Carichi permanenti portali	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35
Azione del ritiro	1,00	289,40	37,20	220,80	161,59	966,54	1,00	289,40	37,20	220,80	161,59	966,54
Carichi accidentali da traffico - N _{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRAF,SD}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,70	20,00	153,65	86,56	675,78	-0,50	-131,70	-20,00	-153,65	-86,56	-675,78
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-137,17	0,00	-627,33	0,00	-0,30	0,00	-137,17	0,00	-627,33	0,00
Azione sismica trasversale	-1,00	0,00	0,00	-404,81	0,00	-2.622,86	-1,00	0,00	0,00	-404,81	0,00	-2.622,86
		10.158,06	-75,47	-30,36	-359,20	202,24		9.894,66	-115,47	-337,66	-532,31	-1.149,33

10.10.6 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLO SPICCATO DEL FUSTO

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DEL FUSTO					
COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASV,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASV,Sd} [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	10.158,06	61,70	374,45	268,13	2.825,09
SLE - QUASI PERMANENTE 02	9.894,66	21,70	67,15	95,02	1.473,53
SLE - FREQUENTE 01	12.739,28	61,70	374,45	268,13	8.064,18
SLE - FREQUENTE 02	12.475,88	21,70	67,15	95,02	6.712,61
SLE - FREQUENTE 03	12.008,78	61,70	374,45	268,13	10.109,27
SLE - FREQUENTE 04	11.745,38	21,70	67,15	95,02	8.757,71
SLE - FREQUENTE 05	10.274,82	61,70	374,45	268,13	3.182,79
SLE - FREQUENTE 06	10.011,42	21,70	67,15	95,02	1.831,23
SLE - FREQUENTE 07	10.184,40	65,70	405,18	285,44	2.960,25
SLE - FREQUENTE 08	9.868,32	17,70	36,42	77,71	1.338,37
SLE - CARATTERISTICA 01	13.976,31	65,70	405,18	285,44	11.018,80
SLE - CARATTERISTICA 02	13.660,23	17,70	36,42	77,71	9.396,92
SLE - CARATTERISTICA 03	13.002,31	65,70	405,18	285,44	13.745,59
SLE - CARATTERISTICA 04	12.686,23	17,70	36,42	77,71	12.123,71
SLE - CARATTERISTICA 05	13.115,90	249,24	405,18	1.157,24	9.272,44
SLE - CARATTERISTICA 06	12.799,82	201,24	36,42	949,50	7.650,56
SLE - CARATTERISTICA 07	12.385,40	249,24	405,18	1.157,24	11.317,53
SLE - CARATTERISTICA 08	12.069,32	201,24	36,42	949,50	9.695,65
SLE - CARATTERISTICA 09	13.349,42	65,70	405,18	285,44	9.987,84
SLE - CARATTERISTICA 10	13.033,34	17,70	36,42	77,71	8.365,96
SLE - CARATTERISTICA 11	12.618,92	65,70	405,18	285,44	12.032,93
SLE - CARATTERISTICA 12	12.302,84	17,70	36,42	77,71	10.411,05
SLE - CARATTERISTICA 13	13.221,26	81,70	528,10	354,69	9.813,07
SLE - CARATTERISTICA 14	12.694,46	1,70	-86,50	8,46	7.109,93
SLE - CARATTERISTICA 15	12.490,76	81,70	528,10	354,69	11.858,16
SLE - CARATTERISTICA 16	11.963,96	1,70	-86,50	8,46	9.155,02
SLU - STR 01	18.853,44	79,52	486,22	345,53	14.769,72
SLU - STR 02	18.474,15	21,92	43,70	96,25	12.823,47
SLU - STR 03	17.538,54	79,52	486,22	345,53	18.450,89
SLU - STR 04	17.159,25	21,92	43,70	96,25	16.504,63
SLU - STR 05	17.691,89	327,29	486,22	1.522,45	12.412,14
SLU - STR 06	17.312,60	269,69	43,70	1.273,17	10.465,88
SLU - STR 07	16.705,72	327,29	486,22	1.522,45	15.173,01
SLU - STR 08	16.326,42	269,69	43,70	1.273,17	13.226,75
SLU - STR 09	18.042,17	79,52	486,22	345,53	13.485,24
SLU - STR 10	17.662,88	21,92	43,70	96,25	11.538,98
SLU - STR 11	17.056,00	79,52	486,22	345,53	16.246,11
SLU - STR 12	16.676,70	21,92	43,70	96,25	14.299,85
SLU - STR 13	17.818,32	98,72	633,72	428,62	13.060,89
SLU - STR 14	17.186,16	2,72	-103,80	13,15	9.817,12
SLU - STR 15	16.832,15	98,72	633,72	428,62	15.821,76
SLU - STR 16	16.199,99	2,72	-103,80	13,15	12.578,00
SLV 01	10.158,06	518,92	495,89	2.359,21	3.611,95
SLV 02	9.894,66	478,92	188,59	2.186,10	2.260,38
SLV 03	10.158,06	518,92	253,01	2.359,21	2.038,24
SLV 04	9.894,66	478,92	-54,29	2.186,10	686,67
SLV 05	10.158,06	-395,52	495,89	-1.822,95	3.611,95
SLV 06	9.894,66	-435,52	188,59	-1.996,07	2.260,38
SLV 07	10.158,06	-395,52	253,01	-1.822,95	2.038,24
SLV 08	9.894,66	-435,52	-54,29	-1.996,07	686,67
SLV 09	10.158,06	198,87	779,26	895,46	5.447,95
SLV 10	9.894,66	158,87	471,96	722,34	4.096,38
SLV 11	10.158,06	198,87	-30,36	895,46	202,24
SLV 12	9.894,66	158,87	-337,66	722,34	-1.149,33
SLV 13	10.158,06	-75,47	779,26	-359,20	5.447,95
SLV 14	9.894,66	-115,47	471,96	-532,31	4.096,38
SLV 15	10.158,06	-75,47	-30,36	-359,20	202,24
SLV 16	9.894,66	-115,47	-337,66	-532,31	-1.149,33

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE – VI04 – CARREGGIATA NORD

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 13						COMBINAZIONE SLV 14					
	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	10.762,96	4,50	0,00	26,74	1.098,42	1,00	10.762,96	4,50	0,00	26,74	1.098,42
Carichi permanenti portali	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35
Azione del ritiro	1,00	289,40	37,20	220,80	217,39	1.297,74	1,00	289,40	37,20	220,80	217,39	1.297,74
Carichi accidentali da traffico - N_{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,TRAF}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,70	20,00	153,65	116,56	906,26	-0,50	-131,70	-20,00	-153,65	-116,56	-906,26
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-197,75	0,00	-878,51	0,00	-0,30	0,00	-197,75	0,00	-878,51	0,00
Azione sismica trasversale	1,00	0,00	0,00	606,77	0,00	2.622,86	1,00	0,00	0,00	606,77	0,00	2.622,86
		13.128,06	-136,05	981,22	-517,83	6.009,63		12.864,66	-176,05	673,92	-750,95	4.197,11

CARICO ELEMENTARE	COMBINAZIONE SLV 15						COMBINAZIONE SLV 16					
	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]	$\gamma \cdot \psi$	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]
Pesi propri strutturali	1,00	10.762,96	4,50	0,00	26,74	1.098,42	1,00	10.762,96	4,50	0,00	26,74	1.098,42
Carichi permanenti portali	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35	1,00	1.944,00	0,00	0,00	0,00	84,35
Azione del ritiro	1,00	289,40	37,20	220,80	217,39	1.297,74	1,00	289,40	37,20	220,80	217,39	1.297,74
Carichi accidentali da traffico - N_{TRAF}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carichi accidentali da traffico - $M_{TRASV,TRAF}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione della frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione trasversale del vento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Azione termica	0,50	131,70	20,00	153,65	116,56	906,26	-0,50	-131,70	-20,00	-153,65	-116,56	-906,26
Azione sismica longitudinale	-0,30	0,00	-197,75	0,00	-878,51	0,00	-0,30	0,00	-197,75	0,00	-878,51	0,00
Azione sismica trasversale	-1,00	0,00	0,00	-606,77	0,00	-2.622,86	-1,00	0,00	0,00	-606,77	0,00	-2.622,86
		13.128,06	-136,05	-232,32	-517,83	763,91		12.864,66	-176,05	-539,62	-750,95	-1.048,61

10.11.6 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA					
COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASV,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASV,Sd} [kNm]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	13.128,06	61,70	374,45	360,68	3.386,77
SLE - QUASI PERMANENTE 02	12.864,66	21,70	67,15	127,57	1.574,25
SLE - FREQUENTE 01	15.709,28	61,70	374,45	360,68	8.625,86
SLE - FREQUENTE 02	15.445,88	21,70	67,15	127,57	6.813,34
SLE - FREQUENTE 03	14.978,78	61,70	374,45	360,68	10.670,95
SLE - FREQUENTE 04	14.715,38	21,70	67,15	127,57	8.858,43
SLE - FREQUENTE 05	13.244,82	61,70	374,45	360,68	3.744,47
SLE - FREQUENTE 06	12.981,42	21,70	67,15	127,57	1.931,95
SLE - FREQUENTE 07	13.154,40	65,70	405,18	383,99	3.568,02
SLE - FREQUENTE 08	12.838,32	17,70	36,42	104,26	1.393,00
SLE - CARATTERISTICA 01	16.946,31	65,70	405,18	383,99	11.626,57
SLE - CARATTERISTICA 02	16.630,23	17,70	36,42	104,26	9.451,55
SLE - CARATTERISTICA 03	15.972,31	65,70	405,18	383,99	14.353,36
SLE - CARATTERISTICA 04	15.656,23	17,70	36,42	104,26	12.178,34
SLE - CARATTERISTICA 05	16.085,90	249,24	405,18	1.531,09	9.880,21
SLE - CARATTERISTICA 06	15.769,82	201,24	36,42	1.251,36	7.705,19
SLE - CARATTERISTICA 07	15.355,40	249,24	405,18	1.531,09	11.925,30
SLE - CARATTERISTICA 08	15.039,32	201,24	36,42	1.251,36	9.750,28
SLE - CARATTERISTICA 09	16.319,42	65,70	405,18	383,99	10.595,61
SLE - CARATTERISTICA 10	16.003,34	17,70	36,42	104,26	8.420,59
SLE - CARATTERISTICA 11	15.588,92	65,70	405,18	383,99	12.640,70
SLE - CARATTERISTICA 12	15.272,84	17,70	36,42	104,26	10.465,68
SLE - CARATTERISTICA 13	16.191,26	81,70	528,10	477,24	10.605,22
SLE - CARATTERISTICA 14	15.664,46	1,70	-86,50	11,01	6.980,18
SLE - CARATTERISTICA 15	15.460,76	81,70	528,10	477,24	12.650,31
SLE - CARATTERISTICA 16	14.933,96	1,70	-86,50	11,01	9.025,27
SLU - STR 01	22.862,94	79,52	486,22	464,80	15.499,05
SLU - STR 02	22.483,65	21,92	43,70	129,12	12.889,02
SLU - STR 03	21.548,04	79,52	486,22	464,80	19.180,22
SLU - STR 04	21.168,75	21,92	43,70	129,12	16.570,19
SLU - STR 05	21.701,39	327,29	486,22	2.013,38	13.141,46
SLU - STR 06	21.322,10	269,69	43,70	1.677,70	10.531,43
SLU - STR 07	20.715,22	327,29	486,22	2.013,38	15.902,33
SLU - STR 08	20.335,92	269,69	43,70	1.677,70	13.292,31
SLU - STR 09	22.051,67	79,52	486,22	464,80	14.214,56
SLU - STR 10	21.672,38	21,92	43,70	129,12	11.604,53
SLU - STR 11	21.065,50	79,52	486,22	464,80	16.975,43
SLU - STR 12	20.686,20	21,92	43,70	129,12	14.365,41
SLU - STR 13	21.827,82	98,72	633,72	576,69	14.011,47
SLU - STR 14	21.195,66	2,72	-103,80	17,23	9.661,42
SLU - STR 15	20.841,65	98,72	633,72	576,69	16.772,34
SLU - STR 16	20.209,49	2,72	-103,80	17,23	12.422,30
SLV 01	13.128,06	720,88	556,48	3.289,06	4.173,63
SLV 02	12.864,66	680,88	249,18	3.055,95	2.361,11
SLV 03	13.128,06	720,88	192,42	3.289,06	2.599,91
SLV 04	12.864,66	680,88	-114,88	3.055,95	787,39
SLV 05	13.128,06	-597,48	556,48	-2.567,70	4.173,63
SLV 06	12.864,66	-637,48	249,18	-2.800,81	2.361,11
SLV 07	13.128,06	-597,48	192,42	-2.567,70	2.599,91
SLV 08	12.864,66	-637,48	-114,88	-2.800,81	787,39
SLV 09	13.128,06	259,45	981,22	1.239,19	6.009,63
SLV 10	12.864,66	219,45	673,92	1.006,08	4.197,11
SLV 11	13.128,06	259,45	-232,32	1.239,19	763,91
SLV 12	12.864,66	219,45	-539,62	1.006,08	-1.048,61
SLV 13	13.128,06	-136,05	981,22	-517,83	6.009,63
SLV 14	12.864,66	-176,05	673,92	-750,95	4.197,11
SLV 15	13.128,06	-136,05	-232,32	-517,83	763,91
SLV 16	12.864,66	-176,05	-539,62	-750,95	-1.048,61

10.13 VERIFICA STRUTTURALE DEI FUSTI

Nella tabella successiva sono riepilogati i valori delle azioni sollecitanti di calcolo valutati in corrispondenza della sezione di spiccato dalla zattera di fondazione:

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUI FUSTI						
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASY,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASY,Sd} [kNm]
PILA 1N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	12.854,85	-41,57	664,24	-422,77	7.257,04
	SLE - QUASI PERMANENTE 02	12.592,11	-17,88	119,16	-181,13	1.717,68
	SLE - FREQUENTE 01	15.436,32	-41,57	664,24	-422,77	12.925,74
	SLE - FREQUENTE 02	15.173,58	-17,88	119,16	-181,13	7.386,39
	SLE - FREQUENTE 03	14.707,76	-41,57	664,24	-422,77	14.527,88
	SLE - FREQUENTE 04	14.445,02	-17,88	119,16	-181,13	8.988,53
	SLE - FREQUENTE 05	12.971,74	-41,57	664,24	-422,77	7.614,97
	SLE - FREQUENTE 06	12.709,00	-17,88	119,16	-181,13	2.075,61
	SLE - FREQUENTE 07	12.881,12	-43,94	718,75	-446,93	7.810,97
	SLE - FREQUENTE 08	12.565,83	-15,51	64,65	-156,97	1.163,75
	SLE - CARATTERISTICA 01	16.673,77	-43,94	718,75	-446,93	16.443,03
	SLE - CARATTERISTICA 02	16.358,48	-15,51	64,65	-156,97	9.795,80
	SLE - CARATTERISTICA 03	15.702,35	-43,94	718,75	-446,93	18.579,22
	SLE - CARATTERISTICA 04	15.387,06	-15,51	64,65	-156,97	11.931,99
	SLE - CARATTERISTICA 05	15.813,28	139,59	718,75	1.471,02	14.553,46
	SLE - CARATTERISTICA 06	15.497,99	168,02	64,65	1.760,98	7.906,23
	SLE - CARATTERISTICA 07	15.084,71	139,59	718,75	1.471,02	16.155,60
	SLE - CARATTERISTICA 08	14.769,43	168,02	64,65	1.760,98	9.508,37
	SLE - CARATTERISTICA 09	16.047,07	-43,94	718,75	-446,93	15.269,31
	SLE - CARATTERISTICA 10	15.731,78	-15,51	64,65	-156,97	8.622,09
	SLE - CARATTERISTICA 11	15.318,50	-43,94	718,75	-446,93	16.871,46
	SLE - CARATTERISTICA 12	15.003,21	-15,51	64,65	-156,97	10.224,23
	SLE - CARATTERISTICA 13	15.918,38	-53,42	936,78	-543,58	16.769,20
	SLE - CARATTERISTICA 14	15.392,90	-6,04	-153,38	-60,31	5.690,49
	SLE - CARATTERISTICA 15	15.189,81	-53,42	936,78	-543,58	18.371,35
	SLE - CARATTERISTICA 16	14.664,33	-6,04	-153,38	-60,31	7.292,63
	SLU - STR 01	22.495,23	-53,38	862,35	-542,84	21.261,25
	SLU - STR 02	22.116,89	-19,26	77,43	-194,88	13.284,58
	SLU - STR 03	21.183,82	-53,38	862,35	-542,84	24.145,11
	SLU - STR 04	20.805,47	-19,26	77,43	-194,88	16.168,44
	SLU - STR 05	21.333,57	194,40	862,35	2.046,40	18.710,34
	SLU - STR 06	20.955,22	228,51	77,43	2.394,35	10.733,67
	SLU - STR 07	20.350,00	194,40	862,35	2.046,40	20.873,23
	SLU - STR 08	19.971,66	228,51	77,43	2.394,35	12.896,56
	SLU - STR 09	21.684,25	-53,38	862,35	-542,84	19.784,12
	SLU - STR 10	21.305,90	-19,26	77,43	-194,88	11.807,45
	SLU - STR 11	20.700,69	-53,38	862,35	-542,84	21.947,01
	SLU - STR 12	20.322,34	-19,26	77,43	-194,88	13.970,34
	SLU - STR 13	21.459,68	-64,75	1.123,99	-658,82	21.369,23
	SLU - STR 14	20.829,11	-7,89	-184,21	-78,89	8.074,77
	SLU - STR 15	20.476,12	-64,75	1.123,99	-658,82	23.532,12
	SLU - STR 16	19.845,54	-7,89	-184,21	-78,89	10.237,67
	SLV 01	12.854,85	1.052,49	857,74	10.662,13	9.566,96
	SLV 02	12.592,11	1.076,18	312,66	10.903,76	4.027,61
	SLV 03	12.854,85	1.052,49	470,74	10.662,13	4.947,12
	SLV 04	12.592,11	1.076,18	-74,34	10.903,76	-592,24
	SLV 05	12.854,85	-1.135,63	857,74	-11.507,66	9.566,96
	SLV 06	12.592,11	-1.111,94	312,66	-11.266,02	4.027,61
SLV 07	12.854,85	-1.135,63	470,74	-11.507,66	4.947,12	
SLV 08	12.592,11	-1.111,94	-74,34	-11.266,02	-592,24	
SLV 09	12.854,85	286,64	1.309,24	2.902,70	14.956,79	
SLV 10	12.592,11	310,33	764,16	3.144,34	9.417,43	
SLV 11	12.854,85	286,64	19,24	2.902,70	-442,71	
SLV 12	12.592,11	310,33	-525,84	3.144,34	-5.982,06	
SLV 13	12.854,85	-369,79	1.309,24	-3.748,23	14.956,79	
SLV 14	12.592,11	-346,10	764,16	-3.506,60	9.417,43	
SLV 15	12.854,85	-369,79	19,24	-3.748,23	-442,71	
SLV 16	12.592,11	-346,10	-525,84	-3.506,60	-5.982,06	

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE - VI04 - CARREGGIATA NORD

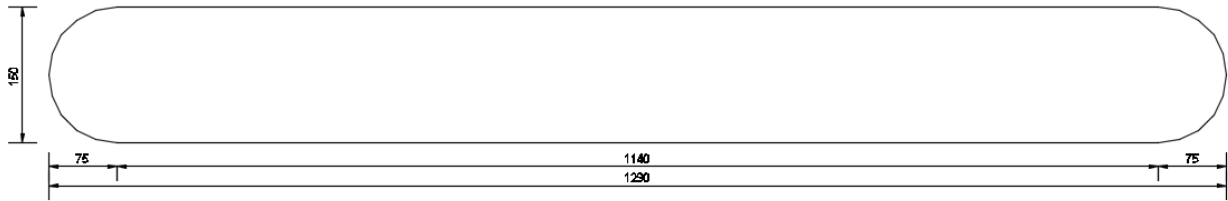
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASV,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASV,Sd} [kNm]
PILA 2N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	11.734,33	6,45	564,60	61,81	6.654,70
	SLE - QUASI PERMANENTE 02	11.834,53	1,15	106,60	11,03	2.026,90
	SLE - FREQUENTE 01	14.361,19	6,45	564,60	61,81	12.524,76
	SLE - FREQUENTE 02	14.461,39	1,15	106,60	11,03	7.896,96
	SLE - FREQUENTE 03	13.396,31	6,45	564,60	61,81	14.273,38
	SLE - FREQUENTE 04	13.496,51	1,15	106,60	11,03	9.645,58
	SLE - FREQUENTE 05	11.849,35	6,45	564,60	61,81	7.008,16
	SLE - FREQUENTE 06	11.949,55	1,15	106,60	11,03	2.380,36
	SLE - FREQUENTE 07	11.724,31	6,98	610,40	66,89	7.117,48
	SLE - FREQUENTE 08	11.844,55	0,62	60,80	5,96	1.564,12
	SLE - CARATTERISTICA 01	15.571,85	6,98	610,40	66,89	16.004,62
	SLE - CARATTERISTICA 02	15.692,09	0,62	60,80	5,96	10.451,26
	SLE - CARATTERISTICA 03	14.285,35	6,98	610,40	66,89	18.336,12
	SLE - CARATTERISTICA 04	14.405,59	0,62	60,80	5,96	12.782,76
	SLE - CARATTERISTICA 05	14.696,23	209,16	610,40	2.179,65	14.047,93
	SLE - CARATTERISTICA 06	14.816,47	202,80	60,80	2.118,72	8.494,57
	SLE - CARATTERISTICA 07	13.731,35	209,16	610,40	2.179,65	15.796,56
	SLE - CARATTERISTICA 08	13.851,59	202,80	60,80	2.118,72	10.243,20
	SLE - CARATTERISTICA 09	14.926,27	6,98	610,40	66,89	14.754,86
	SLE - CARATTERISTICA 10	15.046,51	0,62	60,80	5,96	9.201,50
	SLE - CARATTERISTICA 11	13.961,39	6,98	610,40	66,89	16.503,49
	SLE - CARATTERISTICA 12	14.081,63	0,62	60,80	5,96	10.950,13
	SLE - CARATTERISTICA 13	14.656,15	9,10	793,60	87,20	15.899,05
	SLE - CARATTERISTICA 14	14.856,55	-1,50	-122,40	-14,36	6.643,45
	SLE - CARATTERISTICA 15	13.691,27	9,10	793,60	87,20	17.647,68
	SLE - CARATTERISTICA 16	13.891,67	-1,50	-122,40	-14,36	8.392,08
	SLU - STR 01	21.100,86	8,38	732,48	80,27	20.840,41
	SLU - STR 02	21.245,15	0,74	72,96	7,15	14.176,38
	SLU - STR 03	19.364,08	8,38	732,48	80,27	23.987,94
	SLU - STR 04	19.508,37	0,74	72,96	7,15	17.323,91
	SLU - STR 05	19.918,77	281,32	732,48	2.932,50	18.198,89
	SLU - STR 06	20.063,06	273,68	72,96	2.859,38	11.534,85
	SLU - STR 07	18.616,19	281,32	732,48	2.932,50	20.559,53
	SLU - STR 08	18.760,48	273,68	72,96	2.859,38	13.895,50
	SLU - STR 09	20.263,83	8,38	732,48	80,27	19.259,28
	SLU - STR 10	20.408,12	0,74	72,96	7,15	12.595,25
	SLU - STR 11	18.961,25	8,38	732,48	80,27	21.619,92
	SLU - STR 12	19.105,54	0,74	72,96	7,15	14.955,89
	SLU - STR 13	19.870,68	10,92	952,32	104,64	20.420,23
	SLU - STR 14	20.111,16	-1,80	-146,88	-17,23	9.313,51
	SLU - STR 15	18.568,09	10,92	952,32	104,64	22.780,87
	SLU - STR 16	18.808,57	-1,80	-146,88	-17,23	11.674,15
	SLV 01	11.734,33	1.082,50	752,70	10.958,51	8.900,06
	SLV 02	11.834,53	1.077,20	294,70	10.907,73	4.272,26
	SLV 03	11.734,33	1.082,50	376,50	10.958,51	4.409,33
	SLV 04	11.834,53	1.077,20	-81,50	10.907,73	-218,47
	SLV 05	11.734,33	-1.069,60	752,70	-10.834,88	8.900,06
	SLV 06	11.834,53	-1.074,90	294,70	-10.885,66	4.272,26
	SLV 07	11.734,33	-1.069,60	376,50	-10.834,88	4.409,33
	SLV 08	11.834,53	-1.074,90	-81,50	-10.885,66	-218,47
	SLV 09	11.734,33	329,27	1.191,59	3.330,82	14.139,23
	SLV 10	11.834,53	323,97	733,59	3.280,04	9.511,43
SLV 11	11.734,33	329,27	-62,39	3.330,82	-829,84	
SLV 12	11.834,53	323,97	-520,39	3.280,04	-5.457,64	
SLV 13	11.734,33	-316,37	1.191,59	-3.207,20	14.139,23	
SLV 14	11.834,53	-321,67	733,59	-3.257,98	9.511,43	
SLV 15	11.734,33	-316,37	-62,39	-3.207,20	-829,84	
SLV 16	11.834,53	-321,67	-520,39	-3.257,98	-5.457,64	

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE – VI04 – CARREGGIATA NORD

SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASV,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASV,Sd} [kNm]
PILA 3N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	10.158,06	61,70	374,45	268,13	2.825,09
	SLE - QUASI PERMANENTE 02	9.894,66	21,70	67,15	95,02	1.473,53
	SLE - FREQUENTE 01	12.739,28	61,70	374,45	268,13	8.064,18
	SLE - FREQUENTE 02	12.475,88	21,70	67,15	95,02	6.712,61
	SLE - FREQUENTE 03	12.008,78	61,70	374,45	268,13	10.109,27
	SLE - FREQUENTE 04	11.745,38	21,70	67,15	95,02	8.757,71
	SLE - FREQUENTE 05	10.274,82	61,70	374,45	268,13	3.182,79
	SLE - FREQUENTE 06	10.011,42	21,70	67,15	95,02	1.831,23
	SLE - FREQUENTE 07	10.184,40	65,70	405,18	285,44	2.960,25
	SLE - FREQUENTE 08	9.868,32	17,70	36,42	77,71	1.338,37
	SLE - CARATTERISTICA 01	13.976,31	65,70	405,18	285,44	11.018,80
	SLE - CARATTERISTICA 02	13.660,23	17,70	36,42	77,71	9.396,92
	SLE - CARATTERISTICA 03	13.002,31	65,70	405,18	285,44	13.745,59
	SLE - CARATTERISTICA 04	12.686,23	17,70	36,42	77,71	12.123,71
	SLE - CARATTERISTICA 05	13.115,90	249,24	405,18	1.157,24	9.272,44
	SLE - CARATTERISTICA 06	12.799,82	201,24	36,42	949,50	7.650,56
	SLE - CARATTERISTICA 07	12.385,40	249,24	405,18	1.157,24	11.317,53
	SLE - CARATTERISTICA 08	12.069,32	201,24	36,42	949,50	9.695,65
	SLE - CARATTERISTICA 09	13.349,42	65,70	405,18	285,44	9.987,84
	SLE - CARATTERISTICA 10	13.033,34	17,70	36,42	77,71	8.365,96
	SLE - CARATTERISTICA 11	12.618,92	65,70	405,18	285,44	12.032,93
	SLE - CARATTERISTICA 12	12.302,84	17,70	36,42	77,71	10.411,05
	SLE - CARATTERISTICA 13	13.221,26	81,70	528,10	354,69	9.813,07
	SLE - CARATTERISTICA 14	12.694,46	1,70	-86,50	8,46	7.109,93
	SLE - CARATTERISTICA 15	12.490,76	81,70	528,10	354,69	11.858,16
	SLE - CARATTERISTICA 16	11.963,96	1,70	-86,50	8,46	9.155,02
	SLU - STR 01	18.853,44	79,52	486,22	345,53	14.769,72
	SLU - STR 02	18.474,15	21,92	43,70	96,25	12.823,47
	SLU - STR 03	17.538,54	79,52	486,22	345,53	18.450,89
	SLU - STR 04	17.159,25	21,92	43,70	96,25	16.504,63
	SLU - STR 05	17.691,89	327,29	486,22	1.522,45	12.412,14
	SLU - STR 06	17.312,60	269,69	43,70	1.273,17	10.465,88
	SLU - STR 07	16.705,72	327,29	486,22	1.522,45	15.173,01
	SLU - STR 08	16.326,42	269,69	43,70	1.273,17	13.226,75
	SLU - STR 09	18.042,17	79,52	486,22	345,53	13.485,24
	SLU - STR 10	17.662,88	21,92	43,70	96,25	11.538,98
	SLU - STR 11	17.056,00	79,52	486,22	345,53	16.246,11
	SLU - STR 12	16.676,70	21,92	43,70	96,25	14.299,85
	SLU - STR 13	17.818,32	98,72	633,72	428,62	13.060,89
	SLU - STR 14	17.186,16	2,72	-103,80	13,15	9.817,12
	SLU - STR 15	16.832,15	98,72	633,72	428,62	15.821,76
	SLU - STR 16	16.199,99	2,72	-103,80	13,15	12.578,00
	SLV 01	10.158,06	518,92	495,89	2.359,21	3.611,95
	SLV 02	9.894,66	478,92	188,59	2.186,10	2.260,38
	SLV 03	10.158,06	518,92	253,01	2.359,21	2.038,24
	SLV 04	9.894,66	478,92	-54,29	2.186,10	686,67
	SLV 05	10.158,06	-395,52	495,89	-1.822,95	3.611,95
	SLV 06	9.894,66	-435,52	188,59	-1.996,07	2.260,38
	SLV 07	10.158,06	-395,52	253,01	-1.822,95	2.038,24
	SLV 08	9.894,66	-435,52	-54,29	-1.996,07	686,67
	SLV 09	10.158,06	198,87	779,26	895,46	5.447,95
	SLV 10	9.894,66	158,87	471,96	722,34	4.096,38
SLV 11	10.158,06	198,87	-30,36	895,46	202,24	
SLV 12	9.894,66	158,87	-337,66	722,34	-1.149,33	
SLV 13	10.158,06	-75,47	779,26	-359,20	5.447,95	
SLV 14	9.894,66	-115,47	471,96	-532,31	4.096,38	
SLV 15	10.158,06	-75,47	-30,36	-359,20	202,24	
SLV 16	9.894,66	-115,47	-337,66	-532,31	-1.149,33	

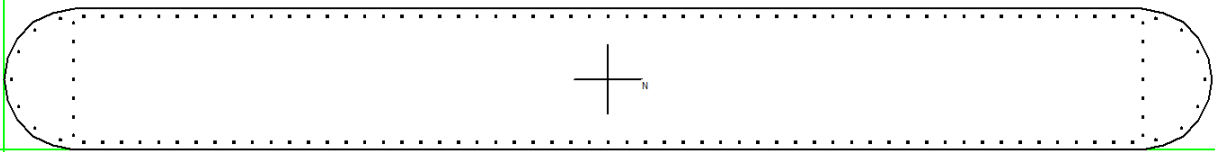
10.13.1 SEZIONE E ARMATURA DI VERIFICA

La sezione resistente del fusto presenta una sezione rettangolare con base pari a **11,40 m** e altezza pari a **1,50 m**. Ai lati sono presenti dei raccordi circolari con raggio pari a **0,75 m**. La lunghezza complessiva della sezione risulta pertanto pari a **12,90 m**.



L'armatura verticale è costituita da:

- **7+7 Ø20** disposti a raggiera sui raccordi circolari
- **7+7 Ø26** disposti sui lati corti (passo 20 cm)
- **57+57 Ø26** disposti sui lati lunghi (passo 20 cm)



Verifica C.A. S.L.U. - File: VI04 - FUSTO PILE NORD

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

Titolo: _____

N° Vertici: 22 Zoom N° barre: 142 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	75	1	5,31	74	15
2	4	98	2	5,31	74	35
3	14	119	3	5,31	74	55
4	31	136	4	5,31	74	75
5	52	146	5	5,31	74	95
6	75	150	6	5,31	74	115

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 16119,83 kN
 M_{xEd}: 5108,17 kNm
 M_{yEd}: -8588,71 kNm

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

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

Tipo flessione: Retta Deviata

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 180

Precompresso:

Materiali:

B450C	C32/40
E _{su} : 67,5 %	E _{c2} : 2 %
f _{yd} : 391,3 N/mm²	E _{cu} : 3,5
E _s : 200.000 N/mm²	f _{cd} : 18,81
E _s /E _c : 15	f _{cc} /f _{cd} : 0,85
E _{syd} : 1,957 %	σ _{c,adm} : 12,25
σ _{s,adm} : 255 N/mm²	τ _{co} : 0,7333
	τ _{c1} : 2,114

L'armatura orizzontale è costituita da barre **Ø20/20**. Il copriferro minimo netto è assunto pari a **40 mm**.

Poiché l'armatura è stata mantenuta costante per tutte e tre le pile le verifiche sono state condotte in corrispondenza delle condizioni maggiormente gravose riguardanti tutte le pile. Sono state considerate le seguenti condizioni per tutte le combinazioni di carico considerate:

- N_{max}
- N_{min}
- M_{LONG,max}
- M_{LONG,min}
- M_{TRASV,max}

- $M_{TRASV,min}$
- $V_{LONG,max}$
- $V_{LONG,min}$
- $V_{TRASV,max}$
- $V_{TRASV,min}$

Nella tabella successiva sono riportati i valori delle azioni sollecitanti di calcolo utilizzati per le verifiche strutturali:

CONDIZIONE	SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	N_{sd} [kN]	$V_{LONG,SD}$ [kN]	$V_{TRASV,SD}$ [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]
N_{MAX}	PILA 1N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	12.854,85	-41,57	664,24	-422,77	7.257,04
N_{MIN}	PILA 3N	SLE - QUASI PERMANENTE 02	9.894,66	21,70	67,15	95,02	1.473,53
$M_{LONG,MAX}$	PILA 3N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	10.158,06	61,70	374,45	268,13	2.825,09
$M_{LONG,MIN}$	PILA 1N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	12.854,85	-41,57	664,24	-422,77	7.257,04
$M_{TRASV,MAX}$	PILA 1N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	12.854,85	-41,57	664,24	-422,77	7.257,04
$M_{TRASV,MIN}$	PILA 3N	SLE - QUASI PERMANENTE 02	9.894,66	21,70	67,15	95,02	1.473,53
N_{MAX}	PILA 1N	SLE - FREQUENTE 01	15.436,32	-41,57	664,24	-422,77	12.925,74
N_{MIN}	PILA 3N	SLE - FREQUENTE 08	9.868,32	17,70	36,42	77,71	1.338,37
$M_{LONG,MAX}$	PILA 3N	SLE - FREQUENTE 07	10.184,40	65,70	405,18	285,44	2.960,25
$M_{LONG,MIN}$	PILA 1N	SLE - FREQUENTE 07	12.881,12	-43,94	718,75	-446,93	7.810,97
$M_{TRASV,MAX}$	PILA 1N	SLE - FREQUENTE 03	14.707,76	-41,57	664,24	-422,77	14.527,88
$M_{TRASV,MIN}$	PILA 1N	SLE - FREQUENTE 08	12.565,83	-15,51	64,65	-156,97	1.163,75
N_{MAX}	PILA 1N	SLE - CARATTERISTICA 01	16.673,77	-43,94	718,75	-446,93	16.443,03
N_{MIN}	PILA 3N	SLE - CARATTERISTICA 16	11.963,96	1,70	-86,50	8,46	9.155,02
$M_{LONG,MAX}$	PILA 2N	SLE - CARATTERISTICA 07	13.731,35	209,16	610,40	2.179,65	15.796,56
$M_{LONG,MIN}$	PILA 1N	SLE - CARATTERISTICA 15	15.189,81	-53,42	936,78	-543,58	18.371,35
$M_{TRASV,MAX}$	PILA 1N	SLE - CARATTERISTICA 03	15.702,35	-43,94	718,75	-446,93	18.579,22
$M_{TRASV,MIN}$	PILA 1N	SLE - CARATTERISTICA 14	15.392,90	-6,04	-153,38	-60,31	5.690,49
N_{MAX}	PILA 1N	SLU - STR 01	22.495,23	-53,38	862,35	-542,84	21.261,25
N_{MIN}	PILA 3N	SLU - STR 16	16.199,99	2,72	-103,80	13,15	12.578,00
$M_{LONG,MAX}$	PILA 2N	SLU - STR 07	18.616,19	281,32	732,48	2.932,50	20.559,53
$M_{LONG,MIN}$	PILA 1N	SLU - STR 15	20.476,12	-64,75	1.123,99	-658,82	23.532,12
$M_{TRASV,MAX}$	PILA 1N	SLU - STR 03	21.183,82	-53,38	862,35	-542,84	24.145,11
$M_{TRASV,MIN}$	PILA 1N	SLU - STR 14	20.829,11	-7,89	-184,21	-78,89	8.074,77
$V_{LONG,MAX}$	PILA 3N	SLU - STR 07	16.705,72	327,29	486,22	1.522,45	15.173,01
$V_{LONG,MIN}$	PILA 1N	SLU - STR 15	20.476,12	-64,75	1.123,99	-658,82	23.532,12
$V_{TRASV,MAX}$	PILA 1N	SLU - STR 13	21.459,68	-64,75	1.123,99	-658,82	21.369,23
$V_{TRASV,MIN}$	PILA 1N	SLU - STR 16	19.845,54	-7,89	-184,21	-78,89	10.237,67
N_{MAX}	PILA 1N	SLV 05	12.854,85	-1.135,63	857,74	-11.507,66	9.566,96
N_{MIN}	PILA 3N	SLV 02	9.894,66	478,92	188,59	2.186,10	2.260,38
$M_{LONG,MAX}$	PILA 2N	SLV 01	11.734,33	1.082,50	752,70	10.958,51	8.900,06
$M_{LONG,MIN}$	PILA 1N	SLV 05	12.854,85	-1.135,63	857,74	-11.507,66	9.566,96
$M_{TRASV,MAX}$	PILA 1N	SLV 13	12.854,85	-369,79	1.309,24	-3.748,23	14.956,79
$M_{TRASV,MIN}$	PILA 1N	SLV 16	12.592,11	-346,10	-525,84	-3.506,60	-5.982,06
$V_{LONG,MAX}$	PILA 2N	SLV 01	11.734,33	1.082,50	752,70	10.958,51	8.900,06
$V_{LONG,MIN}$	PILA 1N	SLV 05	12.854,85	-1.135,63	857,74	-11.507,66	9.566,96
$V_{TRASV,MAX}$	PILA 1N	SLV 13	12.854,85	-369,79	1.309,24	-3.748,23	14.956,79
$V_{TRASV,MIN}$	PILA 1N	SLV 16	12.592,11	-346,10	-525,84	-3.506,60	-5.982,06

10.13.2

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI											
CONDIZIONE	SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	N_{sd} [kN]	$M_{LONG,SD}$ [kNm]	$M_{TRASV,SD}$ [kNm]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$ [N/mm ²]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}$ [N/mm ²]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA
N_{MAX}	PILA 1N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	12.854,85	-422,77	7.257,04	0,89	14,94	-	360,00	16,87	POSITIVA
N_{MIN}	PILA 3N	SLE - QUASI PERMANENTE 02	9.894,66	95,02	1.473,53	0,55	14,94	-	360,00	27,30	POSITIVA
$M_{LONG,MAX}$	PILA 3N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	10.158,06	268,13	2.825,09	0,62	14,94	-	360,00	23,99	POSITIVA
$M_{LONG,MIN}$	PILA 1N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	12.854,85	-422,77	7.257,04	0,89	14,94	-	360,00	16,87	POSITIVA
$M_{TRASV,MAX}$	PILA 1N	SLE - QUASI PERMANENTE 01	12.854,85	-422,77	7.257,04	0,89	14,94	-	360,00	16,87	POSITIVA
$M_{TRASV,MIN}$	PILA 3N	SLE - QUASI PERMANENTE 02	9.894,66	95,02	1.473,53	0,55	14,94	-	360,00	27,30	POSITIVA
N_{MAX}	PILA 1N	SLE - FREQUENTE 01	15.436,32	-422,77	12.925,74	1,14	14,94	-	360,00	13,08	POSITIVA
N_{MIN}	PILA 3N	SLE - FREQUENTE 08	9.868,32	77,71	1.338,37	0,54	14,94	-	360,00	27,69	POSITIVA
$M_{LONG,MAX}$	PILA 3N	SLE - FREQUENTE 07	10.184,40	285,44	2.960,25	0,63	14,94	-	360,00	23,71	POSITIVA
$M_{LONG,MIN}$	PILA 1N	SLE - FREQUENTE 07	12.881,12	-446,93	7.810,97	0,90	14,94	-	360,00	16,53	POSITIVA
$M_{TRASV,MAX}$	PILA 1N	SLE - FREQUENTE 03	14.707,76	-422,77	14.527,88	1,14	14,94	-	360,00	13,07	POSITIVA
$M_{TRASV,MIN}$	PILA 1N	SLE - FREQUENTE 08	12.565,83	-156,97	1.163,75	0,69	14,94	-	360,00	21,77	POSITIVA
N_{MAX}	PILA 1N	SLE - CARATTERISTICA 01	16.673,77	-446,93	16.443,03	1,29	19,92	-	360,00	15,44	POSITIVA
N_{MIN}	PILA 3N	SLE - CARATTERISTICA 16	11.963,96	8,46	9.155,02	0,82	19,92	-	360,00	24,17	POSITIVA
$M_{LONG,MAX}$	PILA 2N	SLE - CARATTERISTICA 07	13.731,35	2.179,65	15.796,56	1,45	19,92	0,39	360,00	13,72	POSITIVA
$M_{LONG,MIN}$	PILA 1N	SLE - CARATTERISTICA 15	15.189,81	-543,58	18.371,35	1,26	19,92	-	360,00	15,80	POSITIVA
$M_{TRASV,MAX}$	PILA 1N	SLE - CARATTERISTICA 03	15.702,35	-446,93	18.579,22	1,29	19,92	-	360,00	15,44	POSITIVA
$M_{TRASV,MIN}$	PILA 1N	SLE - CARATTERISTICA 14	15.392,90	-60,31	5.690,49	0,92	19,92	-	360,00	21,76	POSITIVA

10.13.3

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Poiché, per le combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanenti e Frequenti, la sezione risulta sempre compressa, le verifiche allo Stato Limite di limitazione delle tensioni risultano implicitamente soddisfatte.

10.13.4 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSOFLESSIONE DEVIATA

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSOFLESSIONE DEVIATA										
CONDIZIONE	SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	N _{sd} [kN]	M _{LONG,SD} [kNm]	M _{TRASV,SD} [kNm]	M _{LONG,RD} [kNm]	M _{TRASV,RD} [kNm]	P _{1W}	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA
N _{MAX}	PLA 1N	SLU - STR 01	22.495,23	-542,84	21.261,25	-7.127,00	275.254,00	0,077	12,95	POSITIVA
N _{MIN}	PLA 3N	SLU - STR 16	16.199,99	13,15	12.578,00	241,50	249.585,00	0,050	19,84	POSITIVA
M _{LONG,MAX}	PLA 2N	SLU - STR 07	18.616,19	2.932,50	20.559,53	25.303,00	192.032,00	0,107	9,33	POSITIVA
M _{LONG,MIN}	PLA 1N	SLU - STR 15	20.476,12	-658,82	23.532,12	-7.613,00	265.164,00	0,089	11,27	POSITIVA
M _{TRASV,MAX}	PLA 1N	SLU - STR 03	21.183,82	-542,84	24.145,11	-6.249,00	270.165,00	0,089	11,19	POSITIVA
M _{TRASV,MIN}	PLA 1N	SLU - STR 14	20.829,11	-78,89	8.074,77	-2.770,00	271.276,00	0,030	33,59	POSITIVA
N _{MAX}	PLA 1N	SLV 05	12.854,85	-11.507,66	9.566,96	-28.198,00	232.979,00	0,531	1,88	POSITIVA
N _{MIN}	PLA 3N	SLV 02	9.894,66	2.186,10	2.260,38	25.760,00	65.760,00	0,045	22,46	POSITIVA
M _{LONG,MAX}	PLA 2N	SLV 01	11.734,33	10.958,51	8.900,06	26.947,00	65.785,00	0,199	5,04	POSITIVA
M _{LONG,MIN}	PLA 1N	SLV 05	12.854,85	-11.507,66	9.566,96	-28.198,00	232.979,00	0,531	1,88	POSITIVA
M _{TRASV,MAX}	PLA 1N	SLV 13	12.854,85	-3.748,23	14.956,79	-26.787,00	103.945,00	0,144	6,96	POSITIVA
M _{TRASV,MIN}	PLA 1N	SLV 16	12.592,11	-3.506,60	-5.982,06	-27.497,00	-65.776,00	0,097	10,28	POSITIVA

10.13.5 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO BIASIALE

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO BIASIALE										
CONDIZIONE	SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	V _{LONG,SD} [kN]	V _{TRASV,SD} [kN]	V _{LONG,RD} [kN]	V _{TRASV,RD} [kN]	P _v	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA	
V _{LONG,MAX}	PLA 3N	SLU - STR 07	327,29	486,22	1.614,51	12.562,18	0,24	4,14	POSITIVA	
V _{LONG,MIN}	PLA 1N	SLU - STR 15	-64,75	1.123,99	1.614,51	12.562,18	0,13	7,72	POSITIVA	
V _{TRASV,MAX}	PLA 1N	SLU - STR 13	-64,75	1.123,99	1.614,51	12.562,18	0,13	7,72	POSITIVA	
V _{TRASV,MIN}	PLA 1N	SLU - STR 16	-7,89	-184,21	1.614,51	12.562,18	0,02	51,15	POSITIVA	
V _{LONG,MAX}	PLA 2N	SLV 01	1.082,50	752,70	1.614,51	12.562,18	0,73	1,37	POSITIVA	
V _{LONG,MIN}	PLA 1N	SLV 05	-1.135,63	857,74	1.614,51	12.562,18	0,77	1,30	POSITIVA	
V _{TRASV,MAX}	PLA 1N	SLV 13	-369,79	1.309,24	1.614,51	12.562,18	0,33	3,00	POSITIVA	
V _{TRASV,MIN}	PLA 1N	SLV 16	-346,10	-525,84	1.614,51	12.562,18	0,26	3,90	POSITIVA	

10.14 VERIFICA GEOTECNICA E STRUTTURALE DEI PALI DI FONDAZIONE

10.14.1 DEFINIZIONE DELLA STRATIGRAFIA E DEI PARAMETRI GEOMECCANICI PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI DI FONDAZIONE

Sulla base di quanto riportato all'interno del profilo geotecnico, sono state desunte le seguenti stratigrafie per le tre pile in esame. Per la verifica dei pali di fondazione è stata successivamente definita una stratigrafia media, all'interno della quale sono state definite, per ciascuno strato, delle profondità medie:

DEFINIZIONE DELLA STRATIGRAFIA						
STRATO	SPESSORE STRATI TERRENO			STRATIGRAFIA MEDIA	QUOTA INIZIO STRATO [m]	QUOTA INIZIO STRATO [m]
	SOTTOSTRUTTURA					
	PILA P1N	PILA P2N	PILA P3N			
Ug1a	3,23	3,16	3,09	3,16	0,00	3,16
Ug1	6,70	6,72	6,79	6,73	3,16	9,89
Ug2	14,54	17,04	17,65	16,41	9,89	26,30
Ug1	15,92	13,07	7,81	12,27	26,30	38,57
Ug2	3,07	3,51	8,43	5,00	38,57	43,57

Per le verifiche geotecniche sono stati successivamente definiti, sulla base di quanto riportato all'interno della relazione geotecnica, valori medi per i parametri geomeccanici:

STRATO	γ_{medio} [kN/m ³]	ϕ_{medio} [°]	c'_{medio} [kN/m ²]
Ug1a	19,00	30,50	2,50
Ug1	20,00	37,50	0,00
Ug2	19,00	32,50	5,00

Per la determinazione del modulo di deformazione orizzontale del terreno n_h si è fatto riferimento alla seguente relazione (Viggiani – 1999 – [14.25]):

$$n_h = \frac{A \cdot \gamma}{1,35}$$

Il coefficiente A per terreni incoerenti è determinato secondo la seguente tabella (Viggiani 1999 – Tab. 14.5), in relazione allo stato di addensamento del terreno:

Stato di addensamento	Sciolto	Medio	Denso
Campo dei valori di A	100 ÷ 300	300 ÷ 1000	1000 ÷ 3000
Valore consigliato di A	200	600	1500
N_h [N/cm ³], sabbie non immerse	2,5	7,5	20
N_h [N/cm ³], sabbie immerse	1,5	5	12

È stato considerato, a favore di sicurezza, uno stato di addensamento "medio".

Di seguito è riportata, per ciascuno strato di terreno individuato, la determinazione del modulo di deformazione orizzontale. Tale determinazione è stata eseguita mediante una media ponderata su tutta la lunghezza del palo (19,00 m) dei valori del modulo di deformazione orizzontale di ciascuno strato di terreno:

STRATO	H_{strato} [m]	STATO DI ADDENSAMENTO	A (Viggiani)	γ_{medio} [kN/m ³]	n_h [N/cm ³]
Ug1a	3,16	MEDIO	600,00	19,00	8,44
Ug1	6,73	MEDIO	600,00	20,00	8,89
Ug2	9,11	MEDIO	600,00	19,00	8,44

Modulo di deformazione orizzontale del terreno - Valore medio ponderato

$n_{h,\text{medio}}$

8,60

[N/cm³]

Modulo di deformazione orizzontale del terreno - Valore medio ponderato

$n_{h,\text{medio}}$

8.601,97

[kN/m³]

10.14.2 FORMULAZIONI ADOTTATE PER LA VERIFICA DEL CARICO LIMITE ULTIMO

La stima della capacità portante per carico verticale di un palo isolato Q_{LIM} mediante formule statiche è ottenuta valutando i massimi mobilizzabili, in condizioni di equilibrio limite, della resistenza laterale Q_S e di quella di punta Q_P :

$$Q_{LIM} + W_P = Q_S + Q_P$$

essendo W_P il peso proprio del palo.

Si fanno le seguenti ipotesi:

- il carico limite del sistema palo – terreno è condizionato dalla resistenza del terreno e non da quella del palo;
- il palo è un corpo cilindrico rigido;
- i termini di capacità portante per attrito e/o aderenza laterale Q_S e di capacità portante di punta Q_P non si influenzano reciprocamente e possono essere determinati separatamente.

10.14.2.1 Palo in terreno coesivo saturo

Stima della capacità portante laterale Q_S

La capacità portante per aderenza e/o per attrito laterale Q_S per un palo di diametro D e lunghezza L è per definizione:

$$Q_S = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \tau_s \cdot dz$$

Si assume che le tensioni tangenziali limite siano una quota parte della resistenza a taglio non drenata originaria del terreno indisturbato:

$$\tau_s = \alpha \cdot c_u$$

In cui α è un coefficiente empirico di aderenza che dipende dal tipo di terreno, dalla resistenza al taglio non drenata del terreno indisturbato, dal metodo di costruzione del palo, dal tempo, dalla profondità e dal cedimento del palo.

Per la valutazione del coefficiente α per i pali trivellati si assume la seguente formulazione con c_u espresso in [kPa] (Viggiani, 1999):

- $c_u < 25 \rightarrow \alpha = 0,70$
- $25 < c_u < 70 \rightarrow \alpha = 0,70 - 0,08 \cdot (c_u - 25)$
- $70 < c_u \rightarrow \alpha = 0,35$

Stima della capacità portante di punta Q_P

Per la stima della capacità portante di punta Q_P si esegue un'analisi in condizioni non drenate, in termini di tensioni totali. L'equazione di riferimento è formalmente identica a quella della capacità portante di fondazioni superficiali su terreno coesivo in condizioni non drenate:

$$Q_P = A_P \cdot q_P = A_P \cdot (c_u \cdot N_c + \sigma_{v0,P})$$

in cui:

- A_P è l'area di base del palo;
- q_P è la capacità portante unitaria;
- c_u è la resistenza al taglio in condizioni non drenate del terreno alla profondità della base del palo;

- $\sigma_{v0,P}$ è la tensione verticale totale alla punta;
- N_c è il fattore di capacità portante, il cui valore è assunto pari a **9,00**.

10.14.2.2 Palo in terreno incoerente

Nel caso di pali in terreni incoerenti, e quindi a elevata permeabilità, l'analisi è svolta sempre con riferimento alle condizioni drenate e quindi in termini di tensioni efficaci.

Stima della capacità portante laterale Q_s

La capacità portante per aderenza e/o per attrito laterale per un palo di diametro D e lunghezza L è per definizione:

$$Q_s = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \tau_s \cdot dz$$

Si assume che le sovrappressioni interstiziali che si generano durante la messa in opera del palo si siano dissipate al momento di applicazione del carico e che pertanto la tensione tangenziale limite possa essere valutata, con riferimento alle tensioni efficaci, nel modo seguente:

$$\tau_s = \sigma'_h \cdot \tan \delta = K \cdot \sigma'_{v0} \cdot \tan \delta$$

in cui:

- σ'_h è la tensione efficace orizzontale nel terreno a contatto con il palo;
- σ'_{v0} è la tensione efficace verticale iniziale prima della messa in opera del palo;
- K è un coefficiente di spinta, rapporto fra σ'_h e $\sigma'_{v0} \rightarrow K = 1 - \text{sen}(\varphi')$
- $\tan \delta$ è il coefficiente di attrito palo – terreno $\rightarrow \mu = \tan \delta = \tan(\varphi')$

Stima della capacità portante di punta Q_p

Per la stima della capacità portante di punta Q_p dei pali in terreni incoerenti è stimata con l'equazione:

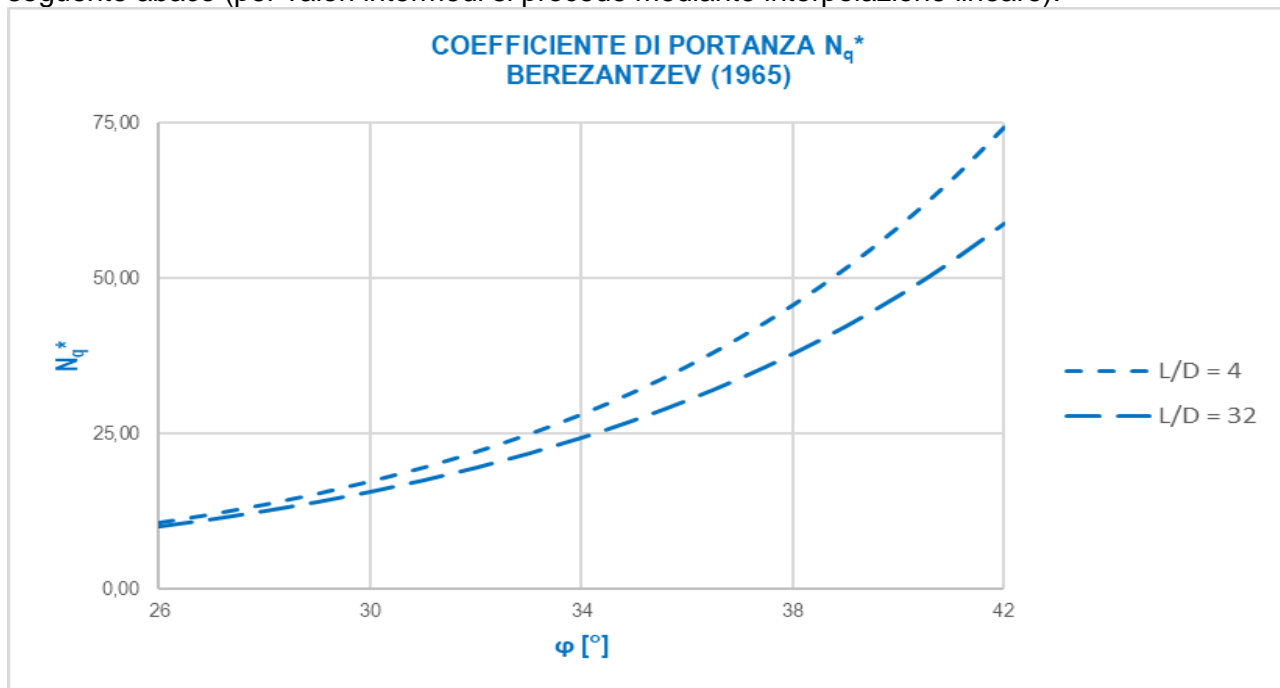
$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot \sigma'_{v0,P} \cdot N_q$$

in cui:

- A_p è l'area di base del palo;
- q_p è la capacità portante unitaria;
- $\sigma'_{v0,P}$ è la tensione verticale efficace alla punta;
- N_q è il fattore di capacità portante.

10.14.3 VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI CAPACITÀ PORTANTE ALLA PUNTA N_q

Il fattore di capacità portante N_q è definito mediante il metodo di Berezantzev "ridotto" (1965), in funzione al valore dell'angolo di attrito del terreno in corrispondenza della base del palo e del rapporto tra lunghezza del palo L e diametro del palo D . Il valore di N_q^* è estrapolabile dal seguente abaco (per valori intermedi si procede mediante interpolazione lineare):



Avendo già utilizzato un coefficiente di capacità portante ridotto, non è stata considerata la riduzione di Kishida per gli angoli di attrito (condizione eccessivamente cautelativa).

10.14.4 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE LATERALE CARATTERISTICA

Di seguito è riportata la determinazione del valore caratteristico della portanza laterale per una lunghezza dei pali pari a 19,00 m:

CARICO LIMITE ULTIMO DEI PALI DI FONDAZIONE. Table with parameters: D (Diameter), L (Length), Q.F. (Quota di fald), p (Pressure) and their values in [m] and [kN/m²].

CALCOLO DELLA RESISTENZA LATERALE CARATTERISTICA

Main calculation table with columns: z (depth), gamma (unit weight), gamma' (effective unit weight), gamma_w (water unit weight), sigma_v (vertical stress), sigma_w (pore water pressure), sigma'_v (effective vertical stress), phi (friction angle), K=1-sen(phi), mu=tan(phi)*tan(phi), ts (ultimate shear capacity), ts_medio (average ultimate shear capacity), R_Lk (characteristic lateral resistance). Rows from z=0.00 to 26.30.

RESISTENZA LATERALE CARATTERISTICA DEL PALO DI FONDAZIONE R_Lk = 3.920,17 [kN]

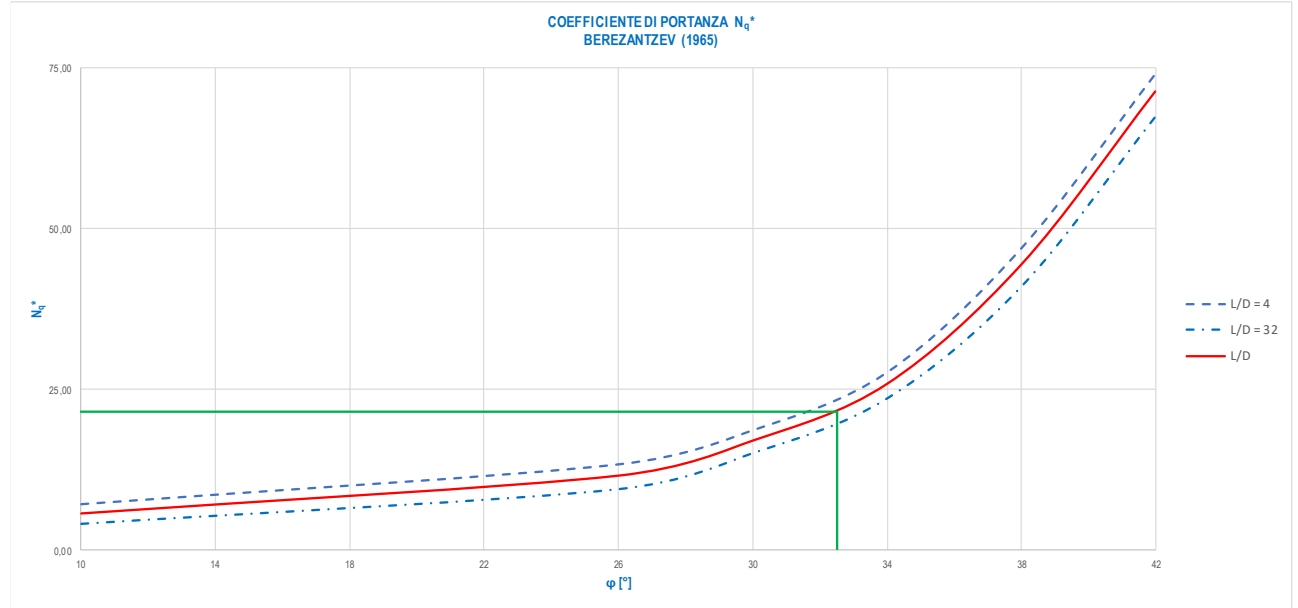
10.14.5 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DI PUNTA CARATTERISTICA

Di seguito è riportata la determinazione del valore caratteristico della portanza di punta per una lunghezza dei pali pari a **19,00 m**:

CALCOLO DELLA RESISTENZA CARATTERISTICA ALLA PUNTA

Angolo di attrito del terreno in corrispondenza della punta del palo
 Rapporto L/D
 Coefficiente di portanza alla punta

ϕ	32,50	[°]
L/D	15,83	[-]
N_q	21,55	[-]



Area della sezione del palo
 Pressione verticale efficace in corrispondenza della punta
RESISTENZA CARATTERISTICA DI PUNTA DEL PALO DI FONDAZIONE

A_p	1,13	[m ²]
σ'_v	367,73	[kN/m ²]
$R_{p,k}$	8.962,63	[kN]

10.14.6 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE TOTALE DI CALCOLO E VERIFICA DEL CARICO LIMITE ULTIMO

CALCOLO DELLA RESISTENZE DI CALCOLO

Numero di verticali indagate
 Coefficiente di correlazione
 Resistenza di calcolo del palo in compressione
 Resistenza di calcolo del palo in trazione

n	1	[-]
ξ	1,70	[-]
$R_{c,Ed}$	5.910,49	[kN]
$R_{t,Ed}$	-1.844,79	[kN]

VERIFICA DEL CARICO LIMITE ULTIMO DEI PALI DI FONDAZIONE									
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	$N_{Sd,max}$ [kN]	R_{Sd} [kN]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	$N_{Sd,min}$ [kN]	R_{Sd} [kN]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO	VERIFICA
PILA P1N	SLU - STR	4.296,13	5.910,49	1,38	1.957,45	5.910,49	3,02	1,38	POSITIVA
	SLV	3.346,20	5.910,49	1,77	610,01	5.910,49	9,69	1,77	POSITIVA
PILA P2N	SLU - STR	4.059,37	5.910,49	1,46	1.692,83	5.910,49	3,49	1,46	POSITIVA
	SLV	3.128,45	5.910,49	1,89	547,63	5.910,49	10,79	1,89	POSITIVA
PILA P3N	SLU - STR	3.535,94	5.910,49	1,67	1.786,99	5.910,49	3,31	1,67	POSITIVA
	SLV	2.043,32	5.910,49	2,89	1.238,70	5.910,49	4,77	2,89	POSITIVA

Il minimo coefficiente di sicurezza è risultato pari a **1,38**.

10.14.7 VALUTAZIONE DELLE AZIONI FLETTENTI DI CALCOLO SUI PALI DI FONDAZIONE

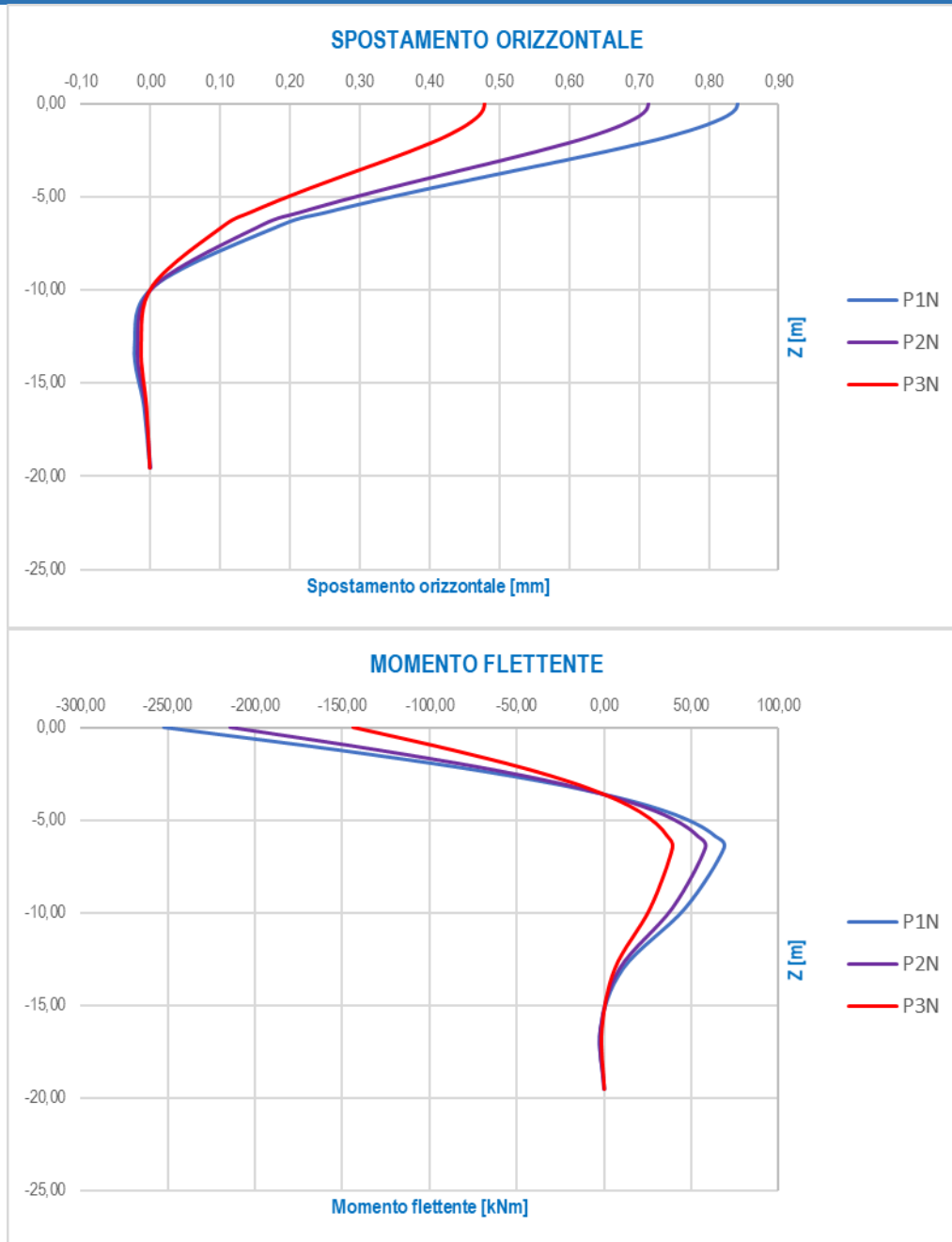
Per la valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui pali di fondazione è stato utilizzato il metodo di Matlock & Reese con rigidità del suolo variabile con la profondità.

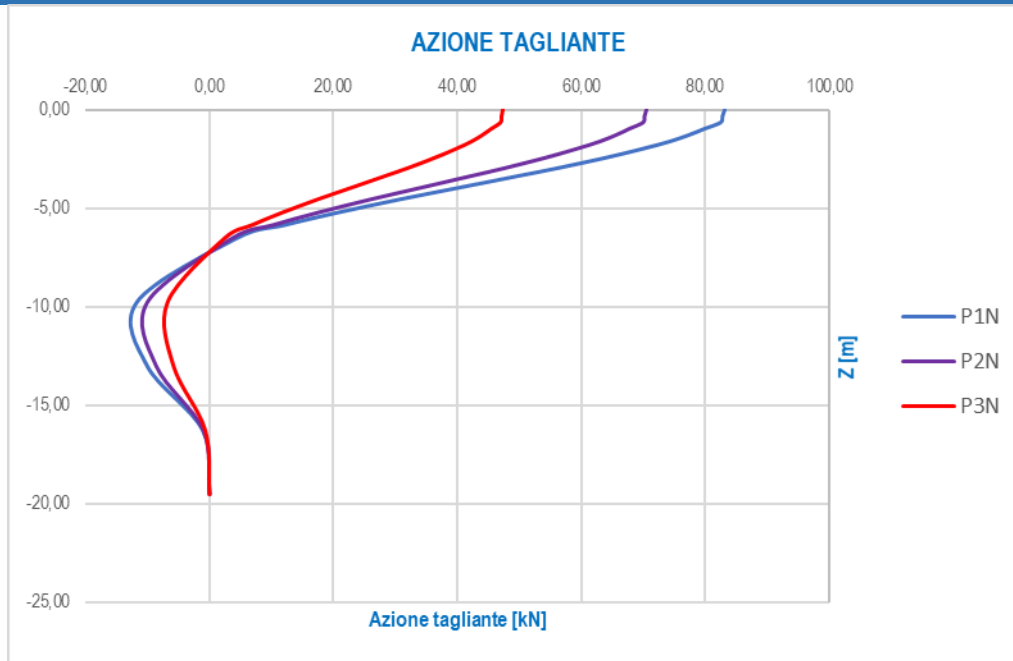
VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUI PALI DI FONDAZIONE		
Diametro del palo	D	1,20 [m]
Lunghezza del palo	L	19,00 [m]
Modulo elastico del calcestruzzo	E_c	31.220.190,00 [kN/m ²]
Momento di inerzia della sezione trasversale del palo	J_p	0,102 [m ⁴]
Modulo di deformazione orizzontale del terreno	n_h	8.601,97 [kN/m ³]
Fattore di rigidità	T	3,26 [m]
Rapporto L/T	$\lambda = L/T$	5,82 [-]
Coefficiente di profondità massimo	Z_{max}	5,82 [-]

AZIONI TAGLIANTI (RISULTANTI) DI CALCOLO IN TESTA PALO			
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	$R_{V_{Sd,max}}$ [kN]	MOMENTO SUPERIORE AGENTE IN TESTA PALO
			M_1 [kNm]
PILA P1S	SLE - QUASI PERMANENTE	83,19	-252,39
	SLE - FREQUENTE	90,01	-273,08
	SLE - CARATTERISTICA	117,29	-355,83
	SLU - STR	140,73	-426,95
	SLV	202,81	-615,29
PILA P2S	SLE - QUASI PERMANENTE	70,58	-214,13
	SLE - FREQUENTE	76,30	-231,50
	SLE - CARATTERISTICA	99,21	-300,97
	SLU - STR	119,05	-361,17
	SLV	190,04	-576,53
PILA P3S	SLE - QUASI PERMANENTE	47,44	-143,92
	SLE - FREQUENTE	51,31	-155,66
	SLE - CARATTERISTICA	66,80	-202,65
	SLU - STR	80,17	-243,22
	SLV	126,87	-384,89

10.14.7.1 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanenti

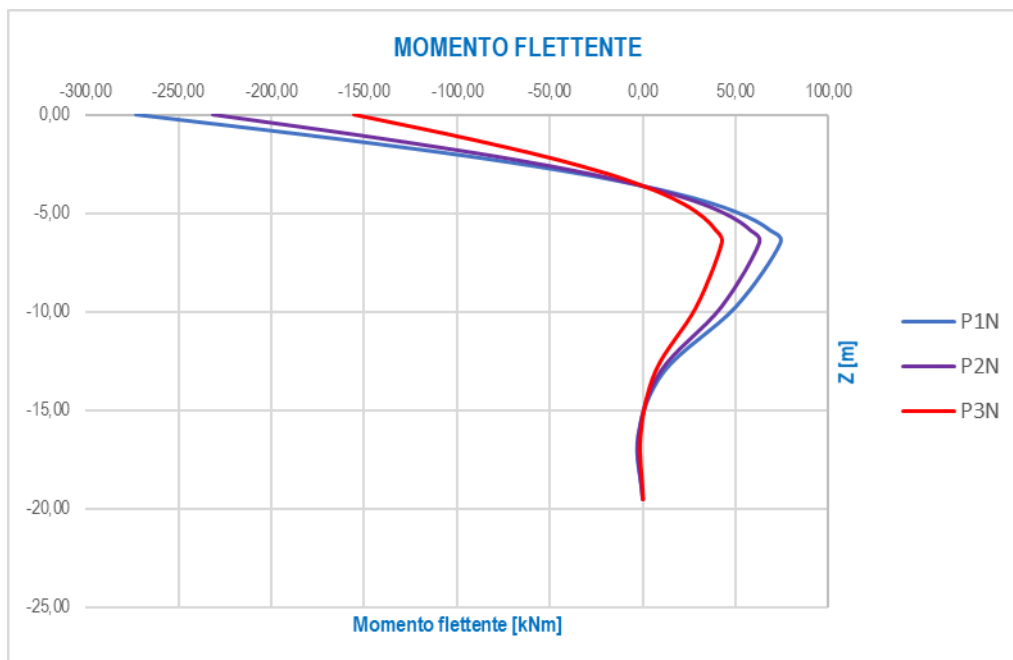
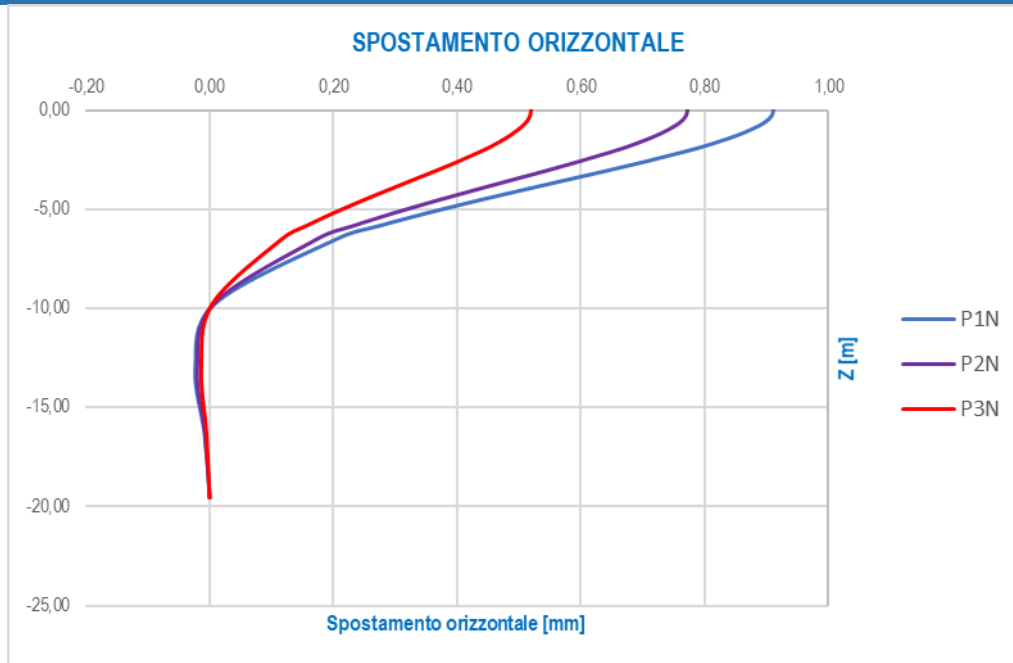
STATO LIMITE DI ESERCIZIO - QUASI PERMANENTE										
z/T	z [m]	PILA P1S			PILA P2S			PILA P3S		
		d_H [mm]	M_{Sd} [kNm]	V_{Sd} [kN]	d_H [mm]	M_{Sd} [kNm]	V_{Sd} [kN]	d_H [mm]	M_{Sd} [kNm]	V_{Sd} [kN]
0,00	0,00	0,84	-252,39	83,19	0,71	-214,13	70,58	0,48	-143,92	47,44
-0,10	-0,33	0,84	-225,25	82,82	0,71	-191,10	70,26	0,48	-128,44	47,22
-0,20	-0,65	0,83	-198,40	82,53	0,70	-168,32	70,02	0,47	-113,13	47,06
-0,30	-0,98	0,81	-171,90	79,86	0,69	-145,84	67,75	0,46	-98,02	45,54
-0,40	-1,30	0,78	-146,25	77,23	0,67	-124,08	65,52	0,45	-83,40	44,04
-0,50	-1,63	0,76	-121,77	74,16	0,64	-103,31	62,92	0,43	-69,43	42,29
-0,60	-1,96	0,72	-97,92	70,33	0,61	-83,07	59,66	0,41	-55,83	40,10
-0,70	-2,28	0,69	-75,52	66,15	0,58	-64,07	56,12	0,39	-43,06	37,72
-0,80	-2,61	0,65	-54,55	61,57	0,55	-46,28	52,24	0,37	-31,11	35,11
-0,90	-2,94	0,61	-35,29	56,75	0,52	-29,94	48,15	0,35	-20,13	32,36
-1,00	-3,26	0,57	-17,74	51,62	0,48	-15,05	43,79	0,32	-10,11	29,43
-1,20	-3,91	0,48	12,55	41,10	0,41	10,65	34,87	0,27	7,16	23,44
-1,40	-4,57	0,40	35,87	30,62	0,34	30,43	25,98	0,23	20,45	17,46
-1,60	-5,22	0,32	52,54	20,85	0,27	44,57	17,69	0,18	29,96	11,89
-1,80	-5,87	0,25	63,20	12,04	0,21	53,61	10,21	0,14	36,03	6,86
-2,00	-6,52	0,19	68,47	4,42	0,16	58,09	3,75	0,11	39,04	2,52
-3,00	-9,79	0,01	46,17	-11,81	0,01	39,17	-10,02	0,00	26,33	-6,73
-4,00	-13,05	-0,02	10,60	-10,13	-0,02	8,99	-8,60	-0,01	6,04	-5,78
-5,00	-16,31	-0,01	-2,39	-1,16	-0,01	-2,03	-0,99	0,00	-1,36	-0,66
-6,00	-19,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

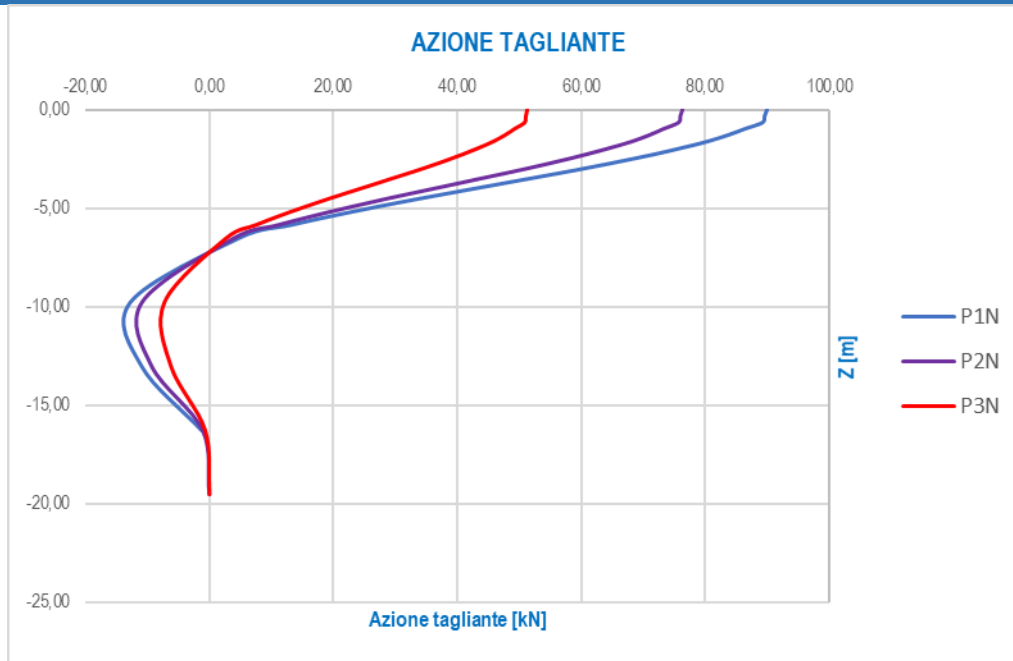




10.14.7.2 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti

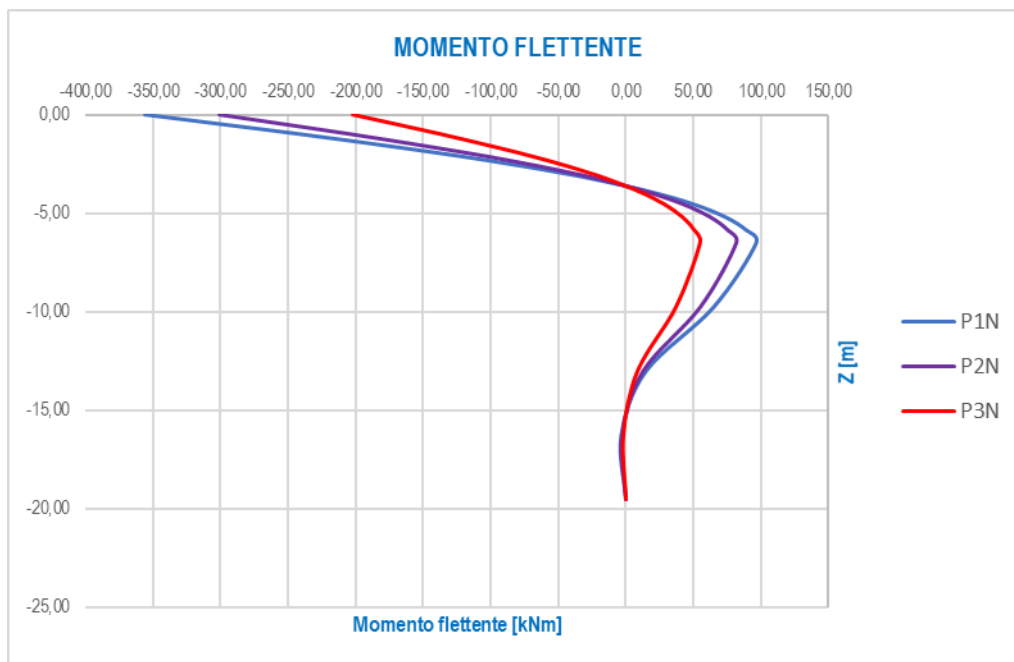
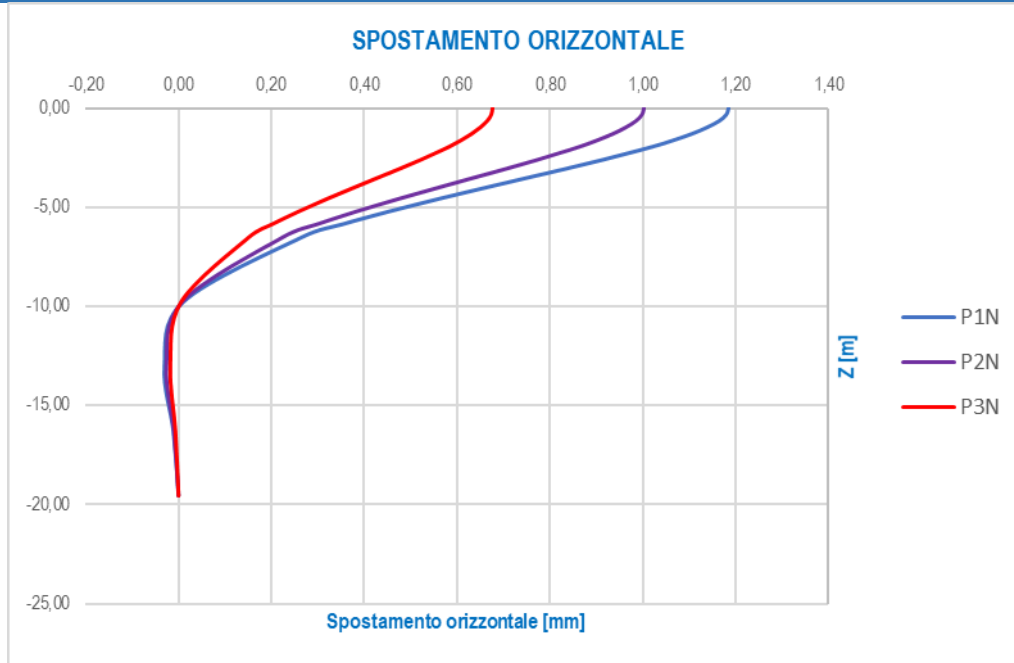
STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTE										
z/T	z [m]	PILA P1N			PILA P2N			PILA P3N		
		d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]	d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]	d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]
0,00	0,00	0,91	-273,08	90,01	0,77	-231,50	76,30	0,52	-155,66	51,31
-0,10	-0,33	0,91	-243,71	89,61	0,77	-206,60	75,96	0,52	-138,92	51,08
-0,20	-0,65	0,89	-214,67	89,29	0,76	-181,98	75,70	0,51	-122,37	50,90
-0,30	-0,98	0,87	-185,99	86,41	0,74	-157,67	73,25	0,50	-106,02	49,25
-0,40	-1,30	0,85	-158,24	83,56	0,72	-134,15	70,84	0,48	-90,20	47,63
-0,50	-1,63	0,82	-131,75	80,24	0,69	-111,69	68,02	0,47	-75,10	45,74
-0,60	-1,96	0,78	-105,94	76,09	0,66	-89,81	64,50	0,45	-60,39	43,37
-0,70	-2,28	0,74	-81,71	71,58	0,63	-69,27	60,68	0,42	-46,58	40,80
-0,80	-2,61	0,70	-59,03	66,62	0,60	-50,04	56,47	0,40	-33,65	37,97
-0,90	-2,94	0,66	-38,19	61,40	0,56	-32,37	52,05	0,38	-21,77	35,00
-1,00	-3,26	0,61	-19,19	55,85	0,52	-16,27	47,35	0,35	-10,94	31,84
-1,20	-3,91	0,52	13,58	44,47	0,44	11,51	37,70	0,30	7,74	25,35
-1,40	-4,57	0,43	38,81	33,13	0,37	32,90	28,09	0,25	22,12	18,89
-1,60	-5,22	0,35	56,84	22,56	0,30	48,19	19,12	0,20	32,40	12,86
-1,80	-5,87	0,27	68,38	13,02	0,23	57,96	11,04	0,15	38,98	7,42
-2,00	-6,52	0,20	74,08	4,78	0,17	62,80	4,05	0,12	42,23	2,72
-3,00	-9,79	0,01	49,96	-12,77	0,01	42,35	-10,83	0,00	28,48	-7,28
-4,00	-13,05	-0,02	11,47	-10,96	-0,02	9,72	-9,29	-0,01	6,54	-6,25
-5,00	-16,31	-0,01	-2,59	-1,26	-0,01	-2,20	-1,07	-0,01	-1,48	-0,72
-6,00	-19,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

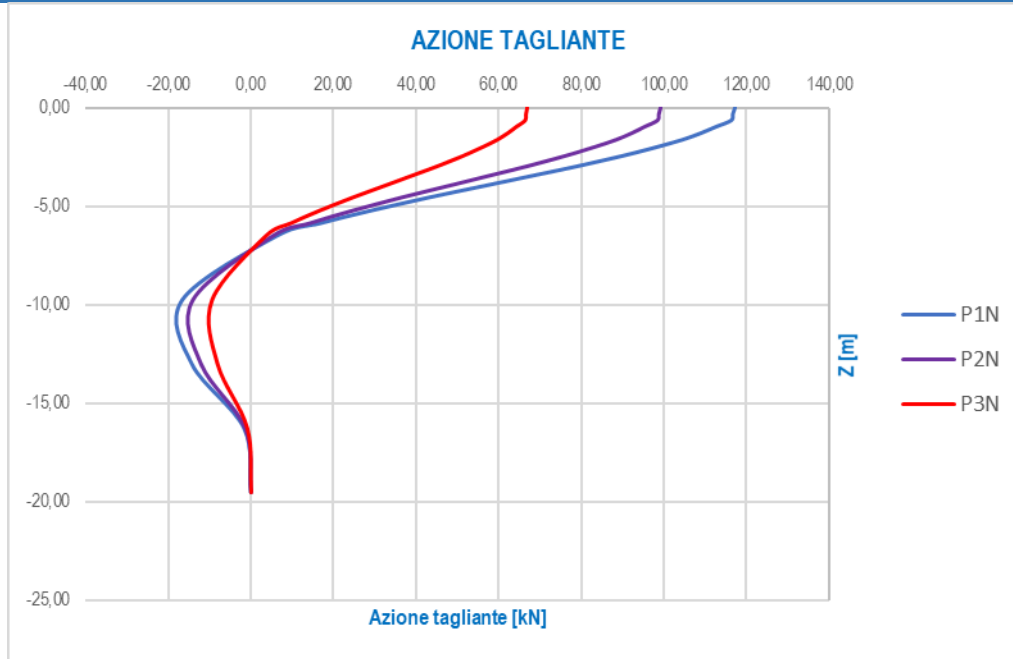




10.14.7.3 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio - Caratteristiche

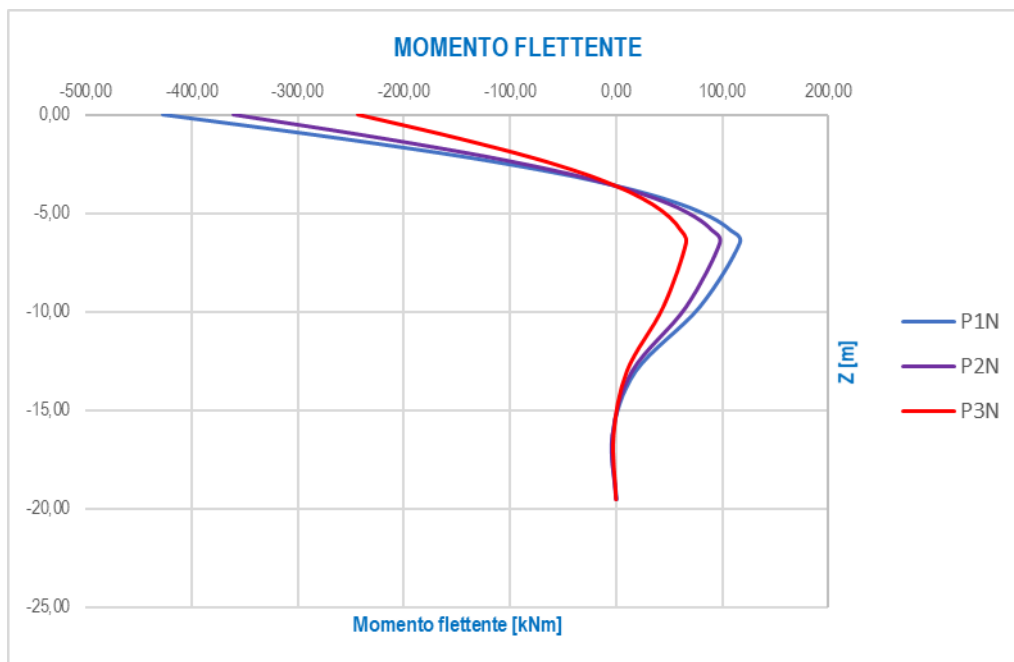
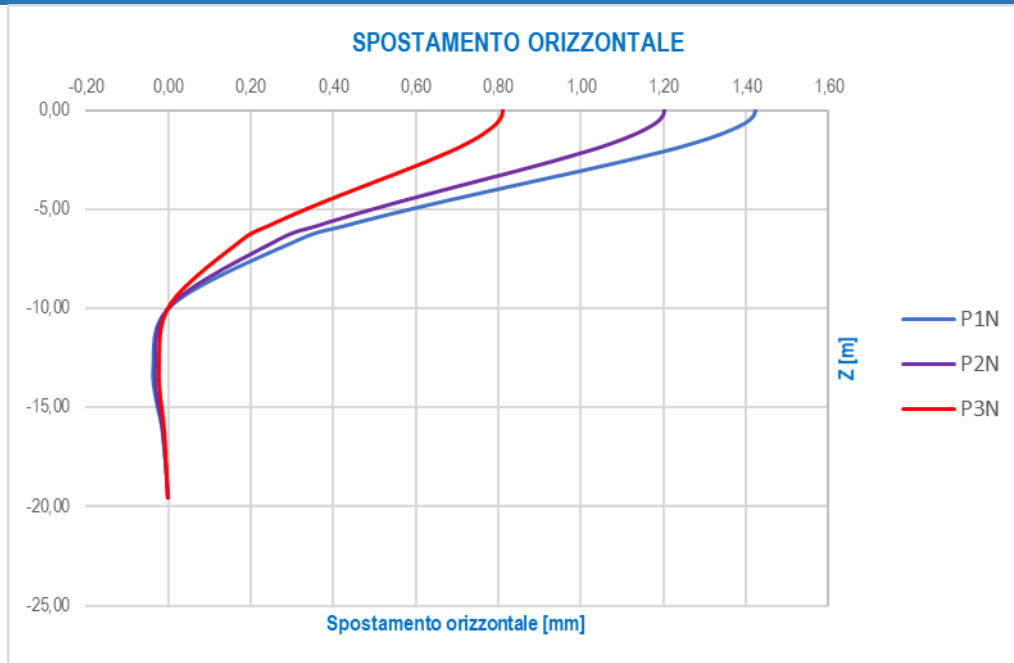
STATO LIMITE DI ESERCIZIO - CARATTERISTICA										
z/T	z [m]	PILA P1N			PILA P2N			PILA P3N		
		d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]	d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]	d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]
0,00	0,00	1,19	-355,83	117,29	1,00	-300,97	99,21	0,68	-202,65	66,80
-0,10	-0,33	1,18	-317,57	116,76	1,00	-268,61	98,76	0,67	-180,86	66,50
-0,20	-0,65	1,17	-279,72	116,35	0,99	-236,60	98,42	0,66	-159,30	66,27
-0,30	-0,98	1,14	-242,35	112,59	0,96	-204,99	95,23	0,65	-138,03	64,12
-0,40	-1,30	1,11	-206,19	108,88	0,94	-174,41	92,10	0,63	-117,43	62,01
-0,50	-1,63	1,07	-171,67	104,55	0,90	-145,21	88,43	0,61	-97,77	59,54
-0,60	-1,96	1,02	-138,05	99,15	0,86	-116,77	83,86	0,58	-78,62	56,47
-0,70	-2,28	0,97	-106,47	93,26	0,82	-90,06	78,89	0,55	-60,64	53,12
-0,80	-2,61	0,91	-76,91	86,80	0,77	-65,06	73,42	0,52	-43,80	49,44
-0,90	-2,94	0,86	-49,76	80,01	0,73	-42,09	67,67	0,49	-28,34	45,57
-1,00	-3,26	0,80	-25,01	72,78	0,68	-21,15	61,56	0,45	-14,24	41,45
-1,20	-3,91	0,68	17,70	57,94	0,58	14,97	49,01	0,39	10,08	33,00
-1,40	-4,57	0,56	50,57	43,17	0,48	42,77	36,52	0,32	28,80	24,59
-1,60	-5,22	0,45	74,07	29,39	0,38	62,65	24,86	0,26	42,18	16,74
-1,80	-5,87	0,35	89,10	16,97	0,30	75,36	14,35	0,20	50,74	9,66
-2,00	-6,52	0,27	96,53	6,23	0,22	81,64	5,27	0,15	54,97	3,55
-3,00	-9,79	0,01	65,09	-16,64	0,01	55,06	-14,08	0,01	37,07	-9,48
-4,00	-13,05	-0,03	14,94	-14,29	-0,03	12,64	-12,08	-0,02	8,51	-8,14
-5,00	-16,31	-0,01	-3,37	-1,64	-0,01	-2,85	-1,39	-0,01	-1,92	-0,93
-6,00	-19,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

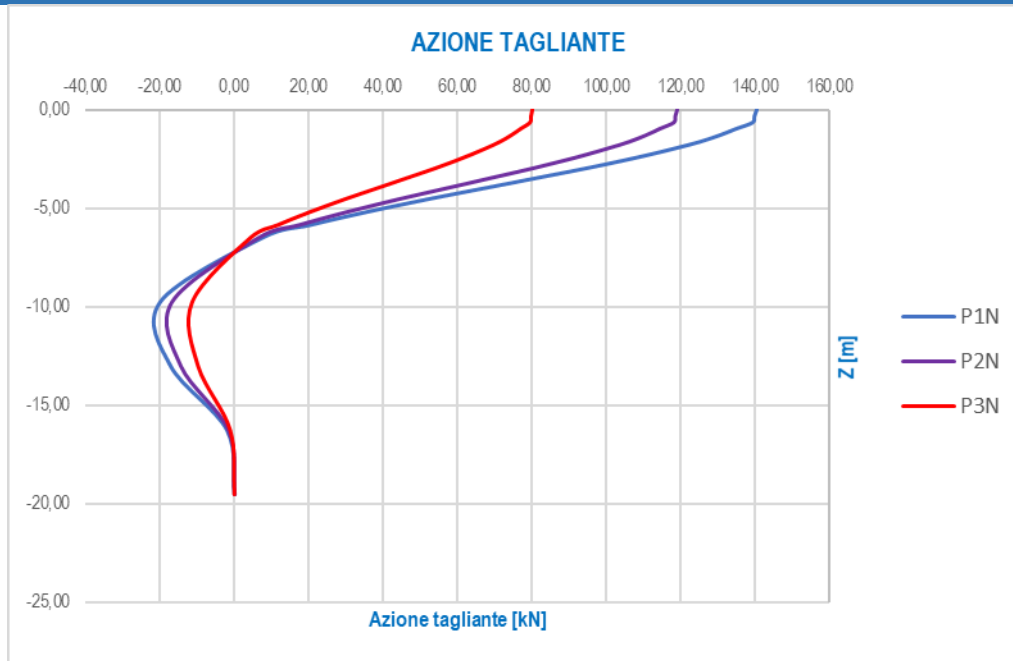




10.14.7.4 Combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo - STR

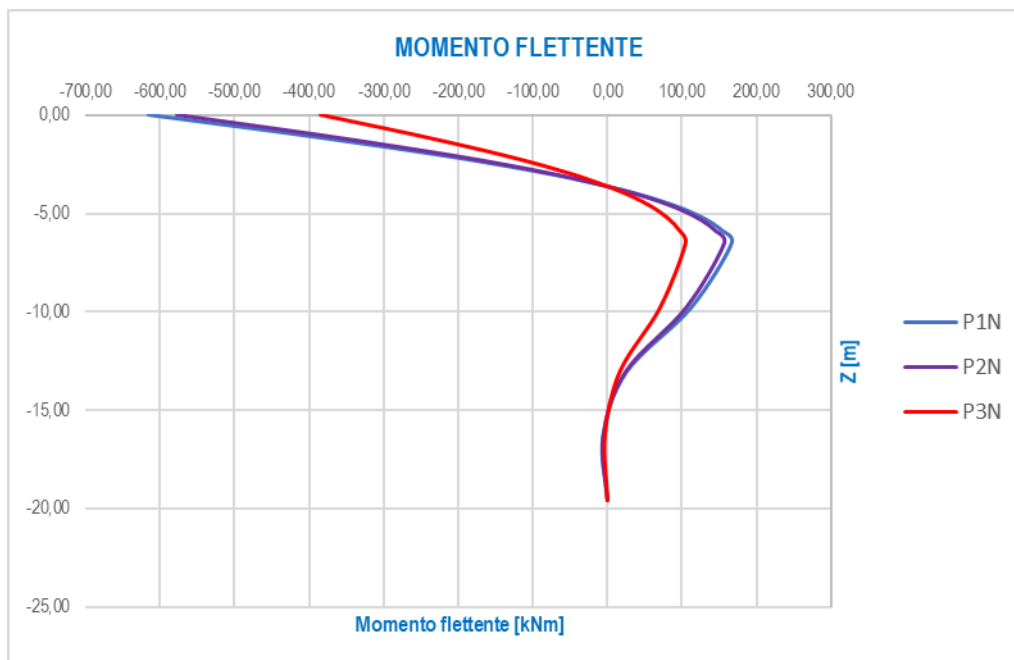
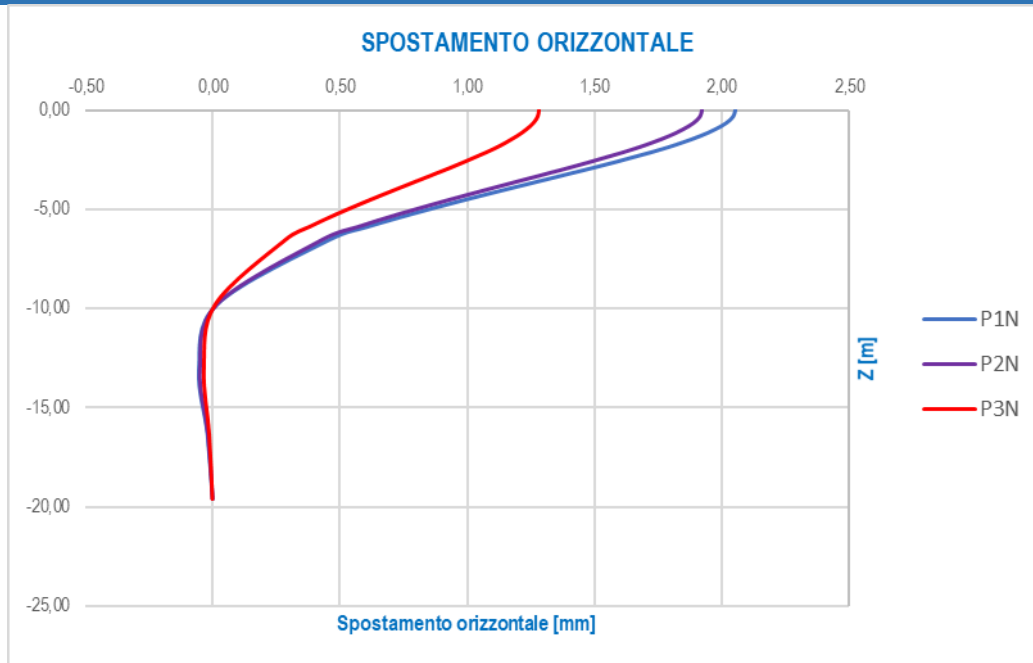
STATO LIMITE ULTIMO - STR											
z/T	z [m]	PILA P1N			PILA P2N			PILA P3N			
		d _{fi} [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]	d _{fi} [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]	d _{fi} [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]	
0,00	0,00	1,42	-426,95	140,73	1,20	-361,17	119,05	0,81	-243,22	80,17	
-0,10	-0,33	1,42	-381,04	140,10	1,20	-322,33	118,51	0,81	-217,07	79,81	
-0,20	-0,65	1,40	-335,63	139,61	1,18	-283,91	118,10	0,80	-191,20	79,53	
-0,30	-0,98	1,37	-290,80	135,09	1,16	-245,99	114,28	0,78	-165,66	76,96	
-0,40	-1,30	1,33	-247,41	130,65	1,12	-209,29	110,52	0,76	-140,94	74,43	
-0,50	-1,63	1,28	-205,98	125,45	1,08	-174,25	106,12	0,73	-117,34	71,46	
-0,60	-1,96	1,22	-165,64	118,96	1,04	-140,12	100,63	0,70	-94,36	67,77	
-0,70	-2,28	1,16	-127,75	111,91	0,98	-108,07	94,66	0,66	-72,78	63,75	
-0,80	-2,61	1,10	-92,29	104,16	0,93	-78,07	88,11	0,63	-52,57	59,33	
-0,90	-2,94	1,03	-59,70	96,00	0,87	-50,51	81,21	0,59	-34,01	54,69	
-1,00	-3,26	0,96	-30,01	87,32	0,81	-25,38	73,87	0,55	-17,09	49,75	
-1,20	-3,91	0,82	21,23	69,52	0,69	17,96	58,81	0,46	12,10	39,61	
-1,40	-4,57	0,68	60,67	51,80	0,57	51,32	43,82	0,39	34,56	29,51	
-1,60	-5,22	0,54	88,87	35,27	0,46	75,18	29,83	0,31	50,63	20,09	
-1,80	-5,87	0,42	106,90	20,36	0,36	90,43	17,22	0,24	60,90	11,60	
-2,00	-6,52	0,32	115,82	7,47	0,27	97,97	6,32	0,18	65,98	4,26	
-3,00	-9,79	0,01	78,10	-19,97	0,01	66,07	-16,89	0,01	44,49	-11,38	
-4,00	-13,05	-0,04	17,93	-17,14	-0,03	15,17	-14,50	-0,02	10,22	-9,77	
-5,00	-16,31	-0,01	-4,05	-1,97	-0,01	-3,43	-1,66	-0,01	-2,31	-1,12	
-6,00	-19,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

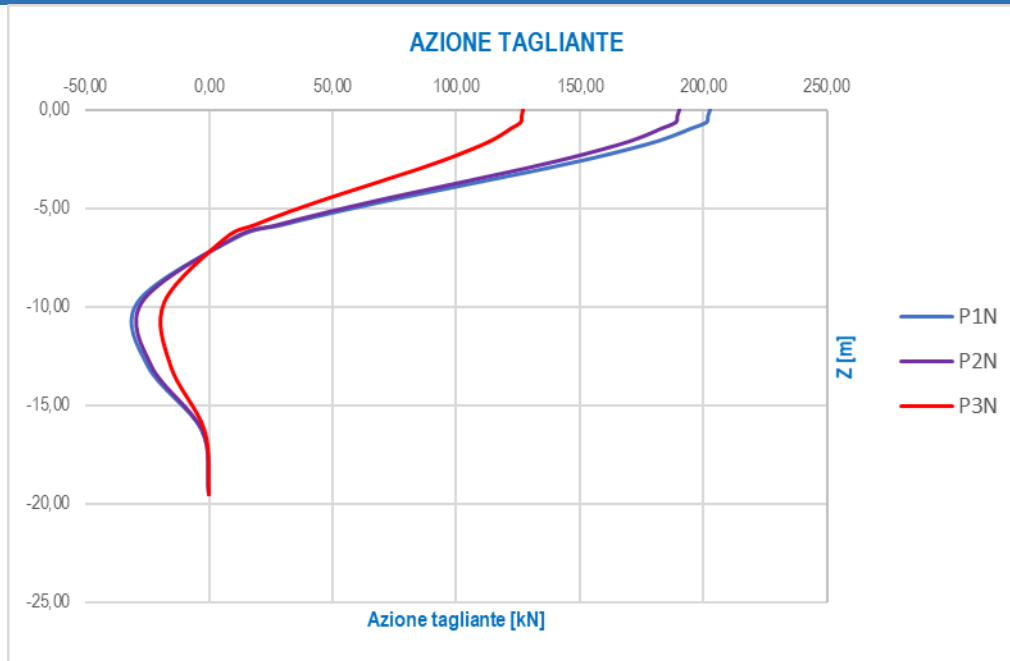




10.14.7.5 Combinazioni di carico allo Stato Limite di salvaguardia della Vita

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA										
z/T	z [m]	PILA P1N			PILA P2N			PILA P3N		
		d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]	d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]	d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]
0,00	0,00	2,05	-615,29	202,81	1,92	-576,53	190,04	1,28	-384,89	126,87
-0,10	-0,33	2,04	-549,13	201,90	1,91	-514,54	189,18	1,28	-343,51	126,30
-0,20	-0,65	2,02	-483,68	201,20	1,89	-453,21	188,52	1,26	-302,56	125,86
-0,30	-0,98	1,97	-419,07	194,69	1,85	-392,68	182,42	1,23	-262,15	121,79
-0,40	-1,30	1,91	-356,55	188,28	1,79	-334,09	176,42	1,20	-223,04	117,78
-0,50	-1,63	1,84	-296,85	180,79	1,73	-278,15	169,40	1,15	-185,69	113,09
-0,60	-1,96	1,76	-238,71	171,44	1,65	-223,67	160,64	1,10	-149,32	107,25
-0,70	-2,28	1,67	-184,11	161,27	1,57	-172,51	151,11	1,05	-115,17	100,88
-0,80	-2,61	1,58	-133,00	150,10	1,48	-124,62	140,65	0,99	-83,20	93,90
-0,90	-2,94	1,48	-86,04	138,35	1,39	-80,62	129,63	0,93	-53,82	86,54
-1,00	-3,26	1,38	-43,24	125,84	1,29	-40,52	117,92	0,86	-27,05	78,72
-1,20	-3,91	1,18	30,60	100,19	1,10	28,67	93,88	0,74	19,14	62,68
-1,40	-4,57	0,97	87,44	74,65	0,91	81,93	69,95	0,61	54,70	46,70
-1,60	-5,22	0,78	128,07	50,83	0,73	120,01	47,62	0,49	80,12	31,79
-1,80	-5,87	0,61	154,06	29,34	0,57	144,36	27,49	0,38	96,37	18,36
-2,00	-6,52	0,46	166,91	10,77	0,43	156,40	10,09	0,29	104,41	6,73
-3,00	-9,79	0,02	112,56	-28,78	0,02	105,47	-26,97	0,01	70,41	-18,00
-4,00	-13,05	-0,05	25,84	-24,70	-0,05	24,21	-23,15	-0,03	16,17	-15,45
-5,00	-16,31	-0,02	-5,84	-2,83	-0,02	-5,47	-2,65	-0,01	-3,65	-1,77
-6,00	-19,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00





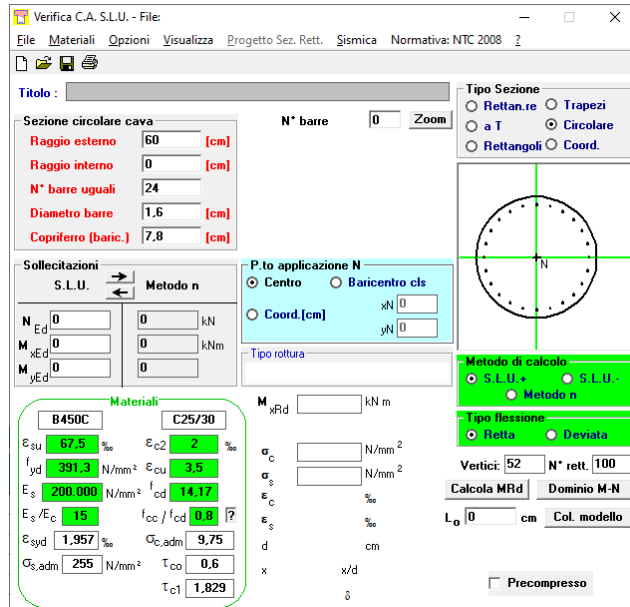
10.14.8 RIEPILOGO DELLA AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO PER LE VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO SUI PALI DI FONDAZIONE					
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	$N_{Sd,max}$ [kN]	$N_{Sd,min}$ [kN]	M_{Sd} [kNm]	$R_{v,Sd,max}$ [kN]
PILA P1N	SLE - QUASI PERMANENTE	2.355,69	1.600,52	-252,39	83,19
	SLE - FREQUENTE	2.914,57	1.529,19	-273,08	90,01
	SLE - CARATTERISTICA	3.221,13	1.402,64	-355,83	117,29
	SLU - STR	4.296,13	1.957,45	-426,95	140,73
	SLV	3.346,20	610,01	-615,29	202,81
PILA P2N	SLE - QUASI PERMANENTE	2.155,57	1.520,51	-214,13	70,58
	SLE - FREQUENTE	2.728,52	1.410,81	-231,50	76,30
	SLE - CARATTERISTICA	3.028,11	1.218,18	-300,97	99,21
	SLU - STR	4.059,37	1.692,83	-361,17	119,05
	SLV	3.128,45	547,63	-576,53	190,04
PILA P3N	SLE - QUASI PERMANENTE	1.807,17	1.474,84	-143,92	47,44
	SLE - FREQUENTE	2.348,12	1.402,68	-155,66	51,31
	SLE - CARATTERISTICA	2.629,39	1.316,21	-202,65	66,80
	SLU - STR	3.535,94	1.786,99	-243,22	80,17
	SLV	2.043,32	1.238,70	-384,89	126,87

10.14.9 VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE - SEZIONE E ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di verifica è circolare con diametro pari a **120 cm**.
L'armatura verticale (armatura di forza) è prevista come segue:

- **24Ø16** disposti a raggiera



L'armatura a taglio è costituita da una spirale Ø10/15. Il copriferro netto minimo è assunto pari a **60 mm**.

10.14.10 VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI									
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	N _{sd} [kN]	M _{sd} [kNm]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} [N/mm ²]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} [N/mm ²]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA
PILA P1N	SLE - QUASI PERMANENTE	2.355,69	-252,39	3,32	11,21	-	360,00	3,37	POSITIVA
		1.600,52	-252,39	2,70	11,21	-	360,00	4,16	POSITIVA
	SLE - FREQUENTE	2.914,57	-273,08	3,90	11,21	-	360,00	2,87	POSITIVA
		1.529,19	-273,08	2,75	11,21	0,29	360,00	4,07	POSITIVA
PILA P1N	SLE - CARATTERISTICA	3.221,13	-355,83	4,60	14,94	-	360,00	3,25	POSITIVA
		1.402,64	-355,83	3,26	14,94	11,99	360,00	4,59	POSITIVA
	SLE - QUASI PERMANENTE	2.155,57	-214,13	2,95	11,21	-	360,00	3,80	POSITIVA
		1.520,51	-214,13	2,42	11,21	-	360,00	4,63	POSITIVA
SLE - FREQUENTE	2.728,52	-231,50	3,52	11,21	-	360,00	3,18	POSITIVA	
	1.410,81	-231,50	2,43	11,21	-	360,00	4,62	POSITIVA	
PILA P1N	SLE - CARATTERISTICA	3.028,11	-300,97	4,15	14,94	-	360,00	3,60	POSITIVA
		1.218,18	-300,97	2,76	14,94	9,24	360,00	5,41	POSITIVA
	SLE - QUASI PERMANENTE	1.807,17	-143,92	2,28	11,21	-	360,00	4,91	POSITIVA
		1.474,84	-143,92	2,01	11,21	-	360,00	5,59	POSITIVA
SLE - FREQUENTE	2.348,12	-155,66	2,80	11,21	-	360,00	4,01	POSITIVA	
	1.316,21	-155,66	1,94	11,21	-	360,00	5,78	POSITIVA	
SLE - CARATTERISTICA	2.629,39	-202,65	3,28	14,94	-	360,00	4,55	POSITIVA	
	1.316,21	-202,65	2,19	14,94	-	360,00	6,82	POSITIVA	

10.14.11 VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI DI FONDAZIONE - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Poiché, per le combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanenti e Frequenti, la sezione risulta sempre compressa, le verifiche allo Stato Limite di limitazione delle tensioni risultano implicitamente soddisfatte.

10.14.12 VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI DI FONDAZIONE - VERICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE SEMPLICE

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE SEMPLICE						
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	N_{Sd} [kN]	M_{Sd} [kNm]	M_{Rd} [kNm]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA
PILA P1N	SLU - STR	4.296,13	-426,95	-2.235,00	5,23	POSITIVA
		1.957,45	-426,95	-1.667,00	3,90	POSITIVA
	SLV	3.346,20	-615,29	-2.041,00	3,32	POSITIVA
		610,01	-615,29	-1.192,00	1,94	POSITIVA
PILA P2N	SLU - STR	4.059,37	-361,17	-2.193,00	6,07	POSITIVA
		1.692,83	-361,17	-1.584,00	4,39	POSITIVA
	SLV	3.128,45	-576,53	-1.991,00	3,45	POSITIVA
		547,63	-576,53	-1.168,00	2,03	POSITIVA
PILA P3N	SLU - STR	3.535,94	-243,22	-2.084,00	8,57	POSITIVA
		1.786,99	-243,22	-1.614,00	6,64	POSITIVA
	SLV	2.043,32	-384,89	-1.694,00	4,40	POSITIVA
		1.238,70	-384,89	-1.428,00	3,71	POSITIVA

10.14.13 VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI DI FONDAZIONE - VERICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO					
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	$R_{V,Sd,max}$ [kN]	V_{Rd} [kN]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA
PILA P1N	SLU - STR	140,73	372,25	2,65	POSITIVA
	SLV	202,81	372,25	1,84	POSITIVA
PILA P2N	SLU - STR	119,05	372,25	3,13	POSITIVA
	SLV	190,04	372,25	1,96	POSITIVA
PILA P3N	SLU - STR	80,17	372,25	4,64	POSITIVA
	SLV	126,87	372,25	2,93	POSITIVA

10.14.14 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE

Per la verifica della capacità portante orizzontale dei pali di fondazione è stato utilizzato il metodo di Broms (1964) per pali lunghi.

La resistenza orizzontale è stata pertanto determinata mediante la seguente relazione:

$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}\right)^2}$$

Dove:

- k_p → coefficiente di spinta passiva del terreno
- γ → peso per unità di volume del terreno
- d → diametro del palo
- M_y → Momento plastico resistente della sezione armata del palo

PORTANZA ORIZZONTALE DEI PALI DI FONDAZIONE - PALO LUNGO

Diametro del palo	D	1,20	[m]
Lunghezza del palo	L	19,00	[m]
Angolo di attrito del terreno (strato più superficiale)	φ	30,50	[°]
Peso per unità di volume del terreno (strato più superficiale)	γ	19,00	[kN/m ³]
Coefficiente di spinta passiva del terreno (strato più superficiale)	k_p	3,06	[-]

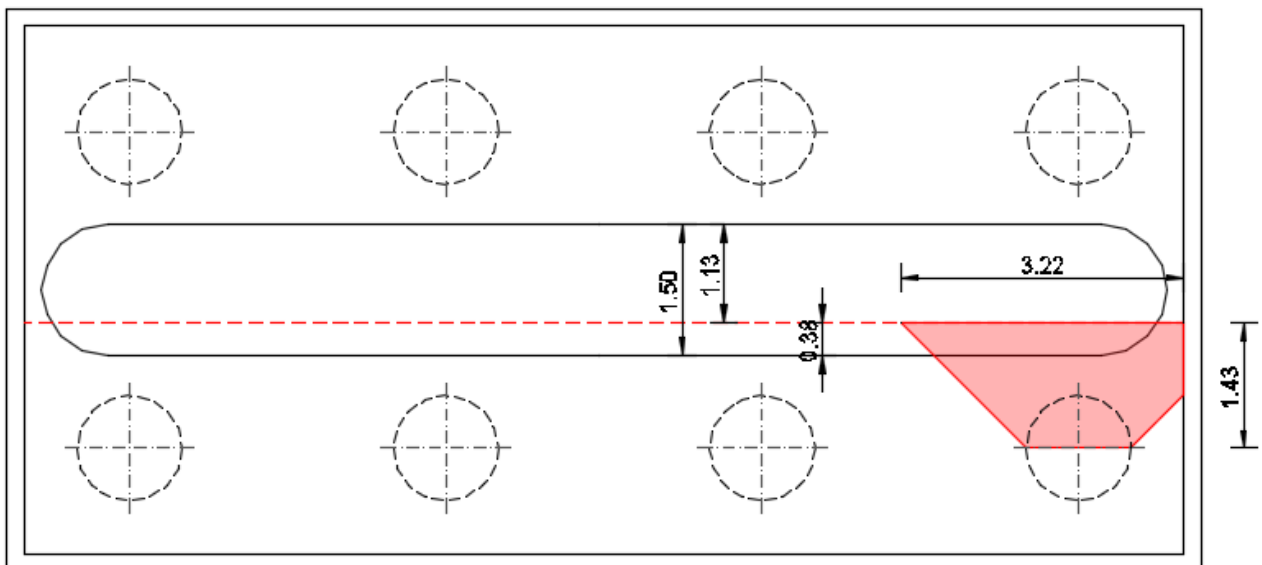
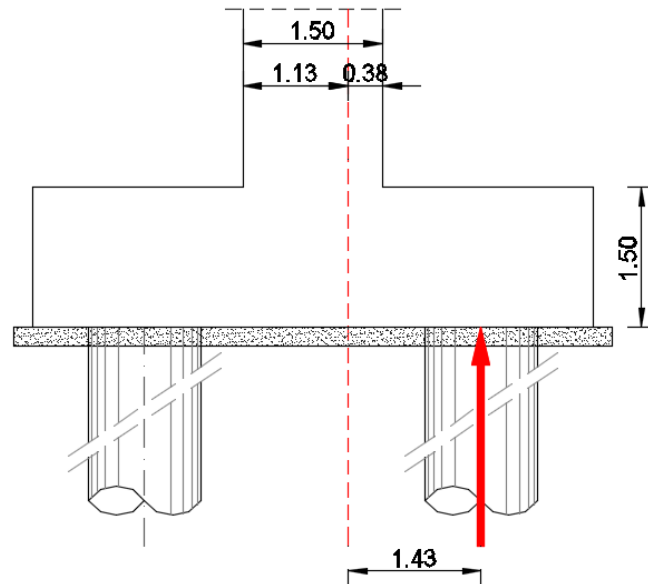
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	$R_{y,Std,mm}$ [kN]	$M_{pl,mm}$ [kNm]	H_{Rk} [kNm]	ξ	γ_R	H_{Rd} [kNm]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA
PILA P1N	SLU - STR	140,73	1.667,00	1.378,75	1,70	1,30	623,87	4,43	POSITIVA
	SLV	202,81	1.192,00	1.102,50	1,70	1,30	498,87	2,46	POSITIVA
PILA P2N	SLU - STR	119,05	1.584,00	1.332,59	1,70	1,30	602,98	5,07	POSITIVA
	SLV	190,04	1.168,00	1.087,65	1,70	1,30	492,15	2,59	POSITIVA
PILA P3N	SLU - STR	80,17	1.614,00	1.349,37	1,70	1,30	610,57	7,62	POSITIVA
	SLV	126,87	1.428,00	1.243,60	1,70	1,30	562,71	4,44	POSITIVA

10.15 VERIFICA STRUTTURALE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

La verifica della zattera di fondazione è stata condotta con il metodo degli stati limite, calcolando la capacità ultima di resistenza dell'elemento strutturale rispetto ai principali meccanismi di collasso individuabili.

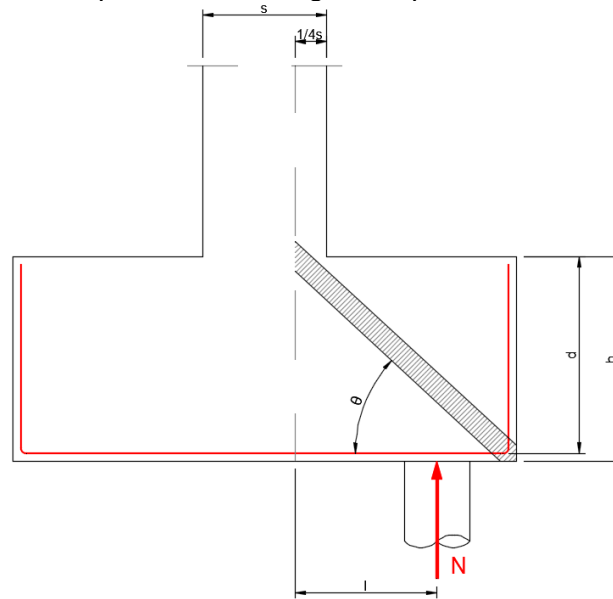
È necessario osservare che, dato il valore dei rapporti altezza – aggetto dalla pila nelle diverse situazioni presenti nel progetto, le mensole da verificare sono di tipo "tozzo". Pertanto, non può essere impiegata la "teoria della trave", ma è più opportuno adottare una schematizzazione a traliccio basata sull'ipotesi di un meccanismo di trasferimento degli sforzi a "tirante di acciaio" – "puntone di cls" che meglio rappresenta il reale andamento delle tensioni all'interno dei materiali costituenti l'elemento.

Per la verifica della fondazione è necessario per prima cosa stabilire la larghezza di zattera di fondazione competente al singolo palo, da assumere per il meccanismo resistente a tirante-puntone. Si ottiene diffondendo il carico trasmesso dal palo secondo delle isostatiche a 45°, ed è pari a **b = 3,22 m**, come mostrato delle immagini successive:



Di seguito si assume quindi un sistema a tirante-puntone isolato dal resto del plinto e di larghezza pari a $b = 3,22 \text{ m}$, nel quale il tirante è costituito da $16\text{Ø}24 + 16 \text{Ø}20$ (Area: $135,21 \text{ cm}^2$). Detta $d = 1,40 \text{ m}$ la distanza del baricentro del tirante inferiore dal lembo compresso superiore ed assumendo quale braccio l della mensola tozza, quello che va dal centro dei pali ad $\frac{1}{4}$ dello spessore del muro in elevazione, e pertanto $l = 1,43 \text{ m}$, si calcola la risultante ultima resistente sull'insieme dei pali di bordo in direzione trasversale.

Lo schema di calcolo a "tirante – puntone" è di seguito esplicato:



Indicando con N_C l'azione normale di compressione sulla biella in calcestruzzo e con N_T l'azione normale di trazione sul tirante inferiore in acciaio, per l'equilibrio verticale si ottiene:

$$N_C \cdot \text{sen}\theta + N = 0 \rightarrow N_C = -\frac{N}{\text{sen}\theta}$$

Per l'equilibrio orizzontale si ottiene:

$$N_C \cdot \text{cos}\theta + N_T = 0 \rightarrow N_T = \frac{N}{\text{cot}\theta}$$

La resistenza dell'armatura costituente il tirante teso si ottiene come:

$$N_{T,Rd} = \frac{N_T}{\text{cot}\theta} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{1}{\text{cot}\theta} \geq N$$

Essendo:

$$\text{cot}\theta = \frac{l}{z} = \frac{l}{0,90 \cdot d}$$

Si ottiene pertanto:

$$N_{T,Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{0,90 \cdot d}{l} \geq N$$

La resistenza della biella compressa in calcestruzzo si ottiene come:

$$N_{C,Rd} = N_C \cdot \text{sen}\theta = 0,20 \cdot d \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \text{sen}\theta \geq N$$

Essendo:

$$\text{sen}\theta = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{l}{0,90 \cdot d}\right)^2\right]^{0,5}}$$

Si ottiene pertanto:

$$N_{C,Rd} = N_C \cdot \sin\theta = 0,20 \cdot d \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{l}{0,90 \cdot d}\right)^2\right]^{0,5}} \geq N$$

Di seguito sono riportate le verifiche del tirante metallico e dalla biella compressa in calcestruzzo per le differenti combinazioni di carico considerate:

SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	b [m]	l [m]	d [m]	A _s [mm ²]	f _y [N/mm ²]	f _c [N/mm ²]	N _{sd} [kN]	N _{T,Rd} [kN]	N _{C,Rd} [kN]	F _{acc,min}
PLA 1N	SLE - QUASI PERMANENTE	3,22	1,43	1,40	13.521,00	360,00	14,94	2.355,69	4.288,90	8.904,97	1,82
	SLE - PERMANENTE	3,22	1,43	1,40	13.521,00	360,00	14,94	2.914,57	4.288,90	8.904,97	1,47
	SLE - CARATTERISTICA	3,22	1,43	1,40	13.521,00	360,00	19,92	3.221,13	4.288,90	11.873,29	1,33
	SLU - STR	3,22	1,43	1,40	13.521,00	391,30	18,81	4.296,13	4.661,85	11.213,66	1,09
	SLV	3,22	1,43	1,40	13.521,00	391,30	18,81	3.346,20	4.661,85	11.213,66	1,39

SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	b [m]	l [m]	d [m]	A _s [mm ²]	f _y [N/mm ²]	f _c [N/mm ²]	N _{sd} [kN]	N _{T,Rd} [kN]	N _{C,Rd} [kN]	F _{acc,min}
PLA 2N	SLE - QUASI PERMANENTE	3,22	1,43	1,40	13.521,00	360,00	14,94	2.155,57	4.288,90	8.904,97	1,99
	SLE - PERMANENTE	3,22	1,43	1,40	13.521,00	360,00	14,94	2.728,52	4.288,90	8.904,97	1,57
	SLE - CARATTERISTICA	3,22	1,43	1,40	13.521,00	360,00	19,92	3.028,11	4.288,90	11.873,29	1,42
	SLU - STR	3,22	1,43	1,40	13.521,00	391,30	18,81	4.059,37	4.661,85	11.213,66	1,15
	SLV	3,22	1,43	1,40	13.521,00	391,30	18,81	3.128,45	4.661,85	11.213,66	1,49

SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	b [m]	l [m]	d [m]	A _s [mm ²]	f _y [N/mm ²]	f _c [N/mm ²]	N _{sd} [kN]	N _{T,Rd} [kN]	N _{C,Rd} [kN]	F _{acc,min}
PLA 3N	SLE - QUASI PERMANENTE	3,22	1,43	1,40	13.521,00	360,00	14,94	1.807,17	4.288,90	8.904,97	2,37
	SLE - PERMANENTE	3,22	1,43	1,40	13.521,00	360,00	14,94	2.348,12	4.288,90	8.904,97	1,83
	SLE - CARATTERISTICA	3,22	1,43	1,40	13.521,00	360,00	19,92	2.629,39	4.288,90	11.873,29	1,63
	SLU - STR	3,22	1,43	1,40	13.521,00	391,30	18,81	3.535,94	4.661,85	11.213,66	1,32
	SLV	3,22	1,43	1,40	13.521,00	391,30	18,81	2.043,32	4.661,85	11.213,66	2,28

Il minimo coefficiente di sicurezza è risultato pari a **1,09**.

11 SPALLE

Le verifiche strutturali e geotecniche delle spalle verranno condotte in corrispondenza della Spalla A, sottostruttura di maggiore altezza e maggiormente sollecitata.

11.1 VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE SUL PARAGHIAIA

A. GEOMETRIA DEL PARAGHIAIA

Spessore del paraghiaia	S_{pg}	0,40	[m]
Altezza massima del paraghiaia	$h_{pg,max}$	2,20	[m]
Altezza minima del paraghiaia	$h_{pg,min}$	1,79	[m]

Le azioni sollecitanti sul paraghiaia verranno valutate, a favore di sicurezza, in corrispondenza dell'altezza massima.

Volume del paraghiaia per unità di lunghezza	V_{pg}	0,88	[m ³ /m]
Peso del paraghiaia per unità di lunghezza	P_{pg}	22,00	[kN/m]
Quota del baricentro del paraghiaia rispetto alla sezione di spiccato	$Y_{G,pg,1}$	1,10	[m]

B. CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI RINTERRO A TERGO DEL PARAGHIAIA

Peso per unità di volume del terreno di rinterro	γ_t	20,00	[kN/m ³]
Angolo di attrito interno del terreno di rinterro	φ	37,00	[°]
Coesione efficace del terreno di rinterro	c	0,00	[kN/m ²]
Coefficiente di spinta a riposo del terreno	k_0	0,398	[-]

C. CARICHI ESTERNI AGENTI SUL PARAGHIAIA

C.1 SPINTA ORIZZONTALE DEL TERRENO DI RINTERRO A TERGO DEL PARAGHIAIA

Spinta orizzontale del terreno di rinterro a tergo del paraghiaia	S_t	19,27	[kN/m]
Momento flettente sulla sezione di spiccato	M_t	14,13	[kNm/m]

C.2 SPINTA ORIZZONTALE DEI CARICHI PERMANENTI A TERGO DEL PARAGHIAIA

Peso per unità di volume della pavimentazione stradale	γ_{pav}	24,00	[kN/m ³]
Spessore medio della pavimentazione stradale	S_{pav}	0,09	[m]
Carico per unità di superficie indotto dal peso proprio della pavimentazione	ρ_{pav}	2,16	[kN/m ²]
Spinta orizzontale della pavimentazione stradale a tergo del paraghiaia	S_{pav}	1,89	[kN/m]
Momento flettente sulla sezione di spiccato	M_{pav}	2,08	[kNm/m]

C.3 SPINTA ORIZZONTALE DEI CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO A TERGO DEL PARAGHIAIA

Carico concentrato da traffico - 1 ^a corsia di carico	Q_{1a}	600,00	[kN]
Carico distribuito da traffico - 1 ^a corsia di carico	q_{1a}	9,00	[kN/m ²]
Lunghezza dell'area di impronta del carico concentrato	a	1,60	[m]
Larghezza dell'area di impronta del carico concentrato	b	2,40	[m]
Angolo di ripartizione verticale del carico concentrato da traffico	α	30,00	[°]
Lunghezza dell'area di impronta ripartita alla base del paraghiaia	a_{diff}	2,87	[m]
Larghezza dell'area di impronta ripartita alla base del paraghiaia	b_{diff}	4,94	[m]
Pressione esercitata dal sovraccarico concentrato in sommità del paraghiaia	ρ_{sup}	156,25	[kN/m ²]
Pressione esercitata dal sovraccarico concentrato alla base del paraghiaia	ρ_{inf}	42,31	[kN/m ²]
Larghezza efficace di ripartizione del carico concentrato	L_{eff}	5,87	[m]
Spinta orizzontale dei carichi accidentali da traffico a tergo del paraghiaia	S_q	58,66	[kN/m]
Momento flettente sulla sezione di spiccato	M_q	69,07	[kNm/m]

C.4 AZIONE DELLA FRENATURA SUL PARAGHIAIA

Carico concentrato da traffico (semiasse)	$0,50 \cdot Q_{1a}$	300,00	[kN]
Carico distribuito da traffico	q_{1a}	9,00	[kN/m ²]
Larghezza della corsia di carico convenzionale	L_c	3,00	[m]
Lunghezza totale dell'impalcato di pertinenza della spalla	L_{pert}	16,50	[m]
Azione orizzontale della frenatura agente su paraghiaia	H_{fr}	404,55	[kN]
Azione normale verticale indotta dalla frenatura ripartita allo spiccato del paraghiaia	$N_{fr,diff}$	40,54	[kN/m]
Azione orizzontale della frenatura ripartita allo spiccato del paraghiaia	$H_{fr,diff}$	54,67	[kN/m]
Momento flettente indotto dalla frenatura ripartito allo spiccato del paraghiaia	$M_{fr,diff}$	120,27	[kNm/m]

D. AZIONE SISMICA SUL PARAGHIAIA (SLV)

 Coefficiente sismico orizzontale k_h **0,068** [1/g]

D.1 INERZIA SISMICA DEL PARAGHIAIA

Peso sismico del paraghiaia	W_{pg}	22,00	[kN/m]
Azione sismica orizzontale del paraghiaia	$H_{S,pg}$	1,50	[kN/m]
Momento flettente allo spiccato del paraghiaia	$M_{S,pg}$	1,65	[kNm/m]

D.2 INERZIA SISMICA DEL TERRENO A TERGO DEL PARAGHIAIA

Profondità del terreno a tergo del paraghiaia soggiacente sulla zattera di fondazione	L_t	3,20	[m]
Volume del terreno a tergo del paraghiaia soggiacente sulla zattera di fondazione	V_t	7,04	[m ³ /m]
Peso sismico del terreno a tergo del paraghiaia	W_t	140,80	[kN/m]
Azione sismica orizzontale del terreno a tergo del paraghiaia	$H_{S,t}$	9,57	[kN/m]
Momento flettente allo spiccato del paraghiaia	$M_{S,t}$	10,53	[kNm/m]

D.3 SOVRASPINTA DINAMICA DEL TERRENO A TERGO DEL PARAGHIAIA

Metodo di analisi		WOOD	
Sovrappinta dinamica del terreno a tergo del paraghiaia	ΔP_t	3,29	[kN/m]
Momento flettente allo spiccato del paraghiaia	$M_S(\Delta P_t)$	3,62	[kNm/m]

E. RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE SULLA SEZIONE DI SPICCATO DEL PARAGHIAIA

CARICO	N [kN/m]	V_L [kN]	V_T [kN]	M_L [kNm]	M_T [kNm]
Peso proprio del paraghiaia	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta del terreno a tergo	0,00	19,27	0,00	14,13	0,00
Spinta dei sovraccarichi permanenti	0,00	1,89	0,00	2,08	0,00
Spinta dei sovraccarichi accidentali a tergo	0,00	58,66	0,00	69,07	0,00
Azione longitudinale della frenatura	40,54	54,67	0,00	120,27	0,00
Azione sismica longitudinale	0,00	14,36	0,00	15,80	0,00

11.2 VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO SUL PARAGHIAIA
11.2.1 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – QUASI PERMANENTI

CARICO	COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE					
	ψ	N_{Sd} [kN/m]	$V_{L,Sd}$ [kN/m]	$V_{T,Sd}$ [kN/m]	$M_{L,Sd}$ [kNm/m]	$M_{T,Sd}$ [kNm/m]
g_1	1,00	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_2	1,00	0,00	19,27	0,00	14,13	0,00
g_3	1,00	0,00	1,89	0,00	2,08	0,00
q_1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22,00	21,16	0,00	16,21	0,00

11.2.2 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – FREQUENTI

CARICO	COMBINAZIONE SLE - FREQUENTE					
	ψ	N_{Sd} [kN/m]	$V_{L,Sd}$ [kN/m]	$V_{T,Sd}$ [kN/m]	$M_{L,Sd}$ [kNm/m]	$M_{T,Sd}$ [kNm/m]
g_1	1,00	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_2	1,00	0,00	19,27	0,00	14,13	0,00
g_3	1,00	0,00	1,89	0,00	2,08	0,00
q_1	0,75	0,00	44,00	0,00	51,80	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22,00	65,16	0,00	66,02	0,00

11.2.3 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – CARATTERISTICHE

CARICO	COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 01						COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 02					
	ψ	N_{Sd} [kN/m]	$V_{L,Sd}$ [kN/m]	$V_{T,Sd}$ [kN/m]	$M_{L,Sd}$ [kNm/m]	$M_{T,Sd}$ [kNm/m]	ψ	N_{Sd} [kN/m]	$V_{L,Sd}$ [kN/m]	$V_{T,Sd}$ [kN/m]	$M_{L,Sd}$ [kNm/m]	$M_{T,Sd}$ [kNm/m]
g_1	1,00	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g_2	1,00	0,00	19,27	0,00	14,13	0,00	1,00	0,00	19,27	0,00	14,13	0,00
g_3	1,00	0,00	1,89	0,00	2,08	0,00	1,00	0,00	1,89	0,00	2,08	0,00
q_1	1,00	0,00	58,66	0,00	69,07	0,00	0,75	0,00	44,00	0,00	51,80	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	40,54	54,67	0,00	120,27	0,00
s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22,00	79,83	0,00	85,28	0,00		62,54	119,83	0,00	188,29	0,00

11.2.4 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE ULTIMO - STR

CARICO	COMBINAZIONE SLU - STR 01						COMBINAZIONE SLU - STR 02					
	Y-ψ	N _{Sd} [kN/m]	V _{L,Sd} [kN/m]	V _{T,Sd} [kN/m]	M _{L,Sd} [kNm/m]	M _{T,Sd} [kNm/m]	Y-ψ	N _{Sd} [kN/m]	V _{L,Sd} [kN/m]	V _{T,Sd} [kN/m]	M _{L,Sd} [kNm/m]	M _{T,Sd} [kNm/m]
g ₁	1,35	29,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	29,70	0,00	0,00	0,00	0,00
g ₂	1,50	0,00	28,91	0,00	21,20	0,00	1,50	0,00	28,91	0,00	21,20	0,00
g ₃	1,50	0,00	2,84	0,00	3,12	0,00	1,50	0,00	2,84	0,00	3,12	0,00
q ₁	1,35	0,00	79,19	0,00	93,24	0,00	1,01	0,00	59,39	0,00	69,93	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	54,73	73,80	0,00	162,37	0,00
s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		29,70	110,94	0,00	117,56	0,00		84,43	164,94	0,00	256,62	0,00

11.2.5 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA

CARICO	COMBINAZIONE SLV					
	Y-ψ	N _{Sd} [kN/m]	V _{L,Sd} [kN/m]	V _{T,Sd} [kN/m]	M _{L,Sd} [kNm/m]	M _{T,Sd} [kNm/m]
g ₁	1,00	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g ₂	1,00	0,00	19,27	0,00	14,13	0,00
g ₃	1,00	0,00	1,89	0,00	2,08	0,00
q ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
f	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
s	1,00	0,00	14,36	0,00	15,80	0,00
		22,00	35,53	0,00	32,01	0,00

11.2.6 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

RIEPILOGO DELLE AZIONI RISULTANTI DI CALCOLO SULLA SEZIONE DI SPICCATO DEL PARAGHIAIA

COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN/m]	V _{L,Sd} [kN/m]	V _{T,Sd} [kN/m]	M _{L,Sd} [kNm/m]	M _{T,Sd} [kNm/m]
SLE - QUASI PERMANENTE	22,00	21,16	0,00	16,21	0,00
SLE - FREQUENTE	22,00	65,16	0,00	68,02	0,00
SLE - CARATTERISTICA 01	22,00	79,83	0,00	85,28	0,00
SLE - CARATTERISTICA 02	62,54	119,83	0,00	188,29	0,00
SLU - STR 01	29,70	110,94	0,00	117,56	0,00
SLU - STR 02	84,43	164,94	0,00	256,62	0,00
SLV	22,00	35,53	0,00	32,01	0,00

11.3 VERIFICHE STRUTTURALI DEL PARAGHIAIA

11.3.1 SEZIONE E ARMATURA DI VERIFICA

La sezione resistente del paraghiaia è assunta rettangolare con base pari a **100 cm** e altezza pari a **40 cm**.

L'armatura verticale è costituita da:

- $\varnothing 24/20 + \varnothing 20/20$ (lato terreno)
- $\varnothing 16/20$ (lato impalcato)

L'armatura a taglio è costituita da spille $\varnothing 12/20 \times 20$. Il copriferro netto minimo è assunto pari a **40 mm**.

11.3.2 STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

11.3.2.1 Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanente

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 22,00$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 16,21$ kNm.

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

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

Titolo: []

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	38,33	33,4
			2	10,05	6

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

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 0 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

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

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

Materiali: B450C C32/40

ϵ_{su} : 67,5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391,3 N/mm² ϵ_{cu} : 3,5 ‰
 E_s : 200.000 N/mm² f_{cd} : 18,81
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0,8
 ϵ_{syd} : 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 12,25
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0,7333
 τ_{c1} : 2,114

σ_c : -0,7592 N/mm²
 σ_s : 12,14 N/mm²
 ϵ_s : 0,06072 ‰
d: 33,4 cm
x: 16,16 x/d: 0,4839
 δ : 1

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

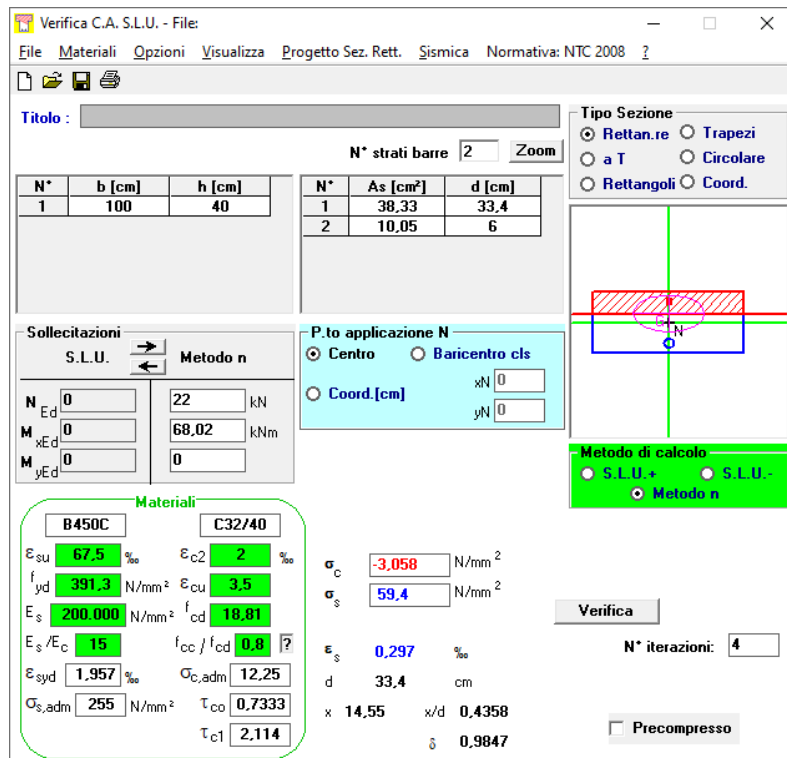
- $\sigma_c = 0,75 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 12,14 \text{ N/mm}^2 < 0,80 \cdot f_{yk} = 360,00 \text{ N/mm}^2$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.3.2.2 Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Frequente

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 22,00$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 68,02$ kNm.



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input fields and tables for structural analysis. The 'Sollecitazioni' (Loads) section shows $N_{Ed} = 0$, $M_{xEd} = 0$, $M_{yEd} = 0$, and $M_{Ed} = 22$ kN. The 'P.to applicazione N' (Point of application of N) section shows 'Centro' selected. The 'Materiali' (Materials) section shows properties for B450C and C32/40, including $f_{yk} = 458$ N/mm² and $f_{cd} = 10,01$ N/mm². The 'Verifica' (Check) section shows $\sigma_c = -3,058$ N/mm² and $\sigma_s = 59,4$ N/mm². The 'N* strati barre' (Number of reinforcement layers) is set to 2. The 'Metodo di calcolo' (Calculation method) is set to 'Metodo n'.

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm ²]	d [cm]
1	100	40	1	38,33	33,4
			2	10,05	6

Material	ϵ_{su} [%]	ϵ_{c2} [%]	σ_c [N/mm ²]	σ_s [N/mm ²]
B450C	67,5	2	-3,058	59,4
C32/40				

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 3,05$ N/mm² < $0,45 \cdot f_{ck} = 14,94$ N/mm²
- $\sigma_s = 59,40$ N/mm² < $0,80 \cdot f_{yk} = 360,00$ N/mm²

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.3.2.3 Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Caratteristica

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 62,54$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = 188,29$ kNm.

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

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

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	38,33	33,4
			2	10,05	6

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

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 62,54 kN
M_{xEd}: 0 188,29 kNm
M_{yEd}: 0 0

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

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

Materiali: B450C C32/40

ϵ_{su}	67,5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰	σ_c	8,47 N/mm²
f_{yd}	391,3 N/mm²	ϵ_{cu}	3,5 ‰	σ_s	164,2 N/mm²
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	10,01	ϵ_s	0,8211 ‰
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8	d	33,4 cm
ϵ_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12,25	x	14,57
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,7333	x/d	0,4362
		τ_{c1}	2,114	δ	0,9852

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 8,47$ N/mm² < $0,60 \cdot f_{ck} = 19,92$ N/mm²
- $\sigma_s = 164,20$ N/mm² < $0,80 \cdot f_{yk} = 360,00$ N/mm²

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.3.3 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

11.3.3.1 Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanente

Geometria della sezione	
Altezza della sezione	h 400 [mm]
Larghezza della sezione	b 1000 [mm]
Altezza utile della sezione	d 334 [mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d' 60 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c 40 [mm]
Armatura tesa ordinaria	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$ 5 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$ 24 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$ 2262 [mm ²]
Armatura tesa di infittimento	
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$ 5 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$ 20 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$ 1571 [mm ²]
Caratteristiche dei materiali	
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck} 33,2 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm} 3,1 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm} 33643 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk} 450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s 210000 [MPa]
DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE	
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s 12,14 [MPa]
Asse neutro della sezione	x 161,6 [mm]
Tipo e durata dei carichi applicati	Lunga
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e 6,24 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s 3833 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$ 165000 [mm ²] $A_{c,eff.2}$ 79467 [mm ²] $A_{c,eff.3}$ 200000 [mm ²] $A_{c,eff.min}$ 79467 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$ 0,04823 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$ 3,1 [MPa]
Fattore di durata del carico	k_t 0,4 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls	
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$ 0,000035 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$ -0,000101 [-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$ 0,000035 [-]
Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s 100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq} 22,18 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$ 255,4545 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1 0,800 [-] k_2 0,500 [-] k_3 3,400 [-] k_4 0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	
	$s_{r,max.1}$ 214 [mm]
	$s_{r,max.2}$ 310 [mm]
	$s_{r,max}$ 214 [mm]
Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$ 0,20 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k 0,01 [mm]

11.3.3.2 Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Frequente

Geometria della sezione

Altezza della sezione	h	400	[mm]
Larghezza della sezione	b	1000	[mm]
Altezza utile della sezione	d	334	[mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d'	60	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	40	[mm]
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$	5	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$	24	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$	2262	[mm ²]
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$	5	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$	20	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$	1571	[mm ²]

Caratteristiche dei materiali

Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck}	33,2	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm}	3,1	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm}	33643	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s	210000	[MPa]

DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	59,4	[MPa]
Asse neutro della sezione	x	145,5	[mm]
Tipo e durata dei carichi applicati		Lunga	
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e	6,24	[-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s	3833	[mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff,1}$	165000	[mm ²]
	$A_{c,eff,2}$	84833	[mm ²]
	$A_{c,eff,3}$	200000	[mm ²]
	$A_{c,eff,min}$	84833	[mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$	0,04518	[-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore di durata del carico	k_t	0,4	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{min}$	0,000170	[-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]_{calc.}$	0,000115	[-]
	$[\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}]$	0,000170	[-]

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	100	[mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	22,18	[mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$	255,4545	[mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1	0,800	[-]
	k_2	0,500	[-]
	k_3	3,400	[-]
	k_4	0,425	[-]

Distanza massima tra le fessure

	$s_{r,max,1}$	219	[mm]
	$s_{r,max,2}$	331	[mm]
	$s_{r,max}$	219	[mm]

Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$	0,30	[mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k	0,04	[mm]

11.3.4 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSOFLESSIONE SEMPLICE

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 84,43$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 256,62$ kNm.

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

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

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	38,33	33,4
			2	10,05	6

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Collecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} 84,43 0 kN
 M_{xEd} 256,62 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

Materiali
B450C **C32/40**
 E_{su} 67,5 ‰ E_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² E_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 E_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
 τ_{c1} 2,114

M_{xRd} 453,9 kNm
 σ_c -18,81 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 9,639 ‰
 d 33,4 cm
 x 8,897 x/d 0,2664
 δ 0,773

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

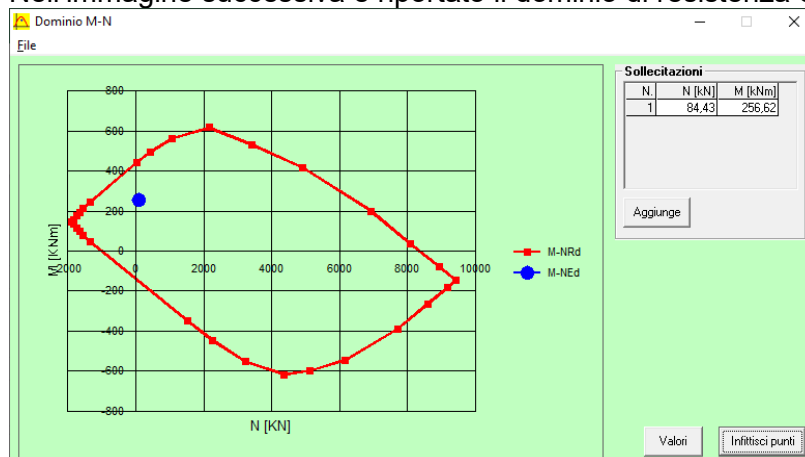
Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso

Il momento resistente risulta pari a:

- $M_{Rd} = 453,90$ kNm < $M_{Sd} = 256,62$ kN

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.3.5 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{sd} = 164,94$ kN.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO
 D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	100,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	40,00	[cm]
Copriferro netto:	c	4,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	36,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	164,94	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	5,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	20,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trasv}	12,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,13	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	28,25	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	100,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	358,16	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	1523,88	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	358,16	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d} / V_{S,d}$	2,17	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

11.4 VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE SUL MURO FRONTALE

A. GEOMETRIA DELLA SPALLA

A.1 PARAGHIAIA

Spessore del paraghiaia	s_{pg}	0,40	[m]
Altezza massima del paraghiaia	$h_{pg,max}$	2,20	[m]
Altezza minima del paraghiaia	$h_{pg,min}$	1,79	[m]
Lunghezza del paraghiaia	L_{pg}	15,50	[m]
Volume totale del paraghiaia	V_{pg}	12,37	[m ³]
Peso totale del paraghiaia	P_{pg}	309,23	[kN]
Distanza del baricentro del paraghiaia rispetto all'asse longitudinale del muro frontal	x_{pg}	0,27	[m]
Distanza del baricentro del paraghiaia rispetto all'asse trasversale del muro frontale	y_{pg}	-1,60	[m]
Quota del baricentro del paraghiaia rispetto allo spiccato del muro frontale	z_{pg}	1,50	[m]

A.2 MURO FRONTALE

Spessore del muro frontale	s_m	2,80	[m]
Altezza del muro frontale	h_m	0,50	[m]
Lunghezza del muro frontale	L_m	15,50	[m]
Volume totale del muro frontale	V_m	21,70	[m ³]
Peso totale del muro frontale	P_m	542,50	[kN]
Distanza del baricentro del muro frontale rispetto all'asse long. del muro frontale	x_m	0,00	[m]
Distanza del baricentro del muro frontale rispetto all'asse trasversale del muro front	y_m	0,00	[m]
Quota del baricentro del muro frontale rispetto allo spiccato del muro frontale	z_m	0,25	[m]
Lunghezza della scalettatura in c.a. - Lato esterno curv a	L_{sm}	8,00	[m]
Altezza della scalettatura in c.a. - Lato esterno curv a	h_{sm}	0,43	[m]
Spessore della scalettatura in c.a. - lato esterno curv a	s_{sm}	2,40	[m]
Volume totale della scalettatura in c.a. - Lato esterno curv a	V_{sm}	8,26	[m ³]
Peso totale della scalettatura in c.a. - Lato esterno curv a	P_{sm}	206,40	[kN]
Distanza del baricentro della scalettatura in c.a. dall'asse long. del muro frontale	x_{sm}	3,75	[m]
Distanza del baricentro della scalettatura in c.a. dall'asse trasversale del muro fron	y_{sm}	0,20	[m]
Quota del baricentro della scalettatura in c.a. rispetto allo spiccato del muro frontale	z_{sm}	0,72	[m]

A.3 MURI LATERALI

Spessore dei muri laterali	s_{ml}	0,75	[m]
Altezza del muro laterale esterno	$h_{ml,ext}$	3,14	[m]
Altezza del muro laterale interno	$h_{ml,int}$	2,29	[m]
Lunghezza del muro laterale esterno	$L_{ml,ext}$	3,20	[m]
Lunghezza del muro laterale interno	$L_{ml,int}$	3,20	[m]
Volume totale del muro laterale esterno	$V_{ml,ext}$	7,54	[m ³]
Peso totale del muro laterale esterno	$P_{ml,ext}$	188,40	[kN]
Volume totale del muro laterale interno	$V_{ml,int}$	5,50	[m ³]
Peso totale del muro laterale interno	$P_{ml,int}$	137,40	[kN]
Distanza del baricentro del muro esterno dall'asse longitudinale del muro frontale	$x_{ml,ext}$	6,88	[m]
Distanza del baricentro del muro esterno dall'asse trasversale del muro frontale	$y_{ml,ext}$	-3,00	[m]
Quota del baricentro del muro esterno rispetto allo spiccato del muro frontale	$z_{ml,ext}$	1,57	[m]
Distanza del baricentro del muro interno dall'asse longitudinale del muro frontale	$x_{ml,int}$	-7,37	[m]
Distanza del baricentro del muro interno dall'asse trasversale del muro frontale	$y_{ml,int}$	-3,00	[m]
Quota del baricentro del muro interno rispetto allo spiccato del muro frontale	$z_{ml,int}$	1,15	[m]

A.4 VELETTE LATERALI ANTERIORI

Numero di velette laterali anteriori	n_v	1	[-]
Spessore delle velette	s_v	0,30	[m]
Lunghezza delle velette	L_v	2,20	[m]
Altezza delle velette	h_v	0,50	[m]
Volume totale delle velette	V_v	0,33	[m ³]
Peso totale delle velette	P_v	8,25	[kN]
Distanza del baricentro delle velette dall'asse longitudinale del muro frontale	x_v	0,00	[m]
Distanza del baricentro delle velette dall'asse trasversale del muro frontale	y_v	-7,60	[m]
Quota del baricentro delle velette rispetto allo spiccato del muro frontale	z_v	0,75	[m]

A.5 ZATTERA DI FONDAZIONE

Larghezza della zattera di fondazione	$L_{1,z}$	6,00	[m]
Lunghezza della zattera di fondazione	$L_{2,z}$	15,50	[m]
Spessore della zattera di fondazione	s_z	1,50	[m]
Volume totale della zattera di fondazione	V_z	139,50	[m ³]
Peso totale della zattera di fondazione	P_z	3.487,50	[kN]

B. CARICHI VERTICALI AL DI SOPRA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE
B.1 TERRENO DI RINTERRO AL DI SOPRA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Peso per unità di volume del terreno al di sopra della zattera di fondazione	γ_t	20,00	[kN/m ³]
Angolo attrito interno del terreno al di sopra della zattera di fondazione	φ	37,00	[°]
Coesione efficace del terreno al di sopra della zattera di fondazione	c	0,00	[kN/m ²]
Altezza media del terreno al di sopra della zattera di fondazione	h_t	2,72	[m]
Larghezza del terreno al di sopra della zattera di fondazione	$L_{1,t}$	3,20	[m]
Lunghezza del terreno al di sopra della zattera di fondazione	$L_{2,t}$	13,50	[m]
Volume totale del terreno al di sopra della zattera di fondazione	V_t	117,29	[m ³]
Peso totale del terreno al di sopra della zattera di fondazione	P_t	2.345,76	[kN]
Distanza del baricentro del volume di terreno dall'asse longitudinale del muro frontale	x_t	-0,25	[m]
Distanza del baricentro del volume di terreno dall'asse trasversale del muro frontale	y_t	-3,00	[m]
Quota del baricentro del volume di terreno rispetto alla base della zattera	z_t	1,36	[m]

B.2 SOVRACCARICHI PERMANENTI AL DI SOPRA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Peso per unità di volume della pavimentazione stradale	γ_{pav}	24,00	[kN/m ³]
Spessore medio della pavimentazione stradale	s_{pav}	0,09	[m]
Carico per unità di superficie indotto dal peso proprio della pavimentazione	ρ_{pav}	2,16	[kN/m ²]
Peso totale della pavimentazione stradale al di sopra della zattera di fondazione	P_t	93,31	[kN]

B.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO AL DI SOPRA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Carichi accidentali da traffico al di sopra della zattera di fondazione	q_{tr}	30,00	[kN/m ²]
Carico verticale totale da traffico al di sopra della zattera di fondazione	Q_{tr}	1.296,00	[kN]

C. SPINTE ORIZZONTALI A TERGO DELLA SPALLA
C.1 SPINTA DEL TERRENO DI RINTERRO A TERGO DELLA SPALLA

Coefficiente di spinta a riposo del terreno	k_0	0,398	[-]
Spinta orizzontale totale del terreno a tergo del muro frontale	S_t	454,94	[kN]
Momento flettente longitudinale allo spiccato del muro frontale	M_t	411,72	[kNm]

C.2 SPINTA DEI SOVRACCARICHI PERMANENTI A TERGO DELLA SPALLA

Spinta orizzontale totale dei sovraccarichi permanenti a tergo del muro frontale	S_{perm}	31,52	[kN]
Momento flettente longitudinale allo spiccato del muro frontale	M_{perm}	42,79	[kNm]

C.2 SPINTA DEI SOVRACCARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO A TERGO DELLA SPALLA

Spinta orizzontale totale dei sovraccarichi accidentali da traffico a tergo del muro fro	S_q	437,83	[kN]
Momento flettente longitudinale allo spiccato del muro frontale	M_q	594,36	[kNm]

D. CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO
D.1 GEOMETRIA DEGLI APPOGGI

Distanza dell'allineamento degli appoggi rispetto all'asse trasversale del muro fronte	y_{app}	0,40	[m]
Ascissa dell'appoggio n.1 rispetto all'asse long. del muro frontale (esterno curva)	x_1	5,00	[m]
Ascissa dell'appoggio n.2 rispetto all'asse long. del muro frontale (centrale esterno)	x_2	1,50	[m]
Ascissa dell'appoggio n.3 rispetto all'asse long. del muro frontale (centrale)	x_3	0,00	[m]
Ascissa dell'appoggio n.4 rispetto all'asse long. del muro frontale (centrale interno)	x_4	-2,00	[m]
Ascissa dell'appoggio n.5 rispetto all'asse long. del muro frontale (interno curva)	x_5	-5,50	[m]
Quota dell'appoggio n.1 rispetto allo spiccato del muro frontale (esterno curva)	z_1	1,35	[m]
Quota dell'appoggio n.1 rispetto allo spiccato del muro frontale (centrale esterno)	z_2	1,13	[m]
Quota dell'appoggio n.1 rispetto allo spiccato del muro frontale (centrale)	z_3	0,00	[m]
Quota dell'appoggio n.1 rispetto allo spiccato del muro frontale (centrale interno)	z_4	0,92	[m]
Quota dell'appoggio n.1 rispetto allo spiccato del muro frontale (interno curva)	z_5	0,70	[m]

D.2 PESI PROPRI STRUTTURALI TRASMESSI DALL'IMPALCATO
D.2.1 PESO PROPRIO DELLA CARPENTERIA METALLICA

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	77,60	-0,80	0,10
Scarichi sull'appoggio n. 2	84,20	-0,80	0,10
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	82,80	-0,70	0,10
Scarichi sull'appoggio n. 5	72,00	-0,70	0,10

Azione normale verticale totale	N_k	316,60	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	-3,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,40	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	123,52	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	-46,89	[kNm]

D.2.1 PESO PROPRIO DELLA SOLETTA SUPERIORE

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	350,70	-3,40	0,30
Scarichi sull'appoggio n. 2	268,20	-2,90	0,30
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	262,60	-2,80	0,30
Scarichi sull'appoggio n. 5	326,40	-3,20	0,30

Azione normale verticale totale	N_k	1.207,90	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	-12,30	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	1,20	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	470,48	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	-163,37	[kNm]

D.2.3 CARICHI PERMANENTI PORTATI

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	214,50	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	77,90	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	77,10	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	200,10	0,00	0,00
Azione normale verticale totale	N_k	569,60	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	227,84	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	-65,40	[kNm]

D.2.4 AZIONE DEL RITIRO

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	-59,60	-10,90	88,50
Scarichi sull'appoggio n. 2	-46,50	-10,30	88,40
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	-48,20	-9,70	88,40
Scarichi sull'appoggio n. 5	-74,20	-9,30	88,30
Azione normale verticale totale	N_k	-228,50	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	-40,20	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	353,60	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	-133,19	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	499,26	[kNm]

D.2.5 AZIONE TERMICA

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	-51,30	-10,70	126,20
Scarichi sull'appoggio n. 2	-47,40	-9,50	126,10
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	-48,30	-8,40	126,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	-65,90	-7,30	125,80
Azione normale verticale totale	N_k	-212,90	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	-35,90	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	504,10	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	-123,18	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	648,29	[kNm]

D.2.6 AZIONE TRASVERSALE DEL VENTO

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	94,70	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	56,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	30,70	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	-5,60	0,00	0,00
Azione normale verticale totale	N_k	175,80	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	70,32	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	526,90	[kNm]

D.2.7 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO - CONDIZIONE DI AZIONE NORMALE VERTICALE MASSIMA

Le azioni sollecitanti in sommità del muro frontale della spalla sono state desunte dal modello di calcolo dell'impalcato.

Azione normale verticale totale	N_k	1.971,09	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	788,44	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	5.659,00	[kNm]

D.2.8 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO - CONDIZIONE DI MASSIMO SBARICENTRAMENTO TRASVERSALE

Le azioni sollecitanti in sommità del muro frontale della spalla sono state desunte dal modello di calcolo dell'impalcato.

Azione normale verticale totale	N_k	1.526,21	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	610,48	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	6.624,82	[kNm]

D.2.9 AZIONE LONGITUDINALE DELLA FRENATURA

Lunghezza complessiva dell'impalcato	L	141,40	[m]
Azione complessiva della frenatura sull'impalcato	H_{fr}	741,78	[kN]
Lunghezza di impalcato di pertinenza della spalla	L_{pert}	16,50	[m]
Azione della frenatura di pertinenza della spalla	$H_{fr,spalla}$	86,56	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	86,56	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	70,98	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	0,00	[kNm]

E. AZIONE SISMICA

Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0,068	[1/g]
----------------------------------	-------	-------	-------

E.1 AZIONE SISMICA TRASMESSA DALL'IMPALCATO ISOLATO

Peso sismico complessivo dell'impalcato di pertinenza della spalla	W_{imp}	2.094,10	[kN]
Periodo di isolamento dell'impalcato	T_{iso}	1,712	[sec]
Accelerazione spettrale corrispondente al periodo di isolamento dell'impalcato	$S_{e,iso}$	0,034	[1/g]
Taglio sismico trasmesso dall'impalcato	H_{imp}	71,20	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	71,20	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	71,20	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	58,38	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	58,38	[kNm]

E.2 AZIONE INERZIALE DEL PARAGHIAIA

Peso sismico del paraghiaia	W_{pg}	309,23	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	309,23	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	309,23	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	464,15	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	464,15	[kNm]

E.3 AZIONE INERZIALE DEL MURO FRONTALE

Peso sismico del muro frontale	W_m	542,50	[kN]
Peso sismico della scalettatura in c.a.	W_{sm}	206,40	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	50,93	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	50,93	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	19,26	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	19,26	[kNm]

E.4 AZIONE INERZIALE DEI MURI LATERALI

Peso sismico del muro laterale esterno	$W_{ml,ext}$	188,40	[kN]
Peso sismico del muro laterale interno	$W_{ml,int}$	137,40	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	22,15	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	22,15	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	30,81	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	30,81	[kNm]

E.5 AZIONE INERZIALE DELLE VELETTE LATERALI ANTERIORI

Peso sismico delle velette laterali anteriori	W_v	8,25	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,56	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,56	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	0,42	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	0,42	[kNm]

E.6 AZIONE INERZIALE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Peso sismico della zattera di fondazione	W_z	0,00	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	0,00	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	0,00	[kNm]

E.7 AZIONE INERZIALE DEL TERRENO AL DI SOPRA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Peso sismico del terreno al di sopra della zattera di fondazione	W_t	2.345,76	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	159,51	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	159,51	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	216,54	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	216,54	[kNm]

E.8 SOVRASPINTA DINAMICA DEL TERRENO A TERGO DELLA SPALLA

Metodo di analisi		WOOD	
Sovraspinta dinamica del terreno a tergo del muro frontale	ΔP_t	77,69	[kN/m]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	77,69	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	58,27	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	0,00	[kNm]

E. RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE

CARICO ELEMENTARE	N _k [kN]	V _{LONG,k} [kN]	V _{TRASV,k} [kN]	M _{LONG,k} [kNm]	M _{TRASV,k} [kNm]
Pesi propri strutturali della spalla	2.590,88	-15,30	1,60	77,82	583,13
Peso del terreno a tergo della spalla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta del terreno a tergo della spalla	0,00	454,94	0,00	411,72	0,00
Carichi permanenti portati	569,60	0,00	0,00	227,84	-65,40
Spinta dei carichi perm. a tergo della spalla	0,00	31,52	0,00	42,79	0,00
Azione del ritiro	-228,50	-40,20	353,60	-133,19	499,26
Carichi accidentali a tergo della spalla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta dei carichi acc. a tergo della spalla	0,00	437,83	0,00	594,36	0,00
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	1.971,09	0,00	0,00	788,44	5.659,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	1.526,21	0,00	0,00	610,48	6.624,82
Azione della frenatura	0,00	86,56	0,00	70,98	0,00
Azione trasversale del vento	175,80	0,00	0,00	70,32	526,90
Azione termica	-212,90	-35,90	504,10	-123,18	648,29
Azione sismica longitudinale	0,00	691,27	0,00	847,83	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	613,58	0,00	789,56

F. RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE PER UNITA' DI LUNGHEZZA

CARICO ELEMENTARE	N _k [kN]	V _{LONG,k} [kN]	V _{TRASV,k} [kN]	M _{LONG,k} [kNm]	M _{TRASV,k} [kNm]
Pesi propri strutturali della spalla	167,15	-0,99	0,00	5,02	0,00
Peso del terreno a tergo della spalla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta del terreno a tergo della spalla	0,00	29,35	0,00	26,56	0,00
Carichi permanenti portati	36,75	0,00	0,00	14,70	0,00
Spinta dei carichi perm. a tergo della spalla	0,00	2,03	0,00	2,76	0,00
Azione del ritiro	-14,74	-2,59	0,00	-8,59	0,00
Carichi accidentali a tergo della spalla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta dei carichi acc. a tergo della spalla	0,00	28,25	0,00	38,35	0,00
Carichi accidentali da traffico - N _{max}	127,17	0,00	0,00	50,87	0,00
Carichi accidentali da traffico - M _{TRASV,max}	98,47	0,00	0,00	39,39	0,00
Azione della frenatura	0,00	5,58	0,00	4,58	0,00
Azione trasversale del vento	11,34	0,00	0,00	4,54	0,00
Azione termica	-13,74	-2,32	0,00	-7,95	0,00
Azione sismica longitudinale	0,00	44,60	0,00	54,70	0,00
Azione sismica trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

11.5 VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO SUL MURO FRONTALE

11.5.1 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO – QUASI PERMANENTI

CARICO	COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 01						COMBINAZIONE SLE - QUASI PERMANENTE 02					
	ψ	N _{sd}	V _{LONG,SD}	V _{TRASV,SD}	M _{LONG,SD}	M _{TRASV,SD}	ψ	N _{sd}	V _{LONG,SD}	V _{TRASV,SD}	M _{LONG,SD}	M _{TRASV,SD}
g ₁	1,00	167,15	-0,99	0,00	5,02	0,00	1,00	167,15	-0,99	0,00	5,02	0,00
g ₂	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
g ₃	1,00	0,00	29,35	0,00	26,56	0,00	1,00	0,00	29,35	0,00	26,56	0,00
g ₄	1,00	36,75	0,00	0,00	14,70	0,00	1,00	36,75	0,00	0,00	14,70	0,00
g ₅	1,00	0,00	2,03	0,00	2,76	0,00	1,00	0,00	2,03	0,00	2,76	0,00
e ₁	1,00	-14,74	-2,59	0,00	-8,59	0,00	1,00	-14,74	-2,59	0,00	-8,59	0,00
q ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q ₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q ₇	0,50	-6,87	-1,16	0,00	-3,97	0,00	-0,50	6,87	1,16	0,00	3,97	0,00
s ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
s ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		162,29	26,65	0,00	36,48	0,00		196,03	28,96	0,00	44,42	0,00

Table with 12 columns: CARICO, psi, Nsd, VLONGsd, VTRASVsd, MLONGsd, MTRASVsd, psi, Nsd, VLONGsd, VTRASVsd, MLONGsd, MTRASVsd. Sub-headers: COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 37 and COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 38.

Table with 12 columns: CARICO, psi, Nsd, VLONGsd, VTRASVsd, MLONGsd, MTRASVsd, psi, Nsd, VLONGsd, VTRASVsd, MLONGsd, MTRASVsd. Sub-headers: COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 39 and COMBINAZIONE SLE - CARATTERISTICA 40.

11.5.4 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE ULTIMO - STR

Table with 12 columns: CARICO, Y-psi, Nsd, VLONGsd, VTRASVsd, MLONGsd, MTRASVsd, Y-psi, Nsd, VLONGsd, VTRASVsd, MLONGsd, MTRASVsd. Sub-headers: COMBINAZIONE SLU - STR 01 and COMBINAZIONE SLU - STR 02.

Table with 12 columns: CARICO, Y-psi, Nsd, VLONGsd, VTRASVsd, MLONGsd, MTRASVsd, Y-psi, Nsd, VLONGsd, VTRASVsd, MLONGsd, MTRASVsd. Sub-headers: COMBINAZIONE SLU - STR 03 and COMBINAZIONE SLU - STR 04.

Table with 12 columns: CARICO, Y-psi, Nsd, VLONGsd, VTRASVsd, MLONGsd, MTRASVsd, Y-psi, Nsd, VLONGsd, VTRASVsd, MLONGsd, MTRASVsd. Sub-headers: COMBINAZIONE SLU - STR 05 and COMBINAZIONE SLU - STR 06.

COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASV,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASV,Sd} [kNm]
SLE - FREQUENTE 06	269,88	50,15	14,70	102,72	0,00
SLE - FREQUENTE 07	277,67	26,65	14,70	74,63	0,00
SLE - FREQUENTE 08	291,40	28,96	14,70	82,57	0,00
SLE - FREQUENTE 09	256,14	26,65	14,70	66,02	0,00
SLE - FREQUENTE 10	269,88	28,96	14,70	73,96	0,00
SLE - FREQUENTE 11	184,56	26,65	14,70	37,38	0,00
SLE - FREQUENTE 12	198,30	28,96	14,70	45,33	0,00
SLE - FREQUENTE 13	180,92	26,41	14,70	35,68	0,00
SLE - FREQUENTE 14	197,40	29,19	14,70	45,22	0,00
SLE - CARATTERISTICA 01	187,72	54,66	-8,59	76,75	0,00
SLE - CARATTERISTICA 02	204,21	57,44	-8,59	86,29	0,00
SLE - CARATTERISTICA 03	314,89	54,66	14,70	127,62	0,00
SLE - CARATTERISTICA 04	331,37	57,44	14,70	137,15	0,00
SLE - CARATTERISTICA 05	286,19	54,66	14,70	116,14	0,00
SLE - CARATTERISTICA 06	302,67	57,44	14,70	125,67	0,00
SLE - CARATTERISTICA 07	314,89	26,41	14,70	89,27	0,00
SLE - CARATTERISTICA 08	331,37	29,19	14,70	98,81	0,00
SLE - CARATTERISTICA 09	286,19	26,41	14,70	77,79	0,00
SLE - CARATTERISTICA 10	302,67	29,19	14,70	87,33	0,00
SLE - CARATTERISTICA 11	187,72	53,18	14,70	71,74	0,00
SLE - CARATTERISTICA 12	204,21	55,96	14,70	81,28	0,00
SLE - CARATTERISTICA 13	283,10	53,18	14,70	109,89	0,00
SLE - CARATTERISTICA 14	299,58	55,96	14,70	119,43	0,00
SLE - CARATTERISTICA 15	261,57	53,18	14,70	101,28	0,00
SLE - CARATTERISTICA 16	278,06	55,96	14,70	110,82	0,00
SLE - CARATTERISTICA 17	283,10	32,00	14,70	81,13	0,00
SLE - CARATTERISTICA 18	299,58	34,78	14,70	90,67	0,00
SLE - CARATTERISTICA 19	261,57	32,00	14,70	72,52	0,00
SLE - CARATTERISTICA 20	278,06	34,78	14,70	82,06	0,00
SLE - CARATTERISTICA 21	192,26	47,60	14,70	68,98	0,00
SLE - CARATTERISTICA 22	208,74	50,38	14,70	78,52	0,00
SLE - CARATTERISTICA 23	287,64	47,60	14,70	107,13	0,00
SLE - CARATTERISTICA 24	304,12	50,38	14,70	116,67	0,00
SLE - CARATTERISTICA 25	266,11	47,60	14,70	98,52	0,00
SLE - CARATTERISTICA 26	282,59	50,38	14,70	108,05	0,00
SLE - CARATTERISTICA 27	287,64	26,41	14,70	78,37	0,00
SLE - CARATTERISTICA 28	304,12	29,19	14,70	87,91	0,00
SLE - CARATTERISTICA 29	266,11	26,41	14,70	69,76	0,00
SLE - CARATTERISTICA 30	282,59	29,19	14,70	79,30	0,00
SLE - CARATTERISTICA 31	182,23	46,67	14,70	63,99	0,00
SLE - CARATTERISTICA 32	209,70	51,31	14,70	79,88	0,00
SLE - CARATTERISTICA 33	277,60	46,67	14,70	102,14	0,00
SLE - CARATTERISTICA 34	305,08	51,31	14,70	118,03	0,00
SLE - CARATTERISTICA 35	256,08	46,67	14,70	93,52	0,00
SLE - CARATTERISTICA 36	283,55	51,31	14,70	109,42	0,00
SLE - CARATTERISTICA 37	277,60	25,49	14,70	73,38	0,00
SLE - CARATTERISTICA 38	305,08	30,12	14,70	89,27	0,00
SLE - CARATTERISTICA 39	256,08	25,49	14,70	64,77	0,00
SLE - CARATTERISTICA 40	283,55	30,12	14,70	80,66	0,00
SLU - STR 01	257,90	78,79	-11,60	110,01	0,00
SLU - STR 02	277,67	82,13	-11,60	121,45	0,00
SLU - STR 03	429,57	78,79	26,79	178,68	0,00
SLU - STR 04	449,35	82,13	26,79	190,12	0,00
SLU - STR 05	390,82	78,79	26,79	163,18	0,00
SLU - STR 06	410,60	82,13	26,79	174,62	0,00

COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	V _{LONG,Sd} [kN]	V _{TRASV,Sd} [kN]	M _{LONG,Sd} [kNm]	M _{TRASV,Sd} [kNm]
SLU - STR 07	429,57	40,66	26,79	126,91	0,00
SLU - STR 08	449,35	44,00	26,79	138,36	0,00
SLU - STR 09	390,82	40,66	26,79	111,41	0,00
SLU - STR 10	410,60	44,00	26,79	122,86	0,00
SLU - STR 11	257,90	76,80	26,79	103,25	0,00
SLU - STR 12	277,67	80,13	26,79	114,69	0,00
SLU - STR 13	386,65	76,80	26,79	154,75	0,00
SLU - STR 14	406,43	80,13	26,79	166,20	0,00
SLU - STR 15	357,59	76,80	26,79	143,13	0,00
SLU - STR 16	377,37	80,13	26,79	154,57	0,00
SLU - STR 17	386,65	48,20	26,79	115,93	0,00
SLU - STR 18	406,43	51,53	26,79	127,37	0,00
SLU - STR 19	357,59	48,20	26,79	104,30	0,00
SLU - STR 20	377,37	51,53	26,79	115,75	0,00
SLU - STR 21	264,70	69,26	26,79	99,79	0,00
SLU - STR 22	284,48	72,60	26,79	111,23	0,00
SLU - STR 23	393,46	69,26	26,79	151,29	0,00
SLU - STR 24	413,24	72,60	26,79	162,74	0,00
SLU - STR 25	364,40	69,26	26,79	139,67	0,00
SLU - STR 26	384,18	72,60	26,79	151,11	0,00
SLU - STR 27	393,46	40,66	26,79	112,47	0,00
SLU - STR 28	413,24	44,00	26,79	123,91	0,00
SLU - STR 29	364,40	40,66	26,79	100,84	0,00
SLU - STR 30	384,18	44,00	26,79	112,29	0,00
SLU - STR 31	251,30	68,15	26,79	93,25	0,00
SLU - STR 32	284,27	73,71	26,79	112,33	0,00
SLU - STR 33	380,06	68,15	26,79	144,76	0,00
SLU - STR 34	413,02	73,71	26,79	163,83	0,00
SLU - STR 35	351,00	68,15	26,79	133,13	0,00
SLU - STR 36	383,96	73,71	26,79	152,20	0,00
SLU - STR 37	380,06	39,55	26,79	105,93	0,00
SLU - STR 38	413,02	45,11	26,79	125,00	0,00
SLU - STR 39	351,00	39,55	26,79	94,31	0,00
SLU - STR 40	383,96	45,11	26,79	113,38	0,00
SLV 01	182,29	71,24	-10,31	91,18	0,00
SLV 02	196,03	73,56	-10,31	99,12	0,00
SLV 03	182,29	40,03	14,70	52,89	0,00
SLV 04	196,03	42,34	14,70	60,83	0,00

11.6 VERIFICHE STRUTTURALI DEL MURO FRONTALE

11.6.1 SEZIONE E ARMATURA DI VERIFICA

La sezione resistente del paraghiaia è assunta rettangolare con base pari a **100 cm** e altezza pari a **280 cm**.

L'armatura verticale è costituita da:

- **Ø24/20 + Ø20/20** (lato terreno)
- **Ø20/20** (lato impalcato)

L'armatura a taglio è costituita da spille **Ø12/40x20**. Il copriferro netto minimo è assunto pari a **40 mm**.

11.6.2 STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

11.6.2.1 Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanente

L'azione normale di calcolo è assunta pari a **N_{Sd} = 196,03 kN**.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a **M_{Sd} = 44,42 kNm**.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a title bar, and a main workspace. The workspace is divided into several sections:

- Titolo:** A text input field.
- N° strati barre:** A dropdown menu set to '2'.
- Tables:** Two tables showing section properties and reinforcement data.

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	280

N°	As [cm²]	d [cm]
1	38,33	273,40
2	15,71	6,2
- Tipo Sezione:** Radio buttons for 'Rettan.re' (selected), 'Trapezi', 'a T', 'Circolare', ' Rettangoli', and 'Coord.'.
- Sollecitazioni:** Radio buttons for 'S.L.U.' and 'Metodo n'. Below are input fields for N_{Ed} (0), M_{xEd} (0), and M_{yEd} (0). To the right, calculated values are shown: N = 196,03 kN, M = 44,42 kNm, and another M = 0.
- P.to applicazione N:** Radio buttons for 'Centro' (selected), 'Baricentro cls', and 'Coord. [cm]'. Below are input fields for xN and yN, both set to 0.
- Metodo di calcolo:** Radio buttons for 'S.L.U. +', 'S.L.U. -', and 'Metodo n' (selected).
- Materiali:** A section for material properties with two columns: B450C and C32/40. Properties include E_{su}, f_{yd}, E_s, E_s/E_c, E_{syd}, σ_{s,adm}, ε_{c2}, ε_{cu}, f_{cd}, f_{cc}/f_{cd}, σ_{c,adm}, τ_{co}, and τ_{c1}.
- Results:** Calculated stress values are shown: σ_c = -0,1021 N/mm² and ε_s = -0,002723 ‰.
- Buttons:** 'Verifica' and 'Precompresso' (unchecked).
- Iterations:** 'N° iterazioni: 0'.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- **σ_c = 0,10 N/mm² < 0,45 · f_{ck} = 14,94 N/mm²**
- **σ_s = - N/mm² (sezione interamente compressa)**

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.6.2.2 Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Frequente

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 291,40$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = 111,33$ kNm.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input fields and tables for structural analysis. The 'Sollecitazioni' (Loads) section shows $N_{Ed} = 291,40$ kN and $M_{sd} = 111,33$ kNm. The 'Materiali' (Materials) section lists properties for B450C and C32/40, including $f_{cd} = 10,01$ N/mm² and $f_{ctd} = 0,8$. The 'Verifica' (Check) section shows $\sigma_c = -0,1843$ N/mm² and $\sigma_s = -0,001778$ ‰. The 'Metodo di calcolo' (Calculation Method) is set to 'Metodo n'.

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm ²]	d [cm]
1	100	280	1	38,33	273,40
			2	15,71	6,2

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

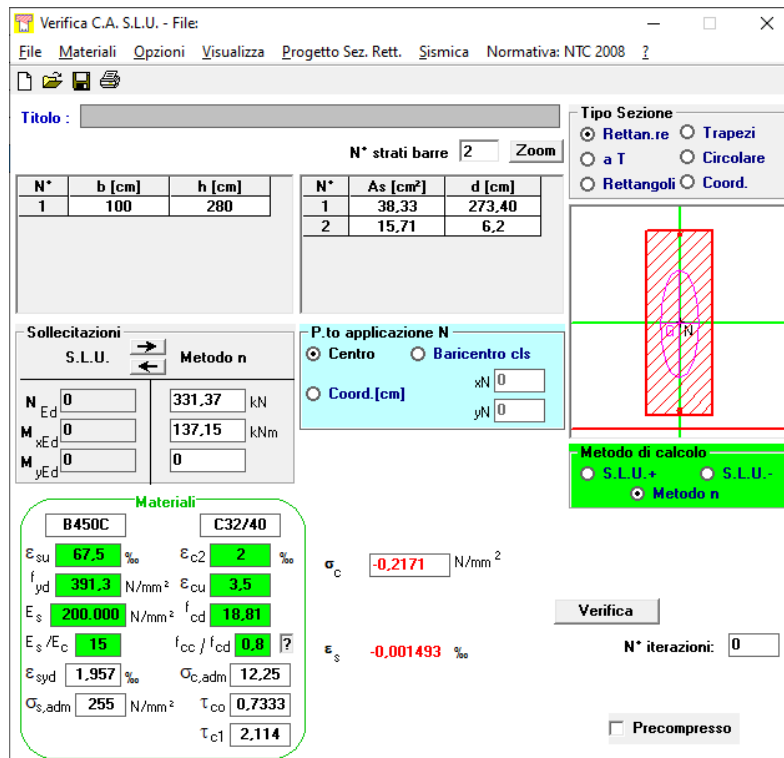
- $\sigma_c = 0,18 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot f_{ck} = 14,94 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = - \text{N/mm}^2$ (sezione interamente compressa)

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.6.2.3 Combinazione allo Stato Limite di Esercizio - Caratteristica

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{Sd} = 331,37$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{Sd} = 137,15$ kNm.



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input fields and tables for structural analysis. The 'Sollecitazioni' (Loads) section shows $N_{Ed} = 0$, $M_{xEd} = 0$, $M_{yEd} = 0$, and applied loads of $331,37$ kN and $137,15$ kNm. The 'Materiali' (Materials) section lists properties for B450C and C32/40, including $E_{su} = 67,5$ ‰, $f_{yd} = 391,3$ N/mm², $E_s = 200.000$ N/mm², $E_s/E_c = 15$, $E_{c2} = 2$ ‰, $E_{cu} = 3,5$, $f_{cd} = 10,01$, $\sigma_c = -0,2171$ N/mm², $\epsilon_s = -0,001493$ ‰, $\sigma_{c,adm} = 12,25$, $\tau_{co} = 0,7333$, and $\tau_{c1} = 2,114$. The 'Metodo di calcolo' (Calculation Method) is set to 'Metodo n'. The 'Verifica' (Check) button is visible, along with 'N° iterazioni: 0' and a 'Precompresso' checkbox.

Le tensioni sui materiali risultano pari a:

- $\sigma_c = 0,21$ N/mm² < $0,60 \cdot f_{ck} = 19,92$ N/mm²
- $\sigma_s = -$ N/mm² (sezione interamente compressa)

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.6.3 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

Poiché, per le combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanenti e Frequenti, la sezione risulta sempre compressa, le verifiche allo Stato Limite di limitazione delle tensioni risultano implicitamente soddisfatte.

11.6.4 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER PRESSOFLESSIONE SEMPLICE

L'azione normale di calcolo è assunta pari a $N_{sd} = 449,35$ kN.

Il momento flettente di calcolo è assunto pari a $M_{sd} = 190,12$ kNm.

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

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

Titolo: _____

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	280	1	38,33	273,40
			2	15,71	6,2

Tipologia Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Collecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 449,35 0 kN
M_{xEd} 190,12 0 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia rottura

Lato acciaio - Acciaio snervato

M_{xRd} 4.636 kNm

Materiali

B450C C32/40

E_{su} 67,5 ‰ E_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² E_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 18,81 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
E_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{c1} 2,114

σ_c -18,81 N/mm²
ε_c 2,795 ‰
ε_s 67,5 ‰
d 273,4 cm
x 10,87 x/d 0,03976
δ 0,7

Metodo di calcolo

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

Tipologia flessione

Retta Deviate

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

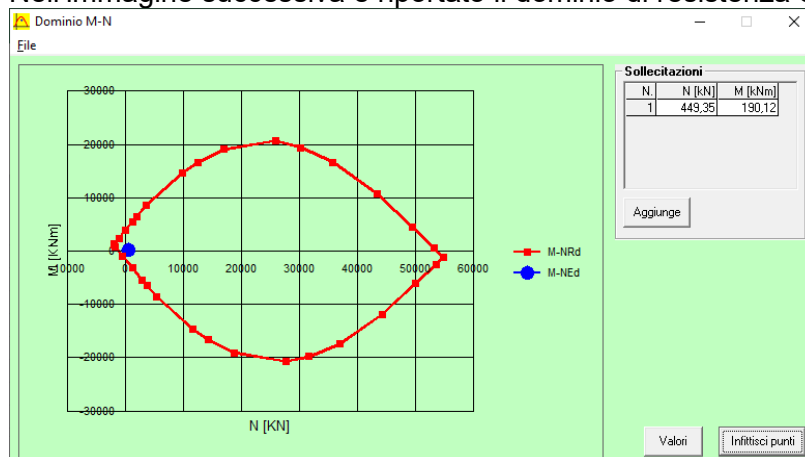
L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Il momento resistente risulta pari a:

- $M_{Rd} = 4.636,00$ kNm < $M_{sd} = 190,12$ kN

Nell'immagine successiva è riportato il dominio di resistenza della sezione:



La verifica risulta pertanto soddisfatta.

11.6.5 VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

 L'azione tagliante di calcolo è assunta pari a $V_{sd} = 82,13$ kN.

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI AL TAGLIO

D.M. 17.01.2018 - CAPITOLO 4.1.2.3.5.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE

Base della sezione trasversale:	b	100,00	[cm]
Altezza della sezione trasversale:	h	280,00	[cm]
Copriferro netto:	c	4,00	[cm]
Altezza utile della sezione:	d	276,00	[cm]

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Classe di resistenza del calcestruzzo:		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione:	R_{ck}	40,00	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:	f_{ck}	33,20	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo a compressione:	f_{cd}	18,81	[N/mm ²]
Tipologia dell'acciaio da armatura:		B450C	
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]
Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo:	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

Azione tagliante di calcolo:	$V_{S,d}$	82,13	[kN]
Azione normale di calcolo:	$N_{S,d}$	0,00	[kN]

ARMATURA TRASVERSALE

Inclinazione dei puntoni di calcestruzzo:	θ	45,00	[°]
Cotangente dell'angolo θ :	$\cot(\theta)$	1,00	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave:	α	90,00	[°]
Numero di bracci dell'armatura trasversale:	n	5,00	
Passo longitudinale delle armature trasversali:	s	40,00	[cm]
Diametro dell'armatura trasversale:	\varnothing_{trasv}	12,00	[mm]
Area della singola barra:	A_{barra}	1,13	[cm ²]
Area totale dell'armatura trasversale:	A_{tot}	14,13	[cm ² /m]

VERIFICA ALLO S.L.U. PER TAGLIO

La resistenza di calcolo a "taglio trazione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.27]:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot [\cot(\alpha) + \cot(\theta)] \cdot \sin(\alpha)$$

La resistenza di calcolo a "taglio compressione" viene valutata mediante la seguente relazione - D.M. 17.01.2018 [4.1.28]:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{[\cot(\alpha) + \cot(\theta)]}{[1 + \cot^2(\theta)]}$$

Larghezza minima della sezione:	b_w	100,00	[cm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo:	f_{yd}	9,41	[N/mm ²]
Tensione media di compressione nella sezione:	σ_{cp}	0,00	[N/mm ²]
Coefficiente maggiorativo α_c :	α_c	1,00	
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO TRAZIONE"	V_{Rsd}	1372,95	[kN]
RESISTENZA DI CALCOLO A "TAGLIO COMPRESSIONE"	V_{Rcd}	11683,08	[kN]
AZIONE TAGLIANTE RESISTENTE DELLA SEZIONE:	$V_{R,d}$	1.372,95	[kN]
COEFFICIENTE DI SICUREZZA:	$F_s = V_{R,d} / V_{S,d}$	16,72	

LA VERIFICA RISULTA POSITIVA.

11.7 VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI CARATTERISTICHE ALLA BASE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

A. GEOMETRIA DELLA SPALLA

A.1 PARAGHIAIA

Spessore del paraghiaia	s_{pg}	0,40	[m]
Altezza massima del paraghiaia	$h_{pg,max}$	2,20	[m]
Altezza minima del paraghiaia	$h_{pg,min}$	1,79	[m]
Lunghezza del paraghiaia	L_{pg}	15,50	[m]
Volume totale del paraghiaia	V_{pg}	12,37	[m ³]
Peso totale del paraghiaia	P_{pg}	309,23	[kN]
Distanza del baricentro del paraghiaia rispetto all'asse longitudinale della zattera	x_{pg}	0,27	[m]
Distanza del baricentro del paraghiaia rispetto all'asse trasversale della zattera	y_{pg}	0,40	[m]
Quota del baricentro del paraghiaia rispetto alla base della zattera	z_{pg}	3,00	[m]

A.2 MURO FRONTALE

Spessore del muro frontale	s_m	2,80	[m]
Altezza del muro frontale	h_m	0,50	[m]
Lunghezza del muro frontale	L_m	15,50	[m]
Volume totale del muro frontale	V_m	21,70	[m ³]
Peso totale del muro frontale	P_m	542,50	[kN]
Distanza del baricentro del muro frontale rispetto all'asse longitudinale della zattera	x_m	0,00	[m]
Distanza del baricentro del muro frontale rispetto all'asse trasversale della zattera	y_m	1,60	[m]
Quota del baricentro del muro frontale rispetto alla base della zattera	z_m	1,75	[m]
Lunghezza della scalettatura in c.a. - Lato esterno curv a	L_{sm}	8,00	[m]
Altezza della scalettatura in c.a. - Lato esterno curv a	h_{sm}	0,43	[m]
Spessore della scalettatura in c.a. - lato esterno curv a	s_{sm}	2,40	[m]
Volume totale della scalettatura in c.a. - Lato esterno curv a	V_{sm}	8,26	[m ³]
Peso totale della scalettatura in c.a. - Lato esterno curv a	P_{sm}	206,40	[kN]
Distanza del baricentro della scalettatura in c.a. dall'asse longitudinale della zattera	x_{sm}	3,75	[m]
Distanza del baricentro della scalettatura in c.a. dall'asse trasversale della zattera	y_{sm}	1,80	[m]
Quota del baricentro della scalettatura in c.a. rispetto alla base della zattera	z_{sm}	2,22	[m]

A.3 MURI LATERALI

Spessore dei muri laterali	s_{ml}	0,75	[m]
Altezza del muro laterale esterno	$h_{ml,ext}$	3,14	[m]
Altezza del muro laterale interno	$h_{ml,int}$	2,29	[m]
Lunghezza del muro laterale esterno	$L_{ml,ext}$	3,20	[m]
Lunghezza del muro laterale interno	$L_{ml,int}$	3,20	[m]
Volume totale del muro laterale esterno	$V_{ml,ext}$	7,54	[m ³]
Peso totale del muro laterale esterno	$P_{ml,ext}$	188,40	[kN]
Volume totale del muro laterale interno	$V_{ml,int}$	5,50	[m ³]
Peso totale del muro laterale interno	$P_{ml,int}$	137,40	[kN]
Distanza del baricentro del muro esterno dall'asse longitudinale della zattera	$x_{ml,ext}$	6,88	[m]
Distanza del baricentro del muro esterno dall'asse trasversale della zattera	$y_{ml,ext}$	-1,40	[m]
Quota del baricentro del muro esterno rispetto alla base della zattera	$z_{ml,ext}$	3,07	[m]
Distanza del baricentro del muro interno dall'asse longitudinale della zattera	$x_{ml,int}$	-7,37	[m]
Distanza del baricentro del muro interno dall'asse trasversale della zattera	$y_{ml,int}$	-1,40	[m]
Quota del baricentro del muro interno rispetto alla base della zattera	$z_{ml,int}$	2,65	[m]

A.4 VELETTE LATERALI ANTERIORI

Numero di velette laterali anteriori	n_v	1	[-]
Spessore delle velette	s_v	0,30	[m]
Lunghezza delle velette	L_v	2,20	[m]
Altezza delle velette	h_v	0,50	[m]
Volume totale delle velette	V_v	0,33	[m ³]
Peso totale delle velette	P_v	8,25	[kN]
Distanza del baricentro delle velette dall'asse longitudinale della zattera	x_v	-7,60	[m]
Distanza del baricentro delle velette dall'asse trasversale della zattera	y_v	1,80	[m]
Quota del baricentro delle velette rispetto alla base della zattera	z_v	2,25	[m]

A.5 ZATTERA DI FONDAZIONE

Larghezza della zattera di fondazione	$L_{1,z}$	6,00	[m]
Lunghezza della zattera di fondazione	$L_{2,z}$	15,50	[m]
Spessore della zattera di fondazione	s_z	1,50	[m]
Volume totale della zattera di fondazione	V_z	139,50	[m ³]
Peso totale della zattera di fondazione	P_z	3.487,50	[kN]

B. CARICHI VERTICALI AL DI SOPRA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE
B.1 TERRENO DI RINTERRO AL DI SOPRA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Peso per unità di volume del terreno al di sopra della zattera di fondazione	γ_t	20,00	[kN/m ³]
Angolo attrito interno del terreno al di sopra della zattera di fondazione	φ	37,00	[°]
Coesione efficace del terreno al di sopra della zattera di fondazione	c	0,00	[kN/m ²]
Altezza media del terreno al di sopra della zattera di fondazione	h_t	2,72	[m]
Larghezza del terreno al di sopra della zattera di fondazione	$L_{1,t}$	3,20	[m]
Lunghezza del terreno al di sopra della zattera di fondazione	$L_{2,t}$	13,50	[m]
Volume totale del terreno al di sopra della zattera di fondazione	V_t	117,29	[m ³]
Peso totale del terreno al di sopra della zattera di fondazione	P_t	2.345,76	[kN]
Distanza del baricentro del volume di terreno dall'asse longitudinale della zattera	x_t	-0,25	[m]
Distanza del baricentro del volume di terreno dall'asse trasversale della zattera	y_t	-1,40	[m]
Quota del baricentro del volume di terreno rispetto alla base della zattera	z_t	2,86	[m]

B.2 SOVRACCARICHI PERMANENTI AL DI SOPRA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Peso per unità di volume della pavimentazione stradale	γ_{pav}	24,00	[kN/m ³]
Spessore medio della pavimentazione stradale	s_{pav}	0,09	[m]
Carico per unità di superficie indotto dal peso proprio della pavimentazione	ρ_{pav}	2,16	[kN/m ²]
Peso totale della pavimentazione stradale al di sopra della zattera di fondazione	P_t	93,31	[kN]

B.3 SOVRACCARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO AL DI SOPRA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Carichi accidentali da traffico al di sopra della zattera di fondazione	q_{tr}	30,00	[kN/m ²]
Carico verticale totale da traffico al di sopra della zattera di fondazione	Q_{tr}	1.296,00	[kN]

C. SPINTE ORIZZONTALI A TERGO DELLA SPALLA
C.1 SPINTA DEL TERRENO DI RINTERRO A TERGO DELLA SPALLA

Coefficiente di spinta a riposo del terreno	k_0	0,398	[-]
Spinta orizzontale totale del terreno a tergo della spalla	S_t	1.096,51	[kN]
Momento flettente longitudinale alla base della zattera di fondazione	M_t	1.540,59	[kNm]

C.2 SPINTA DEI SOVRACCARICHI PERMANENTI A TERGO DELLA SPALLA

Spinta orizzontale totale dei sovraccarichi permanenti a tergo della spalla	S_{perm}	48,94	[kN]
Momento flettente longitudinale alla base della zattera di fondazione	M_{perm}	103,14	[kNm]

C.2 SPINTA DEI SOVRACCARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO A TERGO DELLA SPALLA

Spinta orizzontale totale dei sovraccarichi accidentali da traffico a tergo della spalla	S_q	679,73	[kN]
Momento flettente longitudinale alla base della zattera di fondazione	M_q	1.432,53	[kNm]

D. CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO

D.1 GEOMETRIA DEGLI APPOGGI

Distanza dell'allineamento degli appoggi rispetto all'asse trasversale della zattera	y_{app}	2,00	[m]
Ascissa dell'appoggio n.1 rispetto all'asse longitudinale della zattera (esterno curva)	x_1	5,00	[m]
Ascissa dell'appoggio n.2 rispetto all'asse longitudinale della zattera (centrale esterno)	x_2	1,50	[m]
Ascissa dell'appoggio n.3 rispetto all'asse longitudinale della zattera (centrale)	x_3	0,00	[m]
Ascissa dell'appoggio n.4 rispetto all'asse longitudinale della zattera (centrale interno)	x_4	-2,00	[m]
Ascissa dell'appoggio n.5 rispetto all'asse longitudinale della zattera (interno curva)	x_5	-5,50	[m]
Quota dell'appoggio n.1 rispetto alla base della zattera (esterno curva)	z_1	2,85	[m]
Quota dell'appoggio n.1 rispetto alla base della zattera (centrale esterno)	z_2	2,63	[m]
Quota dell'appoggio n.1 rispetto alla base della zattera (centrale)	z_3	0,00	[m]
Quota dell'appoggio n.1 rispetto alla base della zattera (centrale interno)	z_4	2,42	[m]
Quota dell'appoggio n.1 rispetto alla base della zattera (interno curva)	z_5	2,20	[m]

D.2 PESI PROPRI STRUTTURALI TRASMESSI DALL'IMPALCATO

D.2.1 PESO PROPRIO DELLA CARPENTERIA METALLICA

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	77,60	-0,80	0,10
Scarichi sull'appoggio n. 2	84,20	-0,80	0,10
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	82,80	-0,70	0,10
Scarichi sull'appoggio n. 5	72,00	-0,70	0,10

Azione normale verticale totale	N_k	316,60	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	-3,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,40	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	625,58	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	-46,29	[kNm]

D.2.1 PESO PROPRIO DELLA SOLETTA SUPERIORE

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	350,70	-3,40	0,30
Scarichi sull'appoggio n. 2	268,20	-2,90	0,30
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	262,60	-2,80	0,30
Scarichi sull'appoggio n. 5	326,40	-3,20	0,30

Azione normale verticale totale	N_k	1.207,90	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	-12,30	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	1,20	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	2.384,67	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	-161,57	[kNm]

D.2.3 CARICHI PERMANENTI PORTATI

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	214,50	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	77,90	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	77,10	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	200,10	0,00	0,00
Azione normale verticale totale	N_k	569,60	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	1.139,20	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	-65,40	[kNm]

D.2.4 AZIONE DEL RITIRO

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	-59,60	-10,90	88,50
Scarichi sull'appoggio n. 2	-46,50	-10,30	88,40
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	-48,20	-9,70	88,40
Scarichi sull'appoggio n. 5	-74,20	-9,30	88,30
Azione normale verticale totale	N_k	-228,50	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	-40,20	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	353,60	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	-559,09	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	1.029,66	[kNm]

D.2.5 AZIONE TERMICA

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	-51,30	-10,70	126,20
Scarichi sull'appoggio n. 2	-47,40	-9,50	126,10
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	-48,30	-8,40	126,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	-65,90	-7,30	125,80
Azione normale verticale totale	N_k	-212,90	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	-35,90	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	504,10	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	-517,67	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	1.404,44	[kNm]

D.2.6 AZIONE TRASVERSALE DEL VENTO

APPOGGIO	N_k [kN]	$V_{LONG,k}$ [kN]	$V_{TRASV,k}$ [kN]
Scarichi sull'appoggio n. 1	94,70	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 2	56,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 3	0,00	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 4	30,70	0,00	0,00
Scarichi sull'appoggio n. 5	-5,60	0,00	0,00
Azione normale verticale totale	N_k	175,80	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	351,60	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	526,90	[kNm]

D.2.7 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO - CONDIZIONE DI AZIONE NORMALE VERTICALE MASSIMA

Le azioni sollecitanti in sommità del muro frontale della spalla sono state desunte dal modello di calcolo dell'impalcato.

Azione normale verticale totale	N_k	1.971,09	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	3.942,18	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	5.659,00	[kNm]

D.2.8 CARICHI ACCIDENTALI DA TRAFFICO - CONDIZIONE DI MASSIMO SBARICENTRAMENTO TRASVERSALE

Le azioni sollecitanti in sommità del muro frontale della spalla sono state desunte dal modello di calcolo dell'impalcato.

Azione normale verticale totale	N_k	1.526,21	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,00	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	3.052,42	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	6.624,82	[kNm]

D.2.9 AZIONE LONGITUDINALE DELLA FRENATURA

Lunghezza complessiva dell'impalcato	L	141,40	[m]
Azione complessiva della frenatura sull'impalcato	H_{fr}	741,78	[kN]
Lunghezza di impalcato di pertinenza della spalla	L_{pert}	16,50	[m]
Azione della frenatura di pertinenza della spalla	$H_{fr,spalla}$	86,56	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	86,56	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	174,85	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	0,00	[kNm]

E. AZIONE SISMICA

Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0,068	[1/g]
----------------------------------	-------	-------	-------

E.1 AZIONE SISMICA TRASMESSA DALL'IMPALCATO ISOLATO

Peso sismico complessivo dell'impalcato di pertinenza della spalla	W_{imp}	2.094,10	[kN]
Periodo di isolamento dell'impalcato	T_{iso}	1,712	[sec]
Accelerazione spettrale corrispondente al periodo di isolamento dell'impalcato	$S_{e,iso}$	0,034	[1/g]
Taglio sismico trasmesso dall'impalcato	H_{imp}	71,20	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	71,20	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	71,20	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	143,82	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	143,82	[kNm]

E.2 AZIONE INERZIALE DEL PARAGHIAIA

Peso sismico del paraghiaia	W_{pg}	309,23	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	309,23	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	309,23	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	927,99	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	927,99	[kNm]

E.3 AZIONE INERZIALE DEL MURO FRONTALE

Peso sismico del muro frontale	W_m	542,50	[kN]
Peso sismico della scalettatura in c.a.	W_{sm}	206,40	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	50,93	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	50,93	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	95,65	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	95,65	[kNm]

E.4 AZIONE INERZIALE DEI MURI LATERALI

Peso sismico del muro laterale esterno	$W_{ml,ext}$	188,40	[kN]
Peso sismico del muro laterale interno	$W_{ml,int}$	137,40	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	22,15	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	22,15	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	64,04	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	64,04	[kNm]

E.5 AZIONE INERZIALE DELLE VELETTE LATERALI ANTERIORI

Peso sismico delle velette laterali anteriori	W_v	8,25	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	0,56	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,56	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	1,26	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	1,26	[kNm]

E.6 AZIONE INERZIALE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Peso sismico della zattera di fondazione	W_z	3.487,50	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	237,15	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	237,15	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	177,86	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	177,86	[kNm]

E.7 AZIONE INERZIALE DEL TERRENO AL DI SOPRA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

Peso sismico del terreno al di sopra della zattera di fondazione	W_t	2.345,76	[kN]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	159,51	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	159,51	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	455,80	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	455,80	[kNm]

E.8 SOVRASPINTA DINAMICA DEL TERRENO A TERGO DELLA SPALLA

Metodo di analisi		WOOD	
Sovrappinta dinamica del terreno a tergo del paraghiaia	ΔP_t	187,26	[kN/m]
Azione normale verticale totale	N_k	0,00	[kN]
Azione tagliante longitudinale totale	$V_{LONG,k}$	187,26	[kN]
Azione tagliante trasversale totale	$V_{TRASV,k}$	0,00	[kN]
Momento flettente longitudinale totale	$M_{LONG,k}$	394,64	[kNm]
Momento flettente trasversale totale	$M_{TRASV,k}$	0,00	[kNm]

11.8.5 COMBINAZIONI ALLO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA

CARICO	COMBINAZIONE SLV 01						COMBINAZIONE SLV 02									
	Y-ψ	N _{Sd}	V _{LONG,Sd}	V _{TRASV,Sd}	M _{LONG,Sd}	M _{TRASV,Sd}	Y-ψ	N _{Sd}	V _{LONG,Sd}	V _{TRASV,Sd}	M _{LONG,Sd}	M _{TRASV,Sd}				
g ₁	1,00	6.404,18	-15,30	1,60	3.932,19	869,08	1,00	6.404,18	-15,30	1,60	3.932,19	869,08				
g ₂	1,00	2.345,76	0,00	0,00	-3.284,06	-586,44	1,00	2.345,76	0,00	0,00	-3.284,06	-586,44				
g ₃	1,00	0,00	1.096,51	0,00	1.540,59	0,00	1,00	0,00	1.096,51	0,00	1.540,59	0,00				
g ₄	1,00	662,91	0,00	0,00	1.008,56	-65,40	1,00	662,91	0,00	0,00	1.008,56	-65,40				
g ₅	1,00	0,00	48,94	-670,91	103,14	0,00	1,00	0,00	48,94	-670,91	103,14	0,00				
e ₁	1,00	-228,50	-40,20	353,60	-559,09	1.029,66	1,00	-228,50	-40,20	353,60	-559,09	1.029,66				
q ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₇	0,50	-106,45	-17,95	252,05	-258,83	702,22	-0,50	106,45	17,95	-252,05	258,83	-702,22				
s ₁	1,00	0,00	1.037,98	0,00	2.261,07	0,00	1,00	0,00	1.037,98	0,00	2.261,07	0,00				
s ₂	0,30	0,00	0,00	255,22	0,00	559,93	0,30	0,00	0,00	255,22	0,00	559,93				
9.077,90						2.109,98	191,56	4.743,57	2.509,04	9.290,80			2.145,88	-312,54	5.261,24	1.104,60

CARICO	COMBINAZIONE SLV 03						COMBINAZIONE SLV 04									
	Y-ψ	N _{Sd}	V _{LONG,Sd}	V _{TRASV,Sd}	M _{LONG,Sd}	M _{TRASV,Sd}	Y-ψ	N _{Sd}	V _{LONG,Sd}	V _{TRASV,Sd}	M _{LONG,Sd}	M _{TRASV,Sd}				
g ₁	1,00	6.404,18	-15,30	1,60	3.932,19	869,08	1,00	6.404,18	-15,30	1,60	3.932,19	869,08				
g ₂	1,00	2.345,76	0,00	0,00	-3.284,06	-586,44	1,00	2.345,76	0,00	0,00	-3.284,06	-586,44				
g ₃	1,00	0,00	1.096,51	0,00	1.540,59	0,00	1,00	0,00	1.096,51	0,00	1.540,59	0,00				
g ₄	1,00	662,91	0,00	0,00	1.008,56	-65,40	1,00	662,91	0,00	0,00	1.008,56	-65,40				
g ₅	1,00	0,00	48,94	1.008,56	103,14	0,00	1,00	0,00	48,94	1.008,56	103,14	0,00				
e ₁	1,00	-228,50	-40,20	353,60	-559,09	1.029,66	1,00	-228,50	-40,20	353,60	-559,09	1.029,66				
q ₁	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₆	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
q ₇	0,50	-106,45	-17,95	252,05	-258,83	702,22	-0,50	106,45	17,95	-252,05	258,83	-702,22				
s ₁	0,30	0,00	311,39	0,00	678,32	0,00	0,30	0,00	311,39	0,00	678,32	0,00				
s ₂	1,00	0,00	0,00	850,73	0,00	1.866,43	1,00	0,00	0,00	850,73	0,00	1.866,43				
9.077,90						1.383,39	2.466,54	3.160,82	3.815,54	9.290,80			1.419,29	1.962,44	3.678,49	2.411,10

11.8.6 RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA					
COMBINAZIONE	N _{Sd}	V _{LONG,Sd}	V _{TRASV,Sd}	M _{LONG,Sd}	M _{TRASV,Sd}
SLE - QUASI PERMANENTE 01	9.077,90	1.072,00	607,25	2.482,50	1.949,12
SLE - QUASI PERMANENTE 02	9.290,80	1.107,90	103,15	3.000,17	544,67
SLE - FREQUENTE 01	10.049,90	1.581,80	48,16	2.196,10	1.949,12
SLE - FREQUENTE 02	10.262,80	1.617,70	-455,94	2.713,77	544,67
SLE - FREQUENTE 03	11.528,21	1.581,80	1.615,81	5.152,74	6.193,37
SLE - FREQUENTE 04	11.741,11	1.617,70	1.111,71	5.670,41	4.788,92
SLE - FREQUENTE 05	11.194,55	1.581,80	1.615,81	4.485,42	6.917,73
SLE - FREQUENTE 06	11.407,45	1.617,70	1.111,71	5.003,09	5.513,29
SLE - FREQUENTE 07	10.556,21	1.072,00	1.615,81	5.439,14	6.193,37
SLE - FREQUENTE 08	10.769,11	1.107,90	1.111,71	5.956,81	4.788,92
SLE - FREQUENTE 09	10.222,55	1.072,00	1.615,81	4.771,82	6.917,73
SLE - FREQUENTE 10	10.435,45	1.107,90	1.111,71	5.289,49	5.513,29
SLE - FREQUENTE 11	9.113,06	1.072,00	1.615,81	2.552,82	2.054,50
SLE - FREQUENTE 12	9.325,96	1.107,90	1.111,71	3.070,49	650,05
SLE - FREQUENTE 13	9.056,61	1.068,41	1.666,22	2.430,74	2.089,56
SLE - FREQUENTE 14	9.312,09	1.111,49	1.061,30	3.051,94	404,23
SLE - CARATTERISTICA 01	10.458,09	1.748,14	98,57	2.259,83	2.405,70
SLE - CARATTERISTICA 02	10.713,57	1.791,22	-506,35	2.881,03	720,37
SLE - CARATTERISTICA 03	12.429,18	1.748,14	1.666,22	6.202,01	8.064,70
SLE - CARATTERISTICA 04	12.684,66	1.791,22	1.061,30	6.823,21	6.379,37
SLE - CARATTERISTICA 05	11.984,30	1.748,14	1.666,22	5.312,25	9.030,52
SLE - CARATTERISTICA 06	12.239,78	1.791,22	1.061,30	5.933,45	7.345,19
SLE - CARATTERISTICA 07	11.133,18	1.068,41	1.666,22	6.583,88	8.064,70
SLE - CARATTERISTICA 08	11.388,66	1.111,49	1.061,30	7.205,08	6.379,37
SLE - CARATTERISTICA 09	10.688,30	1.068,41	1.666,22	5.694,12	9.030,52
SLE - CARATTERISTICA 10	10.943,78	1.111,49	1.061,30	6.315,32	7.345,19
SLE - CARATTERISTICA 11	10.134,09	1.664,77	1.666,22	2.530,14	2.405,70
SLE - CARATTERISTICA 12	10.389,57	1.707,85	1.061,30	3.151,35	720,37

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA

COMBINAZIONE	N _{s,d}	V _{LONG,S,d}	V _{TRASV,S,d}	M _{LONG,S,d}	M _{TRASV,S,d}
SLE - CARATTERISTICA 13	11.612,40	1.664,77	1.666,22	5.486,78	6.649,95
SLE - CARATTERISTICA 14	11.867,88	1.707,85	1.061,30	6.107,98	4.964,62
SLE - CARATTERISTICA 15	11.278,74	1.664,77	1.666,22	4.819,46	7.374,32
SLE - CARATTERISTICA 16	11.534,22	1.707,85	1.061,30	5.440,66	5.688,98
SLE - CARATTERISTICA 17	10.640,40	1.154,97	1.666,22	5.773,18	6.649,95
SLE - CARATTERISTICA 18	10.895,88	1.198,05	1.061,30	6.394,38	4.964,62
SLE - CARATTERISTICA 19	10.306,74	1.154,97	1.666,22	5.105,86	7.374,32
SLE - CARATTERISTICA 20	10.562,22	1.198,05	1.061,30	5.727,06	5.688,98
SLE - CARATTERISTICA 21	10.204,41	1.578,21	1.666,22	2.495,94	2.616,46
SLE - CARATTERISTICA 22	10.459,89	1.621,29	1.061,30	3.117,14	931,13
SLE - CARATTERISTICA 23	11.682,72	1.578,21	1.666,22	5.452,57	6.860,71
SLE - CARATTERISTICA 24	11.938,20	1.621,29	1.061,30	6.073,77	5.175,38
SLE - CARATTERISTICA 25	11.349,06	1.578,21	1.666,22	4.785,25	7.585,08
SLE - CARATTERISTICA 26	11.604,54	1.621,29	1.061,30	5.406,45	5.899,74
SLE - CARATTERISTICA 27	10.710,72	1.068,41	1.666,22	5.738,97	6.860,71
SLE - CARATTERISTICA 28	10.966,20	1.111,49	1.061,30	6.360,17	5.175,38
SLE - CARATTERISTICA 29	10.377,06	1.068,41	1.666,22	5.071,65	7.585,08
SLE - CARATTERISTICA 30	10.632,54	1.111,49	1.061,30	5.692,85	5.899,74
SLE - CARATTERISTICA 31	10.048,93	1.563,85	1.867,86	2.148,23	2.967,48
SLE - CARATTERISTICA 32	10.474,73	1.635,65	859,66	3.183,56	158,59
SLE - CARATTERISTICA 33	11.527,24	1.563,85	1.867,86	5.104,86	7.211,73
SLE - CARATTERISTICA 34	11.953,04	1.635,65	859,66	6.140,20	4.402,84
SLE - CARATTERISTICA 35	11.193,58	1.563,85	1.867,86	4.437,54	7.936,09
SLE - CARATTERISTICA 36	11.619,38	1.635,65	859,66	5.472,88	5.127,21
SLE - CARATTERISTICA 37	10.555,24	1.054,05	1.867,86	5.391,26	7.211,73
SLE - CARATTERISTICA 38	10.981,04	1.125,85	859,66	6.426,60	4.402,84
SLE - CARATTERISTICA 39	10.221,58	1.054,05	1.867,86	4.723,94	7.936,09
SLE - CARATTERISTICA 40	10.647,38	1.125,85	859,66	5.759,28	5.127,21
SLU - STR 01	14.539,54	2.533,73	34,66	2.951,35	2.926,30
SLU - STR 02	14.846,12	2.585,42	-691,24	3.696,79	903,90
SLU - STR 03	17.200,51	2.533,73	2.627,54	8.273,29	10.565,95
SLU - STR 04	17.507,09	2.585,42	1.901,63	9.018,73	8.543,55
SLU - STR 05	16.599,92	2.533,73	2.627,54	7.072,11	11.869,81
SLU - STR 06	16.906,50	2.585,42	1.901,63	7.817,56	9.847,41
SLU - STR 07	15.450,91	1.616,09	2.627,54	8.788,81	10.565,95
SLU - STR 08	15.757,49	1.667,78	1.901,63	9.534,25	8.543,55
SLU - STR 09	14.850,32	1.616,09	2.627,54	7.587,63	11.869,81
SLU - STR 10	15.156,90	1.667,78	1.901,63	8.333,07	9.847,41
SLU - STR 11	14.102,14	2.421,17	2.627,54	3.316,27	2.926,30
SLU - STR 12	14.408,72	2.472,87	1.901,63	4.061,71	903,90
SLU - STR 13	16.097,87	2.421,17	2.627,54	7.307,73	8.656,04
SLU - STR 14	16.404,44	2.472,87	1.901,63	8.053,17	6.633,64
SLU - STR 15	15.647,43	2.421,17	2.627,54	6.406,85	9.633,93
SLU - STR 16	15.954,00	2.472,87	1.901,63	7.152,29	7.611,53
SLU - STR 17	14.785,67	1.732,94	2.627,54	7.694,37	8.656,04
SLU - STR 18	15.092,24	1.784,64	1.901,63	8.439,81	6.633,64
SLU - STR 19	14.335,23	1.732,94	2.627,54	6.793,49	9.633,93
SLU - STR 20	14.641,80	1.784,64	1.901,63	7.538,93	7.611,53
SLU - STR 21	14.207,62	2.304,32	2.627,54	3.291,19	3.242,44
SLU - STR 22	14.514,20	2.356,01	1.901,63	4.036,63	1.220,04
SLU - STR 23	16.203,35	2.304,32	2.627,54	7.282,64	8.972,18
SLU - STR 24	16.509,92	2.356,01	1.901,63	8.028,09	6.949,78
SLU - STR 25	15.752,91	2.304,32	2.627,54	6.381,76	9.950,07

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI ALLA BASE DELLA ZATTERA					
COMBINAZIONE	N_{Sd}	$V_{LONG,Sd}$	$V_{TRASV,Sd}$	$M_{LONG,Sd}$	$M_{TRASV,Sd}$
SLU - STR 26	16.059,48	2.356,01	1.901,63	7.127,20	7.927,67
SLU - STR 27	14.891,15	1.616,09	2.627,54	7.669,28	8.972,18
SLU - STR 28	15.197,72	1.667,78	1.901,63	8.414,72	6.949,78
SLU - STR 29	14.440,71	1.616,09	2.627,54	6.768,40	9.950,07
SLU - STR 30	14.747,28	1.667,78	1.901,63	7.513,84	7.927,67
SLU - STR 31	13.999,95	2.287,08	2.869,51	2.831,75	3.600,43
SLU - STR 32	14.510,91	2.373,24	1.659,67	4.074,15	229,77
SLU - STR 33	15.995,68	2.287,08	2.869,51	6.823,20	9.330,17
SLU - STR 34	16.506,64	2.373,24	1.659,67	8.065,61	5.959,51
SLU - STR 35	15.545,24	2.287,08	2.869,51	5.922,32	10.308,07
SLU - STR 36	16.056,20	2.373,24	1.659,67	7.164,72	6.937,40
SLU - STR 37	14.683,48	1.598,86	2.869,51	7.209,84	9.330,17
SLU - STR 38	15.194,44	1.685,02	1.659,67	8.452,25	5.959,51
SLU - STR 39	14.233,04	1.598,86	2.869,51	6.308,96	10.308,07
SLU - STR 40	14.744,00	1.685,02	1.659,67	7.551,36	6.937,40
SLV 01	9.077,90	2.109,98	191,56	4.743,57	2.509,04
SLV 02	9.290,80	2.145,88	-312,54	5.261,24	1.104,60
SLV 03	9.077,90	1.383,39	2.466,54	3.160,82	3.815,54
SLV 04	9.290,80	1.419,29	1.962,44	3.678,49	2.411,10

11.9 VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO SUI PALI DI FONDAZIONE

Numero totale di pali 8

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	
X [m]	1,80	1,80	1,80	1,80	-1,80	-1,80	-1,80	-1,80	
Y [m]	6,55	2,18	-2,18	-6,55	6,55	2,18	-2,18	-6,55	
X ²	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	25,92
Y ²	42,90	4,75	4,75	42,90	42,90	4,75	4,75	42,90	190,62

COMBINAZIONE	N _{sd,1} [kN]	N _{sd,2} [kN]	N _{sd,3} [kN]	N _{sd,4} [kN]	N _{sd,5} [kN]	N _{sd,6} [kN]	N _{sd,7} [kN]	N _{sd,8} [kN]	R _{v,sd} [kN]
SLE - QUASI PERMANENTE 01	1.374,11	1.329,42	1.284,84	1.240,16	1.029,32	984,63	940,05	895,37	154,01
SLE - QUASI PERMANENTE 02	1.388,41	1.375,92	1.363,47	1.350,98	971,72	959,23	946,78	934,29	139,09
SLE - FREQUENTE 01	1.475,72	1.431,04	1.386,45	1.341,77	1.170,70	1.126,02	1.081,44	1.036,76	197,82
SLE - FREQUENTE 02	1.490,02	1.477,54	1.465,08	1.452,59	1.113,11	1.100,62	1.088,16	1.075,68	210,09
SLE - FREQUENTE 03	2.011,67	1.869,69	1.728,03	1.586,04	1.296,01	1.154,03	1.012,37	870,38	282,65
SLE - FREQUENTE 04	2.025,97	1.916,19	1.806,65	1.696,86	1.238,42	1.128,63	1.019,09	909,31	245,36
SLE - FREQUENTE 05	1.948,51	1.789,92	1.631,69	1.473,10	1.325,54	1.166,95	1.008,72	850,13	282,65
SLE - FREQUENTE 06	1.962,81	1.836,42	1.710,32	1.583,92	1.267,94	1.141,55	1.015,44	889,05	245,36
SLE - FREQUENTE 07	1.910,06	1.768,07	1.626,41	1.484,43	1.154,62	1.012,64	870,98	728,99	242,39
SLE - FREQUENTE 08	1.924,36	1.814,57	1.705,04	1.595,25	1.097,03	987,24	877,70	767,92	196,19
SLE - FREQUENTE 09	1.846,90	1.688,31	1.530,08	1.371,49	1.184,15	1.025,56	867,33	708,74	242,39
SLE - FREQUENTE 10	1.861,20	1.734,81	1.608,71	1.482,31	1.126,55	1.000,16	874,05	747,66	196,19
SLE - FREQUENTE 11	1.387,01	1.339,91	1.292,92	1.245,82	1.032,45	985,35	938,36	891,26	242,39
SLE - FREQUENTE 12	1.401,31	1.386,41	1.371,54	1.356,64	974,85	959,95	945,08	930,18	196,19
SLE - FREQUENTE 13	1.372,68	1.324,77	1.276,98	1.229,08	1.035,08	987,17	939,38	891,47	247,42
SLE - FREQUENTE 14	1.389,84	1.380,57	1.371,33	1.362,06	965,96	956,69	947,45	938,18	192,10
SLE - CARATTERISTICA 01	1.546,86	1.491,71	1.436,68	1.381,53	1.232,99	1.177,84	1.122,82	1.067,66	218,86
SLE - CARATTERISTICA 02	1.564,02	1.547,51	1.531,03	1.514,51	1.163,88	1.147,36	1.130,89	1.114,37	232,68
SLE - CARATTERISTICA 03	2.261,46	2.076,57	1.892,11	1.707,23	1.400,07	1.215,18	1.030,72	845,84	301,88
SLE - CARATTERISTICA 04	2.278,62	2.132,37	1.986,46	1.840,21	1.330,95	1.184,70	1.038,79	892,54	260,25
SLE - CARATTERISTICA 05	2.177,25	1.970,22	1.763,67	1.556,64	1.439,43	1.232,41	1.025,85	818,83	301,88
SLE - CARATTERISTICA 06	2.194,41	2.026,02	1.858,01	1.689,62	1.370,32	1.201,93	1.033,92	865,53	260,25
SLE - CARATTERISTICA 07	2.125,98	1.941,09	1.756,63	1.571,74	1.211,55	1.026,66	842,20	657,32	247,42
SLE - CARATTERISTICA 08	2.143,14	1.996,89	1.850,98	1.704,73	1.142,44	996,19	850,27	704,02	192,10
SLE - CARATTERISTICA 09	2.041,77	1.834,74	1.628,19	1.421,16	1.250,92	1.043,89	837,34	630,31	247,42
SLE - CARATTERISTICA 10	2.058,93	1.890,54	1.722,53	1.554,14	1.181,80	1.013,41	845,41	677,02	192,10
SLE - CARATTERISTICA 11	1.525,13	1.469,98	1.414,95	1.359,80	1.173,72	1.118,57	1.063,54	1.008,39	294,42
SLE - CARATTERISTICA 12	1.542,29	1.525,78	1.509,30	1.492,79	1.104,61	1.088,09	1.071,61	1.055,10	251,34
SLE - CARATTERISTICA 13	2.061,08	1.908,63	1.756,53	1.604,07	1.299,03	1.146,58	994,47	842,02	294,42
SLE - CARATTERISTICA 14	2.078,24	1.964,43	1.850,87	1.737,06	1.229,91	1.116,10	1.002,54	888,73	251,34
SLE - CARATTERISTICA 15	1.997,92	1.828,86	1.660,19	1.491,13	1.328,55	1.159,49	990,82	821,76	294,42
SLE - CARATTERISTICA 16	2.015,08	1.884,66	1.754,54	1.624,12	1.259,44	1.129,02	998,89	868,47	251,34
SLE - CARATTERISTICA 17	1.959,47	1.807,02	1.654,91	1.502,46	1.157,64	1.005,19	853,08	700,63	253,42
SLE - CARATTERISTICA 18	1.976,63	1.862,82	1.749,26	1.635,45	1.088,52	974,71	861,15	747,34	200,07
SLE - CARATTERISTICA 19	1.896,31	1.727,25	1.558,58	1.389,52	1.187,16	1.018,11	849,43	680,38	253,42
SLE - CARATTERISTICA 20	1.913,47	1.783,05	1.652,93	1.522,51	1.118,05	987,63	857,50	727,08	200,07
SLE - CARATTERISTICA 21	1.538,79	1.478,80	1.418,96	1.358,97	1.192,13	1.132,14	1.072,30	1.012,32	286,88
SLE - CARATTERISTICA 22	1.555,95	1.534,60	1.513,31	1.491,96	1.123,01	1.101,67	1.080,37	1.059,02	242,22
SLE - CARATTERISTICA 23	2.074,74	1.917,45	1.760,53	1.603,25	1.317,43	1.160,15	1.003,23	845,94	286,88
SLE - CARATTERISTICA 24	2.091,90	1.973,25	1.854,88	1.736,23	1.248,32	1.129,67	1.011,30	892,65	242,22
SLE - CARATTERISTICA 25	2.011,58	1.837,69	1.664,20	1.490,31	1.346,96	1.173,07	999,58	825,69	286,88
SLE - CARATTERISTICA 26	2.028,74	1.893,49	1.758,54	1.623,29	1.277,84	1.142,59	1.007,65	872,40	242,22
SLE - CARATTERISTICA 27	1.973,13	1.815,84	1.658,92	1.501,63	1.176,05	1.018,76	861,84	704,56	247,42
SLE - CARATTERISTICA 28	1.990,29	1.871,64	1.753,27	1.634,62	1.106,93	988,28	869,91	751,26	192,10
SLE - CARATTERISTICA 29	1.909,97	1.736,08	1.562,59	1.388,70	1.205,57	1.031,68	858,19	684,30	247,42
SLE - CARATTERISTICA 30	1.927,13	1.791,88	1.656,93	1.521,68	1.136,46	1.001,20	866,26	731,01	192,10
SLE - CARATTERISTICA 31	1.507,27	1.439,24	1.371,36	1.303,33	1.208,90	1.140,87	1.073,00	1.004,97	304,51
SLE - CARATTERISTICA 32	1.535,87	1.532,24	1.528,61	1.524,97	1.093,71	1.090,07	1.086,45	1.082,81	230,97
SLE - CARATTERISTICA 33	2.043,22	1.877,89	1.712,93	1.547,60	1.334,21	1.168,88	1.003,92	838,59	304,51
SLE - CARATTERISTICA 34	2.071,82	1.970,89	1.870,18	1.769,24	1.219,02	1.118,08	1.017,38	916,44	230,97
SLE - CARATTERISTICA 35	1.980,06	1.798,12	1.616,60	1.434,66	1.363,73	1.181,80	1.000,28	818,34	304,51
SLE - CARATTERISTICA 36	2.008,66	1.891,12	1.773,85	1.656,31	1.248,54	1.131,00	1.013,73	896,18	230,97
SLE - CARATTERISTICA 37	1.941,61	1.776,27	1.611,32	1.445,99	1.192,82	1.027,49	862,54	697,21	268,09
SLE - CARATTERISTICA 38	1.970,21	1.869,27	1.768,57	1.667,63	1.077,63	976,69	875,99	775,05	177,07
SLE - CARATTERISTICA 39	1.878,45	1.696,51	1.514,99	1.333,05	1.222,34	1.040,41	858,89	676,95	268,09
SLE - CARATTERISTICA 40	1.907,05	1.789,51	1.672,24	1.554,69	1.107,15	989,61	872,34	754,79	177,07

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO SOTTOSTRUTTURE - VI04 - CARREGGIATA NORD

Numero totale di pali

8

	PALO 1	PALO 2	PALO 3	PALO 4	PALO 5	PALO 6	PALO 7	PALO 8	
X [m]	1,80	1,80	1,80	1,80	-1,80	-1,80	-1,80	-1,80	
Y [m]	6,55	2,18	-2,18	-6,55	6,55	2,18	-2,18	-6,55	
X ²	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	25,92
Y ²	42,90	4,75	4,75	42,90	42,90	4,75	4,75	42,90	190,62

COMBINAZIONE	N _{Sd,1} [kN]	N _{Sd,2} [kN]	N _{Sd,3} [kN]	N _{Sd,4} [kN]	N _{Sd,5} [kN]	N _{Sd,6} [kN]	N _{Sd,7} [kN]	N _{Sd,8} [kN]	R _{V,Sd} [kN]
SLU - STR 01	2.122,95	2.055,86	1.988,93	1.921,84	1.713,04	1.645,95	1.579,02	1.511,94	316,75
SLU - STR 02	2.143,55	2.122,82	2.102,15	2.081,43	1.630,10	1.609,38	1.588,71	1.567,98	334,53
SLU - STR 03	3.087,66	2.845,43	2.603,76	2.361,53	1.938,59	1.696,37	1.454,69	1.212,47	456,27
SLU - STR 04	3.108,26	2.912,39	2.716,98	2.521,12	1.855,66	1.659,79	1.464,38	1.268,51	401,18
SLU - STR 05	2.973,98	2.701,86	2.430,36	2.158,24	1.991,74	1.719,62	1.448,12	1.176,01	456,27
SLU - STR 06	2.994,57	2.768,82	2.543,58	2.317,83	1.908,80	1.683,05	1.457,81	1.232,05	401,18
SLU - STR 07	2.904,76	2.662,53	2.420,86	2.178,63	1.684,09	1.441,87	1.200,19	957,97	385,59
SLU - STR 08	2.925,36	2.729,49	2.534,08	2.338,22	1.601,16	1.405,29	1.209,88	1.014,01	316,17
SLU - STR 09	2.791,08	2.518,96	2.247,46	1.975,34	1.737,24	1.465,12	1.193,62	921,51	385,59
SLU - STR 10	2.811,67	2.585,92	2.360,68	2.134,92	1.654,30	1.428,55	1.203,31	977,55	316,17
SLU - STR 11	2.093,62	2.026,53	1.959,60	1.892,51	1.633,02	1.565,94	1.499,00	1.431,92	446,62
SLU - STR 12	2.114,21	2.093,49	2.072,82	2.052,09	1.550,09	1.529,36	1.508,69	1.487,97	389,94
SLU - STR 13	2.817,15	2.618,71	2.420,72	2.222,28	1.802,19	1.603,75	1.405,76	1.207,32	446,62
SLU - STR 14	2.837,75	2.685,67	2.533,94	2.381,86	1.719,25	1.567,17	1.415,44	1.263,36	389,94
SLU - STR 15	2.731,89	2.511,03	2.290,67	2.069,81	1.842,05	1.621,19	1.400,83	1.179,97	446,62
SLU - STR 16	2.752,48	2.577,99	2.403,89	2.229,39	1.759,11	1.584,61	1.410,52	1.236,02	389,94
SLU - STR 17	2.679,98	2.481,53	2.283,55	2.085,10	1.611,31	1.412,87	1.214,88	1.016,44	393,44
SLU - STR 18	2.700,57	2.548,49	2.396,76	2.244,69	1.528,38	1.376,30	1.224,57	1.072,49	325,99
SLU - STR 19	2.594,71	2.373,85	2.153,50	1.932,64	1.651,17	1.430,31	1.209,96	989,10	393,44
SLU - STR 20	2.615,31	2.440,81	2.266,71	2.092,22	1.568,23	1.393,74	1.219,64	1.045,14	325,99
SLU - STR 21	2.115,92	2.041,59	1.967,43	1.893,09	1.658,81	1.584,48	1.510,32	1.435,98	436,85
SLU - STR 22	2.136,52	2.108,55	2.080,64	2.052,67	1.575,88	1.547,91	1.520,00	1.492,03	378,46
SLU - STR 23	2.839,46	2.633,77	2.428,55	2.222,86	1.827,98	1.622,29	1.417,07	1.211,38	436,85
SLU - STR 24	2.860,05	2.700,73	2.541,77	2.382,44	1.745,04	1.585,71	1.426,75	1.267,43	378,46
SLU - STR 25	2.754,19	2.526,08	2.298,50	2.070,39	1.867,84	1.639,73	1.412,14	1.184,03	436,85
SLU - STR 26	2.774,79	2.593,04	2.411,72	2.229,97	1.784,90	1.603,15	1.421,83	1.240,08	378,46
SLU - STR 27	2.702,28	2.496,59	2.291,37	2.085,68	1.637,10	1.431,41	1.226,20	1.020,51	385,59
SLU - STR 28	2.722,88	2.563,55	2.404,59	2.245,27	1.554,17	1.394,84	1.235,88	1.076,55	316,17
SLU - STR 29	2.617,02	2.388,91	2.161,32	1.933,22	1.676,96	1.448,85	1.221,27	993,16	385,59
SLU - STR 30	2.637,61	2.455,87	2.274,54	2.092,80	1.594,02	1.412,28	1.230,95	1.049,21	316,17
SLU - STR 31	2.070,36	1.987,82	1.905,47	1.822,93	1.677,06	1.594,52	1.512,17	1.429,63	458,68
SLU - STR 32	2.104,69	2.099,42	2.094,16	2.088,90	1.538,83	1.533,56	1.528,31	1.523,04	362,00
SLU - STR 33	2.793,89	2.580,00	2.366,59	2.152,69	1.846,23	1.632,33	1.418,92	1.205,03	458,68
SLU - STR 34	2.828,22	2.691,60	2.555,29	2.418,66	1.708,00	1.571,37	1.435,06	1.298,44	362,00
SLU - STR 35	2.708,63	2.472,31	2.236,54	2.000,22	1.886,08	1.649,77	1.414,00	1.177,68	458,68
SLU - STR 36	2.742,96	2.583,91	2.425,24	2.266,19	1.747,85	1.588,81	1.430,14	1.271,09	362,00
SLU - STR 37	2.656,72	2.442,82	2.229,41	2.015,52	1.655,35	1.441,45	1.228,05	1.014,15	410,61
SLU - STR 38	2.691,04	2.554,42	2.418,11	2.281,49	1.517,12	1.380,50	1.244,19	1.107,56	295,64
SLU - STR 39	2.571,45	2.335,14	2.099,36	1.863,05	1.695,21	1.458,89	1.223,12	986,81	410,61
SLU - STR 40	2.605,78	2.446,74	2.288,06	2.129,02	1.556,98	1.397,94	1.239,26	1.080,22	295,64
SLV 01	1.550,37	1.492,85	1.435,46	1.377,94	891,54	834,02	776,63	719,11	264,83
SLV 02	1.564,67	1.539,35	1.514,08	1.488,76	833,94	808,62	783,35	758,03	271,07
SLV 03	1.485,35	1.397,87	1.310,60	1.223,13	1.046,34	958,87	871,60	784,13	353,50
SLV 04	1.499,65	1.444,37	1.389,23	1.333,95	988,75	933,47	878,32	823,05	302,74

COMBINAZIONE	N _{Sd,max} [kN]	N _{Sd,min} [kN]	R _{V,Sd,max} [kN]
SLE - QUASI PERMANENTE	1.388,41	895,37	154,01
SLE - FREQUENTE	2.025,97	708,74	282,65
SLE - CARATTERISTICA	2.278,62	630,31	304,51
SLU - STR	3.108,26	921,51	458,68
SLV	1.564,67	719,11	353,50

11.10 VERIFICA GEOTECNICA E STRUTTURALE DEI PALI DI FONDAZIONE

11.10.1 DEFINIZIONE DELLA STRATIGRAFIA E DEI PARAMETRI GEOMECCANICI PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI DI FONDAZIONE

Sulla base di quanto riportato all'interno del profilo geotecnico, sono state desunte le seguenti stratigrafie per le tre pile in esame. Per la verifica dei pali di fondazione è stata successivamente definita una stratigrafia media, all'interno della quale sono state definite, per ciascuno strato, delle profondità medie:

DEFINIZIONE DELLA STRATIGRAFIA					
STRATO	SPESSORE STRATI TERRENO		STRATIGRAFIA MEDIA	QUOTA INIZIO STRATO [m]	QUOTA FINE STRATO [m]
	SOTTOSTRUTTURA				
	SPALLA A				
Ug1a	5,02		5,02	0,00	5,02
Ug1	6,71		6,71	5,02	11,74
Ug2	13,84		13,84	11,74	25,58
Ug1	16,96		16,96	25,58	42,54
Ug2	2,63		2,63	42,54	45,17
Ug1	4,22		4,22	45,17	49,39

Per le verifiche geotecniche sono stati successivamente definiti, sulla base di quanto riportato all'interno della relazione geotecnica, valori medi per i parametri geomeccanici:

STRATO	γ_{medio} [kN/m ³]	ϕ_{medio} [°]	c'_{medio} [kN/m ²]
Ug1a	19,00	30,50	2,50
Ug1	20,00	37,50	0,00
Ug2	19,00	32,50	5,00

Per la determinazione del modulo di deformazione orizzontale del terreno n_h si è fatto riferimento alla seguente relazione (Viggiani – 1999 – [14.25]):

$$n_h = \frac{A \cdot \gamma}{1,35}$$

Il coefficiente A per terreni incoerenti è determinato secondo la seguente tabella (Viggiani 1999 – Tab. 14.5), in relazione allo stato di addensamento del terreno:

Stato di addensamento	Sciolto	Medio	Denso
Campo dei valori di A	100 ÷ 300	300 ÷ 1000	1000 ÷ 3000
Valore consigliato di A	200	600	1500
N_h [N/cm ³], sabbie non immerse	2,5	7,5	20
N_h [N/cm ³], sabbie immerse	1,5	5	12

È stato considerato, a favore di sicurezza, uno stato di addensamento "medio".

Di seguito è riportata, per ciascuno strato di terreno individuato, la determinazione del modulo di deformazione orizzontale. Tale determinazione è stata eseguita mediante una media ponderata su tutta la lunghezza del palo (19,00 m) dei valori del modulo di deformazione orizzontale di ciascuno strato di terreno:

STRATO	H_{strato} [m]	STATO DI ADDENSAMENTO	A (Viggiani)	γ_{medio} [kN/m ³]	n_h [N/cm ³]
Ug1a	5,02	MEDIO	600,00	19,00	8,44
Ug1	6,71	MEDIO	600,00	20,00	8,89
Ug2	7,26	MEDIO	600,00	19,00	8,44

Modulo di deformazione orizzontale del terreno - Valore medio ponderato

$n_{h, \text{medio}}$

8,60

[N/cm³]

Modulo di deformazione orizzontale del terreno - Valore medio ponderato

$n_{h, \text{medio}}$

8.601,47

[kN/m³]

11.10.2 FORMULAZIONI ADOTTATE PER LA VERIFICA DEL CARICO LIMITE ULTIMO

La stima della capacità portante per carico verticale di un palo isolato Q_{LIM} mediante formule statiche è ottenuta valutando i massimi mobilizzabili, in condizioni di equilibrio limite, della resistenza laterale Q_S e di quella di punta Q_P :

$$Q_{LIM} + W_P = Q_S + Q_P$$

essendo W_P il peso proprio del palo.

Si fanno le seguenti ipotesi:

- il carico limite del sistema palo – terreno è condizionato dalla resistenza del terreno e non da quella del palo;
- il palo è un corpo cilindrico rigido;
- i termini di capacità portante per attrito e/o aderenza laterale Q_S e di capacità portante di punta Q_P non si influenzano reciprocamente e possono essere determinati separatamente.

11.10.2.1 Palo in terreno coesivo saturo

Stima della capacità portante laterale Q_S

La capacità portante per aderenza e/o per attrito laterale Q_S per un palo di diametro D e lunghezza L è per definizione:

$$Q_S = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \tau_s \cdot dz$$

Si assume che le tensioni tangenziali limite siano una quota parte della resistenza a taglio non drenata originaria del terreno indisturbato:

$$\tau_s = \alpha \cdot c_u$$

In cui α è un coefficiente empirico di aderenza che dipende dal tipo di terreno, dalla resistenza al taglio non drenata del terreno indisturbato, dal metodo di costruzione del palo, dal tempo, dalla profondità e dal cedimento del palo.

Per la valutazione del coefficiente α per i pali trivellati si assume la seguente formulazione con c_u espresso in [kPa] (Viggiani, 1999):

- $c_u < 25 \rightarrow \alpha = 0,70$
- $25 < c_u < 70 \rightarrow \alpha = 0,70 - 0,08 \cdot (c_u - 25)$
- $70 < c_u \rightarrow \alpha = 0,35$

Stima della capacità portante di punta Q_P

Per la stima della capacità portante di punta Q_P si esegue un'analisi in condizioni non drenate, in termini di tensioni totali. L'equazione di riferimento è formalmente identica a quella della capacità portante di fondazioni superficiali su terreno coesivo in condizioni non drenate:

$$Q_P = A_P \cdot q_P = A_P \cdot (c_u \cdot N_c + \sigma_{v0,P})$$

in cui:

- A_P è l'area di base del palo;
- q_P è la capacità portante unitaria;
- c_u è la resistenza al taglio in condizioni non drenate del terreno alla profondità della base del palo;
- $\sigma_{v0,P}$ è la tensione verticale totale alla punta;

- N_c è il fattore di capacità portante, il cui valore è assunto pari a **9,00**.

11.10.2.2 Palo in terreno incoerente

Nel caso di pali in terreni incoerenti, e quindi a elevata permeabilità, l'analisi è svolta sempre con riferimento alle condizioni drenate e quindi in termini di tensioni efficaci.

Stima della capacità portante laterale Q_s

La capacità portante per aderenza e/o per attrito laterale per un palo di diametro D e lunghezza L è per definizione:

$$Q_s = \pi \cdot D \cdot \int_0^L \tau_s \cdot dz$$

Si assume che le sovrappressioni interstiziali che si generano durante la messa in opera del palo si siano dissipate al momento di applicazione del carico e che pertanto la tensione tangenziale limite possa essere valutata, con riferimento alle tensioni efficaci, nel modo seguente:

$$\tau_s = \sigma'_h \cdot \tan \delta = K \cdot \sigma'_{v0} \cdot \tan \delta$$

in cui:

- σ'_h è la tensione efficace orizzontale nel terreno a contatto con il palo;
- σ'_{v0} è la tensione efficace verticale iniziale prima della messa in opera del palo;
- K è un coefficiente di spinta, rapporto fra σ'_h e $\sigma'_{v0} \rightarrow K = 1 - \text{sen}(\varphi')$
- $\tan \delta$ è il coefficiente di attrito palo – terreno $\rightarrow \mu = \tan \delta = \tan(\varphi')$

Stima della capacità portante di punta Q_p

Per la stima della capacità portante di punta Q_p dei pali in terreni incoerenti è stimata con l'equazione:

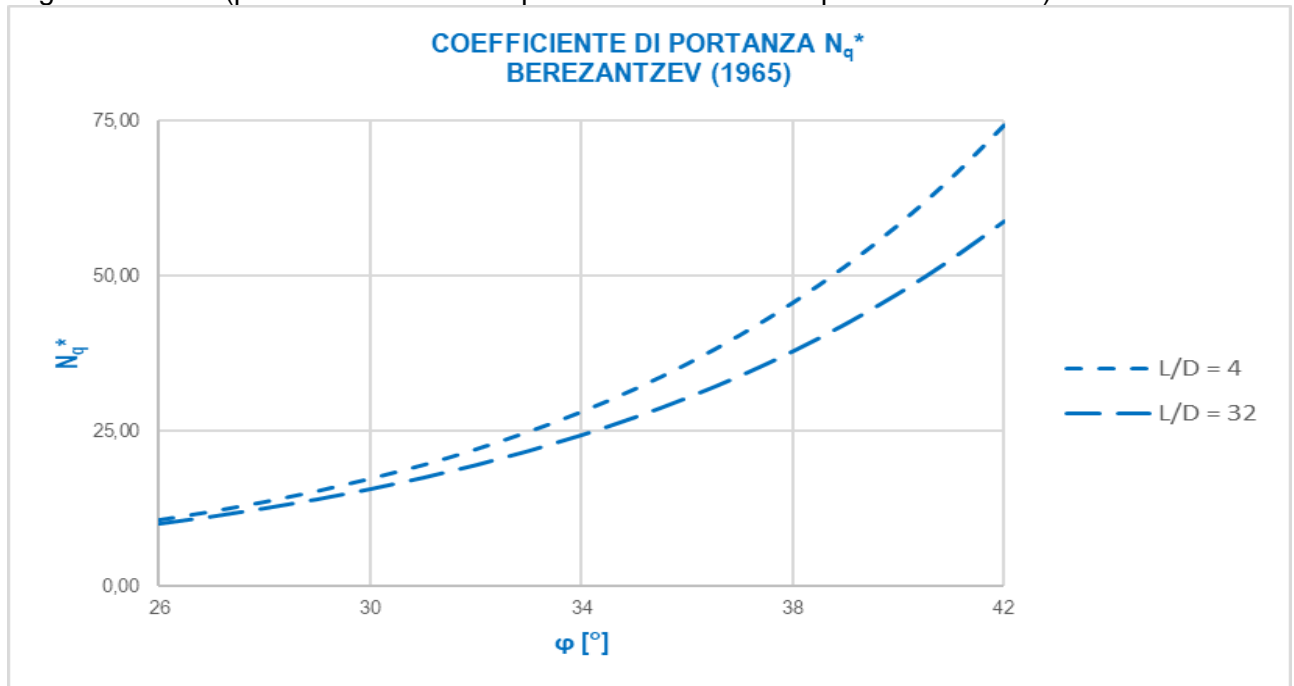
$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot \sigma'_{v0,P} \cdot N_q$$

in cui:

- A_p è l'area di base del palo;
- q_p è la capacità portante unitaria;
- $\sigma'_{v0,P}$ è la tensione verticale efficace alla punta;
- N_q è il fattore di capacità portante.

11.10.3 VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE DI CAPACITÀ PORTANTE ALLA PUNTA N_q

Il fattore di capacità portante N_q è definito mediante il metodo di Berezantzev "ridotto" (1965), in funzione al valore dell'angolo di attrito del terreno in corrispondenza della base del palo e del rapporto tra lunghezza del palo L e diametro del palo D . Il valore di N_q^* è estrapolabile dal seguente abaco (per valori intermedi si procede mediante interpolazione lineare):



Avendo già utilizzato un coefficiente di capacità portante ridotto, non è stata considerata la riduzione di Kishida per gli angoli di attrito (condizione eccessivamente cautelativa).

11.10.4 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE LATERALE CARATTERISTICA

Di seguito è riportata la determinazione del valore caratteristico della portanza laterale per una lunghezza dei pali pari a **19,00 m**:

CARICO LIMITE ULTIMO DEI PALI DI FONDAZIONE			
Diametro del palo	D	1,20	[m]
Lunghezza del palo	L	19,00	[m]
Quota di falda	Q.F.	23,00	[m]
Pressione al piano di posa della zattera di fondazione	p	0,00	[kN/m ²]

CALCOLO DELLA RESISTENZA LATERALE CARATTERISTICA													
Z	γ	γ'	γ _w	σ _v	σ _w	σ' _v	φ	K = 1-sen(φ)	μ=tan(δ)=tan(φ)	T _s	T _{s,media}	R _{1,k}	
[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[°]			[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN]	
0,00	19,00	9,00	10,00	0,00	0,00	0,00	30,50	0,492	0,589	0,00	0,00	0,00	
0,50	19,00	9,00	10,00	9,50	0,00	9,50	30,50	0,492	0,589	2,76	1,38	2,60	
1,00	19,00	9,00	10,00	19,00	0,00	19,00	30,50	0,492	0,589	5,51	4,13	10,39	
1,50	19,00	9,00	10,00	28,50	0,00	28,50	30,50	0,492	0,589	8,27	6,89	23,38	
2,00	19,00	9,00	10,00	38,00	0,00	38,00	30,50	0,492	0,589	11,02	9,65	41,56	
2,50	19,00	9,00	10,00	47,50	0,00	47,50	30,50	0,492	0,589	13,78	12,40	64,93	
3,00	19,00	9,00	10,00	57,00	0,00	57,00	30,50	0,492	0,589	16,53	15,16	93,50	
3,50	19,00	9,00	10,00	66,50	0,00	66,50	30,50	0,492	0,589	19,29	17,92	127,27	
4,00	19,00	9,00	10,00	76,00	0,00	76,00	30,50	0,492	0,589	22,05	20,67	166,22	
4,50	19,00	9,00	10,00	85,50	0,00	85,50	30,50	0,492	0,589	24,80	23,42	210,38	
5,00	19,00	9,00	10,00	95,00	0,00	95,00	30,50	0,492	0,589	27,56	26,18	259,73	
5,50	20,00	10,00	10,00	105,00	0,00	105,00	37,50	0,391	0,767	31,52	29,54	315,41	
6,00	20,00	10,00	10,00	115,00	0,00	115,00	37,50	0,391	0,767	34,52	33,02	377,65	
6,50	20,00	10,00	10,00	125,00	0,00	125,00	37,50	0,391	0,767	37,53	36,02	445,56	
7,00	20,00	10,00	10,00	135,00	0,00	135,00	37,50	0,391	0,767	40,53	39,03	519,12	
7,50	20,00	10,00	10,00	145,00	0,00	145,00	37,50	0,391	0,767	43,53	42,03	598,35	
8,00	20,00	10,00	10,00	155,00	0,00	155,00	37,50	0,391	0,767	46,53	45,03	683,23	
8,50	20,00	10,00	10,00	165,00	0,00	165,00	37,50	0,391	0,767	49,53	48,03	773,77	
9,00	20,00	10,00	10,00	175,00	0,00	175,00	37,50	0,391	0,767	52,54	51,04	869,97	
9,50	20,00	10,00	10,00	185,00	0,00	185,00	37,50	0,391	0,767	55,54	54,04	971,83	
11,74	20,00	10,00	10,00	229,74	0,00	229,74	37,50	0,391	0,767	68,97	62,25	1.496,83	
10,00	20,00	10,00	10,00	195,00	0,00	195,00	37,50	0,391	0,767	58,54	63,76	1.079,34	
10,50	20,00	10,00	10,00	205,00	0,00	205,00	37,50	0,391	0,767	61,54	60,04	1.192,52	
11,00	20,00	10,00	10,00	215,00	0,00	215,00	37,50	0,391	0,767	64,54	63,04	1.311,35	
11,50	20,00	10,00	10,00	225,00	0,00	225,00	37,50	0,391	0,767	67,55	66,05	1.435,85	
12,00	19,00	9,00	10,00	234,50	0,00	234,50	32,50	0,463	0,637	69,12	68,34	1.564,66	
12,50	19,00	9,00	10,00	244,00	0,00	244,00	32,50	0,463	0,637	71,92	70,52	1.697,59	
13,00	19,00	9,00	10,00	253,50	0,00	253,50	32,50	0,463	0,637	74,72	73,32	1.835,81	
13,50	19,00	9,00	10,00	263,00	0,00	263,00	32,50	0,463	0,637	77,53	76,13	1.979,30	
14,00	19,00	9,00	10,00	272,50	0,00	272,50	32,50	0,463	0,637	80,33	78,93	2.128,07	
14,50	19,00	9,00	10,00	282,00	0,00	282,00	32,50	0,463	0,637	83,13	81,73	2.282,12	
15,00	19,00	9,00	10,00	291,50	0,00	291,50	32,50	0,463	0,637	85,93	84,53	2.441,45	
15,50	19,00	9,00	10,00	301,00	0,00	301,00	32,50	0,463	0,637	88,73	87,33	2.606,05	
16,00	19,00	9,00	10,00	310,50	0,00	310,50	32,50	0,463	0,637	91,53	90,13	2.775,94	
16,50	19,00	9,00	10,00	320,00	0,00	320,00	32,50	0,463	0,637	94,33	92,93	2.951,10	
17,00	19,00	9,00	10,00	329,50	0,00	329,50	32,50	0,463	0,637	97,13	95,73	3.131,54	
17,50	19,00	9,00	10,00	339,00	0,00	339,00	32,50	0,463	0,637	99,93	98,53	3.317,26	
18,00	19,00	9,00	10,00	348,50	0,00	348,50	32,50	0,463	0,637	102,73	101,33	3.508,26	
18,50	19,00	9,00	10,00	358,00	0,00	358,00	32,50	0,463	0,637	105,53	104,13	3.704,54	
19,00	19,00	9,00	10,00	367,50	0,00	367,50	32,50	0,463	0,637	108,33	106,93	3.906,10	
19,50	19,00	9,00	10,00	377,00	0,00	377,00	32,50	0,463	0,637	111,13	109,73	4.112,93	
20,00	19,00	9,00	10,00	386,50	0,00	386,50	32,50	0,463	0,637	113,93	112,53	4.325,04	
20,50	19,00	9,00	10,00	396,00	0,00	396,00	32,50	0,463	0,637	116,73	115,33	4.542,43	
21,00	19,00	9,00	10,00	405,50	0,00	405,50	32,50	0,463	0,637	119,53	118,13	4.765,10	
21,50	19,00	9,00	10,00	415,00	0,00	415,00	32,50	0,463	0,637	122,33	120,93	4.993,05	
22,00	19,00	9,00	10,00	424,50	0,00	424,50	32,50	0,463	0,637	125,13	123,73	5.226,28	
22,50	19,00	9,00	10,00	434,00	0,00	434,00	32,50	0,463	0,637	127,93	126,53	5.464,79	
23,00	19,00	9,00	10,00	443,50	0,00	443,50	32,50	0,463	0,637	130,73	129,33	5.708,57	
23,50	19,00	9,00	10,00	453,00	5,00	448,00	32,50	0,463	0,637	132,06	131,39	5.956,24	
24,00	19,00	9,00	10,00	462,50	10,00	452,50	32,50	0,463	0,637	133,38	132,72	6.206,42	
24,50	19,00	9,00	10,00	472,00	15,00	457,00	32,50	0,463	0,637	134,71	134,05	6.459,09	
25,00	19,00	9,00	10,00	481,50	20,00	461,50	32,50	0,463	0,637	136,04	135,37	6.714,27	
25,50	19,00	9,00	10,00	491,00	25,00	466,00	32,50	0,463	0,637	137,36	136,70	6.971,94	
26,00	19,00	9,00	10,00	500,50	30,00	470,50	32,50	0,463	0,637	138,69	138,03	7.232,12	
25,58	19,00	9,00	10,00	492,48	25,78	466,70	32,50	0,463	0,637	137,57	138,13	7.012,36	

RESISTENZA LATERALE CARATTERISTICA DEL PALO DI FONDAZIONE R_{1,k} 3.906,10 [kN]

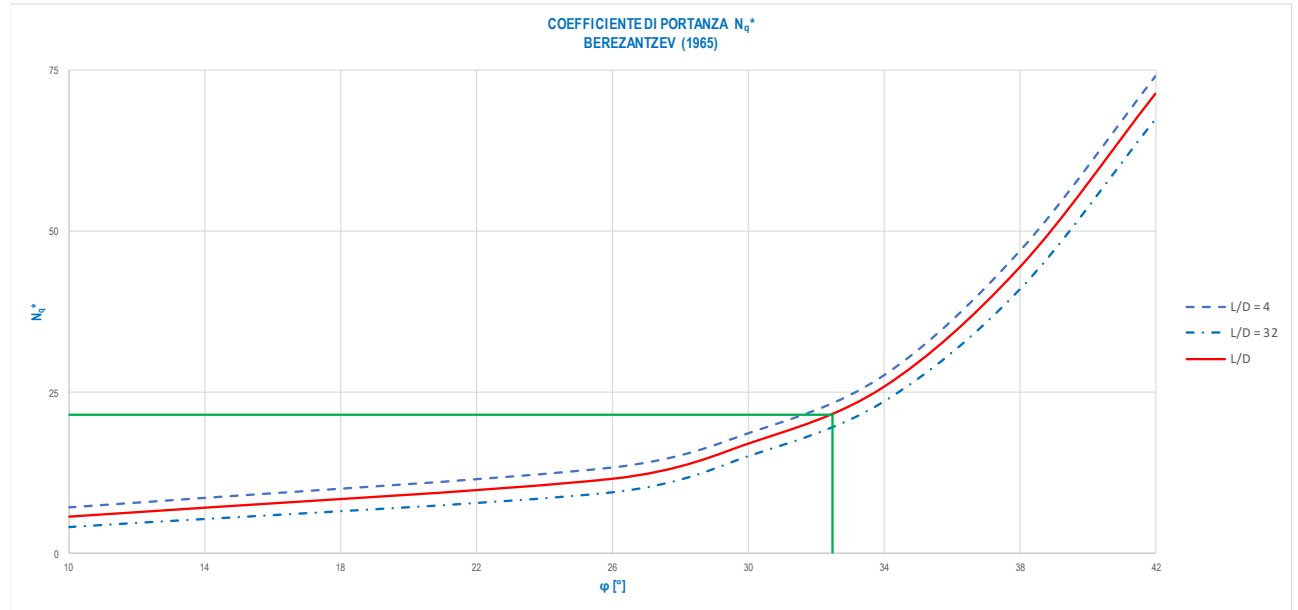
11.10.5 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DI PUNTA CARATTERISTICA

Di seguito è riportata la determinazione del valore caratteristico della portanza di punta per una lunghezza dei pali pari a **19,00 m**:

CALCOLO DELLA RESISTENZA CARATTERISTICA ALLA PUNTA

Angolo di attrito del terreno in corrispondenza della punta del palo
 Rapporto L/D
 Coefficiente di portanza alla punta

ϕ	32,50	[°]
L/D	15,83	[-]
N_q	21,55	[-]



Area della sezione del palo
 Pressione verticale efficace in corrispondenza della punta
RESISTENZA CARATTERISTICA DI PUNTA DEL PALO DI FONDAZIONE

A_p	1,13	[m ²]
σ'_v	367,50	[kN/m ²]
$R_{p,K}$	8.956,91	[kN]

11.10.6 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE TOTALE DI CALCOLO E VERIFICA DEL CARICO LIMITE ULTIMO

CALCOLO DELLA RESISTENZE DI CALCOLO

Numero di verticali indagate
 Coefficiente di correlazione
 Resistenza di calcolo del palo in compressione
 Resistenza di calcolo del palo in trazione

n	1	[-]
ξ	1,70	[-]
$R_{c,sd}$	5.900,80	[kN]
$R_{t,sd}$	-1.838,16	[kN]

VERIFICA DEL CARICO LIMITE ULTIMO DEI PALI DI FONDAZIONE

SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	$N_{sd,max}$ [kN]	R_{sd} [kN]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	$N_{sd,min}$ [kN]	R_{sd} [kN]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	COEFFICIENTE DI SICUREZZA MINIMO	VERIFICA
SPALLA A	SLU - STR	3.108,26	5.900,80	1,90	1.842,68	5.900,80	3,20	1,90	POSITIVA
	SLV	1.564,67	5.900,80	3,77	455,65	5.900,80	12,95	3,77	POSITIVA

Il minimo coefficiente di sicurezza è risultato pari a **1,90**.

11.10.7 VALUTAZIONE DELLE AZIONI FLETTENTI DI CALCOLO SUI PALI DI FONDAZIONE

Per la valutazione delle azioni sollecitanti di calcolo sui pali di fondazione è stato utilizzato il metodo di Matlock & Reese con rigidezza del suolo variabile con la profondità.

VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI SUI PALI DI FONDAZIONE

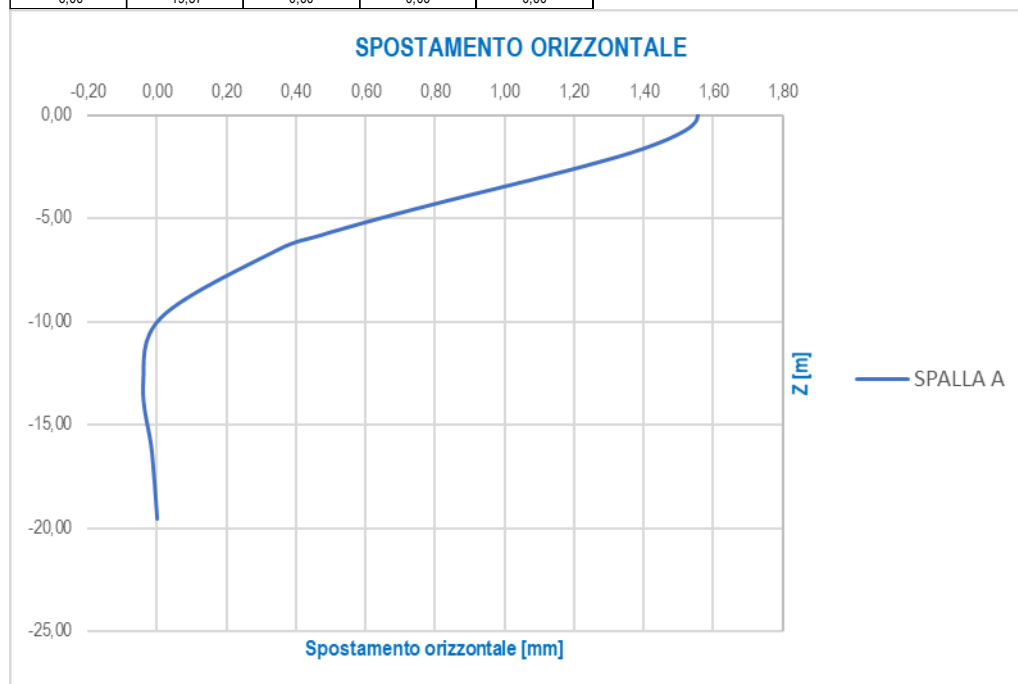
Diámetro del palo	D	1,20	[m]
Lunghezza del palo	L	19,00	[m]
Modulo elastico del calcestruzzo	E_c	31.220.190,00	[kN/m ²]
Momento di inerzia della sezione trasversale del palo	J_p	0,102	[m ⁴]
Modulo di deformazione orizzontale del terreno	n_h	8.601,47	[kN/m ³]
Fattore di rigidezza	T	3,26	[m]
Rapporto L/T	$\lambda = L/T$	5,82	[-]
Coefficiente di profondità massimo	Z_{max}	5,82	[-]

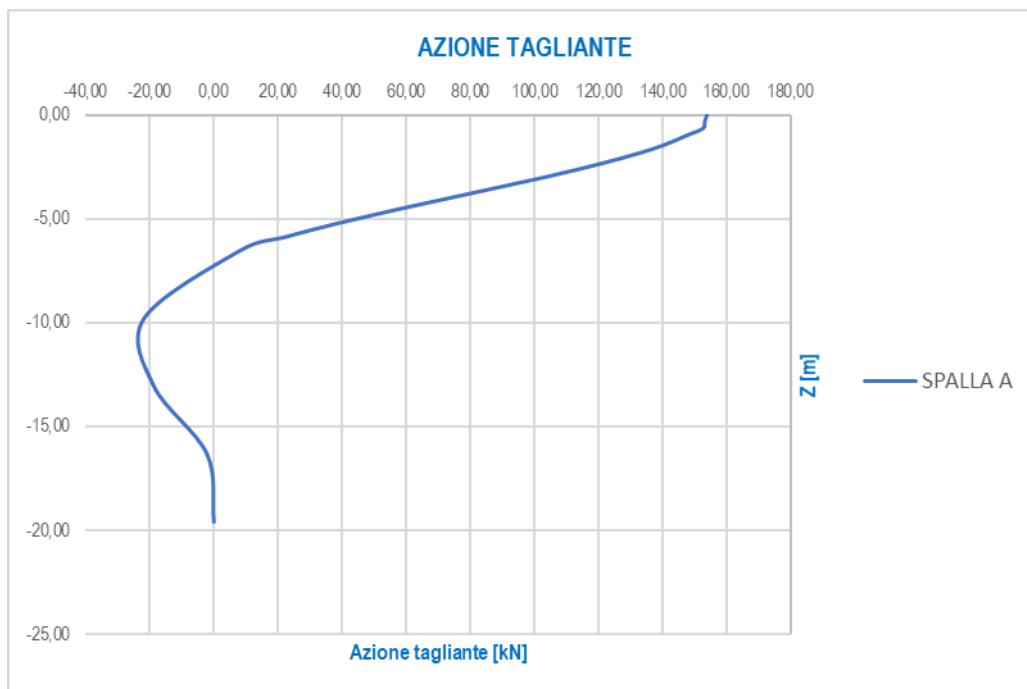
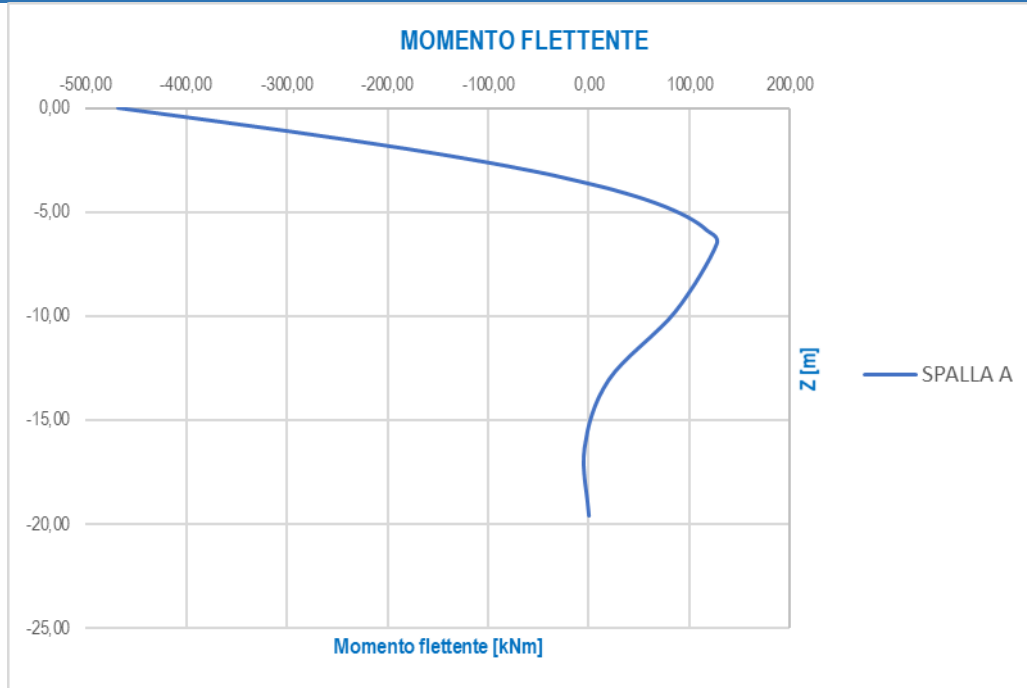
AZIONI TAGLIANTI (RISULTANTI) DI CALCOLO IN TESTA PALO

SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	$R_{v,Ed,max}$ [kN]	MOMENTO SUPERIORE AGENTE IN TESTA PALO
			M_1 [kNm]
SPALLA A	SLE - QUASI PERMANENTE	154,01	-467,23
	SLE - FREQUENTE	282,65	-857,51
	SLE - CARATTERISTICA	304,51	-923,84
	SLU - STR	458,68	-1.391,57
	SLV	353,50	-1.072,47

11.10.7.1 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio - Quasi Permanenti
STATO LIMITE DI ESERCIZIO - QUASI PERMANENTE

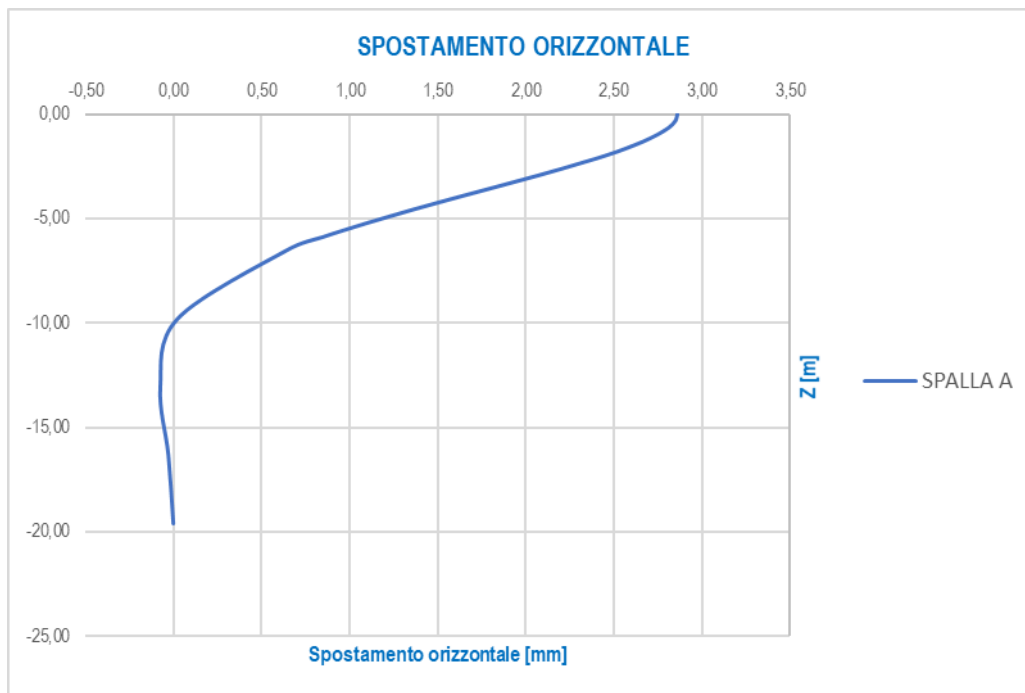
z/T	z [m]	SPALLA A		
		d_H [mm]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]
0,00	0,00	1,56	-467,23	154,01
-0,10	-0,33	1,55	-416,99	153,31
-0,20	-0,65	1,53	-367,29	152,78
-0,30	-0,98	1,50	-318,23	147,84
-0,40	-1,30	1,45	-270,75	142,97
-0,50	-1,63	1,40	-225,42	137,28
-0,60	-1,96	1,34	-181,27	130,19
-0,70	-2,28	1,27	-139,80	122,46
-0,80	-2,61	1,20	-100,99	113,98
-0,90	-2,94	1,13	-65,34	105,06
-1,00	-3,26	1,05	-32,84	95,56
-1,20	-3,91	0,89	23,24	76,08
-1,40	-4,57	0,74	66,40	56,69
-1,60	-5,22	0,60	97,25	38,60
-1,80	-5,87	0,46	116,99	22,28
-2,00	-6,52	0,35	126,74	8,17
-3,00	-9,79	0,01	85,47	-21,85
-4,00	-13,05	-0,04	19,62	-18,76
-5,00	-16,31	-0,02	-4,43	-2,15
-6,00	-19,57	0,00	0,00	0,00

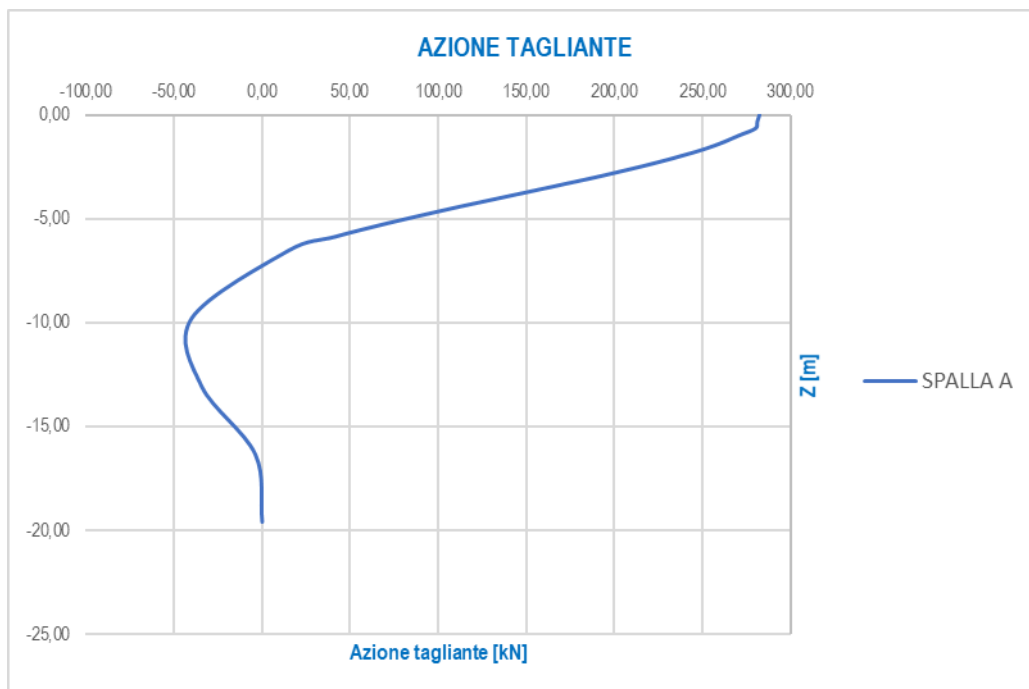
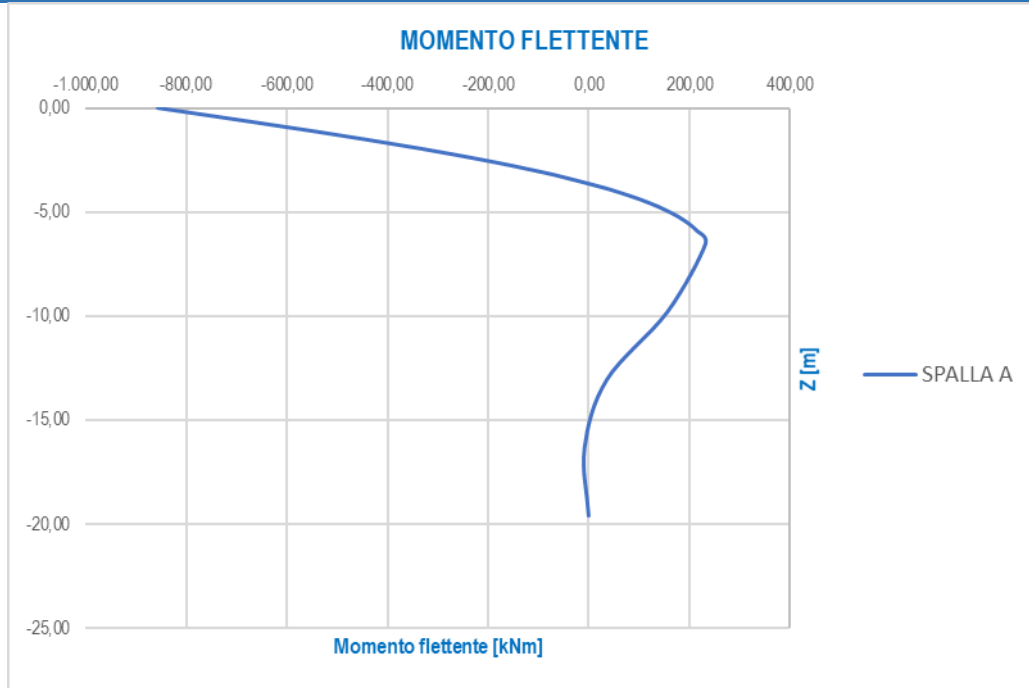




11.10.7.2 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Frequenti

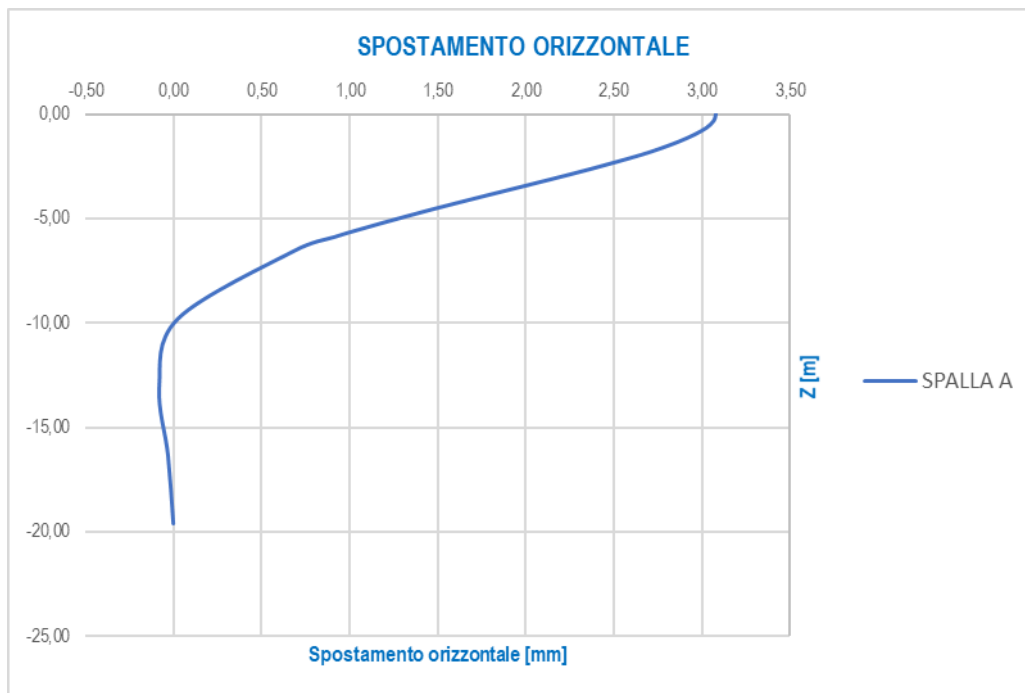
STATO LIMITE DI ESERCIZIO - FREQUENTE				
z/T	z [m]	SPALLA A		
		d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]
0,00	0,00	2,86	-857,51	282,65
-0,10	-0,33	2,85	-765,31	281,38
-0,20	-0,65	2,81	-674,09	280,40
-0,30	-0,98	2,75	-584,05	271,32
-0,40	-1,30	2,67	-496,90	262,40
-0,50	-1,63	2,57	-413,71	251,95
-0,60	-1,96	2,46	-332,68	238,93
-0,70	-2,28	2,33	-256,58	224,76
-0,80	-2,61	2,20	-185,35	209,19
-0,90	-2,94	2,07	-119,91	192,81
-1,00	-3,26	1,93	-60,27	175,38
-1,20	-3,91	1,64	42,65	139,63
-1,40	-4,57	1,36	121,86	104,04
-1,60	-5,22	1,09	178,49	70,83
-1,80	-5,87	0,85	214,71	40,89
-2,00	-6,52	0,64	232,62	15,00
-3,00	-9,79	0,02	156,87	-40,11
-4,00	-13,05	-0,07	36,02	-34,43
-5,00	-16,31	-0,03	-8,13	-3,95
-6,00	-19,57	0,00	0,00	0,00

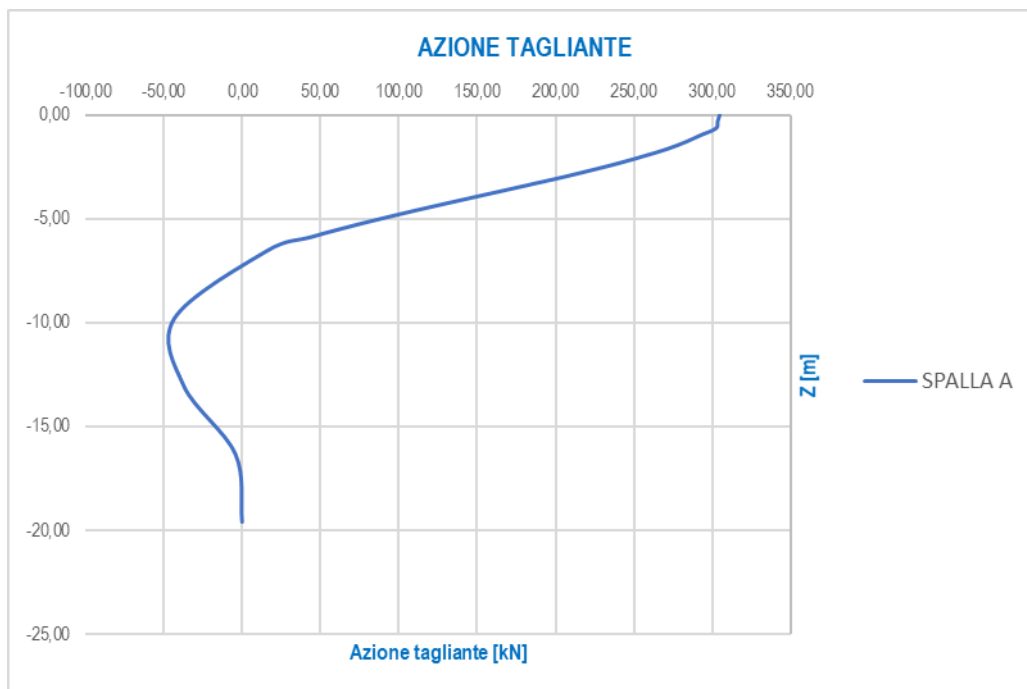
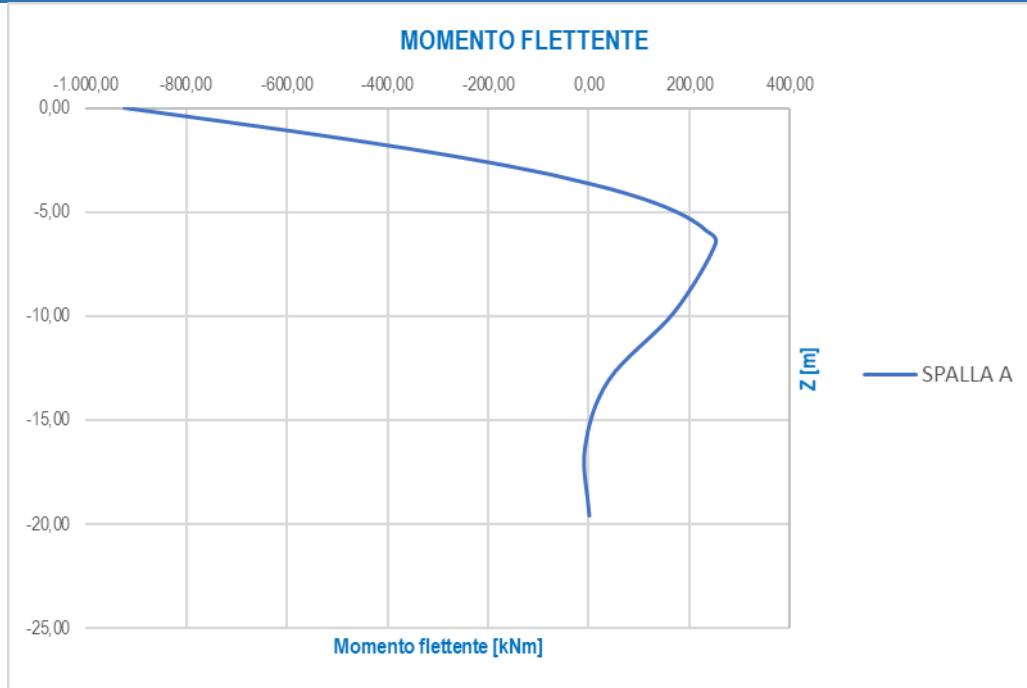




11.10.7.3 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio – Caratteristiche

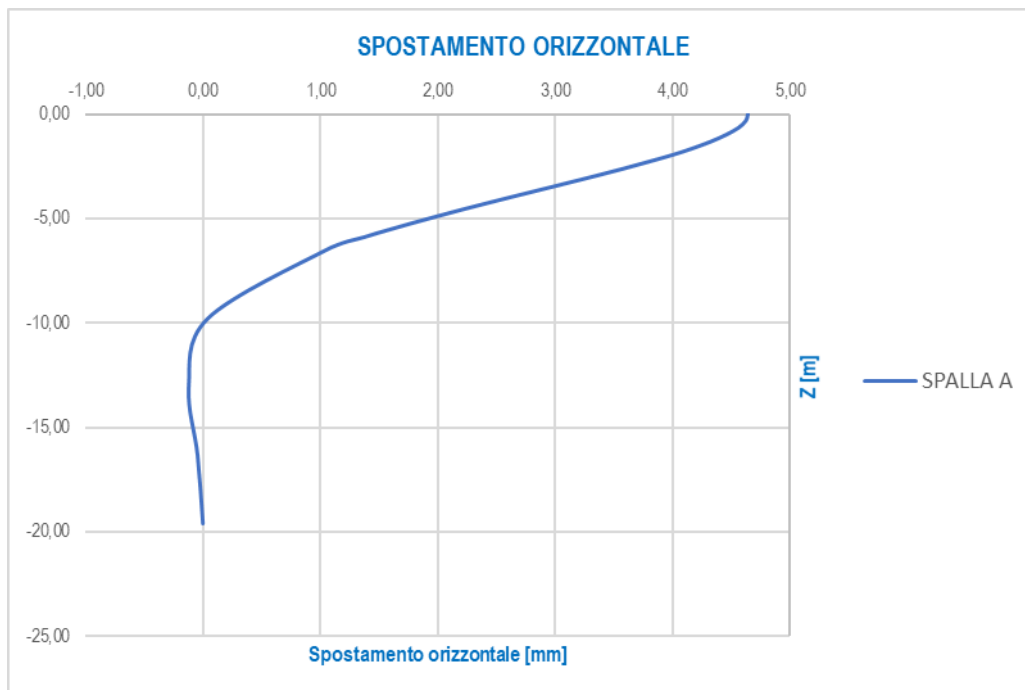
STATO LIMITE DI ESERCIZIO - CARATTERISTICA				
z/T	z [m]	SPALLA A		
		d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]
0,00	0,00	3,08	-923,84	304,51
-0,10	-0,33	3,07	-824,50	303,14
-0,20	-0,65	3,03	-726,23	302,09
-0,30	-0,98	2,96	-629,23	292,31
-0,40	-1,30	2,87	-535,34	282,69
-0,50	-1,63	2,77	-445,71	271,44
-0,60	-1,96	2,65	-358,41	257,41
-0,70	-2,28	2,51	-276,43	242,14
-0,80	-2,61	2,37	-199,69	225,37
-0,90	-2,94	2,23	-129,19	207,73
-1,00	-3,26	2,07	-64,93	188,95
-1,20	-3,91	1,77	45,94	150,43
-1,40	-4,57	1,46	131,28	112,08
-1,60	-5,22	1,18	192,30	76,31
-1,80	-5,87	0,91	231,32	44,06
-2,00	-6,52	0,69	250,61	16,16
-3,00	-9,79	0,03	169,00	-43,21
-4,00	-13,05	-0,08	38,80	-37,09
-5,00	-16,31	-0,03	-8,76	-4,25
-6,00	-19,57	0,00	0,00	0,00

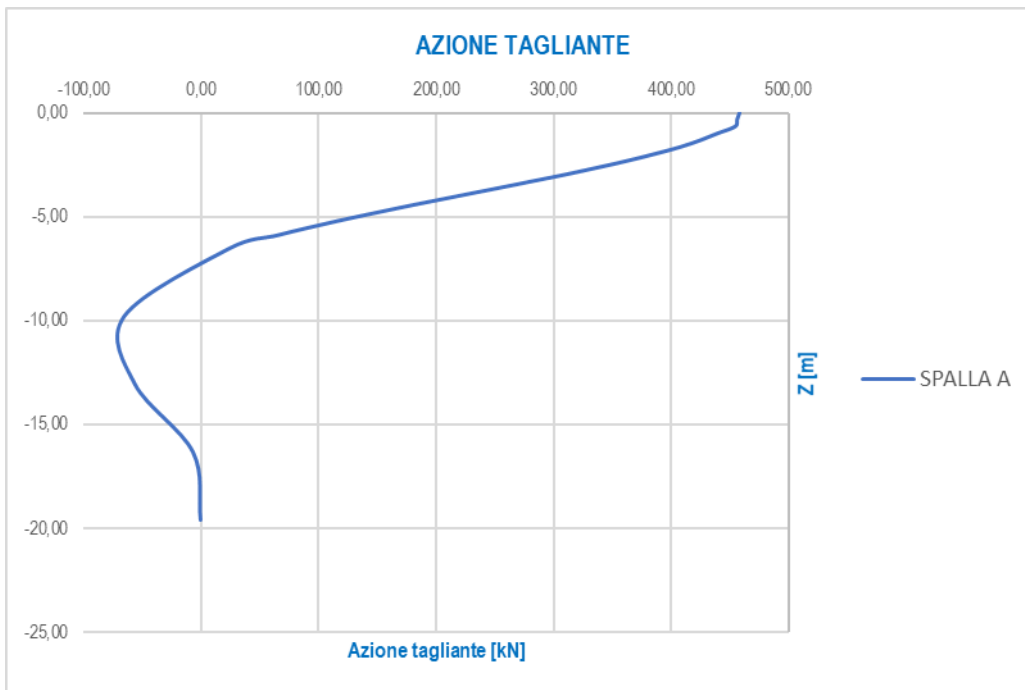
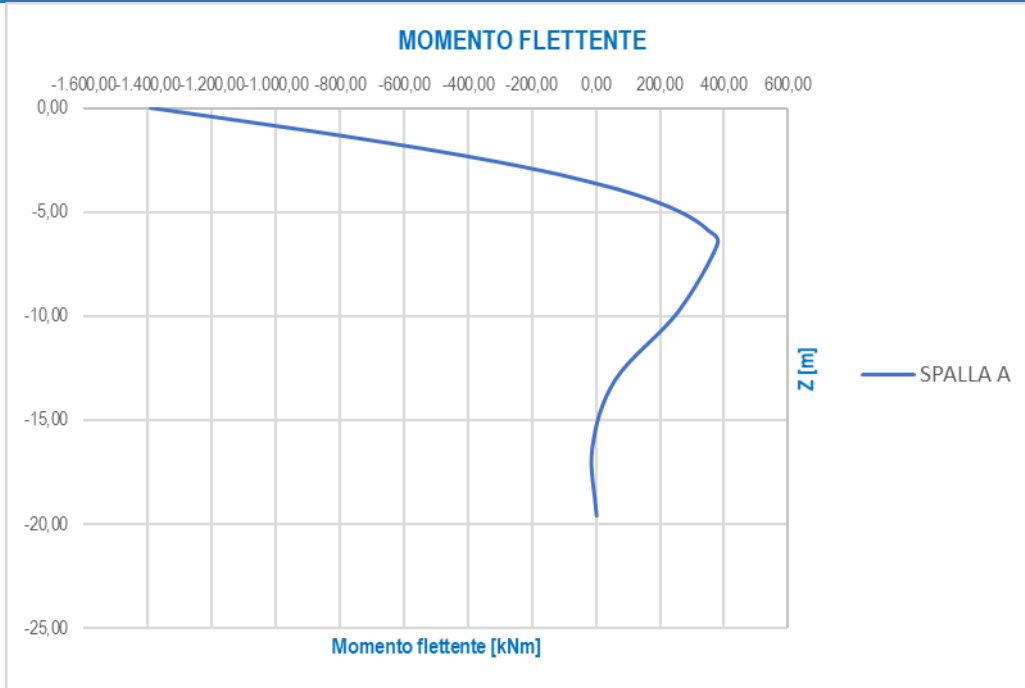




11.10.7.4 Combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo – STR

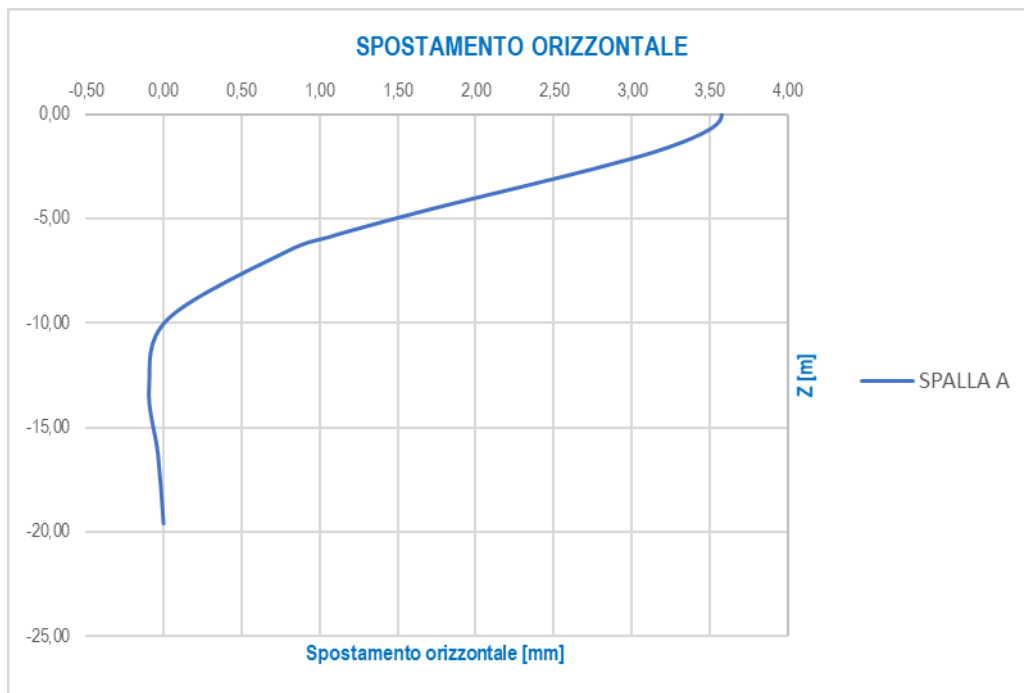
STATO LIMITE ULTIMO - STR				
z/T	z [m]	PILA P1S		
		d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]
0,00	0,00	4,64	-1.391,57	458,68
-0,10	-0,33	4,62	-1.241,94	456,62
-0,20	-0,65	4,56	-1.093,91	455,03
-0,30	-0,98	4,45	-947,79	440,31
-0,40	-1,30	4,33	-806,38	425,82
-0,50	-1,63	4,17	-671,36	408,87
-0,60	-1,96	3,99	-539,87	387,74
-0,70	-2,28	3,79	-416,38	364,73
-0,80	-2,61	3,58	-300,79	339,47
-0,90	-2,94	3,35	-194,60	312,89
-1,00	-3,26	3,12	-97,80	284,61
-1,20	-3,91	2,66	69,20	226,60
-1,40	-4,57	2,20	197,75	168,83
-1,60	-5,22	1,77	289,66	114,95
-1,80	-5,87	1,38	348,43	66,36
-2,00	-6,52	1,04	377,49	24,35
-3,00	-9,79	0,04	254,57	-65,09
-4,00	-13,05	-0,12	58,45	-55,87
-5,00	-16,31	-0,05	-13,20	-6,41
-6,00	-19,57	0,00	0,00	0,00

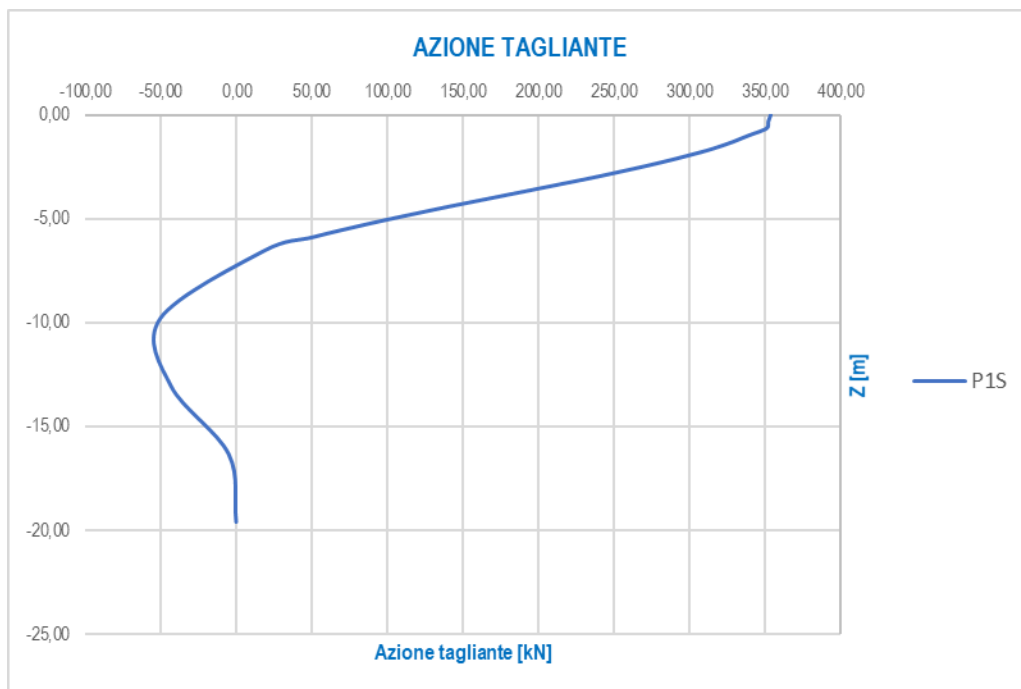
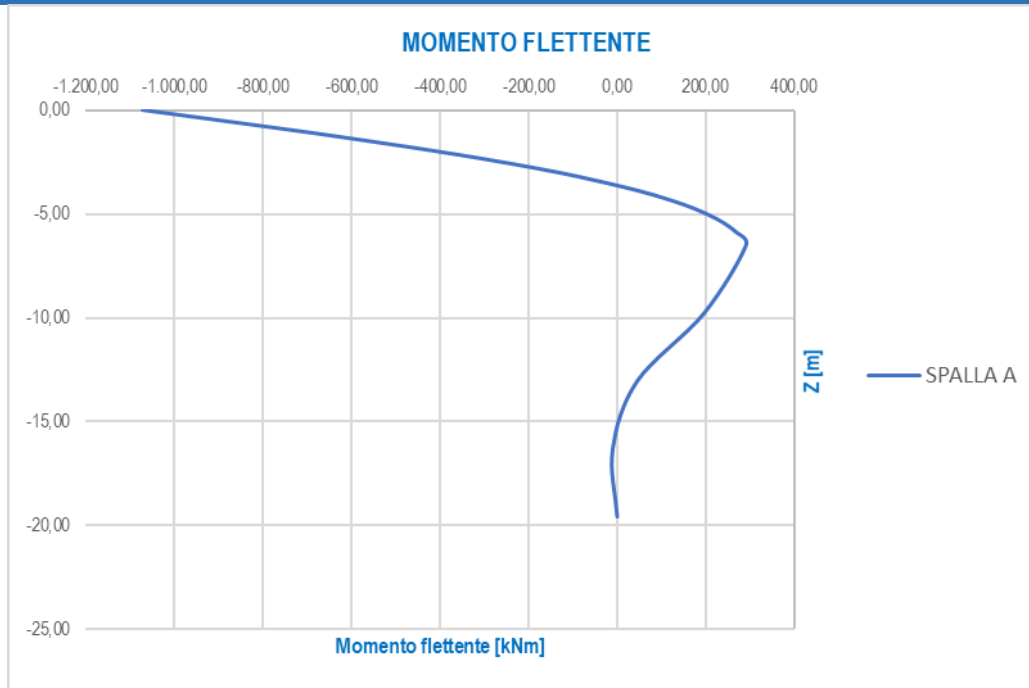




11.10.7.5 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita

STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA				
z/T	z [m]	PILA P1S		
		d _H [mm]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]
0,00	0,00	3,57	-1.072,47	353,50
-0,10	-0,33	3,56	-957,15	351,91
-0,20	-0,65	3,51	-843,06	350,69
-0,30	-0,98	3,43	-730,45	339,34
-0,40	-1,30	3,33	-621,47	328,17
-0,50	-1,63	3,21	-517,41	315,11
-0,60	-1,96	3,08	-416,07	298,82
-0,70	-2,28	2,92	-320,90	281,10
-0,80	-2,61	2,76	-231,81	261,63
-0,90	-2,94	2,58	-149,97	241,14
-1,00	-3,26	2,41	-75,37	219,35
-1,20	-3,91	2,05	53,34	174,64
-1,40	-4,57	1,70	152,41	130,12
-1,60	-5,22	1,37	223,23	88,59
-1,80	-5,87	1,06	268,53	51,14
-2,00	-6,52	0,80	290,93	18,76
-3,00	-9,79	0,03	196,19	-50,17
-4,00	-13,05	-0,09	45,04	-43,06
-5,00	-16,31	-0,03	-10,17	-4,94
-6,00	-19,57	0,00	0,00	0,00





11.10.8 RIEPILOGO DELLA AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO PER LE VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI

RIEPILOGO DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO SUI PALI DI FONDAZIONE					
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	$N_{Sd,max}$ [kN]	$N_{Sd,min}$ [kN]	M_{Sd} [kNm]	$R_{v,Sd,max}$ [kN]
SPALLA A	SLE - QUASI PERMANENTE	1.388,41	895,37	-467,23	154,01
	SLE - FREQUENTE	2.025,97	708,74	-857,51	282,65
	SLE - CARATTERISTICA	2.278,62	630,31	-923,84	304,51
	SLU - STR	3.108,26	921,51	-1.391,57	458,68
	SLV	1.564,67	719,11	-1.072,47	353,50

11.10.9 VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE - SEZIONE E ARMATURA DI VERIFICA

La sezione di verifica è circolare con diametro pari a **120 cm**.
L'armatura verticale (armatura di forza) è prevista come segue:

- **24Ø24** disposti a raggiera

L'armatura a taglio è costituita da una spirale $\varnothing 12/10$. Il copriferro netto minimo è assunto pari a **60 mm**.

11.10.10 VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI LIMITAZIONE DELLE TENSIONI									
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	N_{sd} [kN]	M_{sd} [kNm]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}$ [N/mm ²]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}$ [N/mm ²]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA
SPALLA A	SLE - QUASI PERMANENTE	1.388,41	-467,23	4,04	11,21	44,73	360,00	2,77	POSITIVA
		895,37	-467,23	3,77	11,21	18,41	360,00	2,97	POSITIVA
	SLE - FREQUENTE	2.025,97	-857,51	6,91	11,21	38,22	360,00	1,62	POSITIVA
		708,74	-857,51	0,20	11,21	108,00	360,00	3,33	POSITIVA
	SLE - CARATTERISTICA	2.278,62	-923,84	7,50	14,94	71,62	360,00	1,99	POSITIVA
		630,31	-923,84	8,14	14,94	201,20	360,00	1,79	POSITIVA

11.10.11 VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI DI FONDAZIONE - VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

11.10.11.1 Combinazione allo Stato Limite di Esercizio – Quasi Permanente

σ_s	18,41 N/mm ²	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
R _{ck}	30,0 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica cls
ϕ_l	24 mm	Diametro barre longitudinali
ϕ_s	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	24	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	1200 mm	Diametro
k _t	0,4	kt=0,6;0,4 carichi breve durata/lunga durata
k ₂	0,5	k2=0,5;1,0 caso flessione/trazione semplice
k ₁	0,8	k1=0,8;1,6 barre aderenza migliorata/lisce
w	0,2 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
f _{ck}	24,9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	135 mm	Interasse ferri longitudinali
A _φ	452 mm ²	Area barra longitudinale
E _s	210000,0 N/mm ²	Modulo elastico acciaio da c.a
f _{ctm}	2,6 N/mm ²	Resistenza a trazione media cls
E _{cm}	31447,2 N/mm ²	Modulo elastico medio cls
α _e	6,68	Rapporto Es/Ecm
f _{cm}	32,9 N/mm ²	Resistenza media cls
ρ _{eff}	0,0233	Rapporto area acciaio/area efficace
ε _{sm1}	-0,000154	Deformazione unitaria media barre di calcolo
ε _{sm2}	0,000053	Deformazione unitaria media barre valore minimo
ε _{sm}	0,000053	Deformazione unitaria media
k ₃	3,4	Coefficiente
k ₄	0,4	Coefficiente
Δs _{max}	379,4 mm	Distanza massima tra le fessure
w _d	✔ 0,020 mm	Valore di calcolo apertura fessure

11.10.11.2 Combinazione allo Stato Limite di Esercizio – Frequente

σ_s	108,00 N/mm ²	Tensione massima armatura tesa sezione fessurata
R _{ck}	30,0 N/mm ²	Resistenza caratteristica cubica cls
ϕ_l	24 mm	Diametro barre longitudinali
ϕ_s	12 mm	Diametro staffe o spirale
n	24	Numero ferri longitudinali
c	60 mm	Ricoprimento del calcestruzzo
D	1200 mm	Diametro
k _t	0,4	k _t =0,6;0,4 carichi breve durata/lunga durata
k ₂	0,5	k ₂ =0,5;1,0 caso flessione/trazione semplice
k ₁	0,8	k ₁ =0,8;1,6 barre aderenza migliorata/lisce
w	0,3 mm	Valore limite apertura fessure
Dati		
f _{ck}	24,9 N/mm ²	Resistenza caratteristica cilindrica cls
i	135 mm	Interasse ferri longitudinali
A _φ	452 mm ²	Area barra longitudinale
E _s	210000,0 N/mm ²	Modulo elastico acciaio da c.a
f _{ctm}	2,6 N/mm ²	Resistenza a trazione media cls
E _{cm}	31447,2 N/mm ²	Modulo elastico medio cls
α _e	6,68	Rapporto E _s /E _{cm}
f _{cm}	32,9 N/mm ²	Resistenza media cls
ρ _{eff}	0,0233	Rapporto area acciaio/area efficace
ε _{sm1}	0,000272	Deformazione unitaria media barre di calcolo
ε _{sm2}	0,000309	Deformazione unitaria media barre valore minimo
ε _{sm}	0,000309	Deformazione unitaria media
k ₃	3,4	Coefficiente
k ₄	0,4	Coefficiente
Δs _{max}	379,4 mm	Distanza massima tra le fessure
w _d	✓ 0,117 mm	Valore di calcolo apertura fessure

11.10.12 VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI DI FONDAZIONE - VERICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE SEMPLICE

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER FLESSIONE SEMPLICE						
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	N _{Sd} [kN]	M _{Sd} [kNm]	M _{Rd} [kNm]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA
SPALLA A	SLU - STR	4.148,18	-1.391,57	-2.972,00	2,14	POSITIVA
		1.842,68	-1.391,57	-2.504,00	1,80	POSITIVA
	SLV	3.348,33	-1.072,47	-2.840,00	2,65	POSITIVA
		455,65	-1.072,47	-2.093,00	1,95	POSITIVA

11.10.13 VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI DI FONDAZIONE - VERICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO PER TAGLIO					
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	R _{V,Sd,max} [kN]	V _{Rd} [kN]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA
SPALLA A	SLU - STR	458,68	798,70	1,74	POSITIVA
	SLV	353,50	798,70	2,26	POSITIVA

11.10.14 VERIFICA DELLA CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE

Per la verifica della capacità portante orizzontale dei pali di fondazione è stato utilizzato il metodo di Broms (1964) per pali lunghi.

La resistenza orizzontale è stata pertanto determinata mediante la seguente relazione:

$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}\right)^2}$$

Dove:

- $k_p \rightarrow$ coefficiente di spinta passiva del terreno
- $\gamma \rightarrow$ peso per unità di volume del terreno
- $d \rightarrow$ diametro del palo
- $M_y \rightarrow$ Momento plastico resistente della sezione armata del palo

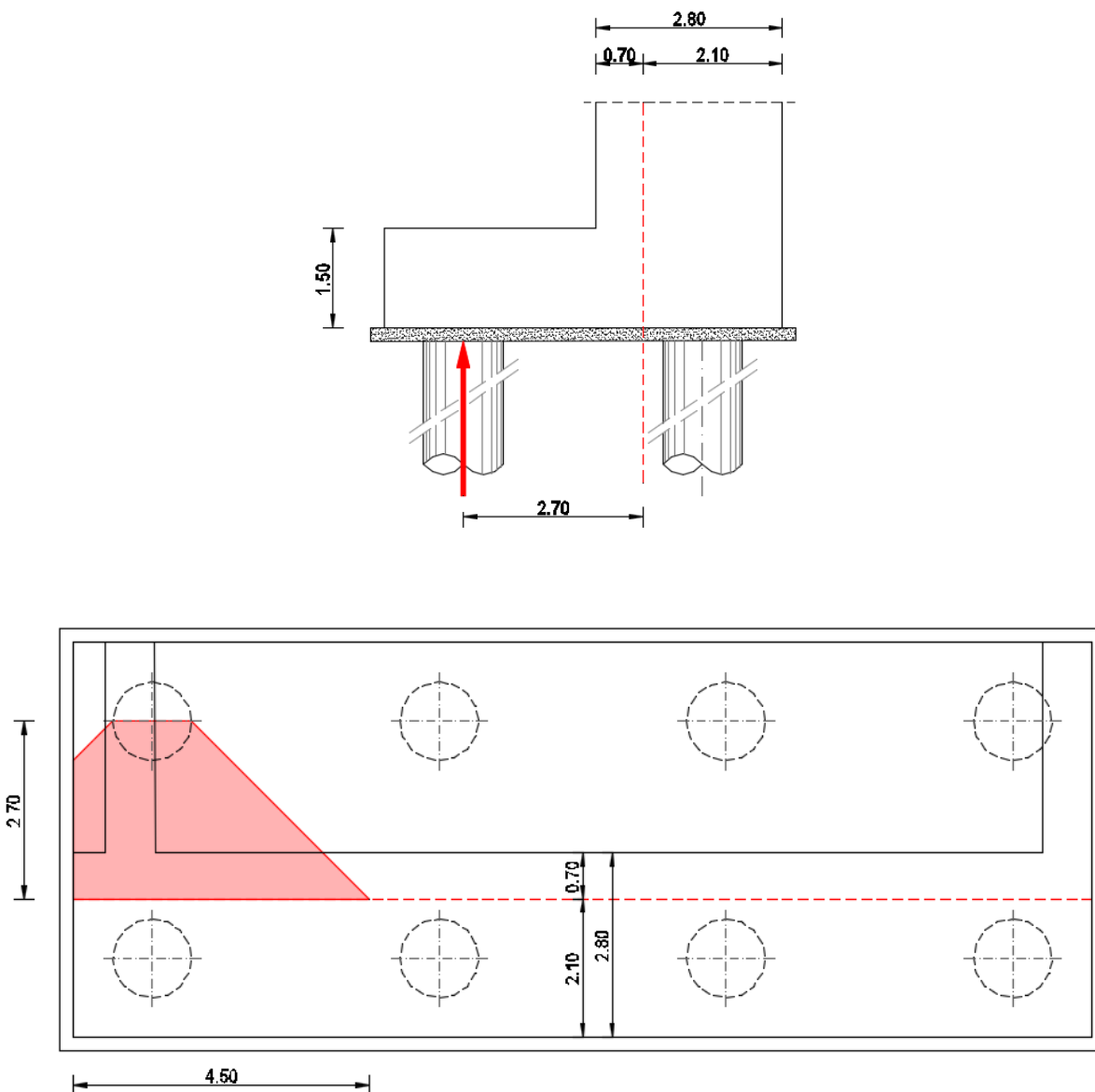
PORTANZA ORIZZONTALE DEI PALI DI FONDAZIONE - PALO LUNGO									
Diametro del palo	D	1,20	[m]						
Lunghezza del palo	L	19,00	[m]						
Angolo di attrito del terreno (strato più superficiale)	ϕ	30,50	[°]						
Peso per unità di volume del terreno (strato più superficiale)	γ	19,00	[kN/m ³]						
Coefficiente di spinta passiva del terreno (strato più superficiale)	k_p	3,06	[-]						
SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	R _{V,Sd,max} [kN]	M _{Rd,min} [kNm]	H _{Rk} [kNm]	ξ	γ_R	H _{Rd} [kNm]	COEFFICIENTE DI SICUREZZA	VERIFICA
SPALLA A	SLU - STR	458,68	2.504,00	1.808,35	1,70	1,30	818,26	1,78	POSITIVA
	SLV	353,50	2.093,00	1.604,62	1,70	1,30	726,07	2,05	POSITIVA

11.11 VERIFICA STRUTTURALE DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE

La verifica della zattera di fondazione è stata condotta con il metodo degli stati limite, calcolando la capacità ultima di resistenza dell'elemento strutturale rispetto ai principali meccanismi di collasso individuabili.

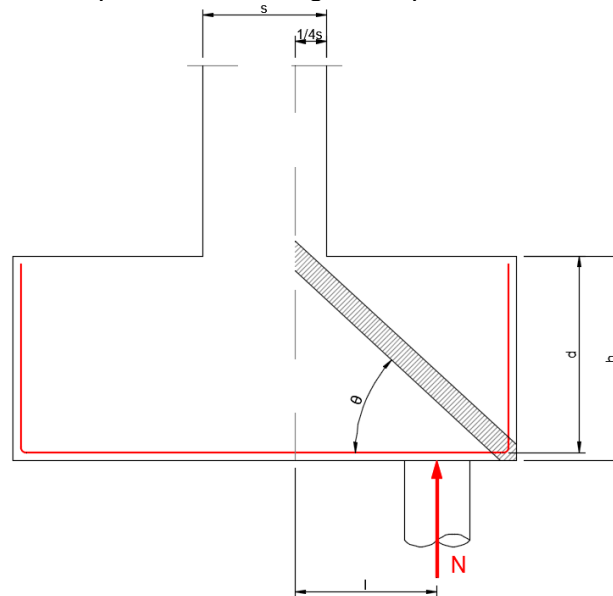
È necessario osservare che, dato il valore dei rapporti altezza – aggetto dalla pila nelle diverse situazioni presenti nel progetto, le mensole da verificare sono di tipo "tozzo". Pertanto, non può essere impiegata la "teoria della trave", ma è più opportuno adottare una schematizzazione a traliccio basata sull'ipotesi di un meccanismo di trasferimento degli sforzi a "tirante di acciaio" – "puntone di cls" che meglio rappresenta il reale andamento delle tensioni all'interno dei materiali costituenti l'elemento.

Per la verifica della fondazione è necessario per prima cosa stabilire la larghezza di zattera di fondazione competente al singolo palo, da assumere per il meccanismo resistente a tirante-puntone. Si ottiene diffondendo il carico trasmesso dal palo secondo delle isostatiche a 45°, ed è pari a **b = 4,50 m**, come mostrato delle immagini successive:



Di seguito si assume quindi un sistema a tirante-puntone isolato dal resto del plinto e di larghezza pari a $b = 4,50 \text{ m}$, nel quale il tirante è costituito da $45\text{Ø}24 + 45\text{Ø}24$ (Area: $407,15 \text{ cm}^2$). Detta $d = 1,40 \text{ m}$ la distanza del baricentro del tirante inferiore dal lembo compresso superiore ed assumendo quale braccio l della mensola tozza, quello che va dal centro dei pali a $\frac{1}{4}$ dello spessore del muro in elevazione, e pertanto $l = 2,70 \text{ m}$, si calcola la risultante ultima resistente sull'insieme dei pali di bordo in direzione trasversale.

Lo schema di calcolo a "tirante – puntone" è di seguito esplicato:



Indicando con N_C l'azione normale di compressione sulla biella in calcestruzzo e con N_T l'azione normale di trazione sul tirante inferiore in acciaio, per l'equilibrio verticale si ottiene:

$$N_C \cdot \text{sen}\theta + N = 0 \rightarrow N_C = -\frac{N}{\text{sen}\theta}$$

Per l'equilibrio orizzontale si ottiene:

$$N_C \cdot \text{cos}\theta + N_T = 0 \rightarrow N_T = \frac{N}{\text{cot}\theta}$$

La resistenza dell'armatura costituente il tirante teso si ottiene come:

$$N_{T,Rd} = \frac{N_T}{\text{cot}\theta} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{1}{\text{cot}\theta} \geq N$$

Essendo:

$$\text{cot}\theta = \frac{l}{z} = \frac{l}{0,90 \cdot d}$$

Si ottiene pertanto:

$$N_{T,Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \frac{0,90 \cdot d}{l} \geq N$$

La resistenza della biella compressa in calcestruzzo si ottiene come:

$$N_{C,Rd} = N_C \cdot \text{sen}\theta = 0,20 \cdot d \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \text{sen}\theta \geq N$$

Essendo:

$$\text{sen}\theta = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{l}{0,90 \cdot d}\right)^2\right]^{0,5}}$$

Si ottiene pertanto:

$$N_{C,Rd} = N_C \cdot \sin\theta = 0,20 \cdot d \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{l}{0,90 \cdot d}\right)^2\right]^{0,5}} \geq N$$

Di seguito sono riportate le verifiche del tirante metallico e dalla biella compressa in calcestruzzo per le differenti combinazioni di carico considerate:

SOTTOSTRUTTURA	COMBINAZIONE	b [m]	l [m]	d [m]	A _s [mm ²]	f _r [N/mm ²]	f _c [N/mm ²]	N _{sd} [kN]	N _{1,9d} [kN]	N _{1,3d} [kN]	F _{sic,min}
SPALLA A	SLE - QUASI PERMANENTE	4,50	2,70	1,40	40.715,00	360,00	14,94	1.388,41	6.840,12	7.960,57	4,93
	SLE - PERMANENTE	4,50	2,70	1,40	40.715,00	360,00	14,94	2.025,97	6.840,12	7.960,57	3,38
	SLE - CARATTERISTICA	4,50	2,70	1,40	40.715,00	360,00	19,92	2.278,62	6.840,12	10.614,09	3,00
	SLU - STR	4,50	2,70	1,40	40.715,00	391,30	18,81	3.108,26	7.434,91	10.024,42	2,39
	SLV	4,50	2,70	1,40	40.715,00	391,30	18,81	1.564,67	7.434,91	10.024,42	4,75

Il minimo coefficiente di sicurezza è risultato pari a **2,39**.

12 VERIFICA DEI BAGGIOLI DI APPOGGIO

12.1 VALUTAZIONE DELLE AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO SUI BAGGIOLI DI APPOGGIO

Nelle tabelle successive sono riportati i valori delle azioni sollecitanti di calcolo agenti sui baggioli di appoggio, desunti dalla relazione di calcolo dell'impalcato, per le combinazioni di inviluppo delle combinazioni statiche allo SLU – STR e sismiche SLV:

**AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO SUI BAGGIOLI DI APPOGGIO
 COMBINAZIONE DI INVILUPPO DELL' COMBINAZIONI ALLO SLU - STR**

TRAVE	ASSE	N _{Sd} [kN]	H _{LONG,Sd} [kN]	H _{TRASV,Sd} [kN]
Esterno curva	SP. A	2.303,36	32,46	13,58
	P1	5.994,68	68,83	28,77
	P2	5.619,47	75,82	31,70
	P3	6.003,13	68,83	28,77
	SP. B	2.242,47	32,46	13,58
Centro esterno	SP. A	1.729,98	32,46	13,58
	P1	4.346,90	68,83	28,77
	P2	3.996,32	75,82	31,70
	P3	4.337,82	68,83	28,77
	SP. B	1.736,45	32,46	13,58
Centro interno	SP. A	1.694,46	32,46	13,58
	P1	4.210,99	68,83	28,77
	P2	3.874,18	75,82	31,70
	P3	4.216,13	68,83	28,77
	SP. B	1.681,59	32,46	13,58
Interno curva	SP. A	2.078,38	32,46	13,58
	P1	5.656,76	68,83	28,77
	P2	5.353,65	75,82	31,70
	P3	5.643,81	68,83	28,77
	SP. B	2.130,04	32,46	13,58

**AZIONI SOLLECITANTI DI CALCOLO SUI BAGGIOLI DI APPOGGIO
 COMBINAZIONE DI INVILUPPO DELL' COMBINAZIONI ALLO SLV**

TRAVE	ASSE	N _{Sd} [kN]	H _{LONG,Sd} [kN]	H _{TRASV,Sd} [kN]
Esterno curva	SP. A	642,83	21,86	21,86
	P1	2.344,94	79,73	79,73
	P2	2.188,19	74,40	74,40
	P3	2.346,29	79,77	79,77
	SP. B	626,14	21,29	21,29
Centro esterno	SP. A	430,20	14,63	14,63
	P1	1.582,21	53,80	53,80
	P2	1.454,13	49,44	49,44
	P3	1.578,48	53,67	53,67
	SP. B	428,14	14,56	14,56
Centro interno	SP. A	422,49	14,36	14,36
	P1	1.560,62	53,06	53,06
	P2	1.437,35	48,87	48,87
	P3	1.561,22	53,08	53,08
	SP. B	422,99	14,38	14,38
Interno curva	SP. A	598,52	20,35	20,35
	P1	2.317,40	78,79	78,79
	P2	2.195,84	74,76	74,76
	P3	2.310,01	78,54	78,54
	SP. B	612,73	20,83	20,83

Le verifiche verranno condotte in corrispondenza dei baggioli di appoggio di maggiore altezza, considerando, a favore di sicurezza, i valori massimi delle azioni sollecitanti di calcolo precedentemente riportati.

Per le pile è stato considerato un baggiolo con sezione rettangolare **90 x 150 cm** e altezza pari a **42 cm**.

Per le spalle è stato considerato un baggiolo con sezione rettangolare **90 x 145 cm** e altezza pari a **42 cm**.

12.2 BAGGIOLI DI APOGGIO DELLE PILE

12.2.1 VERIFICA A SCHIACCIAMENTO DEL CALCESTRUZZO

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO

Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	
Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1,36	[N/mm ²]

ACCIAIO

Tipologia di acciaio		B 450 C	
Tensione massima ammissibile dell'acciaio	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

GEOMETRIA DEL BAGGIOLO

Lunghezza del baggiolo (direzione parallela all'asse appoggi)	L_T	90,00	[cm]
Larghezza del baggiolo (direzione perpendicolare all'asse appoggi)	L_L	150,00	[cm]
Altezza del baggiolo	h	42,00	[cm]

AZIONI DI CALCOLO SUL BAGGIOLO

Azione normale massima agente sul baggiolo	N	6.003,13	[kN]
--	-----	----------	------

ARMATURA DEL BAGGIOLO

Numero di forcelle in direzione longitudinale	n_L	8	
Diametro delle forcelle in direzione longitudinale	\varnothing_L	24	[mm]
Area delle forcelle in direzione longitudinale	A_L	72,32	[cm ²]
Numero di forcelle in direzione trasversale	n_T	14	
Diametro delle forcelle in direzione trasversale	\varnothing_T	24	[mm]
Area delle forcelle in direzione trasversale	A_T	126,56	[cm ²]

VERIFICA A PUNZONAMENTO

Perimetro della sezione del baggiolo	u	480,00	[cm]
Altezza del baggiolo	h	42,00	[cm]
Forza resistente per calcestruzzo		1.366,63	[kN]

VERIFICA NEGATIVA. E' NECESSARIO ARMARE A PUNZONAMENTO.

Forza resistente per armatura		7.782,26	[kN]
-------------------------------	--	----------	------

VERIFICA POSITIVA. L'ARMATURA DISPOSTA E' SUFFICIENTE.

12.2.2 VERIFICA DELLE STAFFE DI CONFINAMENTO

DIMENSIONAMENTO DELLE STAFFE DI CONFINAMENTO									
Lunghezza del baggiolo in direzione longitudinale	a	1.500,00	[mm]						
Lunghezza del baggiolo in direzione trasversale	b	900,00	[mm]						
Altezza del baggiolo	h	420,00	[mm]						
Azione di taglio in direzione longitudinale	$V_{L, long}$	79,77	[kN]						
Azione di taglio in direzione trasversale	$V_{L, trasv}$	79,77	[kN]						
Rapporto tra altezza del baggiolo e lunghezza del baggiolo in direzione longitudinale	h/a	0,28	[-]						
Rapporto tra altezza del baggiolo e lunghezza del baggiolo in direzione trasversale	h/b	0,47	[-]						
Percentuale di taglio in direzione longitudinale assorbita dalle staffe di confinamento	% _{long}	14,00%	[-]						
Azione di taglio in direzione longitudinale assorbita dalle staffe di confinamento	$V_{Sd, long, conf}$	11,17	[kN]						
Percentuale di taglio in direzione trasversale assorbita dalle staffe di confinamento	% _{trasv}	18,15%	[-]						
Azione di taglio in direzione trasversale assorbita dalle staffe di confinamento	$V_{Sd, trasv, conf}$	14,48	[kN]						
Tipologia di acciaio utilizzato per le staffe di confinamento		B450							
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	540,00	[N/mm ²]						
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450,00	[N/mm ²]						
Resistenza di calcolo	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]						
Diametro delle staffe		Ø12							
Area trasversale della singola barra costituente la staffa	$A_{st, b}$	113,00	[N/mm ²]						
Numero di bracci delle staffe in direzione longitudinale	$n_{br, long}$	2	[-]						
Numero di bracci delle staffe in direzione trasversale	$n_{br, trasv}$	2	[-]						
Copriferro netto delle staffe	c	40,00	[mm]						
Numero di staffe posizionate lungo il baggiolo	n_{st}	4	[-]						
Passo delle staffe	p_{st}	100,00	[mm]						
Area totale delle staffe in direzione longitudinale	$A_{st, long}$	904,00	[mm ²]						
Area totale delle staffe in direzione trasversale	$A_{st, trasv}$	904,00	[mm ²]						
Resistenza a taglio delle staffe in direzione longitudinale	$V_{Rd, long}$	1.157,26	[kN]						
Resistenza a taglio delle staffe in direzione trasversale	$V_{Rd, trasv}$	679,71	[kN]						
$V_{Sd, long, conf}$	11,17	[kN]	<	$V_{Rd, long}$	1.157,26	[kN]	VERIFICA POSITIVA		
$V_{Sd, trasv, conf}$	14,48	[kN]	<	$V_{Rd, trasv}$	679,71	[kN]	VERIFICA POSITIVA		
$V_{Sd, long, conf} / V_{Rd, long} + V_{Sd, trasv, conf} / V_{Rd, trasv}$	0,03		<	1,00			VERIFICA POSITIVA		

12.2.3 VERIFICA A SCORRIMENTO DEL BAGGIOLO SOTTO EFFETTO DELLE AZIONI ORIZZONTALI
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI
CALCESTRUZZO

Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	
Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1,36	[N/mm ²]

ACCIAIO

Tipologia di acciaio		B 450 C	
Tensione massima ammissibile dell'acciaio	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

GEOMETRIA DEL BAGGIOLO

Lunghezza del baggiolo (direzione parallela all'asse appoggi)	L_T	90,00	[cm]
Larghezza del baggiolo (direzione perpendicolare all'asse appoggi)	L_L	150,00	[cm]
Altezza del baggiolo	h	42,00	[cm]

AZIONI DI CALCOLO SUL BAGGIOLO

Azione normale massima agente sul baggiolo	N	0,00	[kN]
Azione orizzontale longitudinale massima agente sul baggiolo	V_L	79,77	[kN]
Azione orizzontale trasversale massima agente sul baggiolo	V_T	79,77	[kN]

ARMATURA DEL BAGGIOLO

Numero di forcelle in direzione longitudinale	n_L	8	
Diametro delle forcelle in direzione longitudinale	\varnothing_L	24	[mm]
Area delle forcelle in direzione longitudinale	A_L	72,32	[cm ²]
Numero di forcelle in direzione trasversale	n_T	14	
Diametro delle forcelle in direzione trasversale	\varnothing_T	24	[mm]
Area delle forcelle in direzione trasversale	A_T	126,56	[cm ²]

VERIFICA A TRANCIAMENTO DELL'ARMATURA

Tensione tangenziale sollecitante	τ	0,08	[N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza	F_S	1,20	
Tensione tangenziale di calcolo	τ_{sd}	0,10	[N/mm ²]
Coefficiente di rugosità	β	0,20	
Coefficiente di attrito tra le due superfici (spalla-baggiolo)	μ	0,60	
Rapporto tra area di armatura verticale e superficie di ripresa	ρ	0,0246	
Pressione sul calcestruzzo della superficie di ripresa	σ_{cd}	0,00	[N/mm ²]

Il rapporto minimo di armatura rispetto alla superficie di ripresa viene valutato mediante la seguente relazione:

$$\rho_{\min} = \frac{A_{\min}}{A_{\text{baggiolo}}} = \frac{\tau_{sd} - \beta \cdot f_{ctd} - \sigma_{cd}}{\mu \cdot f_{yd}}$$

Rapporto minimo di armatura rispetto alla superficie di ripresa	ρ_{\min}	-0,0007	
Area di armatura minima necessaria		0,00 [cm ²]	< 198,88 [cm ²]

VERIFICA POSITIVA. L'ARMATURA DISPOSTA E' SUFFICIENTE.

12.3 BAGGIOLI DI APOGGIO DELLE SPALLE

12.3.1 VERIFICA A SCHIACCIAMENTO DEL CALCESTRUZZO

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CALCESTRUZZO

Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	
Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1,36	[N/mm ²]

ACCIAIO

Tipologia di acciaio		B 450 C	
Tensione massima ammissibile dell'acciaio	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

GEOMETRIA DEL BAGGIOLO

Lunghezza del baggiolo (direzione parallela all'asse appoggi)	L_T	90,00	[cm]
Larghezza del baggiolo (direzione perpendicolare all'asse appoggi)	L_L	145,00	[cm]
Altezza del baggiolo	h	42,00	[cm]

AZIONI DI CALCOLO SUL BAGGIOLO

Azione normale massima agente sul baggiolo	N	2.303,36	[kN]
--	-----	----------	------

ARMATURA DEL BAGGIOLO

Numero di forcelle in direzione longitudinale	n_L	8	
Diametro delle forcelle in direzione longitudinale	\varnothing_L	20	[mm]
Area delle forcelle in direzione longitudinale	A_L	50,24	[cm ²]
Numero di forcelle in direzione trasversale	n_T	13	
Diametro delle forcelle in direzione trasversale	\varnothing_T	20	[mm]
Area delle forcelle in direzione trasversale	A_T	81,64	[cm ²]

VERIFICA A PUNZONAMENTO

Perimetro della sezione del baggiolo	u	470,00	[cm]
Altezza del baggiolo	h	42,00	[cm]
Forza resistente per calcestruzzo		1.338,16	[kN]

VERIFICA NEGATIVA. E' NECESSARIO ARMARE A PUNZONAMENTO.

Forza resistente per armatura		5.160,52	[kN]
-------------------------------	--	----------	------

VERIFICA POSITIVA. L'ARMATURA DISPOSTA E' SUFFICIENTE.

12.3.2 VERIFICA DELLE STAFFE DI CONFINAMENTO

DIMENSIONAMENTO DELLE STAFFE DI CONFINAMENTO							
Lunghezza del baggiolo in direzione longitudinale	a	1.450,00	[mm]				
Lunghezza del baggiolo in direzione trasversale	b	900,00	[mm]				
Altezza del baggiolo	h	420,00	[mm]				
Azione di taglio in direzione longitudinale	V _{L, long}	32,46	[kN]				
Azione di taglio in direzione trasversale	V _{L, trasv}	21,86	[kN]				
Rapporto tra altezza del baggiolo e lunghezza del baggiolo in direzione longitudinale	h/a	0,29	[-]				
Rapporto tra altezza del baggiolo e lunghezza del baggiolo in direzione trasversale	h/b	0,47	[-]				
Percentuale di taglio in direzione longitudinale assorbita dalle staffe di confinamento	% _{long}	14,21%	[-]				
Azione di taglio in direzione longitudinale assorbita dalle staffe di confinamento	V _{Sd, long, conf}	4,61	[kN]				
Percentuale di taglio in direzione trasversale assorbita dalle staffe di confinamento	% _{trasv}	18,15%	[-]				
Azione di taglio in direzione trasversale assorbita dalle staffe di confinamento	V _{Sd, trasv, conf}	3,97	[kN]				
Tipologia di acciaio utilizzato per le staffe di confinamento		B450					
Tensione caratteristica di rottura	f _{tk}	540,00	[N/mm ²]				
Tensione caratteristica di snervamento	f _{yk}	450,00	[N/mm ²]				
Resistenza di calcolo	f _{yd}	391,30	[N/mm ²]				
Diametro delle staffe		Ø12					
Area trasversale della singola barra costituente la staffa	A _{st, b}	113,00	[N/mm ²]				
Numero di bracci delle staffe in direzione longitudinale	n _{br, long}	2	[-]				
Numero di bracci delle staffe in direzione trasversale	n _{br, trasv}	2	[-]				
Copriferro netto delle staffe	c	40,00	[mm]				
Numero di staffe posizionate lungo il baggiolo	n _{st}	4	[-]				
Passo delle staffe	p _{st}	100,00	[mm]				
Area totale delle staffe in direzione longitudinale	A _{st, long}	904,00	[mm ²]				
Area totale delle staffe in direzione trasversale	A _{st, trasv}	904,00	[mm ²]				
Resistenza a taglio delle staffe in direzione longitudinale	V _{Rd, long}	1.117,46	[kN]				
Resistenza a taglio delle staffe in direzione trasversale	V _{Rd, trasv}	679,71	[kN]				
V _{Sd, long, conf}	4,61	[kN]	<	V _{Rd, long}	1.117,46	[kN]	VERIFICA POSITIVA
V _{Sd, trasv, conf}	3,97	[kN]	<	V _{Rd, trasv}	679,71	[kN]	VERIFICA POSITIVA
V _{Sd, long, conf} / V _{Rd, long} + V _{Sd, trasv, conf} / V _{Rd, trasv}	0,01		<		1,00		VERIFICA POSITIVA

12.3.3 VERIFICA A SCORRIMENTO DEL BAGGIOLO SOTTO EFFETTO DELLE AZIONI ORIZZONTALI
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI
CALCESTRUZZO

Classe di resistenza del calcestruzzo		C32/40	
Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1,36	[N/mm ²]

ACCIAIO

Tipologia di acciaio		B 450 C	
Tensione massima ammissibile dell'acciaio	f_{yd}	391,30	[N/mm ²]

GEOMETRIA DEL BAGGIOLO

Lunghezza del baggiolo (direzione parallela all'asse appoggi)	L_T	90,00	[cm]
Larghezza del baggiolo (direzione perpendicolare all'asse appoggi)	L_L	145,00	[cm]
Altezza del baggiolo	h	42,00	[cm]

AZIONI DI CALCOLO SUL BAGGIOLO

Azione normale massima agente sul baggiolo	N	0,00	[kN]
Azione orizzontale longitudinale massima agente sul baggiolo	V_L	32,46	[kN]
Azione orizzontale trasversale massima agente sul baggiolo	V_T	21,86	[kN]

ARMATURA DEL BAGGIOLO

Numero di forcelle in direzione longitudinale	n_L	8	
Diametro delle forcelle in direzione longitudinale	\varnothing_L	20	[mm]
Area delle forcelle in direzione longitudinale	A_L	50,24	[cm ²]
Numero di forcelle in direzione trasversale	n_T	13	
Diametro delle forcelle in direzione trasversale	\varnothing_T	20	[mm]
Area delle forcelle in direzione trasversale	A_T	81,64	[cm ²]

VERIFICA A TRANCIAMENTO DELL'ARMATURA

Tensione tangenziale sollecitante	τ	0,03	[N/mm ²]
Coefficiente di sicurezza	F_S	1,20	
Tensione tangenziale di calcolo	τ_{sd}	0,04	[N/mm ²]
Coefficiente di rugosità	β	0,20	
Coefficiente di attrito tra le due superfici (spalla-baggiolo)	μ	0,60	
Rapporto tra area di armatura verticale e superficie di ripresa	ρ	0,0163	
Pressione sul calcestruzzo della superficie di ripresa	σ_{cd}	0,00	[N/mm ²]

Il rapporto minimo di armatura rispetto alla superficie di ripresa viene valutato mediante la seguente relazione:

$$\rho_{\min} = \frac{A_{\min}}{A_{\text{baggiolo}}} = \frac{\tau_{sd} - \beta \cdot f_{ctd} - \sigma_{cd}}{\mu \cdot f_{yd}}$$

Rapporto minimo di armatura rispetto alla superficie di ripresa	ρ_{\min}	-0,0010	
Area di armatura minima necessaria		0,00 [cm ²]	< 131,88 [cm ²]

VERIFICA POSITIVA. L'ARMATURA DISPOSTA E' SUFFICIENTE.