

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01
LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto Funzionale Brescia-Verona
PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA A.C. - VIADOTTO TRAVAGLIATO - VI29
RELAZIONE TECNICA E STATICA**



IL PROGETTISTA INTEGRATORE

saipem spa
Tommaso Taranta
Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A234408 - Sez. A Settori:
a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione
Tel. 02.52020557 - Fax 02.52020309
C.F. e P.IVA 00825790157

ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

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

I	N	0	5	0	0	D	E	2	C	L	V	I	2	9	0	0	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio Cepav due Project Director (Ing. F. Lombardi) Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	<i>SANGALLI</i>	31.03.14	FERRETTA	31.03.14	<i>LAZZARI</i>	31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121

Data: 31.03.14

Doc. N.: 12191_03.doc



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 12191_03

Progetto
IN05

Lotto
00

Codifica Documento
DE2CLVI2900001

Rev.
0

Foglio
2 di 16

INDICE

1. GENERALITÀ.....	3
2. DATI DI CALCOLO PILE E PLINTI DEL VIADOTTO TRAVAGLIATO	5
3. VIADOTTO TRAVAGLIATO – SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI IN ESERCIZIO ED IN SISMA – SCHEMA DI RIPARTIZIONE A PLINTO RIGIDO.....	7
4. VIADOTTO TRAVAGLIATO – DETERMINAZIONE DELLA LUNGHEZZA PALI	9
5. VIADOTTO TRAVAGLIATO – SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI DI FONDAZIONE – VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PALI.....	11
6. SPALLE A E B – CALCOLO LUNGHEZZA PALI DI FONDAZIONE.....	14
7. OPERE PROVVISORIALI.....	16

1. GENERALITÀ

Nel presente documento si descrive il Viadotto Travagliato, presente fra la progressiva 69+822,100 e la progressiva 70+044,900 nella nascita linea Alta Capacità Torino-Venezia (sulla tratta Milano Verona).

Il viadotto in oggetto comprende 9 campate isostatiche di luce $L=25$ m realizzate da impalcati in c.a.p. a 4 cassoncini.

Tutte le pile del Viadotto Travagliato sono pile lamellari 220x840 per impalcati a 4 cassoncini, aventi altezza compresa fra 14.73 e 18.10 m (distanza P.F. – estradosso fondazione). Le pile si fondano su plinti a 8 pali $\phi 1500$ di dimensioni 11.30 x 11.30 m ($h = 2.80$ m).

Le spalle A e B del Viadotto Travagliato sono entrambe su fondazione a 14 pali $\phi 1200$ di dimensione 11.15 x 13.60 m $H = 2$ m e hanno altezza (distanza P.F. – estradosso fondazione) pari a 8.24 m. Per tutti i dettagli relativi alle spalle si rimanda al paragrafo 6.

L'opera in oggetto è posta in un tratto di curva avente raggio planimetrico pari a 5450 m, in zona sismica di terza categoria ($S = 6$); tutti i plinti sono in asse con il tracciato. Il viadotto si trova all'interno della cava posta nel comune di Travagliato; data la buona qualità del primo strato di terreno nell'area cava, i plinti di fondazione delle pile interne alla cava sono fondati con l'intradosso alla profondità di 0,50 m rispetto al piano del fondo cava e successivamente ricoperti.

Nella presente specifica si riportano le sollecitazioni massime in testa ai pali per la condizione d'esercizio e per la condizione sismica.

Per ogni singolo plinto si riporta nella tabella seguente:

- il numero della pila,
- la progressiva della pila,
- l'altezza della pila (altezza estradosso plinto-piano ferro, si veda la nota sottostante),
- l'altezza del solo fusto pila,
- la lunghezza della campata sinistra,
- la lunghezza della campata destra,
- il ricoprimento in terra del plinto,
- il tipo di plinto presente.



NOTA: nella seguente tabella l'altezza della generica pila viene arrotondata con scansione ogni 5 cm. Le altezze pila leggibili nei profili del viadotto in esame (elaborati grafici) possono differire da quelle nel seguito riportate per (massimo) 3 cm. Ovviamente detto scarto non è rilevante ai fini del dimensionamento delle strutture.

N° pila	progressiva	H pila (m)	H fusto (m)	L _{sinistra} (m)	L _{destra} (m)	h terra (m)	Raggio (m)	Tipo plinto (n. pali)
Spalla A	69+822.10	8.24				1.00	5450	14 ϕ 1200
1	69+846.00	15.15	10.05	25	25	1.27	5450	8 pali ϕ 1500 11.3 X 11.3 H = 2.80 m
2	69+871.00	18.10	13.00	25	25	0.50	5450	
3	69+896.00	18.05	12.95	25	25	0.50	5450	
4	69+921.00	18.00	12.90	25	25	0.50	5450	
5	69+946.00	17.95	12.85	25	25	0.50	5450	
6	69+971.00	17.85	12.75	25	25	0.50	5450	
7	69+996.00	17.80	12.70	25	25	0.50	5450	
8	70+021.00	14.75	9.65	25	25	1.27	5450	
Spalla B	70+044.90	8.24				1.00	5450	14 ϕ 1200

2. DATI DI CALCOLO PILE E PLINTI DEL VIADOTTO TRAVAGLIATO

A pagina seguente vengono riportate alcune tabelle che elencano i dati utilizzati per il calcolo delle azioni sulle palificate dei plinti considerati; si intende:

- input: valore di input
- numero: valore costante
- calcolo: valore calcolato in automatico

I valori di input variabili da pila a pila sono quelli riportati nelle pagine precedenti.

I dati contenuti nelle tabelle seguenti sono immessi nel codice di calcolo “Pile”, codice sviluppato dagli scriventi e già massicciamente utilizzato nel corso del progetto delle opere d’arte della tratta Milano Bologna (linea A.C. Milano Napoli). In particolare il programma “Pile”, partendo dalla caratterizzazione geometrica del viadotto deduce le condizioni di carico più gravose ai fini del dimensionamento delle palificate, dei plinti di fondazione e delle pile stesse (sia in esercizio che in condizioni di sisma).

Il codice applica il metodo semplificato per la valutazione degli effetti di interazione treno-binario-struttura, conformemente a quanto previsto nell’Allegato B del documento n. I/SC/PS-OM/2298 “Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari - Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo”.

I dati di cui alle tabelle seguenti possono essere verificati all’interno dei documenti di calcolo seguenti:

21586_00	AC-pila lamellare 2.20 x 8.40 m su 4 cassoncini 25 m - i=4.5 relaz statica
----------	----------------------------------------------------------------------------

Si fa notare come nel calcolo delle massime azioni in testa pali si siano fatte le seguenti assunzioni prudenziali:

- si assume il 40% dell’azione termica della spalla per tutte le pile

Per il calcolo delle azioni sulle palificate delle spalle si rimanda al successivo paragrafo 6.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 12191_03

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2CLVI2900001Rev.
0Foglio
6 di 16

VIADOTTO TRAVAGLIATO – PILA TIPOLOGICA LAMELLARE 4 CASSONCINI 25 m (8 pali ϕ 1500)

1	QUOTA PIANO FERRO (distanza P.F. da estr. plinto)	Input	[m]
2	ALTEZZA DEL FUSTO PILA	Input	[m]
3	LARGHEZZA TRASVERSALE DEL FUSTO PILA	2.2	[m]
4	LARGHEZZA DEL PULVINO	4	[m]
5	IMPALCATO DI SINISTRA: ALTEZZA (da intr. a piano ferro)	3.3	[m]
6	IMPALCATO DI DESTRA: ALTEZZA (da intr. a piano ferro)	3.3	[m]
7	INTERASSE PILA/PILA DI SINISTRA (appoggio mobile)	25	[m]
8	INTERASSE PILA/PILA DI DESTRA (appoggio fisso)	25	[m]
9	INERZIA LONGITUDINALE DELLA PILA	7.198	[m ⁴]
10	AREA TRASVERSALE DELLA PILA	18.192	[m ²]
11	IMPALCATO DI SINISTRA: CARICHI PERMANENTI	437	[kN/m]
12	IMPALCATO DI DESTRA: CARICHI PERMANENTI	437	[kN/m]
13	PESO DEL PULVINO	1570.4	[kN]
14	ALTEZZA DEL PLINTO DI FONDAZIONE	2.8	[m]
15	LUNGHEZZA DEL PLINTO DI FONDAZIONE (secondo impalcato)	11.3	[m]
16	LARGHEZZA DEL PLINTO DI FONDAZIONE (perpen. impalcato)	11.3	[m]
17	NUMERO DI PALI	8	
18	PALIFICATA: MODULO DI RESISTENZA LONGITUDINALE	27	[m]
19	PALIFICATA: MODULO DI RESISTENZA TRASVERSALE	27	[m]
20	RIGIDEZZA DEL SISTEMA PILA/FONDAZIONE PER UN BINARIO	Calcolo	[kN/m/m]
21	ROTAZIONE ESTREMITA' IMPALCATO TRENO LM71 (2 binari)	0.0005	[rad.]
22	ROTAZIONE ESTREMITA' IMPALCATO treno SW/2 (2 binari)	0.0006	[rad.]
23	DISTANZA ESTRADOSSO IMPALCATO DA CENTRO APPOGGI	2.6	[m]
24	DISTANZA ESTRADOSSO IMPALCATO DA BARICENTRO IMPALCATO	0.88	[m]
25	RIGIDEZZA LONGITUDINALE (ATTRITO) LATO APPOGGIO FISSO	60	[kN/m]
26	RIGIDEZZA LONGITUDINALE (ATTRITO) LATO APPOGGIO MOBILE	60	[kN/m]
27	NUMERO DI CAMPATE	4	
28	ECCENTRICITA' BINARIO	2.25	[m]
29	Rck PLINTO DI FONDAZIONE	30	[N/mm ²]
30	RAGGIO DI CURVATURA PLANIMETRICO DEL VIADOTTO	5450	[m]
31	CAMPATA SINISTRA: DISTANZA ASSE APPOGGI DA ASSE PILA	1.1	[m]
32	CAMPATA DESTRA: DISTANZA ASSE APPOGGI DA ASSE PILA	1.1	[m]
33	COEFFICIENTE DI SISMICITA' (6o9o12)	6	
34	INERZIA TRASVERSALE DELLA PILA	104.699	[m ⁴]
35	VELOCITA' TRENO LM71	300	[km/h]
36	VELOCITA' TRENO SW/2	100	[km/h]
37	ALTEZZA DEL RICOPRIMENTO IN TERRA DEL PLINTO	Input	[m]
38	PESO SPECIFICO DEL RICOPRIMENTO IN TERRA	19	[kN/m ³]
39	IMPALCATO SINISTRA: BARICENTRO MASSE PERM. (da intrad.)	2.22	[m]
40	IMPALCATO DESTRA: BARICENTRO MASSE PERM. (da intrad.)	2.22	[m]
41	MODULO ELASTICO DELLA PILA	3372.166	[kN/cm ²]
42	COEFFICIENTE DI FONDAZIONE EPSILON	1	
43	MOMENTO ULTIMO LONGITUDINALE PILA	43960	[KNm]
44	MOMENTO ULTIMO TRASVERSALE PILA	171477	[kNm]
45	AREA PROFILO ESTERNO DELLA PILA	18.192	[m ²]
46	AVVIAMENTO TRENO LM71	412.5	[kN]
47	FRENATURA TRENO LM71	500	[kN]
48	AVVIAMENTO TRENO SW/2	412.5	[kN]
49	FRENATURA TRENO SW/2	700	[kN]
50	INFLESSIONE TRENO LM71 (somma effetti di 2 binari)	Calcolo	[kN]
51	INFLESSIONE TRENO SW/2 (somma effetti di 2 binari)	Calcolo	[kN]
52	AZIONE TERMICA SULLA SPALLA	440	[kN]
53	COEFFICIENTE D'ATTRITO APPOGGI	0.06	
54	DISTANZA BARICENTRO PULVINO DA PIANO FERRO	4.08	[m]

3. VIADOTTO TRAVAGLIATO – SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI IN ESERCIZIO ED IN SISMA – SCHEMA DI RIPARTIZIONE A PLINTO RIGIDO

Nelle tabelle di cui alle pagine seguenti si riportano i massimi carichi agenti sui pali di fondazione in condizioni di esercizio e di sisma di terza categoria ($s = 6$). In particolare gli stessi vengono determinati dal codice di calcolo “Pile” attraverso l’ipotesi di plinto infinitamente rigido:

$$Q_{\text{palo}} = N_v/n^{\circ}\text{pali} + M_l/W_{l,\text{palo}} + M_t/W_{t,\text{palo}}$$

Con:

N_v = carico assiale agente sulla palificata

M_l = momento flettente longitudinale agente sulla palificata

M_t = momento flettente trasversale agente sulla palificata

$W_{l,\text{palo}}$ = momento resistente longitudinale della palificata

$W_{t,\text{palo}}$ = momento resistente trasversale della palificata

La tabella di cui alla pagina seguente riporta:

- nella prima colonna il numero della pila,
- nella seconda colonna l’altezza della pila
- nella terza colonna l’altezza del ricoprimento in terra del plinto,
- nella quarta colonna il tipo di plinto presente al disotto della pila
- nella quinta colonna il carico massimo agente in testa ai pali in condizioni di esercizio (kN)
- nella sesta colonna il carico minimo agente in testa ai pali in condizioni di esercizio (kN)
- nella settima colonna il taglio massimo agente **sulla palificata** in condizioni di esercizio (kN)
- nella ottava colonna il carico massimo agente in testa ai pali in condizioni di sisma ($s = 6 - \text{kN}$)
- nella nona colonna il carico minimo agente in testa ai pali in condizioni di sisma ($s = 6 - \text{kN}$)
- nella decima colonna il taglio massimo agente **sulla palificata** in condizioni di sisma ($s = 6 - \text{kN}$)

(Nelle tabelle seguenti **gli sforzi assiali negativi sono di compressione** sul palo)

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 12191_03

Progetto
IN05Lotto
00Codifica Documento
DE2CLVI2900001Rev.
0Foglio
8 di 16

Pila N°	H _{pila} (m)	Q _{terra} (m)	N _{pali}	Esercizio			Sisma s = 6		
				Q _{maxp}	Q _{minp}	T _{max}	Q _{maxp}	Q _{minp}	T _{max}
1	15.15	1.27	8	-5547	-2597	1686	-5619	-2211	2151
2	18.10	0.50	8	-5715	-2368	1642	-5908	-1884	2284
3	18.05	0.50	8	-5709	-2369	1643	-5899	-1886	2282
4	18.00	0.50	8	-5703	-2369	1643	-5891	-1889	2280
5	17.95	0.50	8	-5696	-2370	1644	-5882	-1891	2277
6	17.85	0.50	8	-5684	-2371	1644	-5866	-1895	2273
7	17.80	0.50	8	-5678	-2371	1645	-5857	-1898	2270
8	14.75	1.27	8	-5497	-2601	1694	-5554	-2226	2133

4. VIADOTTO TRAVAGLIATO – DETERMINAZIONE DELLA LUNGHEZZA PALI

In aderenza a quanto suggerito nel paragrafo 6.3.2 del documento IN0500DE2RBRG0005003 (“Analisi tipologica delle palificate di fondazione non soggette a scalzamento”) si considera, nella determinazione della lunghezza dei pali, l’incremento di carico assiale derivante dall’*effetto gruppo* (rispetto alla massima azione ottenuta dall’analisi a plinto rigido - si veda il precedente paragrafo).

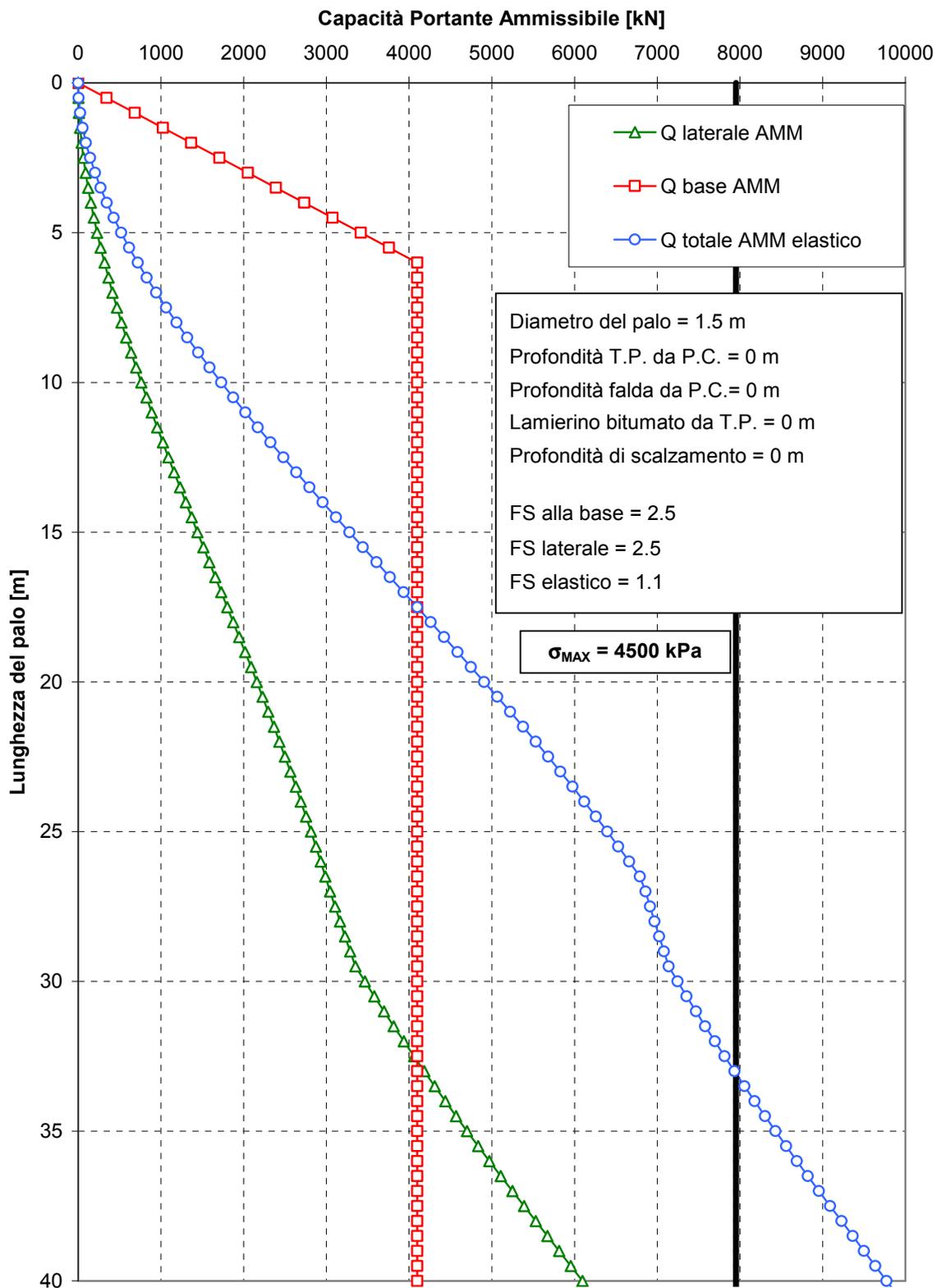
Nella tabella seguente si riporta:

- nella prima colonna il numero della pila
- nella seconda colonna il massimo carico assiale derivante dalla ripartizione a plinto rigido (involuppo delle condizioni di sisma ed esercizio di cui alla tabella riportata nel paragrafo 3)
- nella terza colonna il valore di incremento ΔN_{group} come suggerito dalla tabella 21 contenuta nel paragrafo 6.3.2 del documento IN0500DE2RBRG0005003
- nella quarta colonna il valore del massimo carico assiale sul palo più sollecitato, già comprensivo dell’incremento ΔN_{group}
- nella quinta colonna la lunghezza dei pali di fondazione, determinata sulla base delle curve di capacità portante di cui al documento IN0500DE2RBVI290X001 (“Viadotto Travagliato – Relazione Geotecnica”), diagrammi riportati per comodità nel seguito.

Nelle tabelle che seguono le sollecitazioni assiali agenti in testa ai pali di fondazione (di compressione) vengono riportate con segno positivo per uniformarsi alla convenzione in uso nel documento IN0500DE2RBRG0005003.

Pila	$N_{max,plinto}$ rigido	ΔN_{group}	N_{max}	L_{palo}	ϕ_{palo}
N°	(kN)	(kN)	(kN)	(m)	(mm)
1	5619	300	5919	24.00	1500
2	5908	300	6208	25.00	
3	5899	300	6199	25.00	
4	5891	300	6191	25.00	
5	5882	300	6182	25.00	
6	5866	300	6166	25.00	
7	5857	300	6157	25.00	
8	5554	300	5854	24.00	

CEPAV DUE - Viadotto Travagliato - Pile





5. VIADOTTO TRAVAGLIATO – SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI DI FONDAZIONE – VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PALI

Nel seguito si determinano le sollecitazioni da utilizzarsi nelle verifiche di resistenza secondo quanto suggerito nel paragrafo 7 del documento IN0500DE2RBRG0005003 (“Analisi tipologica delle palificate di fondazione non soggette a scalzamento”).

In particolare si determinano le sollecitazioni seguenti:

Palo maggiormente sollecitato

Per quanto riguarda il palo maggiormente sollecitato della palificata si farà riferimento alle seguenti espressioni:

$$N_{MAX} = N_{el,MAX} + \Delta N_{GROUP}$$

$$T_{MAX} = g \cdot T_{medio} = g \cdot \frac{T}{n}$$

$$M_{MAX} = k \cdot T_{MAX}$$

dove:

N_{MAX} =	massima azione assiale agente sul palo maggiormente sollecitato;
T_{MAX} =	massima azione tagliante agente sul palo maggiormente sollecitato;
M_{MAX} =	massima azione flettente agente sul palo maggiormente sollecitato;
$N_{el,MAX}$ =	massima azione assiale agente sul palo maggiormente sollecitato ricavata mediante ripartizione a plinto rigido;
ΔN_{GROUP} =	incremento di carico dovuto all'effetto gruppo (si veda par. 6.3.2 doc. IN0500DE2RBRG0005003);
n =	numero di pali della palificata;
g =	coefficiente di ripartizione del tagli in gruppo (si veda par. 6.2 doc. IN0500DE2RBRG0005003);
k =	coefficiente che correla il valore del taglio massimo con il valore del momento massimo i testa al palo (si veda par. 5 doc. IN0500DE2RBRG0005003);
T =	azione tagliante agente in testa alla palificata;

Palo meno sollecitato

Per quanto riguarda il palo meno sollecitato della palificata si farà riferimento alle seguenti espressioni:

$$N_{min} = N_{el,min} - \Delta N_{GROUP}$$

$$T_{min} = T_{medio} = \frac{T}{n}$$

$$M_{min} = k \cdot T_{min}$$

dove:

N_{min} =	azione assiale agente sul palo meno sollecitato;
T_{min} =	massima azione tagliante agente sul palo meno sollecitato;
M_{min} =	massima azione flettente agente sul palo meno sollecitato;
$N_{el,min}$ =	minima azione assiale agente sul palo ricavata mediante ripartizione a plinto rigido;

Nelle tabelle seguenti si riporta:

- nella prima colonna il numero della pila
- nella seconda colonna il tipo di plinto presente
- nella terza colonna il valore di incremento ΔN_{group}
- nella quarta colonna il valore del coefficiente g
- nella quinta colonna il valore del coefficiente k
- nella sesta colonna il valore N_{max} = massima azione assiale agente sul palo maggiormente sollecitato
- nella settima colonna il val. T_{max} = massima azione tagliante agente sul palo maggiormente sollecitato
- nella ottava colonna il val. M_{max} = massima azione flettente agente sul palo maggiormente sollecitato
- nella nona colonna il valore N_{min} = azione assiale agente sul palo meno sollecitato
- nella decima colonna il val. T_{min} = massima azione tagliante agente sul palo meno sollecitato
- nella undicesima colonna il val. M_{min} = massima azione flettente agente sul palo meno sollecitato

Nel seguito si considera con atteggiamento del tutto prudentiale un'involuppo delle condizioni di esercizio e di sisma ; si assumono infatti nel calcolo delle sollecitazioni sul palo, i valori limite di $N_{el,max}$, $N_{el,min}$ e T registrabili in esercizio ed in sisma (si veda la tabella di cui al precedente paragrafo 3).

Pali $\phi 1500$ (pile P1-P9)

Pila N°	Npali	ΔN_{group} (kN)	g	k	N_{max} (kN)	T_{max} (kN)	M_{max} (kN.m)	N_{min} (kN)	T_{min} (kN)	M_{min} (kN.m)
1	8	300	1.2	2.2	5919	323	710	1911	269	592
2	8	300	1.2	2.2	6208	343	754	1584	286	628
3	8	300	1.2	2.2	6199	342	753	1586	285	628
4	8	300	1.2	2.2	6191	342	752	1589	285	627
5	8	300	1.2	2.2	6182	342	751	1591	285	626
6	8	300	1.2	2.2	6166	341	750	1595	284	625
7	8	300	1.2	2.2	6157	341	749	1598	284	624
8	8	300	1.2	2.2	5854	320	704	1926	267	587

Si riportano nel seguito le verifiche di resistenza del palo.

Pali $\phi 1500$

I pali di fondazione delle pile presento un'armatura pari a 22 barre $\phi 25$ disposte su una circonferenza di 133.5 cm di diametro ($A_s = 0.611 \% A_c$) ; i tassi di lavoro messi in evidenza dalle verifiche nel seguito riportate sono inferiori ai limiti prescritti dalla normativa ferroviaria. Stante i risultati esposti dalle seguenti verifiche si omette il calcolo della massima trazione agente sul calcestruzzo nell'ipotesi di sezione interamente reagente.

Il taglio massimo agente sui pali considerati è pari a $T_{max} = 343 \text{ kN}$; lo stesso determina una tensione tangenziale sul palo pari a: $\tau = 4/3 (T/A_{palo}) = 0.237 \text{ MPa} < \tau_{c0} = 0.60 \text{ MPa}$ (per un calcestruzzo $R_{ck} 30$; $A_{paolo,omog} = 1.929 \text{ E}+6 \text{ mm}^2$).

SEZIONI CIRCOLARI E ANULARI - VERIFICA DELLA SEZIONE PARZIALIZZATA

Diametro della sezione = 150.0 cm

22 tondi $\phi 25$ mm su una circonferenza di diametro 133.5 cm

Coefficiente d'omogeneizzazione dell'armatura =15

Sono positive le trazioni

Condizione di carico 1

Momento = 754.0 (KN.m)

Sforzo normale = -6208.0 (KN)

La sezione non si parzializza

Compressione massima nel calcestruzzo = **-5.24** (N/mm²)

Compressione minima nel calcestruzzo = -1.23 (N/mm²)

Condizione di carico 2

Momento = 628.0 (KN.m)

Sforzo normale = -1584.0 (KN)

Compressione massima nel calcestruzzo = -2.77 (N/mm²)

Trazione massima nell'acciaio = **18.66** (N/mm²)



6. SPALLE A E B – CALCOLO LUNGHEZZA PALI DI FONDAZIONE

Il calcolo degli scarichi massimi agenti sui pali di fondazione delle spalle tipologiche di altezza H (distanza P.F. – estradosso impalcato) compresa tra 7.0 m e 9.0 m è effettuato all'interno del paragrafo 7.3 della Relazione di Calcolo (21940_00 spalla tipologica di altezza 9.00 m > 8.24 m con sisma S=6):

21940_00	Spalla impalcato 4 cassoncini l=4.5 m L=25.0 m H=9.00 m
----------	---------------------------------------------------------

Nella relazione di cui sopra si tiene conto di un incremento ΔN_{group} pari a **200 kN** per la palificata a 14 pali $\phi 1200$.

Si perviene ai valori di scarico seguenti (già affetti dal ΔN_{group}):

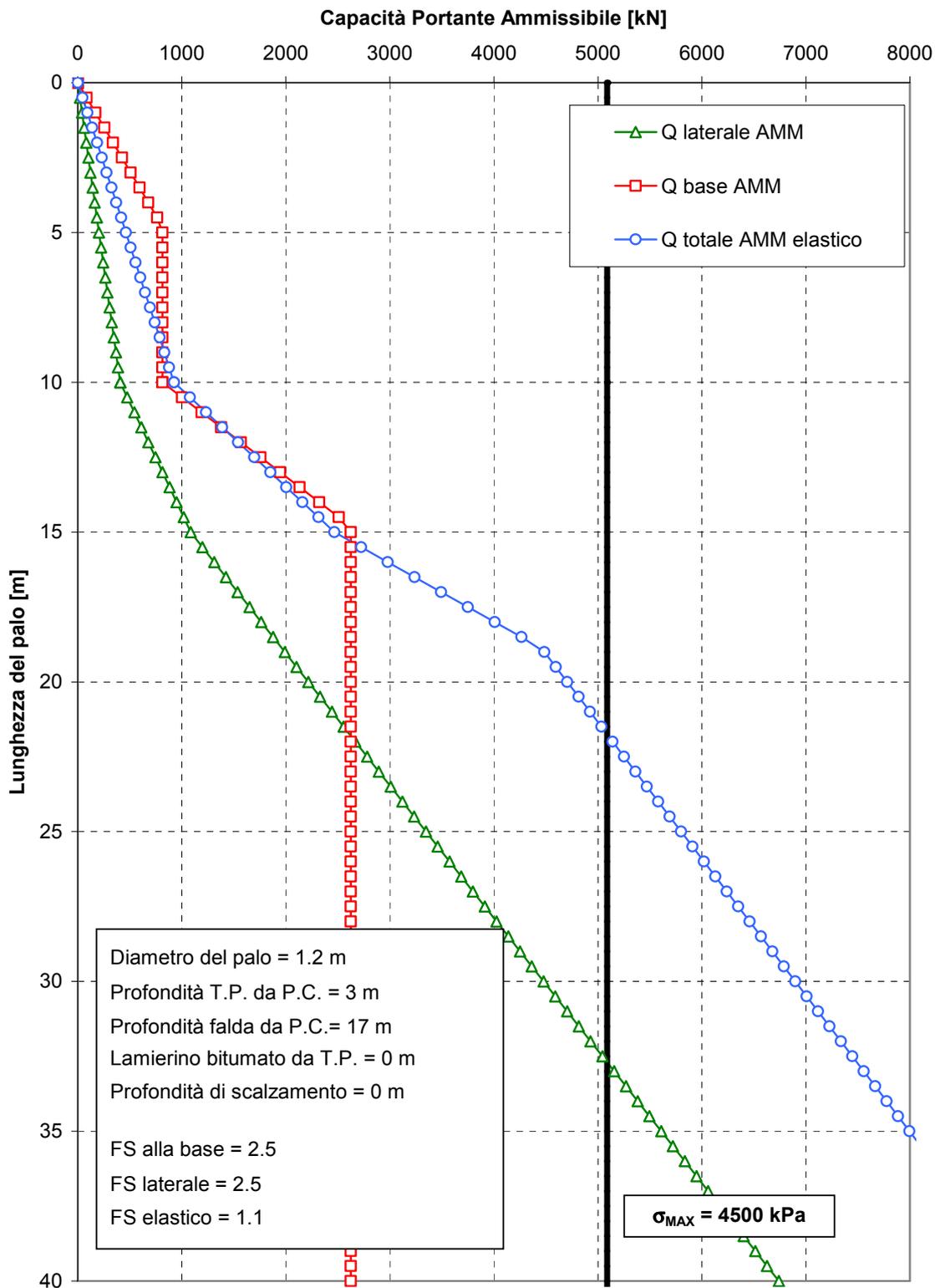
Altezza	ESERCIZIO		SISMA	
	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]
H = 9.00 m	2831.4	1620.4	2941.7	1201.1
H = 8.50 m	2745.3	1562.4	2850.0	1165.9
H = 8.00 m	2656.4	1500.9	2763.6	1127.1
H = 7.50 m	2566.3	1437.5	2686.0	1086.0
H = 7.00 m	2484.8	1382.0	2599.2	1052.6

Poiché le due spalle del Viadotto Travagliato presentano un'altezza P.F. – estradosso plinto pari a 8.24 m, si ritiene opportuno considerare un'interpolazione lineare dei valori di massimo scarico dati dalle altezze 8.50 m e 8.00 m.

Mediante la curva di capacità portante propria del tratto in oggetto per pali $\phi 1200$ si determina una lunghezza palo pari a **16.0 m** (corrispondente ad un carico sul palo di **2807 kN**).

Nel Par. 12 del sopra citato documento vengono altresì riportate le verifiche statiche dei pali $\phi 1200$ delle spalle.

CEPAV DUE - Viadotto Travagliato - Spalle





7. OPERE PROVVISORIALI

Le opere provvisionali con funzione di sostegno degli scavi sono previste unicamente in corrispondenza delle spalle A e B e delle pile P1 e P8 (prima e ultima pila del viadotto). Per l'individuazione delle palancole e degli eventuali tappi di fondo da adottare si fa riferimento agli elaborati tipologici sviluppati per differenti altezze di scavo (H=3,2 m, H=3,7 m, H=5 m e H=7 m) e per le diverse tipologie di terreno (1, 2 e 3); in particolare per le OO.PP del viadotto in esame si rimanda ai seguenti elaborati:

Tipologici per H=5 m:

Tip. opere provvisionali per scavi standard H=5.0 m - Rel. di calcolo	IN0500DE2CLRG000X002
Tip. opere provvisionali per scavi standard H=5.0- Terreno tipo 2	IN0500DE2PXR000X005

Di seguito si riassumono per ciascuna pila i dati relativi alle altezze di scavo, alla falda e alle eventuali opere provvisionali:

Pila/ spalla	Q terreno rimodellato [m s.l.m.]	Q falda [m s.l.m.]	H scavo [m]	Tipo terreno	spessore tappo di fondo/ magro [m]	O.P.
SpA	128,28	113,50	~ 5.00	2	-	Tipologico H=5,0 m
P1	121,59	113,50	~ 5.00	2	-	Tipologico H=5,0 m
P2	117,80	113,50	0.50	2	-	-
P3	117,80	113,50	0.50	2	-	-
P4	117,80	113,50	0.50	2	-	-
P5	117,80	113,50	0.50	2	-	-
P6	117,80	113,50	0.50	2	-	-
P7	117,80	113,50	0.50	2	-	-
P8	121,59	113,50	~ 5.00	2	-	Tipologico H=5,0 m
SpB	127,70	113,50	~ 5.00	2	-	Tipologico H=5,0 m

Si rimanda per ogni ulteriore dettaglio agli elaborati grafici del Viadotto Travagliato.