

**S.S.291 "Della Nurra"**

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero -Fertilia (bretella per l'aeroporto)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. CA29

**PROGETTAZIONE: ATI: VIA - SERING - VDP - BRENG**

**PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

*Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)*

**RESPONSABILE D'AREA**

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*  
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*  
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*  
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

**COORDINATORE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. MariaAntonietta Merendino (Ord. Ing. Prov. Roma A28481)*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Salvatore Campione.*

MANDATARIA:



MANDANTE:



MANDANTE:



MANDANTE:

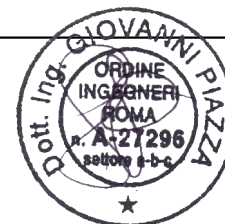


**OPERE D'ARTE MAGGIORI**

**VIADOTTI E PONTI**


**ASSE TIPO C – VIADOTTO FERROVIA**

**Relazione tecnica e di calcolo – sottostrutture e fondazioni**




CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA29_T02VI01STRRE02_A			
DPCA00029	E 21	CODICE ELAB.	T02VI01STRRE02	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	Giug. 2021	F.SALUTE	G. PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO




S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## INDICE


<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>6</b>
1.1	OGGETTO.....	6
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA.....	6
1.2.1	<i>Vita Nominale <math>V_n</math></i> .....	6
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i> .....	7
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i> .....	7
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	7
1.4	CONSIDERAZIONI SULLE METODOLOGIE COSTRUTTIVE DELLE SOTTOSTRUTTURE .....	9
<b>2</b>	<b>NORMATIVE E RIFERIMENTI</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>NORME TECNICHE</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>RISPETTO DELLE PRESCRIZIONI RFI</b> .....	<b>11</b>
4.1	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....	11
4.2	AZIONI E CRITERI DI VERIFICA.....	11
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO</b> .....	<b>13</b>
5.1	CALCESTRUZZI .....	13
5.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i> .....	13
5.1.2	<i>Copriferri nominali</i> .....	14
5.1.3	<i>Resistenze di progetto</i> .....	16
5.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	17
5.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE .....	19
5.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	19
5.2.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	20
5.3	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA .....	20
5.3.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	20
5.3.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	20
5.4	SALDATURE IN OPERA .....	21

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	


<b>6</b>	<b>AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO .....</b>	<b>22</b>
6.1	ELENCO DELLE AZIONI SUI PONTI STRADALI.....	22
6.2	ANALISI DEI CARICHI .....	22
6.2.1	<i>Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1 .....</i>	23
6.2.2	<i>Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2 .....</i>	23
6.2.3	<i>Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3.....</i>	25
6.2.4	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – <math>\varepsilon_2</math> e <math>\varepsilon_3</math> .....</i>	25
6.2.5	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – <math>\varepsilon_4</math> .....</i>	26
6.2.6	<i>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1 .....</i>	26
6.2.7	<i>Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3.....</i>	28
6.2.8	<i>Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4.....</i>	29
6.2.9	<i>Azioni di Neve e di Vento – q5 .....</i>	29
6.2.10	<i>Azioni della temperatura – q7.....</i>	33
6.2.11	<i>Resistenze parassite dei vincoli – q9 .....</i>	34
6.2.12	<i>Azioni sismiche – E .....</i>	34
6.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	44
6.3.1	<i>Combinazioni di carico in esercizio .....</i>	44
6.3.2	<i>Combinazioni di carico in fase sismica.....</i>	46
<b>7</b>	<b>ANALISI GLOBALE.....</b>	<b>48</b>
7.1	CRITERI DI CALCOLO .....	48
7.1.1	<i>Definizione del modello di calcolo .....</i>	48
7.1.2	<i>Caratteristiche geometrico-inerziali in fase di analisi .....</i>	49
7.1.3	<i>Applicazione dei carichi al modello.....</i>	50
7.2	ANALISI SISMICHE .....	53
7.2.1	<i>Risposta sismica.....</i>	53
<b>8</b>	<b>AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO ALLE SOTTOSTRUTTURE.....</b>	<b>56</b>
<b>9</b>	<b>VERIFICHE PILE .....</b>	<b>58</b>
9.1	CRITERI DI CALCOLO .....	58
9.1.1	<i>Imperfezioni geometriche .....</i>	58

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	


9.1.2	<i>Effetti del secondo ordine</i> .....	59
9.1.3	<i>Analisi della palificata</i> .....	60
9.1.4	<i>Caratteristiche della sollecitazione per verifiche pali di fondazione</i> .....	61
9.1.5	<i>Verifica dei plinti di fondazione</i> .....	61
9.2	PILE DI VERIFICA .....	62
9.3	AZIONI MASSIME E MINIME IN TESTA AI PALI DI FONDAZIONE.....	62
9.4	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE .....	62
9.5	VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE .....	63
9.6	VERIFICA DEI PLINTI DI FONDAZIONE .....	71
9.7	VERIFICA DEI FUSTI PILA .....	71
9.8	PULVINI .....	80
<b>10</b>	<b>VERIFICHE SPALLE .....</b>	<b>81</b>
10.1	ANALISI DELLA PALIFICATA .....	81
10.2	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE DEI PALI DI FONDAZIONE .....	82
10.3	VERIFICHE STRUTTURALI DEI PALI DI FONDAZIONE .....	83
10.4	DIMENSIONAMENTO DELLE SINGOLE MEMBRATURE DELLE SPALLE.....	91
10.4.1	<i>Zattera di fondazione</i> .....	92
10.4.2	<i>Mensola posteriore</i> .....	92
10.4.3	<i>Muro frontale</i> .....	92
10.4.4	<i>Paraghiaia</i> .....	92
10.4.5	<i>Muri di risvolto</i> .....	94
10.4.6	<i>Verifiche di resistenza a taglio</i> .....	95
<b>11</b>	<b>VERIFICHE BAGGIOLI.....</b>	<b>96</b>
<b>12</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI.....</b>	<b>99</b>
12.1	CRITERI DI CALCOLO .....	99
12.1.1	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione</i> .....	100
12.1.2	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione</i> .....	104

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

12.1.3	Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione	105
12.1.4	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale	105
12.1.5	Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale	111
12.1.6	Verifiche SLE - Cedimenti del palo isolato .....	114
12.1.7	Verifiche SLE - Cedimenti della palificata .....	117
12.2	APPLICAZIONE AL CASO IN ESAME .....	117
12.2.1	Caratteristiche delle opere di fondazione su pali.....	118
12.2.2	Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto.....	118
12.2.3	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento).....	120
12.2.4	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale	120
12.2.5	Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata .....	121
<b>13</b>	<b>DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 NTC08).....</b>	<b>122</b>
13.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	122
13.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	122
13.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO .....	122
13.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....	122
13.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	122
13.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....	123
<b>14</b>	<b>ALLEGATO 1 – MODELLO SOTTOSTRUTTURE: CARATTERISTICHE GEOMETRICO- INERZIALI IN FASE DI ANALISI .....</b>	<b>124</b>
<b>15</b>	<b>ALLEGATO 2 – PILA P2 .....</b>	<b>125</b>
<b>16</b>	<b>ALLEGATO 3 – PILA P4 .....</b>	<b>126</b>
<b>17</b>	<b>ALLEGATO 4 – SPALLA SPA .....</b>	<b>127</b>
<b>18</b>	<b>ALLEGATO 5 – SPALLA SPB .....</b>	<b>128</b>
<b>19</b>	<b>ALLEGATO 6 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO PER CARICHI ASSIALI E DELLA PALIFICATA .....</b>	<b>129</b>

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

<b>20</b>	<b>ALLEGATO 7 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI.....</b>	<b>130</b>
<b>21</b>	<b>ALLEGATO 8 – FONDAZIONI SU PALI – CEDIMENTI .....</b>	<b>131</b>

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 1 GENERALITA'

### 1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del **Viadotto "Ferrovia"**, previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della "S.S.291 "Della Nurra": *Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)*".

Il viadotto è composto da **6** campate di luce rispettivamente pari a **55.0 – 70x4 – 55.0** m, per una lunghezza complessiva pari a **390.0** m misurata in asse appoggi spalle.

Oggetto della presente relazione sono i dimensionamenti e le verifiche delle sottostrutture (pile e spalle), e delle relative fondazioni.

Si rimanda ad altro documento per le verifiche relative alle **strutture di impalcato**.

In continuità con il progetto definitivo approvato (PDA), di cui il presente esecutivo costituisce il naturale sviluppo, **il quadro di riferimento normativo è costituito dal D.M. 14/01/2008 (NTC08) e relative circolari applicative**, antecedente alla entrata in vigore del D.M. 17/01/2018 (NTC18). Si evidenzia a tal proposito che il D.M. 17/01/2018, all'art.2 "*Ambito di applicazione e disposizione transitorie*", consente l'applicazione delle previgenti norme tecniche per i progetti definitivi ed esecutivi già affidati prima della data della entrata in vigore delle NTC18, purchè i progetti siano redatti secondo le norme tecniche di al D.M. 14/01/2008, e nel caso in cui la consegna dei lavori avvenga entro cinque anni dalla data di entrata in vigore delle nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC18).

### 1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera

#### 1.2.1 Vita Nominale $V_N$

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2008).


TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	≤ 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

Tabella 1.1 – Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere

In accordo a quanto assunto in PDA è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto:  $V_N = 50$  anni.



S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### 1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC08):

- 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 DM 5/11/2001, 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.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, in accordo a quanto assunto in PDA, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: **IV**;
- Coefficiente d'Uso:  $C_U = 2.0$ .

### 1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:


- Periodo di Riferimento:  $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100$  anni.

### 1.3 Descrizione delle opere

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa **in parte lungo una curva circolare di raggio  $R=600$  m, e in parte in clotoide.**

L'impalcato ha larghezza complessiva variabile tra **12.00 m** (in corrispondenza delle spalle) e **14.00 m**.

La piattaforma stradale ha larghezza variabile tra **10.50 m** e **12.50 m** (strada di **Categoria C1**, ai sensi del DM2001), ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza **0.75 m**.

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da due travi metalliche principali di altezza variabile tra 3.50 m, in asse appoggio pile e 2.40 m in mezzzeria della campata centrale e in asse appoggio spalle.

La distanza trasversale tra le travi è pari a 8.0 m. Gli sbalzi laterali hanno luce massima pari a 3.00 m in sx e dx.

Le strutture in carpenteria metallica sono previste in acciaio autopatinabile (COR-TEN).

La soletta di impalcato, solidarizzata alle travi principali, ha spessore costante pari a 31 cm. E' previsto l'impiego di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a 7 cm tessute in direzione trasversale.

La solidarizzazione della soletta alla trave metallica sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson Ø22 con altezza di 220 mm.

Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave continua di 6 campate su 7 allineamenti di appoggio.

Lo schema di vincolo prevede l'adozione di dispositivi di appoggio costituiti da isolatori elastomerici. Pertanto, le azioni orizzontali trasversali e longitudinali vengono trasmesse a tutte le sottostrutture.

Gli isolatori elastomerici essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidezza orizzontale garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura. Inoltre, i dispositivi sono dotati di una certa capacità dissipativa che è determinata dalla miscela elastomerica da cui sono costituiti e che è utile a ridurre gli spostamenti della struttura isolata.

Si adottano dispositivi di portata verticale differente per spalle e pile in rapporto ai differenti valori dei carichi verticali trasmessi dall'impalcato.

Alle estremità dell'impalcato sono previsti giunti di dilatazione in elastomero armato in corrispondenza della piattaforma carrabile e giunti di cordolo in corrispondenza degli elementi marginali.

Le spalle del viadotto sono di tipo tradizionale con:


- muro frontale di altezza pari a 6.30 m per la SPA e per la SPB e spessore sempre pari a 3.20 m;
- paraghiaia di spessore 65 cm, debitamente arretrato rispetto alle travi d'impalcato in modo da garantire un varco di ampiezza adeguata alla manutenzione.

Le fondazioni delle spalle, in rapporto alle caratteristiche dei terreni di imposta, sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a 2.50 m su pali di diametro  $\phi 1200$ .

Le pile sono circolari di diametro  $\phi 3000$ , sormontate da pulvino trapezoidale. L'altezza del pulvino è variabile tra 1.00 m alle estremità e 3.00 m in corrispondenza del fusto. La larghezza del pulvino è pari a 2.30 m.


Le pile hanno un'altezza dallo spiccatto di fondazione minima pari a 7.50 m e massima pari a 8.50 m..

Le fondazioni delle pile, sono di tipo indiretto, costituite da zattere di dimensioni 12.8 m x 12.8 m e spessore 3.00 m su palificate di 16 pali  $\phi 1200$  (4 x 4).

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

#### **1.4 Considerazioni sulle metodologie costruttive delle sottostrutture**

La realizzazione delle sottostrutture e relative fondazioni non pone particolari problematiche nel caso in esame.

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D\_1]. DM 14 gennaio 2008: "Norme tecniche per le costruzioni" (nel seguito indicate come NTC08).
- [D\_2]. Circolare 2 febbraio 2009 n.617: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008, (nel seguito indicate come CNTC08).
- [D\_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D\_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).


Altresì, ci si è riferiti agli Eurocodici secondo quanto specificato nel prosieguo della relazione.

Ulteriori riferimenti sono rappresentati dai seguenti documenti:

- [D\_5]. Sètra – Eurocodes 3 and 4. Application to steel-concrete composite road bridges (july 2007).
- [D\_6]. Sètra –Abaques pour la flexion locale de la dalle d'un bipoutre à entretois. Ouvrages d'art. (n.54 – mars 2007).
- [D\_7]. Manuale di progettazione delle opere civili (edizione 2021) - RFI DTC SI PS MA IFS 001 E.
- [D\_8]. Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili (edizione 2021) - RFI DTC SI SP IFS 001.

## 3 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 4 RISPETTO DELLE PRESCRIZIONI RFI

Nella progettazione della presente opera di scavalco ferroviario si è tenuto conto delle prescrizioni di RFI raccolte nel paragrafo 2.6 "Progettazione ed esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria" del manuale di progettazione delle opere civili [D\_7].

### 4.1 Criteri generali di progettazione

- Le luci da assegnare alle campate di attraversamento dovranno tener conto della necessità che i piedritti e le relative fondazioni risultino sufficientemente lontane dai binari, in modo da non comportare soggezioni per l'esercizio ferroviario anche durante la costruzione delle nuove opere.

Nel posizionamento degli elementi strutturali in adiacenza della ferrovia, ad eccezione delle gallerie artificiali a parete continua, occorre tenere conto che per una zona di larghezza di 3,50 m misurata perpendicolarmente dall'asse del binario più vicino, vige il divieto di edificabilità.

Nella scelta delle luci del viadotto è stato tenuto conto delle suddette prescrizioni. L'attraversamento del binario, infatti, avviene con una luce pari ad 70 m in modo tale che gli elementi strutturali distino più di 3.50 m dall'asse del binario.

- Di norma si dovrà assicurare un'altezza libera minima di 6,90 mt, tra il piano del ferro e l'intradosso dell'impalcato nel caso di linee elettrificate a corrente continua.
- Per altezza libera si intende la misura minima sulla verticale tra il piano di rotolamento della rotaia e l'intradosso del cavalcavia, tenendo conto della pendenza sia longitudinale che trasversale del cavalcavia stesso, nonché dell'andamento dei binari sottostanti.


Nel caso in esame è stata assicurata un'altezza libera pari a 7.06 m.

### 4.2 Azioni e criteri di verifica

- Le azioni da considerare per il dimensionamento degli elementi strutturali sono quelle stabilite dalle NTC08 relative ai ponti stradali. Si rappresenta l'obbligo di progettare le pile dei cavalcavia tenendo conto delle azioni di urto da traffico ferroviario come indicato al p.to 3.6.3.4 del DM 2008:

"Al verificarsi di un deragliamento può esservi il rischio di collisione fra i veicoli deragliati e le strutture adiacenti la ferrovia. Queste ultime dovranno essere progettate in modo da resistere alle azioni conseguenti ad una tale evenienza. Dette azioni devono determinarsi sulla base di una specifica analisi di rischio, tenendo conto della presenza di eventuali elementi protettivi o sacrificali (respingenti) oppure di condizioni di impianto che possano ridurre il rischio di accadimento dell'evento (marciapiedi, controrotaie, ecc.). Queste azioni non si applicano sui sostegni di tettoie o di pensiline di impianti ferroviari. In mancanza di specifiche analisi di rischio possono assumersi le seguenti azioni statiche equivalenti, in funzione della distanza  $d$  degli elementi esposti dall'asse del binario:

- per  $d \leq 5$  m:
  - 4000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
  - 1500 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- per  $5 \text{ m} < d \leq 15$  m:
  - 2000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
  - 750 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

- per  $d > 15$  m pari a zero in entrambe le direzioni.

Queste forze dovranno essere applicate a 1,80 m dal piano del ferro e non dovranno essere considerate agenti simultaneamente."

Tutte le sottostrutture dell'opera adiacenti alla ferrovia (pile P4 e P5) si trovano ad una distanza  $d > 15$  m per cui non si terrà conto dell'urto del traffico ferroviario.

- Per tutte le strutture in cemento armato normale e precompresso, le verifiche a fessurazione saranno eseguite adottando i criteri definiti al p.to 4.1.2.2.4.4 delle NTC2008, con le seguenti ulteriori prescrizioni:


I valori limite di apertura delle fessure, per la combinazione frequente e per armature poco sensibili, sono i seguenti:

- a.  $\delta_f \leq w_1$  per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 delle NTC08, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- b.  $\delta_f \leq w_2$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo delle NTC08.

In ogni caso devono essere condotte le verifiche a fessurazione mediante "calcolo diretto", ai sensi delle NT2008, p.to 4.1.2.2.4.5.

Nel caso in esame, come mostrato al paragrafo 5.1.4, tutte le strutture di fondazione si trovano in terreni con condizioni aggressive, pertanto si è tenuto conto di quanto prescritto al punto a.

Si rimanda ad altro documento per le prescrizioni relative alle strutture di impalcato.

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

### 5.1 Calcestruzzi

#### 5.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità


Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D\_3] e [D\_4].

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione tenuto conto che il tracciato si sviluppa oltre 2 km dalla linea di costa è stata esclusa l'applicazione della classe XS (Corrosione indotta dai cloruri contenuti nell'acqua di mare).

Analogamente, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma [D\_4], che attribuisce alla [Sardegna](#) un livello di rischio **Nulla**, è stata esclusa l'applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), per le opere controterra è stata assunta la classe di esposizione XA1.

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d'opera e il contenuto minimo di cemento:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)				
CALCESTRUZZO PER	Magrone	Fondazioni Spalle, pile e muri andatori *	Elevazioni Spalle, pile, pulvini e muri andatori *	Elevazioni Baggioli
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	<b>C12/15</b>	<b>C32/40</b>	<b>C32/40</b>	<b>C35/45</b>
Classe di esposizione ambientale	-	<b>XC2-XA1</b>	<b>XC4</b>	<b>XC4</b>
φ max inerti (mm)	Dupper	32	25	25
	Dlower	20	16	16
Classe di consistenza	-	S4	S4	S5
Rapporto max acqua/cemento	-	0.50	0.50	0.45
Tipo di cemento (secondo UNI EN 197-1)	-	CEM IV	CEM I÷V	CEM I÷V
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	150	340**	340**	360

*Tabella 5.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi*

\* Cemento LH (Low Heat) a basso calore di idratazione.

\*\* I contenuti di cemento indicati saranno verificati in sede di prequalifica, imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo in condizioni adiabatiche rispetti le seguenti condizioni:

- $\delta T_{3gg} \leq 35^\circ$  per getti di spessore non superiore a 2 m;
- $\delta T_{7gg} \leq 35^\circ$  per getti di spessore superiore a 2 m.

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.


### 5.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D\_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

*Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm*

C <sub>min</sub>	C <sub>0</sub>	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			≥C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> <C <sub>0</sub>	≥C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> <C <sub>0</sub>	≥C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> <C <sub>0</sub>	≥C <sub>0</sub>	C <sub>min</sub> <C <sub>0</sub>
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50



S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferro vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:


Elemento		Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle e muri andatori	Elevazioni - Pile, pulvini	Elevazioni - baggioli
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)		1	1	1	1	1
Elemento a piastra		NO	SI	SI	NO	NO
Classe di esposizione		XC2 - XA1	XC2 - XA1	XC4	XC4	XC4
Ambiente		aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa	40	40	40	40	45
Check Rck min		OK	OK	OK	OK	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	35	30	30	35	35
incremento Per Vn=100 (tipo di costruzione 3)	mm	0	0	0	0	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*		NO	NO	NO	NO	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferri		0	0	0	0	0
Tolleranza di posa		10	10	10	10	10
copriferro nominale	mm	45	40	40	45	45

Tabella 5.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC08

Di seguito i valori del copriferro nominale adottato in progetto per le diverse membrature:

Elemento		Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle e muri andatori	Elevazioni - Pile, pulvini	Elevazioni - baggioli
copriferro nominale di progetto	mm	75	40	40	45	45

Tabella 5.3 – Valori dei copriferri nominali adottati in progetto

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### 5.1.3 Resistenze di progetto

#### Calcestruzzo C32/40:

<b>Caratteristiche Calcestruzzo</b>	<b>Var</b>	<b>C32/40</b>
Resistenza a compressione caratteristica cubica	$R_{ck}$	40
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	32
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40.00
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	3.02
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	2.12
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	3.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346


<b>STATI LIMITE ULTIMI</b>	<b>Var</b>	
coefficiente $\gamma_c$	$\gamma_c$	1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41

<b>STATI LIMITE DI ESERCIZIO</b>	<b>Var</b>	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	19.20
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	14.40
$\sigma_t$ - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52

<b>ANCORAGGIO DELLE BARRE</b>	<b>Var</b>	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	2.22

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### Calcestruzzo C35/45:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C35/45
Resistenza a compressione caratteristica cubica	$R_{ck}$	Mpa	45
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	35
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	43.00
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	Mpa	3.21
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	2.25
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	4.17
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.85
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	34077

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	19.83
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.50

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	21.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	15.75
$\sigma_t$ - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.67

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	3.37
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	2.36

#### 5.1.4 Verifiche a fessurazione


Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC08:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni **aggressive**: per le verifiche a fessurazione delle **elevazioni di pile e spalle** (classe di esposizione **XC4**) e per le verifiche a fessurazione delle **fondazioni e dei pali** (classe di esposizione **XA1**).

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

**Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	$w_k$	Poco sensibile Stato limite	$w_k$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Pertanto, nel caso in esame si ha:


- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
  - o Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$
  - o Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

In accordo a quanto prescritto al par. §2.6.2.2.2 del Manuale RFI [D\_7], relativamente alle parti d'opera che si trovano in prossimità della campata di scavalco ferroviaria (Pila P4 e pila P5), le verifiche a fessurazione saranno condotte rispettando il limite di 0.2 mm anche per le azioni in combinazioni frequente.

In alcuni casi, in accordo al par. §4.1.2.2.4.5, le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure sono state condotte senza calcolo diretto, verificando che la tensione di trazione dell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, sia contenuta entro i valori limite specificati nelle seguenti tabelle:

**Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione**

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4 \text{ mm}$	$w_2 = 0,3 \text{ mm}$	$w_1 = 0,2 \text{ mm}$
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

**Tabella C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione**

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Spaziatura massima $s$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

In rapporto a quanto specificato nelle precedenti tabelle è possibile individuare le tensioni limite dell'acciaio per ciascun diametro delle barre:


Tensioni limite in funzione diametro barre			
Diametro barre $\phi$ [mm]	Tensione max acciaio $\sigma_s$ [Mpa]		
	$w_3=0.4$ mm	$w_2=0.3$ mm	$w_1=0.2$ mm
40	160	114	93
36	180	137	111
32	200	160	129
30	207	171	138
28	213	183	147
26	220	194	156
24	227	204	164
22	233	213	173
20	240	222	182
18	260	231	191
16	280	240	200
14	300	260	220
12	320	280	240
10	360	320	260
8	360	360	280
6	360	360	320

## 5.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

### 5.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a NTC (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC.

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 5.2.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato	Var	unità	B450C	B450A
Qualità dell'acciaio				
Tensione caratteristica di snervamento nominale	$f_{yk}$	Mpa	450	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	$f_{tk}$	Mpa	540	450
Modulo elastico	Es	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	$\phi_{min}$	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	$\phi_{max}$	mm	40	10
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità		
coefficiente $\gamma_s$	$\gamma_s$		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità		
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

## 5.3 Acciaio per carpenteria metallica

### 5.3.1 Qualità dell'acciaio


#### Acciaio per armature tubolari micropali:

Acciaio per laminati a caldo con profili a sezione cava:

- Acciaio [S355J0H – UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1](#);


### 5.3.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica	Var	unità	UNI EN 10025
Qualità dell'acciaio			<a href="#">S355</a>
Tensione caratteristica di snervamento	$t \leq 40$ mm	$f_{yk}$	Mpa 355
Tensione caratteristica di rottura		$f_{tk}$	Mpa 510
Tensione caratteristica di snervamento	$40$ mm < $t \leq 80$ mm	$f_{yk}$	Mpa 335
Tensione caratteristica di rottura		$f_{tk}$	Mpa 510
Modulo elastico		Es	Mpa 210000
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coeff. di sicurezza per resistenza delle sezioni $\gamma_{m0}$		$\gamma_{m0}$	1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature $\gamma_{m1}$		$\gamma_{m1}$	1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti $\gamma_{m1}$		$\gamma_{m1}$	1.10
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori $\gamma_{m2}$		$\gamma_{m2}$	1.25
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m0}$	Mpa 338.1
Resistenza all'instabilità delle membrature	$t \leq 40$ mm	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa 338.1
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa 322.7
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd}=0.9 f_{tk}/\gamma_{m2}$	Mpa 367.2
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m0}$	Mpa 319.0
Resistenza all'instabilità delle membrature	$40$ mm < $t \leq 80$ mm	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa 319.0
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{m1}$	Mpa 304.5
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd}=0.9 f_{tk}/\gamma_{m2}$	Mpa 408.0

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni –  Viadotto Ferrovia</i></b>	

#### **5.4 Saldature in opera**

I procedimenti di saldatura, i materiali di apporto e i controlli dovranno essere conformi a quanto stabilito dalle NTC08.

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 6 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

### 6.1 Elenco delle azioni sui ponti stradali

Le azioni di progetto, in accordo con quanto previsto dal capitolo 5 "Ponti" delle NTC08, vengono di seguito elencate:

#### Azioni permanenti:

- Peso proprio degli elementi strutturali: g1
- Carichi permanenti portati (pavimentazione, cordoli/marciapiedi, barriere acustiche (ove previste), barriere di sicurezza stradale, parapetti, finiture, sistema di smaltimento acque, attrezzature stradali, rinfianchi e simili) g2
- Altre azioni permanenti (spinta delle terre, spinte idrauliche, etc.) g3

#### Distorsioni e deformazioni impresse:

- Distorsioni e presollecitazioni di progetto: ε1
- Effetti reologici - ritiro: ε2
- Effetti reologici - viscosità: ε3
- Cedimenti vincolari: ε4

#### Azioni Variabili da traffico:

- Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici (Schemi di carico 1 ÷ 5): q1
- Incremento dinamico addizionale in presenza di discontinuità strutturale: q2
- Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione: q3
- Azione centrifuga: q4

#### Altre Azioni Variabili:

- Azioni di Neve e di Vento: q5
- Azioni della temperatura: q7
- Azioni sui parapetti e urto di veicolo in svio: q8
- Resistenze parassite dei vincoli: q9

#### Azioni sismiche:

E

#### Azioni eccezionali:

A

Nel prosieguo vengono analizzate solo le azioni prese in considerazione ai fini della progettazione delle strutture in esame.


### 6.2 Analisi dei carichi

Nella determinazione dei valori delle azioni si è tenuto conto dei seguenti pesi unitari dei materiali:

- Strutture in cemento armato:  $\gamma_{cls} = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- Strutture in acciaio:  $\gamma_{acciaio} = 78.5 \text{ kN/m}^3$
- Pavimentazione:  $\gamma_{pav} = 24.0 \text{ kN/m}^3$

Di seguito si riporta l'analisi delle azioni agenti sulle strutture con riferimento al loro valore caratteristico (k).



S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 6.2.1 Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1

### 6.2.1.1 Peso proprio delle strutture d'impalcato

Nell'ambito dell'analisi globale delle travi principali d'impalcato, il peso proprio della carpenteria metallica è stato computato in automatico dal codice di calcolo utilizzato, a partire dalle aree degli elementi che rappresentano le travi principali, considerando un coefficiente maggiorativo pari a **1.35** che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

Data la variabilità dell'impalcato, si considerano **3** larghezze calcolate rispettivamente come media tra le larghezze misurate ad ogni allineamento d'appoggio: **B=12.44** m per la prima e l'ultima campata, **B=13.44** m per la seconda e la quinta e **B=14.00** m per le due centrali.

Il peso proprio della soletta comprensiva delle predalle è pari a:

- Soletta in c.a. – B = **12.44** m:  $(12.44 \times 0.31) \times 25.0 = 96.4$  kN/ml
- Soletta in c.a. – B = **13.44** m:  $(13.44 \times 0.31) \times 25.0 = 104.2$  kN/ml
- Soletta in c.a. – B = **14.00** m:  $(14.00 \times 0.31) \times 25.0 = 108.5$  kN/ml

Nell'ambito dell'analisi delle sottostrutture è stato considerato il seguente peso proprio delle strutture di carpenteria metallica d'impalcato:

- Strutture in carpenteria metallica impalcato B = **12.44** m:  $3.00 \times 12.44 = 37.32$  kN/ml
- Strutture in carpenteria metallica impalcato B = **13.44** m:  $3.00 \times 13.44 = 40.32$  kN/ml
- Strutture in carpenteria metallica impalcato B = **14.00** m:  $3.00 \times 14.00 = 42.00$  kN/ml

Si ottiene pertanto un peso proprio complessivo delle strutture d'impalcato pari a:

$$B= 12.44 \text{ m} \quad Pg1a = 37.32 + 96.40 = 133.72 \text{ kN/m}$$

$$B= 13.44 \text{ m} \quad Pg1a = 40.32 + 104.20 = 144.52 \text{ kN/m}$$

$$B= 14.00 \text{ m} \quad Pg1a = 42.00 + 108.50 = 150.5 \text{ kN/m}$$

### 6.2.1.2 Peso proprio delle sottostrutture e relative fondazioni

Il peso proprio delle sottostrutture e delle relative fondazioni è stato computato in automatico nell'ambito delle analisi a partire dalle aree delle diverse membrature strutturali riferendosi al peso di volume del c.a. precedentemente specificato.


## 6.2.2 Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2

### 6.2.2.1 Carichi permanenti agenti sulle strutture d'impalcato

Il peso della pavimentazione, comprensivo dello strato di impermeabilizzazione estradossale, è pari a:

$$g2.pav = 0.09 \times 24.0 = 2.16 \text{ kN/mq}$$

approssimando per eccesso, nelle analisi si considera il valore di **3.0** kN/mq.

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	


L'analisi dei carichi permanenti portati è appresso illustrata:

B = 12.44 m:

<b>Analisi dei carichi - Campata 1 e 6</b>		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-5.85	-21.92
cordolo dx	kN/m	3.75	5.85	21.92
pavimentazione	kN/m	32.82	0.00	0.00
guard-rail sx	kN/m	1.50	-5.97	-8.96
guard-rail dx	kN/m	1.50	5.97	8.96
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-6.07	-3.04
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	6.07	3.04
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-5.47	-8.21
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	5.47	0.00
veletta sx + carter	kN/m	1.40	-6.22	-8.71
veletta dx + carter	kN/m	1.40	6.22	8.71
<b>Sommano</b>		<b>48.62</b>		<b>-8.21</b>

B = 13.44 m:

<b>Analisi dei carichi - Campata 2 e 5</b>		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-6.35	-23.79
cordolo dx	kN/m	3.75	6.35	23.79
pavimentazione	kN/m	35.82	0.00	0.00
guard-rail sx	kN/m	1.50	-6.47	-9.71
guard-rail dx	kN/m	1.50	6.47	9.71
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-6.57	-3.29
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	6.57	3.29
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-5.97	-8.96
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	5.97	0.00
veletta sx + carter	kN/m	1.40	-6.72	-9.41
veletta dx + carter	kN/m	1.40	6.72	9.41
<b>Sommano</b>		<b>51.62</b>		<b>-8.96</b>

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

B = 14.00 m:

<b>Analisi dei carichi - Campata 3 e 4</b>		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-6.63	-24.84
cordolo dx	kN/m	3.75	6.63	24.84
pavimentazione	kN/m	37.50	0.00	0.00
guard-rail sx	kN/m	1.50	-6.75	-10.13
guard-rail dx	kN/m	1.50	6.75	10.13
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-6.85	-3.43
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	6.85	3.43
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-6.25	-9.38
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	6.25	0.00
veletta sx	kN/m	1.40	-7.00	-9.80
veletta dx	kN/m	1.40	7.00	9.80
		<b>53.30</b>		<b>-9.38</b>

#### 6.2.2.2 Rinterro sulle spalle

Gli effetti del rinterro sono stati determinati considerando un peso specifico del terreno:

$$\gamma_{rin} = 18.0 \text{ kN/m}^3$$

#### 6.2.3 Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3

La spinta delle terre sulle spalle è stata valutata in esercizio con riferimento al coefficiente di spinta a riposo del terreno retrostante.

Sono stati considerati i seguenti parametri:

peso di volume del materiale da rilevato stradale:  $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$

angolo d'attrito interno del rilevato stradale:  $\phi = 35^\circ$

coefficiente di spinta a riposo :  $K0 = 1 - \tan \phi = 0.426$

In condizioni sismiche, la spinta delle terre è stata valutata in accordo alla teoria di Wood.

Il calcolo dei coefficienti di spinta è esplicitato nell'ambito delle analisi e verifiche delle spalle.

#### 6.2.4 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – $\epsilon_2$ e $\epsilon_3$

La deformazione totale per ritiro si può esprimere come:


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

Dove:

$\epsilon_{cs}$  è la deformazione totale per ritiro

$\epsilon_{cd}$  è la deformazione per ritiro da essiccamento

$\epsilon_{ca}$  è la deformazione per ritiro autogeno

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

La valutazione delle deformazioni sopra elencate è stata effettuata in accordo al punto §11.2.10.6 delle NTC2008 pervenendo ai seguenti valori:

<b>Ritiro del calcestruzzo (<math>\epsilon_2</math>)</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>	
Modulo elastico calcestruzzo	Ec	MPa	34077
spessore dei getti in opera	hc	m	0.24
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	Ac	m <sup>2</sup>	3.360
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	14.18
coefficiente $h_0 = 2 \times Ac / u$	h0	mm	474
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	$\epsilon_c$		0.00020
deformazione finale per ritiro autogeno	$\epsilon_{ca}$		0.00006
<b>deformazione totale finale per ritiro</b>	<b><math>\epsilon_{cs}</math></b>		<b>0.00027</b>

Gli effetti iperstatici del ritiro vengono schematizzati mediante variazioni termiche equivalenti, derivanti dalle forze assiali generate dalla deformazione da ritiro, e coppie dovute all'eccentricità del baricentro della soletta in cls rispetto al baricentro della sezione composta.

Supponendo che il calcestruzzo si fessuri in prossimità degli appoggi per via del momento negativo, gli effetti del ritiro non vengono assegnati su tutta la trave, ma si escludono appunto tali zone:

<b>Effetti del ritiro</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>			
Larghezza della sezione	Btot	m	14	13.44	12.44
Altezza delle travi	Ht	m	2.40	2.40	2.40
deformazione totale finale per ritiro	$\epsilon_{cs}$		0.00027	0.00027	0.00027
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	Ac	m <sup>2</sup>	3.360	3.226	2.986
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (ritiro)	nr		15.76	15.76	15.76
Modulo elastico acciaio	Ea	Mpa	210000	210000	210000
Sforzo normale da ritiro	Nr	kN	11966.8	11490.1	10636.4
Area della sezione composta omog. All'acciaio	Ar	m <sup>2</sup>	0.440	0.427	0.416
Variazione termica equivalente	Dteq.	°	13.0	12.8	12.2
distanza del bar. Soletta dal bar. Sezione composta	er	m	0.52	0.53	0.58
Momento flettente da ritiro	Mr	kNm	6198.8	6112.8	6137.2


#### **6.2.5 Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – $\epsilon_4$**

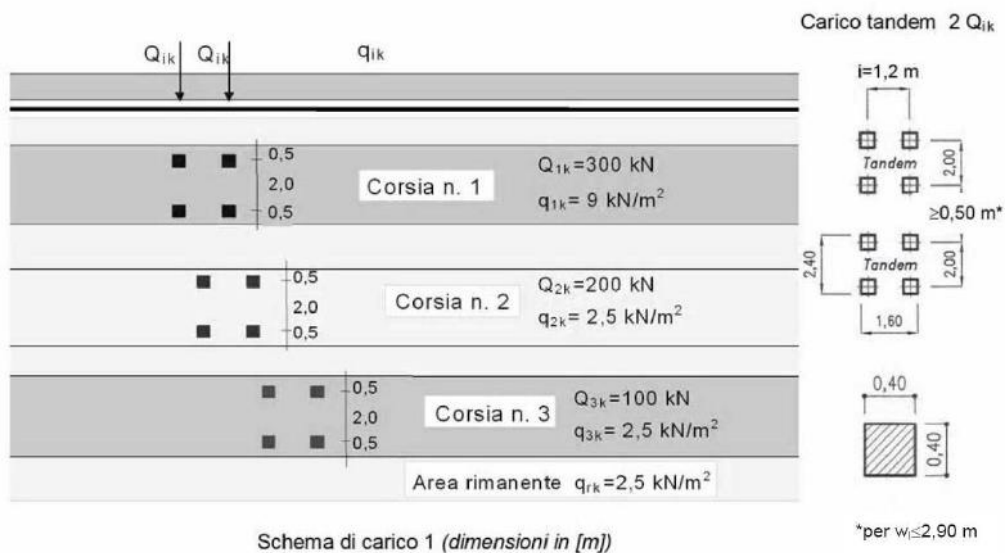
Nel caso in esame, questi effetti risultano trascurabili in termini di effetti sulle sottostrutture.

#### **6.2.6 Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – $q_1$**

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli Schemi di Carico descritti nel punto 5.1.3.3.3 delle NTC08.

Per le analisi globali finalizzate al dimensionamento delle sottostrutture si è fatto riferimento allo Schema di Carico 1 costituito da carichi concentrati su due assi tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40 m, e da carichi uniformemente distribuiti come mostrato nella seguente figura:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	



Si considera un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa.


Le intensità dei carichi concentrati e distribuiti considerate sono quelle richiamate nella Tab. 5.1.II delle NTC08:

Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi  $Q_{ik}$  e  $q_{ik}$  per le diverse corsie

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

I suddetti carichi mobili includono gli effetti dinamici.

Le larghezze  $w_l$  delle corsie convenzionali su una carreggiata ed il massimo numero (intero) possibile di tali corsie su di essa sono indicati nel prospetto seguente (fig. 5.1.1 e Tab. 5.1.I delle NTC08):

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

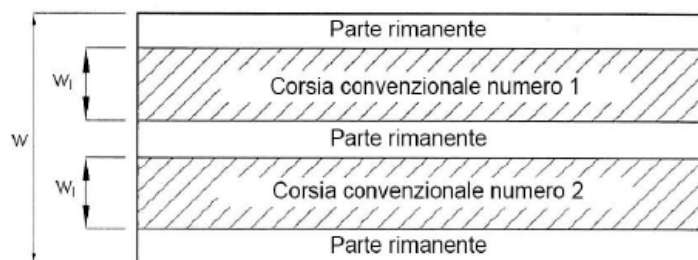


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

Tab. 5.1.I - Numero e larghezza delle corsie

Larghezza della superficie carrabile "w"	Numero di corsie convenzionali	Larghezza di una corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5,40$ m	$n_1 = 1$	3,00	$(w-3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0$ m	$n_1 = 2$	$w/2$	0
$6,0 \text{ m} \leq w$	$n_1 = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_1)$

Nel caso in esame, di piattaforma carrabile complessivamente larga **12.50 m**, si determinano **4 corsie** di larghezza pari a **3.0 m**.

#### 6.2.6.1 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali sottostrutture

Per la determinazioni dei massimi effetti generati dai carichi mobili sulle sottostrutture, sono state esaminate le seguenti configurazioni:


- *Nmax-sx*: impalcato impegnato da **3** colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata, e carico distribuito qik sulla rimanente larghezza; questa configurazione massimizza lo sforzo normale sulle sottostrutture;
- *Mtmax-sx*: impalcato impegnato da **2** colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata; questa configurazione massimizza la coppia trasversale sulle sottostrutture;
- *Nmax-dx*: impalcato impegnato da **3** colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine destro della carreggiata, carico distribuito qik sulla rimanente; questa configurazione massimizza lo sforzo normale sulle sottostrutture;
- *Mtmax-dx*: impalcato impegnato da **2** colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine destro della carreggiata; questa configurazione massimizza la coppia trasversale sulle sottostrutture.

#### 6.2.6.2 Disposizione longitudinale dei carichi mobili

In direzione longitudinale, i carichi sono stati applicati come suggerito dalle linee d'influenza in modo da ottenere gli effetti più sfavorevoli.

#### 6.2.7 Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3

L'azione longitudinale di frenamento o di accelerazione q3 è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni –  Viadotto Ferrovia</b>	

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0.6 (2Q_{ik}) + 0.10 q_{ik} w_1 L \leq 900 \text{ kN}$$

La forza, applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e include gli effetti di interazione.

Nel caso in esame si ha:

$$q_3 = 900.0 \text{ kN}$$

### 6.2.8 Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4

Nei ponti con asse curvo di raggio R (in metri), l'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente come indicato nella Tab. 5.1.III delle NTC08, essendo  $Q_v = \sum_i 2Q_{ik}$  il carico totale dovuto agli assi tandem dello schema di carico 1 agenti sul ponte.

Il carico concentrato q4, applicato a livello della pavimentazione, agisce in direzione normale all'asse del ponte.

**Tab. 5.1.III - Valori caratteristici delle forze centrifughe**

Raggio di curvatura [m]	q4 [kN]
R < 200	0,2 Q <sub>v</sub>
200 ≤ R ≤ 1500	40 Q <sub>v</sub> /R
1500 ≤ R	0

Nel caso in esame, il viadotto ricade lungo una curva circolare di raggio R=600 m, e si ha:

- Impalcato impegnato da tre colonne di carico: H<sub>tq4-1</sub> = 120 kN;
- Impalcato impegnato da due colonne di carico: H<sub>tq4-2</sub> = 80kN.

### 6.2.9 Azioni di Neve e di Vento – q5

Il carico di neve, non concomitante con i carichi da traffico, non risulta in alcun modo dimensionante nel caso in esame e non viene preso in considerazione.

Le azioni da vento sono state valutate secondo quanto specificato nel par. 3.3 delle NTC08.


L'azione del vento è stata assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte. Tale azione è stata considerata 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 dell'altezza di 3 m a partire dal piano stradale.

Per il calcolo dei coefficienti di forma si è fatto riferimento alla UNI-ENV 1991-2-4/1997:

$$C_{f,x} = C_{f,x,0} \cdot \psi_{\lambda,x}$$

Dove:

S.S.291 "Della Nurra" Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni –          Viadotto Ferrovia</b>	

$c_{fx,0}$  è il coefficiente di forma per snellezza infinita da determinarsi in base alle caratteristiche geometriche dell'impalcato ed al rapporto  $d/b$  in base alle figure sotto riportate:

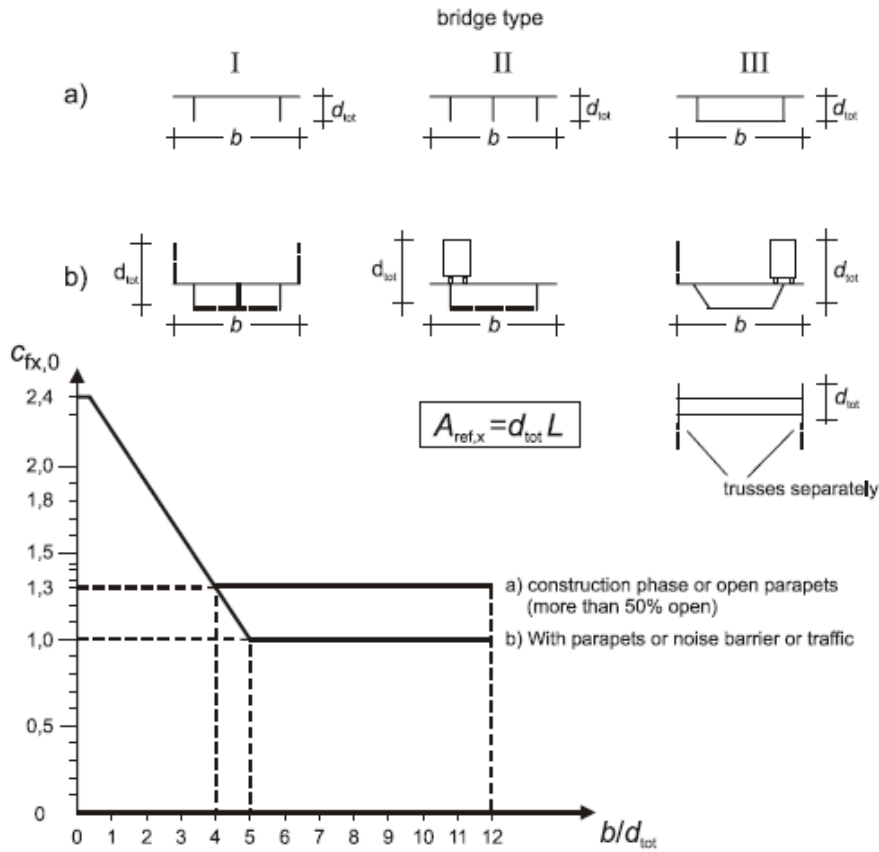


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges,  $c_{fx,0}$

Il valore del fattore di riduzione  $\psi_{\lambda,x}$  si ricava in funzione della snellezza effettiva  $\lambda$  e del rapporto di solidità  $\phi$  dal grafico sottostante:



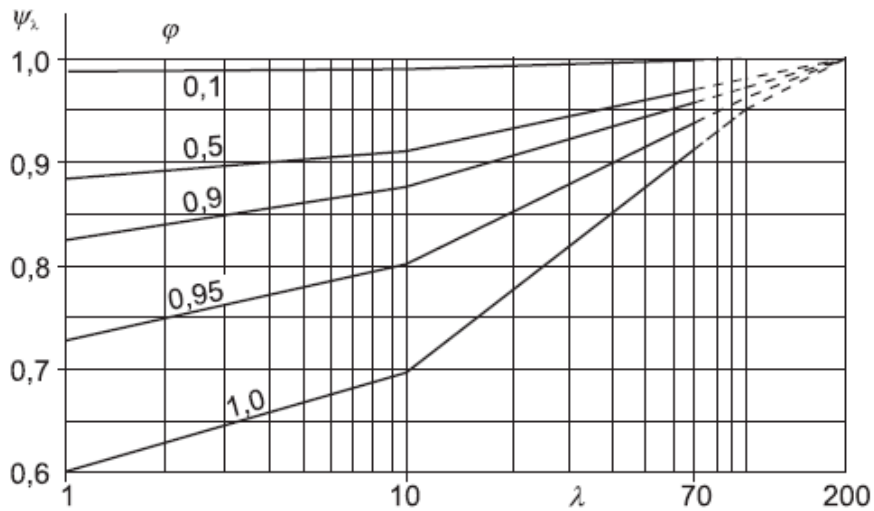




Figure 7.36 — Indicative values of the end-effect factor  $\psi_\lambda$  as a function of solidity ratio  $\phi$  versus slenderness  $\lambda$

Di seguito si riporta il calcolo delle azioni esercitate dal vento sulle strutture d'impalcato e sulle pile:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

<b>Effetti dovuti al Vento (q5)</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>	
Zona del territorio italiano	Zona		6
parametro vb,0	vb0	m/sec	28.0
parametro a0	a0	m	500
parametro ks	ks		0.36
altitudine del viadotto s.l.m.	as	m	25
velocità di riferimento vb	vb	m/sec	28.0
pressione cinetica del vento	qb	kN/m2	0.49
Classe di rugosità del terreno			D
Categoria di esposizione del sito			I
coefficiente kr	kr		0.17
altezza di riferimento z0	z0	m	0.01
altezza di riferimento zmin	zmin	m	2.00
altezza dal suolo z	z	m	10.0
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		2.78
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.40
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.67
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico	p1	kN/m2	1.90
pressione del vento impalcato carico	p2	kN/m2	2.28
pressione del vento pile	p3	kN/m2	1.63
Larghezza complessiva impalcato	b	m	14.00
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	391.2
Altezza travi (media per impalcato variabile)	ht	m	2.56
Altezza soletta	hsol+cord	m	0.31
Altezza cordolo da estradosso soletta	hcord	m	0.20
altezza complessiva impalcato	d	m	3.07
Altezza di riferimento per sistema parapetto+guard-rail	d1	m	1.20
Altezza di calcolo impalcato scarico	dtot1	m	4.27
Altezza di calcolo impalcato carico	dtot2	m	6.07
Altezza centro di taglio	zg	m	2.72
Altezza travi in asse appoggi pila	htr_max	m	3.50
<b>Carichi dovuti al vento</b>	<b>qt (kN/m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>Mt (kNm/m)</b>
Impalcato scarico (braccio al centro di taglio)	8.1	0.58	4.7
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	13.8	0.32	4.4
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	8.1	3.07	25.0
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	13.8	3.97	55.0

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### 6.2.10 Azioni della temperatura – q7

Ai fini della valutazione degli effetti iperstatici delle variazioni termiche sulle sottostrutture, in accordo con quanto previsto dalle norme EN 1991-1-5 sono stati assunti due gradienti termici tra soletta e travi metalliche pari a  $\Delta T_{M1} = +15$  °C/m (estradosso più caldo dell'intradosso) e  $\Delta T_{M2} = -18$  °C/m (estradosso più freddo dell'intradosso).

Inoltre si considera anche la componente uniforme del carico termico, per i cui valori l'Eurocodice rimanda agli allegati nazionali, dai cui si desume:  $\Delta T_{N1} = -18.7$  °C e  $\Delta T_{N2} = +30.4$  °C.

La tipologia d'impalcato fa riferimento alla classificazione della EN 1991-1-5 (tipo 2 per impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo).

La zona climatica fa riferimento alla zonizzazione del territorio nazionale di seguito illustrata:

- Al fine della valutazione della temperatura dell'aria all'ombra a quote diverse da quella del mare, il territorio italiano è suddiviso in 4 zone climatiche:
- zona I (Valle d'Aosta, Piemonte Lombardia, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige);
  - zona II (Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata);
  - zona III (Marche, Abruzzo, Molise, Puglia);
  - zona IV (Calabria, Sicilia).



Figura 6.1: Zonizzazione del territorio nazionale per valutazioni azioni climatiche

I valori delle temperature massime e minime all'ombra al livello del mare, sono state desunte dalle seguenti mappe:

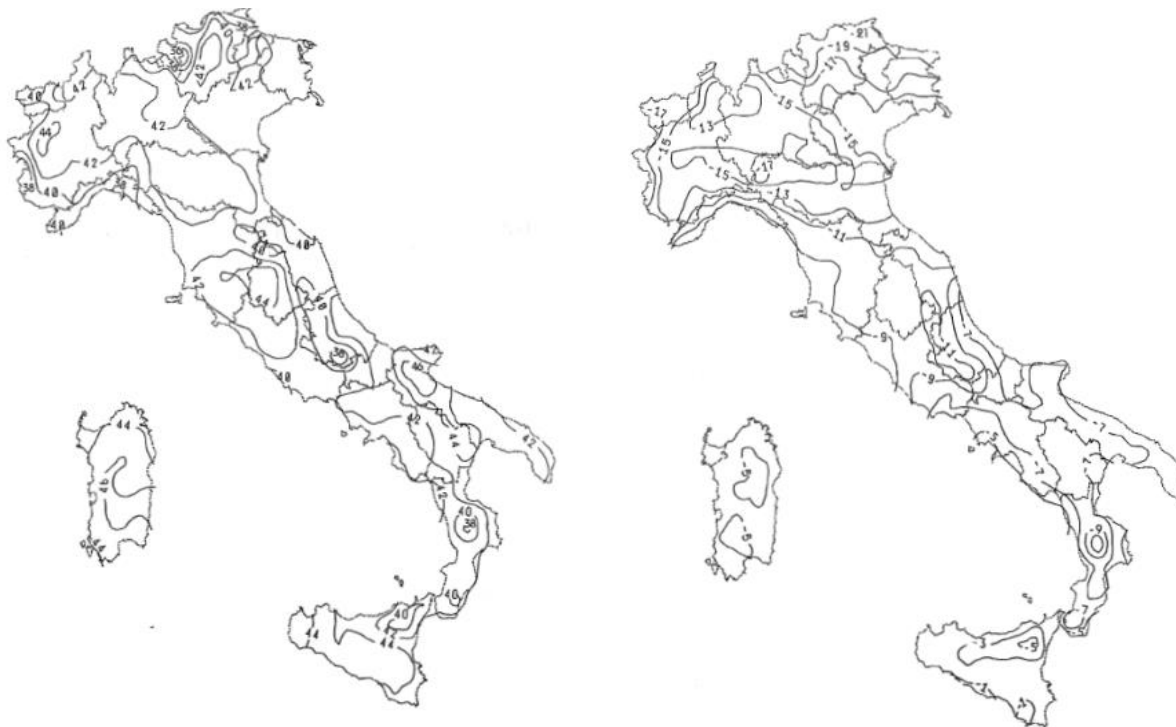


Figura 6.2: Temperature dell'aria massime Tmax (sx) e minime Tmin (dx) dell'aria all'ombra al livello del mare

Dati	Var	unità	
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmax	[°]	41.43
Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-7.59
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	15
Zona climatica	Z		II
deformazione totale finale per ritiro	$\epsilon_{CS}$		0.00015


### 6.2.11 Resistenze parassite dei vincoli – q9

Le resistenze parassite dei dispositivi disposti sulle pile e sulle spalle sono state valutate sulla base delle caratteristiche di rigidità degli isolatori elastomerici impiegati ed in base agli spostamenti previsti.

Queste azioni sono sempre associate alla condizione di carico che le produce (Dilatazione termiche, ritiro).

### 6.2.12 Azioni sismiche – E

I parametri sismici fondamentali sono stati determinati per la regione Sardegna utilizzando la Tabella 2, in allegato alle NTC. Si ottengono i seguenti valori:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Vita Nominale	$V_N =$	<b>50</b>	anni
Classe d'uso	$Cl =$	<b>IV</b>	
Coefficiente d'uso	$C.u. =$	<b>2.0</b>	
<b>Periodo di riferimento</b>	<b><math>V_R =</math></b>	<b>100</b>	<b>anni</b>

<b>STATO LIMITE</b>	<b><math>T_R</math> [anni]</b>	<b><math>a_g</math> [g]</b>	<b><math>F_0</math> [-]</b>	<b><math>T^*_C</math> [s]</b>
SLO	60	0.026	2.685	0.300
SLD	101	0.032	2.729	0.307
<b>SLV</b>	<b>949</b>	<b>0.061</b>	<b>2.976</b>	<b>0.371</b>
<b>SLC</b>	<b>1950</b>	<b>0.072</b>	<b>3.061</b>	<b>0.393</b>

L'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticale, definiti in base al §3.2 delle NTC08.


#### 6.2.12.1 Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

Gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali sono definiti dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B \quad S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \frac{T_C}{T} \\
 T_D \leq T \quad S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \frac{T_C T_D}{T^2}
 \end{aligned}$$

In cui:

- T è il periodo di vibrazione;
- $S_e(T)$  è l'accelerazione spettrale orizzontale;
- $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo rigido, determinata in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ ;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_S \times S_T$ , essendo  $S_S$  il coefficiente di amplificazione stratigrafica (Tabella 6.1) e  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografica (Tabella 6.2);
- $\eta$  è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione  $\eta = 10 / (5 + \xi) \geq 0,55$ , dove  $\xi$  (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- $F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da  $T_C = C_C \cdot T_C^*$  dove  $T_C^*$  è definito al § 3.2 e  $C_C$  è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (Tabella 6.1);

$T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante e vale:  
 $T_B = T_C / 3$

$T_D$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:  $T_D = 4.0 \cdot (a_g/g) + 1.6$

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_C$
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 6.1 – Espressioni per  $S_s$  e  $C_C$


Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 6.2 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Nel caso in esame si ha:

- Categoria di sottosuolo:           **D**
- Categoria stratigrafica:           **T1**

Gli effetti delle azioni sismiche sulle strutture sono stati determinati attraverso **Analisi Statiche Lineari** con spettro elastico ridotto per tutto il campo di periodi  $T \geq 0,8 T_{is}$ , in accordo a quanto previsto al punto § 7.10.5.3.2 delle NTC2008, assumendo per il coefficiente riduttivo  $\eta$  il valore corrispondente al coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi_{esi}$  del sistema di isolamento.

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Si assume un coefficiente di smorzamento viscoso equivalente del sistema di isolamento pari a:

$$\xi_{esi} = 10\% \quad \text{cui corrisponde:} \quad \eta = 0.82$$

Il valore del periodo proprio del sistema isolato, più avanti dettagliato è pari a:  $T_{is} = 2.49$  sec

La figura seguente illustra gli spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali di progetto:

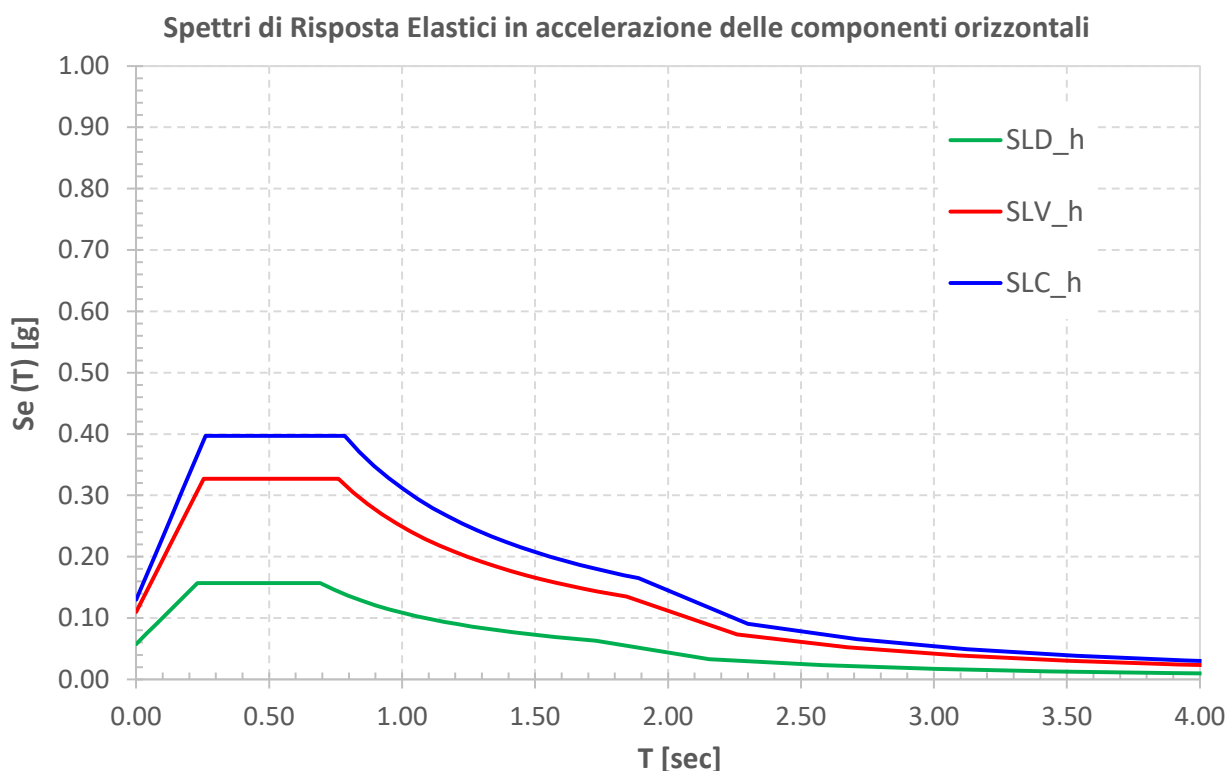


Figura 6.3 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali


La tabella seguente illustra i parametri caratteristici degli spettri di risposta.

STATO LIMITE	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [sec]	$T_B$ [sec]	$T_c$ [sec]	$T_D$ [sec]	$S_s$ [-]	$S_T$ [-]	$S$ [-]	$C_c$ [-]	$d_g$ [m]	$v_g$ [m/s]
SLD	0.032	2.729	0.307	0.231	0.693	1.728	1.80	1.00	1.80	2.26	0.017	0.063
SLV	0.061	2.976	0.371	0.254	0.761	1.844	1.80	1.00	1.80	2.05	0.038	0.131
SLC	0.072	3.061	0.393	0.261	0.784	1.888	1.80	1.00	1.80	1.99	0.047	0.160

Tabella 6.3 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

### 6.2.12.2 Spettri di risposta in accelerazione della componente verticale

Gli spettri di risposta elastici della componente verticale sono definiti dalle espressioni seguenti:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

$F_v$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad [3.2.9]$$

In cui:

$T$  è il periodo di vibrazione;

$S_{ve}(T)$  è l'accelerazione spettrale verticale;

$F_v$  Il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione  $F_v = 1.35 \times F_0 \times (a_g/g)^{0.5}$ ;


I valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $S$ ,  $\eta$  sono quelli precedentemente definiti per le componenti orizzontali del moto sismico; i valori di  $S_s$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  e  $T_D$ , sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VI delle NTC2008:

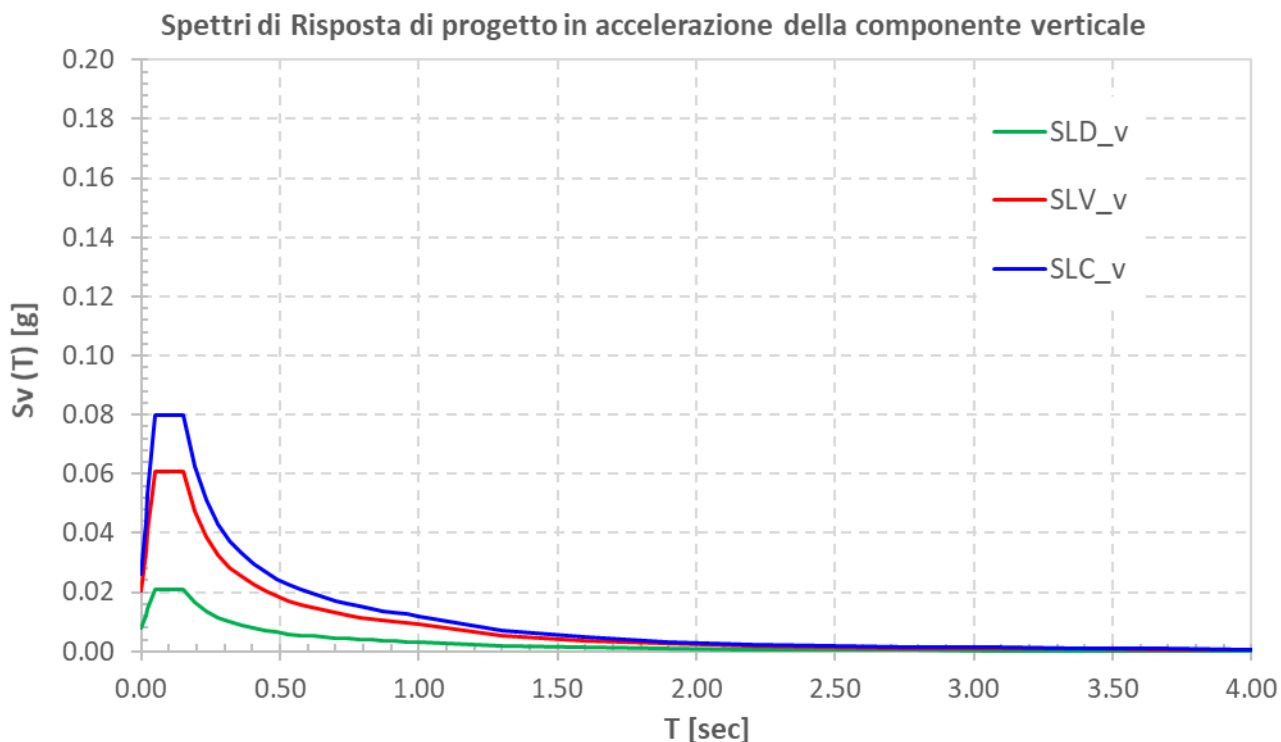
**Tab. 3.2.VI - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale**

Categoria di sottosuolo	$S_s$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

La figura seguente illustra gli spettri di risposta in accelerazione della componente verticale di progetto:



S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	



*Figura 6.4 – Spettri elastici di risposta in accelerazione della componente verticale*

La tabella seguente illustra i parametri caratteristici degli spettri di risposta.

STATO LIMITE	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$F_V$ [-]	$T_B$ [sec]	$T_C$ [sec]	$T_D$ [sec]	$S_S$ [-]	$S_T$ [-]	$S$ [-]
<b>SLD</b>	0.032	2.729	0.659	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
<b>SLV</b>	0.061	2.976	0.993	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
<b>SLC</b>	0.072	3.061	1.110	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00

*Tabella 6.4 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta*


### 6.2.12.3 Variabilità spaziale del moto

La norma EC8-2 impone di considerare gli effetti della variabilità spaziale del moto per i ponti a travata continua se si verifica una delle seguenti condizioni:

- Fra due punti di contatto con il suolo varia la categoria stratigrafica o topografica;
- Anche in presenza di sottosuolo omogeneo, la lunghezza del segmento di impalcato continuo è maggiore del valore:

$$L_{lim} = L_g / 1.5$$

In cui:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

$L_g$  è la distanza oltre la quale il moto di due punti può considerarsi indipendente, definito dalla seguente tabella:

<b>Categoria di sottosuolo</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
$L_g$ [m]	600	500	400	300	500

*Tabella 6.5 – Distanza tra due punti oltre cui il moto può considerarsi indipendente*

L'effetto della variabilità spaziale del moto può essere valutato combinando ai risultati dell'analisi dinamica, gli effetti derivanti dall'applicazione statica degli spostamenti relativi agli allineamenti di vincolo (pile e spalle). Detti spostamenti relativi vanno applicati in corrispondenza dei vincoli a terra delle sottostrutture.

Le configurazioni critiche da prendere in considerazione sono definite dalle seguenti distribuzioni degli spostamenti relativi:

- Set A: tutte le sottostrutture sono soggette a spostamenti nello stesso verso;
- Set B: le sottostrutture sono soggette a spostamenti di verso opposto rispetto alle adiacenti.

Relativamente al Set A, gli spostamenti relativi sono definiti dalla seguente espressione:

$$d_{ri} = \varepsilon_r \cdot L_i \leq d_g \cdot \sqrt{2}$$

Con:

$$\varepsilon_r = \frac{d_g \cdot \sqrt{2}}{L_g}$$

$d_g$  è lo spostamento assoluto del terreno, in corrispondenza dell'iesimo supporto, calcolato con l'espressione 3.2.15 delle NTC 08:

$$d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$$

$L_i$  è la distanza del supporto i-esimo da un supporto di riferimento;


Il profilo degli spostamenti  $d_i$  è lineare con la distanza dall'origine se il sottosuolo è omogeneo lungo lo sviluppo del ponte.

Vengono presi in considerazione due casi che si differenziano per il punto fisso considerato: in un caso il punto di riferimento è la spalla SPA; nell'altro caso è la spalla SPB. Entrambi i casi in precedenza definiti sono applicati, separatamente, nella direzione X e Y; Per ogni direzione sono considerati i due versi di applicazione, positivo e negativo.

Relativamente al Set B, che considera gli spostamenti  $d_i$  in direzione opposta fra supporti adiacenti, inizialmente si calcola lo spostamento relativo di ciascun allineamento intermedio rispetto a quelli adiacenti considerati nella posizione originaria con l'espressione:

$$\Delta d_i = \beta_r \cdot \varepsilon_r \cdot L_{av,i}$$

In cui:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

$L_{av,i}$  è la distanza media del supporto  $i$  rispetto a quelli adiacenti;

$\beta_r$  è un fattore che tiene conto dell'ampiezza dello spostamento tra supporti adiacenti, pari a 0.5 se i tre supporti (quello centrale e i due adiacenti) sono su suoli della stessa categoria, diversamente è posto pari ad 1.0.

Lo spostamento di ciascun supporto è pari a:

$$d_i = \pm \Delta d_i / 2$$

E viene applicato con verso alternato tra supporti adiacenti.

Anche in questo caso il set B di spostamenti viene applicato nelle due direzioni X ed Y e, per ciascuna direzione nei due versi.

Pertanto, in linea generale, per il calcolo delle sollecitazioni indotte dalla variabilità spaziale del moto si individuano complessivamente 12 casi:

12 diversi casi:


<b>Set A</b>	Spostamento in direzione x	Punto fisso Sp A	Verso +
			Verso -
		Punto fisso Sp B	Verso +
			Verso -
	Spostamento in direzione y	Punto fisso Sp A	Verso +
			Verso -
		Punto fisso Sp B	Verso +
			Verso -

*Tabella 6.6 – Casi di spostamento relativi al Set A*

<b>Set B</b>	Spostamento in direzione x	Verso +
		Verso -
	Spostamento in direzione y	Verso +
		Verso -


*Tabella 6.7 – Casi di spostamento relativi al Set B*

La tabella seguente riepiloga i valori degli spostamenti relativi ai Set A e B:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

LAVORO: SS121 - T02-VI01 - VIADOTTO FERROVIA												
EFFETTI VARIABILITA' SPAZIALE DEL MOTO												
<b>Dati per azioni sismiche</b>				<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>SLV</b>						
Accelerazione al suolo				$a_g$	g	0.061						
Parametro $F_0$				$F_0$	[-]	2.976						
Tempo $T^*_c$				$T^*_c$	sec	0.371						
accelerazione al suolo				$a_g$	m/sec <sup>2</sup>	0.60						
Categoria di Sottosuolo				Cat_S		D						
Parametro $S_S$				$S_S$		1.80						
Parametro $C_C$				$C_C$		2.05						
Categoria topografica				Cat_T		T1						
Parametro $S_T$				$S_T$		1.00						
Parametro S				S		1.80						
Periodo $T_B$				$T_B$	sec	0.254						
Periodo $T_C$				$T_C$	sec	0.761						
Periodo $T_D$				$T_D$	sec	1.844						
spostamento assoluto del terreno $d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$				$d_g$	m	0.038						
<b>Dati viadotto</b>				<b>Var</b>	<b>unità</b>							
Lunghezza complessiva viadotto				$L_{tot}$	m	390.0						
Distanza oltre la quale il moto può considerarsi indipendente				$L_g$	m	300.0						
Lmax impalcato continuo oltre la quale considerare la var. Spaziale del moto: $L_{lim} = L_g / 1.5$				$L_{lim}$	m	200.0						
E' necessario considerare gli effetti di variabilità spaziale del moto?				Ch		SI						
spostamento unitario di progetto per var. Spaziale del moto $\epsilon_r = d_g \cdot \sqrt{2} / L_g$				$\epsilon_r$		1.8E-04						
<b>Spostamenti relativi - Set A - SPA punto fisso</b>												
Allineamento				SPA	P1	P2	P3	P4	P5	SPB		
Distanza da punto considerato fisso	$L_i$	m		0.00	55.00	125.00	195.00	265.00	335.00	390.00		
<b>spostamenti relativi <math>d_{ri} = \epsilon_r \cdot L_i</math></b>				$d_{ri}$	mm	0.0	9.8	22.3	34.8	47.2	59.7	69.5
<b>Spostamenti relativi - Set A - SPB punto fisso</b>												
Allineamento				SPA	P1	P2	P3	P4	P5	SPB		
Distanza da punto considerato fisso	$L_i$	m		390.00	335.00	265.00	195.00	125.00	55.00	0.00		
<b>spostamenti relativi <math>d_{ri} = \epsilon_r \cdot L_i</math></b>				$d_{ri}$	mm	69.5	59.7	47.2	34.8	22.3	9.8	0.0
<b>Spostamenti relativi - Set B</b>												
Allineamento				SPA	P1	P2	P3	P4	P5	SPB		
Distanza media da allineamenti adiacenti	$L_i$	m		55.00	62.50	70.00	70.00	70.00	62.50	55.00		
fattore br	$\beta_r$			0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		
spostamenti relativi $\Delta_{dij} = \pm \beta_r \cdot \epsilon_r \cdot L_i$				$\Delta_{dij}$	m	4.9	5.6	6.2	6.2	6.2	5.6	4.9
<b>spostamenti assoluti <math>d_i</math></b>				$d_i$	mm	2.5	-2.8	3.1	-3.1	3.1	-2.8	2.5

Tabella 6.8 – Spostamenti relativi alla variabilità del moto analisi agli SLV

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

LAVORO: SS121 - T02-VI01 - VIADOTTO FERROVIA											
EFFETTI VARIABILITA' SPAZIALE DEL MOTO											
<b>Dati per azioni sismiche</b>			<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>SLC</b>						
Accelerazione al suolo			$a_g$	g	0.072						
Parametro $F_0$			$F_0$	[-]	3.061						
Tempo $T^*_c$			$T^*_c$	sec	0.393						
accelerazione al suolo			$a_g$	m/sec <sup>2</sup>	0.71						
Categoria di Sottosuolo			Cat_S		D						
Parametro $S_S$			$S_S$		1.80						
Parametro $C_C$			$C_C$		1.99						
Categoria topografica			Cat_T		T1						
Parametro $S_T$			$S_T$		1.00						
Parametro S			S		1.80						
Periodo $T_B$			$T_B$	sec	0.261						
Periodo $T_C$			$T_C$	sec	0.784						
Periodo $T_D$			$T_D$	sec	1.888						
spostamento assoluto del terreno $d_g = 0.025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$			$d_g$	m	0.047						
<b>Dati viadotto</b>			<b>Var</b>	<b>unità</b>							
Lunghezza complessiva viadotto			$L_{tot}$	m	390.0						
Distanza oltre la quale il moto può considerarsi indipendente			$L_g$	m	300.0						
Lmax impalcato continuo oltre la quale considerare la var. Spaziale del moto: $L_{lim} = L_g / 1.5$			$L_{lim}$	m	200.0						
E' necessario considerare gli effetti di variabilità spaziale del moto?			Ch		SI						
spostamento unitario di progetto per var. Spaziale del moto $\epsilon_r = d_g \cdot \sqrt{2} / L_g$			$\epsilon_r$		2.2E-04						
<b>Spostamenti relativi - Set A - SPA punto fisso</b>											
Allineamento			SPA	P1	P2	P3	P4	P5	SPB		
Distanza da punto considerato fisso	$L_i$	m	0.00	55.00	125.00	195.00	265.00	335.00	390.00		
<b>spostamenti relativi <math>d_{ri} = \epsilon_r \cdot L_i</math></b>			<b><math>d_{ri}</math></b>	<b>mm</b>	<b>0.0</b>	<b>12.2</b>	<b>27.7</b>	<b>43.2</b>	<b>58.8</b>	<b>74.3</b>	<b>86.5</b>
<b>Spostamenti relativi - Set A - SPB punto fisso</b>											
Allineamento			SPA	P1	P2	P3	P4	P5	SPB		
Distanza da punto considerato fisso	$L_i$	m	390.00	335.00	265.00	195.00	125.00	55.00	0.00		
<b>spostamenti relativi <math>d_{ri} = \epsilon_r \cdot L_i</math></b>			<b><math>d_{ri}</math></b>	<b>mm</b>	<b>86.5</b>	<b>74.3</b>	<b>58.8</b>	<b>43.2</b>	<b>27.7</b>	<b>12.2</b>	<b>0.0</b>
<b>Spostamenti relativi - Set B</b>											
Allineamento			SPA	P1	P2	P3	P4	P5	SPB		
Distanza media da allineamenti adiacenti	$L_i$	m	55.00	62.50	70.00	70.00	70.00	62.50	55.00		
fattore $\beta_r$	$\beta_r$		0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		
spostamenti relativi $\Delta_{dij} = \pm \beta_r \cdot \epsilon_r \cdot L_i$			$\Delta_{dij}$	m	6.1	6.9	7.8	7.8	7.8	6.9	6.1
<b>spostamenti assoluti <math>d_i</math></b>			<b><math>d_i</math></b>	<b>mm</b>	<b>3.0</b>	<b>-3.5</b>	<b>3.9</b>	<b>-3.9</b>	<b>3.9</b>	<b>-3.5</b>	<b>3.0</b>

Tabella 6.9 – Spostamenti relativi alla variabilità del moto analisi agli SLC


Tenuto conto che:

- tutte le sottostrutture ricadono su sottosuolo di Categoria D ma la lunghezza del viadotto, pari a 390 m, è superiore alla lunghezza  $L_{lim} = 300/1.5 = 200$  m precedentemente definita;

Nel caso in esame sono stati considerati gli effetti della variabilità spaziale del moto in accordo a quanto precedentemente illustrato.

#### 6.2.12.4 Masse sismiche

In accordo al punto §5.1.3.12 delle NTC2008, Per determinare gli effetti delle azioni sismiche sulle strutture si è fatto riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti portati, considerando nullo il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico.

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 6.3 Combinazioni di Carico


### 6.3.1 Combinazioni di carico in esercizio

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, sono state considerate le combinazioni di cui ai gruppi di azioni 1, 2a e 2b della tabella 5.1.IV delle NTC08:

**Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico**

	<i>Carichi sulla carreggiata</i>					<i>Carichi su marciapiedi e piste ciclabili</i>
	<b>Carichi verticali</b>			<b>Carichi orizzontali</b>		<b>Carichi verticali</b>
Gruppo di azioni	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura $q_3$	Forza centrifuga $q_4$	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 <sup>(*)</sup>						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 <sup>(**)</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 <sup>(***)</sup>	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				
<sup>(*)</sup> Ponti di 3 <sup>a</sup> categoria <sup>(**)</sup> Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana) <sup>(***)</sup> Da considerare solo se si considerano veicoli speciali						

La tabella 5.1.V fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche SLU:


S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

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

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	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
<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO. <sup>(2)</sup> 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. <sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna <sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali					

Nel caso in esame, essendo i carichi permanenti non strutturali compiutamente definiti sono stati adottati gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

I valori dei coefficienti  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$  per le diverse categorie di azioni sono riportati nella tabella 5.1.VI delle NTC08:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

**Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
<i>Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)</i>	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
<i>Vento <math>q_5</math></i>	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	---	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
	4 (folla)	---	0,75	0,0
<i>Neve <math>q_5</math></i>	5	0,0	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
<i>Temperatura</i>	esecuzione	0,8	0,6	0,5
	$T_k$	0,6	0,6	0,5

### 6.3.1.1 Combinazioni per sottostrutture

Si rimanda ai capitoli relativi ai dimensionamento di pile e spalle.

### 6.3.2 Combinazioni di carico in fase sismica

La risposta della struttura è stata calcolata per sisma agente in direzione orizzontale longitudinale (X), trasversale (Y) ed in direzione verticale.

Sono state considerate le seguenti combinazioni:

$$E_X = \pm 1.0 \cdot E_{EX} \pm 0.30 \cdot E_{EY} \pm 0.30 \cdot E_{EV}$$

$$E_Y = \pm 0.30 \cdot E_{EX} \pm 1.0 \cdot E_{EY} \pm 0.30 \cdot E_{EV}$$

$$E_V = \pm 0.30 \cdot E_{EX} \pm 0.30 \cdot E_{EY} \pm 1.0 \cdot E_{EV}$$

Essendo:

$E_{EX}$  Azione sismica in direzione orizzontale longitudinale (dir. X);


$E_{EY}$  Azione sismica in direzione orizzontale trasversale (dir. Y);

$E_{EV}$  Azione sismica in direzione verticale.

In presenza di variabilità spaziale del moto le precedenti espressioni si specializzano come segue:

$$E_X = \pm 1.00 \cdot \sqrt{(E_{EX}^2 + E_{VSM,X}^2)} \pm 0.30 \cdot \sqrt{(E_{EY}^2 + E_{VSM,Y}^2)} \pm 0.30 \cdot E_{EV}$$



S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

$$E_Y = \pm 0.30 \cdot \sqrt{(E_{EX}^2 + E_{VSM,X}^2)} \pm 1.00 \cdot \sqrt{(E_{EY}^2 + E_{VSM,Y}^2)} \pm 0.30 \cdot E_{EV}$$

$$E_V = \pm 0.30 \cdot \sqrt{(E_{EX}^2 + E_{VSM,X}^2)} \pm 0.30 \cdot \sqrt{(E_{EY}^2 + E_{VSM,Y}^2)} \pm 1.00 \cdot E_{EV}$$


dove:

$E_{VSM,X}$  effetto massimo indotto dalle combinazioni di spostamento relative alla variabilità spaziale del moto in direzione orizzontale longitudinale (dir. X), sia Set A che Set B;

$E_{VSM,Y}$  effetto massimo indotto dalle combinazioni di spostamento relative alla variabilità spaziale del moto in direzione orizzontale trasversale (dir. Y), sia Set A che Set B.

Le azioni sismiche sono state combinate con i carichi permanenti secondo la seguente espressione:

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

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 7 ANALISI GLOBALE

### 7.1 Criteri di calcolo

Le azioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture sono state determinate attraverso Analisi Elastiche Lineari condotte su modelli FEM con l'ausilio del programma agli elementi finiti SAP2000®.

#### 7.1.1 Definizione del modello di calcolo


Il modello schematizza l'intero impalcato e le pile attraverso elementi BEAM di opportuna rigidezza.

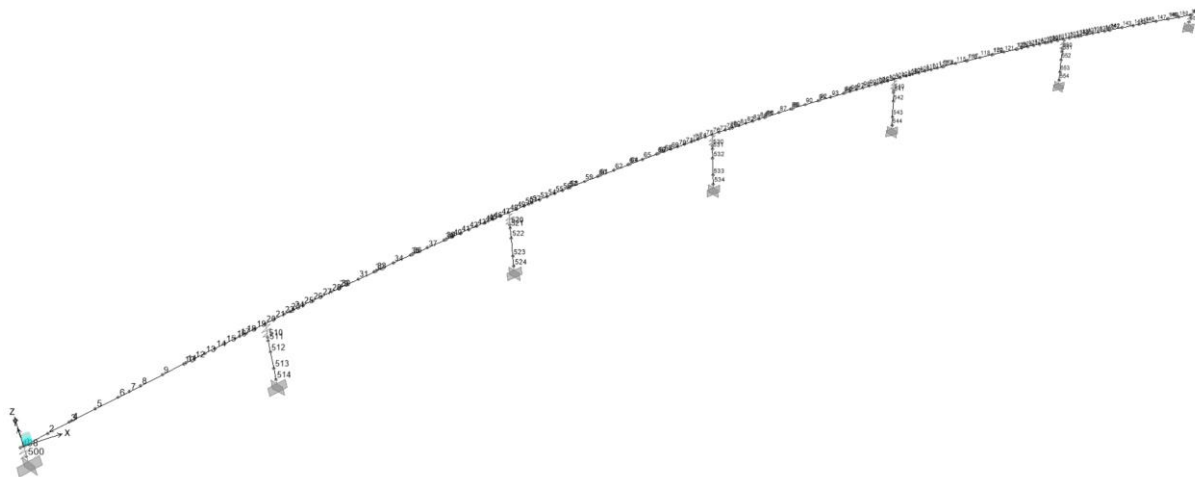
Nel modello globale non sono state prese in considerazione le due spalle, che risultano svincolate dall'impalcato in direzione longitudinale e la cui rigidezza trasversale può essere considerata infinita rispetto a quella dei fusti pila.

L'analisi è stata condotta per fasi distinte per tenere conto dell'evoluzione dello schema statico e dell'evoluzione delle caratteristiche geometrico-inerziali della strutturale nel tempo. In particolare, sono stati analizzati i seguenti modelli:

1. *Modello 1*: In cui le caratteristiche geometrico-inerziali degli elementi che schematizzano l'impalcato sono ottenute considerando la sola struttura metallica. Con questo modello si valutano gli effetti dovuti ai pesi propri. Per quanto attiene l'impalcato il peso proprio è quello complessivo relativo alla carpenteria metallica, al peso delle predalles ed al peso del getto di completamento della soletta in c.a.;
2. *Modello 2*: In cui le caratteristiche geometrico-inerziali degli elementi che schematizzano l'impalcato sono ottenute considerando la sezione composta costituita dalle travi metalliche e dalla soletta in c.a. omogeneizzata all'acciaio mediante il rapporto modulare  $n_L = n_{inf}$ . Con questo modello si valutano gli effetti dovuti alle azioni di lunga durata: Carichi permanenti.
3. *Modello r*: In cui sono considerate le caratteristiche geometrico-inerziali della sezione composta costituita dalle travi metalliche e dalla soletta in c.a. omogeneizzata all'acciaio mediante il rapporto modulare  $n_L = n_{rit}$ . Con questo modello si valutano gli effetti dovuti al ritiro.
4. *Modello 3*: In cui le caratteristiche geometrico-inerziali degli elementi che schematizzano l'impalcato sono ottenute considerando la sezione composta costituita dalle travi metalliche e dalla soletta in c.a. omogeneizzata all'acciaio mediante il rapporto modulare  $n_L = n_0$ . Con questo modello si valutano gli effetti dovuti alle azioni di breve durata o impulsive: Azioni variabili da traffico, Frenatura, Vento, Sisma.

La figura seguente illustra la geometria del modello di calcolo:

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	



*Figura 7.1. Geometria del modello di calcolo*

Il modello è stato vincolato rigidamente in corrispondenza degli appoggi delle spalle e alla base dei plinti di fondazione.

Gli **isolatori elastomerici** sono stati schematizzati attraverso elementi "Link" a comportamento lineare. Ciascun elemento "link" schematizza i due isolatori disposti lungo l'allineamento considerato.

Sono state definite diverse sezioni tipo:

- Elementi "link" **kspalle**: relativi agli isolatori da disporre in corrispondenza delle spalle;
- Elementi "link" **kspile**: relativi agli isolatori da disporre in corrispondenza delle pile.

Di seguito se ne riepilogano le caratteristiche di rigidezza:


Esercizio			Sisma		
K1 [kN/m]	K2 [kN/m]	K3 [kN/m]	K1 [kN/m]	K2 [kN/m]	K3 [kN/m]
2988000	7700	7700	2988000	3080	3080
8754000	23550	23550	8754000	9420	9420

Ove la direzione "1" rappresenta quella verticale, mentre le direzioni "2" e "3" sono quelle orizzontali.

## 7.1.2 Caratteristiche geometrico-inerziali in fase di analisi

### 7.1.2.1 Impalcato

Nei modelli 2 e 3 si è tenuto conto della riduzione di rigidezza della sezione composta in prossimità degli appoggi interni per la fessurazione della soletta, trascurando il contributo inerziale del calcestruzzo su un tratto di lunghezza pari al 15% delle luci delle campate adiacenti e considerando comunque il contributo inerziale delle armature presenti entro la soletta collaborante.

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

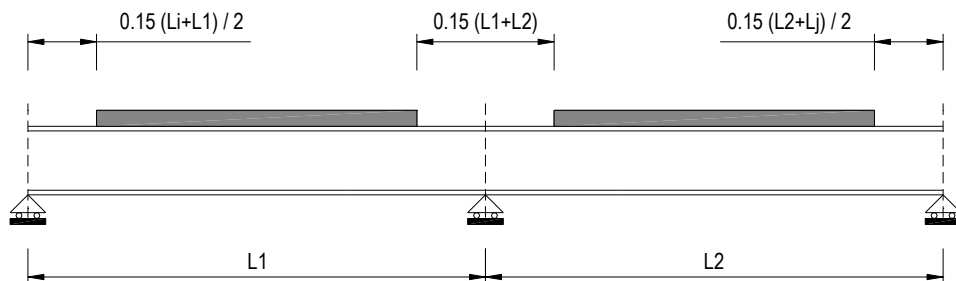


Figura 7.2. Modellazione degli effetti dovuti alla fessurazione

Le larghezze collaboranti della soletta e le caratteristiche geometriche-inerziali flessionali e torsionali degli elementi che schematizzano l'impalcato sono quelle illustrate nella relativa relazione di calcolo, cui si rimanda per maggiori dettagli.

#### 7.1.2.2 Pile e pulvini

Le pile sono state schematizzate con elementi di sezione circolare avente diametro  $D=3.0$  m.

I pulvini ed i pulvini sono stati schematizzati attraverso elementi a sezione rettangolare di dimensioni equivalenti a quelle delle membrature rappresentate.

#### 7.1.3 Applicazione dei carichi al modello

##### 7.1.3.1 Peso proprio della struttura (Load G1) – fase 1

Il peso proprio dell'impalcato, specificato al par. 6.2.1.1, è stato applicato quale carico uniformemente distribuito sugli elementi che schematizzano l'impalcato stesso. Il peso proprio delle pile e dei plinti è stato computato in automatico dal codice di calcolo utilizzato a partire dalle aree degli elementi che li schematizzano.

##### 7.1.3.2 Carichi permanenti portati (Load G2) – fase 2


I carichi permanenti portati, specificato al par. 6.2.2.1, quali carichi e coppie (ove presenti) uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano l'impalcato.

##### 7.1.3.3 Ritiro – (LOAD RIT)

Gli effetti generati dal ritiro sono stati valutati tramite l'applicazione di un carico termico uniforme equivalente derivanti dalle forze assiali generate dalla deformazione da ritiro, e coppie dovute all'eccentricità del baricentro della soletta in cls rispetto al baricentro della sezione composta, come specificato al par. 6.2.4.

##### 7.1.3.4 Carichi mobili verticali (MOVE MV-C1, MV-D1, MV-F1) – fase 3

L'applicazione dei treni di carico nel modello avviene attraverso un apposito modulo del programma di calcolo che permette di valutare gli effetti in termini di sollecitazioni e deformazioni dovuti a uno o più treni di carico viaggianti lungo linee di carico (lanes) prefissate, che nel caso in esame corrispondono [all'asse dell'impalcato](#).

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

In particolare, è stato utilizzato l'apposito modulo del programma di calcolo che permette di valutare gli effetti in termini di sollecitazioni e deformazioni dovuti ad un treno di carico viaggiante lungo la struttura.

Sono stati considerati i seguenti treni di carico viaggiante:

**V2008-C: carichi concentrati dello schema 1**

General Vehicle Data

---

**Vehicle Name**

Usage

Lane Negative Moments at Supports

Interior Vertical Support Forces

All other Responses

Floating Axle Loads

	Value	Width Type	Axle Width
For Lane Moments	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="One Point"/>	<input type="text"/>
For Other Responses	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="One Point"/>	<input type="text"/>

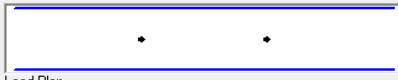
Double the Lane Moment Load when Calculating Negative Span Moments

Use BD 37/01 (2002) for Uniform Load Length Effects


Vehicle Applies To Straddle (Adjacent) Lanes Only

Straddle Reduction Factor

Load Plan




Load Elevation



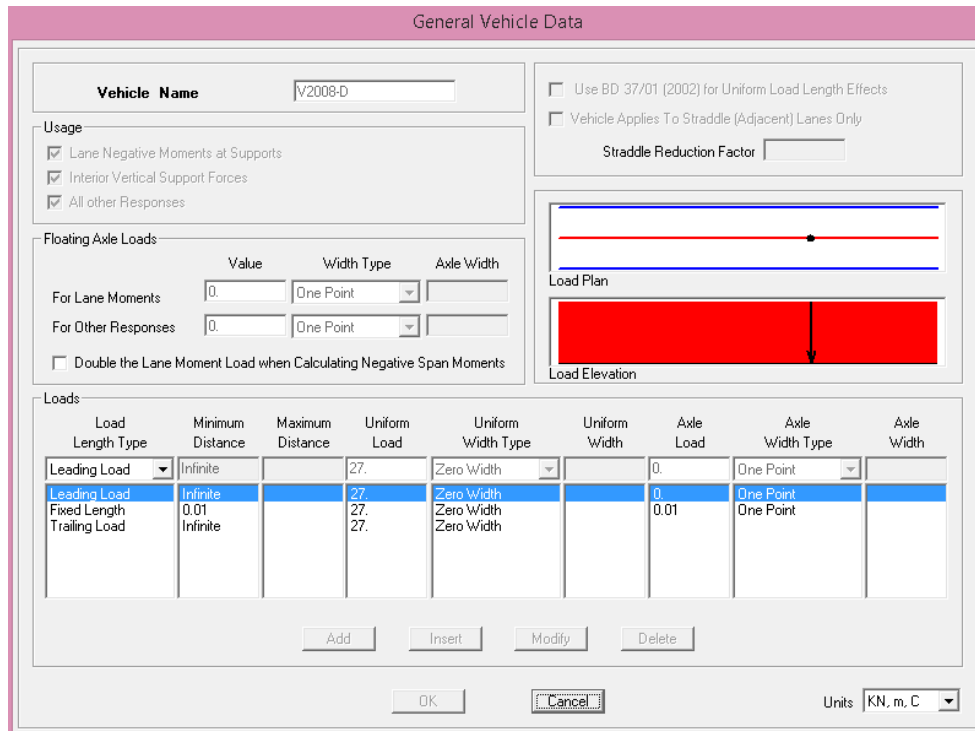
Loads

Load Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Uniform Width Type	Uniform Width	Axle Load	Axle Width Type	Axle Width
Leading Load	Infinite		0.	Zero Width		300.	One Point	
Leading Load	Infinite		0.	Zero Width		300.	One Point	
Fixed Length	1.2		0.	Zero Width		300.	One Point	
Trailing Load	Infinite		0.	Zero Width				

Units

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### V2008-D: carichi distribuiti dello schema 1



#### 7.1.3.5 Frenatura (LOAD Q3) - fase 3

Gli effetti generati dalla forza di frenatura sono valutati attraverso l'applicazione di un carico orizzontale distribuito di intensità pari a quella specificata al par. 6.2.7 sugli elementi che schematizzano l'impalcato.

#### 7.1.3.6 Vento trasversale (LOAD Q5-1, Q5-2) - fase 3


Le azioni orizzontali trasversali e le azioni torcenti dovute al vento, specificate al par.6.2.9, sono state applicate quali azioni uniformemente distribuite sugli elementi che schematizzano l'impalcato e sulle pile.

#### 7.1.3.7 Temperatura – (LOAD DT)

Gli effetti generati dalle variazioni termiche uniformi agenti sulle strutture d'impalcato, sono state determinati, secondo quanto indicato al 6.2.10, attraverso l'applicazione di un carico termico uniforme pari a:

Risultati	Var	unità	
Temperatura massima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmax	[°]	41.4
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-7.7
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	45.4
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-3.7
Massima variazione termica in contrazione: DTN,con = T0 - Te,min	ΔTN,con	[°]	18.7
Massima variazione termica in espansione: DTN,exp = Te,max - T0	ΔTN,exp	[°]	30.4

Sono stati, inoltre, assunti due gradienti termici tra soletta e travi metalliche pari a  $\Delta T_{M1} = +15$  °C/m (estradosso più caldo dell'intradosso) e  $\Delta T_{M2} = -18$  °C/m (estradosso più freddo dell'intradosso).

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 7.2 Analisi sismiche

Le analisi sismiche sono state condotte, in accordo a quanto specificato al §7 "Progettazione per azioni sismiche" delle NTC08 mediante Analisi lineari Dinamiche che si sviluppano come segue:

- Determinazione dei modi di vibrare della struttura (analisi modale);
- Calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- Combinazione degli effetti.

In accordo al §7.3.3.1 sono stati presi in considerazione tutti i modi con massa partecipante significativa, ovvero tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

La combinazione degli effetti relativi ai singoli modi è stata effettuata mediante Combinazione Quadratica Completa (CQC).

I momenti d'inerzia delle pile sono stati decurtati del 50% per tenere conto della fessurazione in fase sismica.


Le analisi effettuate sono le seguenti:

- **SLV-X**: Analisi dinamica lineare agli SLV in dir.X;
- **SLV-Y**: Analisi dinamica lineare agli SLV in dir.Y;
- **SLV-Z**: Analisi dinamica lineare agli SLV in dir.Z;
- **SLC-X**: Analisi dinamica lineare agli SLV in dir.X;
- **SLC-Y**: Analisi dinamica lineare agli SLV in dir.Y;
- **SLC-Z**: Analisi dinamica lineare agli SLV in dir.Z.

### 7.2.1 Risposta sismica

Nel seguito si riportano, per i primi 20 modi di vibrare, i periodi propri della struttura.

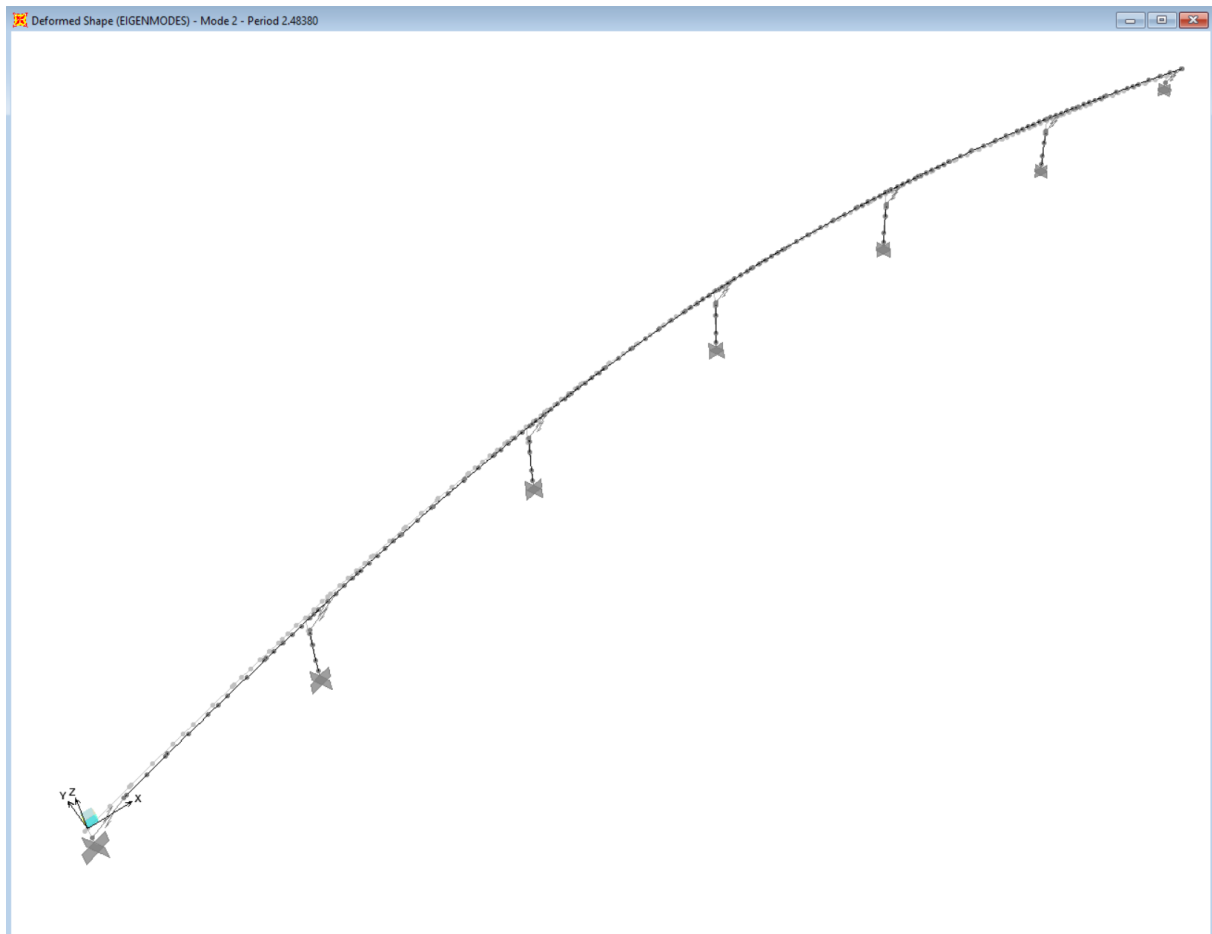
TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
EIGENMODES	Mode	1	2.496657	0.40054	2.5166	6.3335
EIGENMODES	Mode	2	2.483796	0.40261	2.5297	6.3992
EIGENMODES	Mode	3	2.382896	0.41966	2.6368	6.9526
EIGENMODES	Mode	4	1.940419	0.51535	3.2381	10.485
EIGENMODES	Mode	5	1.911163	0.52324	3.2876	10.808
EIGENMODES	Mode	6	1.3666	0.73174	4.5977	21.139
EIGENMODES	Mode	7	1.118047	0.89442	5.6198	31.582
EIGENMODES	Mode	8	1.004272	0.99575	6.2565	39.143
EIGENMODES	Mode	9	0.802439	1.2462	7.8301	61.311
EIGENMODES	Mode	10	0.662303	1.5099	9.4869	90.001

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

EIGENMODES	Mode	11	0.630408	1.5863	9.9669	99.338
EIGENMODES	Mode	12	0.588897	1.6981	10.669	113.84
EIGENMODES	Mode	13	0.39111	2.5568	16.065	258.08
EIGENMODES	Mode	14	0.343745	2.9091	18.279	334.11
EIGENMODES	Mode	15	0.296609	3.3714	21.183	448.74
EIGENMODES	Mode	16	0.261545	3.8234	24.023	577.12
EIGENMODES	Mode	17	0.259847	3.8484	24.18	584.69
EIGENMODES	Mode	18	0.257002	3.891	24.448	597.71
EIGENMODES	Mode	19	0.233124	4.2896	26.952	726.42
EIGENMODES	Mode	20	0.213623	4.6811	29.412	865.09

*Tabella 7.1: Periodi di vibrazione della struttura*

A titolo esemplificativo si illustrano le forme modali principali del viadotto in direzione longitudinale e trasversale:



*Figura 7.3. forma modale principale in dir. Longitudinale (Modo n.2 – T = 2.484)*



S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)



CA-29

**Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia**

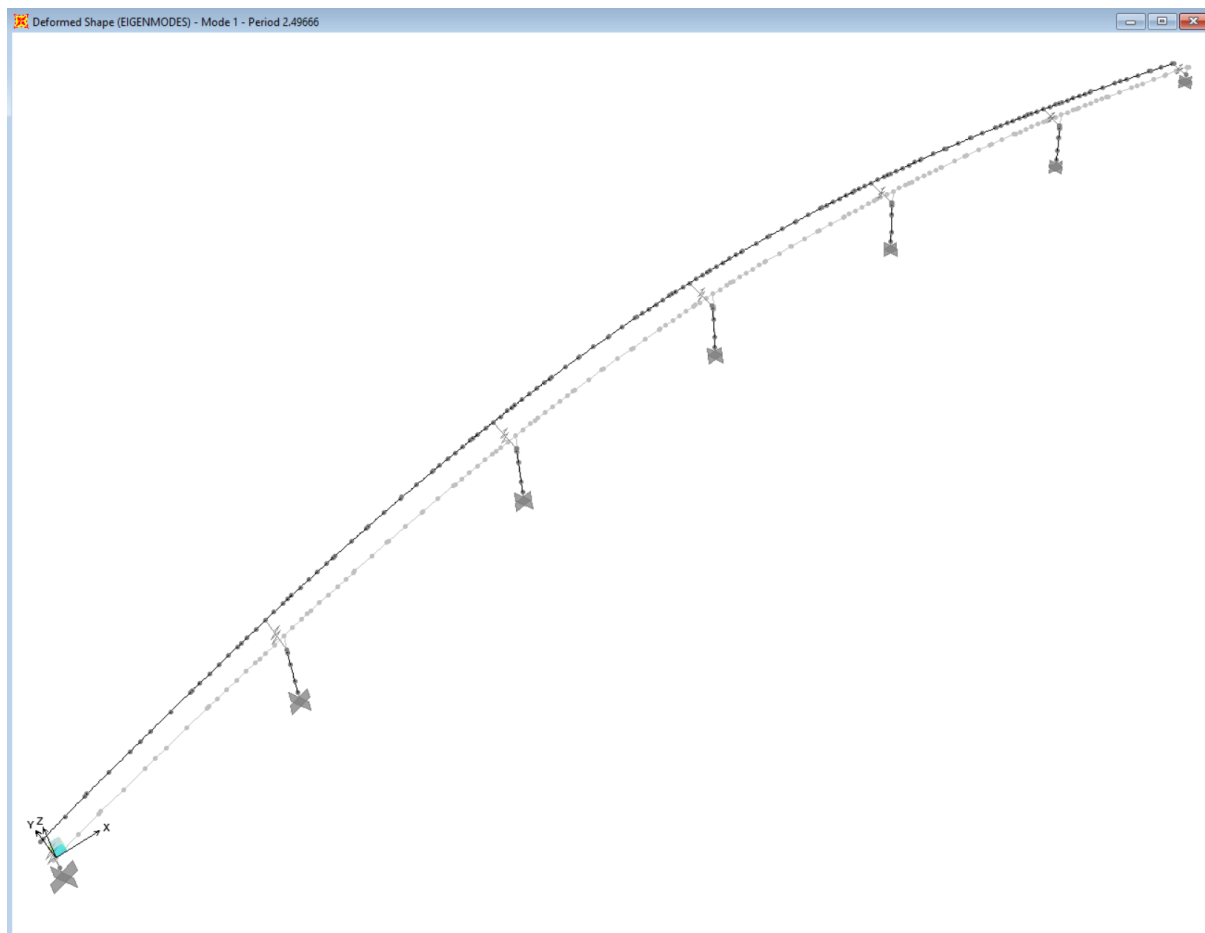



Figura 7.4. forma modale principale in dir. Trasversale (Modo n.1 –  $T = 2.497$ )

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 8 AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO ALLE SOTTOSTRUTTURE

Le tabelle seguenti riassumono le azioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture quali risultanti dalle analisi FEM illustrate al capitolo 0.


Le azioni sono relative al piano di intradosso impalcato e riguardano gli elementi più sollecitati per i quali si illustrano le verifiche nei capitoli successivi:

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	10342.9	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	3765.2	0.0	0.0
Ritiro	e2	147.0	57.7	0.0	0.0	122.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	5650.2	11431.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	4026.9	15948.8	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	5650.2	-11431.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	4026.9	-15948.8	0.0
Frenatura	q3	230.8	0.0	0.0	0.0	191.5
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	570.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	380.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	545.2	0.0	2127.9	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	929.0	0.0	4462.1	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	-487.6	-183.6	0.0	-152.4	-404.7
Variazione termica negativa	q7-b	298.1	112.4	0.0	93.3	247.5
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	867.4	0.0	0.0	0.0	719.9
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	941.5	0.0	3734.1	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	211.8	0.0	0.0

Tabella 8.1: Pila P2

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	10328.8	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	3763.5	0.0	0.0
Ritiro	e2	146.5	56.0	0.0	0.0	133.3
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	5687.7	11507.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	4053.5	16054.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	5687.7	-11507.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	4053.5	-16054.6	0.0
Frenatura	q3	-230.8	0.0	0.0	0.0	-210.0
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	579.6	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	386.4	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	545.8	0.0	2173.8	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	930.0	0.0	4541.1	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	486.5	-179.2	0.0	-163.1	442.7
Variazione termica negativa	q7-b	-297.4	109.7	0.0	99.8	-270.7
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	866.2	0.0	0.0	0.0	788.2
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	946.8	0.0	3831.0	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	256.5	0.0	0.0

Tabella 8.2: Pila P4


S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	2504.0	-400.3	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	1035.0	0.0	0.0
Ritiro	e2	162.3	4.1	-117.4	-108.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	2531.8	4228.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	2004.3	5661.3	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	2531.8	-4228.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	2004.3	-5661.3	0.0
Frenatura	q3	85.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	-80.0	0.0	-298.4	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b	0.0	-66.7	0.0	-248.7	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	-180.3	-55.5	-554.7	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	-307.1	-52.3	-872.5	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	-518.7	17.6	-93.7	-67.7	0.0
Variazione termica negativa	q7-b	317.4	-11.0	78.1	55.2	0.0
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	286.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	217.8	0.0	556.5	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	52.4	0.0	0.0

*Tabella 8.3: Spalla SPA*

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	2509.7	452.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	1048.7	0.0	0.0
Ritiro	e2	-162.5	0.0	0.0	123.9	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	2528.8	4223.9	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	2002.1	5654.3	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	2528.8	-4223.9	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	2002.1	-5654.3	0.0
Frenatura	q3	85.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	80.0	0.0	298.4	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b	0.0	66.7	0.0	248.7	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	180.9	0.0	565.4	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	308.0	0.0	883.5	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	519.6	0.0	0.0	69.6	0.0
Variazione termica negativa	q7-b	-318.0	0.0	0.0	-61.6	0.0
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	286.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	218.5	0.0	558.2	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	64.1	0.0	0.0

*Tabella 8.4: Spalla SPB*

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 9 VERIFICHE PILE

Le analisi e verifiche delle pile sono state effettuate attraverso l'implementazione di specifici fogli di calcolo di excel.

I tabulati di calcolo sono riportati in allegato.

### 9.1 Criteri di calcolo

Le caratteristiche della sollecitazione relative alle condizioni di carico elementari, sono state valutate a vari livelli:

- All'estradosso del pulvino (testa pila);
- All'intradosso del pulvino, coincidente con la testa del fusto pila;
- Allo spiccato del fusto pila;
- All'intradosso del pinto di fondazione, in corrispondenza del baricentro della palificata.

Le sollecitazioni tengono conto dei carichi trasmessi dall'impalcato e delle azioni direttamente agenti sulla pila.

Successivamente, in corrispondenza delle medesime sezioni della pila, sono state determinate le caratteristiche della sollecitazioni relative alle combinazioni di carico.

I coefficienti moltiplicativi delle singole condizioni elementari, relativi alle combinazioni di carico SLU ed SLE considerate sono chiaramente illustrati nei tabulati.

Le forze d'inerzia agenti sulla massa delle strutture di fondazione e del rinterro, sono state determinate considerando un'accelerazione pari ad  $a_g \times S$ .

#### 9.1.1 Imperfezioni geometriche

In accordo al §5.2 della norma EN 1992-1-1 le sollecitazioni per verifiche SLU tengono conto delle imperfezioni geometriche.

Le imperfezioni sono prese in conto nelle due direzioni attraverso l'inclinazione:

$$\theta_i = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

Dove:

$$\theta_0 = 1 / 200$$

valore di riferimento dell'inclinazione;

$$\alpha_h = 2 / \sqrt{h_{pila}}$$


è un fattore di riduzione funzione dell'altezza della pila;

$$\alpha_m = \sqrt{[0.5 (1+1/m)]}$$

è un fattore di riduzione funzione del numero di elementi che costituiscono il sistema resistente;

m

numero di elementi verticali che costituiscono il sistema resistente ([pari 1 per pile a mensola a fusto unico](#)).

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### 9.1.2 Effetti del secondo ordine

Gli effetti del secondo ordine sono presi in considerazione in accordo a quanto stabilito al par. 4.1.2.1.7.2 delle NTC08 "Verifiche di stabilità per elementi snelli".

In particolare, per ciascuna combinazione esaminata è stato effettuato il confronto tra la snellezza della pila  $\lambda = l_0 / i$  nelle due direzioni e la snellezza limite

$$\lambda_{lim} = 15.4 C / \sqrt{v},$$

dove:

$C = 1.7 - r_m$                       fattore che dipende dalla distribuzione dei momenti flettenti del primo ordine ( $0.7 \leq C \leq 2.7$ );

$R_m = M_{01} / M_{02}$                       è il rapporto tra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro, positivo se i due momenti sono discordi sulla pila (con  $|M_{02}| \geq |M_{01}|$ );

$v = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$                       è l'azione assiale adimensionalizzata.

Nel caso in esame è stato assunto il valore approssimato, valido per pile a mensola a fusto unico:

$$\lambda_{lim} = 25 / \sqrt{v}$$

Gli effetti del secondo ordine sono presi in considerazione solo per le combinazioni per cui si verifica  $\lambda > \lambda_{lim}$ .

E' stata adottata la metodologia di analisi illustrata nel §5.8.7.2 della EN 1992-1-1, che fa riferimento alla "Rigidezza nominale" dell'elemento pressoinflesso.

Il momento di calcolo comprensivo degli effetti del secondo ordine è fornito dalla seguente espressione:

$$M_{Ed} = M_{0Ed} \cdot \left[ 1 + \frac{\beta}{(N_B/N_{Ed}) - 1} \right]$$

Nella quale:

$$\beta = \frac{\pi^2}{c_0}$$

Dove:

$c_0$                       è un coefficiente dipendente dalla distribuzione del momento flettente lungo il fusto pila, che può essere assunto pari a:

8 per diagramma del momento flettente costante;


9.6 per diagramma del momento flettente con andamento parabolico;

12 per diagramma del momento flettente con andamento triangolare.

$N_B$                       carico critico euleriano della pila, valutato con riferimento alla rigidezza nominale  $EI_n$ ;

$N_{Ed}$                       valore di progetto dello sforzo normale per la combinazione considerata.

Il valore della rigidezza nominale è fornita da:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

$$EI_n = k_c \cdot E_{cd} \cdot I_c + k_s \cdot E_s \cdot I_s$$

Nella quale:

$E_{cd} = E_{cm} / 1.2$  modulo elastico del calcestruzzo ridotto;

$I_c$  momento d'inerzia della sezione di base della pila;

$E_s$  modulo elastico dell'acciaio di armatura;

$I_s$  momento d'inerzia dell'armatura rispetto al baricentro della sezione in c.a.;

$$k_s = 1$$

$$k_c = \frac{k_1 \cdot k_2}{1 + \varphi_{eff}} \quad \text{fattore che tiene conto di fessurazione del cls, creep etc;}$$

dove:

$$k_1 = \sqrt{f_{ck}/20} \quad (\text{MPa})$$

$$k_2 = v \cdot \frac{\lambda}{170} \leq 0.20$$

$$\varphi_{eff} = \varphi_{(\infty, t_0)} \cdot \frac{M_{0Eqp}}{M_{0Ed}}$$

$\varphi_{(\infty, t_0)}$  coefficiente di creep a tinf;

$M_{0Eqp}$  momento flettente del 1° ordine per combinazione SLE-QP;

$M_{0Ed}$  momento flettente del 1° ordine agli SLU, relativo alla combinazione esaminata.

### 9.1.3 Analisi della palificata

La risoluzione della palificata è stata effettuata nell'ipotesi di plinto di fondazione rigido. Pertanto, Le azioni risultanti in testa ai pali risultano pari a:


$$N_i = \frac{F_z}{n_p} \pm Mx \cdot \frac{y_{pi}}{\sum_i^n y_{pi}^2} \pm My \cdot \frac{x_{pi}}{\sum_i^n x_{pi}^2}$$

$$V_{xi} = \frac{F_x}{n_p}$$

$$V_{yi} = \frac{F_y}{n_p}$$

$$V = \sqrt{V_{xi}^2 + V_{yi}^2}$$

Essendo:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni –  Viadotto Ferrovia</b>	

$F_x, F_y, F_z, M_x, M_y$	azioni e coppie risultanti al baricentro della palificata, determinate con analisi globale;
$N_i, V_{xi}, V_{yi}, V_i$	azioni assiale e orizzontali agenti in testa al palo iesimo;
$n_p$	numero dei pali della palificata;
$x_{pi}, y_{pi}$	coordinate del palo iesimo rispetto al baricentro della palificata.

#### 9.1.4 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche pali di fondazione

Per il calcolo delle sollecitazioni agenti sui pali è stato ipotizzato un modello di palo immerso in suolo alla Winkler, caratterizzato da costante di reazione orizzontale  $k_h$  costante con la profondità.

Nell'ipotesi di palo incastrato in sommità, il momento massimo viene attinto all'incastro con il plinto di fondazione e vale:

$$M_{max} = V_i \cdot (L_0 + H) / 2$$

Essendo  $L_0$  la lunghezza elastica del palo pari a:

$$L_0 = [4 \cdot E_p \cdot I_p / E_s]^{0.25}$$

$E_p$  il modulo di elasticità del palo;

$I_p$  il momento d'inerzia del palo;

$E_s$  Modulo di reazione orizzontale del terreno costante con la profondità, relativo agli strati superficiali, pari a:

$$E_s = 1.5 \cdot k_h \cdot D_p;$$

$H$  l'eventuale altezza non collaborante del palo di fondazione.

La costante di reazione orizzontale  $k_h$  è stata assunta in accordo a Vesić (1961):

$$k_h = 2 \times 0.65 \cdot \sqrt[1.2]{\frac{E_t \cdot D_p^4}{E_p \cdot I_p}} \cdot \frac{E_t}{1 - \nu^2} \leq 100000 \text{ kN/m}^3$$

Nella quale:

$E_t$  modulo elastico del terreno di fondazione;


$\nu$  modulo di Poisson del terreno di fondazione;

$D_p$  diametro del palo.

Il coefficiente 2 che compare nell'espressione di  $k_h$  è stato assunto per tenere conto dell'incremento di rigidità legato al terreno che circonda il palo (Bowles: "Fondazioni – Progetto e analisi").

#### 9.1.5 Verifica dei plinti di fondazione

In relazione ai rapporti tra lunghezze della mensola dei plinti rispetto alle altezze ( $L_m / H_p$ ) nelle due direzioni, il dimensionamento dei plinti di fondazione può essere effettuato:

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

- con riferimento allo [schema di mensola tozza \(tirante-puntone\)](#), in accordo al §C4.1.2.1.5 delle CNTC08;
- con riferimento allo [schema di trave a mensola](#).

Le verifiche si riferiscono ad una striscia della zattera di larghezza unitaria.

In tutti i casi, le verifiche a fessurazione sono state effettuate per via diretta.

## 9.2 Pile di verifica

Le verifiche sono relative alle pile:

- **P2**, maggiormente sollecitata, di altezza maggiore. I risultati ottenuti si estendono alla pila **P1** e **P3**.
- **P4**, pila in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario. I risultati ottenuti si estendono alla pila **P5**.

## 9.3 Azioni massime e minime in testa ai pali di fondazione

Di seguito si riepilogano gli involuppi delle azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione:

### Pila P2

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	<b>4349</b>	4349	3056	3200	2855	2412
Azione assiale minima	Nmin	<b>1559</b>	2412	1559	1822	2143	2203
Azione trasversale massima	Vmax	<b>243</b>	<b>98</b>	<b>243</b>	<b>67</b>	<b>23</b>	<b>20</b>

### Pila P4

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	<b>4050</b>	4050	2739	2970	2617	2171
Azione assiale minima	Nmin	<b>1381</b>	2047	1381	1560	1889	1950
Azione trasversale massima	Vmax	<b>211</b>	<b>97</b>	<b>211</b>	<b>65</b>	<b>26</b>	<b>24</b>

## 9.4 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche pali di fondazione

I pali di fondazione hanno le caratteristiche definite al par. 1.3.

Di seguito si riporta il calcolo della lunghezza libera d'inflessione dei pali di fondazione:


### LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	<b>33346</b>
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	<b>15</b>
Modulo di Poisson del terreno	v		<b>0.30</b>
Diametro del palo	Dp	m	<b>1.20</b>
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	Ic	m <sup>4</sup>	<b>0.1018</b>
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	<b>12078</b>
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	<b>5.00</b>

L'ammasso di fondazione è costituito dall'unità **Ug1**, cui è stato attribuito un valore modulo elastico pari a **15 MPa**.

Le caratteristiche della sollecitazione prese in conto per le verifiche dei pali di fondazione sono le seguenti:



S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni –          Viadotto Ferrovia</b>	

### Pila P2:

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4349	3056	3200	2855	2412
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2412	1559	1822	2143	2203
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	245	606	167	57	50
Momento amplificato del 20%	<b>Mmax</b>	<b>kNm</b>	<b>294</b>	<b>728</b>	<b>200</b>	<b>69</b>	<b>59</b>
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	98	243	67	23	20

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		57469	37729
Carico verticale medio agente sui pali		3592	2358

### Pila P4:

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4050	2739	2970	2617	2171
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2047	1381	1560	1889	1950
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	243	528	163	64	61
Momento amplificato del 20%	<b>Mmax</b>	<b>kNm</b>	<b>292</b>	<b>634</b>	<b>195</b>	<b>77</b>	<b>73</b>
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	97	211	65	26	24

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		52176	33655
Carico verticale medio agente sui pali		3261	2103

## 9.5 Verifiche strutturali dei pali di fondazione

La verifiche a pressoflessione e taglio per le sezioni in c.a. sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Si prevede di impiegare la medesima armatura per tutti i pali di fondazione delle pile.

I pali di fondazione delle pile saranno armati con:

- Armature longitudinali: **20 $\phi$ 24**;
- Armature trasversali: **spirale  $\phi$ 12/10 (per i primi 6 m) + spirale  $\phi$ 12/15 per i restanti metri.**

**Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.**

### Pila P2


#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
 Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 60.0 cm  
 X centro circ.: 0.0 cm  
 Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Ø	Diametro [mm] della singola barra generata				
N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.1	20	24

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	4349.00	294.00	0.00	0.00	98.00
2	2412.00	294.00	0.00	0.00	98.00
3	3592.00	294.00	0.00	0.00	98.00
4	3056.00	728.00	0.00	0.00	243.00
5	1559.00	728.00	0.00	0.00	243.00
6	2358.00	728.00	0.00	0.00	243.00

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

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


N°Comb.	N	Mx	My
1	3200.00	200.00	0.00
2	1822.00	200.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2855.00	69.00 (0.00)	0.00 (0.00)
2	2143.00	69.00 (0.00)	0.00 (0.00)

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

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni –          Viadotto Ferrovia</b>	

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2412.00	59.00 (0.00)	0.00 (0.00)
2	2203.00	59.00 (0.00)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.3 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 7.5 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE


Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	4349.00	2517.31	0.00	4348.93	2979.71	0.00	10.135	-----
2	S	2412.00	1968.12	0.00	2412.27	2494.61	0.00	8.485	-----
3	S	3592.00	2313.58	0.00	3592.00	2814.49	0.00	9.573	-----
4	S	3056.00	2160.87	0.00	3056.24	2678.72	0.00	3.680	-----
5	S	1559.00	1697.02	0.00	1558.88	2234.01	0.00	3.069	-----
6	S	2358.00	1951.41	0.00	2357.71	2478.50	0.00	3.405	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00060	0.0	60.0	0.00271	0.0	50.1	-0.00528	0.0	-50.1
2	0.00350	-0.00171	0.0	60.0	0.00250	0.0	50.1	-0.00766	0.0	-50.1
3	0.00350	-0.00096	0.0	60.0	0.00264	0.0	50.1	-0.00606	0.0	-50.1
4	0.00350	-0.00127	0.0	60.0	0.00258	0.0	50.1	-0.00671	0.0	-50.1

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

5	0.00350	-0.00242	0.0	60.0	0.00236	0.0	50.1	-0.00918	0.0	-50.1
6	0.00350	-0.00175	0.0	60.0	0.00249	0.0	50.1	-0.00775	0.0	-50.1

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d          Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid.        Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000079767	-0.001286043	----	----
2	0.000000000	0.000101366	-0.002581971	----	----
3	0.000000000	0.000086804	-0.001708248	----	----
4	0.000000000	0.000092714	-0.002062811	----	----
5	0.000000000	0.000115167	-0.003410034	----	----
6	0.000000000	0.000102155	-0.002629321	----	----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe:                      10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]


Ver                      S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Vsdu                    Taglio di progetto [kN] = proiez. di  $V_x$  e  $V_y$  sulla normale all'asse neutro  
Vcd                      Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]  
Vwd                      Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
Dmed                    Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw                        Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Teta                      Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw                      Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast                        Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff                    Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore  $L/d_{max}$  con  $L$ =lungh.legat.proiettata sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	0.00	3458.72	1875.89	92.5	109.6	21.80°	1.212	0.0	23.0(0.0)
2	S	0.00	3098.20	1913.34	94.4	104.4	21.80°	1.118	0.0	23.0(0.0)
3	S	0.00	3334.35	1884.38	93.0	108.5	21.80°	1.175	0.0	23.0(0.0)
4	S	0.00	3238.11	1893.61	93.4	107.2	21.80°	1.149	0.0	23.0(0.0)
5	S	0.00	2924.22	1933.86	95.4	101.3	21.80°	1.076	0.0	23.0(0.0)
6	S	0.00	3090.90	1913.34	94.4	104.4	21.80°	1.115	0.0	23.0(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver                      S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max                  Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max        Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min                    Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min        Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff.                    Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff.                    Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre                  Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12                  Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre  $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

1	S	3.54	0.0	0.0	25.2	0.0	-50.1	---	---	---	---
2	S	2.45	0.0	0.0	8.9	0.0	-50.1	---	---	---	---

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.60	0.0	0.0	29.4	0.0	-50.1	---	---	---	---
2	S	2.04	0.0	0.0	21.0	0.0	-50.1	---	---	---	---

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srn	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srn$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srn	wk	Mx fess	My fess
1-S	1.9	0	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00
2-S	1.3	0	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.20	0.0	0.0	24.8	0.0	-50.1	---	---	---	---
2	S	2.04	0.0	0.0	22.4	0.0	-50.1	---	---	---	---

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srn	wk	Mx fess	My fess
1-S	1.6	0	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00
2-S	1.4	0	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00


### Pila P4

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 60.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.1	20	24

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	4050.00	292.00	0.00	97.00	0.00
2	2047.00	292.00	0.00	97.00	0.00
3	3261.00	292.00	0.00	97.00	0.00
4	2739.00	634.00	0.00	211.00	0.00
5	1381.00	634.00	0.00	211.00	0.00
6	2103.00	634.00	0.00	211.00	0.00


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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2970.00	195.00	0.00
2	1560.00	195.00	0.00

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

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

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

N°Comb.	N	Mx	My
1	2617.00	77.00 (0.00)	0.00 (0.00)
2	1889.00	77.00 (0.00)	0.00 (0.00)
3	2171.00	73.00 (0.00)	0.00 (0.00)
4	1950.00	73.00 (0.00)	0.00 (0.00)

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.3 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.5 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa


N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	4050.00	2438.52	0.00	4049.85	2916.79	0.00	9.989	-----
2	S	2047.00	1854.41	0.00	2046.89	2385.14	0.00	8.168	-----
3	S	3261.00	2220.14	0.00	3261.01	2734.63	0.00	9.365	-----
4	S	2739.00	2067.20	0.00	2738.77	2589.46	0.00	4.084	-----
5	S	1381.00	1638.02	0.00	1380.95	2177.71	0.00	3.435	-----
6	S	2103.00	1871.94	0.00	2102.82	2402.10	0.00	3.789	-----

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00074	0.0	60.0	0.00268	0.0	50.1	-0.00558	0.0	-50.1
2	0.00350	-0.00200	0.0	60.0	0.00244	0.0	50.1	-0.00827	0.0	-50.1
3	0.00350	-0.00114	0.0	60.0	0.00261	0.0	50.1	-0.00644	0.0	-50.1
4	0.00350	-0.00148	0.0	60.0	0.00254	0.0	50.1	-0.00716	0.0	-50.1
5	0.00350	-0.00259	0.0	60.0	0.00233	0.0	50.1	-0.00954	0.0	-50.1
6	0.00350	-0.00195	0.0	60.0	0.00245	0.0	50.1	-0.00817	0.0	-50.1

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

a, b, c            Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d                Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid.             Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000082464	-0.001447823	----	----
2	0.000000000	0.000106909	-0.002914549	----	----
3	0.000000000	0.000090238	-0.001914278	----	----
4	0.000000000	0.000096810	-0.002308580	----	----
5	0.000000000	0.000118437	-0.003606198	----	----
6	0.000000000	0.000106035	-0.002862125	----	----

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe:    10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver                S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Vdsu              Taglio di progetto [kN] = proiez. di  $V_x$  e  $V_y$  sulla normale all'asse neutro  
Vcd                Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]  
Vwd                Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
Dmed              Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw                 Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Teta                Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw                Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast                Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]  
A.Eff              Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore  $L/d_{max}$  con  $L=lungh.legat.proietta$   
ta sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vdsu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	97.00	3397.73	1884.38	93.0	108.5	21.80°	1.198	1.2	23.0(0.0)
2	S	97.00	3019.95	1923.54	94.9	102.9	21.80°	1.100	1.2	23.0(0.0)
3	S	97.00	3266.28	1893.61	93.4	107.2	21.80°	1.159	1.2	23.0(0.0)
4	S	211.00	3169.79	1903.32	93.9	105.9	21.80°	1.134	2.6	23.0(0.0)
5	S	211.00	2900.63	1933.86	95.4	101.3	21.80°	1.067	2.5	23.0(0.0)
6	S	211.00	3056.42	1913.34	94.4	104.4	21.80°	1.103	2.5	23.0(0.0)


### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver                S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max            Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max    Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min             Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min    Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff.             Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff.             Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre            Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12            Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre  $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.33	0.0	0.0	22.8	0.0	-50.1	----	----	----	----
2	S	2.22	0.0	0.0	6.1	0.0	-50.1	----	----	----	----

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE



S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.45	0.0	0.0	26.1	0.0	-50.1	---	---	---	---
2	S	1.88	0.0	0.0	17.5	0.0	-50.1	---	---	---	---
3	S	2.08	0.0	0.0	21.1	0.0	-50.1	---	---	---	---
4	S	1.91	0.0	0.0	18.5	0.0	-50.1	---	---	---	---

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$\Psi = 1 - \beta_{12} * (S_{sr} / S_s)^2 = 1 - \beta_{12} * (f_{ctm} / S_2)^2 = 1 - \beta_{12} * (M_{fess} / M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * S_s / E_s$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e\ sm * srm$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1-S	1.7	0	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00
2-S	1.1	0	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00
3-S	1.3	0	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00
4-S	1.2	0	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00

## 9.6 Verifica dei plinti di fondazione

In relazione ai rapporti tra lunghezze della mensola dei plinti rispetto alle altezze ( $L_m / H_p$ ) nelle due direzioni, il dimensionamento dei plinti di fondazione è stato effettuato:

- con riferimento allo [schema di trave a mensola](#) in direzione longitudinale e trasversale.

I risultati delle verifiche SLU ed SLE sono riportate tra gli allegati.

**Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.**

## 9.7 Verifica dei fusti pila


Il fusto pila ha sezione circolare di diametro 3.00 m. Di seguito si illustrano le verifiche a pressoflessione e a taglio per la sezione di spiccato.

### Pila P2

Per i fusti delle pile è stata prevista la seguente armatura:

- Barre verticali:  $60\phi 26 + 60\phi 26$  a tutta altezza del fusto.

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Forma del Dominio: Circolare  
 Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 150.0 cm  
 X centro circ.: 0.0 cm  
 Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	142.8	60	26
2	0.0	0.0	137.2	60	26

#### ARMATURE A TAGLIO

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

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA


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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	34803.00	41170.00	0.00	0.00	1811.00
2	33443.00	36270.00	0.00	0.00	1549.00
3	33443.00	37575.00	0.00	0.00	1820.00
4	33443.00	36315.00	0.00	0.00	1811.00
5	33513.00	29471.00	0.00	0.00	854.00
6	22530.00	31625.00	0.00	0.00	2151.00
7	22878.00	23009.00	0.00	0.00	1717.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	26407.00	31006.00	0.00

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	25401.00	27231.00 (15973.38)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	22381.00	17676.00 (20472.13)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.0 cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.5 cm


#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	34803.00	48268.80	0.00	34803.19	57594.59	0.00	1.399	-----
2	S	33443.00	47398.09	0.00	33442.88	56902.21	0.00	1.569	-----
3	S	33443.00	47398.09	0.00	33442.88	56902.21	0.00	1.514	-----
4	S	33443.00	47398.09	0.00	33442.88	56902.21	0.00	1.567	-----
5	S	33513.00	47443.27	0.00	33513.05	56938.33	0.00	1.932	-----
6	S	22530.00	39861.21	0.00	22530.22	50361.83	0.00	1.592	-----
7	S	22878.00	40116.74	0.00	22877.72	50597.59	0.00	2.199	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

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

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00048	0.0	150.0	0.00328	0.0	142.8	-0.00556	0.0	-142.8
2	0.00350	-0.00056	0.0	150.0	0.00327	0.0	142.8	-0.00575	0.0	-142.8
3	0.00350	-0.00056	0.0	150.0	0.00327	0.0	142.8	-0.00575	0.0	-142.8
4	0.00350	-0.00056	0.0	150.0	0.00327	0.0	142.8	-0.00575	0.0	-142.8
5	0.00350	-0.00056	0.0	150.0	0.00327	0.0	142.8	-0.00574	0.0	-142.8
6	0.00350	-0.00138	0.0	150.0	0.00323	0.0	142.8	-0.00762	0.0	-142.8
7	0.00350	-0.00135	0.0	150.0	0.00323	0.0	142.8	-0.00754	0.0	-142.8

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue


N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000030941	-0.001141211	----	----
2	0.000000000	0.000031577	-0.001236504	----	----
3	0.000000000	0.000031577	-0.001236504	----	----
4	0.000000000	0.000031577	-0.001236504	----	----
5	0.000000000	0.000031543	-0.001231518	----	----
6	0.000000000	0.000037963	-0.002194452	----	----
7	0.000000000	0.000037717	-0.002157603	----	----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio di progetto [kN] = proiez. di $V_x$ e $V_y$ sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore $L/d_{max}$ con $L$ =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	0.00	27783.46	8881.85	248.9	274.0	21.80°	1.231	0.0	40.5(0.0)
2	S	0.00	27579.85	8881.85	248.9	274.0	21.80°	1.222	0.0	40.5(0.0)
3	S	0.00	27579.85	8881.85	248.9	274.0	21.80°	1.222	0.0	40.5(0.0)

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

4	S	0.00	27579.85	8881.85	248.9	274.0	21.80°	1.222	0.0	40.5(0.0)
5	S	0.00	27590.33	8881.85	248.9	274.0	21.80°	1.222	0.0	40.5(0.0)
6	S	0.00	25443.47	8993.74	252.0	265.4	21.80°	1.149	0.0	40.5(0.0)
7	S	0.00	25578.60	8976.59	251.5	266.7	21.80°	1.152	0.0	40.5(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	15.77	0.0	300.0	-199.3	0.0	-142.8	2858	95.6	5.6	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	13.75	0.0	300.0	-153.5	0.0	-142.8	2858	95.6	5.6	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss / Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]


Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-5.1	0	0.125	26	59	0.656	0.00048 (0.00029)	168	0.137 (0.30)	15973.38	
0.00												

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	8.88	0.0	300.0	-57.1	0.0	-142.8	2858	95.6	5.6	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
S	-2.6	0	0.125	26	59	0.3290.00011 (0.00011)		1680.031 (0.20)	20472.13		0.00

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni –          Viadotto Ferrovia</b>	

## Pila P4

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
 Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 150.0 cm  
 X centro circ.: 0.0 cm  
 Y centro circ.: 0.0 cm

### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	142.8	60	26
2	0.0	0.0	137.2	60	26

### ARMATURE A TAGLIO

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


### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	34873.00	39554.00	0.00	0.00	1541.00
2	33505.00	36508.00	0.00	0.00	1550.00
3	33505.00	35738.00	0.00	0.00	1290.00
4	33505.00	34394.00	0.00	0.00	1277.00
5	33505.00	36016.00	0.00	0.00	2287.00
6	22573.00	31884.00	0.00	0.00	2156.00
7	22953.00	23175.00	0.00	0.00	1719.00

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

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

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

N°Comb.	N	Mx	My
1	26464.00	29944.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	25450.00	26297.00 (16350.53)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	22410.00	16414.00 (22343.01)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO


##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.9 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 4.5 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	34873.00	48313.05	0.00	34872.95	57629.66	0.00	1.457	-----
2	S	33505.00	47438.12	0.00	33505.15	56934.27	0.00	1.560	-----
3	S	33505.00	47438.12	0.00	33505.15	56934.27	0.00	1.593	-----
4	S	33505.00	47438.12	0.00	33505.15	56934.27	0.00	1.655	-----
5	S	33505.00	47438.12	0.00	33505.15	56934.27	0.00	1.581	-----
6	S	22573.00	39892.87	0.00	22572.80	50390.80	0.00	1.580	-----
7	S	22953.00	40171.96	0.00	22952.77	50648.31	0.00	2.185	-----

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00047	0.0	150.0	0.00328	0.0	142.8	-0.00555	0.0	-142.8
2	0.00350	-0.00056	0.0	150.0	0.00327	0.0	142.8	-0.00574	0.0	-142.8
3	0.00350	-0.00056	0.0	150.0	0.00327	0.0	142.8	-0.00574	0.0	-142.8
4	0.00350	-0.00056	0.0	150.0	0.00327	0.0	142.8	-0.00574	0.0	-142.8
5	0.00350	-0.00056	0.0	150.0	0.00327	0.0	142.8	-0.00574	0.0	-142.8
6	0.00350	-0.00138	0.0	150.0	0.00323	0.0	142.8	-0.00761	0.0	-142.8
7	0.00350	-0.00134	0.0	150.0	0.00323	0.0	142.8	-0.00753	0.0	-142.8

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000030909	-0.001136391	----	----
2	0.000000000	0.000031547	-0.001232080	----	----
3	0.000000000	0.000031547	-0.001232080	----	----
4	0.000000000	0.000031547	-0.001232080	----	----
5	0.000000000	0.000031547	-0.001232080	----	----
6	0.000000000	0.000037933	-0.002189895	----	----
7	0.000000000	0.000037665	-0.002149744	----	----


#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio di progetto [kN] = proiez. di $V_x$ e $V_y$ sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore $L/d_{max}$ con $L$ =lungh.legat.proiettata sulla direz. del taglio e $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
--------	-----	------	-----	-----	------	----	------	-----	-----	-------



S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

1	S	0.00	27793.94	8881.85	248.9	274.0	21.80°	1.231	0.0	40.5(0.0)
2	S	0.00	27589.13	8881.85	248.9	274.0	21.80°	1.222	0.0	40.5(0.0)
3	S	0.00	27589.13	8881.85	248.9	274.0	21.80°	1.222	0.0	40.5(0.0)
4	S	0.00	27589.13	8881.85	248.9	274.0	21.80°	1.222	0.0	40.5(0.0)
5	S	0.00	27589.13	8881.85	248.9	274.0	21.80°	1.222	0.0	40.5(0.0)
6	S	0.00	25449.78	8993.74	252.0	265.4	21.80°	1.150	0.0	40.5(0.0)
7	S	0.00	25589.64	8976.59	251.5	266.7	21.80°	1.152	0.0	40.5(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	15.18	0.0	300.0	-182.8	0.0	-142.8	2858	95.6	5.6	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	13.25	0.0	300.0	-139.9	0.0	-142.8	2858	95.6	5.6	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]


Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1-S	-4.9	0	0.125	26	59	0.6130.00041	(0.00027)	1680.117	(0.30)	16350.53	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	8.30	0.0	300.0	-44.7	0.0	-142.8	2858	95.6	5.6	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
-----	----	----	----	---	----	-----	------	-----	----	---------	---------

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

1-S    -2.2            0    0.125            26    59    0.0740.00009 (0.00009)            1680.024 (0.20) 22343.01            0.00

**Come è possibile evincere le tutte le verifiche sono ampiamente soddisfatte.**


### **9.8 Pulvini**

Il dimensionamento dei pulvini è stato effettuato con riferimento allo schema di mensola tozza (tirante-puntone).

In tutti i casi, le verifiche a fessurazione sono state effettuate per via indiretta confrontando le tensioni agenti sull'acciaio con le tensioni ammissibili funzione dell'aggressività dell'ambiente e del diametro delle barre adottate.

E' inoltre presentata la verifica a taglio. I risultati delle verifiche sono riportate tra gli allegati.

**Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.**

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 10 VERIFICHE SPALLE

Le analisi e verifiche delle spalle sono state effettuate attraverso l'implementazione di specifici fogli di calcolo di excel.

I tabulati di calcolo sono riportati in allegato.

Si riportano nel prosieguo le verifiche relative alla spalla sia alla **SPA** che alla spalla **SPB**.

### 10.1 Analisi della palificata

Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione delle spalle è stato effettuato facendo riferimento ad un sistema di coordinate ortogonali destrogiro, avente origine in corrispondenza del filo di monte del plinto di fondazione (a metà del lato posto lungo la direzione trasversale al viadotto), a livello dell'intradosso del plinto stesso, asse x parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato ed asse z diretto verso il basso.

Le azioni orizzontali ( $F_x$  ed  $F_y$ ) e verticali ( $F_z$ ) si assumono positive se di verso concorde con quello degli assi. Si indicheranno inoltre con  $M_x$  i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse x (momenti trasversali) e con  $M_y$  (momenti longitudinali) i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse y. I momenti si assumono positivi se di senso antiorario rispetto all'asse-momento cui si riferiscono.

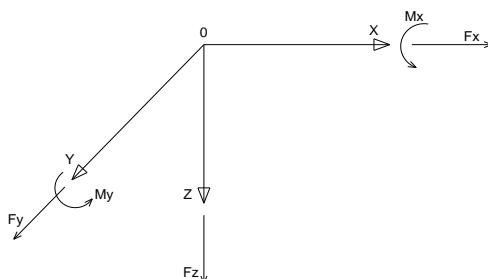


Figura 10.1. Sistema di riferimento


Le azioni trasmesse al baricentro della palificata, sono state determinate con riferimento alle singole condizioni di carico elementari e successivamente combinate.

I coefficienti moltiplicativi delle singole condizioni elementari, relativi alle combinazioni di carico SLU ed SLE considerate sono chiaramente illustrati nei tabulati.

Le azioni trasmesse dall'impalcato sono valutate in asse appoggi, alla quota di intradosso delle travi; successivamente vengono calcolate le azioni elementari al baricentro della palificata considerando i contributi dovuti al trasporto.

Le azioni sismiche inerziali sulle strutture della spalla sono state valutate

Le forze d'inerzia agenti sulla massa della spalla e del terreno presenti sulla zattera di fondazione sono state determinate considerando un'accelerazione pari ad  $a_g \times S$ , in virtù dell'elevata rigidità della spalla.

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

I criteri seguiti per la risoluzione della palificata e per la determinazione delle caratteristiche della sollecitazione massime agenti sui pali di fondazione sono stati illustrati al par. 9.1.

Di seguito si riepilogano gli involuipi delle azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione:

### Spalla SPA

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	<b>3173</b>	3173	3019	2353	2321	2170
Azione assiale minima	Nmin	<b>993</b>	2679	993	1993	1851	1862
Azione trasversale massima	Vmax	<b>1043</b>	<b>851</b>	<b>1043</b>	<b>630</b>	<b>609</b>	<b>551</b>

### Spalla SPB

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	<b>3367</b>	3367	2867	2489	2384	2229
Azione assiale minima	Nmin	<b>1125</b>	2439	1125	1816	1761	1768
Azione trasversale massima	Vmax	<b>964</b>	<b>807</b>	<b>964</b>	<b>594</b>	<b>572</b>	<b>514</b>

## 10.2 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche dei pali di fondazione

I criteri per la determinazione delle massime sollecitazioni agenti sui pali sono quelli illustrati al paragrafo 9.1.3.

### LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE


Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	<b>33346</b>
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	<b>15.0</b>
Modulo di Poisson del terreno	v		<b>0.30</b>
Diametro del palo	Dp	m	<b>1.20</b>
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	Ic	m <sup>4</sup>	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	<b>12078</b>
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	<b>5.00</b>

L'ammasso di fondazione delle spalle è costituito dall'unità **Ug1**, cui è stato attribuito un valore modulo elastico pari a **15 MPa**.

Le caratteristiche della sollecitazione prese in conto per le verifiche dei pali di fondazione sono le seguenti:

### Spalla SPA:

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI F			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	3173	3019	2353	2321	2170
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2679	993	1993	1851	1862
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax_1a	kNm	<b>2126</b>	<b>2606</b>	<b>1574</b>	<b>1521</b>	<b>1377</b>
Momento amplificato del 20%	Mmax_1a	kNm	<b>2551</b>	<b>3127</b>	<b>1889</b>	<b>1825</b>	<b>1653</b>
<b>Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia</b>	<b>Vmax_1a</b>	<b>kN</b>	<b>851</b>	<b>1043</b>	<b>630</b>	<b>609</b>	<b>551</b>
RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA			SLU	SLV			
Carico verticale massimo agente sulla palificata			48608	33875			
Carico verticale medio agente sui pali			3038	2117			

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### Spalla SPB:

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI F			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	3367	2867	2489	2384	2229
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2439	1125	1816	1761	1768
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax_1a	kNm	<b>2016</b>	<b>2411</b>	<b>1485</b>	<b>1429</b>	<b>1285</b>
Momento amplificato del 20%	Mmax_1a	kNm	<b>2419</b>	<b>2893</b>	<b>1782</b>	<b>1715</b>	<b>1542</b>
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax_1a	kN	<b>807</b>	<b>964</b>	<b>594</b>	<b>572</b>	<b>514</b>

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		48024	33469
Carico verticale medio agente sui pali		3001	2092

### 10.3 Verifiche strutturali dei pali di fondazione

La verifiche a pressoflessione e taglio per le sezioni in c.a. sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Si prevede di impiegare la medesima armatura per tutti i pali di fondazione delle spalle.

I pali di fondazione delle spalle saranno armati con:

- Armature longitudinali: **2 x 24  $\phi$ 26**;
- Armature trasversali: **spirale  $\phi$ 12/10 (per i primi 6 m) + spirale  $\phi$ 12/15 per i restanti metri.**

### Spalla SPA:

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 60.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE


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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	$\emptyset$
1	0.0	0.0	49.5	24	36.8

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
Passo staffe: 10.0 cm  
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	3173.00	2551.00	0.00	851.00	0.00
2	2679.00	2551.00	0.00	851.00	0.00
3	3038.00	2551.00	0.00	851.00	0.00
4	3019.00	3127.00	0.00	1043.00	0.00
5	993.00	3127.00	0.00	1043.00	0.00
6	2117.00	3127.00	0.00	1043.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2353.00	1889.00	0.00
2	1993.00	1889.00	0.00

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

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


N°Comb.	N	Mx	My
1	2321.00	1825.00 (1134.83)	0.00 (0.00)
2	1851.00	1825.00 (1077.50)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2170.00	1653.00 (1144.52)	0.00 (0.00)
2	1862.00	1653.00 (1101.74)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	9.2 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.5 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	3173.00	3805.17	0.00	3172.95	4826.88	0.00	1.892	----
2	S	2679.00	3674.35	0.00	2679.23	4733.10	0.00	1.855	----
3	S	3038.00	3769.85	0.00	3038.12	4801.54	0.00	1.882	----
4	S	3019.00	3764.80	0.00	3019.17	4797.97	0.00	1.534	----
5	S	993.00	3202.45	0.00	993.01	4374.56	0.00	1.399	----
6	S	2117.00	3521.40	0.00	2117.29	4623.29	0.00	1.479	----

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO


ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00052	0.0	60.0	0.00268	0.0	49.5	-0.00505	0.0	-49.5
2	0.00350	-0.00067	0.0	60.0	0.00264	0.0	49.5	-0.00538	0.0	-49.5
3	0.00350	-0.00056	0.0	60.0	0.00267	0.0	49.5	-0.00514	0.0	-49.5
4	0.00350	-0.00057	0.0	60.0	0.00267	0.0	49.5	-0.00515	0.0	-49.5
5	0.00350	-0.00130	0.0	60.0	0.00252	0.0	49.5	-0.00671	0.0	-49.5
6	0.00350	-0.00086	0.0	60.0	0.00261	0.0	49.5	-0.00578	0.0	-49.5

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000078123	-0.001187379	----	----
2	0.000000000	0.000081141	-0.001368439	----	----

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

3	0.000000000	0.000078934	-0.001236011	----	----
4	0.000000000	0.000079047	-0.001242817	----	----
5	0.000000000	0.000093296	-0.002097786	----	----
6	0.000000000	0.000084747	-0.001584805	----	----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	851.00	3379.10	1936.37	94.9	109.6	21.80°	1.155	10.2	23.2(0.0)
2	S	851.00	3308.60	1936.37	94.9	109.6	21.80°	1.131	10.2	23.2(0.0)
3	S	851.00	3359.84	1936.37	94.9	109.6	21.80°	1.148	10.2	23.2(0.0)
4	S	1043.00	3357.13	1936.37	94.9	109.6	21.80°	1.147	12.5	23.2(0.0)
5	S	1043.00	3029.22	1954.20	95.8	107.2	21.80°	1.048	12.4	23.2(0.0)
6	S	1043.00	3209.72	1944.91	95.3	108.5	21.80°	1.103	12.4	23.2(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2


N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	11.54	0.0	0.0	-159.1	0.0	-49.5	2369	74.3	12.9	1.00
2	S	11.47	0.0	0.0	-172.7	0.0	-49.5	2475	74.3	12.9	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	11.15	0.0	0.0	-152.0	0.0	-49.5	2369	74.3	12.9	1.00
2	S	11.07	0.0	0.0	-169.7	0.0	-49.5	2528	74.3	12.9	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]



S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= $1 - \text{Beta}12 * (S_{sr} / S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm} / S_2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess} / M)^2$ [B.6.6 DM96]
sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * S_s / E_s$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e_{sm} * s_{rm}$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-5.8	0	0.125	37	57	0.613	0.00044 (0.00029)	198	0.150 (0.30)	1134.83	0.00
2	S	-6.1	0	0.125	37	57	0.651	0.00053 (0.00032)	202	0.181 (0.30)	1077.50	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	10.11	0.0	0.0	-135.2	0.0	-49.5	2316	74.3	12.9	0.50
2	S	10.06	0.0	0.0	-146.6	0.0	-49.5	2422	74.3	12.9	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-5.2	0	0.125	37	57	0.760	0.00049 (0.00026)	197	0.164 (0.20)	1144.52	0.00
2	S	-5.4	0	0.125	37	57	0.778	0.00054 (0.00028)	200	0.184 (0.20)	1101.74	0.00

#### Spalla SPB:

##### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO


##### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C32/40

Raggio circ.: 60.0 cm  
X centro circ.: 0.0 cm  
Y centro circ.: 0.0 cm

##### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	49.5	24	36.8

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	3367.00	2419.00	0.00	807.00	0.00
2	2439.00	2419.00	0.00	807.00	0.00
3	3001.00	2419.00	0.00	807.00	0.00
4	2867.00	2893.00	0.00	964.00	0.00
5	1125.00	2893.00	0.00	964.00	0.00
6	2092.00	2893.00	0.00	964.00	0.00

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

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


N°Comb.	N	Mx	My
1	2489.00	1782.00	0.00
2	1816.00	1782.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2384.00	1715.00 (1163.26)	0.00 (0.00)
2	1761.00	1715.00 (1080.16)	0.00 (0.00)

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

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2229.00	1542.00 (1177.08)	0.00 (0.00)
2	1768.00	1542.00 (1106.21)	0.00 (0.00)

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.2 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 7.5 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE


Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	3367.00	3855.75	0.00	3367.13	4862.96	0.00	2.010	-----
2	S	2439.00	3609.49	0.00	2439.29	4686.58	0.00	1.937	-----
3	S	3001.00	3760.00	0.00	3001.25	4794.59	0.00	1.982	-----
4	S	2867.00	3724.58	0.00	2867.25	4769.14	0.00	1.649	-----
5	S	1125.00	3240.79	0.00	1124.80	4408.21	0.00	1.524	-----
6	S	2092.00	3514.48	0.00	2092.13	4618.30	0.00	1.596	-----

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00046	0.0	60.0	0.00269	0.0	49.5	-0.00493	0.0	-49.5
2	0.00350	-0.00075	0.0	60.0	0.00263	0.0	49.5	-0.00555	0.0	-49.5
3	0.00350	-0.00057	0.0	60.0	0.00267	0.0	49.5	-0.00516	0.0	-49.5
4	0.00350	-0.00061	0.0	60.0	0.00266	0.0	49.5	-0.00525	0.0	-49.5
5	0.00350	-0.00124	0.0	60.0	0.00253	0.0	49.5	-0.00658	0.0	-49.5

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

6    0.00350    -0.00087    0.0    60.0    0.00261    0.0    49.5    -0.00579    0.0    -49.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c    Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d    Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid.    Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000076977	-0.001118613	----	----
2	0.000000000	0.000082658	-0.001459466	----	----
3	0.000000000	0.000079156	-0.001249339	----	----
4	0.000000000	0.000079973	-0.001298397	----	----
5	0.000000000	0.000092105	-0.002026326	----	----
6	0.000000000	0.000084912	-0.001594730	----	----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe:                    10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]


Ver                    S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
Vsdu                  Taglio di progetto [kN] = proiez. di  $V_x$  e  $V_y$  sulla normale all'asse neutro  
Vcd                    Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]  
Vwd                    Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
Dmed                  Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw                    Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Teta                    Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw                    Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast                    Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff                  Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore  $L/d_{max}$  con  $L$ =lungh.legat.proiettata sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	807.00	3406.79	1936.37	94.9	109.6	21.80°	1.164	9.7	23.2(0.0)
2	S	807.00	3255.41	1944.91	95.3	108.5	21.80°	1.119	9.6	23.2(0.0)
3	S	807.00	3354.56	1936.37	94.9	109.6	21.80°	1.146	9.7	23.2(0.0)
4	S	964.00	3335.43	1936.37	94.9	109.6	21.80°	1.140	11.5	23.2(0.0)
5	S	964.00	3047.82	1954.20	95.8	107.2	21.80°	1.055	11.4	23.2(0.0)
6	S	964.00	3206.18	1944.91	95.3	108.5	21.80°	1.102	11.5	23.2(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver                    S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max                Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max    Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min                Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min    Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff.                Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff.                Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre              Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12                Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre  $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

1	S	10.93	0.0	0.0	-140.3	0.0	-49.5	2264	74.3	12.9	1.00
2	S	10.81	0.0	0.0	-165.3	0.0	-49.5	2528	74.3	12.9	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	10.51	0.0	0.0	-135.5	0.0	-49.5	2264	74.3	12.9	1.00
2	S	10.41	0.0	0.0	-158.6	0.0	-49.5	2528	74.3	12.9	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$											
S1	Esito della verifica											
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata											
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata											
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata											
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica											
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff											
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
e sm	= $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]											
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi											
wk	Distanza media tra le fessure [mm]											
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi											
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-5.4	0	0.125	37	57	0.540	0.00035 (0.00026)	196	0.116 (0.30)	1163.26	0.00
2	S	-5.8	0	0.125	37	57	0.603	0.00046 (0.00030)	202	0.157 (0.30)	1080.16	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	9.47	0.0	0.0	-118.7	0.0	-49.5	2212	74.3	12.9	0.50
2	S	9.39	0.0	0.0	-135.6	0.0	-49.5	2422	74.3	12.9	0.50


#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.8	0	0.125	37	57	0.709	0.00040 (0.00023)	195	0.133 (0.20)	1177.08	0.00
2	S	-5.1	0	0.125	37	57	0.743	0.00048 (0.00026)	200	0.163 (0.20)	1106.21	0.00

**Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.**

#### 10.4 Dimensionamento delle singole membrature delle spalle

Il dimensionamento delle singole membrature è stato effettuato attraverso la risoluzione di schemi locali appresso dettagliati.

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

In tutti i casi, le verifiche a fessurazione sono state effettuate per via indiretta confrontando le tensioni agenti sull'acciaio con le tensioni ammissibili funzione dell'aggressività dell'ambiente e del diametro delle barre adottate.

I risultati delle verifiche sono riportate tra gli allegati.

**Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.**

#### **10.4.1 Zattera di fondazione**

Il dimensionamento della mensola anteriore della zattera di fondazione è stato effettuato con riferimento allo schema di mensola tozza (tirante-puntone), sollecitata dalle reazioni dei pali maggiormente caricati.

#### **10.4.2 Mensola posteriore**

La verifica della mensola posteriore della zattera di fondazione è stata eseguita con riferimento al modello di trave a mensola soggetta al peso proprio ed al peso del rinterro, e soggetta alle azioni stabilizzanti trasmesse dai pali di fondazione.

#### **10.4.3 Muro frontale**


Il dimensionamento del muro frontale è stato effettuato considerando il modello di trave a mensola incastrata alla quota di estradosso della zattera di fondazione.

Le analisi e le verifiche sono relative ad una sezione di larghezza unitaria.

Per semplicità ed a favore di sicurezza, le verifiche del muro frontale sono state condotte a flessione semplice trascurando il contributo stabilizzante offerto dallo sforzo normale.

#### **10.4.4 Paraghiaia**

La verifica del Paraghiaia è stata effettuata considerando le sollecitazioni derivanti dal peso proprio, dalla spinta delle terre, dalle spinte esercitate dal sovraccarico accidentale sul terrapieno, da un asse di carico  $Q_{ik}$  da 300 kN supposto agente in testa al paraghiaia e da una forza di frenatura convenzionale pari a 180 kN (60% di  $Q_{ik}$ ) sempre applicata in testa al paraghiaia (vedi figura seguente).

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

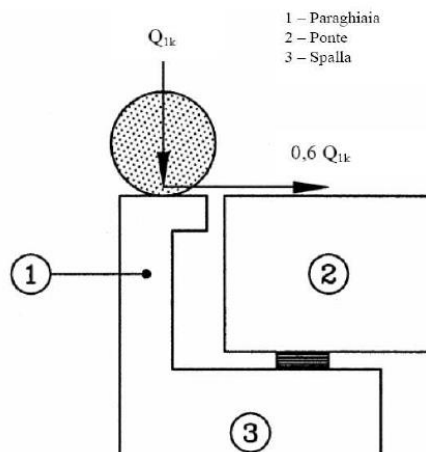


Figura 10.2. Carichi da traffico su muri paraghiaia

Inoltre, sono state valutate le sollecitazioni relative alla fase sismica, generate dalle forze inerziali, dall'incremento di spinta delle terre e dalle azioni direttamente trasmesse dal ritegno longitudinale.

La spinta delle terre in condizioni di esercizio, è stata valutata con riferimento al coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ .

Conformemente alle circolari alle NTC08 (§C.5.1.3.3.5.1), il sovraccarico accidentale da traffico è costituito dal carico  $Q_{1k}$  supposto distribuito su un impronta di  $3,0 \times 2,20$ .

Questo carico è stato supposto diffuso a  $30^\circ$  lungo il terrapieno fino alla base del paraghiaia.

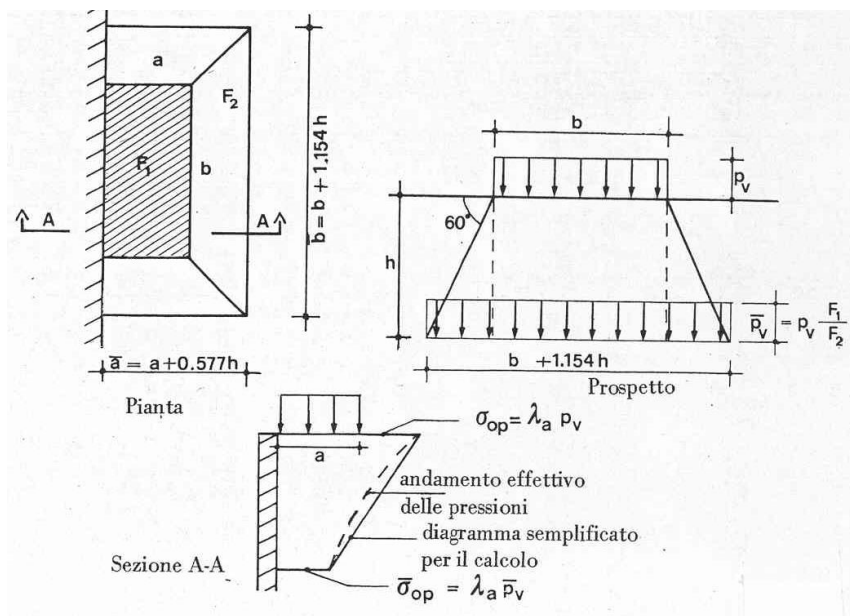


Figura 10.3. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

La pressione dovuta al sovraccarico quindi decresce come indicato nella sezione A-A di Figura 10.3, interessando però una larghezza sempre maggiore di paraghiaia. Considerando il contributo di una sola colonna di carico, la larghezza collaborante di muro è pari a  $(b + 1.154h + 2.00)$ .

#### 10.4.5 Muri di risvolto

Il calcolo è relativo al muro di maggiore altezza. Lo schema di calcolo adottato è quello di piastre rettangolari incastrate alla base in corrispondenza della zattera di fondazione e su un lato in corrispondenza del muro frontale. I muri sono soggetti alla spinta delle terre, alle spinte dovute ai sovraccarichi accidentali sul terrapieno in esercizio, ed alle forze inerziali ed all'incremento di spinta delle terre in fase sismica.

Il calcolo delle sollecitazioni generate dalla spinta delle terre, dal sovraccarico accidentale, ipotizzato presente a livello del piano viario, e dal sisma, è stato effettuato utilizzando le tabelle proposte da R. Bares nel testo "Calcolo di Lastre e Piastre con la teoria elastica lineare" (vedi Tab. 1.41 – 1.97). Il calcolo della spinta delle terre è stato condotto con riferimento al coefficiente di spinta a riposo  $k_0$ .

Nel caso in cui è presente una bandiera all'estremità verticale libera del muro si considerano i momenti orizzontali trasmessi al muro di risvolto, valutati con schema di trave a mensola:



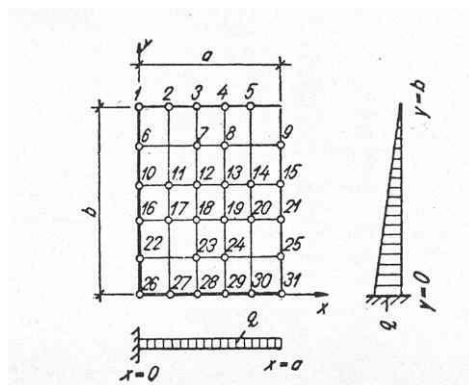


Figura 10.4. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico variabile linearmente con la profondità).

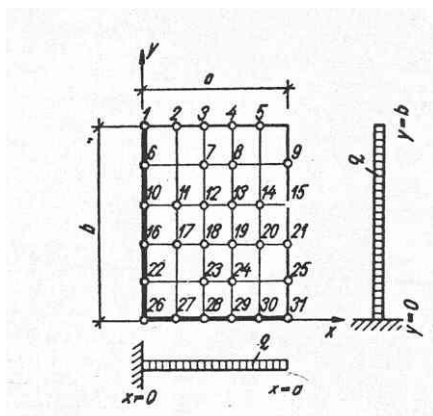


Figura 10.5. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).


#### 10.4.6 Verifiche di resistenza a taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte per tutte le membrature, ad eccezione delle mensole anteriori delle spalle, caratterizzate da comportamento a mensola tozza.

I tagli di calcolo sono stati confrontati con le resistenze delle singole membrature, valutate in assenza di specifiche armature trasversali; laddove la verifica fornisce esito negativo, sono state dimensionate le armature trasversali in grado di garantire la soddisfazione delle verifiche.

Come possibile evincere dai tabulati in allegato, le verifiche in assenza di armature trasversali sono positive per il [muro frontale](#) ed il [paraghiaia e la zattera posteriore](#), ma negative negli altri casi.


Pertanto, per i muri di risvolto andranno previste specifiche armature trasversali per soddisfare le verifiche a taglio.

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	


## 11 VERIFICHE BAGGIOLI

Si riportano le verifiche a taglio ed a tranciamento per i baggioli delle spalle e delle pile.


Dati	Var	unità	baggioli pile	
			longitudinale	trasversale
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45	45
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	35	35
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	19.8	19.8
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>				
Altezza	H	m	1.30	1.50
Larghezza	B	m	1.50	1.30
Area calcestruzzo	Ac	m	1.95	1.95
Larghezza anima	bw	m	1.50	1.30
copriferro	c	m	0.07	0.07
altezza utile della sezione	d	m	1.23	1.43
<b>Compressione agente nella sezione</b>				
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0	0.0
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>				
<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	11004.5	11084.3
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diámetro staffe	fsw	mm	10	10
passo staffe	scp	m	0.100	0.100
numero di bracci	nb		4	4
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	314	314
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.80	21.80
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rs</sub>	kN	3410.7	3963.9
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	5691.7	5732.9
<b>Resistenza a taglio - elementi con arm. trasversali</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>3410.7</b>	<b>3963.9</b>
<b>Azioni di progetto</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>209.0</b>	<b>209.0</b>
<b>coefficiente di utilizzo: c.u. = V<sub>Ed</sub> / V<sub>Rd</sub></b>	<b>c.u.</b>		<b>6%</b>	<b>5%</b>
<b>Status verifica</b>	<b>Status</b>		<b>OK</b>	<b>OK</b>

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Dati	Var	unità	baggioli spalle	
			longitudinale	trasversale
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45	45
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	35	35
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	19.8	19.8
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>				
Altezza	H	m	1.00	1.00
Larghezza	B	m	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m	1.00	1.00
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.07	0.07
altezza utile della sezione	d	m	0.93	0.93
<b>Compressione agente nella sezione</b>				
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0	0.0
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>				
<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	5551.4	5551.4
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diámetro staffe	fsw	mm	10	10
passo staffe	scp	m	0.100	0.100
numero di bracci	nb		2	2
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	157	157
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.80	21.80
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	1290.4	1290.4
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	2871.2	2871.2
<b>Resistenza a taglio - elementi con arm. trasversali</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1290.4</b>	<b>1290.4</b>
<b>Azioni di progetto</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>109.3</b>	<b>109.3</b>
<b>coefficiente di utilizzo: c.u. = VEd / VRd</b>	<b>c.u.</b>		<b>8%</b>	<b>8%</b>
<b>Status verifica</b>	<b>Status</b>		<b>OK</b>	<b>OK</b>

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

<b>Caratteristiche dei materiali</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>baggioli pile</b>
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
<b>Resistenza al tranciamento delle barre</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
diametro barre di ancoraggio	fsw	mm	20
numero complessive di barre	nbar		48
Armatura barre resistenti a tranciamento	As	mmq	15080
<b>Resistenza al tranciamento delle barre</b>	<b>V<sub>Rsd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>3407</b>
<b>Azioni di progetto</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>209.0</b>
<b>coefficiente di utilizzo: c.u. = V<sub>Ed</sub> / V<sub>Rd</sub></b>	<b>c.u.</b>		<b>6%</b>
<b>Status verifica</b>	<b>Status</b>		<b>OK</b>
<b>Caratteristiche dei materiali</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>baggioli spalle</b>
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
<b>Resistenza al tranciamento delle barre</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
diametro barre di ancoraggio	fsw	mm	16
numero complessive di barre	nbar		32
Armatura barre resistenti a tranciamento	As	mmq	6434
<b>Resistenza al tranciamento delle barre</b>	<b>V<sub>Rsd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1454</b>
<b>Azioni di progetto</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>109.3</b>
<b>coefficiente di utilizzo: c.u. = V<sub>Ed</sub> / V<sub>Rd</sub></b>	<b>c.u.</b>		<b>8%</b>
<b>Status verifica</b>	<b>Status</b>		<b>OK</b>

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 12 VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI

In accordo alle NTC2008 le verifiche SLU di tipo geotecnico (GEO) delle fondazioni su pali sono state effettuate con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione  $Ed \leq Rd$  sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- Collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite di sfilamento del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
- Collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi trasversali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- Stabilità globale.

Le verifiche di stabilità globale vengono effettuate esclusivamente nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali, mentre vengono omesse per fondazioni che ricadono su aree in piano o a pendenza estremamente modesta.

Le verifiche SLU di tipo strutturale (STR) sono illustrate nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Relativamente agli stati limite di esercizio (SLE) è stata effettuata una stima del cedimento del palo singolo e della palificata soggetti a carichi verticali.

### 12.1 Criteri di Calcolo

Le verifiche di stabilità globale vengono effettuate seguendo l'Approccio 1 con la combinazione dei coefficienti parziali (A2, M2, R2) definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2008:


Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_E$ (o $\gamma_{E'}$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Le altre verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento geotecnico (carico limite della palificatane nei riguardi dei carichi assiali, trasversali e di sfilamento), sono state effettuate riferendosi all'Approccio 2 con i gruppi parziali A1, M1, R3 definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II, precedentemente illustrate, 6.4.II e 6.4.VI:

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

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
	$\gamma_R$	(R3)	(R3)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale $\gamma$	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

<sup>o</sup> da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale  $\gamma_T$  per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

### 12.1.1 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione

Deve essere:

$$F_{cd} \leq R_{cd}$$

Dove:

$F_{cd}$  è il carico assiale di compressione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

$R_{cd}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$R_{cd} = R_{bd} + R_{sd} - W_p$$

Essendo:


$R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$  la resistenza alla base di progetto;

$R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$  la resistenza laterale di progetto;

$W_p$  il peso del palo alleggerito;

$\gamma_b, \gamma_s$  coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2008 precedentemente illustrata;

$R_{bk} = \text{Min} [ (R_{bc}, cal)_{media} / \xi_3; (R_{bc}, cal)_{min} / \xi_4 ]$  la resistenza alla punta caratteristica;

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

$R_{sk} = \text{Min} [ (R_{sc,cal})_{media} / \xi_3; (R_{sc,cal})_{min} / \xi_4 ]$  la resistenza laterale caratteristica;

$\xi_3, \xi_4$  coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2008:

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

$R_{b,cal}$  ed  $R_{s,cal}$  rappresentano le resistenze alla base e laterale di calcolo del palo valutate con la seguenti espressioni:

$R_{b,cal} = qb A_p$  la resistenza alla punta e:

$R_{s,cal} = \sum_i^n q_{s_i} A_i$  la resistenza laterale

$i$  è lo strato iesimo attraversato dal palo ed  $n$  il numero totale degli strati.

### 12.1.1.1 Unità a comportamento coesivo (Argille e limi)

La verifica è effettuata in termini di tensioni totali.

La resistenza unitaria alla base viene determinata attraverso la seguente espressione:

$$qb = \sigma_v + 9 cu$$

essendo  $\sigma_v$  la tensione verticale totale alla quota della base del palo e  $cu$  la coesione non drenata del terreno di fondazione alla base.

Relativamente alla resistenza laterale, il valore di  $q_{s_i}$  viene determinato come:


$$q_{s_i} = \alpha_i c_{ui}$$

Essendo:

$\alpha$  un coefficiente riduttivo della coesione non drenata  $c_u$ , variabile secondo quanto suggerito da AGI (1984) per pali trivellati:

Tipo di palo	Valori di $c_u$ [kPa]	Valori di $\alpha$
Trivellato	$c_u < 25$	0.9
	$25 \leq c_u < 50$	0.8
	$50 \leq c_u < 75$	0.6
	$c_u \geq 75$	0.4

Tabella 12.1 – Valori di  $\alpha$  (AGI 1984)

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### 12.1.1.2 Unità a comportamento incoerente (Sabbie, Sabbie limose e Ghiaie)

La verifica è effettuata in termini di tensioni efficaci.

Per pali trivellati di grande diametro la resistenza unitaria alla base viene determinata attraverso la seguente espressione:

$$q_b = N_q^* \times \sigma_v'$$

$N_q^*$  è il coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere di un cedimento alla base del palo pari a (0.06 – 0.1) D valutato secondo Berezantzev (1965), e  $\sigma_v'$  la tensione verticale alla base del palo in termini di tensioni efficaci.

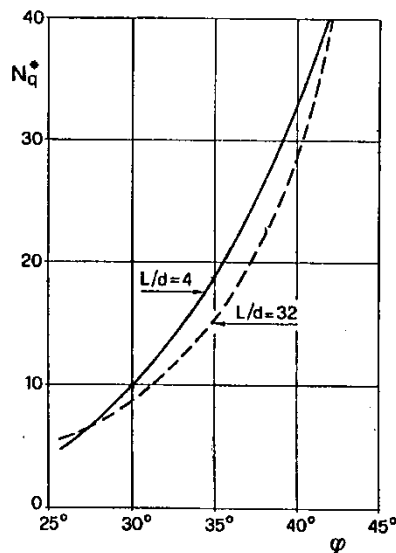


Figura 12.1 – Coefficienti  $N_q^*$  (Berezantzev, 1965), corrispondenti all'insorgere delle deformazioni plastiche alla base

In ogni caso è stato assunto per  $q_b$  un valore limite  $q_{b,max}$  pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione [Gwizdala (1984), Reese&O'Neill (1988) e Matsui (1993)]:

$$q_{b,max1} = (N_{spt})_m \times \alpha_N \text{ (kPa)}$$

Essendo:

$\alpha_N$  un coefficiente empirico pari a:


$$\alpha_N = 150 \text{ per ghiaie} \quad \alpha_N = 120 \text{ per sabbie} \quad \alpha_N = 85 \text{ per sabbie limose}$$

$(N_{spt})_m$  Il valore di  $N_{spt}$  medio su un tratto pari a 1.5 D al di sopra e al di sotto della base del palo.

e dalla seguente tabella:

$$q_{b,max2} = 7500 \text{ per ghiaie} \quad q_{b,max2} = 5800 \text{ per sabbie} \quad q_{b,max2} = 4300 \text{ per sabbie limose}$$



S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

La resistenza unitaria laterale  $q_{s_i}$  viene determinato in accordo a Reese e O'Neill (1988) e O'Neill&Hassan (1994) come:

$$q_{s_i} = \sigma'_{v_m} \beta(z) \leq q_{s,max}$$

essendo:

$\sigma'_{v_m}$  il valore della tensione verticale determinata alla quota media dello strato considerato;

$\beta$  coefficiente empirico;

$q_{s,max}$  tensione tangenziale ultima consigliabile.

In accordo a Reese e O'Neill (1988) e O'Neill&Hassan (1994) al coefficiente empirico  $\beta$  possono essere assegnati i seguenti valori:

$$1.2 \geq \beta = 1.5 - 0.42 z^{0.34} \geq 0.25 \text{ per i depositi sabbiosi}$$

$$1.8 \geq \beta = 2.0 - 0.15 z^{0.75} \geq 0.25 \text{ per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi}$$

In accordo a Reese & Wright (1977) nel caso di pali trivellati a fango, il valore di  $q_{s,max}$  è ricavabile dalle seguenti espressioni:

$$q_{s,max} = 3 \times N_{spt} \text{ (kPa)} \quad \text{per } N_{spt} \leq 53$$

$$q_{s,max} = 142 + 0,32 \times N_{spt} \text{ (kPa)} \quad \text{per } N_{spt} > 53$$

### 12.1.1.3 Unità rocciose

Per pali trivellati di grande diametro in roccia, il Canadian Foundation Manual (1978) suggerisce questa espressione per la portata ammissibile alla base:

$$q_{b_{amm}} = K_{sp} \times q_u$$

con:

$$K_{sp} = \frac{3 + c/B}{10 \cdot \sqrt{1 + 300 \cdot \frac{\delta}{c}}}$$

Dove:


$K_{sp}$  coefficiente empirico compreso tra 0.1 e 0.4, che dipende dalla spaziatura e include un fattore di sicurezza pari a 3;

$q_u$  valore medio della resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa (determinata su campioni di roccia intatta);

$c$  spaziatura delle discontinuità;

$\delta$  apertura delle discontinuità;

$B$  diametro del palo.

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Poulos e Davis in "Analisi e progettazione di fondazioni su pali, 1980", sulla base dei dati empirici forniti da Thorne (1977), suggeriscono una pressione massima ammissibile alla punta dell'ordine di  $0.3 q_{um}$  (resistenza monoassiale alla compressione) che sembrerebbe abbastanza prudente per quasi tutte le argilliti rigonfie. Anche in questo caso, il riferimento alle soluzioni teoriche mostra che, tali valori, generalmente, implicano un coefficiente di sicurezza di almeno 3 per le rocce fratturate o con fratture a brevi intervalli, e 12 o più per rocce integre.

Sulla base di quanto sopra, la resistenza unitaria alla base è stata assunta pari a:

$$q_{b_{amm}} = 3 K \times q_u$$

dove K è un coefficiente cautelativamente assunto pari a 0.20, sulla scorta di quanto precedentemente espresso.

La resistenza unitaria laterale  $q_s$ , per pali trivellati in roccia, viene determinata impiegando l'espressione suggerita da Horvath e Kenney (1989):

$$q_s = 6.656 \cdot \sqrt{q_u} \quad (kPa)$$

### 12.1.2 Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione

L'interasse tra i pali è fissato ad un valore non minore di tre volte il loro diametro.

La resistenza ai carichi verticali  $R_{cd,gr}$  del gruppo di pali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = \eta n R_{cd}$$

In cui:

$\eta$  è l'efficienza del gruppo di pali;

$n$  Il numero complessivo di pali del gruppo.

$R_{cd}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato nei paragrafi precedenti.

Per palificate in terreni incoerenti e interassi usuali (non minori di tre volte il diametro dei pali), l'efficienza è sempre maggiore dell'unità e nel progetto viene assunta pari ad uno. In questi casi, la verifica di collasso per carico limite del palo singolo è certamente più gravosa di quella relativa al gruppo che, pertanto, viene omessa.


Per palificate in terreni coesivi, l'efficienza del gruppo di pali risulta minore dell'unità.

Il valore dell'efficienza è stato determinato attraverso la nota formula empirica di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m - 1)n + (n - 1)m}{\pi/2 m n}$$

In cui:

$d$  diametro dei pali;

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

- i* interasse tra i pali;
- m* numero di file di pali;
- n* numero di pali per ciascuna fila.

La verifica si ritiene soddisfatta se:

$$N_{\max \text{ SLU}} \leq R_{cd,gr}$$

Dove:

$N_{\max \text{ SLU}}$  è il massimo carico verticale agli SLU-STR o SLV agente sulla palificata.

### 12.1.3 Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione

Deve essere:

$$F_{td} \leq R_{td}$$

Dove:

$F_{td}$  è il carico assiale di trazione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

$R_{td}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$R_{cd} = 0.7 R_{sd} + W_p$$

Essendo:

$R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$  la resistenza laterale di progetto;

$W_p$  il peso del palo alleggerito;

$\gamma_b, \gamma_s$  coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2008 precedentemente illustrata;

$R_{sk}$  la resistenza laterale caratteristica, valutata secondo quanto illustrato nei paragrafi precedenti.


Come è possibile evincere per le verifiche a carichi di trazione si assume una resistenza laterale pari al 70% della corrispondente valutata per pali in compressione.

### 12.1.4 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale

Deve essere:

$$F_{tr,d} \leq R_{tr,d}$$

Dove:

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

<i>F<sub>trd</sub></i>	è il carico orizzontale di progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;
<i>R<sub>tr,d</sub></i>	la Resistenza di progetto ai carichi orizzontali allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:
$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$	la resistenza caratteristica ai carichi orizzontali;
$\gamma_T$	coefficiente di sicurezza parziale per le verifiche agli stati limite ultimi di apli soggetti a carichi trasversali, fornito dalla Tab. 6.4.VI delle NTC2008, precedentemente illustrata;
$R_{tr,k} = \text{Min} [ (R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4 ]$	la resistenza laterale caratteristica ai carichi orizzontali allo SLU;
$\xi_3, \xi_4$	coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2008:

*R<sub>tr,cal</sub>* rappresenta la resistenza di calcolo del palo ai carichi orizzontali *H<sub>lim</sub>* valutata in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- Terreno omogeneo;
- Comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluenza e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione caratteristica *D* della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

Questa ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione *M<sub>y</sub>* del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

I meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione e dalla resistenza esercitata dal terreno. I possibili meccanismi di rottura sono riportati nella figura seguente e sono solitamente indicati come "palo corto", "intermedio" e "lungo".

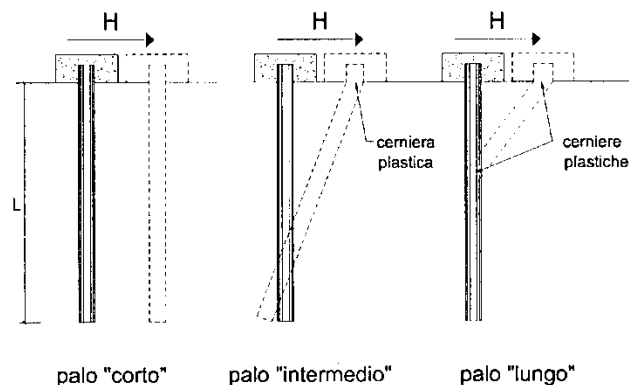


Figura 12.2 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

#### 12.1.4.1 Unità a comportamento coesivo

Il diagramma di distribuzione della resistenza  $p$  offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato nella figura seguente (a). Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a  $1.5 D$  e costante con valore  $9 c_u D$  per profondità maggiori.

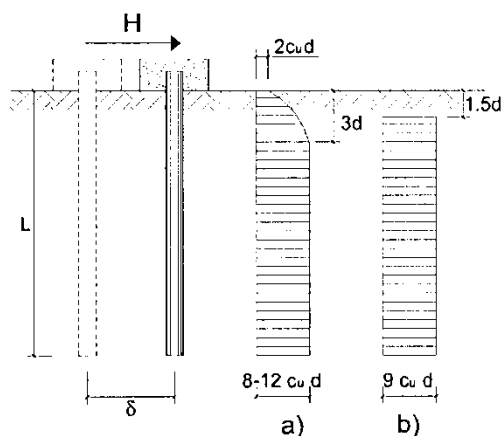


Figura 12.3 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

Nella figura seguente si riportano gli schemi di calcolo per i tre meccanismi di rottura precedentemente illustrati:

CA-29

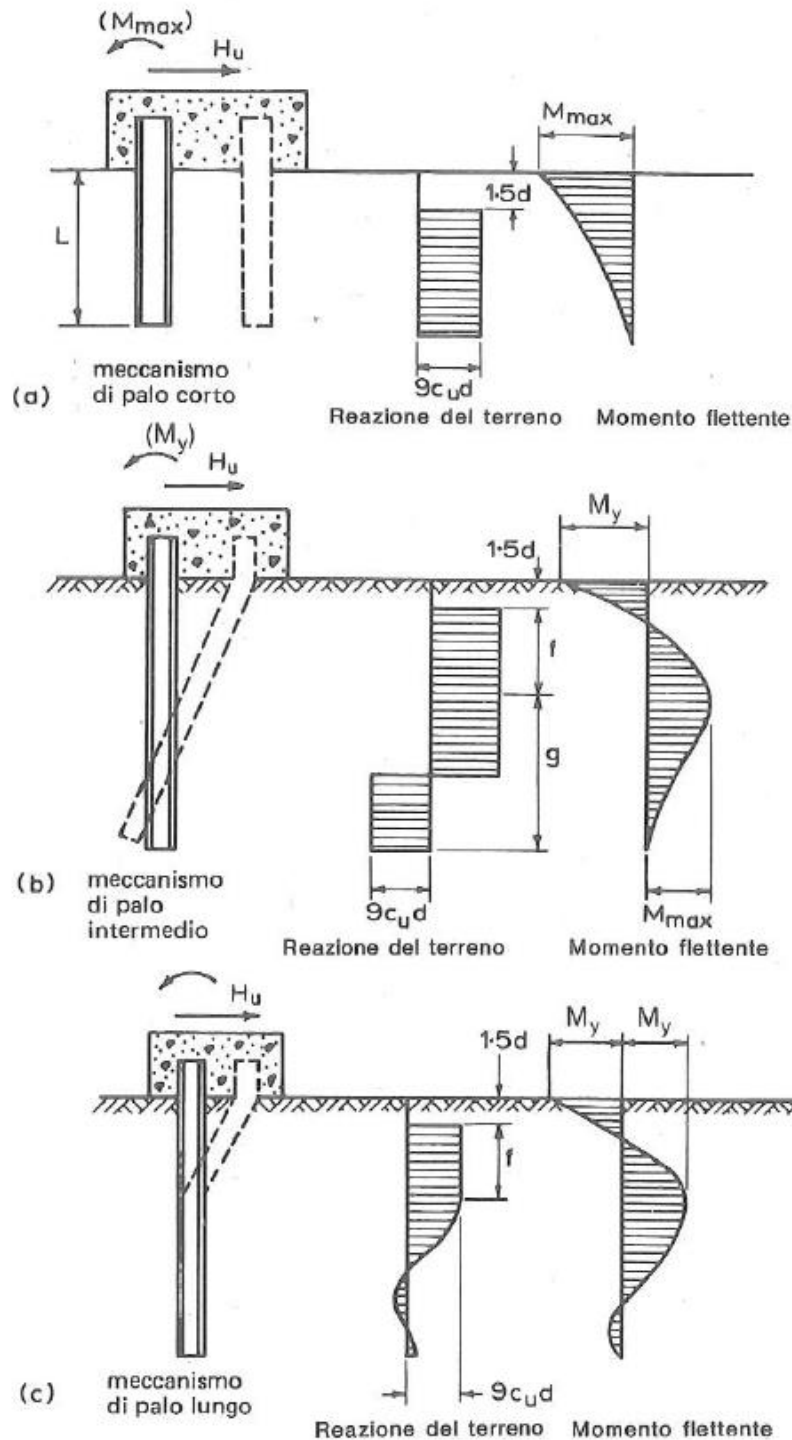

**Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni –  
 Viadotto Ferrovia**


Figura 12.4 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a  $M_y$ , è possibile calcolare il carico limite orizzontale corrispondente ai tre meccanismi di rottura:

$$H \lim = 9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) \quad \text{palo corto}$$

$$H \lim = -9c_u D^2 \left( \frac{L}{D} - 1.5 \right) + 9c_u D^2 \sqrt{2 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u D^3} + 4.5} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H \lim = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

Nel caso di palo scalzato (ove presente) e per il caso di palo lungo, il valore di  $H \lim$  si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H \lim = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H \lim \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

Essendo:

$f$  la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

$d_s$  l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

#### 12.1.4.2 Unità a comportamento incoerente

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge:

$$p = 3 k_p \gamma z D$$

essendo:

$k_p$  il coefficiente di spinta passiva;

$z$  la profondità da piano campagna;

$\gamma$  il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume  $\gamma'$ .

CA-29

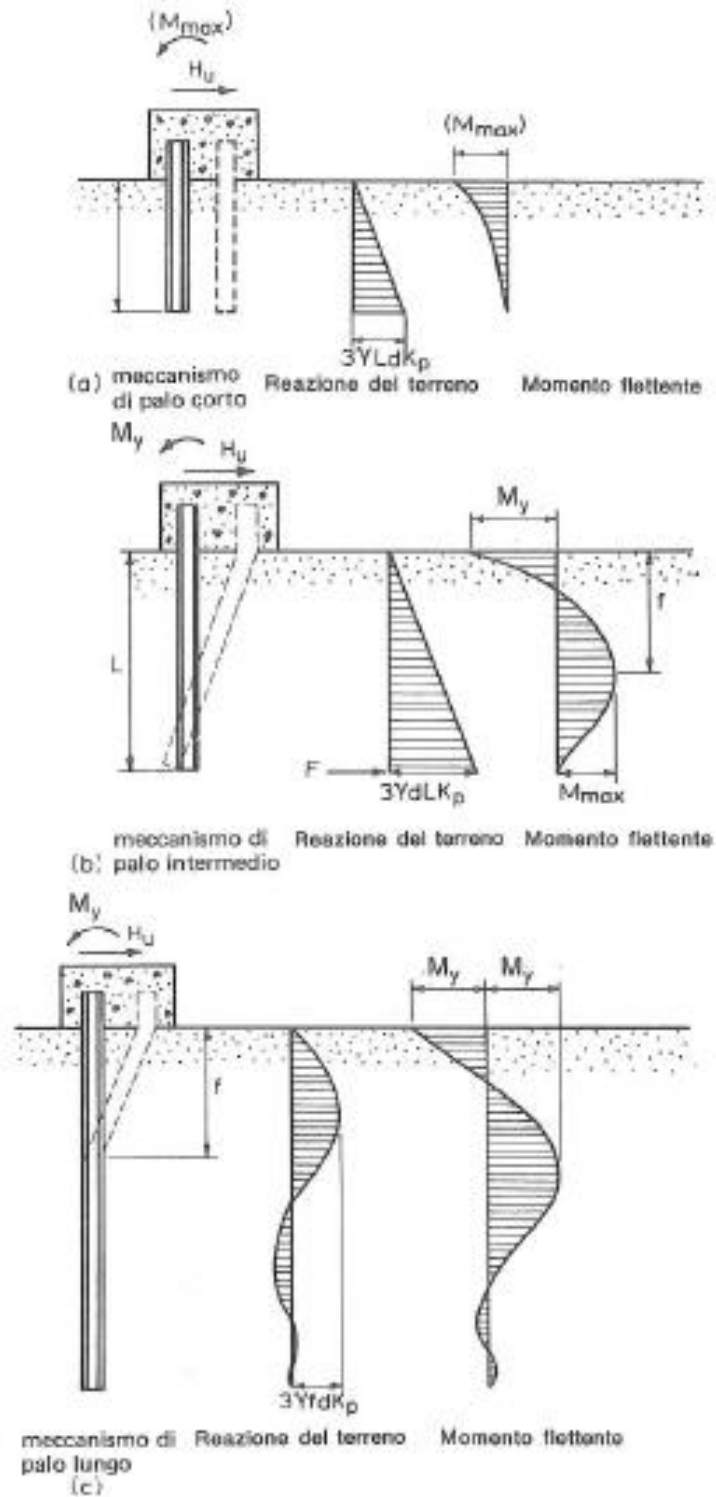

**Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni –  
Viadotto Ferrovia**


Figura 12.5 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni incoerenti (Broms, 1984).



S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

$$H \lim = 1.5k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H \lim = \frac{1}{2} k_p \gamma D^3 \left( \frac{L}{D} \right)^2 + \frac{M_y}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H \lim = k_p \gamma D^3 \sqrt[3]{ \left( 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma D^4} \right)^2 } \quad \text{palo lungo}$$

Nel caso di palo scalzato (ove presente) e per il caso di palo lungo, il valore di  $H \lim$  si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H \lim = 1.5k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5Df^2 - \left( \frac{2M_y}{\gamma k_p D} \right) = 0$$

Essendo:

$f$  la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

$d_s$  l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

### 12.1.5 Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale

La resistenza ai carichi trasversali  $R_{cd,gr}$  del gruppo di pali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{tr,dgr} = \eta n R_{tr,d1}$$

In cui:


$\eta_{tr}$  è l'efficienza del gruppo di pali;

$n$  Il numero complessivo di pali del gruppo.

$R_{tr,d1}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato nei paragrafi precedenti, per un valore del momento di plasticizzazione corrispondente allo sforzo normale medio agente sui pali della palificata

Il carico limite orizzontale di un gruppo può essere notevolmente inferiore alla somma dei valori relativi ai singoli pali; l'efficienza di un gruppo di pali rispetto ai carichi orizzontali è sempre inferiore all'unità.

Dalle "raccomandazioni sui pali di fondazione" AGI, 1984, si riporta quanto segue:

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

*“Sulla base dei risultati sperimentali disponibili sembra che l’efficienza tenda all’unità per un interasse fra i pali del gruppo pari a cinque volte il diametro dei pali; per interasse minore, l’efficienza diminuisce fino a 0.5.”*

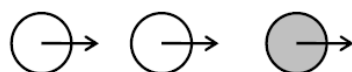
È possibile anche affermare che risulta più vantaggioso disporre il gruppo di pali normalmente alla direzione della forza orizzontale ovvero, a parità di numero di pali di un gruppo rettangolare resiste meglio se la forza orizzontale agisce parallelamente al lato corto.

Per il caso di interesse, relativo a pali disposti ad interasse non minore di 3 diametri si ritiene possibile considerare  $\eta_{tr} = 80\%$ .

Nel caso di gruppo di pali soggetti ad azioni orizzontali possono manifestarsi le due seguenti tipologie di interazione:

- interazione tra pali in linea, caricati in direzione parallela alla fila (Figura 12.6 – Schema A – Pali in linea- Schema A);
- interazione tra pali affiancati, caricati in direzione perpendicolare alla fila (Figura 12.9 – Schema B – Pali affiancati- Schema B).

L’interazione del primo tipo si esplica in una diminuzione delle caratteristiche meccaniche del terreno retrostante il palo di testa della fila, con conseguente incremento degli spostamenti dei pali retrostanti.



*Figura 12.6 – Schema A – Pali in linea*

Studi sperimentali condotti sull’argomento hanno mostrato che l’interazione dipende principalmente dalla posizione relativa dei pali. Molti autori (Dunnivant & O’Neill, 1986) raccomandano fattori di riduzione distinti per pali frontali e pali retrostanti. Tali fattori sono dati in funzione della spaziatura tra i pali nella direzione del carico.

I fattori di riduzione per pali frontali possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in figura successiva.

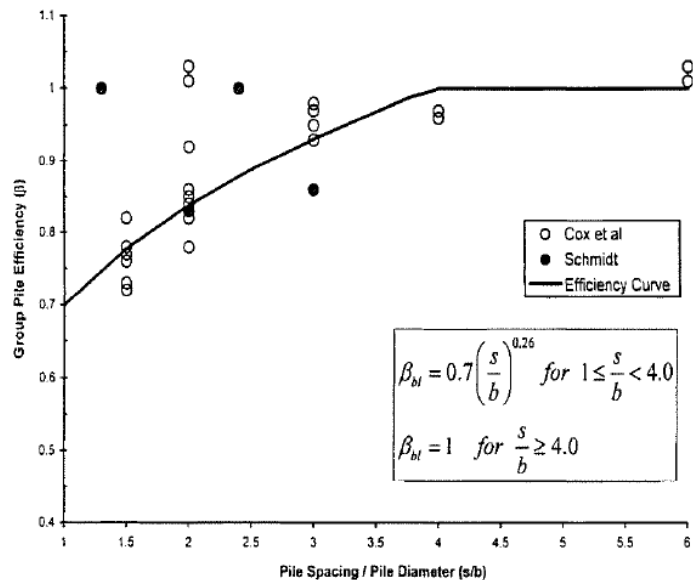


Figura 12.7 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in figura successiva.

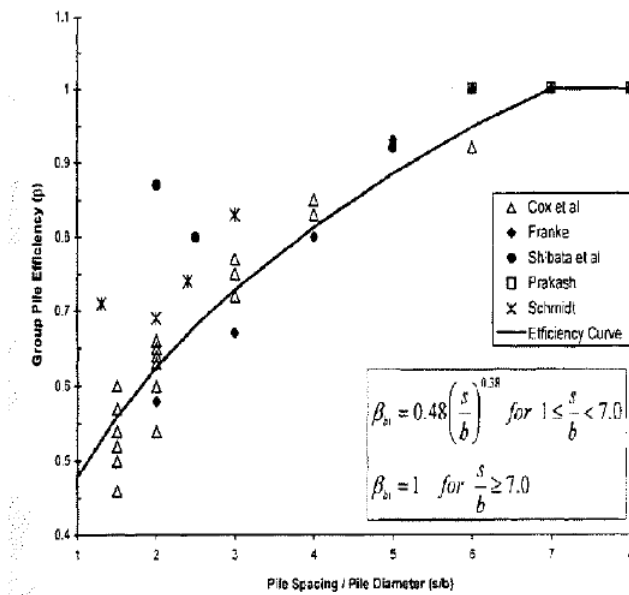


Figura 12.8 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

L'interazione del secondo tipo si esplica invece con un incremento degli spostamenti del palo centrale per effetto della presenza dei pali laterali.

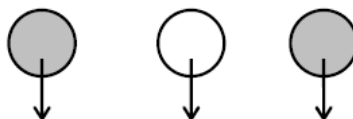


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

Figura 12.9 – Schema B – Pali affiancati

Tale riduzione di "p" in funzione del rapporto s/D (s = interasse dei pali, D = diametro del palo) può essere ricavata dalle indicazioni fornite in figura successiva.

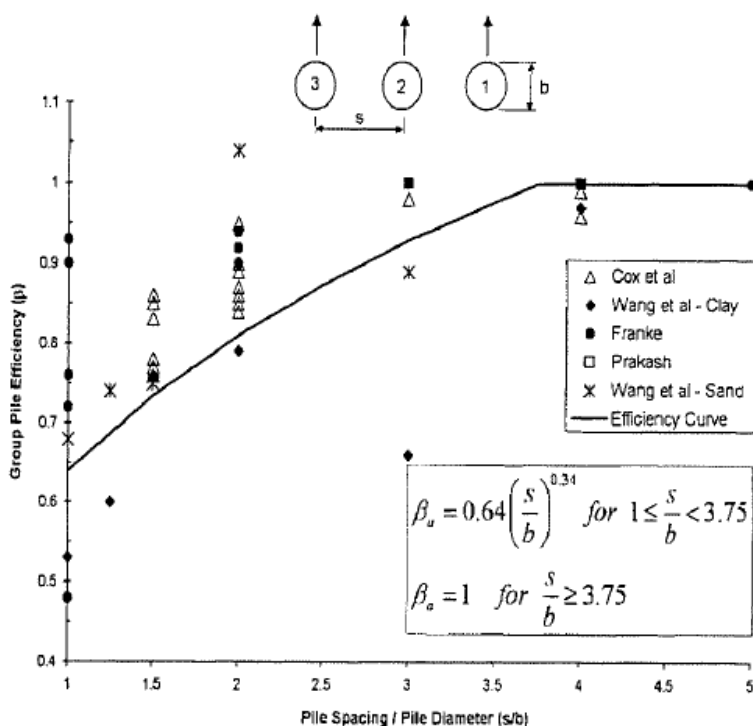


Figura 12.10 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

Con riferimento alle geometrie maggiormente ricorrenti per i sistemi di fondazione profondi, gli incrementi medi delle sollecitazioni lungo i pali a causa degli effetti gruppo sono dell'ordine del 10-20%.

Nel caso in esame si considera un incremento massimo delle sollecitazioni sul palo singolo pari al 20%.


### 12.1.6 Verifiche SLE - Cedimenti del palo isolato

Il calcolo dei cedimenti del palo singolo è stato effettuato in accordo al metodo proposto da Poulos.

Il terreno viene assunto omogeneo con modulo di Young e coefficiente di Poisson costanti.

Il metodo distingue due casi:

- floating pile, ovvero "palo sospeso";

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

- end bearing, ovvero palo ammorsato su un terreno più rigido.

Per entrambi i casi, il cedimento in testa al palo può essere stimato con sufficiente accuratezza, nell'ipotesi di palo deformabile in un semispazio elastico, attraverso la seguente relazione:

$$w_1 = \frac{PI}{E_s d}$$

nella quale:

$w_1$  cedimento del palo isolato;

$P$  carico assiale applicato;

$I_{floating\ pile}$  =  $I_0 \cdot R_K \cdot R_h \cdot R_v$ ;

$I_{end\ bearing}$  =  $I_0 \cdot R_K \cdot R_b \cdot R_v$ ;

$I_0$  fattore di influenza (per un palo rigido in un semispazio elastico per  $\nu = 0.5$ )

$R_K$  fattore correttivo che tiene conto della compressibilità del palo;

$R_h$  fattore correttivo che tiene conto della profondità (finita) del substrato rigido;

$R_b$  fattore correttivo caso End Bearing funzione del rapporto  $L/d$  e  $E_B/E_s$ ;

$R_v$  fattore correttivo del coefficiente di Poisson;

$h$  altezza totale dello strato di terreno;

$E_s$  modulo elastico del terreno (assunto un valore pari alla media pesata secondo lo spessore degli strati attraversati dal palo).

Di seguito si riporta il significato dei simboli per i parametri delle correlazioni grafiche:

$d_b$  diametro del palo alla base;

$d$  diametro del palo in testa;

$L$  lunghezza del palo;

K rapporto tra i moduli di elasticità del materiale costituente il palo e del terreno.

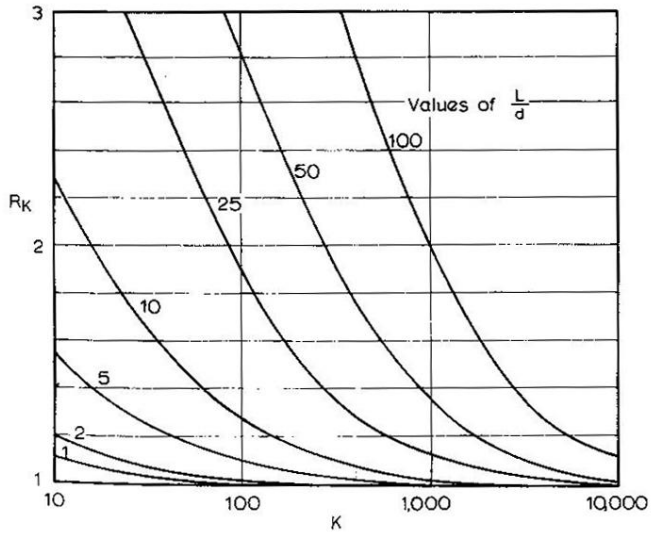
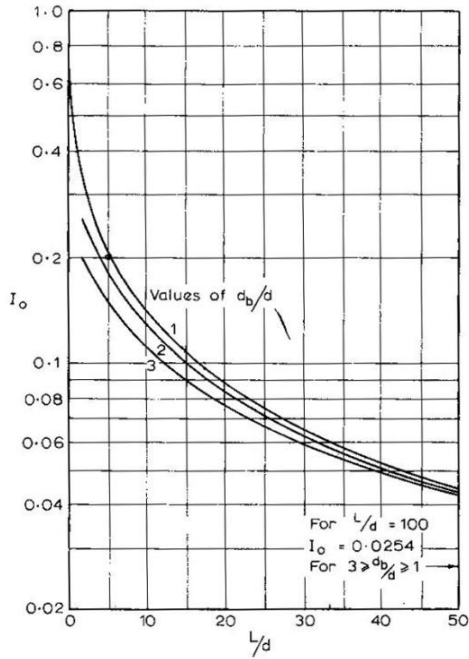


Figura 12.11 – fattori correttivi  $I_o$  ed  $R_K$

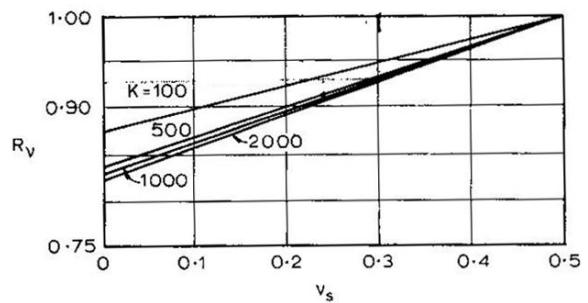
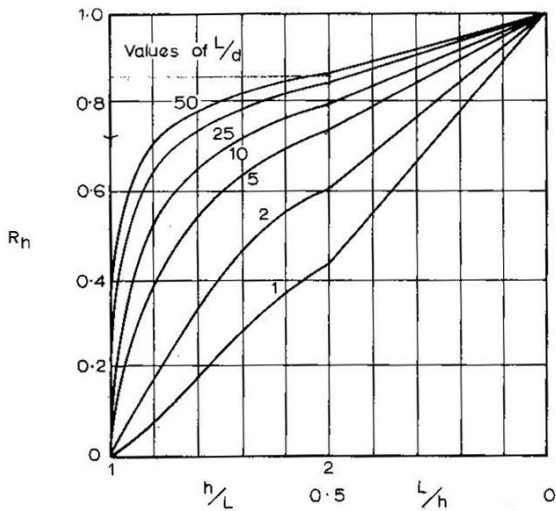


Figura 12.12 – fattori correttivi  $R_h$  ed  $R_v$

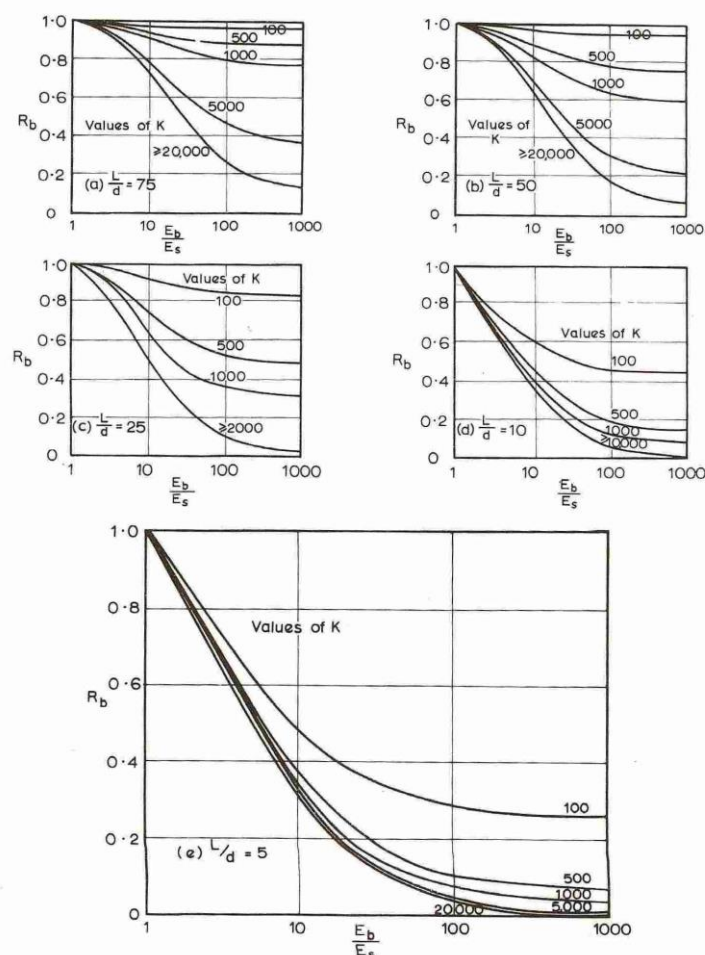


Figura 12.13 - fattore correttivo  $R_b$ : caso end-bearing

### 12.1.7 Verifiche SLE - Cedimenti della palificata


Il calcolo dei cedimenti della palificata viene effettuato a partire dal cedimento del palo singolo  $w_1$  valutato a parità di carico medio per palo, attraverso la seguente espressione suggerita da AGI (1984), relativa al caso di pali trivellati:

$$w = w_1 \left( \frac{0.6B}{0.3B + 0.3} \right)^2$$

In cui  $B$  è la dimensione minima in pianta della palificata espressa in metri.

### 12.2 Applicazione al caso in esame

Si omettono le verifiche di stabilità globale delle fondazioni su pali del viadotto, che ricadono su aree in piano o a pendenza estremamente modesta.

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### 12.2.1 Caratteristiche delle opere di fondazione su pali

Le fondazioni delle spalle e delle pile sono di tipo indiretto su pali trivellati  $\phi 1200$ , collegati in testa da rigide zattere di fondazione di altezza pari a 2.50 m per le spalle, 3.00 m per le pile.

Per le spalle sono previsti 16 pali disposti secondo una maglia rettangolare (4 x 4) garantendo una distanza minima tra gli assi dei pali pari a 3.60 m (3D).

Per le pile sono previsti palificate con 16 pali disposti secondo una maglia rettangolare (4 x 4) garantendo una distanza minima tra gli assi dei pali pari a 3.60 m (3D).

### 12.2.2 Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto

Di seguito si riepilogano le stratigrafie ed i parametri geotecnici di progetto impiegati nel dimensionamento delle fondazioni su pali.

Inoltre, è indicato il numero delle verticali indagate, utile al dimensionamento dei pali.

VIADOTTO: **T02-VI01** Numero delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento dei pali **4**

Allineamento: **SPA**

Profondità falda da piano di campagna zw m **2.5**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA											PARAMETRI DI DEFORMABILITA' Eoperativo [MPa]			
				VALORI MEDI						VALORI MINIMI								
				$\gamma_{med}$ [kPa]	$q_{u,med}$ [kPa]	$c_{u,med}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	NSPT	$\gamma_{min}$ [kPa]	$q_{u,min}$ [kPa]	$c_{u,min}$ [kPa]	$c'_{min}$ [kPa]	$\phi'_{min}$ [°]		NSPT		
1	0.00	7.50	UG1	18.0					32.0	37.0	17.0					30.0	32.0	15
2	7.50	50.00	UG6	17.0		100.0					16.0		40.0					23

Allineamento: **P1-P4**

Profondità falda da piano di campagna zw m **2.5**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA											PARAMETRI DI DEFORMABILITA' Eoperativo [MPa]			
				VALORI MEDI						VALORI MINIMI								
				$\gamma_{med}$ [kPa]	$q_{u,med}$ [kPa]	$c_{u,med}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	NSPT	$\gamma_{min}$ [kPa]	$q_{u,min}$ [kPa]	$c_{u,min}$ [kPa]	$c'_{min}$ [kPa]	$\phi'_{min}$ [°]		NSPT		
1	0.00	11.00	UG1	18.0					32.0	37.0	17.0					30.0	32.0	15
2	11.00	60.00	UG6	17.0		100.0					16.0		40.0					23

Allineamento: **P2**

Profondità falda da piano di campagna zw m **2.5**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA											PARAMETRI DI DEFORMABILITA' Eoperativo [MPa]			
				VALORI MEDI						VALORI MINIMI								
				$\gamma_{med}$ [kPa]	$q_{u,med}$ [kPa]	$c_{u,med}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	NSPT	$\gamma_{min}$ [kPa]	$q_{u,min}$ [kPa]	$c_{u,min}$ [kPa]	$c'_{min}$ [kPa]	$\phi'_{min}$ [°]		NSPT		
1	0.00	12.00	UG1	18.0					32.0	37.0	17.0					30.0	32.0	15
2	12.00	60.00	UG6	17.0		100.0					16.0		40.0					23

Allineamento: **P3**

Profondità falda da piano di campagna zw m **2.5**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA											PARAMETRI DI DEFORMABILITA' Eoperativo [MPa]			
				VALORI MEDI						VALORI MINIMI								
				$\gamma_{med}$ [kPa]	$q_{u,med}$ [kPa]	$c_{u,med}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	NSPT	$\gamma_{min}$ [kPa]	$q_{u,min}$ [kPa]	$c_{u,min}$ [kPa]	$c'_{min}$ [kPa]	$\phi'_{min}$ [°]		NSPT		
1	0.00	15.00	UG1	18.0					32.0	37.0	17.0					30.0	32.0	15
2	15.00	60.00	UG6	17.0		100.0					16.0		40.0					23


Allineamento: **P5**

Profondità falda da piano di campagna zw m **2.5**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA											PARAMETRI DI DEFORMABILITA' Eoperativo [MPa]			
				VALORI MEDI						VALORI MINIMI								
				$\gamma_{med}$ [kPa]	$q_{u,med}$ [kPa]	$c_{u,med}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	NSPT	$\gamma_{min}$ [kPa]	$q_{u,min}$ [kPa]	$c_{u,min}$ [kPa]	$c'_{min}$ [kPa]	$\phi'_{min}$ [°]		NSPT		
1	0.00	12.00	UG1	18.0					32.0	37.0	17.0					30.0	32.0	15
2	12.00	24.00	UG6	17.0		100.0					16.0		40.0					23
3	24.00	60.00	UG8	20.1		127.1					18.5		40.5					58



S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

Allineamento: SPB  
 Profondità falda da piano di campagna zw m 2.5

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA						PARAMETRI DI DEFORMABILITA'						
				VALORI MEDI			VALORI MINIMI									
				$\gamma_{med}$ [kPa]	$QU_{med}$ [kPa]	$CU_{med}$ [kPa]	$C'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	NSPT	$\gamma_{min}$ [kPa]	$QU_{min}$ [kPa]	$CU_{min}$ [kPa]	$C'_{min}$ [kPa]	$\phi'_{min}$ [°]	NSPT	Eoperativo [MPa]
1	0.00	12.00	UG1	18.0				32.0	37.0	17.0				30.0	32.0	15
2	12.00	50.00	UG5	18.0				35.0	45.0	16.0				30.0	35.0	40

Tabella 12.2 – Stratigrafie e parametri geotecnici per il progetto delle fondazioni

Per le pile da P1 a P4 si è considerato a favore di sicurezza la stratigrafia più sfavorevole, avente lo spessore **UG1** pari a **11 m**.

Per la valutazione dei moduli elastici da impiegare nelle analisi dei cedimenti di fondazioni su pali in terreni coesivi, si è fatto riferimento alle indicazioni di Poulos & Davis, che, sulla base dei risultati di prove di carico su pali strumentati, hanno fornito i valori di  $E_s$  in funzione della coesione non drenata illustrati nella figura seguente:

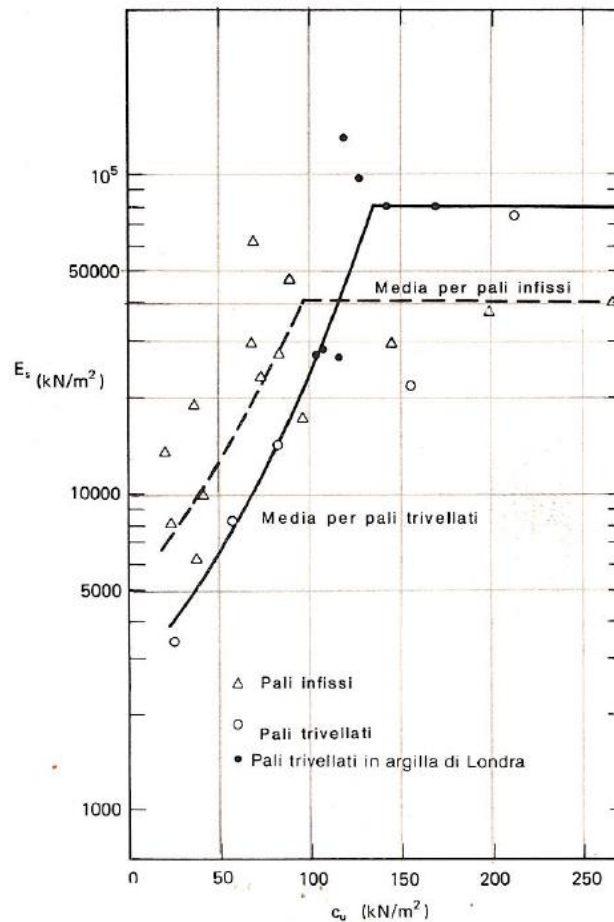



Figura 12.14 - Determinazione del modulo del terreno  $E_s$  per pali in terreni coesivi

Cautelativamente ed a favore di sicurezza i valori di  $E_s$  sono stati determinati con riferimento ai valori minimi di  $c_u$  che caratterizzano ciascuna unità.

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>an</b> GRUPPO FS ITALIANE
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

### 12.2.3 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento)

In allegato si riportano le curve Resistenza di progetto Rcd – Lunghezza del palo (Lp), che consentono il dimensionamento della lunghezza del palo in funzione dei carichi di progetto Fcd.

I valori di Fcd, Ftd e Fcd<sub>gr</sub> considerati nelle verifiche, sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Le tabelle seguenti illustrano i risultati delle verifiche effettuate in termini di coefficienti di utilizzo, dati dal rapporto tra le azioni agenti e le resistenze di calcolo; affinché le verifiche siano soddisfatte è necessario che il valore del coefficiente di utilizzo sia non maggiore di uno.

RIEPILOGO RISULTATI		PALI SOGGETTI A TRAZIONE																		
Stratigrafia	Allineamenti	Lp [m]	PARAMETRI MEDI			PARAMETRI MINIMI			ENV	Edc [kN]	c.u. %	MEDI			MINIMI			ENV		
			Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]				Rtd [kN]	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Edt [kN]	c.u. %				
STR1	SPA	40.0	4441	885	4969	4431	622	4651	4651	3173	68%	3466	3505	3466	0	0%				
STR2	PILE DA P1 A P3	42.0	5264	924	5815	5184	663	5426	5426	4349	80%	4058	4049	4049	0	0%				
	P4	42.0	5264	924	5815	5184	663	5426	5426	4050	75%	4058	4049	4049	0	0%				
STR3	PILA P5	42.0	5775	1102	6599	5521	700	5866	5866	4050	69%	4321	4219	4219	0	0%				
STR4	SPB	30.0	3837	2562	6162	3624	1258	4587	4587	3367	73%	2924	2832	2832	0	0%				

Tabella 12.3 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione (sfilamento)

RIEPILOGO RISULTATI		PALI SOGGETTI A TRAZIONE											
Stratigrafia	Allineamenti	D [m]	i [m]	npali	η (%)	MEDI		MINIMI		ENV		Edc [kN]	c.u. %
						Rcd,gr med [kN]	Rcd,gr min [kN]	Rcd,gr [kN]	Rcd,gr [kN]				
STR1	SPA	1.20	3.80	16	71%	56278	52682	52682	48608	92%			
STR2	PILE DA P1 A P3	1.20	3.60	16	69%	64449	60138	60138	57469	96%			
	P4	1.20	3.60	16	69%	64449	60138	60138	52176	87%			
STR3	PILA P5	1.20	3.60	16	69%	73143	65020	65020	52176	80%			
STR4	SPB	1.20	3.60	16	69%	68302	50846	50846	48024	94%			

Tabella 12.4 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali di compressione

### 12.2.4 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale


In allegato si riportano le curve Resistenza di progetto Rtr,d – Momento di plasticizzazione testa palo (MRd), che consentono il dimensionamento della lunghezza del palo in funzione dei carichi di progetto Ftr,d.

I valori di Ftr,d considerati nelle verifiche sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Per la verifica del palo singolo, come illustrato in precedenza, si considera un valore della forza trasversale di progetto SLU amplificata del 20% rispetto a quella fornita dalla risoluzione della palificata.

Il momento ultimo, considerato per la valutazione della resistenza media della palificata è quello corrispondente allo sforzo normale medio.

La tabella seguente illustra i risultati delle verifiche effettuate in termini di coefficienti di utilizzo, dati dal rapporto tra le azioni e le resistenze di calcolo; affinché le verifiche siano soddisfatte è necessario che il valore del coefficiente di utilizzo sia non maggiore di uno.

S.S.291 "Della Nurra"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

RIEPILOGO RISULTATI		PALO SINGOLO				PALIFICATA				
Stratigrafia	Allineamenti	My (kNm)	Rtr,d (kN)	Ftr,d (kN)	c.u.1	npali	η (%)	Rtr,dgr (kN)	Ftr,dgr (kN)	c.u.gr
STR1	SPA	4375	1831	1043	57%	16	80%	23441	16688	71%
	SPB		1831	964	53%				15424	66%
STR2	PILE	2234	1276	243	19%	16	80%	16337	3888	24%

Tabella 12.5 – Riepilogo risultati verifiche di classe per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi dei carichi trasversali

### 12.2.5 Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata


In allegato si riporta il calcolo dei cedimenti per i pali singoli e per le palificate.

Si è fatto riferimento al comportamento di [palo sospeso su strato di spessore indefinito](#).

Si ottiene quanto segue:

RIEPILOGO RISULTATI			
Allineamenti	Nmax (kN)	w palo singolo (mm)	w palificata (mm)
<b>SPALLA SPA</b>	2353	5.3	18.3
<b>PILE DA P1 A P4</b>	3200	7.4	25.5
<b>PILE P5</b>	2970	4.2	14.6
<b>SPALLA SPB</b>	2489	4.8	16.4

I valori ottenuti sono contenuti e compatibili con la funzionalità dell'opera.

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</b>	

## 13 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 NTC08)

### 13.1 Tipo di analisi svolte

Le analisi strutturali e le verifiche per il dimensionamento delle strutture sono state condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato effettuato ricorrendo a modelli piani in cui gli elementi strutturali sono stati schematizzati come elementi monodimensionali di tipo "beam".

I vincoli esterni sono costituiti da semplici appoggi.

Le sollecitazioni sismiche sono calcolate attraverso analisi dinamica lineare.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui le opere saranno soggette.

### 13.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

#### ANALISI STRUTTURALE

Nome del Software: SAP2000 14 Advanced

Produttore CSI Computer & Structures, Inc 1995 University Avenue Berkley, CA

Licenza concessa a VIA INGEGNERIA s.r.l. – Licenza N° S15307

### 13.3 Affidabilità dei codici di calcolo


Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene esaurienti descrizioni delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati con l'individuazione dei campi d'impiego.

### 13.4 Modalità di presentazione dei risultati

Le relazioni di calcolo strutturale presentano i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Le relazioni di calcolo illustrano in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

### 13.5 Informazioni generali sull'elaborazione


Il codice di calcolo SAP2000 consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

### **13.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, il Progettista delle Strutture asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

**14 ALLEGATO 1 – MODELLO SOTTOSTRUTTURE: CARATTERISTICHE GEOMETRICO- INERZIALI IN FASE DI ANALISI**



Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	Armatura soletta in c.a.											Trave isolata					Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=nrit.					Trave composta - n=n0					
	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	Ix (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	Ixs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	Ixa (m4)	Iya (m4)	Ja (m4)	Ai (mq)	yG (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Ar (mq)	yG (m)	Ixr (m4)	Iyr (m4)	Ji (m4)	A0 (mq)	yG (m)	Ix0 (m4)	Iy0 (m4)	Ji (m4)
1	0.540	1.5306	0.186	0.008066592	0.009739	0.260	0.009739	0.080	0.019478	0.170	0.000157771	2.400	0.1468	1.011	0.15033	0.009632	0.000077	0.267802	1.721	0.315077	3.63544	0.000080	0.263418	1.707	0.31172	3.580292	0.000080	0.414672	2.028	0.38679	5.482709	0.000121






Sez	Brinf (m)	Armatura soletta in c.a.										Trave isolata					Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=nrit.					Trave composta - n=n0					
		A (mq)	yGc (m)	lx (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	lxs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	lxa (m4)	lya (m4)	Ja (m4)	Ai (mq)	yG (m)	lxi (m4)	lyi (m4)	Ji (m4)	Ar (mq)	yG (m)	lxr (m4)	lyr (m4)	Ji (m4)	A0 (mq)	yG (m)	lx0 (m4)	ly0 (m4)	Ji (m4)
68	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.438	0.2185	1.044	0.241003	0.015776	0.000321	0.362939	1.673	0.459163	5.331172	0.000325	0.358018	1.660	0.454621	5.252567	0.000325	0.527771	1.970	0.56263	7.964185	0.000380
69	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.505	0.2202	1.074	0.25593	0.015776	0.000321	0.364699	1.715	0.485245	5.359335	0.000326	0.359778	1.701	0.480457	5.28073	0.000325	0.529531	2.019	0.594487	7.992349	0.000381
70	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.610	0.2230	1.121	0.279976	0.015776	0.000322	0.367419	1.780	0.527092	5.402849	0.000326	0.362498	1.766	0.521909	5.324424	0.000326	0.532251	2.095	0.645619	8.035862	0.000381
71	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.752	0.2266	1.184	0.31444	0.015776	0.000323	0.367419	1.780	0.527092	5.402849	0.000326	0.362498	1.766	0.521909	5.324424	0.000326	0.532251	2.095	0.645619	8.035862	0.000381
72	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.869	0.2297	1.237	0.344675	0.015776	0.000324	0.260227	1.450	0.434143	5.510489	0.000328	0.260227	1.450	0.434143	5.431884	0.000327	0.260227	1.450	0.434143	8.143503	0.000383
73	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.967	0.2530	1.278	0.412483	0.021267	0.000400	0.28353	1.480	0.508695	5.888816	0.000404	0.28353	1.480	0.508695	5.810211	0.000404	0.28353	1.480	0.508695	8.52183	0.000460
74	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	3.146	0.2576	1.359	0.468893	0.021267	0.000401	0.288171	1.568	0.575601	5.963073	0.000406	0.288171	1.568	0.575601	5.884467	0.000405	0.288171	1.568	0.575601	8.596086	0.000461
75	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.03717	0.257	0.018585	0.083	0.055755	0.199	0.00037512	3.381	0.2638	1.465	0.549622	0.021267	0.000403	0.319513	1.834	0.755887	6.061124	0.000407	0.319513	1.834	0.755887	5.982519	0.000406	0.319513	1.834	0.755887	8.694138	0.000462
76	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.03717	0.257	0.018585	0.083	0.055755	0.199	0.00037512	3.381	0.2638	1.465	0.549622	0.021267	0.000403	0.319513	1.834	0.755887	6.061124	0.000407	0.319513	1.834	0.755887	5.982519	0.000406	0.319513	1.834	0.755887	8.694138	0.000462
77	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	3.146	0.2576	1.359	0.468893	0.021267	0.000401	0.288171	1.568	0.575601	5.963073	0.000406	0.288171	1.568	0.575601	5.884467	0.000405	0.288171	1.568	0.575601	8.596086	0.000461
78	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.967	0.2530	1.278	0.412483	0.021267	0.000400	0.28353	1.480	0.508695	5.888816	0.000404	0.28353	1.480	0.508695	5.810211	0.000404	0.28353	1.480	0.508695	8.52183	0.000460
79	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.869	0.2297	1.237	0.344675	0.015776	0.000324	0.260227	1.450	0.434143	5.510489	0.000328	0.260227	1.450	0.434143	5.431884	0.000327	0.260227	1.450	0.434143	8.143503	0.000383
80	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.752	0.2266	1.184	0.31444	0.015776	0.000323	0.25718	1.393	0.397571	5.461734	0.000327	0.25718	1.393	0.397571	5.383129	0.000326	0.25718	1.393	0.397571	8.094747	0.000382
81	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.610	0.2230	1.121	0.279976	0.015776	0.000322	0.367419	1.780	0.527092	5.402849	0.000326	0.362498	1.766	0.521909	5.324424	0.000326	0.532251	2.095	0.645619	8.035862	0.000381
82	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.505	0.2202	1.074	0.25593	0.015776	0.000321	0.364699	1.715	0.485245	5.359335	0.000326	0.359778	1.701	0.480457	5.28073	0.000325	0.529531	2.019	0.594487	7.992349	0.000381
83	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.438	0.2185	1.044	0.241003	0.015776	0.000321	0.362939	1.673	0.459163	5.331172	0.000325	0.358018	1.660	0.454621	5.252567	0.000325	0.527771	1.970	0.56263	7.964185	0.000380
84	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.407	0.2177	1.030	0.234301	0.015776	0.000321	0.3555	1.635	0.44061	5.318214	0.000325	0.350579	1.621	0.436001	5.239608	0.000324	0.520332	1.938	0.544905	7.951227	0.000380
85	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.400	0.1527	0.974	0.155531	0.010352	0.000094	0.290541	1.738	0.34406	4.273446	0.000098	0.28562	1.723	0.340427	4.19484	0.000097	0.455373	2.045	0.420725	6.906459	0.000153
86	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.400	0.1527	0.974	0.155531	0.010352	0.000094	0.290541	1.738	0.34406	4.273446	0.000098	0.28562	1.723	0.340427	4.19484	0.000097	0.455373	2.045	0.420725	6.906459	0.000153
87	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.400	0.1527	0.974	0.155531	0.010352	0.000094	0.290541	1.738	0.34406	4.273446	0.000098	0.28562	1.723	0.340427	4.19484	0.000097	0.455373	2.045	0.420725	6.906459	0.000153
88	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.400	0.1389	0.951	0.148578	0.010351	0.000089	0.276711	1.764	0.333857	4.052165	0.000093	0.27179	1.749	0.330442	3.973559	0.000092	0.441543	2.071	0.404599	6.685178	0.000148
89	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.400	0.1389	0.951	0.148578	0.010351	0.000089	0.276711	1.764	0.333857	4.052165	0.000093	0.27179	1.749	0.330442	3.973559	0.000092	0.441543	2.071	0.404599	6.685178	0.000148
90	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.400	0.1389	0.951	0.148578	0.010351	0.000089	0.276711	1.764	0.333857	4.052165	0.000093	0.27179	1.749	0.330442	3.973559	0.000092	0.441543	2.071	0.404599	6.685178	0.000148
91	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.400	0.1389	0.951	0.148578	0.010351	0.000089	0.276711	1.764	0.333857	4.052165	0.000093	0.27179	1.749	0.330442	3.973559	0.000092	0.441543	2.071	0.404599	6.685178	0.000148
92	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.400	0.1527	0.974	0.155531	0.010352	0.000094	0.290541	1.738	0.34406	4.273446	0.000098	0.28562	1.723	0.340427	4.19484	0.000097	0.455373	2.045	0.420725	6.906459	0.000153
93	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.400	0.1527	0.974	0.155531	0.010352	0.000094	0.290541	1.738	0.34406	4.273446	0.000098	0.28562	1.723	0.340427	4.19484	0.000097	0.455373	2.045	0.420725	6.906459	0.000153
94	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.400	0.1527	0.974	0.155531	0.010352	0.000094	0.290541	1.738	0.34406	4.273446	0.000098	0.28562	1.723	0.340427	4.19484	0.000097	0.455373	2.045	0.420725	6.906459	0.000153
95	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.01956	0.260	0.01956	0.080	0.023912	0.170	0.000193687	2.407	0.2177	1.030	0.234301	0.015776	0.000321	0.3555	1.635	0.44061	5.318214	0.000325	0.350579	1.621	0.436001	5.239608	0.000324	0.520332	1.938	0.544905	7.951227	0.000380
96	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.438	0.2185	1.044	0.241003	0.015776	0.000321	0.362939	1.673	0.459163	5.331172	0.000325	0.358018	1.660	0.454621	5.252567	0.000325	0.527771	1.970	0.56263	7.964185	0.000380
97	0.540	1.7178	0.187	0.008967596	0.018585	0.257	0.011956	0.080	0.030541	0.188	0.000227935	2.505	0.2202	1.074	0.25593	0.015776	0.000321	0.364699	1.715	0.485245	5.359335	0.000326	0.359778	1.701	0.480457	5.28073	0.000325	0.529531				

Sez	n.travi impalcato	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave- asse impalcato	soletta	Piattabanda superiore								Anima		Piattabanda inferiore								Soletta in c.a. - larghezza collaborante										
					B1 (m)	H1 (m)	B2 (m)	H2 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	spw (m)	Hw (m)	B3 (m)	H3 (m)	B4 (m)	H4 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	Int tr sx (m)	bconn (m)	Int tr dx (m)	tipo campata	Lcampata (m)	b1 (m)	b2 (m)	bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Brsup (m)
146	2	12.440	4.000	reagente	0.900	0.040	0.000	0.000	0.900	0.040	11.025	<4	0.018	2.305	0.000	0.000	1.200	0.055	1.200	0.055	10.745	<4	4.440	0.360	8.000	cb	55.000	2.040	3.820	6.220	0.240	0.070	0.540
147	2	12.440	4.000	reagente	0.900	0.040	0.000	0.000	0.900	0.040	11.025	<4	0.018	2.305	0.000	0.000	1.200	0.055	1.200	0.055	10.745	<4	4.440	0.360	8.000	cb	55.000	2.040	3.820	6.220	0.240	0.070	0.540
148	2	12.440	4.000	reagente	0.900	0.040	0.000	0.000	0.900	0.040	11.025	<4	0.018	2.305	0.000	0.000	1.200	0.055	1.200	0.055	10.745	<4	4.440	0.360	8.000	cb	55.000	2.040	3.820	6.220	0.240	0.070	0.540
149	2	12.440	4.000	reagente	0.900	0.040	0.000	0.000	0.900	0.040	10.975	<4	0.022	2.310	0.000	0.000	1.200	0.050	1.200	0.050	11.780	4	4.440	0.360	8.000	cb	55.000	2.040	3.820	6.220	0.240	0.070	0.540
150	2	12.440	4.000	reagente	0.900	0.040	0.000	0.000	0.900	0.040	10.975	<4	0.022	2.310	0.000	0.000	1.200	0.050	1.200	0.050	11.780	4	4.440	0.360	8.000	cb	55.000	2.040	3.820	6.220	0.240	0.070	0.540

Sez	Armatura soletta in c.a.					Trave isolata						Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=nrit.					Trave composta - n=n0										
	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	Ix (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	Ixs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	Ixa (m4)	Iya (m4)	Ja (m4)	Ai (mq)	yG (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Ar (mq)	yG (m)	Ixr (m4)	Iyr (m4)	Ji (m4)	A0 (mq)	yG (m)	Ix0 (m4)	Iy0 (m4)	Ji (m4)
146	0.540	1.5306	0.186	0.008066592	0.009739	0.260	0.009739	0.080	0.019478	0.170	0.000157771	2.400	0.1435	0.959	0.150914	0.010351	0.000090	0.264472	1.702	0.324866	3.582879	0.000093	0.260088	1.687	0.321358	3.527731	0.000093	0.411342	2.018	0.399444	5.430148	0.000134
147	0.540	1.5306	0.186	0.008066592	0.009739	0.260	0.009739	0.080	0.019478	0.170	0.000157771	2.400	0.1435	0.959	0.150914	0.010351	0.000090	0.264472	1.702	0.324866	3.582879	0.000093	0.260088	1.687	0.321358	3.527731	0.000093	0.411342	2.018	0.399444	5.430148	0.000134
148	0.540	1.5306	0.186	0.008066592	0.009739	0.260	0.009739	0.080	0.019478	0.170	0.000157771	2.400	0.1435	0.959	0.150914	0.010351	0.000090	0.264472	1.702	0.324866	3.582879	0.000093	0.260088	1.687	0.321358	3.527731	0.000093	0.411342	2.018	0.399444	5.430148	0.000134
149	0.540	1.5306	0.186	0.008066592	0.009739	0.260	0.009739	0.080	0.019478	0.170	0.000157771	2.400	0.1468	1.011	0.15033	0.009632	0.000077	0.267802	1.721	0.315077	3.63544	0.000080	0.263418	1.707	0.31172	3.580292	0.000080	0.414672	2.028	0.38679	5.482709	0.000121
150	0.540	1.5306	0.186	0.008066592	0.009739	0.260	0.009739	0.080	0.019478	0.170	0.000157771	2.400	0.1468	1.011	0.15033	0.009632	0.000077	0.267802	1.721	0.315077	3.63544	0.000080	0.263418	1.707	0.31172	3.580292	0.000080	0.414672	2.028	0.38679	5.482709	0.000121

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

## **15 ALLEGATO 2 – PILA P2**

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Pila oggetto di analisi e verifica		nome	P2
Azioni trasmesse da impalcato (0 = Analisi semplificata - 1 = Analisi FEM)		Analisi	1
<b>Geometria impalcato</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Lunghezza complessiva viadotto	Ltot	m	391.50
Lunghezza campata sx	Lsx	m	70
Lunghezza campata dx	Ldx	m	70
Larghezza impalcato	Bimp	m	14.00
Altezza impalcato da piano viario ad intradosso	Himp	m	3.92
Distanza media tra intradosso impalcato e testa baggioli	Happ	m	0.30
Altezza media baggioli	Hbag	m	0.53
eccentricità trasversale dell'impalcato rispetto all'asse della pila (+ verso sx)	etimp	m	0.00
Distanza tra pila e punto a spostamento nullo impalcato	Lall	m	70.00
<b>Dati isolatori elastomerici</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Rigidezza complessiva degli isolatori sulla pila in fase sismica	Kiso_sis_pila	kN/m	9420
Rigidezza complessiva del sistema di isolamento in fase sismica	Kiso_sis_tot	kN/m	53260
Rigidezza complessiva degli isolatori sulla pila in fase statica	Kiso_st_pila	kN/m	23550
Rigidezza complessiva del sistema di isolamento in fase statica	Kiso_st_tot	kN/m	133150
<b>Geometria baggioli e ritegni</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Volume cls baggioli e ritegni	Vbag	m <sup>3</sup>	2.07
<b>Geometria pulvino</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Altezza complessiva pulvino	Hpul	m	3.00
Dimensione pulvino in direzione longitudinale	Blpul	m	2.30
Volume pulvino	Vpul	m <sup>3</sup>	63.94
Altezza del baricentro delle masse pulvino da intradosso	zg_pul	m	1.74
<b>Geometria pila</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Altezza pila (compreso pulvino)	Hpil	m	8.50
Dimensione fusto pila in direzione longitudinale	Blpil	m	3.00
Area sezione fusto pila	Apil	m <sup>2</sup>	7.07
Momento d'inerzia in direzione longitudinale sezione fusto pila	Ilong	m <sup>4</sup>	3.98
Momento d'inerzia in direzione trasversale sezione fusto pila	Itrasv	m <sup>4</sup>	3.98
<b>Geometria plinto di fondazione</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Altezza plinto	Hpl	m	3.00
Dimensione plinto in direzione longitudinale	Blpl	m	12.80
Dimensione plinto in direzione trasversale	Btpl	m	12.80
Volume plinto	Vpl	m <sup>3</sup>	491.52
Altezza del rinterro sopra il plinto	Hrin	m	2.8
Volume rinterro	Vrint	m <sup>3</sup>	438.96
<b>Carichi trasmessi dall'impalcato all'estradosso pulvino (in testa pila)</b>			
<b>Peso proprio impalcato</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Peso proprio impalcato per unità di lunghezza		g1,imp	kN/m 150.50
	<b>Carico</b>	<b>fac</b>	<b>HI [KN]</b>
			<b>Ht [KN]</b>
			<b>P [KN]</b>
			<b>Mt [KNm]</b>
			<b>MI [KNm]</b>
Peso proprio impalcato	G1-a	1.00	0.0
			0.0
			10342.9
			0.0
			0.0
<b>Permanenti portati impalcato</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
peso permanenti portati per unità di lunghezza		g2,imp	kN/m 53.3
eccentricità rispetto all'asse dell'impalcato (+ verso sx)		eg2,imp	m 0.17
	<b>Carico</b>	<b>fac</b>	<b>HI [KN]</b>
			<b>Ht [KN]</b>
			<b>P [KN]</b>
			<b>Mt [KNm]</b>
			<b>MI [KNm]</b>
Permanenti portati impalcato	G2-a	1.00	0.0
			0.0
			3765.2
			0.0
			0.0
<b>Effetti del ritiro</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
deformazione da ritiro equivalente sulla sezione composta		e2,imp	0.00013
	<b>Carico</b>	<b>fac</b>	<b>HI [KN]</b>
			<b>Ht [KN]</b>
			<b>P [KN]</b>
			<b>Mt [KNm]</b>
			<b>MI [KNm]</b>
Ritiro	e2	1.00	147.0
			57.7
			0.0
			0.0
			122.0
<b>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
fattore di amplificazione dei carichi verticali distribuiti		fac_d	1.0
Reazione sulla pila da schema di carico 1 - corsia n.1 - Carichi concentrati		RQ1-c	kN 605.1
Reazione sulla pila da schema di carico 1 - corsia n.1 - Carichi distribuiti		RQ1-d	kN 2362.2
Reazione sulla pila da schema di carico 5 (folla) - Carichi distribuiti		RQf-d	kN 0.0

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Larghezza del cordolo sinistro	Bcordsx	m	0.75
Larghezza del cordolo destro	Bcorddx	m	0.75
Larghezza complessiva impalcato	Bimp	m	14.00
Larghezza della piattaforma carrabile	Bpiat	m	12.50
Numero di corsie convenzionali	ncorsie		3
Larghezza rimanente piattaforme oltre le corsie convenzionali	Bres	m	3.50
Larghezza della porzione di cordolo sx impegnata dalla folla	Bfolla sx	m	0.00
Larghezza della porzione di cordolo sx impegnata dalla folla	Bfolla sx	m	0.00

	corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla	
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.33				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.28	facD4	0.32	facD5	0.00
ecc. (m)	e1	4.75	e2	1.75	e3	-1.25	e4	-4.50	e5	6.85

	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a		0.0	0.0	5650.2	11431.7	0.0

	corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla	
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.00				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00
	e1	4.75	e2	1.75	e3	0.00	e4	0.00	e4	6.85

	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b		0.0	0.0	4026.9	15948.8	0.0

	corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla	
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.33				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.28	facD4	0.32	facD5	0.00
	e1	-4.75	e2	-1.75	e3	1.25	e4	4.50	e4	-6.85

	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c		0.0	0.0	5650.2	-11431.7	0.0

	corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla	
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.00				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00
	e1	-4.75	e2	-1.75	e3	0.00	e4	0.00	e4	-6.85

	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d		0.0	0.0	4026.9	-15948.8	0.0

**Effetti della frenatura**

	Var	unità	
Azione longitudinale di frenatura	Hq3	kN	900.0

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Frenatura	q3	230.8	0.0	0.0	0.0	191.5

**Forza centrifuga**

	Var	unità	
Raggio di curvatura tracciato (+ se provoca Mt positivo verso sx)	R	m	600.0
Azione centrifuga per singola colonna di carico	Hq4	kN	40.0

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	570.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	380.0	0.0

**Vento ad impalcato scarico**

	Var	unità	
azione del vento sull'impalcato scarico	q5-a	kN/m <sup>2</sup>	1.90
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento	Himp_lat	m	4.27
Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso	zg_lat_a	m	3.07

	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Vento ad impalcato scarico	q5-a	1.00	0.0	545.2	0.0	2127.9	0.0

**Vento ad impalcato carico**

	Var	unità	
azione del vento sull'impalcato carico	q5-b	kN/m <sup>2</sup>	2.28
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento	Himp_lat	m	6.07

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso	zg_lat_b	m	3.97				
	<b>Carico</b>	<b>fac</b>	<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Vento ad impalcato carico	q5-b	1.00	0.0	929.0	0.0	4462.1	0.0
<b>Azioni idrodinamiche</b>				<b>Var</b>	<b>unità</b>		
Azione idrodinamica - Piena di progetto TR = 200 anni				Hq6	kN	0.0	
Altezza del punto di applicazione rispetto allo spiccato della pila				zq6	m	0.00	
Inclinazione della piena rispetto all'asse trasversale della pila				αq6	°	0.00	
	<b>Carico</b>		<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Azione idrodinamica - Piena di progetto	q6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Effetti Variazione termica uniforme positiva</b>				<b>Var</b>	<b>unità</b>		
Variazione termica positiva				DT+	°	30.4	
coefficiente di dilatazione termica delle strutture d'impalcato				a	m	1.00E-05	
	<b>Carico</b>		<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Variazione termica positiva	q7-a		-487.6	-183.6	0.0	-152.4	-404.7
<b>Effetti Variazione termica uniforme negativa</b>				<b>Var</b>	<b>unità</b>		
Variazione termica negativa				DT-	°	18.6	
coefficiente di dilatazione termica delle strutture d'impalcato				a	m	1.00E-05	
	<b>Carico</b>		<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Variazione termica negativa	q7-b		298.1	112.4	0.0	93.3	247.5
<b>Resistenze passive dei vincoli</b>				<b>Var</b>	<b>unità</b>		
azione orizzontale longitudinale per resistenza passiva dei vincoli				Hq9	kN	0.0	
	<b>Carico</b>		<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Resistenze passive dei vincoli	q9		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Carichi agenti sulle strutture della pila</b>				<b>Var</b>	<b>unità</b>		
<b>Peso proprio pila</b>							
peso proprio baggioli e ritegni				g1,pila-a	kN	51.7	
peso proprio pulvino				g1,pila-b	kN	1598.6	
peso proprio fusto pila				g1,pila-c	kN	971.9	
peso proprio plinto di fondazione				g1,pila-d	kN	12288.0	
<b>Peso rinterro sopra plinto</b>				<b>Var</b>	<b>unità</b>		
peso rinterro				g2,rin	kN	7901.3	
<b>Vento su strutture pila</b>				<b>Var</b>	<b>unità</b>		
azione del vento sulla pila				q5-c	kN/m <sup>2</sup>	-1.63	
	<b>Carico</b>		<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Effetti del vento sul pulvino (alla base)	q5-c1		0.0	-11.2	0.0	-16.9	0.0
Effetti del vento sul fusto pila (alla base)	q5-c2		0.0	-26.9	0.0	-74.0	0.0
<b>Dati per analisi sismiche sottostrutture</b>				<b>Var</b>	<b>unità</b>		
Fattore di comportamento				q		1.00	
Fattore 1/q				1/q		1.00	
Accelerazione al suolo				a <sub>g</sub>	g	0.061	
Parametro F <sub>0</sub>				F <sub>0</sub>	[-]	2.976	
Tempo T <sub>c</sub> *				T <sub>c</sub> *	sec	0.371	
Parametro F <sub>v</sub>				F <sub>v</sub>		0.99	
accelerazione al suolo				a <sub>g</sub>	m/sec <sup>2</sup>	0.60	
Categoria di Sottosuolo				Cat_S		D	
Parametro S <sub>s</sub>				S <sub>s</sub>		1.80	
Parametro C <sub>c</sub>				C <sub>c</sub>		2.05	
Categoria topografica				Cat_T		T1	
Parametro S <sub>T</sub>				S <sub>T</sub>		1.00	
Parametro S				S		1.80	
Periodo T <sub>B</sub>				T <sub>B</sub>	sec	0.254	
Periodo T <sub>C</sub>				T <sub>C</sub>	sec	0.761	



**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Periodo $T_D$	$T_D$	sec	1.844
Accelerazione spettrale per $T=T_B$ $a_g S \eta F_0$	$Se(T_B)$	m/sec <sup>2</sup>	3.21
Accelerazione spettrale per $T=T_C$ $a_g S \eta F_0$	$Se(T_C)$	m/sec <sup>2</sup>	3.21
Accelerazione spettrale per $T=T_D$ $a_g S \eta 2.5 T_C/T_D$	$Se(T_D)$	m/sec <sup>2</sup>	1.32

**Analisi sismica sottostrutture agli SLV- direzione longitudinale**

	Var	unità	dir. Long.
Massa dell'oscillatore equivalente: $M = (P_{bag} + P_{pul} + 0.3 \times P_{pil}) / 9.81$	M	kN / (m/sec <sup>2</sup> )	197.9
numero fusti pila reagenti	nfusti	[-]	1
Momento d'inerzia della sez.reagente nella dir. Di analisi	Ireg	m <sup>4</sup>	3.9761
Fattore di riduzione per sezioni fessurate	fac_rid	%	50%
Momento d'inerzia della sez.fessurata nella dir. Di analisi	Ireg	m <sup>4</sup>	1.988
Modulo elastico calcestruzzo fusto pila	Ec	MPa	33346
Altezza dell'oscillatore equivalente	hosc	m	7.24
Rigidità della pila: $nfusti \times (3 E \times I_{fess} / H_{pil}^3)$	Kh tot	kN/m	523831
Periodo equivalente dell'oscillatore semplice	$T_{is}$	sec	0.122
accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$Se(T_{is})$	m/sec <sup>2</sup>	2.10
Forza complessiva agente sulle sottostrutture	HSLV.p-X	kN	416

**Analisi sismica sottostrutture agli SLV- direzione trasversale**

	Var	unità	dir. Trasn.
Massa dell'oscillatore equivalente: $M = (P_{bag} + P_{pul} + 0.3 \times P_{pil}) / 9.81$	M	kN / (m/sec <sup>2</sup> )	197.9
numero fusti pila reagenti	nfusti	[-]	1
Momento d'inerzia della sez.reagente nella dir. Di analisi	Ireg	m <sup>4</sup>	3.9761
Fattore di riduzione per sezioni fessurate	fac_rid	%	50%
Momento d'inerzia della sez.fessurata nella dir. Di analisi	Ireg	m <sup>4</sup>	1.988
Modulo elastico calcestruzzo fusto pila	Ec	MPa	33346
Altezza della pila	hpil	m	7.24
Rigidità della pila: $nfusti \times (3 E \times I_{fess} / H_{pil}^3)$	Kh tot	kN/m	523831
Periodo equivalente dell'oscillatore semplice	$T_{is}$	sec	0.122
accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$Se(T_{is})$	m/sec <sup>2</sup>	2.10
Forza complessiva agente sulle sottostrutture	HSLV.p-Y	kN	416

**Sisma orizzontale su strutture di fondazione**

	Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico orizzontale $kh = a_g S$	kh		0.11

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Effetti sisma long. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-x	2216.8	0.0	0.0	0.0	4626.5
Effetti sisma trasv. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-y	0.0	2216.8	0.0	4626.5	0.0

**Analisi sismica sottostrutture agli SLV- direzione verticale**

	Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico verticale al pianerottolo $kv = a_g S \eta F_v$	kv		0.11
Azione sismica sul pulvino + baggioli + ritegni	HSLV.p-Z1	kN	179.8
Azione sismica sul fusto pila	HSLV.p-Z2	kN	105.9
Azione sismica sul plinto di fondazione + rinterro	HSLV.p-Z3	kN	2199.7

**Sisma longitudinale - Impalcato isolato**

	Var	unità	dir. Long.
azione orizzontale longitudinale trasmessa dagli isolatori agli SLV	Hsis-long	kN	867.4

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma longitudinale	ESLV-X	867.4	0.0	0.0	0.0	719.9

**Sisma trasversale - Impalcato isolato**

	Var	unità	dir. Long.
azione orizzontale trasversale trasmessa dagli isolatori agli SLV	Hsis-trasv	kN	941.5
altezza del centro di massa rispetto all'intradosso dell'impalcato	zg	m	3.14

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	941.5	0.0	3734.1	0.0

**Sisma verticale - Impalcato isolato**

	Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico verticale al pianerottolo	kv		0.11
azione verticale trasmessa dagli isolatori agli SLV	Psis	kN	211.8

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	211.8	0.0	0.0

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

**Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato all'estradosso pulvino (testa pila)**

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	10342.9	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	3765.2	0.0	0.0
Ritiro	e2	147.0	57.7	0.0	0.0	122.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	5650.2	11431.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	4026.9	15948.8	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	5650.2	-11431.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	4026.9	-15948.8	0.0
Frenatura	q3	230.8	0.0	0.0	0.0	191.5
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	570.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	380.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	545.2	0.0	2127.9	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	929.0	0.0	4462.1	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	-487.6	-183.6	0.0	-152.4	-404.7
Variazione termica negativa	q7-b	298.1	112.4	0.0	93.3	247.5
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	867.4	0.0	0.0	0.0	719.9
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	941.5	0.0	3734.1	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	211.8	0.0	0.0

**Azioni all'intradosso del pulvino (testa fusto pila)**

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	10342.9	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	1650.3	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	3765.2	0.0	0.0
Ritiro	e2	147.0	57.7	0.0	173.0	563.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	5650.2	11431.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	4026.9	15948.8	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	5650.2	-11431.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	4026.9	-15948.8	0.0
Frenatura	q3	230.8	0.0	0.0	0.0	883.9
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	930.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	620.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	533.9	0.0	3746.6	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	917.8	0.0	7232.3	0.0
Azione idrodinamica	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	-487.6	-183.6	0.0	-703.1	-1867.5
Variazione termica negativa	q7-b	298.1	112.4	0.0	430.5	1141.9
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1283.3	0.0	0.0	0.0	4570.0
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1357.4	0.0	7806.3	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	391.6	0.0	0.0

**Azioni allo spiccato del fusto pila**

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	10342.9	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	2622.2	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	3765.2	0.0	0.0
Ritiro	e2	147.0	57.7	0.0	490.2	1371.4
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	5650.2	11431.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	4026.9	15948.8	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	5650.2	-11431.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	4026.9	-15948.8	0.0
Frenatura	q3	230.8	0.0	0.0	0.0	2153.1
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	1590.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	1060.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	507.0	0.0	6609.3	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	890.9	0.0	12206.1	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	-487.6	-183.6	0.0	-1712.8	-4549.3
Variazione termica negativa	q7-b	298.1	112.4	0.0	1048.6	2781.6
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1283.3	0.0	0.0	0.0	11628.4
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1357.4	0.0	15272.2	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	497.5	0.0	0.0

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

**Azioni all'intradosso del plinto di fondazione**

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	10342.9	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	14910.2	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	3765.2	0.0	0.0
Permanenti portati rinterro	G2-b	0.0	0.0	7901.3	0.0	0.0
Ritiro	e2	147.0	57.7	0.0	663.2	1812.3
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	5650.2	11431.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	4026.9	15948.8	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	5650.2	-11431.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	4026.9	-15948.8	0.0
Frenatura	q3	230.8	0.0	0.0	0.0	2845.4
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	1950.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	1300.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	507.0	0.0	8130.4	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	890.9	0.0	14878.7	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	-487.6	-183.6	0.0	-2263.6	-6012.1
Variazione termica negativa	q7-b	298.1	112.4	0.0	1385.8	3676.0
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	3500.1	0.0	0.0	0.0	20105.0
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	3574.2	0.0	23971.0	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	2697.1	0.0	0.0

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE  
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

Allineamento: P2

**RIEPILOGO AZIONI AL BARICENTRO DELLA PALIFICATA**

		HI [kN]	Ht [kN]	P [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0	0	10343	0	0
Peso proprio pila	G1-b	0	0	14910	0	0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0	0	3765	0	0
Permanenti portati rinterro	G2-b	0	0	7901	0	0
Ritiro	e2	147	58	0	663	1812
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0	0	5650	11432	0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-sx	Q1-b	0	0	4027	15949	0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0	0	5650	-11432	0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-dx	Q1-d	0	0	4027	-15949	0
Frenatura	q3	231	0	0	0	2845
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0	120	0	1950	0
Azione centrifuga - Combinazioni Mtxmax	q4-b	0	80	0	1300	0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0	507	0	8130	0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0	891	0	14879	0
Azioni idrodinamiche	q6	0	0	0	0	0
Variazione termica positiva	q7-a	-488	-184	0	-2264	-6012
Variazione termica negativa	q7-b	298	112	0	1386	3676
Resistenze passive dei vincoli	q9	0	0	0	0	0
Sisma longitudinale	ESLV-X	3500	0	0	0	20105
Sisma trasversale	ESLV-Y	0	3574	0	23971	0
Sisma verticale	ESLV-Z	0	0	2697	0	0

Peso proprio impalcato	G1-b
Peso proprio pila	G1-b
Permanenti portati impalcato	G2-a
Permanenti portati rinterro	G2-b
Ritiro	e2
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-sx	Q1-b
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-dx	Q1-d
Frenatura	q3
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a
Azione centrifuga - Combinazioni Mtxmax	q4-b
Vento ad impalcato scarico	q5-a
Vento ad impalcato carico	q5-b
Variazione termica positiva	q7-a
Variazione termica negativa	q7-b
Resistenze passive dei vincoli	q9
Sisma longitudinale	q6.i-X
Sisma trasversale	q6.i-Y
Sisma verticale	q6.i-Z

**COMBINAZIONI DI CARICO**

**MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI**

	q1								S.L.U.								q3								
	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Peso proprio impalcato	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Peso proprio pila	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Permanenti portati impalcato	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Permanenti portati rinterro	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Ritiro	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-sx	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
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	0.00	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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 centrifuga - Combinazioni Mtxmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90
Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00
Variazione termica negativa	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00
Resistenze passive dei vincoli	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

					S.L.U.				q5										
					q4														
Peso proprio impalcato	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Peso proprio pila	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Permanenti portati impalcato	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Permanenti portati rinterro	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Ritiro	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	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 centrifuga - Combinazioni Mtmax	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Variazione termica negativa	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00
Resistenze passive dei vincoli	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					S.L.U.														
					q6														
Peso proprio impalcato	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Peso proprio pila	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Permanenti portati impalcato	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Permanenti portati rinterro	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Ritiro	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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 centrifuga - Combinazioni Mtmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni idrodinamiche	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Variazione termica positiva	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica negativa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenze passive dei vincoli	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
					ESLV-X				ESLV-Y										
Peso proprio impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio pila	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati rinterro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ritiro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

Azioni var. Verticali. Comb. Mymax-sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mymax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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 centrifuga - Combinazioni Mymax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
Variazione termica negativa	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
Resistenze passive dei vincoli	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Sisma longitudinale	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30
Sisma trasversale	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00
Sisma verticale	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30

**S.L.E.car**

				<b>q1</b>									<b>q3</b>				
Peso proprio impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio pila	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati rinterro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ritiro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mymax-sx	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mymax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
Frenatura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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 centrifuga - Combinazioni Mymax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Variazione termica negativa	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Resistenze passive dei vincoli	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**S.L.E.car**

				<b>q4</b>									<b>q5</b>				
Peso proprio impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio pila	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati rinterro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ritiro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mymax-sx	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mymax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Mymax	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
Variazione termica negativa	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
Resistenze passive dei vincoli	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**S.L.E.car**  
**q6**

Peso proprio impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio pila	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati rinterro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ritiro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
Frenatura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.00
Azioni idrodinamiche	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variazione termica positiva	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica negativa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenze passive dei vincoli	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**S.L.E.freq**

				<b>q1</b>							<b>q5</b>					<b>S.L.E.qp</b>	
Peso proprio impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio pila	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati rinterro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ritiro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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 centrifuga - Combinazioni Mmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50
Variazione termica negativa	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
Resistenze passive dei vincoli	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

**SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

	<b>S.L.U.</b>																	
					<b>q1</b>									<b>q3</b>				
HI	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445	-574	756	-574	756	-574	756	-574	756		
Ht	706	972	706	972	-898	-631	-898	-631	706	972	706	972	-898	-631	-898	-631		
P	57469	57469	55278	55278	57469	57469	55278	55278	55562	55562	53919	53919	55562	55562	53919	53919		
Mx	27582	30867	33680	36965	-30065	-26780	-36163	-32879	23724	27009	28298	31582	-26207	-22922	-30780	-27496		
My	-3236	5483	-3236	5483	-3236	5483	-3236	5483	-7077	9325	-7077	9325	-7077	9325	-7077	9325		
	<b>S.L.U.</b>																	
					<b>q4</b>									<b>q5</b>				
Fx	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445		
Fy	868	1134	814	1080	-736	-469	-790	-523	1240	1507	1240	1507	-1432	-1166	-1432	-1166		
Fz	55562	55562	53919	53919	55562	55562	53919	53919	55562	55562	53919	53919	55562	55562	53919	53919		
Mx	26357	29641	30053	33337	-23574	-20290	-29025	-25741	32651	35936	37225	40509	-35134	-31850	-39708	-36423		
My	-3236	5483	-3236	5483	-3236	5483	-3236	5483	-3236	5483	-3236	5483	-3236	5483	-3236	5483		
	<b>S.L.U.</b>																	
					<b>q7</b>													
Fx	176	176	176	176	176	176	176	176										
Fy	69	69	69	69	69	69	69	69										
Fz	55562	55562	53919	53919	55562	55562	53919	53919										
Mx	12370	12370	16944	16944	-10779	-10779	-15352	-15352										
My	2175	2175	2175	2175	2175	2175	2175	2175										
	<b>S.L.V.</b>																	
					<b>q6.x</b>									<b>q6.y</b>				
Fx	3707	3707	3707	3707	-3451	-3451	-3451	-3451	1257	1257	-1001	-1001	1257	1257	-1001	-1001		
Fy	1152	1152	-992	-992	1093	1093	-1051	-1051	3654	3654	3595	3595	-3494	-3494	-3553	-3553		
Fz	37729	36110	37729	36110	37729	36110	37729	36110	37729	36110	37729	36110	37729	36110	37729	36110		
Mx	8132	8132	-6251	-6251	7402	7402	-6981	-6981	24911	24911	24182	24182	-23031	-23031	-23761	-23761		
My	22653	22653	22653	22653	-19495	-19495	-19495	-19495	8579	8579	-5422	-5422	8579	8579	-5422	-5422		
	<b>S.L.E.car</b>																	
					<b>q1</b>									<b>q3</b>				
Fx	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326	-376	557	-376	557	-376	557	-376	557		
Fy	482	660	482	660	-587	-409	-587	-409	482	660	482	660	-587	-409	-587	-409		
Fz	42570	42570	40946	40946	42570	42570	40946	40946	41157	41157	39940	39940	41157	41157	39940	39940		
Mx	19664	21854	24181	26371	-21054	-18864	-25571	-23381	16806	18996	20194	22384	-18196	-16006	-21584	-19394		
My	-1795	4018	-1795	4018	-1795	4018	-1795	4018	-4640	6863	-4640	6863	-4640	6863	-4640	6863		
	<b>S.L.E.car</b>																	
					<b>q4</b>									<b>q5</b>				
Fx	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326		
Fy	602	780	562	740	-467	-289	-507	-329	838	1016	838	1016	-943	-766	-943	-766		
Fz	41157	41157	39940	39940	41157	41157	39940	39940	41157	41157	39940	39940	41157	41157	39940	39940		
Mx	18756	20946	21494	23684	-16246	-14056	-20284	-18094	22758	24947	26145	28335	-24147	-21958	-27535	-25346		
My	-1795	4018	-1795	4018	-1795	4018	-1795	4018	-1795	4018	-1795	4018	-1795	4018	-1795	4018		



**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

S.L.E.car															
q7															
Fx	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147	147
Fy	592	592	592	592	592	-477	-477	-477	-477	-477	-477	-477	-477	-477	-477
Fz	41157	41157	39940	39940	41157	41157	39940	39940	41157	41157	39940	39940	41157	41157	39940
Mx	18164	18164	21552	21552	-16838	-16838	-20226	-20226	-16838	-16838	-20226	-20226	-16838	-16838	-20226
My	1812	1812	1812	1812	1812	1812	1812	1812	1812	1812	1812	1812	1812	1812	1812

S.L.E.freq															
q1				q5				S.L.E.qp							
Fx	-97	296	-97	296	-97	296	-97	296	-97	296	-97	296	-97	296	296
Fy	-34	114	-34	114	-34	114	-34	114	67	215	-136	12	-34	114	114
Fz	41157	41157	39940	39940	41157	41157	39940	39940	36920	36920	36920	36920	36920	36920	36920
Mx	8105	9930	11493	13318	-9042	-7218	-12430	-10605	1158	2982	-2095	-270	-469	1356	1356
My	-1194	3650	-1194	3650	-1194	3650	-1194	3650	-1194	3650	-1194	3650	-1194	3650	3650

**CALCOLO AZIONI SUI PALI**

*N.B. File - Direzione longitudinale*

Geometria della palificata							Plinto		
PALO	Xp	Yp	trasv Jxi	long Jyi	trasv Yp/SJxi	long Xp/SJyi	X	Y	
1	-5.40	-5.40	29.1600	29.1600	-0.021	-0.021	-6.400	6.40	
2	-5.40	-1.80	3.2400	29.16	-0.007	-0.021	6.400	6.40	
3	-5.40	1.80	3.2400	29.16	0.007	-0.021	6.400	-6.40	
4	-5.40	5.40	29.1600	29.16	0.021	-0.021	-6.400	-6.40	
5	-1.80	-5.40	29.1600	3.24	-0.021	-0.007	-6.40	6.40	
6	-1.80	-1.80	3.2400	3.24	-0.007	-0.007			
7	-1.80	1.80	3.2400	3.24	0.007	-0.007			
8	-1.80	5.40	29.1600	3.24	0.021	-0.007			
9	1.80	-5.40	29.1600	3.24	-0.021	0.007			
10	1.80	-1.80	3.2400	3.24	-0.007	0.007			
11	1.80	1.80	3.2400	3.24	0.007	0.007			
12	1.80	5.40	29.1600	3.24	0.021	0.007			
13	5.40	-5.40	29.1600	29.16	-0.021	0.021			
14	5.40	-1.80	3.2400	29.16	-0.007	0.021			
15	5.40	1.80	3.2400	29.16	0.007	0.021			
16	5.40	5.40	29.1600	29.16	0.021	0.021			
<b>16</b>			<b>259.20</b>	<b>259.20</b>					

S.L.U.																
CARICO ASSIALE																
q1				q3												
PALO																
1	3085	2835	2821	2571	4286	4036	4276	4026	3126	2716	2928	2518	4166	3756	4159	3748
2	3468	3263	3288	3084	3868	3664	3773	3569	3455	3091	3321	2956	3802	3438	3731	3367
3	3851	3692	3756	3597	3450	3292	3271	3112	3785	3466	3714	3395	3438	3119	3304	2985
4	4234	4121	4224	4111	3033	2920	2769	2656	4114	3841	4107	3834	3074	2801	2876	2603
5	3040	2911	2776	2647	4241	4112	4231	4102	3028	2845	2830	2647	4068	3885	4060	3878
6	3423	3339	3243	3160	3823	3740	3728	3645	3357	3220	3223	3086	3704	3567	3633	3496

## LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE

## RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

7	3806	3768	3711	3673	3406	3368	3226	3188	3687	3595	3616	3524	3340	3249	3205	3114
8	4189	4197	4179	4187	2988	2996	2724	2732	4016	3971	4009	3963	2976	2930	2778	2732
9	2995	2987	2731	2723	4196	4188	4186	4178	2929	2975	2731	2777	3969	4015	3962	4008
10	3378	3416	3198	3236	3778	3816	3684	3721	3259	3350	3124	3215	3605	3697	3535	3626
11	3761	3844	3666	3750	3361	3444	3181	3265	3588	3725	3517	3654	3242	3378	3107	3244
12	4144	4273	4134	4263	2943	3072	2679	2808	3918	4100	3910	4093	2878	3060	2680	2862
13	2950	3063	2686	2799	4151	4264	4141	4254	2831	3104	2633	2906	3871	4144	3864	4137
14	3333	3492	3154	3312	3733	3892	3639	3797	3160	3479	3026	3345	3507	3826	3436	3755
15	3716	3920	3621	3826	3316	3520	3136	3341	3490	3854	3419	3784	3143	3508	3009	3373
16	4099	4349	4089	4339	2898	3148	2634	2884	3819	4230	3812	4222	2779	3189	2581	2991
<b>Nmax</b>	<b>4234</b>	<b>4349</b>	<b>4224</b>	<b>4339</b>	<b>4286</b>	<b>4264</b>	<b>4276</b>	<b>4254</b>	<b>4114</b>	<b>4230</b>	<b>4107</b>	<b>4222</b>	<b>4166</b>	<b>4144</b>	<b>4159</b>	<b>4137</b>
<b>Nmin</b>	<b>2950</b>	<b>2835</b>	<b>2686</b>	<b>2571</b>	<b>2898</b>	<b>2920</b>	<b>2634</b>	<b>2656</b>	<b>2831</b>	<b>2716</b>	<b>2633</b>	<b>2518</b>	<b>2779</b>	<b>2801</b>	<b>2581</b>	<b>2603</b>
<b>TAGLIO</b>																
taglio Vx	-16	28	-16	28	-16	28	-16	28	-36	47	-36	47	-36	47	-36	47
taglio Vy	44	61	44	61	-56	-39	-56	-39	44	61	44	61	-56	-39	-56	-39
<b>V</b>	<b>47</b>	<b>67</b>	<b>47</b>	<b>67</b>	<b>58</b>	<b>48</b>	<b>58</b>	<b>48</b>	<b>57</b>	<b>77</b>	<b>57</b>	<b>77</b>	<b>67</b>	<b>62</b>	<b>67</b>	<b>62</b>

## S.L.U.

CARICO ASSIALE									S.L.U.							
PALO									q4				q5			
1	2991	2741	2811	2561	4031	3781	4042	3792	2860	2610	2662	2412	4272	4022	4265	4015
2	3357	3153	3229	3024	3704	3499	3639	3434	3313	3109	3179	2974	3784	3580	3713	3509
3	3723	3564	3646	3487	3376	3218	3236	3077	3767	3608	3696	3537	3296	3137	3162	3003
4	4089	3976	4063	3950	3049	2936	2833	2719	4220	4107	4213	4100	2808	2695	2610	2497
5	2946	2817	2766	2637	3986	3857	3997	3868	2815	2686	2617	2488	4227	4098	4220	4091
6	3312	3229	3184	3100	3659	3575	3594	3511	3268	3185	3134	3051	3739	3656	3668	3585
7	3678	3640	3601	3563	3331	3294	3191	3153	3722	3684	3651	3613	3251	3213	3117	3079
8	4044	4052	4018	4026	3004	3012	2788	2796	4175	4183	4168	4176	2763	2771	2565	2573
9	2901	2893	2721	2713	3941	3933	3952	3944	2770	2762	2572	2564	4182	4174	4175	4167
10	3267	3305	3139	3176	3614	3652	3549	3587	3223	3261	3089	3127	3694	3732	3623	3661
11	3633	3717	3556	3640	3286	3370	3146	3229	3677	3760	3606	3689	3206	3290	3072	3155
12	3999	4128	3974	4103	2959	3088	2743	2872	4130	4259	4123	4252	2718	2847	2520	2649
13	2856	2969	2676	2790	3896	4010	3907	4020	2725	2838	2527	2640	4137	4250	4130	4243
14	3222	3381	3094	3253	3569	3728	3504	3663	3178	3337	3044	3203	3649	3808	3578	3737
15	3588	3793	3511	3716	3242	3446	3101	3305	3632	3836	3561	3765	3161	3366	3027	3231
16	3954	4204	3929	4179	2914	3164	2698	2948	4085	4336	4078	4328	2673	2923	2475	2725
<b>Nmax</b>	<b>4089</b>	<b>4204</b>	<b>4063</b>	<b>4179</b>	<b>4031</b>	<b>4010</b>	<b>4042</b>	<b>4020</b>	<b>4220</b>	<b>4336</b>	<b>4213</b>	<b>4328</b>	<b>4272</b>	<b>4250</b>	<b>4265</b>	<b>4243</b>
<b>Nmin</b>	<b>2856</b>	<b>2741</b>	<b>2676</b>	<b>2561</b>	<b>2914</b>	<b>2936</b>	<b>2698</b>	<b>2719</b>	<b>2725</b>	<b>2610</b>	<b>2527</b>	<b>2412</b>	<b>2673</b>	<b>2695</b>	<b>2475</b>	<b>2497</b>
<b>TAGLIO</b>																
taglio Vx	-16	28	-16	28	-16	28	-16	28	-16	28	-16	28	-16	28	-16	28
taglio Vy	54	71	51	68	-46	-29	-49	-33	78	94	78	94	-90	-73	-90	-73
<b>V</b>	<b>57</b>	<b>76</b>	<b>53</b>	<b>73</b>	<b>49</b>	<b>40</b>	<b>52</b>	<b>43</b>	<b>79</b>	<b>98</b>	<b>79</b>	<b>98</b>	<b>91</b>	<b>78</b>	<b>91</b>	<b>78</b>

## S.L.U.

CARICO ASSIALE								
PALO								
q7								
1	3170	3170	2972	2972	3652	3652	3644	3644
2	3341	3341	3207	3207	3502	3502	3431	3431
3	3513	3513	3442	3442	3352	3352	3218	3218

## LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE

## RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

4	3685	3685	3678	3678	3203	3203	3005	3005
5	3200	3200	3002	3002	3682	3682	3675	3675
6	3372	3372	3237	3237	3532	3532	3461	3461
7	3543	3543	3472	3472	3383	3383	3248	3248
8	3715	3715	3708	3708	3233	3233	3035	3035
9	3230	3230	3032	3032	3712	3712	3705	3705
10	3402	3402	3267	3267	3563	3563	3492	3492
11	3574	3574	3503	3503	3413	3413	3278	3278
12	3745	3745	3738	3738	3263	3263	3065	3065
13	3260	3260	3062	3062	3743	3743	3735	3735
14	3432	3432	3298	3298	3593	3593	3522	3522
15	3604	3604	3533	3533	3443	3443	3309	3309
16	3776	3776	3768	3768	3293	3293	3095	3095
<b>Nmax</b>	<b>3776</b>	<b>3776</b>	<b>3768</b>	<b>3768</b>	<b>3743</b>	<b>3743</b>	<b>3735</b>	<b>3735</b>
<b>Nmin</b>	<b>3170</b>	<b>3170</b>	<b>2972</b>	<b>2972</b>	<b>3203</b>	<b>3203</b>	<b>3005</b>	<b>3005</b>
<b>TAGLIO</b>								
taglio Vx	11	11	11	11	11	11	11	11
taglio Vy	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>V</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>

## S.L.V.

CARICO ASSIALE	q6.x								q6.y							
PALO																
1	1717	1616	2016	1915	2610	2509	2910	2808	1660	1559	1967	1866	2659	2558	2966	2865
2	1830	1729	1930	1828	2713	2612	2813	2712	2006	1905	2303	2202	2339	2238	2636	2535
3	1943	1841	1843	1742	2816	2714	2716	2615	2352	2251	2639	2538	2019	1918	2306	2205
4	2056	1954	1756	1655	2918	2817	2619	2518	2698	2597	2975	2874	1700	1598	1976	1875
5	2031	1930	2331	2230	2339	2238	2639	2538	1779	1678	1892	1791	2778	2677	2891	2790
6	2144	2043	2244	2143	2442	2341	2542	2441	2125	2024	2228	2127	2458	2357	2561	2460
7	2257	2156	2157	2056	2545	2444	2445	2344	2471	2370	2564	2462	2139	2037	2231	2130
8	2370	2269	2071	1969	2648	2546	2348	2247	2817	2716	2899	2798	1819	1718	1901	1800
9	2346	2245	2646	2544	2068	1967	2368	2267	1899	1797	1817	1715	2897	2796	2815	2714
10	2459	2358	2559	2458	2171	2070	2271	2170	2245	2143	2152	2051	2578	2476	2485	2384
11	2572	2471	2472	2371	2274	2173	2174	2073	2591	2489	2488	2387	2258	2157	2155	2054
12	2685	2584	2385	2284	2377	2276	2077	1976	2937	2835	2824	2723	1938	1837	1825	1724
13	2661	2559	2960	2859	1798	1697	2097	1996	2018	1917	1741	1640	3017	2915	2740	2639
14	2774	2672	2873	2772	1901	1799	2000	1899	2364	2263	2077	1976	2697	2596	2410	2309
15	2886	2785	2787	2685	2003	1902	1903	1802	2710	2609	2413	2312	2377	2276	2080	1979
16	2999	2898	2700	2599	2106	2005	1806	1705	3056	2955	2749	2648	2057	1956	1750	1649
<b>Nmax</b>	<b>2999</b>	<b>2898</b>	<b>2960</b>	<b>2859</b>	<b>2918</b>	<b>2817</b>	<b>2910</b>	<b>2808</b>	<b>3056</b>	<b>2955</b>	<b>2975</b>	<b>2874</b>	<b>3017</b>	<b>2915</b>	<b>2966</b>	<b>2865</b>
<b>Nmin</b>	<b>1717</b>	<b>1616</b>	<b>1756</b>	<b>1655</b>	<b>1798</b>	<b>1697</b>	<b>1806</b>	<b>1705</b>	<b>1660</b>	<b>1559</b>	<b>1741</b>	<b>1640</b>	<b>1700</b>	<b>1598</b>	<b>1750</b>	<b>1649</b>
<b>TAGLIO</b>																
taglio Vx	232	232	232	232	-216	-216	-216	-216	79	79	-63	-63	79	79	-63	-63
taglio Vy	72	72	-62	-62	68	68	-66	-66	228	228	225	225	-218	-218	-222	-222
<b>V</b>	<b>243</b>	<b>243</b>	<b>240</b>	<b>240</b>	<b>226</b>	<b>226</b>	<b>225</b>	<b>225</b>	<b>242</b>	<b>242</b>	<b>233</b>	<b>233</b>	<b>232</b>	<b>232</b>	<b>231</b>	<b>231</b>

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q1								q3							
PALO																	
1		2288	2122	2093	1926	3137	2970	3129	2963	2319	2034	2172	1887	3048	2763	3043	2757
2		2561	2425	2429	2292	2844	2708	2774	2638	2552	2297	2453	2198	2795	2540	2743	2488
3		2835	2729	2764	2659	2552	2446	2419	2313	2786	2561	2733	2509	2543	2318	2443	2219
4		3108	3032	3100	3025	2259	2184	2064	1988	3019	2825	3014	2820	2290	2096	2143	1949
5		2263	2177	2068	1982	3112	3026	3104	3018	2254	2129	2108	1982	2984	2858	2978	2853
6		2537	2481	2404	2348	2819	2764	2749	2694	2488	2393	2388	2293	2731	2636	2678	2583
7		2810	2784	2740	2714	2527	2502	2394	2369	2721	2657	2669	2604	2478	2414	2379	2314
8		3083	3088	3075	3081	2234	2240	2039	2044	2955	2920	2949	2915	2225	2191	2079	2045
9		2238	2233	2043	2038	3087	3082	3079	3074	2190	2224	2043	2078	2919	2953	2914	2948
10		2512	2537	2379	2404	2794	2820	2724	2749	2423	2488	2324	2388	2666	2731	2614	2679
11		2785	2840	2715	2770	2502	2558	2369	2425	2657	2752	2604	2699	2414	2509	2314	2409
12		3058	3144	3050	3136	2210	2296	2014	2100	2890	3016	2885	3010	2161	2287	2014	2140
13		2214	2289	2018	2093	3062	3137	3054	3130	2126	2320	1979	2173	2855	3049	2849	3043
14		2487	2593	2354	2460	2769	2875	2699	2805	2359	2583	2259	2484	2602	2826	2549	2774
15		2760	2896	2690	2826	2477	2613	2344	2480	2592	2847	2540	2795	2349	2604	2250	2505
16		3033	3200	3026	3192	2185	2351	1989	2156	2826	3111	2820	3106	2097	2382	1950	2235
<b>Nmax</b>		<b>3108</b>	<b>3200</b>	<b>3100</b>	<b>3192</b>	<b>3137</b>	<b>3137</b>	<b>3129</b>	<b>3130</b>	<b>3019</b>	<b>3111</b>	<b>3014</b>	<b>3106</b>	<b>3048</b>	<b>3049</b>	<b>3043</b>	<b>3043</b>
<b>Nmin</b>		<b>2214</b>	<b>2122</b>	<b>2018</b>	<b>1926</b>	<b>2185</b>	<b>2184</b>	<b>1989</b>	<b>1988</b>	<b>2126</b>	<b>2034</b>	<b>1979</b>	<b>1887</b>	<b>2097</b>	<b>2096</b>	<b>1950</b>	<b>1949</b>
<b>TAGLIO</b>																	
taglio Vx		-9	20	-9	20	-9	20	-9	20	-24	35	-24	35	-24	35	-24	35
taglio Vy		30	41	30	41	-37	-26	-37	-26	30	41	30	41	-37	-26	-37	-26
<b>V</b>		<b>31</b>	<b>46</b>	<b>31</b>	<b>46</b>	<b>38</b>	<b>33</b>	<b>38</b>	<b>33</b>	<b>38</b>	<b>54</b>	<b>38</b>	<b>54</b>	<b>44</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>43</b>

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1		2219	2052	2086	1919	2948	2781	2956	2789	2136	1969	1989	1822	3113	2946	3107	2941
2		2479	2343	2384	2248	2723	2586	2674	2538	2452	2315	2352	2216	2777	2641	2725	2589
3		2740	2634	2683	2577	2497	2391	2393	2287	2768	2662	2715	2609	2442	2336	2342	2237
4		3000	2925	2981	2906	2271	2196	2111	2036	3084	3008	3078	3003	2107	2031	1960	1884
5		2194	2108	2061	1975	2923	2837	2931	2845	2111	2025	1964	1878	3088	3002	3082	2996
6		2455	2399	2359	2304	2698	2642	2650	2594	2427	2371	2327	2272	2752	2697	2700	2644
7		2715	2690	2658	2633	2472	2447	2368	2343	2743	2718	2690	2665	2417	2392	2317	2292
8		2976	2981	2956	2962	2246	2252	2086	2091	3059	3064	3053	3059	2082	2087	1935	1940
9		2169	2164	2036	2031	2898	2893	2906	2901	2086	2081	1939	1934	3063	3058	3057	3052
10		2430	2455	2335	2360	2673	2698	2625	2650	2402	2427	2302	2327	2728	2753	2675	2700
11		2690	2746	2633	2689	2447	2503	2343	2398	2718	2773	2665	2721	2392	2448	2293	2348
12		2951	3037	2932	3018	2221	2307	2061	2147	3034	3120	3028	3114	2057	2143	1910	1996
13		2144	2220	2011	2087	2873	2949	2881	2957	2061	2136	1914	1990	3038	3113	3032	3108
14		2405	2511	2310	2415	2648	2754	2600	2706	2377	2483	2277	2383	2703	2809	2650	2756
15		2665	2801	2608	2744	2422	2558	2318	2454	2693	2829	2640	2777	2367	2504	2268	2404
16		2926	3092	2907	3073	2196	2363	2036	2203	3009	3176	3004	3170	2032	2199	1885	2052

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

	3000	3092	2981	3073	2948	2949	2956	2957	3084	3176	3078	3170	3113	3113	3107	3108
<b>Nmax</b>	<b>3000</b>	<b>3092</b>	<b>2981</b>	<b>3073</b>	<b>2948</b>	<b>2949</b>	<b>2956</b>	<b>2957</b>	<b>3084</b>	<b>3176</b>	<b>3078</b>	<b>3170</b>	<b>3113</b>	<b>3113</b>	<b>3107</b>	<b>3108</b>
<b>Nmin</b>	<b>2144</b>	<b>2052</b>	<b>2011</b>	<b>1919</b>	<b>2196</b>	<b>2196</b>	<b>2036</b>	<b>2036</b>	<b>2061</b>	<b>1969</b>	<b>1914</b>	<b>1822</b>	<b>2032</b>	<b>2031</b>	<b>1885</b>	<b>1884</b>
<b>TAGLIO</b>																
taglio Vx	-9	20	-9	20	-9	20	-9	20	-9	20	-9	20	-9	20	-9	20
taglio Vy	38	49	35	46	-29	-18	-32	-21	52	63	52	63	-59	-48	-59	-48
<b>V</b>	<b>39</b>	<b>53</b>	<b>36</b>	<b>51</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>53</b>	<b>67</b>	<b>53</b>	<b>67</b>	<b>60</b>	<b>52</b>	<b>60</b>	<b>52</b>

		S.L.E.car							
CARICO ASSIALE		q7							
PALO									
1	2156	2156	2009	2009	2885	2885	2880	2880	
2	2408	2408	2309	2309	2652	2652	2599	2599	
3	2661	2661	2608	2608	2418	2418	2318	2318	
4	2913	2913	2907	2907	2184	2184	2037	2037	
5	2181	2181	2035	2035	2911	2911	2905	2905	
6	2434	2434	2334	2334	2677	2677	2624	2624	
7	2686	2686	2633	2633	2443	2443	2343	2343	
8	2938	2938	2933	2933	2209	2209	2062	2062	
9	2206	2206	2060	2060	2936	2936	2930	2930	
10	2459	2459	2359	2359	2702	2702	2649	2649	
11	2711	2711	2658	2658	2468	2468	2368	2368	
12	2963	2963	2958	2958	2234	2234	2087	2087	
13	2232	2232	2085	2085	2961	2961	2955	2955	
14	2484	2484	2384	2384	2727	2727	2674	2674	
15	2736	2736	2684	2684	2493	2493	2394	2394	
16	2989	2989	2983	2983	2259	2259	2113	2113	
<b>Nmax</b>	<b>2989</b>	<b>2989</b>	<b>2983</b>	<b>2983</b>	<b>2961</b>	<b>2961</b>	<b>2955</b>	<b>2955</b>	
<b>Nmin</b>	<b>2156</b>	<b>2156</b>	<b>2009</b>	<b>2009</b>	<b>2184</b>	<b>2184</b>	<b>2037</b>	<b>2037</b>	
<b>TAGLIO</b>									
taglio Vx	9	9	9	9	9	9	9	9	
taglio Vy	37	37	37	37	-30	-30	-30	-30	
<b>V</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	

		S.L.freq								S.L.qp				
CARICO ASSIALE		q1				q5								
PALO														
1	2428	2289	2282	2143	2786	2647	2780	2641	2308	2169	2376	2237	2342	2203
2	2541	2427	2441	2328	2660	2546	2607	2494	2324	2211	2347	2233	2336	2222
3	2653	2565	2601	2513	2534	2446	2435	2347	2340	2252	2318	2230	2329	2241
4	2766	2703	2761	2698	2409	2346	2262	2199	2356	2294	2289	2226	2323	2260
5	2412	2340	2265	2193	2769	2697	2763	2692	2292	2220	2359	2288	2326	2254
6	2524	2478	2425	2378	2643	2597	2591	2545	2308	2261	2330	2284	2319	2273
7	2637	2616	2584	2563	2518	2497	2418	2397	2324	2303	2301	2280	2313	2292
8	2749	2754	2744	2748	2392	2397	2246	2250	2340	2344	2272	2277	2306	2310
9	2395	2391	2249	2244	2752	2748	2747	2743	2275	2271	2343	2338	2309	2305
10	2508	2529	2408	2429	2627	2648	2574	2595	2291	2312	2314	2335	2302	2323
11	2620	2667	2568	2614	2501	2548	2402	2448	2307	2354	2285	2331	2296	2342
12	2733	2805	2727	2799	2376	2447	2229	2301	2323	2395	2256	2327	2289	2361
13	2379	2442	2232	2295	2736	2799	2730	2793	2258	2321	2326	2389	2292	2355

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

14	2491	2579	2392	2480	2610	2699	2558	2646	2275	2363	2297	2385	2286	2374
15	2604	2717	2551	2665	2485	2598	2385	2499	2291	2404	2268	2382	2279	2393
16	2716	2855	2711	2850	2359	2498	2212	2351	2307	2446	2239	2378	2273	2412
<b>Nmax</b>	<b>2766</b>	<b>2855</b>	<b>2761</b>	<b>2850</b>	<b>2786</b>	<b>2799</b>	<b>2780</b>	<b>2793</b>	<b>2356</b>	<b>2446</b>	<b>2376</b>	<b>2389</b>	<b>2342</b>	<b>2412</b>
<b>Nmin</b>	<b>2379</b>	<b>2289</b>	<b>2232</b>	<b>2143</b>	<b>2359</b>	<b>2346</b>	<b>2212</b>	<b>2199</b>	<b>2258</b>	<b>2169</b>	<b>2239</b>	<b>2226</b>	<b>2273</b>	<b>2203</b>
<b>TAGLIO</b>														
taglio Vx	-6	19	-6	19	-6	19	-6	19	-6	19	-6	19	-6	19
taglio Vy	-2	7	-2	7	-2	7	-2	7	4	13	-8	1	-2	7
<b>V</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>20</b>

**RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI**

			<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE-CAR</b>	<b>SLE-FR</b>	<b>SLE-QP</b>
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	<b>4349</b>	4349	3056	3200	2855	2412
Azione assiale minima	Nmin	<b>1559</b>	2412	1559	1822	2143	2203
Azione trasversale massima	Vmax	<b>243</b>	<b>98</b>	<b>243</b>	<b>67</b>	<b>23</b>	<b>20</b>

**LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE**

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	<b>33346</b>
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	<b>15</b>
Modulo di Poisson del terreno	v		<b>0.30</b>
Diametro del palo	Dp	m	<b>1.20</b>
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	Ic	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	<b>12078</b>
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	<b>5.00</b>

**RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI**

			<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE-CAR</b>	<b>SLE-FR</b>	<b>SLE-QP</b>
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4349	3056	3200	2855	2412
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2412	1559	1822	2143	2203
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	245	606	167	57	50
Momento amplificato del 20%	<b>Mmax</b>	<b>kNm</b>	<b>294</b>	<b>728</b>	<b>200</b>	<b>69</b>	<b>59</b>
<b>Sforzo di taglio massimo</b>	<b>Vmax</b>	<b>kN</b>	<b>98</b>	<b>243</b>	<b>67</b>	<b>23</b>	<b>20</b>

**RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA**

	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>
Carico verticale massimo agente sulla palificata	57469	37729
Carico verticale medio agente sui pali	3592	2358

## LAVORO: 55129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE

## Calcolo e verifica zattera di fondazione

Dati	Var	unità	
Larghezza del plinto in direzione trasversale	Bt	m	12.80
Larghezza del plinto in direzione longitudinale	Bl	m	12.80
Altezza del plinto	Hp	m	3.00
Altezza rinterro	Hrin	m	0.00

## ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Modello di calcolo:

Trave a mensola

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	3.00
Lunghezza della mensola di calcolo	L	m	4.90
distanza tra palo 1° fila posteriore e sezione di incastro	a1	m	3.90
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	0.30
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	
larghezza sezione di calcolo	b	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	32
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391.3
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore longitudinale	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dall'alto	15	6	26	0.053	3186
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.119	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.185	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.251	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.053	3186

Armatura inferiore longitudinale	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dal basso	15	6	26	0.053	3186
secondo strato dal basso	15	6	26	0.119	3186
terzo strato dal basso	0	0	26	0.185	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.251	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.086	6371

VERIFICA SLU	fac	p	V	M
		kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	283.5	1389	3403.4
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	0.0	0	0.0
sommano			1389.2	3403.4
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	210.0	1029	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	0.0	0	0.0
sommano			1029.0	2521.1

sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	V	M
	kN	kN	kN	kNm
SLU-STR (MIN)	-2475	-2520	-4995	-10409.6
SLU-STR (MAX)	-4349	-4273	-8622	-18243.5
SLU-SIS (MIN)	-1649	-1724	-3373	-6948.2
SLU-SIS (MAX)	-3056	-2937	-5992	-12798.5

sollecitazioni risultanti	V	M
	kN	kNm
SLU-STR (MIN)	-3606	-7006
SLU-STR (MAX)	-7233	-14840
SLU-SIS (MIN)	-2344	-4427
SLU-SIS (MAX)	-4963	-10277

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V	M
	kN/m	kNm/m
SLU-STR (MIN)	1288	-2502
SLU-STR (MAX)	2583	-5300
SLU-SIS (MIN)	837	-1581
SLU-SIS (MAX)	1773	-3671

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	0	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	3186	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3306	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		0%	OK!
Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	5165	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	6371	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-6538	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		81%	OK!

## VERIFICA SLU - TAGLIO

Taglio di calcolo per sezione a larghezza unitaria	$V_{Ed}$	kN	2583
--	----------	----	------

## Caratteristiche geometriche sezione

Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	3.00
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	3.00

**LAVORO: S5129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.05
altezza utile della sezione	d	m	2.95

**Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio**

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione	Asl	mmq	3185.6	
Coefficiente k	k	m	1.26	
vmin	vmin		0.3	
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00108	
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.0	
Resistenza a taglio	$V_{Rd}$	kN	672.9	N.V.

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	$V_{Rcd}$	kN	16031.7	
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diametro staffe	fsw	mm	24	
passo staffe	scp	m	1.00	
numero di bracci	nb		3.33	
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1508	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.8	
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	
Resistenza a "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	kN	3912.9	
Resistenza a "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	kN	8291.8	
Resistenza a taglio	$V_{Rd}$	kN	3912.9	OK!

**VERIFICA SLE-CARATTERISTICA**

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	0.0	0.0	0.0
sommano			1029.0	2521.1

	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute ai pali				
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-1885	-1910	-3795	-7925.3
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-3200	-3144	-6343	-13421.6

**sollecitazioni risultanti**

	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-2766	-5404
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-5314	-10901

**sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria**

	V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	988	-1930
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	1898	-3893

tensione armature inferiori	RCSEC	$\sigma$	Mpa	227.3	
Tensione massima ammissibile		$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni		c.u.		63%	OK!

**VERIFICA SLE-FREQUENTE**

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	0.0	0.0	0.0
sommano			1029.0	2521.1

	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute ai pali				
SLE-FREQUENTE (MIN)	-2212	-2229	-4441	-9297.1
SLE-FREQUENTE (MAX)	-2855	-2805	-5660	-11976.9

**sollecitazioni risultanti**

	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-3412	-6776
SLE-FREQUENTE (MAX)	-4631	-9456

**sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria**

	V kN/m	M kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)	1219	-2420
SLE-FREQUENTE (MAX)	1654	-3377

apertura caratteristica delle fessure	RCSEC	wk	mm	0.090	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.30	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		30%	OK!

**VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE**

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	0.0	0.0	0.0
sommano			1029.0	2521.1



**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-2273	-2289	-4562	-9550.9
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-2412	-2361	-4773	-10114.3

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-3533	-7030
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-3744	-7593

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	1262	-2511
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	1337	-2712

apertura caratteristica delle fessure	RCSEC	wk	mm	0.072	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.20	w1
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		36%	OK!

**ANALISI IN DIREZIONE TRASVERSALE**

Modello di calcolo:

**Trave a mensola**

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	3.00
Lunghezza della mensola di calcolo	L	m	4.90
distanza tra palo 1° fila posteriore e sezione di incastro	a1	m	3.90
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	0.30
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	
distanza tra palo 4° fila posteriore e sezione di incastro	a4	m	
larghezza sezione di calcolo	b	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	32
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391.3
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore	passo cm	n.barre 1.0/pass	$\phi$ mm	c m	As mmq
<b>sezione di larghezza unitaria</b>					
primo strato dall'alto	15	6	26	0.079	3186
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.145	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.211	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.079	3186

Armatura inferiore	passo cm	n.barre 1.0/pass	$\phi$ mm	c m	As mmq
<b>sezione di larghezza unitaria</b>					
primo strato dal basso	15	6	26	0.079	3186
secondo strato dal basso	15	6	26	0.145	3186
terzo strato dal basso	0	0	26	0.211	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.112	6371

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	283.5	1389	3403.4
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	0.0	0	0.0
sommano			1389.2	3403.4
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	210.0	1029	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	0.0	0	0.0
sommano			1029.0	2521.1

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-2475	-3009	-5484	-10556.1
SLU-STR (MAX)	-4349	-3920	-8270	-18137.7
SLU-SIS (MIN)	-1649	-1802	-3451	-6971.6
SLU-SIS (MAX)	-3056	-2886	-5942	-12783.4

**LAVORO: S5129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-4095	-7153
SLU-STR (MAX)	-6880	-14734
SLU-SIS (MIN)	-2422	-4451
SLU-SIS (MAX)	-4913	-10262

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	1462	-2555
SLU-STR (MAX)	2457	-5262
SLU-SIS (MIN)	865	-1589
SLU-SIS (MAX)	1755	-3665

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	0	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	3186	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3277	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		0%	OK!
Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	5174	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	6371	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-6480	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		81%	OK!

**VERIFICA SLU - TAGLIO**

Taglio di calcolo per sezione a larghezza unitaria	V <sub>Ed</sub>	kN	2457
--	-----------------	----	------

**Caratteristiche geometriche sezione**

Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	3.00
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	3.00
Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.08
altezza utile della sezione	d	m	2.92

**Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio**

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione	Asl	mmq	3185.6	
Coefficiente k	k	m	1.26	
vmin	vmin		0.3	
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ1		0.00109	
tensione media di compressione nella sezione	σ <sub>cp</sub>	Mpa	0.0	
Resistenza a taglio	V <sub>Rd</sub>	kN	669.0	N.V.

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio***Verifica del conglomerato*

Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	15890.2
--------------------------------------	------------------	----	---------

*Verifica dell'armatura trasversale*

diametro staffe	fsw	mm	24
passo staffe	scp	m	1.00
numero di bracci	nb		3.33
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1508
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ <sub>cp</sub>	kPa	0
coefficiente alpha	α <sub>c</sub>		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	3878.4
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	8218.7

Resistenza a taglio	V <sub>Rd</sub>	kN	3878.4	OK!
---------------------	-----------------	----	--------	-----

**VERIFICA SLE-CARATTERISTICA**

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterra	1.0	0.0	0.0	0.0
sommano			1029.0	2521.1

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-1885	-2250	-4135	-8027.1
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-3200	-2896	-6096	-13347.3

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-3106	-5506
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-5067	-10826

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	1109	-1966
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	1810	-3867

tensione armature inferiori	RCSEC	σ	Mpa	228.0	
Tensione massima ammissibile		σ <sub>s,max</sub>	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni		c.u.		63%	OK!

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

<b>VERIFICA SLE-FREQUENTE</b>				
	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	0.0	0.0	0.0
<b>sommano</b>			<b>1029.0</b>	<b>2521.1</b>
sollecitazioni dovute ai pali				
	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-2212	-2268	-4480	-9308.8
SLE-FREQUENTE (MAX)	-2855	-2717	-5573	-11950.7
<b>sollecitazioni risultanti</b>				
			V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)			-3451	-6788
SLE-FREQUENTE (MAX)			-4544	-9430
			kN/m	kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)			1233	-2424
SLE-FREQUENTE (MAX)			1623	-3368
apertura caratteristica delle fessure RCSEC				
	wk	mm	0.128	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile				
	wlim	mm	0.30	w2
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure				
	c.u.		43%	OK!
<b>VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE</b>				
	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	0.0	0.0	0.0
<b>sommano</b>			<b>1029.0</b>	<b>2521.1</b>
sollecitazioni dovute ai pali				
	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-2273	-2279	-4552	-9547.9
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-2412	-2393	-4805	-10123.8
<b>sollecitazioni risultanti</b>				
			V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)			-3523	-7027
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)			-3776	-7603
<b>sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria</b>				
			V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)			1258	-2510
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)			1348	-2715
apertura caratteristica delle fessure RCSEC				
	wk	mm	0.103	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile				
	wlim	mm	0.20	w1
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure				
	c.u.		52%	OK!

## ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	300.0
3	50.0	300.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	5.3	26
2	45.0	5.3	26
3	-45.0	11.9	26
4	45.0	11.9	26
5	-45.0	294.7	26
6	45.0	294.7	26

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Diametro in mm delle barre della generazione

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3893.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3377.00 (5323.52)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2712.00 (5323.52)	0.00 (0.00)

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

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N*Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.04	-50.0	300.0	-227.3	27.0	5.3	2350	63.7	6.6	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N*Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.50	-50.0	300.0	-197.2	27.0	5.3	2350	63.7	6.6	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
 k3 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 Ø = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica  
 Cf Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Psi Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 $= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * Ss / Es$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e \text{ sm} * srm$ . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.0	0	0.125	26	40	-1.485	0.00038 (0.00038)	141	0.090 (0.30)	5323.52	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N*Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.81	50.0	300.0	-158.4	27.0	5.3	2350	63.7	6.6	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.6	0	0.125	26	40	-0.927	0.00030 (0.00030)	141	0.072 (0.20)	5323.52	0.00

## ANALISI IN DIREZIONE TRASVERSALE

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	300.0
3	50.0	300.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	7.9	26
2	45.0	7.9	26
3	-45.0	14.5	26
4	45.0	14.5	26
5	-45.0	292.1	26
6	45.0	292.1	26

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3867.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3368.00 (5300.15)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2715.00 (5300.15)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.0	cm

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.09	-50.0	300.0	-228.3	27.0	7.9	2600	63.7	6.6	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.56	-50.0	300.0	-198.8	27.0	7.9	2600	63.7	6.6	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss / Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e sm * srm$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.0	0	0.125	26	66	-1.476	0.00038 (0.00038)	198	0.128 (0.30)	5300.15	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.87	-50.0	300.0	-160.3	27.0	7.9	2600	63.7	6.6	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.6	0	0.125	26	66	-0.905	0.00031 (0.00031)	198	0.103 (0.20)	5300.15	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CALCOLO E VERIFICA PULVINO**

Dati	Var	unità	
Lunghezza dello sbalzo del pulvino rispetto al fusto pila	Bt	m	4.50
Larghezza del pulvino	Bl	m	2.30
Altezza parte superiore del pulvino(costante)	hp1	m	1.00
Altezza parte inferiore del pulvino (variabile)	hp2	m	2.00
Altezza complessiva del pulvino	Hp	m	3.00
Peso proprio parte aggettante pulvino	Pg1a	kN	517.5

Modello di calcolo:

**Tirante - Puntone**

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	3.00
distanza tra asse appoggio e sezione di incastro copriferro	a	m	2.50
larghezza puntone	b	m	2.30
larghezza tirante	bt	m	2.30
resistenza a compressione cubica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione cilindrica cls	fck	Mpa	32
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	2.71
lunghezza del tirante	l	m	3.04
fattore lambda ( $l / 0.9d$ ) = arctan y	l		1.25
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura inferiore dir. Longitudinale	n.barre	$\phi$ mm	c m	As mmq
<b>sezione di larghezza pari a bt</b>				
primo strato dall'alto	16	30	0.076	11310
secondo strato dall'alto	16	30	0.136	11310
terzo strato dall'alto	16	30	0.196	11310
quarto strato dall'alto	16	30	0.256	11310
quinto strato dall'alto	16	30	0.316	11310
sesto strato dall'alto	16	30	0.376	11310
settimo strato dall'alto	16	30	0.436	11310
ottavo strato dall'alto	16	30	0.496	11310
Armatura effettivamente disposta		30	0.286	<b>90478</b>

**VERIFICA SLU**

Sollecitazioni massime	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	Asmin mmq	Nmax kN
Combinazione di carico							
SLU-STR	17000	518	17699	885	20727.7	52971	26580.1
SLU-SIS	8500	518	9018	400	10510.0	26859	13477.4
					<b>20727.7</b>	<b>52971</b>	<b>26580.1</b>

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	90478	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	35404.4	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		59%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	28343.3	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		94%	OK!



**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CALCOLO E VERIFICA PULVINO**
**VERIFICA SLE-CARATTERISTICA**

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma$ Mpa
SLE-RARA	12500	518	13018	651	15245	168

Tensione massima ammissibile  $\sigma_{s,max}$  MPa 360  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 47% **OK!**

**VERIFICA SLE-FREQUENTE**

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma$ Mpa
SLE-FREQUENTE	11000	518	11518	576	13489	149

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.30 w2  
 Tensione limite ammissibile per barre f  $\sigma_{slim}$  MPa 30.0 171.4  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 87% **OK!**

**VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE**

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma$ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	8000	518	8518	426	9975	110

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.20 w1  
 Tensione limite ammissibile per barre f  $\sigma_{slim}$  MPa 30.0 137.8  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 80% **OK!**

## VERIFICHE SLU PULVINI - TAGLIO

Dati	Var	unità	
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	32
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>			
Altezza	H	m	3.00
Larghezza	B	m	2.30
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	6.90
Larghezza anima	bw	m	2.30
copriferro	c	m	0.08
altezza utile della sezione	d	m	2.92
<b>Compressione agente nella sezione</b>			
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>			
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	36535.0
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diametro staffe	fsw	mm	20
passo staffe	scp	m	0.15
numero di bracci	nb		4
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1257
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	21539.2
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	18896.5
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>18896.5</b>
<b>Azione di calcolo</b>	<b>V</b>	<b>kN</b>	<b>17698.6</b>
<b>Fattore di sicurezza</b>	<b>FS</b>	<b>-</b>	<b>1.1</b>

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA**

Allineamento: P2

**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA**

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
#RIF!	0	0	10343	0	0
#RIF!	0	0	1650	0	0
#RIF!	0	0	3765	0	0
#RIF!					
#RIF!	147	58	0	173	563
#RIF!	0	0	5650	11432	0
#RIF!	0	0	4027	15949	0
#RIF!	0	0	5650	-11432	0
#RIF!	0	0	4027	-15949	0
#RIF!	231	0	0	0	884
#RIF!	0	120	0	930	0
#RIF!	0	80	0	620	0
#RIF!	0	534	0	3747	0
#RIF!	0	918	0	7232	0
#RIF!	0	0	0	0	0
#RIF!	-488	-184	0	-703	-1868
#RIF!	298	112	0	430	1142
#RIF!	0	0	0	0	0
#RIF!	1283	0	0	0	4570
#RIF!	0	1357	0	7806	0
#RIF!	0	0	392	0	0

**COMBINAZIONI DI CARICO**

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1										q3								
	S.L.U.																		
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
#RIF!	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
#RIF!	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA**

S.L.U.																	
q4										q5							
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
#RIF!	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.90	0.00	0.90	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00
#RIF!	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S.L.U.																	
q6																	
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35								
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35								
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35								
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35								
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20								
#RIF!	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
S.L.V.																	
ESLV-X										ESLV-Y							
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA**

#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**S.L.E.car  
q6**

#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**q1**

**S.L.E.freq**

**q5**

**S.L.E.qp**

#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
#RIF!	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA****SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1				q2				q3				q4			
VI	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445	-574	756	-574	756	-574	756	-574	756
Vt	730	996	730	996	-922	-656	-922	-656	730	996	730	996	-922	-656	-922	-656
N	28902	28902	26710	26710	28902	28902	26710	26710	26995	26995	25351	25351	26995	26995	25351	25351
Mt	21517	22537	27615	28635	-22367	-21347	-28465	-27445	17658	18679	22232	23252	-18509	-17489	-23082	-22062
MI	-1005	1703	-1005	1703	-1005	1703	-1005	1703	-2198	2896	-2198	2896	-2198	2896	-2198	2896
Mris	21540	22601	27633	28686	22390	21415	28483	27498	17795	18902	22341	23432	18639	17727	23187	22252
Vris	776	1091	776	1091	959	792	959	792	929	1251	929	1251	1086	1001	1086	1001

	S.L.U.								S.L.U.							
	q4				q5				q6				q7			
VI	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445	-262	445
Vt	892	1158	838	1104	-760	-494	-814	-548	1281	1547	1281	1547	-1473	-1206	-1473	-1206
N	26995	26995	25351	25351	26995	26995	25351	25351	26995	26995	25351	25351	26995	26995	25351	25351
Mt	18914	19934	23069	24089	-17253	-16233	-22245	-21225	21998	23018	26571	27592	-22848	-21828	-27422	-26402
MI	-1005	1703	-1005	1703	-1005	1703	-1005	1703	-1005	1703	-1005	1703	-1005	1703	-1005	1703
Mris	18941	20007	23091	24149	17283	16322	22268	21293	22021	23081	26590	27644	22870	21894	27440	26456
Vris	930	1241	878	1191	804	664	855	705	1307	1610	1307	1610	1496	1286	1496	1286

	S.L.U.								S.L.U.							
	q6				q7				q8				q9			
VI	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176
Vt	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
N	26995	26995	25351	25351	26995	26995	25351	25351	26995	26995	25351	25351	26995	26995	25351	25351
Mt	11782	11782	16356	16356	-11367	-11367	-15941	-15941	11782	11782	16356	16356	-11367	-11367	-15941	-15941
MI	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676	676
Mris	11802	11802	16370	16370	11387	11387	15955	15955	11802	11802	16370	16370	-11387	-11387	-15955	-15955
Vris	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189

	S.L.V.								S.L.V.							
	ESLV-X				ESLV-Y				ESLV-X				ESLV-Y			
VI	1490	1490	1490	1490	-1234	-1234	-1234	-1234	592	592	-336	-336	592	592	-336	-336
Vt	487	487	-327	-327	428	428	-386	-386	1438	1438	1378	1378	-1277	-1277	-1336	-1336
N	15876	15641	15876	15641	15876	15641	15876	15641	15876	15641	15876	15641	15876	15641	15876	15641
Mt	2601	2601	-2083	-2083	2374	2374	-2310	-2310	8065	8065	7839	7839	-7547	-7547	-7774	-7774
MI	5361	5361	5361	5361	-4381	-4381	-4381	-4381	2162	2162	-1182	-1182	2162	2162	-1182	-1182
Mris	5959	5959	5752	5752	4983	4983	4952	4952	8350	8350	7927	7927	7851	7851	7863	7863
Vris	1568	1568	1525	1525	1306	1306	1293	1293	1555	1555	1419	1419	1408	1408	1378	1378

	S.L.E.car								S.L.E.car							
	q1				q2				q3				q4			
VI	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326	-376	557	-376	557	-376	557	-376	557
Vt	498	676	498	676	-603	-426	-603	-426	498	676	498	676	-603	-426	-603	-426
N	21409	21409	19785	19785	21409	21409	19785	19785	19996	19996	18779	18779	19996	19996	18779	18779
Mt	15522	16202	20039	20720	-16020	-15340	-20537	-19857	12664	13344	16052	16732	-13162	-12482	-16550	-15870
MI	-558	1248	-558	1248	-558	1248	-558	1248	-1441	2132	-1441	2132	-1441	2132	-1441	2132
Mris	15532	16250	20047	20757	16030	15390	20545	19896	12746	13514	16117	16868	13241	12663	16613	16012

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA**

Vris	519	750	519	750	620	536	620	536	624	876	624	876	711	701	711	701
									S.L.E.car							
					q4								q5			
VI	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326	-146	326
Vt	618	796	578	756	-483	-306	-523	-346	865	1043	865	1043	-970	-793	-970	-793
N	19996	19996	18779	18779	19996	19996	18779	18779	19996	19996	18779	18779	19996	19996	18779	18779
Mt	13594	14274	16672	17352	-12232	-11552	-15930	-15250	15557	16237	18945	19625	-16055	-15375	-19443	-18763
MI	-558	1248	-558	1248	-558	1248	-558	1248	-558	1248	-558	1248	-558	1248	-558	1248
Mris	13606	14329	16681	17397	12245	11619	15940	15301	15567	16285	18953	19665	16065	15425	19451	18804
Vris	635	860	596	823	505	447	543	475	877	1093	877	1093	981	857	981	857
									S.L.E.car							
					q6											
VI	147	147	147	147	147	147	147	147								
Vt	608	608	608	608	-493	-493	-493	-493								
N	19996	19996	18779	18779	19996	19996	18779	18779								
Mt	13086	13086	16474	16474	-12740	-12740	-16128	-16128								
MI	563	563	563	563	563	563	563	563								
Mris	13098	13098	16484	16484	12753	12753	16138	16138								
Vris	626	626	626	626	514	514	514	514								
									S.L.E.freq				S.L.E.qp			
					q1						q5		S.L.E.qp			
VI	-97	296	-97	296	-97	296	-97	296	-97	296	-97	296	-97	296		
Vt	-34	114	-34	114	-34	114	-34	114	73	221	-141	7	-34	114		
N	19996	19996	18779	18779	19996	19996	18779	18779	15758	15758	15758	15758	15758	15758		
Mt	8395	8962	11783	12350	-8752	-8186	-12140	-11573	571	1138	-928	-361	-179	388		
MI	-371	1134	-371	1134	-371	1134	-371	1134	-371	1134	-371	1134	-371	1134		
Mris	8403	9033	11789	12402	8760	8264	12146	11629	681	1606	999	1190	412	1199		
Vris	103	317	103	317	103	317	103	317	121	369	171	296	103	317		



**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

Allineamento: [P2-SX](#)

**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILA**

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
G1-a	0	0	10343	0	0
G1-b	0	0	2622	0	0
G2-a	0	0	3765	0	0
G2-b	147	58	0	490	1371
e2	0	0	5650	11432	0
Q1-a	0	0	4027	15949	0
Q1-b	0	0	5650	-11432	0
Q1-c	0	0	4027	-15949	0
Q1-d	231	0	0	0	2153
q3	0	120	0	1590	0
q4-a	0	80	0	1060	0
q4-b	0	507	0	6609	0
q5-a	0	891	0	12206	0
q5-b	0	0	0	0	0
q6	-488	-184	0	-1713	-4549
q7-a	298	112	0	1049	2782
q7-b	0	0	0	0	0
q9	1283	0	0	0	11628
ESLV-X	0	1357	0	15272	0
ESLV-Y	0	0	497	0	0
ESLV-Z	0	0	0	0	0

**COMBINAZIONI DI CARICO**

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1									q3								
	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	
Q1-a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q1-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	
q7-b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

	S.L.U.									S.L.U.							
	q4									q5							
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	S.L.U.								
	q6								
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ESLV-X				S.L.V.					ESLV-Y						
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE

## CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
q7-b	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
q9	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
ESLV-X	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30
ESLV-Y	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
ESLV-Z	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30

				S.L.E.car													
				q1					q3								
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

				S.L.E.car													
				q4					q5								
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**S.L.E.car**  
**q6**

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
q6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**q1**

**S.L.E.freq**

**q5**

**S.L.E.qp**

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

**SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

S.L.U.																	
q1										q3							
VI	1808	1540	1808	1540	1808	1540	2120	1852		1808	1540	1808	1540	1808	1540	2042	1774
Vt	101	0	101	0	101	0	101	0		-61	162	-61	162	-61	162	-61	162
N	34803	34803	36994	36994	34803	34803	29366	29366		33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366
Mt	36193	35249	-771	-1715	-6869	-7813	14662	13718		28663	32013	941	4290	-3633	-284	12515	15865
MI	16458	13954	16458	13954	16458	13954	19364	16861		16458	13954	16458	13954	16458	13954	18638	16134
Mris	39759	37910	16476	14059	17834	15992	24289	21736		33052	34922	16484	14599	16854	13957	22450	22627
Vris	1811	1540	1811	1540	1811	1540	2122	1852		1809	1549	1809	1549	1809	1549	2043	1781

S.L.U.																	
q4										q5							
VI	1808	1540	1808	1540	1808	1540	2042	1774		1808	1540	1808	1540	1808	1540	2042	1774
Vt	209	108	786	685	209	108	786	685		101	0	101	0	101	0	101	0
N	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366		33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366
Mt	32241	31297	12010	11066	-55	-999	23584	22641		30810	29866	3087	2143	-1486	-2430	14662	13718
MI	16458	13954	16458	13954	16458	13954	18638	16134		16458	13954	16458	13954	16458	13954	18638	16134
Mris	36199	34267	20374	17809	16458	13990	30060	27801		34930	32965	16745	14118	16525	14164	23713	21178
Vris	1820	1544	1972	1685	1820	1544	2188	1901		1811	1540	1811	1540	1811	1540	2045	1774

S.L.U.																	
q6																	
VI	809	809	809	809	809	809	1042	1042									
Vt	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275									
N	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366									
Mt	27297	27297	-426	-426	-4999	-4999	11149	11149									
MI	7130	7130	7130	7130	7130	7130	9310	9310									
Mris	28213	28213	7143	7143	8708	8708	14525	14525									
Vris	854	854	854	854	854	854	1078	1078									

S.L.V.										ESLV-Y							
ESLV-X																	
VI	1668	1668	1668	1668	1728	1728	1728	1728		1668	1668	1728	1728	1668	1668	1728	1728
Vt	1357	1357	1357	1357	-1335	-1335	-1335	-1335		407	407	-385	-385	407	407	-385	-385
N	22530	22530	22231	22231	22530	22530	22231	22231		22878	22878	22878	22878	21883	21883	21883	21883
Mt	26704	26704	26704	26704	-3631	-3631	-3631	-3631		16013	16013	7060	7060	16013	16013	7060	7060
MI	15117	15117	15117	15117	15673	15673	15673	15673		15117	15117	15673	15673	15117	15117	15673	15673
Mris	30686	30686	30686	30686	16088	16088	16088	16088		22022	22022	17190	17190	22022	22022	17190	17190
Vris	2151	2151	2151	2151	2184	2184	2184	2184		1717	1717	1770	1770	1717	1717	1770	1770

S.L.E.car																	
q1										q3							
VI	1462	1283	1462	1283	1462	1283	1693	1514		1462	1283	1462	1283	1462	1283	1635	1456
Vt	67	0	67	0	67	0	67	0		-53	120	-53	120	-53	120	-53	120

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

N	26407	26407	28031	28031	26407	26407	22381	22381	25401	25401	26618	26618	25401	25401	22381	22381
Mt	28010	27381	629	0	-3888	-4517	12061	11432	22432	24983	1897	4448	-1491	1060	10471	13022
MI	13297	11628	13297	11628	13297	11628	15450	13781	13297	11628	13297	11628	13297	11628	14912	13243
Mris	31006	29747	13312	11628	13854	12475	19601	17906	26078	27557	13432	12450	13381	11677	18221	18573
Vris	1464	1283	1464	1283	1464	1283	1694	1514	1463	1289	1463	1289	1463	1289	1636	1461

S.L.E.car									S.L.E.car								
q4									q5								
VI	1462	1283	1462	1283	1462	1283	1635	1456	1462	1283	1462	1283	1462	1283	1635	1456	
Vt	147	80	574	507	147	80	574	507	67	0	67	0	67	0	67	0	
N	25401	25401	26618	26618	25401	25401	22381	22381	25401	25401	26618	26618	25401	25401	22381	22381	
Mt	25082	24453	10096	9467	1159	530	18670	18041	24022	23393	3487	2858	99	-530	12061	11432	
MI	13297	11628	13297	11628	13297	11628	14912	13243	13297	11628	13297	11628	13297	11628	14912	13243	
Mris	28389	27077	16696	14995	13348	11640	23895	22380	27457	26124	13747	11974	13298	11640	19179	17495	
Vris	1470	1286	1571	1380	1470	1286	1733	1542	1464	1283	1464	1283	1464	1283	1637	1456	

S.L.E.car								
q6								
VI	796	796	796	796	796	796	969	969
Vt	-184	-184	-184	-184	-184	-184	-184	-184
N	25401	25401	26618	26618	25401	25401	22381	22381
Mt	21680	21680	1145	1145	-2243	-2243	9719	9719
MI	7079	7079	7079	7079	7079	7079	8694	8694
Mris	22807	22807	7171	7171	7426	7426	13040	13040
Vris	817	817	817	817	817	817	986	986

S.L.E.freq									S.L.E.qp					
q1					q5									
VI	1432	1283	1432	1283	1432	1283	1605	1456	1432	1283	1432	1283	1432	1283
Vt	56	0	56	0	56	0	56	0	234	178	-122	-178	56	0
N	25401	25401	26618	26618	25401	25401	22381	22381	22381	22381	22381	22381	22381	22381
Mt	23918	23393	3382	2858	-6	-530	11956	11432	14397	13873	9515	8990	11956	11432
MI	13019	11628	13019	11628	13019	11628	14634	13243	13019	11628	13019	11628	13019	11628
Mris	27231	26124	13451	11974	13019	11640	18897	17495	19411	18102	16125	14699	17676	16307
Vris	1434	1283	1434	1283	1434	1283	1606	1456	1451	1296	1438	1296	1434	1283

**SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO CON GLI EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI****SOLO COMBINAZIONI SLU**

inclinazione pila  $\theta_i = 0.00327$  §5.2 - EC2  
 eccentricità per imperfezioni  $e_i = 0.031$  §5.2 - EC2

S.L.U.																
q1					q3											
VI	1808	1540	1808	1540	1808	1540	2120	1852	1808	1540	1808	1540	1808	1540	2042	1774
Vt	101	0	101	0	101	0	101	0	-61	162	-61	162	-61	162	-61	162
N	34803	34803	36994	36994	34803	34803	29366	29366	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366
Mt	37256	36312	-1901	-2845	-7932	-8876	15559	14615	29685	33034	2012	5362	-4654	-1305	13412	16762
MI	17521	15017	17587	15084	17521	15017	20261	17758	17479	14976	17529	15026	17479	14976	19535	17031
Mris	41170	39295	17690	15350	19233	17444	25546	22999	34449	36270	17644	15954	18088	15032	23696	23896
Vris	1811	1540	1811	1540	1811	1540	2122	1852	1809	1549	1809	1549	1809	1549	2043	1781

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

	S.L.U.								S.L.U.							
	q4				q5				q5				q5			
VI	1808	1540	1808	1540	1808	1540	2042	1774	1808	1540	1808	1540	1808	1540	2042	1774
Vt	209	108	786	685	209	108	786	685	101	0	101	0	101	0	101	0
N	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366
Mt	33263	32319	13081	12138	-1077	-2021	24481	23538	31832	30888	4159	3215	-2508	-3452	15559	14615
MI	17479	14976	17529	15026	17479	14976	19535	17031	17479	14976	17529	15026	17479	14976	19535	17031
Mris	37575	35620	21872	19316	17512	15111	31320	29053	36315	34327	18016	15366	17658	15368	24973	22442
Vris	1820	1544	1972	1685	1820	1544	2188	1901	1811	1540	1811	1540	1811	1540	2045	1774

	S.L.U.								S.L.U.							
	q6				q6				q6				q6			
VI	809	809	809	809	809	809	1042	1042	809	809	809	809	809	809	809	809
Vt	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275	-275
N	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366
Mt	28318	28318	-1498	-1498	-6021	-6021	12046	12046	28318	28318	-1498	-1498	-6021	-6021	12046	12046
MI	8152	8152	8202	8202	8152	8152	10207	10207	8152	8152	8202	8202	8152	8152	10207	10207
Mris	29468	29468	8337	8337	10134	10134	15789	15789	29468	29468	8337	8337	10134	10134	15789	15789
Vris	854	854	854	854	854	854	1078	1078	854	854	854	854	854	854	1078	1078

	S.L.V.								S.L.V.							
	ESLV-X				ESLV-X				ESLV-Y				ESLV-Y			
VI	1668	1668	1668	1668	1728	1728	1728	1728	1668	1668	1728	1728	1668	1668	1728	1728
Vt	1357	1357	1357	1357	-1335	-1335	-1335	-1335	407	407	-385	-385	407	407	-385	-385
N	22530	22530	22231	22231	22530	22530	22231	22231	22878	22878	22878	22878	21883	21883	21883	21883
Mt	27392	27392	27383	27383	-4319	-4319	-4310	-4310	16712	16712	7759	7759	16682	16682	7728	7728
MI	15805	15805	15796	15796	16361	16361	16352	16352	15816	15816	16372	16372	15785	15785	16342	16342
Mris	31625	31625	31612	31612	16922	16922	16911	16911	23009	23009	18117	18117	22966	22966	18077	18077
Vris	2151	2151	2151	2151	2184	2184	2184	2184	1717	1717	1770	1770	1717	1717	1770	1770

**INCREMENTI DI MOMENTO DA SOMMARE ALLE AZIONI IN FONDAZIONE PER EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI**

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1				q3				q3				q3			
DMt	1063	1063	-1130	-1130	-1063	-1063	897	897	1022	1022	1072	1072	-1022	-1022	897	897
DMI	1063	1063	1130	1130	1063	1063	897	897	1022	1022	1072	1072	1022	1022	897	897

	S.L.U.								S.L.U.							
	q4				q5				q5				q5			
DMt	1022	1022	1072	1072	-1022	-1022	897	897	1022	1022	1072	1072	-1022	-1022	897	897
DMI	1022	1022	1072	1072	1022	1022	897	897	1022	1022	1072	1072	1022	1022	897	897

	S.L.U.								S.L.U.							
	q6				q6				q6				q6			
DMt	1022	1022	-1072	-1072	-1022	-1022	897	897	1022	1022	-1072	-1072	-1022	-1022	897	897
DMI	1022	1022	1072	1072	1022	1022	897	897	1022	1022	1072	1072	1022	1022	897	897

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

	ESLV-X								S.L.U.				ESLV-Y				
	DMt	688	688	679	679	-688	-688	-679	-679	699	699	699	699	668	668	668	668
DMI	688	688	679	679	688	688	679	679	699	699	699	699	668	668	668	668	668

**EFFETTI DEL SECONDO ORDINE**

Altezza della pila	hpila	m	10.90
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	21.80
Area pila	Apila	m <sup>2</sup>	7.069
Momento d'inerzia pila attorno asse y (dir. longitudinale)	lypila	m <sup>4</sup>	3.976
Momento d'inerzia pila attorno asse x (dir. Trasversale)	lxpila	m <sup>4</sup>	3.976
raggio d'inerzia in dir. Longitudinale	r0y	m	0.750
raggio d'inerzia in dir. Trasversale	r0x	m	0.750
resistenza di progetto cls pila	fcd	Mpa	18.13
snellezza della pila in dir. Longitudinale	λ0y		29.07
snellezza della pila in dir. Trasversale	λ0x		29.07

Se  $\lambda_{0x} - \lambda_{0y} < \lambda_{lim}$  possono essere trascurati gli effetti del secondo ordine

**Valutazione della snellezza limite**

	q1								q3								
	NEd	34803	34803	36994	36994	34803	34803	29366	29366	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366
v	0.272	0.272	0.289	0.289	0.272	0.272	0.229	0.229	0.261	0.261	0.274	0.274	0.261	0.261	0.229	0.229	0.229
λlim	48.0	48.0	46.5	46.5	48.0	48.0	52.2	52.2	48.9	48.9	47.8	47.8	48.9	48.9	52.2	52.2	52.2

	q4								q5								
	NEd	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366
v	0.261	0.261	0.274	0.274	0.261	0.261	0.229	0.229	0.261	0.261	0.274	0.274	0.261	0.261	0.229	0.229	0.229
λlim	48.9	48.9	47.8	47.8	48.9	48.9	52.2	52.2	48.9	48.9	47.8	47.8	48.9	48.9	52.2	52.2	52.2

	S.L.U. q6								
	N	33443	33443	35087	35087	33443	33443	29366	29366
v	0.261	0.261	0.274	0.274	0.261	0.261	0.229	0.229	0.229
λlim	48.9	48.9	47.8	47.8	48.9	48.9	52.2	52.2	52.2

	ESLV-X								S.L.V.								ESLV-Y			
	N	22530	22530	22231	22231	22530	22530	22231	22231	22878	22878	22878	22878	21883	21883	21883	21883			
v	0.176	0.176	0.173	0.173	0.176	0.176	0.173	0.173	0.178	0.178	0.178	0.178	0.178	0.171	0.171	0.171	0.171			
λlim	59.6	59.6	60.0	60.0	59.6	59.6	60.0	60.0	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	60.5	60.5	60.5	60.5			


EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE LONGITUDINALE:

$\lambda_{0y} < \lambda_{lim}$  - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE TRASVERSALE:

$\lambda_{0x} < \lambda_{lim}$  - Non necessario considerare effetti del 2° ordine



S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

## **16 ALLEGATO 3 – PILA P4**

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Pila oggetto di analisi e verifica		nome	P4
Azioni trasmesse da impalcato (0 = Analisi semplificata - 1 = Analisi FEM)		Analisi	1
<b>Geometria impalcato</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Lunghezza complessiva viadotto	Ltot	m	391.50
Lunghezza campata sx	Lsx	m	70
Lunghezza campata dx	Ldx	m	70
Larghezza impalcato	Bimp	m	14.00
Altezza impalcato da piano viario ad intradosso	Himp	m	3.92
Distanza media tra intradosso impalcato e testa baggioli	Happ	m	0.30
Altezza media baggioli	Hbag	m	0.61
eccentricità trasversale dell'impalcato rispetto all'asse della pila (+ verso sx)	etimp	m	0.00
Distanza tra pila e punto a spostamento nullo impalcato	Lall	m	70.00
<b>Dati isolatori elastomerici</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Rigidità complessiva degli isolatori sulla pila in fase sismica	Kiso_sis_pila	kN/m	9420
Rigidità complessiva del sistema di isolamento in fase sismica	Kiso_sis_tot	kN/m	53260
Rigidità complessiva degli isolatori sulla pila in fase statica	Kiso_st_pila	kN/m	23550
Rigidità complessiva del sistema di isolamento in fase statica	Kiso_st_tot	kN/m	133150
<b>Geometria baggioli e ritegni</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Volume cls baggioli e ritegni	Vbag	m <sup>3</sup>	2.38
<b>Geometria pulvino</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Altezza complessiva pulvino	Hpul	m	3.00
Dimensione pulvino in direzione longitudinale	Blpul	m	2.30
Volume pulvino	Vpul	m <sup>3</sup>	63.94
Altezza del baricentro delle masse pulvino da intradosso	zg_pul	m	1.74
<b>Geometria pila</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Altezza pila (compreso pulvino)	Hpil	m	8.50
Dimensione fusto pila in direzione longitudinale	Blpil	m	3.00
Area sezione fusto pila	Apil	m <sup>2</sup>	7.07
Momento d'inerzia in direzione longitudinale sezione fusto pila	Ilong	m <sup>4</sup>	3.98
Momento d'inerzia in direzione trasversale sezione fusto pila	Itrasv	m <sup>4</sup>	3.98
<b>Geometria plinto di fondazione</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Altezza plinto	Hpl	m	3.00
Dimensione plinto in direzione longitudinale	Blpl	m	12.80
Dimensione plinto in direzione trasversale	Btpl	m	12.80
Volume plinto	Vpl	m <sup>3</sup>	491.52
Altezza del rinterro sopra il plinto	Hrin	m	1.40
Volume rinterro	Vrint	m <sup>3</sup>	219.48
<b>Carichi trasmessi dall'impalcato all'estradosso pulvino (in testa pila)</b>			
<b>Peso proprio impalcato</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
Peso proprio impalcato per unità di lunghezza		g1,imp	kN/m 150.50
	<b>Carico</b>	<b>fac</b>	<b>HI [KN]</b>
			<b>Ht [KN]</b>
			<b>P [KN]</b>
			<b>Mt [KNm]</b>
			<b>MI [KNm]</b>
Peso proprio impalcato	G1-a	1.00	0.0
			0.0
			10328.8
			0.0
			0.0
<b>Permanenti portati impalcato</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
peso permanenti portati per unità di lunghezza		g2,imp	kN/m 53.3
eccentricità rispetto all'asse dell'impalcato (+ verso sx)		eg2,imp	m 0.17
	<b>Carico</b>	<b>fac</b>	<b>HI [KN]</b>
			<b>Ht [KN]</b>
			<b>P [KN]</b>
			<b>Mt [KNm]</b>
			<b>MI [KNm]</b>
Permanenti portati impalcato	G2-a	1.00	0.0
			0.0
			3763.5
			0.0
			0.0
<b>Effetti del ritiro</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
deformazione da ritiro equivalente sulla sezione composta		e2,imp	0.00013
	<b>Carico</b>	<b>fac</b>	<b>HI [KN]</b>
			<b>Ht [KN]</b>
			<b>P [KN]</b>
			<b>Mt [KNm]</b>
			<b>MI [KNm]</b>
Ritiro	e2	1.00	146.5
			56.0
			0.0
			0.0
			133.3
<b>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
fattore di amplificazione dei carichi verticali distribuiti		fac_d	1.0
Reazione sulla pila da schema di carico 1 - corsia n.1 - Carichi concentrati		RQ1-c	kN 609.0
Reazione sulla pila da schema di carico 1 - corsia n.1 - Carichi distribuiti		RQ1-d	kN 2378.0
Reazione sulla pila da schema di carico 5 (folla) - Carichi distribuiti		RQf-d	kN 0.0

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Larghezza del cordolo sinistro	Bcordsx	m	0.75
Larghezza del cordolo destro	Bcorddx	m	0.75
Larghezza complessiva impalcato	Bimp	m	14.00
Larghezza della piattaforma carrabile	Bpiat	m	12.50
Numero di corsie convenzionali	ncorsie		3
Larghezza rimanente piattaforme oltre le corsie convenzionali	Bres	m	3.50
Larghezza della porzione di cordolo sx impegnata dalla folla	Bfolla sx	m	0.00
Larghezza della porzione di cordolo sx impegnata dalla folla	Bfolla sx	m	0.00

	corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla	
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.33				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.28	facD4	0.32	facD5	0.00
ecc. (m)	e1	4.75	e2	1.75	e3	-1.25	e4	-4.50	e5	6.85

	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a		0.0	0.0	5687.7	11507.2	0.0

	corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla	
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.00				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00
	e1	4.75	e2	1.75	e3	0.00	e4	0.00	e4	6.85

	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b		0.0	0.0	4053.5	16054.6	0.0

	corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla	
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.33				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.28	facD4	0.32	facD5	0.00
	e1	-4.75	e2	-1.75	e3	1.25	e4	4.50	e4	-6.85

	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c		0.0	0.0	5687.7	-11507.2	0.0

	corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla	
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.00				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00
	e1	-4.75	e2	-1.75	e3	0.00	e4	0.00	e4	-6.85

	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d		0.0	0.0	4053.5	-16054.6	0.0

**Effetti della frenatura**

	Var	unità	
Azione longitudinale di frenatura	Hq3	kN	900.0

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Frenatura	q3	-230.8	0.0	0.0	0.0	-210.0

**Forza centrifuga**

	Var	unità	
Raggio di curvatura tracciato (+ se provoca Mt positivo verso sx)	R	m	600.0
Azione centrifuga per singola colonna di carico	Hq4	kN	40.0

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	579.6	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	386.4	0.0

**Vento ad impalcato scarico**

	Var	unità	
azione del vento sull'impalcato scarico	q5-a	kN/m <sup>2</sup>	1.90
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento	Himp_lat	m	4.27
Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso	zg_lat_a	m	3.07

	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Vento ad impalcato scarico	q5-a	1.00	0.0	545.8	0.0	2173.8	0.0

**Vento ad impalcato carico**

	Var	unità	
azione del vento sull'impalcato carico	q5-b	kN/m <sup>2</sup>	2.28
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento	Himp_lat	m	6.07

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso		zg_lat_b	m	3.97			
	<b>Carico</b>	<b>fac</b>	<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Vento ad impalcato carico	q5-b	1.00	0.0	930.0	0.0	4541.1	0.0
<b>Azioni idrodinamiche</b>					<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Azione idrodinamica - Piena di progetto TR = 200 anni					Hq6	kN	0.0
Altezza del punto di applicazione rispetto allo spiccato della pila					zq6	m	0.00
Inclinazione della piena rispetto all'asse trasversale della pila					αq6	°	0.00
	<b>Carico</b>		<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Azione idrodinamica - Piena di progetto	q6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Effetti Variazione termica uniforme positiva</b>					<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Variazione termica positiva					DT+	°	30.4
coefficiente di dilatazione termica delle strutture d'impalcato					a	m	1.00E-05
	<b>Carico</b>		<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Variazione termica positiva	q7-a		486.5	-179.2	0.0	-163.1	442.7
<b>Effetti Variazione termica uniforme negativa</b>					<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Variazione termica negativa					DT-	°	18.6
coefficiente di dilatazione termica delle strutture d'impalcato					a	m	1.00E-05
	<b>Carico</b>		<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Variazione termica negativa	q7-b		-297.4	109.7	0.0	99.8	-270.7
<b>Resistenze passive dei vincoli</b>					<b>Var</b>	<b>unità</b>	
azione orizzontale longitudinale per resistenza passiva dei vincoli					Hq9	kN	0.0
	<b>Carico</b>		<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Resistenze passive dei vincoli	q9		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Carichi agenti sulle strutture della pila</b>							
<b>Peso proprio pila</b>					<b>Var</b>	<b>unità</b>	
peso proprio baggioli e ritegni					g1,pila-a	kN	59.5
peso proprio pulvino					g1,pila-b	kN	1598.6
peso proprio fusto pila					g1,pila-c	kN	971.9
peso proprio plinto di fondazione					g1,pila-d	kN	12288.0
<b>Peso rinterro sopra plinto</b>					<b>Var</b>	<b>unità</b>	
peso rinterro					g2,rin	kN	3950.6
<b>Vento su strutture pila</b>					<b>Var</b>	<b>unità</b>	
azione del vento sulla pila					q5-c	kN/m <sup>2</sup>	-1.63
	<b>Carico</b>		<b>HI [KN]</b>	<b>Ht [KN]</b>	<b>P [KN]</b>	<b>Mt [KNm]</b>	<b>MI [KNm]</b>
Effetti del vento sul pulvino (alla base)	q5-c1		0.0	-11.2	0.0	-16.9	0.0
Effetti del vento sul fusto pila (alla base)	q5-c2		0.0	-26.9	0.0	-74.0	0.0
<b>Dati per analisi sismiche sottostrutture</b>					<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Fattore di comportamento					q		1.00
Fattore 1/q					1/q		1.00
Accelerazione al suolo					a <sub>g</sub>	g	0.061
Parametro F <sub>0</sub>					F <sub>0</sub>	[-]	2.976
Tempo T <sub>C</sub> *					T <sub>C</sub> *	sec	0.371
Parametro F <sub>v</sub>					F <sub>v</sub>		0.99
accelerazione al suolo					a <sub>g</sub>	m/sec <sup>2</sup>	0.60
Categoria di Sottosuolo					Cat_S		D
Parametro S <sub>s</sub>					S <sub>s</sub>		1.80
Parametro C <sub>c</sub>					C <sub>c</sub>		2.05
Categoria topografica					Cat_T		T1
Parametro S <sub>T</sub>					S <sub>T</sub>		1.00
Parametro S					S		1.80
Periodo T <sub>B</sub>					T <sub>B</sub>	sec	0.254
Periodo T <sub>C</sub>					T <sub>C</sub>	sec	0.761

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Periodo $T_D$	$T_D$	sec	1.844
Accelerazione spettrale per $T=T_B$ $a_g S \eta F_0$	$Se(T_B)$	m/sec <sup>2</sup>	3.21
Accelerazione spettrale per $T=T_C$ $a_g S \eta F_0$	$Se(T_C)$	m/sec <sup>2</sup>	3.21
Accelerazione spettrale per $T=T_D$ $a_g S \eta 2.5 T_C/T_D$	$Se(T_D)$	m/sec <sup>2</sup>	1.32

**Analisi sismica sottostrutture agli SLV- direzione longitudinale**

	Var	unità	dir. Long.
Massa dell'oscillatore equivalente: $M = (P_{bag} + P_{pul} + 0.3 \times P_{pil}) / 9.81$	M	kN / (m/sec <sup>2</sup> )	198.7
numero fusti pila reagenti	nfusti	[-]	1
Momento d'inerzia della sez.reagente nella dir. Di analisi	Ireg	m <sup>4</sup>	3.9761
Fattore di riduzione per sezioni fessurate	fac_rid	%	50%
Momento d'inerzia della sez.fessurata nella dir. Di analisi	Ireg	m <sup>4</sup>	1.988
Modulo elastico calcestruzzo fusto pila	Ec	MPa	33346
Altezza dell'oscillatore equivalente	hosc	m	7.24
Rigidità della pila: $nfusti \times (3 E \times I_{fess} / H_{pil}^3)$	Kh tot	kN/m	523831
Periodo equivalente dell'oscillatore semplice	$T_{is}$	sec	0.122
accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$Se(T_{is})$	m/sec <sup>2</sup>	2.10
Forza complessiva agente sulle sottostrutture	HSLV.p-X	kN	418

**Analisi sismica sottostrutture agli SLV- direzione trasversale**

	Var	unità	dir. Trasn.
Massa dell'oscillatore equivalente: $M = (P_{bag} + P_{pul} + 0.3 \times P_{pil}) / 9.81$	M	kN / (m/sec <sup>2</sup> )	198.7
numero fusti pila reagenti	nfusti	[-]	1
Momento d'inerzia della sez.reagente nella dir. Di analisi	Ireg	m <sup>4</sup>	3.9761
Fattore di riduzione per sezioni fessurate	fac_rid	%	50%
Momento d'inerzia della sez.fessurata nella dir. Di analisi	Ireg	m <sup>4</sup>	1.988
Modulo elastico calcestruzzo fusto pila	Ec	MPa	33346
Altezza della pila	hpil	m	7.24
Rigidità della pila: $nfusti \times (3 E \times I_{fess} / H_{pil}^3)$	Kh tot	kN/m	523831
Periodo equivalente dell'oscillatore semplice	$T_{is}$	sec	0.122
accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$Se(T_{is})$	m/sec <sup>2</sup>	2.10
Forza complessiva agente sulle sottostrutture	HSLV.p-Y	kN	418

**Sisma orizzontale su strutture di fondazione**

	Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico orizzontale $kh = a_g S$	kh		0.11

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Effetti sisma long. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-x	1783.0	0.0	0.0	0.0	3325.2
Effetti sisma trasv. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-y	0.0	1783.0	0.0	3325.2	0.0

**Analisi sismica sottostrutture agli SLV- direzione verticale**

	Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico verticale al pianerottolo $kv = a_g S \eta F_v$	kv		0.11
Azione sismica sul pulvino + baggioli + ritegni	HSLV.p-Z1	kN	180.7
Azione sismica sul fusto pila	HSLV.p-Z2	kN	105.9
Azione sismica sul plinto di fondazione + rinterro	HSLV.p-Z3	kN	1769.2

**Sisma longitudinale - Impalcato isolato**

	Var	unità	dir. Long.
azione orizzontale longitudinale trasmessa dagli isolatori agli SLV	Hsis-long	kN	866.2

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma longitudinale	ESLV-X	866.2	0.0	0.0	0.0	788.2

**Sisma trasversale - Impalcato isolato**

	Var	unità	dir. Long.
azione orizzontale trasversale trasmessa dagli isolatori agli SLV	Hsis-trasv	kN	946.8
altezza del centro di massa rispetto all'intradosso dell'impalcato	zg	m	3.14

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	946.8	0.0	3831.0	0.0

**Sisma verticale - Impalcato isolato**

	Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico verticale al pianerottolo	kv		0.11
azione verticale trasmessa dagli isolatori agli SLV	Psis	kN	256.5

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	256.5	0.0	0.0

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

**Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato all'estradosso pulvino (testa pila)**

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	10328.8	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	3763.5	0.0	0.0
Ritiro	e2	146.5	56.0	0.0	0.0	133.3
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	5687.7	11507.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	4053.5	16054.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	5687.7	-11507.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	4053.5	-16054.6	0.0
Frenatura	q3	-230.8	0.0	0.0	0.0	-210.0
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	579.6	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	386.4	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	545.8	0.0	2173.8	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	930.0	0.0	4541.1	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	486.5	-179.2	0.0	-163.1	442.7
Variazione termica negativa	q7-b	-297.4	109.7	0.0	99.8	-270.7
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	866.2	0.0	0.0	0.0	788.2
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	946.8	0.0	3831.0	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	256.5	0.0	0.0

**Azioni all'intradosso del pulvino (testa fusto pila)**

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	10328.8	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	1658.1	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	3763.5	0.0	0.0
Ritiro	e2	146.5	56.0	0.0	168.0	572.8
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	5687.7	11507.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	4053.5	16054.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	5687.7	-11507.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	4053.5	-16054.6	0.0
Frenatura	q3	-230.8	0.0	0.0	0.0	-902.3
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	939.6	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	626.4	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	534.5	0.0	3794.2	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	918.7	0.0	7314.2	0.0
Azione idrodinamica	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	486.5	-179.2	0.0	-700.6	1902.0
Variazione termica negativa	q7-b	-297.4	109.7	0.0	428.8	-1163.0
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1284.3	0.0	0.0	0.0	4641.0
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1364.9	0.0	7925.6	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	437.2	0.0	0.0

**Azioni allo spiccato del fusto pila**

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	10328.8	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	2630.0	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	3763.5	0.0	0.0
Ritiro	e2	146.5	56.0	0.0	476.1	1378.5
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	5687.7	11507.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	4053.5	16054.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	5687.7	-11507.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	4053.5	-16054.6	0.0
Frenatura	q3	-230.8	0.0	0.0	0.0	-2171.4
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	1599.6	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	1066.4	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	507.6	0.0	6660.1	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	891.8	0.0	12293.3	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	486.5	-179.2	0.0	-1686.1	4577.5
Variazione termica negativa	q7-b	-297.4	109.7	0.0	1032.0	-2798.9
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1284.3	0.0	0.0	0.0	11704.4
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1364.9	0.0	15432.3	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	543.0	0.0	0.0

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

**Azioni all'intradosso del plinto di fondazione**

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	10328.8	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	14918.0	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	3763.5	0.0	0.0
Permanenti portati rinterro	G2-b	0.0	0.0	3950.6	0.0	0.0
Ritiro	e2	146.5	56.0	0.0	644.1	1818.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	5687.7	11507.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	4053.5	16054.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	5687.7	-11507.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	4053.5	-16054.6	0.0
Frenatura	q3	-230.8	0.0	0.0	0.0	-2863.7
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	120.0	0.0	1959.6	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b	0.0	80.0	0.0	1306.4	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	507.6	0.0	8182.9	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	891.8	0.0	14968.8	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	486.5	-179.2	0.0	-2223.6	6036.9
Variazione termica negativa	q7-b	-297.4	109.7	0.0	1361.0	-3691.2
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	3067.3	0.0	0.0	0.0	18882.4
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	3147.9	0.0	22852.0	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	2312.3	0.0	0.0

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

Allineamento: P4

**RIEPILOGO AZIONI AL BARICENTRO DELLA PALIFICATA**

		HI	Ht	P	Mt	MI		
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]		
Peso proprio impalcato	G1-a	0	0	10329	0	0	Peso proprio impalcato	G1-b
Peso proprio pila	G1-b	0	0	14918	0	0	Peso proprio pila	G1-b
Permanenti portati impalcato	G2-a	0	0	3764	0	0	Permanenti portati impalcato	G2-a
Permanenti portati rinterro	G2-b	0	0	3951	0	0	Permanenti portati rinterro	G2-b
Ritiro	e2	146	56	0	644	1818	Ritiro	e2
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0	0	5688	11507	0	Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0	0	4054	16055	0	Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0	0	5688	-11507	0	Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0	0	4054	-16055	0	Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d
Frenatura	q3	-231	0	0	0	-2864	Frenatura	q3
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0	120	0	1960	0	Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a
Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b	0	80	0	1306	0	Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0	508	0	8183	0	Vento ad impalcato scarico	q5-a
Vento ad impalcato carico	q5-b	0	892	0	14969	0	Vento ad impalcato carico	q5-b
Azioni idrodinamiche	q6	0	0	0	0	0		
Variazione termica positiva	q7-a	486	-179	0	-2224	6037	Variazione termica positiva	q7-a
Variazione termica negativa	q7-b	-297	110	0	1361	-3691	Variazione termica negativa	q7-b
Resistenze passive dei vincoli	q9	0	0	0	0	0	Resistenze passive dei vincoli	q9
Sisma longitudinale	ESLV-X	3067	0	0	0	18882	Sisma longitudinale	q6.i-X
Sisma trasversale	ESLV-Y	0	3148	0	22852	0	Sisma trasversale	q6.i-Y
Sisma verticale	ESLV-Z	0	0	2312	0	0	Sisma verticale	q6.i-Z

**COMBINAZIONI DI CARICO**

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1								S.L.U.								q3											
	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Peso proprio impalcato	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Peso proprio pila	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Permanenti portati impalcato	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Permanenti portati rinterro	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Ritiro	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Frenatura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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 centrifuga - Combinazioni Mtmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90
Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Variazione termica negativa	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
Resistenze passive dei vincoli	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00





**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-sx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	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 centrifuga - Combinazioni Mtxmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20
Variazione termica negativa	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00
Resistenze passive dei vincoli	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Sisma longitudinale	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30
Sisma trasversale	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Sisma verticale	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30

## S.L.E.car

					<b>q1</b>											
Peso proprio impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio pila	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati rinterro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ritiro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-sx	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
Frenatura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	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 centrifuga - Combinazioni Mtxmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Variazione termica negativa	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
Resistenze passive dei vincoli	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## S.L.E.car

					<b>q4</b>											
Peso proprio impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio pila	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati rinterro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ritiro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-sx	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtxmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.75	0.75
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	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Mtxmax	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
Variazione termica negativa	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	
Resistenze passive dei vincoli	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

**S.L.E.car**  
**q6**

Peso proprio impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio pila	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati rinterro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ritiro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
Frenatura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.00
Azioni idrodinamiche	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Variazione termica positiva	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica negativa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenze passive dei vincoli	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**S.L.E.freq**

				<b>q1</b>							<b>q5</b>					<b>S.L.E.qp</b>	
Peso proprio impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio pila	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati rinterro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ritiro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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 centrifuga - Combinazioni Mmax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50
Variazione termica negativa	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
Resistenze passive dei vincoli	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

**SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

S.L.U.																	
q1					q3												
Hi	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	925	-403	925	-403	925	-403	925	-403	
Ht	709	969	709	969	-897	-637	-897	-637	709	969	709	969	-897	-637	-897	-637	
P	52176	52176	49970	49970	52176	52176	49970	49970	50256	50256	48601	48601	50256	50256	48601	48601	
Mx	27778	31004	33917	37143	-30235	-27009	-36374	-33148	23895	27121	28499	31725	-26351	-23125	-30955	-27729	
My	7615	-1140	7615	-1140	7615	-1140	7615	-1140	11481	-5006	11481	-5006	11481	-5006	11481	-5006	
S.L.U.																	
q4					q5												
Fx	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	
Fy	871	1131	817	1077	-735	-475	-789	-529	1244	1504	1244	1504	-1432	-1172	-1432	-1172	
Fz	50256	50256	48601	48601	50256	50256	48601	48601	50256	50256	48601	48601	50256	50256	48601	48601	
Mx	26540	29766	30262	33489	-23706	-20480	-29192	-25966	32876	36102	37480	40706	-35333	-32107	-39937	-36711	
My	7615	-1140	7615	-1140	7615	-1140	7615	-1140	7615	-1140	7615	-1140	7615	-1140	7615	-1140	
S.L.U.																	
q7																	
Fx	176	176	176	176	176	176	176	176									
Fy	67	67	67	67	67	67	67	67									
Fz	50256	50256	48601	48601	50256	50256	48601	48601									
Mx	12424	12424	17028	17028	-10878	-10878	-15482	-15482									
My	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182									
S.L.V.																	
q6.x					q6.y												
Fx	3154	3154	3154	3154	-2823	-2823	-2823	-2823	1007	1007	-676	-676	1007	1007	-676	-676	
Fy	1022	1022	-866	-866	965	965	-924	-924	3226	3226	3168	3168	-3070	-3070	-3128	-3128	
Fz	33655	32267	33655	32267	33655	32267	33655	32267	33655	32267	33655	32267	33655	32267	33655	32267	
Mx	7772	7772	-5939	-5939	7055	7055	-6656	-6656	23768	23768	23051	23051	-21936	-21936	-22653	-22653	
My	19962	19962	19962	19962	-15857	-15857	-15857	-15857	6745	6745	-2639	-2639	6745	6745	-2639	-2639	
S.L.E.car																	
q1					q3												
Fx	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	669	-263	669	-263	669	-263	669	-263	
Fy	484	657	484	657	-587	-413	-587	-413	484	657	484	657	-587	-413	-587	-413	
Fz	38649	38649	37014	37014	38649	38649	37014	37014	37227	37227	36001	36001	37227	37227	36001	36001	
Mx	19798	21949	24346	26497	-21179	-19028	-25726	-23575	16922	19072	20332	22483	-18302	-16151	-21712	-19562	
My	5440	-397	5440	-397	5440	-397	5440	-397	8304	-3260	8304	-3260	8304	-3260	8304	-3260	
S.L.E.car																	
q4					q5												
Fx	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	
Fy	604	777	564	737	-467	-293	-507	-333	840	1014	840	1014	-943	-770	-943	-770	
Fz	37227	37227	36001	36001	37227	37227	36001	36001	37227	37227	36001	36001	37227	37227	36001	36001	
Mx	18881	21032	21639	23789	-16342	-14191	-20406	-18255	22909	25060	26320	28470	-24289	-22139	-27700	-25549	
My	5440	-397	5440	-397	5440	-397	5440	-397	5440	-397	5440	-397	5440	-397	5440	-397	

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

S.L.E.car															
q7															
Fx	146	146	146	146	146	146	146	146	146						
Fy	591	591	591	591	591	591	591	591	591						
Fz	37227	37227	36001	36001	37227	37227	36001	36001	36001						
Mx	18256	18256	21666	21666	-16968	-16968	-20378	-20378	-20378						
My	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818	1818						

S.L.E.freq																
q1										q5			S.L.E.qp			
Fx	390	-2	390	-2	390	-2	390	-2	390	-2	390	-2	390	-2	390	-2
Fy	-34	111	-34	111	-34	111	-34	111	-34	111	-34	111	-34	111	-34	111
Fz	37227	37227	36001	36001	37227	37227	36001	36001	36001	32961	32961	32961	32961	32961	32961	32961
Mx	8163	9955	11573	13365	-9098	-7306	-12509	-10716	1169	2961	-2104	-312	-468	1325		
My	4836	-28	4836	-28	4836	-28	4836	-28	4836	-28	4836	-28	4836	-28	4836	-28

**CALCOLO AZIONI SUI PALI**

*N.B. File - Direzione longitudinale*

Geometria della palificata		trasv		long		trasv		long		Plinto	X	Y
PALO	Xp	Yp	Jxi	Jyi	Yp/SJxi	Xp/SJyi						
1	-5.40	-5.40	29.1600	29.1600	-0.021	-0.021				-6.400	6.40	
2	-5.40	-1.80	3.2400	29.16	-0.007	-0.021				6.400	6.40	
3	-5.40	1.80	3.2400	29.16	0.007	-0.021				6.400	-6.40	
4	-5.40	5.40	29.1600	29.16	0.021	-0.021				-6.400	-6.40	
5	-1.80	-5.40	29.1600	3.24	-0.021	-0.007				-6.40	6.40	
6	-1.80	-1.80	3.2400	3.24	-0.007	-0.007						
7	-1.80	1.80	3.2400	3.24	0.007	-0.007						
8	-1.80	5.40	29.1600	3.24	0.021	-0.007						
9	1.80	-5.40	29.1600	3.24	-0.021	0.007						
10	1.80	-1.80	3.2400	3.24	-0.007	0.007						
11	1.80	1.80	3.2400	3.24	0.007	0.007						
12	1.80	5.40	29.1600	3.24	0.021	0.007						
13	5.40	-5.40	29.1600	29.16	-0.021	0.021						
14	5.40	-1.80	3.2400	29.16	-0.007	0.021						
15	5.40	1.80	3.2400	29.16	0.007	0.021						
16	5.40	5.40	29.1600	29.16	0.021	0.021						
<b>16</b>			<b>259.20</b>	<b>259.20</b>								

S.L.U.																
CARICO ASSIALE																
PALO																
q1																
q3																
1	2524	2639	2258	2373	3732	3847	3722	3837	2404	2680	2205	2481	3451	3727	3443	3720
2	2909	3069	2729	2889	3312	3472	3217	3377	2736	3057	2600	2922	3085	3406	3013	3334
3	3295	3500	3200	3405	2892	3097	2712	2917	3068	3434	2996	3362	2719	3085	2583	2949
4	3681	3931	3671	3921	2472	2722	2207	2456	3400	3810	3392	3803	2353	2764	2154	2564
5	2629	2623	2364	2357	3838	3832	3828	3822	2563	2611	2364	2411	3610	3658	3603	3650
6	3015	3054	2835	2873	3418	3456	3323	3361	2895	2987	2760	2852	3244	3336	3173	3265

## LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE

## RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

7	3401	3484	3306	3389	2998	3081	2818	2901	3227	3364	3156	3293	2878	3015	2743	2880
8	3787	3915	3777	3905	2578	2706	2312	2440	3559	3741	3552	3733	2512	2694	2313	2495
9	2735	2607	2469	2341	3944	3816	3934	3806	2723	2541	2524	2342	3770	3588	3762	3581
10	3121	3038	2940	2857	3524	3441	3429	3345	3055	2918	2919	2783	3404	3267	3332	3195
11	3507	3468	3412	3373	3104	3065	2923	2885	3387	3295	3315	3223	3038	2946	2902	2810
12	3893	3899	3883	3889	2684	2690	2418	2425	3719	3671	3711	3664	2672	2624	2472	2425
13	2841	2591	2575	2326	4050	3800	4040	3790	2882	2472	2683	2272	3929	3518	3922	3511
14	3227	3022	3046	2841	3630	3425	3534	3330	3214	2848	3079	2713	3563	3197	3492	3126
15	3613	3453	3517	3357	3210	3050	3029	2869	3546	3225	3475	3154	3197	2876	3062	2741
16	3998	3883	3988	3873	2790	2675	2524	2409	3878	3602	3871	3594	2831	2555	2632	2356
<b>Nmax</b>	<b>3998</b>	<b>3931</b>	<b>3988</b>	<b>3921</b>	<b>4050</b>	<b>3847</b>	<b>4040</b>	<b>3837</b>	<b>3878</b>	<b>3810</b>	<b>3871</b>	<b>3803</b>	<b>3929</b>	<b>3727</b>	<b>3922</b>	<b>3720</b>
<b>Nmin</b>	<b>2524</b>	<b>2591</b>	<b>2258</b>	<b>2326</b>	<b>2472</b>	<b>2675</b>	<b>2207</b>	<b>2409</b>	<b>2404</b>	<b>2472</b>	<b>2205</b>	<b>2272</b>	<b>2353</b>	<b>2555</b>	<b>2154</b>	<b>2356</b>
<b>TAGLIO</b>																
taglio Vx	38	-6	38	-6	38	-6	38	-6	58	-25	58	-25	58	-25	58	-25
taglio Vy	44	61	44	61	-56	-40	-56	-40	44	61	44	61	-56	-40	-56	-40
<b>V</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>68</b>	<b>40</b>	<b>68</b>	<b>40</b>	<b>73</b>	<b>66</b>	<b>73</b>	<b>66</b>	<b>81</b>	<b>47</b>	<b>81</b>	<b>47</b>

## S.L.U.

CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1	2429	2545	2248	2364	3476	3591	3487	3602	2297	2413	2098	2213	3718	3834	3711	3826	
2	2798	2958	2669	2829	3147	3307	3082	3242	2754	2914	2619	2779	3228	3388	3156	3316	
3	3167	3371	3089	3294	2818	3023	2676	2881	3211	3415	3139	3344	2737	2942	2602	2806	
4	3535	3785	3509	3759	2488	2738	2271	2520	3667	3917	3660	3909	2246	2496	2047	2297	
5	2535	2529	2354	2348	3582	3576	3593	3586	2403	2397	2204	2197	3824	3818	3817	3810	
6	2904	2942	2775	2813	3253	3291	3187	3226	2860	2898	2724	2763	3333	3372	3262	3300	
7	3272	3356	3195	3278	2924	3007	2782	2865	3316	3400	3245	3328	2843	2926	2707	2791	
8	3641	3769	3615	3743	2594	2722	2377	2505	3773	3901	3766	3894	2352	2480	2153	2281	
9	2641	2513	2460	2332	3688	3560	3699	3571	2509	2381	2310	2182	3930	3802	3922	3794	
10	3010	2926	2880	2797	3359	3275	3293	3210	2966	2882	2830	2747	3439	3356	3368	3285	
11	3378	3340	3301	3262	3029	2991	2888	2849	3422	3384	3351	3312	2949	2910	2813	2775	
12	3747	3753	3721	3727	2700	2706	2482	2489	3879	3885	3871	3878	2458	2464	2258	2265	
13	2747	2497	2566	2316	3794	3544	3804	3555	2615	2365	2415	2166	4036	3786	4028	3779	
14	3115	2911	2986	2781	3464	3259	3399	3194	3071	2867	2936	2731	3545	3340	3474	3269	
15	3484	3324	3406	3246	3135	2975	2994	2834	3528	3368	3457	3297	3054	2894	2919	2759	
16	3853	3737	3827	3712	2806	2691	2588	2473	3985	3869	3977	3862	2564	2448	2364	2249	
<b>Nmax</b>	<b>3853</b>	<b>3785</b>	<b>3827</b>	<b>3759</b>	<b>3794</b>	<b>3591</b>	<b>3804</b>	<b>3602</b>	<b>3985</b>	<b>3917</b>	<b>3977</b>	<b>3909</b>	<b>4036</b>	<b>3834</b>	<b>4028</b>	<b>3826</b>	
<b>Nmin</b>	<b>2429</b>	<b>2497</b>	<b>2248</b>	<b>2316</b>	<b>2488</b>	<b>2691</b>	<b>2271</b>	<b>2473</b>	<b>2297</b>	<b>2365</b>	<b>2098</b>	<b>2166</b>	<b>2246</b>	<b>2448</b>	<b>2047</b>	<b>2249</b>	
<b>TAGLIO</b>																	
taglio Vx	38	-6	38	-6	38	-6	38	-6	38	-6	38	-6	38	-6	38	-6	
taglio Vy	54	71	51	67	-46	-30	-49	-33	78	94	78	94	-89	-73	-89	-73	
<b>V</b>	<b>67</b>	<b>71</b>	<b>64</b>	<b>68</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>62</b>	<b>34</b>	<b>87</b>	<b>94</b>	<b>87</b>	<b>94</b>	<b>97</b>	<b>73</b>	<b>97</b>	<b>73</b>	

## S.L.U.

CARICO ASSIALE		q7															
PALO																	
1	2837	2837	2637	2637	3322	3322	3315	3315									
2	3009	3009	2874	2874	3171	3171	3100	3100									
3	3182	3182	3110	3110	3020	3020	2885	2885									

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

4	3354	3354	3347	3347	2869	2869	2670	2670
5	2867	2867	2668	2668	3352	3352	3345	3345
6	3040	3040	2904	2904	3201	3201	3130	3130
7	3212	3212	3141	3141	3050	3050	2915	2915
8	3385	3385	3377	3377	2899	2899	2700	2700
9	2897	2897	2698	2698	3383	3383	3375	3375
10	3070	3070	2934	2934	3232	3232	3160	3160
11	3242	3242	3171	3171	3081	3081	2945	2945
12	3415	3415	3407	3407	2930	2930	2730	2730
13	2928	2928	2728	2728	3413	3413	3406	3406
14	3100	3100	2965	2965	3262	3262	3191	3191
15	3273	3273	3201	3201	3111	3111	2976	2976
16	3445	3445	3438	3438	2960	2960	2760	2760
<b>Nmax</b>	<b>3445</b>	<b>3445</b>	<b>3438</b>	<b>3438</b>	<b>3413</b>	<b>3413</b>	<b>3406</b>	<b>3406</b>
<b>Nmin</b>	<b>2837</b>	<b>2837</b>	<b>2637</b>	<b>2637</b>	<b>2869</b>	<b>2869</b>	<b>2670</b>	<b>2670</b>
<b>TAGLIO</b>								
taglio Vx	11	11	11	11	11	11	11	11
taglio Vy	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>V</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>

CARICO ASSIALE PALO	S.L.V.								q6.y							
	q6.x															
1	1526	1439	1811	1725	2287	2200	2572	2486	1468	1381	1678	1591	2420	2333	2630	2544
2	1634	1547	1729	1642	2385	2298	2480	2393	1798	1711	1998	1912	2115	2029	2316	2229
3	1742	1655	1646	1560	2483	2396	2388	2301	2128	2041	2318	2232	1811	1724	2001	1914
4	1849	1763	1564	1477	2581	2494	2295	2208	2458	2371	2639	2552	1506	1419	1686	1600
5	1803	1716	2089	2002	2067	1980	2352	2265	1561	1475	1642	1555	2514	2427	2594	2507
6	1911	1824	2006	1919	2165	2078	2260	2173	1892	1805	1962	1875	2209	2122	2279	2192
7	2019	1932	1924	1837	2263	2176	2167	2081	2222	2135	2282	2195	1904	1818	1964	1878
8	2127	2040	1841	1754	2361	2274	2075	1988	2552	2465	2602	2515	1600	1513	1650	1563
9	2080	1993	2366	2279	1846	1760	2132	2045	1655	1568	1605	1518	2607	2521	2557	2470
10	2188	2101	2283	2197	1944	1858	2040	1953	1985	1898	1925	1838	2303	2216	2242	2156
11	2296	2209	2201	2114	2042	1956	1947	1860	2315	2229	2245	2158	1998	1911	1928	1841
12	2404	2317	2118	2032	2140	2054	1855	1768	2645	2559	2565	2479	1693	1607	1613	1526
13	2357	2271	2643	2556	1626	1539	1912	1825	1749	1662	1568	1481	2701	2614	2520	2434
14	2465	2379	2561	2474	1724	1637	1819	1733	2079	1992	1888	1802	2396	2310	2206	2119
15	2573	2487	2478	2391	1822	1735	1727	1640	2409	2322	2209	2122	2092	2005	1891	1804
16	2681	2594	2396	2309	1920	1833	1634	1548	2739	2652	2529	2442	1787	1700	1576	1490
<b>Nmax</b>	<b>2681</b>	<b>2594</b>	<b>2643</b>	<b>2556</b>	<b>2581</b>	<b>2494</b>	<b>2572</b>	<b>2486</b>	<b>2739</b>	<b>2652</b>	<b>2639</b>	<b>2552</b>	<b>2701</b>	<b>2614</b>	<b>2630</b>	<b>2544</b>
<b>Nmin</b>	<b>1526</b>	<b>1439</b>	<b>1564</b>	<b>1477</b>	<b>1626</b>	<b>1539</b>	<b>1634</b>	<b>1548</b>	<b>1468</b>	<b>1381</b>	<b>1568</b>	<b>1481</b>	<b>1506</b>	<b>1419</b>	<b>1576</b>	<b>1490</b>
<b>TAGLIO</b>																
taglio Vx	197	197	197	197	-176	-176	-176	-176	63	63	-42	-42	63	63	-42	-42
taglio Vy	64	64	-54	-54	60	60	-58	-58	202	202	198	198	-192	-192	-195	-195
<b>V</b>	<b>207</b>	<b>207</b>	<b>204</b>	<b>204</b>	<b>186</b>	<b>186</b>	<b>186</b>	<b>186</b>	<b>211</b>	<b>211</b>	<b>202</b>	<b>202</b>	<b>202</b>	<b>202</b>	<b>200</b>	<b>200</b>

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q1								q3							
PALO																	
1		1890	1967	1693	1770	2743	2820	2736	2813	1801	1997	1653	1850	2535	2731	2529	2726
2		2165	2271	2031	2138	2449	2556	2379	2485	2036	2262	1936	2162	2281	2507	2228	2454
3		2440	2576	2369	2506	2155	2292	2021	2158	2271	2527	2218	2474	2027	2282	1926	2182
4		2715	2881	2707	2874	1861	2027	1664	1831	2506	2792	2501	2786	1772	2058	1625	1910
5		1965	1961	1768	1764	2819	2815	2812	2807	1916	1952	1769	1804	2650	2686	2645	2680
6		2240	2266	2107	2132	2525	2550	2454	2480	2151	2217	2051	2117	2396	2461	2343	2409
7		2515	2571	2445	2500	2231	2286	2097	2152	2387	2482	2334	2429	2142	2237	2042	2137
8		2790	2876	2783	2868	1937	2022	1740	1825	2622	2747	2616	2741	1888	2013	1740	1865
9		2041	1956	1844	1759	2895	2809	2887	2802	2032	1907	1884	1759	2766	2641	2760	2635
10		2316	2260	2182	2127	2600	2545	2530	2474	2267	2172	2167	2071	2511	2416	2459	2363
11		2591	2565	2520	2495	2306	2281	2173	2147	2502	2436	2449	2384	2257	2192	2157	2092
12		2866	2870	2858	2863	2012	2016	1815	1820	2737	2701	2731	2696	2003	1968	1855	1820
13		2116	1950	1920	1753	2970	2804	2963	2796	2147	1861	1999	1714	2881	2595	2875	2590
14		2391	2255	2258	2121	2676	2539	2605	2469	2382	2126	2282	2026	2627	2371	2574	2318
15		2666	2560	2596	2489	2382	2275	2248	2141	2617	2391	2564	2338	2373	2147	2272	2046
16		2941	2865	2934	2857	2088	2011	1891	1814	2852	2656	2847	2651	2118	1922	1971	1775
<b>Nmax</b>		<b>2941</b>	<b>2881</b>	<b>2934</b>	<b>2874</b>	<b>2970</b>	<b>2820</b>	<b>2963</b>	<b>2813</b>	<b>2852</b>	<b>2792</b>	<b>2847</b>	<b>2786</b>	<b>2881</b>	<b>2731</b>	<b>2875</b>	<b>2726</b>
<b>Nmin</b>		<b>1890</b>	<b>1950</b>	<b>1693</b>	<b>1753</b>	<b>1861</b>	<b>2011</b>	<b>1664</b>	<b>1814</b>	<b>1801</b>	<b>1861</b>	<b>1653</b>	<b>1714</b>	<b>1772</b>	<b>1922</b>	<b>1625</b>	<b>1775</b>
<b>TAGLIO</b>																	
taglio Vx		27	-2	27	-2	27	-2	27	-2	42	-16	42	-16	42	-16	42	-16
taglio Vy		30	41	30	41	-37	-26	-37	-26	30	41	30	41	-37	-26	-37	-26
<b>V</b>		<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>46</b>	<b>26</b>	<b>46</b>	<b>26</b>	<b>52</b>	<b>44</b>	<b>52</b>	<b>44</b>	<b>56</b>	<b>31</b>	<b>56</b>	<b>31</b>

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1		1820	1897	1686	1763	2554	2631	2562	2639	1736	1813	1588	1665	2719	2796	2714	2791
2		2082	2189	1986	2093	2327	2433	2278	2385	2054	2161	1954	2061	2382	2489	2329	2436
3		2344	2481	2287	2424	2100	2236	1995	2132	2372	2509	2320	2456	2045	2181	1944	2081
4		2607	2773	2588	2754	1873	2039	1712	1878	2691	2857	2685	2851	1707	1874	1560	1726
5		1896	1891	1761	1757	2629	2625	2637	2633	1812	1807	1664	1660	2795	2791	2789	2785
6		2158	2183	2062	2088	2402	2428	2354	2380	2130	2155	2030	2055	2458	2483	2405	2430
7		2420	2475	2363	2418	2175	2231	2071	2126	2448	2503	2395	2451	2120	2176	2020	2075
8		2682	2768	2663	2748	1948	2034	1787	1873	2766	2852	2761	2846	1783	1868	1635	1721
9		1971	1886	1837	1752	2705	2620	2713	2628	1887	1802	1740	1654	2870	2785	2865	2780
10		2233	2178	2138	2082	2478	2422	2430	2374	2205	2150	2105	2050	2533	2478	2480	2425
11		2496	2470	2438	2413	2251	2225	2146	2121	2524	2498	2471	2445	2196	2170	2095	2070
12		2758	2762	2739	2743	2024	2028	1863	1867	2842	2846	2836	2840	1858	1863	1711	1715
13		2047	1880	1913	1746	2780	2614	2789	2622	1963	1796	1815	1649	2946	2780	2940	2774
14		2309	2172	2213	2077	2553	2417	2505	2369	2281	2144	2181	2044	2609	2472	2556	2419
15		2571	2464	2514	2407	2327	2220	2222	2115	2599	2492	2546	2440	2271	2165	2171	2064
16		2833	2757	2814	2737	2100	2023	1938	1861	2917	2840	2912	2835	1934	1857	1786	1710



**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

<b>Nmax</b>	<b>2833</b>	<b>2773</b>	<b>2814</b>	<b>2754</b>	<b>2780</b>	<b>2631</b>	<b>2789</b>	<b>2639</b>	<b>2917</b>	<b>2857</b>	<b>2912</b>	<b>2851</b>	<b>2946</b>	<b>2796</b>	<b>2940</b>	<b>2791</b>
<b>Nmin</b>	<b>1820</b>	<b>1880</b>	<b>1686</b>	<b>1746</b>	<b>1873</b>	<b>2023</b>	<b>1712</b>	<b>1861</b>	<b>1736</b>	<b>1796</b>	<b>1588</b>	<b>1649</b>	<b>1707</b>	<b>1857</b>	<b>1560</b>	<b>1710</b>
<b>TAGLIO</b>																
taglio Vx	27	-2	27	-2	27	-2	27	-2	27	-2	27	-2	27	-2	27	-2
taglio Vy	38	49	35	46	-29	-18	-32	-21	53	63	53	63	-59	-48	-59	-48
<b>V</b>	<b>47</b>	<b>49</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>40</b>	<b>18</b>	<b>42</b>	<b>21</b>	<b>59</b>	<b>63</b>	<b>59</b>	<b>63</b>	<b>65</b>	<b>48</b>	<b>65</b>	<b>48</b>

<b>CARICO ASSIALE</b>		<b>S.L.E.car</b>							
<b>PALO</b>		<b>q7</b>							
1	1908	1908	1761	1761	2642	2642	2637	2637	
2	2162	2162	2062	2062	2407	2407	2354	2354	
3	2416	2416	2363	2363	2171	2171	2071	2071	
4	2669	2669	2664	2664	1935	1935	1788	1788	
5	1934	1934	1786	1786	2668	2668	2662	2662	
6	2187	2187	2087	2087	2432	2432	2379	2379	
7	2441	2441	2388	2388	2196	2196	2096	2096	
8	2694	2694	2689	2689	1961	1961	1813	1813	
9	1959	1959	1811	1811	2693	2693	2687	2687	
10	2213	2213	2112	2112	2457	2457	2404	2404	
11	2466	2466	2413	2413	2221	2221	2121	2121	
12	2720	2720	2714	2714	1986	1986	1838	1838	
13	1984	1984	1837	1837	2718	2718	2712	2712	
14	2238	2238	2137	2137	2482	2482	2429	2429	
15	2491	2491	2438	2438	2247	2247	2146	2146	
16	2745	2745	2739	2739	2011	2011	1863	1863	
<b>Nmax</b>	<b>2745</b>	<b>2745</b>	<b>2739</b>	<b>2739</b>	<b>2718</b>	<b>2718</b>	<b>2712</b>	<b>2712</b>	
<b>Nmin</b>	<b>1908</b>	<b>1908</b>	<b>1761</b>	<b>1761</b>	<b>1935</b>	<b>1935</b>	<b>1788</b>	<b>1788</b>	
<b>TAGLIO</b>									
taglio Vx	9	9	9	9	9	9	9	9	
taglio Vy	37	37	37	37	-30	-30	-30	-30	
<b>V</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	

<b>CARICO ASSIALE</b>		<b>S.L.freq</b>								<b>S.L.qp</b>				
<b>PALO</b>		<b>q1</b>				<b>q5</b>								
1	2056	2120	1908	1972	2415	2479	2410	2474	1935	1999	2003	2067	1969	2033
2	2169	2258	2069	2158	2289	2378	2236	2325	1951	2040	1974	2063	1963	2051
3	2283	2396	2230	2343	2163	2277	2062	2176	1967	2081	1945	2058	1956	2070
4	2396	2535	2390	2529	2036	2175	1889	2027	1984	2122	1915	2054	1950	2088
5	2123	2119	1975	1972	2483	2479	2477	2474	2002	1999	2070	2067	2036	2033
6	2236	2258	2136	2157	2356	2378	2303	2325	2018	2040	2041	2062	2030	2051
7	2350	2396	2297	2343	2230	2276	2130	2176	2035	2081	2012	2058	2023	2069
8	2463	2534	2458	2529	2104	2175	1956	2027	2051	2122	1983	2054	2017	2088
9	2190	2119	2043	1971	2550	2479	2544	2473	2069	1998	2137	2066	2103	2032
10	2304	2257	2203	2157	2423	2377	2371	2324	2086	2039	2108	2062	2097	2051
11	2417	2396	2364	2343	2297	2276	2197	2175	2102	2080	2079	2058	2090	2069
12	2530	2534	2525	2528	2171	2174	2023	2027	2118	2122	2050	2053	2084	2087
13	2257	2119	2110	1971	2617	2478	2611	2473	2136	1998	2205	2066	2171	2032

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

14	2371	2257	2270	2157	2491	2377	2438	2324	2153	2039	2175	2062	2164	2050
15	2484	2395	2431	2342	2364	2275	2264	2175	2169	2080	2146	2057	2158	2069
16	2597	2533	2592	2528	2238	2174	2090	2026	2185	2121	2117	2053	2151	2087
<b>Nmax</b>	<b>2597</b>	<b>2535</b>	<b>2592</b>	<b>2529</b>	<b>2617</b>	<b>2479</b>	<b>2611</b>	<b>2474</b>	<b>2185</b>	<b>2122</b>	<b>2205</b>	<b>2067</b>	<b>2171</b>	<b>2088</b>
<b>Nmin</b>	<b>2056</b>	<b>2119</b>	<b>1908</b>	<b>1971</b>	<b>2036</b>	<b>2174</b>	<b>1889</b>	<b>2026</b>	<b>1935</b>	<b>1998</b>	<b>1915</b>	<b>2053</b>	<b>1950</b>	<b>2032</b>
<b>TAGLIO</b>														
taglio Vx	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0
taglio Vy	-2	7	-2	7	-2	7	-2	7	4	13	-8	1	-2	7
<b>V</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>13</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>7</b>

**RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI**

			<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE-CAR</b>	<b>SLE-FR</b>	<b>SLE-QP</b>
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	<b>4050</b>	4050	2739	2970	2617	2171
Azione assiale minima	Nmin	<b>1381</b>	2047	1381	1560	1889	1950
Azione trasversale massima	Vmax	<b>211</b>	<b>97</b>	<b>211</b>	<b>65</b>	<b>26</b>	<b>24</b>

**LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE**

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	<b>33346</b>
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	<b>15</b>
Modulo di Poisson del terreno	v		<b>0.30</b>
Diametro del palo	Dp	m	<b>1.20</b>
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	Ic	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	<b>12078</b>
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	<b>5.00</b>

**RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI**

			<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE-CAR</b>	<b>SLE-FR</b>	<b>SLE-QP</b>
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4050	2739	2970	2617	2171
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2047	1381	1560	1889	1950
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	243	528	163	64	61
Momento amplificato del 20%	<b>Mmax</b>	<b>kNm</b>	<b>292</b>	<b>634</b>	<b>195</b>	<b>77</b>	<b>73</b>
<b>Sforzo di taglio massimo</b>	<b>Vmax</b>	<b>kN</b>	<b>97</b>	<b>211</b>	<b>65</b>	<b>26</b>	<b>24</b>

**RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA**

	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>
Carico verticale massimo agente sulla palificata	52176	33655
Carico verticale medio agente sui pali	3261	2103

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Dati	Var	unità	
Larghezza del plinto in direzione trasversale	Bt	m	12.80
Larghezza del plinto in direzione longitudinale	Bl	m	12.80
Altezza del plinto	Hp	m	3.00
Altezza rinterro	Hrin	m	0.00

**ANALISI IN DIREZIONE TRASVERSALE**

Modello di calcolo:

Trave a mensola

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	3.00
Lunghezza della mensola di calcolo	L	m	4.90
distanza tra palo 1° fila posteriore e sezione di incastro	a1	m	3.90
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	0.30
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	
larghezza sezione di calcolo	b	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	32
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391.3
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dall'alto	15	6	26	0.079	3186
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.145	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.211	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.079	3186

Armatura inferiore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dal basso	15	6	26	0.079	3186
secondo strato dal basso	15	6	26	0.145	3186
terzo strato dal basso	0	0	26	0.211	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.112	6371

VERIFICA SLU	fac	p	V	M
		kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	283.5	1389	3403.4
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	0.0	0	0.0
sommano			1389.2	3403.4
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	210.0	1029	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	0.0	0	0.0
sommano			1029.0	2521.1

sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	V	M
	kN	kN	kN	kNm
SLU-STR (MIN)	-2166	-2713	-4879	-9260.5
SLU-STR (MAX)	-4050	-3630	-7679	-16882.0
SLU-SIS (MIN)	-1637	-1481	-3119	-6830.1
SLU-SIS (MAX)	-2701	-2561	-5261	-11301.8

sollecitazioni risultanti	V	M
	kN	kNm
SLU-STR (MIN)	-3490	-5857
SLU-STR (MAX)	-6290	-13479
SLU-SIS (MIN)	-2090	-4309
SLU-SIS (MAX)	-4232	-8781

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V	M
	kN/m	kNm/m
SLU-STR (MIN)	1246	-2092
SLU-STR (MAX)	2246	-4814
SLU-SIS (MIN)	746	-1539
SLU-SIS (MAX)	1512	-3136

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	0	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	3186	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3277	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		0%	OK!
Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	4733	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	6371	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-6480	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		74%	OK!

**VERIFICA SLU - TAGLIO**

Taglio di calcolo per sezione a larghezza unitaria	$V_{Ed}$	kN	2246
--	----------	----	------

**Caratteristiche geometriche sezione**

Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	3.00
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	3.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.08
altezza utile della sezione	d	m	2.92

**Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio**

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione	Asl	mmq	3185.6	
Coefficiente k	k	m	1.26	
vmin	vmin		0.3	
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00109	
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.0	
Resistenza a taglio	$V_{Rd}$	kN	669.0	N.V.

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	$V_{Rcd}$	kN	15890.2	
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diametro staffe	fsw	mm	24	
passo staffe	scp	m	1.00	
numero di bracci	nb		3.33	
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1508	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.8	
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	
Resistenza a "taglio trazione"	$V_{Rsd}$	kN	3878.4	
Resistenza a "taglio compressione"	$V_{Rcd}$	kN	8218.7	
Resistenza a taglio	$V_{Rd}$	kN	3878.4	OK!

**VERIFICA SLE-CARATTERISTICA**

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	0.0	0.0	0.0
sommano			1029.0	2521.1

	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute ai pali				
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-1649	-2026	-3675	-7037.6
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-2970	-2676	-5646	-12386.2

**sollecitazioni risultanti**

	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-2646	-4517
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-4617	-9865

**sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria**

	V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	945	-1613
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	1649	-3523

tensione armature inferiori RCSEC	$\sigma$	Mpa	208	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		58%	OK!

**VERIFICA SLE-FREQUENTE**

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	0.0	0.0	0.0
sommano			1029.0	2521.1

	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute ai pali				
SLE-FREQUENTE (MIN)	-1971	-2039	-4010	-8298.8
SLE-FREQUENTE (MAX)	-2617	-2491	-5108	-10953.4

**sollecitazioni risultanti**

	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-2981	-5778
SLE-FREQUENTE (MAX)	-4079	-8432

**sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria**

	V kN/m	M kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)	1065	-2063
SLE-FREQUENTE (MAX)	1457	-3012

apertura delle fessure RCSEC	wk	mm	0.114	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		57%	OK!

**VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE**

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	0.0	0.0	0.0
sollecitazioni dovute al peso del muro	1.0	0.0	0.0	0.0

**LAVORO: S5129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

sommano				<b>1029.0</b>	<b>2521.1</b>
---------	--	--	--	---------------	---------------

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-2032	-2050	-4082	-8539.5
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-2171	-2164	-4335	-9114.4

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	<b>-3053</b>	<b>-6018</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	<b>-3306</b>	<b>-6593</b>

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	<b>1090</b>	<b>-2149</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	<b>1181</b>	<b>-2355</b>

apertura delle fessure RCSEC	wk	mm	<b>0.089</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		<b>45%</b>	<b>OK!</b>

**ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE**

Modello di calcolo:

**Trave a mensola**

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	3.00
Lunghezza della mensola di calcolo	L	m	4.90
distanza tra palo 1° fila posteriore e sezione di incastro	a1	m	3.90
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	0.30
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	
distanza tra palo 4° fila posteriore e sezione di incastro	a4	m	
larghezza sezione di calcolo	b	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	32
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391.3
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore	passo cm	n.barre 1.0/pass	$\phi$ mm	c m	As mmq
<b>sezione di larghezza unitaria</b>					
primo strato dall'alto	15	6	26	0.053	3186
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.119	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.185	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.251	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.053	3186

Armatura inferiore	passo cm	n.barre 1.0/pass	$\phi$ mm	c m	As mmq
<b>sezione di larghezza unitaria</b>					
primo strato dal basso	15	6	26	0.053	3186
secondo strato dal basso	15	6	26	0.119	3186
terzo strato dal basso	0	0	26	0.185	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.251	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.086	6371

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	283.5	1389	3403.4
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	0.0	0	0.0
sommano			<b>1389.2</b>	<b>3403.4</b>
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	210.0	1029	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	0.0	0	0.0
sommano			<b>1029.0</b>	<b>2521.1</b>

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-2166	-2182	-4347	-9101.1
SLU-STR (MAX)	-4050	-3944	-7993	-16976.3
SLU-SIS (MIN)	-1481	-1518	-3000	-6233.2
SLU-SIS (MAX)	-2701	-2607	-5308	-11315.8

**LAVORO: S5129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**

**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-2958	-5698
SLU-STR (MAX)	-6604	-13573
SLU-SIS (MIN)	-1971	-3712
SLU-SIS (MAX)	-4279	-8795

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	1057	-2035
SLU-STR (MAX)	2359	-4847
SLU-SIS (MIN)	704	-1326
SLU-SIS (MAX)	1528	-3141

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	0	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	3186	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3306	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		0%	OK!
Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	4724	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	6371	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-6538	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		74%	OK!

**VERIFICA SLU - TAGLIO**

Taglio di calcolo per sezione a larghezza unitaria	V <sub>Ed</sub>	kN	2359
--	-----------------	----	------

**Caratteristiche geometriche sezione**

Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	3.00
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	3.00
Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.05
altezza utile della sezione	d	m	2.95

**Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio**

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione	Asl	mmq	3185.6	
Coefficiente k	k	m	1.26	
vmin	vmin		0.3	
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ1		0.00108	
tensione media di compressione nella sezione	σcp	Mpa	0.0	
Resistenza a taglio	V <sub>Rd</sub>	kN	672.9	N.V.

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

*Verifica del conglomerato*

Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	16031.7
--------------------------------------	------------------	----	---------

*Verifica dell'armatura trasversale*

diametro staffe	fsw	mm	24
passo staffe	scp	m	1.20
numero di bracci	nb		3.33
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1508
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σcp	kPa	0
coefficiente alpha	α <sub>c</sub>		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	3260.8
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	8291.8

Resistenza a taglio	V <sub>Rd</sub>	kN	3260.8	OK!
---------------------	-----------------	----	--------	-----

**VERIFICA SLE-CARATTERISTICA**

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterra	1.0	0.0	0.0	0.0
sommano			1029.0	2521.1

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-1649	-1654	-3303	-6926.1
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-2970	-2895	-5865	-12451.7

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-2274	-4405
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-4836	-9931

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	812	-1573
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	1727	-3547

tensione armature inferiori RCSEC	σ	Mpa	207	
Tensione massima ammissibile	σ <sub>s,max</sub>	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		58%	OK!

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

<b>VERIFICA SLE-FREQUENTE</b>				
	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	0.0	0.0	0.0
<b>sommano</b>			<b>1029.0</b>	<b>2521.1</b>
sollecitazioni dovute ai pali				
	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-1971	-1971	-3942	-8278.5
SLE-FREQUENTE (MAX)	-2617	-2550	-5167	-10971.1
<b>sollecitazioni risultanti</b>				
			V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)			-2913	-5757
SLE-FREQUENTE (MAX)			-4138	-8450
			kN/m	kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)			1041	-2056
SLE-FREQUENTE (MAX)			1478	-3018
apertura delle fessure RCSEC				
	wk	mm	0.081	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile				
	wlim	mm	0.20	w1
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure				
	c.u.		41%	OK!
<b>VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE</b>				
	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	210.0	1029.0	2521.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	0.0	0.0	0.0
sollecitazioni dovute al peso del muro	1.0	0.0	0.0	0.0
<b>sommano</b>			<b>1029.0</b>	<b>2521.1</b>
sollecitazioni dovute ai pali				
	R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-2032	-2032	-4064	-8534.1
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-2171	-2103	-4274	-9096.2
<b>sollecitazioni risultanti</b>				
			V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)			-3035	-6013
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)			-3245	-6575
<b>sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria</b>				
			V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)			1084	-2148
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)			1159	-2348
apertura delle fessure RCSEC				
	wk	mm	0.063	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile				
	wlim	mm	0.20	w1
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure				
	c.u.		32%	OK!

## ANALISI IN DIREZIONE TRASVERSALE

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	300.0
3	50.0	300.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	7.9	26
2	45.0	7.9	26
3	-45.0	14.5	26
4	45.0	14.5	26
5	-45.0	292.1	26
6	45.0	292.1	26

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3523.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3012.00 (5300.15)	0.00 (0.00)
2	0.00	2355.00 (5300.15)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.0 cm



**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.72	-50.0	300.0	-208.0	27.0	7.9	2600	63.7	6.6	1.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.18	-50.0	300.0	-177.8	27.0	7.9	2600	63.7	6.6	0.50
2	S	2.49	50.0	300.0	-139.0	27.0	7.9	2600	63.7	6.6	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.8	0	0.125	26	66	-0.548	0.00034 (0.00034)	198	0.114 (0.20)	5300.15	0.00
2	S	-1.4	0	0.125	26	66	-1.533	0.00026 (0.00026)	198	0.089 (0.20)	5300.15	0.00

**ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE****CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	300.0
3	50.0	300.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	5.3	26
2	45.0	5.3	26
3	-45.0	11.9	26
4	45.0	11.9	26
5	-45.0	294.7	26
6	45.0	294.7	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

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

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	Mx	My	
1	0.00	3547.00	0.00	

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	Mx	My	
1	0.00	3018.00 (5323.52)	0.00 (0.00)	
2	0.00	2348.00 (5323.52)	0.00 (0.00)	

**RISULTATI DEL CALCOLO****Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Coprifero netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interfero netto minimo barre longitudinali:	4.0	cm

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata	
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]	

Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.68	-50.0	300.0	-207.1	27.0	5.3	2350	63.7	6.6	1.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.13	50.0	300.0	-176.2	27.0	5.3	2350	63.7	6.6	0.50
2	S	2.43	-50.0	300.0	-137.1	27.0	5.3	2350	63.7	6.6	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica

S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata

S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata

k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata

k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica

Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff

Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

Psi  $= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$  [B.6.6 DM96]

e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * Ss/Es$  è tra parentesi

srm Distanza media tra le fessure [mm]

wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi

MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.8	0	0.125	26	40	-0.556	0.00034 (0.00034)	141	0.081 (0.20)	5323.52	0.00
2	S	-1.4	0	0.125	26	40	-1.570	0.00026 (0.00026)	141	0.063 (0.20)	5323.52	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CALCOLO E VERIFICA PULVINO**

Dati	Var	unità	
Lunghezza dello sbalzo del pulvino rispetto al fusto pila	Bt	m	4.50
Larghezza del pulvino	Bl	m	2.30
Altezza parte superiore del pulvino(costante)	hp1	m	1.00
Altezza parte inferiore del pulvino (variabile)	hp2	m	2.00
Altezza complessiva del pulvino	Hp	m	3.00
Peso proprio parte aggettante pulvino	Pg1a	kN	517.5

Modello di calcolo:

**Tirante - Puntone**

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	3.00
distanza tra asse appoggio e sezione di incastro copriferro	a	m	2.50
larghezza puntone	b	m	2.30
larghezza tirante	bt	m	2.30
resistenza a compressione cubica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione cilindrica cls	fck	Mpa	32
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	2.71
lunghezza del tirante	l	m	3.04
fattore lambda ( $l / 0.9d$ ) = arctan y	l		1.25
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura inferiore dir. Longitudinale	n.barre	$\phi$ mm	c m	As mmq
<b>sezione di larghezza pari a bt</b>				
primo strato dall'alto	16	30	0.076	11310
secondo strato dall'alto	16	30	0.136	11310
terzo strato dall'alto	16	30	0.196	11310
quarto strato dall'alto	16	30	0.256	11310
quinto strato dall'alto	16	30	0.316	11310
sesto strato dall'alto	16	30	0.376	11310
settimo strato dall'alto	16	30	0.436	11310
ottavo strato dall'alto	16	30	0.496	11310
Armatura effettivamente disposta		30	0.286	<b>90478</b>

**VERIFICA SLU**

Sollecitazioni massime	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	Asmin mmq	Nmax kN
Combinazione di carico							
SLU-STR	17000	518	17699	885	20727.7	52971	26580.1
SLU-SIS	8500	518	9018	400	10510.0	26859	13477.4
					<b>20727.7</b>	<b>52971</b>	<b>26580.1</b>

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	90478	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	35404.4	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		59%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	28343.3	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		94%	OK!

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CALCOLO E VERIFICA PULVINO**
**VERIFICA SLE-CARATTERISTICA**

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma$ Mpa
SLE-RARA	12500	518	13018	651	15245	168

Tensione massima ammissibile  $\sigma_{s,max}$  MPa 360  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 47% **OK!**

**VERIFICA SLE-FREQUENTE**

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma$ Mpa
SLE-FREQUENTE	11000	518	11518	576	13489	149

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.30 w2  
 Tensione limite ammissibile per barre f  $\sigma_{slim}$  MPa 30.0 171.4  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 87% **OK!**

**VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE**

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma$ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	8000	518	8518	426	9975	110

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.20 w1  
 Tensione limite ammissibile per barre f  $\sigma_{slim}$  MPa 30.0 137.8  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 80% **OK!**

## VERIFICHE SLU PULVINI - TAGLIO

Dati	Var	unità	
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	32
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>			
Altezza	H	m	3.00
Larghezza	B	m	2.30
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	6.90
Larghezza anima	bw	m	2.30
copriferro	c	m	0.08
altezza utile della sezione	d	m	2.92
<b>Compressione agente nella sezione</b>			
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>			
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	36535.0
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diametro staffe	fsw	mm	20
passo staffe	scp	m	0.15
numero di bracci	nb		4
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1257
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	21539.2
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	18896.5
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>18896.5</b>
<b>Azione di calcolo</b>	<b>V</b>	<b>kN</b>	<b>17698.6</b>
<b>Fattore di sicurezza</b>	<b>FS</b>	<b>-</b>	<b>1.1</b>

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA**

Allineamento: P4

**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA**

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
#RIF!	0	0	10329	0	0
#RIF!	0	0	1658	0	0
#RIF!	0	0	3764	0	0
#RIF!					
#RIF!	146	56	0	168	573
#RIF!	0	0	5688	11507	0
#RIF!	0	0	4054	16055	0
#RIF!	0	0	5688	-11507	0
#RIF!	0	0	4054	-16055	0
#RIF!	-231	0	0	0	-902
#RIF!	0	120	0	940	0
#RIF!	0	80	0	626	0
#RIF!	0	535	0	3794	0
#RIF!	0	919	0	7314	0
#RIF!	0	0	0	0	0
#RIF!	486	-179	0	-701	1902
#RIF!	-297	110	0	429	-1163
#RIF!	0	0	0	0	0
#RIF!	1284	0	0	0	4641
#RIF!	0	1365	0	7926	0
#RIF!	0	0	437	0	0

**COMBINAZIONI DI CARICO**

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	S.L.U.										q3								
	q1																		
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
#RIF!	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
#RIF!	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA**

S.L.U.																	
q4										q5							
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
#RIF!	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
#RIF!	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S.L.U.																	
q6																	
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35								
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35								
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35								
#RIF!	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35								
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20								
#RIF!	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
S.L.V.										ESLV-Y							
ESLV-X																	
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00





LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.car  
q6

#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

q1

S.L.E.freq

q5

S.L.E.qp

#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50
#RIF!	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
#RIF!	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
#RIF!	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA****SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

S.L.U.										q3							
q1					q2					q3				q4			
VI	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	925	-403	925	-403	925	-403	925	-403	
Vt	733	993	733	993	-921	-661	-921	-661	733	993	733	993	-921	-661	-921	-661	
N	28941	28941	26735	26735	28941	28941	26735	26735	27022	27022	25367	25367	27022	27022	25367	25367	
Mt	21689	22705	27828	28844	-22546	-21530	-28685	-27669	17805	18821	22409	23426	-18663	-17646	-23267	-22250	
MI	2399	-359	2399	-359	2399	-359	2399	-359	3617	-1577	3617	-1577	3617	-1577	3617	-1577	
Mris	21821	22708	27931	28846	22674	21533	28785	27671	18169	18887	22699	23479	19010	17717	23546	22306	
Vris	956	997	956	997	1107	667	1107	667	1180	1072	1180	1072	1305	774	1305	774	

S.L.U.										q5							
q4					q5					q6				q7			
VI	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	614	-92	
Vt	895	1155	841	1101	-759	-499	-813	-553	1284	1544	1284	1544	-1472	-1212	-1472	-1212	
N	27022	27022	25367	25367	27022	27022	25367	25367	27022	27022	25367	25367	27022	27022	25367	25367	
Mt	19073	20090	23255	24271	-17394	-16378	-22421	-21405	22193	23210	26798	27814	-23051	-22035	-27655	-26639	
MI	2399	-359	2399	-359	2399	-359	2399	-359	2399	-359	2399	-359	2399	-359	2399	-359	
Mris	19224	20093	23378	24274	17559	16382	22549	21408	22323	23213	26905	27816	23176	22038	27759	26641	
Vris	1085	1158	1041	1105	976	507	1018	561	1423	1547	1423	1547	1595	1216	1595	1216	

S.L.U.										q6							
q6					q7					q8				q9			
VI	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	176	
Vt	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
N	27022	27022	25367	25367	27022	27022	25367	25367	27022	27022	25367	25367	27022	27022	25367	25367	
Mt	11853	11853	16457	16457	-11449	-11449	-16054	-16054	11853	11853	16457	16457	-11449	-11449	-16054	-16054	
MI	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687	
Mris	11873	11873	16471	16471	11470	11470	16068	16068	11873	11873	16471	16471	11470	11470	16068	16068	
Vris	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	

S.L.V.										ESLV-Y							
ESLV-X					ESLV-Z					ESLV-Y				ESLV-W			
VI	1371	1371	1371	1371	-1040	-1040	-1040	-1040	472	472	-141	-141	472	472	-141	-141	
Vt	487	487	-332	-332	430	430	-389	-389	1443	1443	1385	1385	-1287	-1287	-1345	-1345	
N	15882	15619	15882	15619	15882	15619	15882	15619	15882	15619	15882	15619	15882	15619	15882	15619	
Mt	2631	2631	-2124	-2124	2406	2406	-2350	-2350	8179	8179	7953	7953	-7672	-7672	-7898	-7898	
MI	4981	4981	4981	4981	-3688	-3688	-3688	-3688	1733	1733	-439	-439	1733	1733	-439	-439	
Mris	5634	5634	5415	5415	4403	4403	4373	4373	8361	8361	7966	7966	7865	7865	7910	7910	
Vris	1455	1455	1411	1411	1126	1126	1111	1111	1518	1518	1392	1392	1371	1371	1352	1352	

S.L.E.car										q3							
q1					q2					q3				q4			
VI	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	669	-263	669	-263	669	-263	669	-263	
Vt	500	673	500	673	-603	-429	-603	-429	500	673	500	673	-603	-429	-603	-429	
N	21438	21438	19804	19804	21438	21438	19804	19804	20016	20016	18791	18791	20016	20016	18791	18791	
Mt	15643	16321	20191	20868	-16148	-15470	-20695	-20018	12767	13444	16177	16855	-13271	-12594	-16682	-16004	
MI	1714	-125	1714	-125	1714	-125	1714	-125	2616	-1027	2616	-1027	2616	-1027	2616	-1027	
Mris	15737	16322	20263	20869	16239	15471	20766	20018	13032	13483	16387	16886	13527	12635	16886	16037	

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA**

Vris	665	674	665	674	745	431	745	431	835	723	835	723	901	503	901	503	
									<b>S.L.E.car</b>								
				<b>q4</b>								<b>q5</b>					
VI	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	438	-32	
Vt	620	793	580	753	-483	-309	-523	-349	867	1041	867	1041	-970	-797	-970	-797	
N	20016	20016	18791	18791	20016	20016	18791	18791	20016	20016	18791	18791	20016	20016	18791	18791	
Mt	13706	14384	16804	17481	-12332	-11654	-16055	-15378	15692	16370	19103	19780	-16197	-15519	-19607	-18930	
MI	1714	-125	1714	-125	1714	-125	1714	-125	1714	-125	1714	-125	1714	-125	1714	-125	
Mris	13813	14384	16891	17482	12450	11655	16147	15378	15786	16370	19180	19781	16287	15520	19682	18930	
Vris	759	794	727	754	652	311	682	351	972	1041	972	1041	1065	798	1065	798	
									<b>S.L.E.car</b>								
				<b>q6</b>													
VI	146	146	146	146	146	146	146	146									
Vt	607	607	607	607	-495	-495	-495	-495									
N	20016	20016	18791	18791	20016	20016	18791	18791									
Mt	13187	13187	16597	16597	-12851	-12851	-16261	-16261									
MI	573	573	573	573	573	573	573	573									
Mris	13199	13199	16607	16607	12864	12864	16271	16271									
Vris	625	625	625	625	516	516	516	516									
									<b>S.L.E.freq</b>				<b>S.L.E.qp</b>				
				<b>q1</b>						<b>q5</b>				<b>S.L.E.qp</b>			
VI	390	-2	390	-2	390	-2	390	-2	390	-2	390	-2	390	-2			
Vt	-34	111	-34	111	-34	111	-34	111	73	218	-140	4	-34	111			
N	20016	20016	18791	18791	20016	20016	18791	18791	15750	15750	15750	15750	15750	15750			
Mt	8448	9013	11859	12423	-8813	-8248	-12223	-11658	577	1141	-941	-376	-182	382			
MI	1524	-9	1524	-9	1524	-9	1524	-9	1524	-9	1524	-9	1524	-9			
Mris	8584	9013	11956	12423	8943	8248	12318	11658	1629	1141	1791	377	1535	383			
Vris	391	111	391	111	391	111	391	111	397	218	414	5	391	111			

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

Allineamento: [P2-SX](#)

**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILA**

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
G1-a	0	0	10329	0	0
G1-b	0	0	2630	0	0
G2-a	0	0	3764	0	0
G2-b	146	56	0	476	1379
e2	0	0	5688	11507	0
Q1-a	0	0	4054	16055	0
Q1-b	0	0	5688	-11507	0
Q1-c	0	0	4054	-16055	0
Q1-d	-231	0	0	0	-2171
q3	0	120	0	1600	0
q4-a	0	80	0	1066	0
q4-b	0	508	0	6660	0
q5-a	0	892	0	12293	0
q5-b	0	0	0	0	0
q6	486	-179	0	-1686	4578
q7-a	-297	110	0	1032	-2799
q7-b	0	0	0	0	0
q9	1284	0	0	0	11704
ESLV-X	0	1365	0	15432	0
ESLV-Y	0	0	543	0	0
ESLV-Z	0	0	0	0	0

**COMBINAZIONI DI CARICO**

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1									q3								
	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	
Q1-a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q1-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	
q7-b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

	S.L.U.									S.L.U.							
	q4									q5							
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	S.L.U.								
	q6								
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	ESLV-X				S.L.V.					ESLV-Y						
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
q7-b	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
q9	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
ESLV-X	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30
ESLV-Y	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
ESLV-Z	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30

S.L.E.car																	
q1									q3								
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.car																	
q4									q5								
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE**  
**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**S.L.E.car**  
**q6**

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.00
q6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**q1**

**S.L.E.freq**

**q5**

**S.L.E.qp**

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
q7-b	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA****SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

S.L.U.										S.L.U.								
q1					q3					q3				q3				
VI	1273	1541	1273	1541	1273	1541	962	1230	1273	1541	1273	1541	1040	1307				
Vt	99	0	99	0	99	0	99	0	-63	162	-63	162	-63	162	-63	162	-63	162
N	34873	34873	37079	37079	34873	34873	29400	29400	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400	29400		
Mt	36411	35482	-797	-1726	-6936	-7865	14737	13809	28833	32223	927	4317	-3677	-287	12578	15968		
MI	11526	14045	11526	14045	11526	14045	8595	11114	11526	14045	11526	14045	11526	14045	9328	11847		
Mris	38192	38161	11554	14151	13452	16097	17061	17726	31052	35151	11564	14694	12099	14048	15659	19883		
Vris	1277	1541	1277	1541	1277	1541	967	1230	1275	1550	1275	1550	1275	1550	1042	1317		
S.L.U.										S.L.U.								
q4					q5					q5				q5				
VI	1273	1541	1273	1541	1273	1541	1040	1307	1273	1541	1273	1541	1040	1307				
Vt	207	108	784	685	207	108	784	685	99	0	99	0	99	0	99	0		
N	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400	29400	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400	29400		
Mt	32432	31504	12077	11149	-78	-1007	23729	22800	30993	30064	3086	2158	-1518	-2447	14737	13809		
MI	11526	14045	11526	14045	11526	14045	9328	11847	11526	14045	11526	14045	11526	14045	9328	11847		
Mris	34420	34493	16695	17932	11527	14081	25496	25694	33067	33183	11932	14210	11626	14257	17441	18194		
Vris	1290	1545	1495	1687	1290	1545	1302	1476	1277	1541	1277	1541	1277	1541	1044	1307		
S.L.U.										S.L.U.								
q6					q6					q6				q6				
VI	2271	2271	2271	2271	2271	2271	2037	2037										
Vt	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269										
N	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400	29400										
Mt	27535	27535	-371	-371	-4976	-4976	11280	11280										
MI	20912	20912	20912	20912	20912	20912	18713	18713										
Mris	34575	34575	20915	20915	21495	21495	21850	21850										
Vris	2287	2287	2287	2287	2287	2287	2055	2055										
S.L.V.										S.L.V.								
ESLV-X					ESLV-X					ESLV-Y				ESLV-Y				
VI	1670	1670	1670	1670	1610	1610	1610	1610	1670	1670	1610	1610	1670	1670	1610	1610		
Vt	1365	1365	1365	1365	-1343	-1343	-1343	-1343	409	409	-388	-388	409	409	-388	-388		
N	22573	22573	22247	22247	22573	22573	22247	22247	22953	22953	22953	22953	21867	21867	21867	21867		
Mt	26940	26940	26940	26940	-3719	-3719	-3719	-3719	16137	16137	7084	7084	16137	16137	7084	7084		
MI	15216	15216	15216	15216	14656	14656	14656	14656	15216	15216	14656	14656	15216	15216	14656	14656		
Mris	30940	30940	30940	30940	15120	15120	15120	15120	22179	22179	16278	16278	22179	22179	16278	16278		
Vris	2156	2156	2156	2156	2097	2097	2097	2097	1719	1719	1656	1656	1719	1719	1656	1656		
S.L.E.car										S.L.E.car								
q1					q1					q3				q3				
VI	1106	1284	1106	1284	1106	1284	875	1053	1106	1284	1106	1284	933	1111				
Vt	66	0	66	0	66	0	66	0	-54	120	-54	120	-54	120	-54	120		

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

N	26464	26464	28098	28098	26464	26464	22410	22410	25450	25450	26676	26676	25450	25450	22410	22410
Mt	28181	27562	619	0	-3928	-4547	12126	11507	22568	25148	1896	4476	-1514	1066	10527	13107
MI	10025	11704	10025	11704	10025	11704	7854	9533	10025	11704	10025	11704	10025	11704	8397	10076
Mris	29911	29944	10044	11704	10767	12557	14448	14943	24694	27738	10203	12531	10139	11753	13465	16532
Vris	1108	1284	1108	1284	1108	1284	878	1053	1107	1290	1107	1290	1107	1290	934	1118

	S.L.E.car								q5							
VI	1106	1284	1106	1284	1106	1284	933	1111	1106	1284	1106	1284	1106	1284	933	1111
Vt	146	80	573	508	146	80	573	508	66	0	66	0	66	0	66	0
N	25450	25450	26676	26676	25450	25450	22410	22410	25450	25450	26676	26676	25450	25450	22410	22410
Mt	25234	24615	10156	9537	1152	533	18786	18167	24167	23548	3496	2877	86	-534	12126	11507
MI	10025	11704	10025	11704	10025	11704	8397	10076	10025	11704	10025	11704	10025	11704	8397	10076
Mris	27152	27256	14271	15098	10091	11717	20578	20774	26164	26297	10617	12053	10025	11717	14750	15295
Vris	1115	1287	1246	1381	1115	1287	1095	1222	1108	1284	1108	1284	1108	1284	935	1111

	S.L.E.car							
VI	1771	1771	1771	1771	1771	1771	1598	1598
Vt	-179	-179	-179	-179	-179	-179	-179	-179
N	25450	25450	26676	26676	25450	25450	22410	22410
Mt	21862	21862	1191	1191	-2220	-2220	9821	9821
MI	16282	16282	16282	16282	16282	16282	14653	14653
Mris	27259	27259	16325	16325	16433	16433	17640	17640
Vris	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1608	1608

	S.L.E.freq								q5				S.L.E.qp	
VI	1136	1284	1136	1284	1136	1284	962	1111	1136	1284	1136	1284	1136	1284
Vt	55	0	55	0	55	0	55	0	233	178	-124	-178	55	0
N	25450	25450	26676	26676	25450	25450	22410	22410	22410	22410	22410	22410	22410	22410
Mt	24064	23548	3393	2877	-18	-534	12023	11507	14482	13966	9565	9049	12023	11507
MI	10305	11704	10305	11704	10305	11704	8676	10076	10305	11704	10305	11704	10305	11704
Mris	26178	26297	10849	12053	10305	11717	14827	15295	17774	18222	14060	14794	15835	16414
Vris	1137	1284	1137	1284	1137	1284	964	1111	1159	1297	1142	1297	1137	1284

**SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO CON GLI EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI****SOLO COMBINAZIONI SLU**

inclinazione pila  $\theta_i = 0.00326$  §5.2 - EC2  
 eccentricità per imperfezioni  $e_i = 0.031$  §5.2 - EC2

	S.L.U.								q3							
VI	1273	1541	1273	1541	1273	1541	962	1230	1273	1541	1273	1541	1273	1541	1040	1307
Vt	99	0	99	0	99	0	99	0	-63	162	-63	162	-63	162	-63	162
N	34873	34873	37079	37079	34873	34873	29400	29400	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400	29400
Mt	37481	36552	-1935	-2864	-8006	-8935	15639	14711	29861	33251	2005	5396	-4705	-1315	13480	16870
MI	12596	15115	12664	15183	12596	15115	9497	12016	12554	15073	12605	15124	12554	15073	10230	12749
Mris	39541	39554	12811	15450	14925	17558	18297	18994	32393	36508	12763	16058	13407	15130	16922	21145
Vris	1277	1541	1277	1541	1277	1541	967	1230	1275	1550	1275	1550	1275	1550	1042	1317

**LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE****CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

	S.L.U.								S.L.U.							
	q4				q5				q5				q5			
VI	1273	1541	1273	1541	1273	1541	1040	1307	1273	1541	1273	1541	1273	1541	1040	1307
Vt	207	108	784	685	207	108	784	685	99	0	99	0	99	0	99	0
N	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400	29400	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400	29400
Mt	33460	32531	13156	12227	-1106	-2035	24630	23702	32020	31092	4165	3236	-2546	-3474	15639	14711
MI	12554	15073	12605	15124	12554	15073	10230	12749	12554	15073	12605	15124	12554	15073	10230	12749
Mris	35738	35854	18220	19448	12603	15210	26670	26913	34394	34553	13275	15466	12810	15468	18688	19466
Vris	1290	1545	1495	1687	1290	1545	1302	1476	1277	1541	1277	1541	1277	1541	1044	1307

	S.L.U.								S.L.U.							
	q6				q6				q6				q6			
VI	2271	2271	2271	2271	2271	2271	2037	2037	2271	2271	2271	2271	2271	2271	2037	2037
Vt	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269	-269
N	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400	29400	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400	29400
Mt	28563	28563	-1450	-1450	-6003	-6003	12181	12181	28563	28563	-1450	-1450	-6003	-6003	12181	12181
MI	21939	21939	21990	21990	21939	21939	19615	19615	21939	21939	21990	21990	21939	21939	19615	19615
Mris	36016	36016	22038	22038	22746	22746	23090	23090	36016	36016	22038	22038	22746	22746	23090	23090
Vris	2287	2287	2287	2287	2287	2287	2055	2055	2287	2287	2287	2287	2287	2287	2055	2055

	S.L.V.								S.L.V.							
	ESLV-X				ESLV-X				ESLV-Y				ESLV-Y			
VI	1670	1670	1670	1670	1610	1610	1610	1610	1670	1670	1610	1610	1670	1670	1610	1610
Vt	1365	1365	1365	1365	-1343	-1343	-1343	-1343	409	409	-388	-388	409	409	-388	-388
N	22573	22573	22247	22247	22573	22573	22247	22247	22953	22953	22953	22953	21867	21867	21867	21867
Mt	27632	27632	27622	27622	-4411	-4411	-4401	-4401	16841	16841	7788	7788	16808	16808	7755	7755
MI	15908	15908	15898	15898	15348	15348	15338	15338	15920	15920	15360	15360	15887	15887	15327	15327
Mris	31884	31884	31870	31870	15970	15970	15957	15957	23175	23175	17222	17222	23128	23128	17177	17177
Vris	2156	2156	2156	2156	2097	2097	2097	2097	1719	1719	1656	1656	1719	1719	1656	1656

**INCREMENTI DI MOMENTO DA SOMMARE ALLE AZIONI IN FONDAZIONE PER EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI**

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1				q3				q3				q3			
DMt	1070	1070	-1137	-1137	-1070	-1070	902	902	1028	1028	1079	1079	-1028	-1028	902	902
DMI	1070	1070	1137	1137	1070	1070	902	902	1028	1028	1079	1079	1028	1028	902	902

	S.L.U.								S.L.U.							
	q4				q5				q5				q5			
DMt	1028	1028	1079	1079	-1028	-1028	902	902	1028	1028	1079	1079	-1028	-1028	902	902
DMI	1028	1028	1079	1079	1028	1028	902	902	1028	1028	1079	1079	1028	1028	902	902

	S.L.U.								S.L.U.							
	q6				q6				q6				q6			
DMt	1028	1028	-1079	-1079	-1028	-1028	902	902	1028	1028	-1079	-1079	-1028	-1028	902	902
DMI	1028	1028	1079	1079	1028	1028	902	902	1028	1028	1079	1079	1028	1028	902	902

## LAVORO: SS129 - VIADOTTO FERROVIA - PILE ISOLATE

## CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

	ESLV-X								S.L.U.				ESLV-Y			
	DMt	692	692	682	682	-692	-692	-682	-682	704	704	704	704	671	671	671
DMI	692	692	682	682	692	692	682	682	704	704	704	704	671	671	671	671

## EFFETTI DEL SECONDO ORDINE

Altezza della pila	hpila	m	10.90
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	21.80
Area pila	Apila	m <sup>2</sup>	7.069
Momento d'inerzia pila attorno asse y (dir. longitudinale)	lypila	m <sup>4</sup>	3.976
Momento d'inerzia pila attorno asse x (dir. Trasversale)	lxpila	m <sup>4</sup>	3.976
raggio d'inerzia in dir. Longitudinale	r0y	m	0.750
raggio d'inerzia in dir. Trasversale	r0x	m	0.750
resistenza di progetto cls pila	fcd	Mpa	18.13
snellezza della pila in dir. Longitudinale	λ0y		29.07
snellezza della pila in dir. Trasversale	λ0x		29.07

Se  $\lambda_{0x} - \lambda_{0y} < \lambda_{lim}$  possono essere trascurati gli effetti del secondo ordine

## Valutazione della snellezza limite

	q1								q3							
	NEd	34873	34873	37079	37079	34873	34873	29400	29400	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400
v	0.272	0.272	0.289	0.289	0.272	0.272	0.229	0.229	0.261	0.261	0.274	0.274	0.261	0.261	0.229	0.229
λlim	47.9	47.9	46.5	46.5	47.9	47.9	52.2	52.2	48.9	48.9	47.7	47.7	48.9	48.9	52.2	52.2

	q4								q5							
	NEd	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400	29400	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400
v	0.261	0.261	0.274	0.274	0.261	0.261	0.229	0.229	0.261	0.261	0.274	0.274	0.261	0.261	0.229	0.229
λlim	48.9	48.9	47.7	47.7	48.9	48.9	52.2	52.2	48.9	48.9	47.7	47.7	48.9	48.9	52.2	52.2

	q6							
	NEd	33505	33505	35159	35159	33505	33505	29400
v	0.261	0.261	0.274	0.274	0.261	0.261	0.229	0.229
λlim	48.9	48.9	47.7	47.7	48.9	48.9	52.2	52.2


	ESLV-X								ESLV-Y							
	N	22573	22573	22247	22247	22573	22573	22247	22247	22953	22953	22953	22953	21867	21867	21867
v	0.176	0.176	0.174	0.174	0.176	0.176	0.174	0.174	0.179	0.179	0.179	0.179	0.171	0.171	0.171	0.171
λlim	59.6	59.6	60.0	60.0	59.6	59.6	60.0	60.0	59.1	59.1	59.1	59.1	60.5	60.5	60.5	60.5

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE LONGITUDINALE:

λ0y &lt; λlim - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE TRASVERSALE:

λ0x &lt; λlim - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

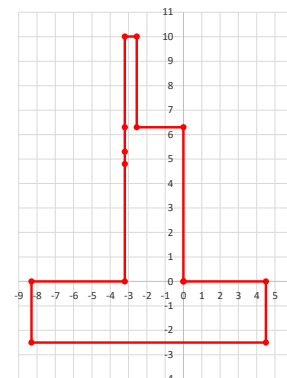
<p>S.S.291 “Della Nurra”</p> <p>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l’aeroporto)</p>		
<p><b>CA-29</b></p>	<p><b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b></p>	

**17 ALLEGATO 4 – SPALLA SPA**

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 V101 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A****Dati e risoluzione della palificata****Caratteristiche geometriche elevazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Paragliaia - 1	0.65	0.65	11.50	3.71	-2.55	0.00	6.30
Muro frontale - 2	3.20	3.20	11.50	1.00	0.00	0.00	5.30
Muro frontale - 3	3.20	3.20	11.50	0.50	0.00	0.00	4.80
Muro frontale - 4	3.20	3.20	11.50	4.80	0.00	0.00	0.00
Muro risolto posteriore sx - 1	5.10	5.10	0.50	3.58	-3.20	-5.50	6.30
Muro risolto posteriore sx - 2	5.10	5.10	0.80	1.00	-3.20	-5.35	5.30
Muro risolto posteriore sx - 3	5.10	5.10	0.80	0.50	-3.20	-5.35	4.80
Muro risolto posteriore sx - 4	5.10	5.10	0.80	4.80	-3.20	-5.35	0.00
Muro risolto posteriore dx - 1	5.10	5.10	0.50	3.84	-3.20	5.50	6.30
Muro risolto posteriore dx - 2	5.10	5.10	0.80	1.00	-3.20	5.35	5.30
Muro risolto posteriore dx - 3	5.10	5.10	0.80	0.50	-3.20	5.35	4.80
Muro risolto posteriore dx - 4	5.10	5.10	0.80	4.80	-3.20	5.35	0.00
Cordolo risolto sx	5.10	5.10	0.75	0.50	-3.20	-4.88	9.63
Cordolo risolto dx	5.10	5.10	0.75	0.50	-3.20	4.88	9.89

**Caratteristiche geometriche fondazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx (m)	Ly (m)	h (m)	Disx (m)	Disy (m)
Zattera di fondazione	12.80	13.40	2.50	-4.50	0.30

**Caratteristiche geometriche complessive muro frontale (Paragliaia+Muro frontale)**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	10.01
Area sezione trasversale	Afron	m <sup>2</sup>	22.57
Volume c.a.	Vfron	mc	259.57
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.74
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	3.68
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	1.60

**Caratteristiche geometriche complessive elevazione (Paragliaia+Muro frontale+muri risolto****+Cordoli risolto+Orecchie+Valette+Speroni)**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vele	mc	333.73
Xbaricentro	Xg ele	m	-2.63
Ybaricentro	Yg ele	m	0.01
Zbaricentro	Zg ele	m	3.93

**Caratteristiche geometriche complessive fondazione**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vfon	mc	428.80
Xbaricentro	Xg fon	m	-6.40
Ybaricentro	Yg fon	m	0.00
Zbaricentro	Zg fon	m	1.25

Note:

Lx sup: lunghezza in direzione x della faccia superiore

Lx inf: lunghezza in direzione y della faccia inferiore

h: altezza del parallelepipedo

Dx: distanza in dir. X tra faccia anteriore e faccia muro frontale

Dy: distanza in dir. Y tra mezzeria parallelepipedo e mezzeria muro frontale

Dz: distanza in dir. Z tra faccia inferiore e spiccato muro frontale

Disx: Disassamento in dir. X mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Disy: Disassamento in dir. Y mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

**Caratteristiche terreno di rinterro a tergo spalla**

Descrizione	Unità	Valore	
Angolo d'attrito	φ	deg	35.0
peso di volume	γ	kN/mc	19.0
Coefficiente di spinta attiva (Rankine)	ka		0.271
Coefficiente di spinta a riposo	k0		0.426
Condizioni di spinta: 1 - attiva; 2 - riposo	Tip spinta		2
Coefficiente di spinta di calcolo	K		0.426

**Caratteristiche geometriche complessive rinterro**

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Rinterro - 1	5.10	5.10	10.50	3.71	-3.20	0.00	6.30
Rinterro - 2	5.10	5.10	9.90	1.00	-3.20	0.00	5.30
Rinterro - 3	5.10	5.10	9.90	0.50	-3.20	0.00	4.80
Rinterro - 4	5.10	5.10	9.90	4.80	-3.20	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume rinterro	Vrin	mc	516.76
Xbaricentro	Xg rin	m	-10.25
Ybaricentro	Yg rin	m	0.30
Zbaricentro	Zg rin	m	7.57

**Dati sovraccarico terrapieno**

Descrizione	Unità	Valore	
sovraccarico	Q	kN/mq	20.0

**AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA**

Rispetto al baricentro della palificata

<b>Peso proprio spalla</b>			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	19063
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-6074
Momento trasversale	Mxg1	kNm	91.2
<b>Peso terreno su fondazione</b>			
Peso rinterro	Fzg2	kN	9818
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-37801
Momento trasversale	Mxg1	kNm	2945.5
<b>Spinta statica del terreno</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	8495
Momento longitudinale	Myg3	kNm	35426
<b>Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	1227
Carico verticale	Fzg3	kN	1071
Momento longitudinale	Myg3	kNm	3551
<b>Azioni sismiche</b>			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		D
Fattore Ss			1.8
Fattore St			1.0
Fattore S	S		1.80
Valore di ag/g	ag/g		0.061

## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A

## Dati e risoluzione della palificata

fattore bm	$\beta m$	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.110
Coefficiente sismico verticale	kv	0.055

Struttura che ammette spostamenti: 1 - sì; 2 - no	Tip_spost	2
---	-----------	---

K0 Statica e K0 + Wood Sismica - OK

## Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (g6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	$\psi$	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	$\beta$	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	$\delta$	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	12.51
peso specifico del terreno	$\gamma^*$	kN/mc	19.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	$\tan\theta a$		0.104
angolo teta a	$\theta a$	deg	5.9
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.330
tangente teta b= kh/(1-kv)	$\tan\theta b$		0.116
angolo teta b	$\theta b$	deg	6.6
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.338
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	6941.3
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	6362.2
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	6941.3
altezza di applicazione	H	kN	6.26
Momento longitudinale	MyDP	kNm	43418

## Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate: <b>Struttura che non ammette spostamenti (Wood)</b>				
Spinta del terreno	Es	kN	12870	
Momento longitudinale	MyEs	kNm	62791	
<b>Forze inerziali</b>				
<i>Sisma longitudinale</i>				
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	3171	
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	15526	
<i>Sisma trasversale</i>				
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	3171	
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	15526	
<i>Sisma verticale</i>				
Forza verticale	FzE.2z	kN	-1586	
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	2409	
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	-167	

## AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni	9.40
Distanza asse appoggi - asse fondazione	0.70

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	2504	-400	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	1035	0	0
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0	0
e2	ritiro	162	4	-117	-109	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	2532	4229	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	2004	5661	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	2532	-4229	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	2004	-5661	0
q3	Frenatura	86	0	0	0	0
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	80	0	-298	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	67	0	-249	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	-180	-56	-555	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	-307	-52	-872	0
q7a	Var. termica positiva	-519	18	-94	-68	0
q7b	Var. termica negativa	317	-11	78	55	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	287	0	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	218	0	556	0
Ez	Sisma verticale	0	0	52	0	0

## RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali			
x	=	6.40	coordinata x
y	=	0.00	coordinata y
z	=	0.00	coordinata z

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	2504	-400	-1753
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	0	19063	0	6074
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	1035	0	-724
g2b-sp	Perm.portati - Rinterro	0	0	9818	0	37801
g3-sp	spinta statiche del terreno	8495	0	0	0	-35426
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0	0
e2	ritiro	162	4	-117	-70	-1443
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	2532	4229	-1772
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	2004	5662	-1403
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	2532	-4228	-1772
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	2004	-5661	-1403
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	1227	0	1071	0	-3551
q3	Frenatura	86	0	0	0	-806
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	80	0	454	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	67	0	378	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	-180	-56	-2250	39
q5b	Vento Impalcato carico	0	-307	-52	-3759	37
q7a	Var. termica positiva	-519	18	-94	98	4941
q7b	Var. termica negativa	317	-11	78	-48	-3038
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	287	0	0	0	-2696
Ey	Sisma trasversale	0	218	0	2603	0
Ez	Sisma verticale	0	0	52	0	-37
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	12870	0	0	0	-62791
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	3171	0	0	0	-15526
E.2y-sp	Forze inerziali trasversali spalla	0	3171	0	15526	0
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	0	-1586	0	-2409







**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - TO2 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A****Dati e risoluzione della palificata****SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

														S.L.U.							
														q1		q3		q5			
Fx	12853	13606	12853	13606	12853	13606	12853	13606	12555	13307	12555	13307	12555	13307	12555	13307					
Fy	-255	-281	-255	-281	297	271	297	271	-255	-281	-256	-281	297	271	297	271					
Fz	48359	48514	47647	47802	48453	48608	47741	47896	47143	47298	46609	46764	47237	47392	46703	46858					
Mx	1790	1658	3724	3592	-2862	-2993	-4796	-4927	362	231	1813	1681	-1434	-1566	-2885	-3017					
My	3624	-3557	4123	-3059	3559	-3623	4057	-3125	4334	-2848	4707	-2474	4268	-2914	4642	-2540					
														S.L.U.							
														q4		q5		q5			
Fx	12439	13191	12439	13191	12439	13191	12439	13191	12439	13191	12439	13191	12439	13191	12439	13191					
Fy	-147	-173	-166	-191	405	379	387	361	-440	-466	-440	-466	481	456	481	456					
Fz	47143	47298	46609	46764	47237	47392	46703	46858	47112	47266	46578	46732	47269	47423	46735	46889					
Mx	975	843	2323	2192	-822	-954	-2375	-2506	-1893	-2025	-442	-574	821	689	-630	-761					
My	5421	-1761	5795	-1387	5355	-1826	5729	-1453	5443	-1739	5817	-1365	5333	-1848	5707	-1475					
														S.L.U.		S.L.V.		S.L.V.			
														e3		E.x		E.y		E.z	
Fx	12128	13382	12128	13382	12128	13382	12128	13382	16649	16649	5219	5219	5219	5219	5219	5219					
Fy	-245	-288	-245	-288	308	265	308	265	1015	1015	3388	3388	1015	1015	1015	1015					
Fz	47087	47345	46553	46811	47181	47439	46647	46905	31882	32802	31882	32802	30809	33875	30809	33875					
Mx	421	202	1872	1652	-1376	-1595	-2826	-3046	4944	4944	17635	17635	4944	4944	4944	4944					
My	8386	-3584	8760	-3210	8320	-3649	8694	-3276	-43311	-41843	13398	14866	11687	16577	11687	16577					
														S.L.E.car							
														q1		q3		q5			
Fx	9573	10075	9573	10075	9573	10075	9573	10075	9352	9854	9352	9854	9352	9854	9352	9768					
Fy	-169	-187	-170	-187	199	182	199	182	-170	-187	-170	-187	199	182	199	182					
Fz	35818	35921	35291	35394	35881	35984	35354	35457	34918	35021	34522	34625	34980	35083	34585	34688					
Mx	1562	1474	2995	2907	-2385	-2472	-3817	-3905	505	417	1579	1491	-1328	-1415	-2402	-2490					
My	2193	-2595	2562	-2226	2149	-2639	2518	-2270	2718	-2070	2995	-1793	2674	-2114	2951	-1031					
														S.L.E.car							
														q4		q5		q5			
Fx	9267	9768	9267	9768	9267	9768	9267	9768	9267	9768	9267	9768	9267	9768	9267	9768					
Fy	-90	-107	-103	-120	279	262	266	248	-292	-310	-292	-310	322	305	322	305					
Fz	34918	35021	34522	34625	34980	35083	34585	34688	34897	35000	34501	34604	35001	35104	34606	34709					
Mx	958	871	1957	1869	-874	-962	-2024	-2112	-999	-1087	76	-12	176	88	-898	-986					
My	3523	-1264	3800	-987	3480	-1308	3756	-1031	3538	-1250	3815	-973	3465	-1323	3742	-1046					
														S.L.E.car							
														e3		E.x		E.y		E.z	
Fx	9059	9895	9059	9895	9059	9895	9059	9895	34880	35052	34485	34656	34943	35115	34547	34719					
Fy	-162	-191	-162	-191	206	177	206	177	1015	1015	3388	3388	1015	1015	1015	1015					
Fz	34880	35052	34485	34656	34943	35115	34547	34719	4944	4944	17635	17635	4944	4944	4944	4944					
Mx	544	398	1618	1472	-1288	-1435	-2363	-2509	4944	4944	17635	17635	4944	4944	4944	4944					
My	5500	-2480	5777	-2203	5456	-2524	5733	-2247	-43311	-41843	13398	14866	11687	16577	11687	16577					
														S.L.freq							
														q1		q5		S.L.qp			
Fx	9319	9737	9319	9737	9319	9737	9319	9737	8346	8848	8398	8816	8398	8816	8398	8816					
Fy	13	-1	13	-1	13	-1	13	-1	15	-2	-23	35	13	-1	13	-1					
Fz	34958	35044	34563	34649	34958	35044	34563	34649	32247	32350	32245	32353	32256	32342	32256	32342					
Mx	2750	2677	3825	3752	-3593	-3666	-4687	-4740	-412	-499	-871	-45	-421	-495	-421	-495					
My	3007	-983	3284	-706	3007	-983	3284	-706	7494	2706	7008	3002	7000	3010	7000	3010					

**CALCOLO AZIONI SUI PALI****Geometria della palificata**

														Attenzione: 1° fila sempre posteriore													
														trasv		long		trasv		long		Plinto		X		Y	
PALO	FILA	X	Y	Xp	Yp	Jxi	Jyi	Yp/SJxi	Xp/SJyi																		
1	1	1,00	5,70	-5,40	1,90	32,49	29,1600	0,020	-0,021													0,00	6,70				
2	1	1,00	1,90	-5,40	1,90	3,61	29,1600	0,007	-0,021													12,80	6,70				
3	1	1,00	-1,90	-5,40	-1,90	3,61	29,16	-0,007	-0,021													12,80	-6,70				
4	1	1,00	-5,70	-5,40	-5,70	32,49	29,16	-0,020	-0,021													0,00	-6,70				
5	2	4,60	5,70	-1,80	5,70	32,49	3,24	0,020	-0,007													0,00	6,70				
6	2	4,60	1,90	-1,80	1,90	3,61	3,24	0,007	-0,007																		
7	2	4,60	-1,90	-1,80	-1,90	3,61	3,24	-0,007	-0,007																		
8	2	4,60	-5,70	-1,80	-5,70	32,49	3,24	-0,020	-0,007																		
9	2	8,20	5,70	1,80	5,70	32,49	3,24	0,020	0,007																		
10	2	8,20	1,90	1,80	1,90	3,61	3,24	0,007	0,007																		
11	2	8,20	-1,90	1,80	-1,90	3,61	3,24	-0,007	0,007																		
12	2	8,20	-5,70	1,80	-5,70	32,49	3,24	-0,020	0,007																		
13	3	11,80	5,70	5,40	5,70	32,49	29,16	0,020	0,021																		
14	3	11,80	1,90	5,40	1,90	3,61	29,16	0,007	0,021																		
15	3	11,80	-1,90	5,40	-1,90	3,61	29,16	-0,007	0,021																		
16	3	11,80	-5,70	5,40	-5,70	32,49	29,16	-0,020	0,021																		
<b>16</b>	<b>3</b>					<b>288,80</b>	<b>259,20</b>																				

														S.L.U.							
														q1		q3		q5		q5	
<b>1</b>	<b>1</b>	3133	2991	3137	2995	3046	2903	2974	2831	3044	2901	3047	2904	3013	2870	2959	2816				
<b>2</b>	<b>1</b>	3110	2969	3088	2948	3084	2943	3037	2896	3039	2898	3023	2882	3032	2891	2997	2856				
<b>3</b>	<b>1</b>	3086	2947	3039	2900	3121	2982	3100	2961	3034	2895	2999	2860	3051	2912	3035	2896				
<b>4</b>	<b>1</b>	3063	2925	2990	2853	3159	3022	3163	3026	3030	2892	2975	2838	3070	2932	3073	2935				
<b>5</b>	<b>2</b>	3083	3040	3080	3037	2997	2954	2917	2875	2984	2941	2982	2939	2954	2911	2894	2851				
<b>6</b>	<b>2</b>	3059	3018	3031	2990	3034	2993	2980	2939	2979	2938	2958	2917	2973	2931	2932	2891				
<b>7</b>	<b>2</b>	3036	2996	2982	2943	3072	3033	3044	3004	2974	2935	2934	2894	2991	2952	2970	2931				
<b>8</b>	<b>2</b>	3012	2975	2933	2895	3110	3072	3107	3069	2969	2932	2910	2872	3010	2973	3008	2971				
<b>9</b>	<b>2</b>	3033	3090	3023	3080	2947	3004	2861	2918	2924	2980	2916	2973	2894	2951	2830	2887				
<b>10</b>	<b>2</b>	3009	3068	2974	3032	2985	3043	2924	2983	2919	2977	2892	2951	2913	2972	2868	2926				
<b>11</b>	<b>2</b>	2986	3046	2925	2985	3022	3083	2987	3048	2914	2974	2868	2929	2932	2993	2906	2966				
<b>12</b>	<b>2</b>	2962	3024	2876	2938	3060	3122	3050	3112	2909	2971	2845	2907	2951	3013	2944	3006				
<b>13</b>	<b>3</b>	2982	3139	2966	3122	2898	3054	2805	2961	2863	3020	2851	3007	2835	2992	2765	2922				
<b>14</b>	<b>3</b>	2959	3117	2917	3075	2935	3094	2868	3026	2859	3017	2827	2985	2854	3012	2803	2962				
<b>1</b>																					

## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 V101 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A

## Dati e risoluzione della palificata

CARICO ASSIALE PALO		S.L.U.															
		q4								q5							
1	1	3079	2936	3080	2937	3048	2905	2991	2849	3021	2878	3024	2881	3082	2939	3027	2885
2	1	3066	2925	3049	2908	3058	2918	3023	2882	3045	2905	3029	2889	3071	2930	3036	2895
3	1	3053	2914	3019	2879	3069	2930	3054	2915	3070	2931	3035	2896	3060	2921	3044	2905
4	1	3040	2903	2988	2851	3080	2943	3085	2948	3095	2958	3041	2904	3049	2912	3052	2915
5	2	3003	2961	2999	2956	2973	2930	2912	2869	2945	2902	2943	2900	3008	2965	2948	2905
6	2	2991	2949	2969	2928	2984	2943	2902	2869	2970	2929	2949	2908	2997	2956	2956	2915
7	2	2978	2938	2938	2899	2995	2956	2974	2935	2995	2955	2954	2915	2986	2947	2965	2925
8	2	2965	2927	2907	2870	3006	2968	3006	2968	3020	2982	2960	2923	2975	2938	2973	2935
9	2	2928	2985	2919	2976	2899	2956	2832	2889	2869	2926	2862	2919	2933	2990	2869	2926
10	2	2915	2974	2888	2947	2910	2968	2864	2922	2894	2953	2868	2926	2923	2981	2877	2936
11	2	2902	2963	2858	2918	2921	2981	2895	2955	2919	2980	2874	2934	2912	2972	2885	2946
12	2	2890	2952	2827	2889	2931	2994	2926	2988	2944	3006	2879	2942	2901	2963	2894	2956
13	3	2853	3009	2838	2995	2825	2981	2753	2909	2794	2950	2781	2938	2859	3016	2790	2946
14	3	2840	2998	2808	2966	2835	2994	2784	2942	2819	2977	2787	2945	2849	3007	2798	2956
15	3	2827	2987	2777	2937	2846	3006	2815	2975	2844	3004	2793	2953	2838	2998	2806	2966
16	3	2814	2976	2746	2908	2857	3019	2846	3008	2868	3030	2799	2961	2827	2989	2814	2976
<b>Nmax</b>		<b>3079</b>	<b>3009</b>	<b>3080</b>	<b>2995</b>	<b>3080</b>	<b>3019</b>	<b>3085</b>	<b>3008</b>	<b>3095</b>	<b>3030</b>	<b>3041</b>	<b>2961</b>	<b>3082</b>	<b>3016</b>	<b>3052</b>	<b>2976</b>
<b>Nmin</b>		<b>2814</b>	<b>2903</b>	<b>2746</b>	<b>2851</b>	<b>2825</b>	<b>2905</b>	<b>2753</b>	<b>2849</b>	<b>2794</b>	<b>2878</b>	<b>2781</b>	<b>2881</b>	<b>2827</b>	<b>2912</b>	<b>2790</b>	<b>2885</b>
<b>TAGLIO</b>																	
taglio Vx		777	824	777	824	777	824	777	824	777	824	777	824	777	824	777	824
taglio Vy		-9	-11	-10	-12	25	24	24	23	-27	-29	-27	-29	30	28	30	28
V		<b>777</b>	<b>825</b>	<b>778</b>	<b>825</b>	<b>778</b>	<b>825</b>	<b>778</b>	<b>825</b>	<b>778</b>	<b>825</b>	<b>778</b>	<b>825</b>	<b>778</b>	<b>825</b>	<b>778</b>	<b>825</b>

CARICO ASSIALE PALO		S.L.U.								S.L.V.						
		q7								E.x		E.y		E.z		
1	1	3126	2888	3129	2891	3095	2857	3041	2803	1188	1276	2620	2708	2267	2560	
2	1	3120	2886	3104	2870	3113	2878	3078	2843	1123	1211	2388	2476	2202	2495	
3	1	3115	2883	3080	2848	3131	2899	3115	2883	1058	1146	2156	2244	2136	2430	
4	1	3109	2880	3055	2826	3149	2920	3152	2923	993	1081	1924	2012	2071	2365	
5	2	3009	2938	3007	2936	2979	2908	2920	2849	1789	1857	2434	2501	2104	2330	
6	2	3004	2935	2983	2914	2998	2929	2957	2889	1724	1792	2202	2269	2039	2265	
7	2	2998	2933	2958	2892	3016	2950	2994	2929	1659	1727	1970	2037	1974	2200	
8	2	2993	2930	2933	2871	3034	2971	3032	2969	1594	1662	1738	1805	1909	2135	
9	2	2893	2988	2886	2981	2864	2959	2799	2894	2391	2438	2248	2295	1942	2100	
10	2	2887	2985	2861	2959	2882	2980	2836	2934	2326	2373	2016	2063	1877	2035	
11	2	2882	2983	2836	2937	2900	3001	2874	2974	2261	2308	1784	1831	1812	1970	
12	2	2876	2980	2812	2915	2918	3022	2911	3014	2196	2243	1552	1599	1747	1905	
13	3	2777	3038	2764	3025	2748	3009	2679	2940	2993	3019	2062	2088	1780	1869	
14	3	2771	3035	2739	3003	2766	3030	2716	2980	2927	2954	1830	1856	1715	1804	
15	3	2765	3032	2715	2982	2785	3051	2753	3020	2862	2889	1597	1624	1650	1739	
16	3	2760	3030	2690	2960	2803	3072	2790	3060	2797	2824	1365	1392	1585	1674	
<b>Nmax</b>		<b>3126</b>	<b>3038</b>	<b>3129</b>	<b>3025</b>	<b>3149</b>	<b>3072</b>	<b>3152</b>	<b>3060</b>	<b>2993</b>	<b>3019</b>	<b>2620</b>	<b>2708</b>	<b>2267</b>	<b>2560</b>	
<b>Nmin</b>		<b>2760</b>	<b>2880</b>	<b>2690</b>	<b>2826</b>	<b>2748</b>	<b>2857</b>	<b>2679</b>	<b>2803</b>	<b>993</b>	<b>1081</b>	<b>1365</b>	<b>1392</b>	<b>1585</b>	<b>1674</b>	
<b>TAGLIO</b>																
taglio Vx		758	836	758	836	758	836	758	836	1041	1041	326	326	326	326	
taglio Vy		-15	-18	-15	-18	19	17	19	17	63	63	212	212	63	63	
V		<b>758</b>	<b>837</b>	<b>758</b>	<b>837</b>	<b>758</b>	<b>837</b>	<b>758</b>	<b>837</b>	<b>1043</b>	<b>1043</b>	<b>389</b>	<b>389</b>	<b>332</b>	<b>332</b>	

CARICO ASSIALE PALO		S.L.E.car															
		q1								q3							
1	1	2315	2220	2318	2223	2240	2145	2187	2092	2249	2154	2251	2156	2216	2121	2176	2097
2	1	2295	2201	2279	2185	2272	2178	2237	2143	2242	2148	2230	2137	2233	2139	2207	2130
3	1	2274	2181	2239	2147	2303	2210	2287	2194	2236	2143	2210	2117	2251	2158	2239	2163
4	1	2253	2162	2200	2108	2334	2243	2337	2246	2229	2137	2189	2097	2268	2177	2270	2196
5	2	2285	2256	2283	2254	2210	2182	2152	2123	2211	2183	2210	2181	2179	2150	2135	2112
6	2	2264	2237	2243	2216	2242	2214	2202	2175	2205	2177	2189	2161	2196	2169	2166	2144
7	2	2244	2217	2204	2178	2273	2247	2252	2226	2198	2172	2168	2142	2214	2187	2198	2177
8	2	2223	2198	2164	2139	2305	2279	2302	2277	2191	2166	2147	2122	2231	2206	2229	2210
9	2	2254	2292	2247	2285	2181	2219	2117	2155	2173	2211	2168	2206	2142	2179	2094	2126
10	2	2234	2273	2208	2247	2212	2251	2167	2205	2167	2206	2147	2186	2159	2198	2125	2159
11	2	2213	2253	2168	2208	2243	2284	2217	2257	2160	2200	2126	2167	2176	2217	2157	2192
12	2	2193	2234	2129	2170	2275	2316	2267	2309	2154	2195	2106	2147	2194	2235	2188	2224
13	3	2224	2328	2211	2316	2151	2255	2082	2186	2136	2240	2126	2231	2104	2209	2053	2140
14	3	2203	2309	2172	2278	2182	2288	2132	2238	2129	2235	2106	2211	2122	2227	2084	2173
15	3	2183	2289	2133	2239	2213	2320	2182	2289	2122	2229	2085	2192	2139	2246	2116	2206
16	3	2162	2270	2093	2201	2245	2353	2232	2340	2116	2224	2064	2172	2157	2265	2147	2239
<b>Nmax</b>		<b>2315</b>	<b>2328</b>	<b>2318</b>	<b>2316</b>	<b>2334</b>	<b>2353</b>	<b>2337</b>	<b>2340</b>	<b>2249</b>	<b>2240</b>	<b>2251</b>	<b>2231</b>	<b>2268</b>	<b>2265</b>	<b>2270</b>	<b>2239</b>
<b>Nmin</b>		<b>2162</b>	<b>2162</b>	<b>2093</b>	<b>2108</b>	<b>2151</b>	<b>2145</b>	<b>2082</b>	<b>2092</b>	<b>2116</b>	<b>2137</b>	<b>2064</b>	<b>2097</b>	<b>2104</b>	<b>2121</b>	<b>2053</b>	<b>2097</b>
<b>TAGLIO</b>																	
taglio Vx		598	630	598	630	598	630	598	630	585	616	585	616	585	616	585	611
taglio Vy		-11	-12	-11	-12	12	11	12	11	-11	-12	-11	-12	12	11	12	11
V		<b>598</b>	<b>630</b>	<b>598</b>	<b>630</b>	<b>598</b>	<b>630</b>	<b>598</b>	<b>630</b>	<b>585</b>	<b>616</b>	<b>585</b>	<b>616</b>	<b>585</b>	<b>616</b>	<b>585</b>	<b>611</b>

CARICO ASSIALE PALO		S.L.E.car															
		q4								q5							
1	1	2275	2180	2275	2180	2242	2146	2200	2105	2235	2140	2237	2142	2263	2168	2223	2128
2	1	2262	2168	2250	2156	2253	2159	2226	2133	2248	2154	2236	2142	2261	2167	2235	2141
3	1	2249	2157	2224	2131	2265	2172	2253	2160	2261	2169	2235	2143	2259	2166	2247	2154
4	1	2237	2145	2198	2107	2276	2184	2280	2188	2274	2183	2234	2143	2256	2165	2259	2167
5	2	2226	2197	2223	2194	2193	2165	2148	2119	2186	2157	2184	2156	2215	2187	2171	2143
6	2	2213	2186	2197	2170	2205	2177	2174	2147	2199	2172	2183	2156	2213	2185	2183	2156
7	2	2201	2174	2171	2145	2216	2190	2201	2175	2212	2186	2182	2156	2210	2184	2195	2169
8	2	2188	2163	2145	2120	2228	2203	2228	2203	2225	2200	2181	2156	2208	2183	2207	2181

## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 V01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A

## Dati e risoluzione della palificata

4	1	2284	2131	2244	2091	2323	2170	2325	2173
5	2	2229	2181	2227	2180	2196	2149	2152	2105
6	2	2222	2176	2206	2160	2213	2168	2183	2138
7	2	2215	2171	2185	2141	2230	2187	2215	2171
8	2	2207	2166	2163	2122	2247	2205	2246	2204
9	2	2153	2216	2147	2210	2121	2184	2073	2136
10	2	2145	2211	2126	2191	2138	2203	2104	2169
11	2	2138	2205	2105	2172	2155	2222	2135	2202
12	2	2131	2200	2083	2152	2171	2240	2166	2235
13	3	2076	2250	2067	2241	2045	2219	1993	2167
14	3	2069	2245	2046	2222	2062	2238	2024	2200
15	3	2062	2240	2024	2202	2079	2257	2055	2233
16	3	2055	2235	2003	2183	2096	2276	2086	2266
<b>Nmax</b>		<b>2305</b>	<b>2250</b>	<b>2308</b>	<b>2241</b>	<b>2323</b>	<b>2276</b>	<b>2325</b>	<b>2266</b>
<b>Nmin</b>		<b>2055</b>	<b>2131</b>	<b>2003</b>	<b>2091</b>	<b>2045</b>	<b>2114</b>	<b>1993</b>	<b>2074</b>
<b>TAGLIO</b>									
taglio Vx		566	618	566	618	566	618	566	618
taglio Vy		-10	-12	-10	-12	13	11	13	11
<b>V</b>		<b>566</b>	<b>619</b>	<b>566</b>	<b>619</b>	<b>566</b>	<b>619</b>	<b>566</b>	<b>619</b>

CARICO ASSIALE	S.L.freq										S.L.qp				
	q1					q7		q5							
<b>PALO</b>															
1	1	2302	2223	2304	2225	2177	2097	2136	2057	2163	2068	2144	2084	2154	2074
2	1	2266	2187	2254	2176	2224	2146	2198	2120	2169	2075	2156	2084	2159	2081
3	1	2229	2152	2203	2126	2271	2194	2259	2182	2174	2082	2167	2085	2165	2087
4	1	2193	2117	2153	2077	2318	2242	2321	2244	2180	2088	2179	2086	2170	2094
5	2	2260	2236	2258	2235	2135	2111	2091	2067	2059	2031	2047	2042	2056	2033
6	2	2224	2201	2208	2185	2182	2159	2152	2129	2065	2037	2058	2043	2062	2039
7	2	2188	2166	2158	2136	2229	2208	2214	2192	2070	2044	2070	2043	2067	2046
8	2	2151	2131	2107	2087	2277	2256	2275	2254	2076	2051	2081	2044	2073	2052
9	2	2218	2250	2213	2244	2093	2125	2045	2077	1955	1993	1949	2000	1959	1991
10	2	2182	2215	2163	2195	2140	2173	2107	2139	1961	2000	1961	2001	1965	1997
11	2	2146	2179	2112	2146	2188	2221	2168	2202	1966	2006	1972	2002	1970	2004
12	2	2110	2144	2062	2096	2235	2269	2229	2264	1972	2013	1984	2002	1976	2010
13	3	2177	2264	2167	2254	2051	2138	2000	2087	1851	1956	1852	1959	1862	1949
14	3	2140	2228	2117	2205	2099	2187	2061	2149	1857	1962	1864	1959	1867	1955
15	3	2104	2193	2067	2156	2146	2235	2122	2211	1862	1969	1875	1960	1873	1962
16	3	2068	2158	2016	2106	2193	2283	2184	2274	1867	1975	1887	1960	1879	1968
<b>Nmax</b>		<b>2302</b>	<b>2264</b>	<b>2304</b>	<b>2254</b>	<b>2318</b>	<b>2283</b>	<b>2321</b>	<b>2274</b>	<b>2180</b>	<b>2088</b>	<b>2179</b>	<b>2086</b>	<b>2170</b>	<b>2094</b>
<b>Nmin</b>		<b>2068</b>	<b>2117</b>	<b>2016</b>	<b>2077</b>	<b>2051</b>	<b>2097</b>	<b>2000</b>	<b>2057</b>	<b>1851</b>	<b>1956</b>	<b>1852</b>	<b>1959</b>	<b>1862</b>	<b>1949</b>
<b>TAGLIO</b>															
taglio Vx		582	609	582	609	582	609	582	609	522	553	525	551	525	551
taglio Vy		1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	-1	2	1	0
<b>V</b>		<b>582</b>	<b>609</b>	<b>582</b>	<b>609</b>	<b>582</b>	<b>609</b>	<b>582</b>	<b>609</b>	<b>522</b>	<b>553</b>	<b>525</b>	<b>551</b>	<b>525</b>	<b>551</b>

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI	ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	3173	3173	3019	2353	2321
Azione assiale minima	Nmin	993	2679	993	1993	1851
Azione trasversale massima	Vmax	1043	851	1043	630	609

## LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	33346
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	15.0
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	Ic	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	12078
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	5.00

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI I	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	3173	3019	2353
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2679	993	1993
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax_1a	kNm	2126	2606	1574
Momento amplificato del 20%	Mmax_1a	kNm	2551	3127	1889
<b>Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia</b>	<b>Vmax_1a</b>	<b>kN</b>	<b>851</b>	<b>1043</b>	<b>630</b>

## RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	48608	33875
Carico verticale medio agente sui pali	3038	2117

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A**  
**Calcolo e verifica zattera di fondazione**
**MENSOLA ANTERIORE**

Modello di calcolo:

**Tirante - puntone**

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.50
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	3.50
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	
copriferro	c	m	0.164
larghezza puntone	b	m	2.80
larghezza collaborante	bt	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione caratteristica cls	fck	Mpa	32
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	2.34
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	3.97
fattore lambda ( $l1 / 0.9d$ ) = arctan $\psi$	$\lambda_1$		1.89
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	0.47
fattore lambda ( $l2 / 0.9d$ ) = arctan $\psi$	$\lambda_2$		0.22
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/pass	mm	m	mmq
primo strato dal basso	15	18	26	0.079	9557
secondo strato dal basso	15	18	26	0.145	9557
terzo strato dal basso	15	18	26	0.211	9557
quarto strato dal basso	30	9	26	0.277	4778
Armatura effettivamente disposta			26	0.164	33449

**VERIFICA SLU**

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	3172.5	0.0	850.5	6238.1	15942	7060.1
SLU-SIS	3019.4	0.0	1042.5	6170.1	15768	6983.1
				<b>6238.1</b>	<b>15942</b>	<b>7060.1</b>

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	33449	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	13088.6	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		48%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	22217.6	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		32%	OK!

**VERIFICA SLE-CARATTERISTICA**

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	$\sigma$
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-CARATTERISTICA	2352.8	0.0	629.8	4625.3	138

## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		38%	OK!

#### VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma$ Mpa
SLE-FREQUENTE	2320.7	0.0	608.5	4549.6	136

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{lim}$	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		70%	OK!

#### VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma$ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2170.2	0.0	551.0	4236.4	127

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{lim}$	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		81%	OK!

### MENSOLA POSTERIORE

Modello di calcolo:

#### Trave a mensola

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.50
distanza tra palo 1° fila posteriore e sezione di incastro	a1	m	4.10
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	0.50
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	
distanza tra palo 4° fila posteriore e sezione di incastro	a4	m	
larghezza sezione di calcolo	b	m	3.60
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passi	$\phi$ mm	c m	As mmq
primo strato dall'alto	15	6	26	0.079	3186
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.145	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.211	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.079	3186

## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Armatura inferiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passio	$\phi$ mm	c m	As mmq
primo strato dal basso	15	6	26	0.079	3186
secondo strato dal basso	0	0	26	0.145	0
terzo strato dal basso	0	0	26	0.211	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.079	3186

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	303.8	1549	3950.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	924.3	4714	12020.8
sommano			6263.2	15971.1

sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	225.0	1148	2926.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	684.7	3492	8904.3
sommano			4639.4	11830.4

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-2803.2	-2799.3	0.0	0.0	-5602	-12892.7
SLU-STR (MAX)	-3163.0	-3122.2	0.0	0.0	-6285	-14529.4
SLU-SIS (MIN)	-992.7	-1551.5	0.0	0.0	-2544	-4846.0
SLU-SIS (MAX)	-2707.9	-2501.4	0.0	0.0	-5209	-12353.0

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	661	3078
SLU-STR (MAX)	-22	1442
SLU-SIS (MIN)	2095	6984
SLU-SIS (MAX)	-570	-523

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	184	855
SLU-STR (MAX)	6	400
SLU-SIS (MIN)	582	1940
SLU-SIS (MAX)	158	-145

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	2275	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	3186	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	2716	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		71%	OK!
Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	170	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	3186	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-2716	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		5%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA	fac	p	V	M
-----------------------------	-----	---	---	---

## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

		kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	225.0	1148	2926.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	684.7	3492	8904.3
sommano			<b>4639.4</b>	<b>11830.4</b>

sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	R3	R4	V	M
	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-2073.6	-2072.8	0.0	0.0	-4146	-9538.2
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-2337.4	-2316.1	0.0	0.0	-4654	-10741.4

sollecitazioni risultanti	V	M
	kN	kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	<b>493</b>	<b>2292</b>
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	<b>-14</b>	<b>1089</b>

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V	M
	kN/m	kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	<b>137</b>	<b>637</b>
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	<b>4</b>	<b>303</b>

Tasso di lavoro armature superiori	$\sigma_{sup}$	Mpa	<b>92</b>	
Tasso di lavoro armature inferiori	$\sigma_{inf}$	Mpa	<b>0</b>	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		<b>25%</b>	<b>OK!</b>
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		<b>0%</b>	<b>OK!</b>

VERIFICA SLE-FREQUENTE	fac	p	V	M
		kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	225.0	1148	2926.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	684.7	3492	8904.3
sommano			<b>4639.4</b>	<b>11830.4</b>

sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	R3	R4	V	M
	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-2057.3	-1949.5	0.0	0.0	-4007	-9409.6
SLE-FREQUENTE (MAX)	-2320.7	-2276.7	0.0	0.0	-4597	-10653.2

sollecitazioni risultanti	V	M
	kN	kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	<b>633</b>	<b>2421</b>
SLE-FREQUENTE (MAX)	<b>42</b>	<b>1177</b>

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V	M
	kN/m	kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)	<b>176</b>	<b>672</b>
SLE-FREQUENTE (MAX)	<b>12</b>	<b>327</b>



## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tasso di lavoro armature superiori		$\sigma_{sup}$	Mpa	<b>97</b>		
Tasso di lavoro armature inferiori		$\sigma_{inf}$	Mpa	<b>0</b>		
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.30	w2	
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>194.3</b>		
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		<b>50%</b>	<b>OK!</b>	
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>194.3</b>		
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		<b>0%</b>	<b>OK!</b>	
<b>VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE</b>		<b>fac</b>	<b>p</b>	<b>V</b>	<b>M</b>	
			<b>kN/ml</b>	<b>kN</b>	<b>kNm</b>	
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera		<b>1.0</b>	225.0	1148	2926.1	
sollecitazioni dovute al peso del rinterro		<b>1.0</b>	684.7	3492	8904.3	
sommano				<b>4639.4</b>	<b>11830.4</b>	
sollecitazioni dovute ai pali	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kNm</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-2074.3	-1959.1	0.0	0.0	-4033	-9484.3
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-2170.2	-2072.9	0.0	0.0	-4243	-9934.2
<b>sollecitazioni risultanti</b>				<b>V</b>	<b>M</b>	
				<b>kN</b>	<b>kNm</b>	
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)				<b>606</b>	<b>2346</b>	
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)				<b>396</b>	<b>1896</b>	
<b>sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria</b>				<b>V</b>	<b>M</b>	
				<b>kN/m</b>	<b>kNm/m</b>	
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)				<b>168</b>	<b>652</b>	
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)				<b>110</b>	<b>527</b>	
Tasso di lavoro armature superiori		sfsup	Mpa	<b>94</b>		
Tasso di lavoro armature inferiori		sfinf	Mpa	<b>0</b>		
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.20	w1	
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>155.6</b>		
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		<b>60%</b>	<b>OK!</b>	
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>155.6</b>		
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		<b>0%</b>	<b>OK!</b>	

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	3.20
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE**

<b>Peso proprio spalla</b>			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	564
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-77
<b>Spinta statica del terreno</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	406
Momento longitudinale	Myg3	kNm	1354
<b>Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	85
Momento longitudinale	Myg3	kNm	427
<b>Azioni sismiche</b>			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		D
Fattore Ss			1.80
Fattore St			1.00
Fattore S	S		1.80
Valore di ag/g	ag/g		0.061
fattore bm	βm		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.110
Coefficiente sismico verticale	kv		0.055

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip_spost	2
---	-----------	---

**K0 Statica e K0 + Wood Sismica - OK**

**Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)**

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ψ	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	10.01
peso specifico del terreno			
	γ*	kN/mc	19.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.104
angolo teta a	θa	deg	5.942
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.330
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.116
angolo teta b	θb	deg	6.627
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-b		0.338

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	331.7
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	304.0
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	<b>331.7</b>
altezza di applicazione	H	m	5.0
Momento longitudinale	MyDP	kNm	<b>1659.9</b>

Spinta massima in caso sismico

**Spinte del terreno in caso sismico Wood) - ipotesi struttura che non ammette spostamenti (q6.1)**

Incremento di spinta del terreno	DP	kN	209
altezza di applicazione	H	m	5.0
Momento longitudinale	MyDP	kNm	<b>1046</b>

**Spinte compressive del terreno in caso sismico di calcolo**

Condizioni di spinta adottate: <b>Struttura che non ammette spostamenti (Wood)</b>			
Spinta del terreno	Es	kN	<b>615</b>
Momento longitudinale	MyEs	kNm	<b>2401</b>

**Forze inerziali (q6.2)**

<i>Sisma longitudinale</i>			
Forza orizzontale longitudinale	Fxq6.2x	kN	62
Momento longitudinale	Myq6.2x	kNm	228
<i>Sisma verticale</i>			
Forza verticale	Fzq6.2z	kN	-31
Momento longitudinale	Myq6.2z	kNm	4

**AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)**

Altezza appoggi + muro frontale	6.90
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.40

	Fx [kN]	Fz [kN]
g1a	0	218
g2a	0	90
e4	0	0
e2	14	-10
q1a	0	220
q1b	0	174
q1c	0	220
q1d	0	174
q3	7	0
q7a	-45	-8
q7b	28	7
q9	0	0
Ex	25	0
Ez	0	5

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 V101 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**
**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE**

		<b>Fx</b>	<b>Fz</b>	<b>My</b>
		<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kNm]</b>
g1a	Peso proprio impalcato	0	218	-87
g1-sp	Peso proprio spalla	0	564	77
g2a	Perm. portati - impalcato	0	90	-36
g3-sp	g3-sp	406	0	-1354
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	14	-10	-93
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	220	-88
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	174	-70
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	220	-88
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	174	-70
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	85	0	-427
q3	Frenatura	7	0	-51
q7a	Var. termica positiva	-45	-8	314
q7b	Var. termica negativa	28	7	-193
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	25	0	-172
Ez	Sisma verticale	0	5	-2
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	615	0	-2401
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	62	0	-228
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-31	-4

**COMBINAZIONI DI CARICO**
**MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI**

					<b>S.L.U.</b>								<b>q3</b>			
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
q7a	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00
q7b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q1a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q1e-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

					<b>S.L.U.</b>				<b>S.L.V.</b>			
					<b>e3</b>				<b>Ex</b>		<b>Ez</b>	
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7b	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
q1a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q1e-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00

					<b>S.L.E.car</b>								<b>q3</b>			
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q1a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1e-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A  
Calcolo e Verifica muro frontale

S.L.E.car								
e3								
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
q7b	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

S.L.freq					S.L.qp				
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

## SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

S.L.U.														
q1				q3										
Fx	640	705	640	705	640	705	640	705	621	686	621	686	621	686
Fz	1455	1468	1393	1406	1455	1468	1393	1406	1381	1394	1334	1348	1381	1394
My	-2415	-2872	-2391	-2848	-2415	-2872	-2391	-2848	-2311	-2768	-2292	-2749	-2311	-2768

S.L.U.					S.L.V.			
q7					E.x		E.z	
Fx	584	693	584	693	584	693	584	693
Fz	1376	1398	1329	1352	1376	1398	1329	1352
My	-2053	-2814	-2034	-2796	-2053	-2814	-2034	-2796

S.L.E.car								
q1				q3				
Fx	478	522	478	522	478	522	478	522
Fz	1077	1086	1031	1040	1077	1086	1031	1040
My	-1821	-2125	-1802	-2107	-1821	-2125	-1802	-2107

S.L.E.car								
q7								
Fx	439	512	439	512	439	512	439	512
Fz	1019	1034	984	999	1019	1034	984	999
My	-1566	-2074	-1552	-2060	-1566	-2074	-1552	-2060

S.L.E.freq									S.L.E.qp	
Fx	457	501	457	501	457	501	457	501	397	434
Fz	1022	1031	988	997	1022	1031	988	997	858	865
My	-1692	-1996	-1678	-1983	-1692	-1996	-1678	-1983	-1337	-1590

Armatura zona tesa muro frontale	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/passc	mm	m	mmq
primo strato	15	6	24	0.080	2714
secondo strato	30	3	24	0.134	1357
Armatura effettivamente disposta			24	0.098	4072

VERIFICHE AGLI SLU	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	2872
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	2942
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	2693
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	4072
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	4448
Coefficiente di utilizzo	c.u.		66%
Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	705
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	716

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

---

**VERIFICHE AGLI SLE-CAR**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	<b>187</b>	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		52%	OK!

**VERIFICHE AGLI SLE-FR**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	<b>176</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>204</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		86%	OK!

**VERIFICHE AGLI SLE-QP**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	<b>140</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>164</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		85%	OK!

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A****Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.64
spessore paraghiaia	spar	m	0.65
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**Effetti dovuti al sovraccarico accidentale**

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	7.40
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	4.50
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	7.7
pressione orizzontale dovuta al carico qik distribuito	shd	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	Vmax	kNm	376.8
Momento alla base complessivo	Mmax	kNm	740.7

**Effetti dovuti al carico Qik sul paraghiaia**

larghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	b1	m	2.6
larghezza dell'impronta di carico alla base	b2	m	9.88
Carico verticale in testa al paraghiaia	Qik	kN	300
Azione orizzontale in testa al paraghiaia	H	kN	180

**Sollecitazioni alla base del paraghiaia**

Condizione	N kN	V kN	M kNm
Peso proprio	59.2	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	53.7	65.1
Spinta dovuta al carico Qik	0.0	50.9	100.1
Carico Qik sul paraghiaia	30.4	18.2	68.1
Sisma - forze inerziali	0.0	6.5	11.8
Spinta sismica del terreno	0.0	81.3	115.4

**Armatura zona tesa paraghiaia**

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	15	6	20	0.076	1885
secondo strato	30	3	20	0.126	942
Armatura effettivamente disposta			20	0.093	2827

**VERIFICHE SLU**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Peso proprio	1.00	1.00
Spinta statica del terreno	1.35	0.00
Spinta dovuta al carico Qik	1.35	0.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Spinta sismica del terreno	0.00	1.00

**Combinazioni SLU-STR**

Combinazione	N kN	V kN	M kNm
SLU-STR	100.1	165.8	315.0
SLU-SIS	59.2	87.8	127.3

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	1605	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	2827	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	555	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		57%	OK!

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

**VERIFICHE SLE-RARA**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-RARA		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	1.00		
Carico Qik sul paraghiaia	1.00		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

**Combinazioni SLE-RARA**

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-RARA	89.5	122.8	233.3

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **165**

Tensione massima ammissibile  $\sigma_{s,max}$  MPa 360  
 coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni c.u. **46%** **OK!**

**VERIFICHE SLE-FREQUENTE**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-FRE		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.75		
Carico Qik sul paraghiaia	0.75		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

**Combinazioni SLE-FREQUENTE**

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-FRE	81.9	105.5	191.3

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **135**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile  $w_{lim}$  mm 0.30 w2  
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0  $\sigma_{slim}$  MPa **222**  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **61%** **OK!**

**VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-QP		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.00		
Carico Qik sul paraghiaia	0.00		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

**Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE**

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-QP	59.2	53.7	65.1

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **46**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile  $w_{lim}$  mm 0.20 w1  
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0  $\sigma_{slim}$  MPa **182**  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **25%** **OK!**

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	10.14
larghezza muro di risvolto	a	m	5.10
spessore muro di risvolto	s	m	0.80
coefficiente gamma	$\gamma$		0.50
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Muro con bandiera	band		no
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Momento massimo orizzontale:  $M_x = facx \cdot q \cdot a^2$

Momento massimo verticale:  $M_y = facy \cdot q \cdot h^2$

N.B. i coefficienti facx e facy sono ricavati da: "Calcolo di lastre e piastre" - Richard Bares - Ed. CittàStudi

**Effetti dovuti alla spinta delle terre**

pressione orizzontale alla base	q	kN/mq	82.2
direzione orizzontale	$\gamma$	0.500	0.750
coefficiente facx	facMx	0.134	0.082
coefficiente facVx	facVx	0.462	0.318

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	284.2
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	192.9
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75	0.50
coefficiente facy	facMy	0.055	0.090	0.06
coefficiente facVy	facVy	0.483	0.551	0.484

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	464.7
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	402.8

**Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali**

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	2.40
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	3.10
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	8.25
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	8.95
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	3.5

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	18.9	
direzione orizzontale	$\gamma$	0.50	0.75	0.50
coefficiente facx	facMx	0.360	0.234	
coefficiente facVx	facVx	1.114	1.043	

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	176.3
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	107.4
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75	0.50
coefficiente facx	facMy	0.105	0.208	0.106
coefficiente facVy	facVy	0.874	1.129	0.877

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	206.9
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	168.3

**Effetti dovuti al sisma**

forza inerziale	q1	kN/mq	2.20	
incremento di spinta delle terre	q2	kN/mq	21.2	
pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	23.4	
direzione orizzontale	$\gamma$	0.50	0.75	0.50
coefficiente facx	facMx	0.360	0.234	
coefficiente facVx	facVx	1.114	1.043	



**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	<b>217.5</b>
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	<b>0.0</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	<b>132.6</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	<b>0.0</b>

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75	0.50
coefficiente facx	facMy	0.105	0.208	<b>0.106</b>
coefficiente facVy	facVy	0.874	1.129	<b>0.877</b>

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	<b>255.2</b>
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	<b>207.6</b>

Riepilogo sollecitazioni sul muro	Mx	My	Vx	Vy
Condizione	kNm	kNm	kN	kN
Spinta del terreno	284.2	464.7	192.9	402.8
Spinta sovraccarichi accidentali	176.3	206.9	107.4	168.3
Spinta dovuta al sisma	217.5	255.2	132.6	207.6

Armatura zona tesa - dir. Orizzontale	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	15	6	20	0.062	1885
secondo strato	15	6	20	0.112	1885
Armatura effettivamente disposta			20	0.087	<b>3770</b>

Armatura zona tesa - dir. Verticale	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	15	6	24	0.084	2714
secondo strato	15	6	24	0.138	2714
Armatura effettivamente disposta			24	0.111	<b>5429</b>

**VERIFICHE SLU**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Spinta del terreno	1.35	1.00
Spinta sovraccarichi accidentali	1.35	0.00
Spinta dovuta al sisma	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR	Mx	My	Vx	Vy
Combinazione	kNm	kNm	kN	kN
SLU-STR	621.6	906.6	405.5	770.9
SLU-SIS	501.7	720.0	325.5	610.4

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale	Afh_min	mmq/ml	2476	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3770	OK!
Momento Resistente dir. Orizzontale	MR_h	kNm/ml	947	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		66%	OK!

Armatura minima richiesta in dir. Verticale	Afh_min	mmq/ml	3736	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	5429	OK!
Momento Resistente dir. Verticale	MR_v	kNm/ml	1317	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		69%	OK!

**VERIFICHE SLE-RARA**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-RARA	
Spinta del terreno	1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali	1.00	
Spinta dovuta al sisma	0.00	

Combinazioni SLE-RARA	Mx	My
Combinazione	kNm	kNm
SLE-RARA	460.4	671.6

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	190	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	200	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature orizzontali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		53%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		55%	OK!

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

**VERIFICHE SLE-FREQUENTE**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-FRE	
Spinta del terreno	1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali	0.75	
Spinta dovuta al sisma	0.00	

**Combinazioni SLE-FREQUENTE**

Combinazione	Mx	My
	kNm	kNm
SLE-FRE	416.4	619.9

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	172	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	184	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	$\sigma_{slim}$	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		77%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{slim}$	MPa	204	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		90%	OK!

**VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-QP	
Spinta del terreno	1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali	0.00	
Spinta dovuta al sisma	0.00	


**Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE**

Combinazione	Mx	My
	kNm	kNm
SLE-QP	284.2	464.7

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	117	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	138	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	$\sigma_{slim}$	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		64%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{slim}$	MPa	164	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		84%	OK!

LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA A  
Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	Zattera - Mensola posteriore	Mfron	Paraghiaia	Mrisv_h	Mrisv_v
<b>Taglio di calcolo</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>582.0</b>	<b>716.0</b>	<b>165.8</b>	<b>405.5</b>	<b>770.9</b>
<b>Dati</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>					
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	40	40	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	32	32	32	32	32
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>							
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	2.50	3.20	0.65	0.50	0.80
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	2.50	3.20	0.65	0.50	0.80
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.079	0.098	0.093	0.087	0.111
altezza utile della sezione	d	m	2.42	3.10	0.56	0.41	0.69
<b>Compressione agente nella sezione</b>							
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>							
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata	Asl	mmq	3186	4072	2827	3770	5429
Coefficiente k	k	m	1.29	1.25	1.60	1.70	1.54
vmin	vmin		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00132	0.00131	0.00507	0.00913	0.00788
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>604.0</b>	<b>753.1</b>	<b>270.8</b>	<b>258.8</b>	<b>373.1</b>
			<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>N.V.</b>	<b>N.V.</b>
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>							
<i>Verifica del conglomerato</i>							
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	13170.2	16874.9	3031.9	2246.7	3748.2
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>							
diametro staffe	fsw	mm	24	12	10	12	12
passo staffe	scp	m	1.20	0.60	0.30	0.15	0.15
numero di bracci	nb		1.67	1.67	1.67	3.33	3.33
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	754	188	131	377	377
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0	0	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	1339.4	858.1	214.1	913.9	1524.7
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	6811.8	8727.9	1568.1	1162.0	1938.6
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1339.4</b>	<b>858.1</b>	<b>214.1</b>	<b>913.9</b>	<b>1524.7</b>
			<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

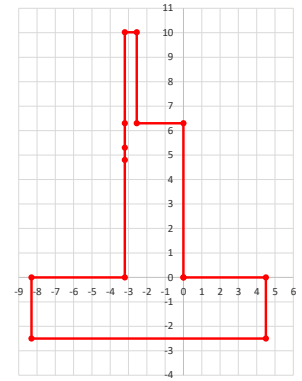
<p>S.S.291 “Della Nurra”</p> <p>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l’aeroporto)</p>		
<p><b>CA-29</b></p>	<p><b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b></p>	

**18 ALLEGATO 5 – SPALLA SPB**

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 V101 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B****Dati e risoluzione della palificata****Caratteristiche geometriche elevazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Paragliaia - 1	0.65	0.65	11.50	3.72	-2.55	0.00	6.30
Muro frontale - 2	3.20	3.20	11.50	1.00	0.00	0.00	5.30
Muro frontale - 3	3.20	3.20	11.50	0.50	0.00	0.00	4.80
Muro frontale - 4	3.20	3.20	11.50	4.80	0.00	0.00	0.00
Muro risolto posteriore sx - 1	5.10	5.10	0.50	3.89	-3.20	-5.50	6.30
Muro risolto posteriore sx - 2	5.10	5.10	0.80	1.00	-3.20	-5.35	5.30
Muro risolto posteriore sx - 3	5.10	5.10	0.80	0.50	-3.20	-5.35	4.80
Muro risolto posteriore sx - 4	5.10	5.10	0.80	4.80	-3.20	-5.35	0.00
Muro risolto posteriore dx - 1	5.10	5.10	0.50	3.55	-3.20	5.50	6.30
Muro risolto posteriore dx - 2	5.10	5.10	0.80	1.00	-3.20	5.35	5.30
Muro risolto posteriore dx - 3	5.10	5.10	0.80	0.50	-3.20	5.35	4.80
Muro risolto posteriore dx - 4	5.10	5.10	0.80	4.80	-3.20	5.35	0.00
Cordolo risolto sx	5.10	5.10	0.75	0.50	-3.20	-4.88	9.94
Cordolo risolto dx	5.10	5.10	0.75	0.50	-3.20	4.88	9.60

**Caratteristiche geometriche fondazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx (m)	Ly (m)	h (m)	Disx (m)	Disy (m)
Zattera di fondazione	12.80		2.50	-4.50	0.00

**Caratteristiche geometriche complessive muro frontale (Paragliaia+Muro frontale)**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	10.02
Area sezione trasversale	Afron	m <sup>2</sup>	22.58
Volume c.a.	Vfron	mc	259.65
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.74
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	3.69
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	1.60

**Caratteristiche geometriche complessive elevazione (Paragliaia+Muro frontale+muri risolto****+Cordoli risolto+Orecchie+Valette+Speroni)**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vele	mc	333.85
Xbaricentro	Xg ele	m	-2.63
Ybaricentro	Yg ele	m	-0.01
Zbaricentro	Zg ele	m	3.93

**Caratteristiche geometriche complessive fondazione**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vfon	mc	409.60
Xbaricentro	Xg fon	m	-6.40
Ybaricentro	Yg fon	m	0.00
Zbaricentro	Zg fon	m	1.25

Note:

Lx sup: lunghezza in direzione x della faccia superiore

Lx inf: lunghezza in direzione y della faccia inferiore

h: altezza del parallelepipedo

Dx: distanza in dir. X tra faccia anteriore e faccia muro frontale

Dy: distanza in dir. Y tra mezzeria parallelepipedo e mezzeria muro frontale

Dz: distanza in dir. Z tra faccia inferiore e spiccato muro frontale

Disx: Disassamento in dir. X mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Disy: Disassamento in dir. Y mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

**Caratteristiche terreno di rinterro a tergo spalla**

Descrizione	Unità	Valore	
Angolo d'attrito	φ	deg	35.0
peso di volume	γ	kN/mc	19.0
Coefficiente di spinta attiva (Rankine)	ka		0.271
Coefficiente di spinta a riposo	k0		0.426
Condizioni di spinta: 1 - attiva; 2 - riposo	Tip spinta		2
Coefficiente di spinta di calcolo	K		0.426

**Caratteristiche geometriche complessive rinterro**

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Rinterro - 1	5.10	5.10	10.50	3.72	-3.20	0.00	6.30
Rinterro - 2	5.10	5.10	9.90	1.00	-3.20	0.00	5.30
Rinterro - 3	5.10	5.10	9.90	0.50	-3.20	0.00	4.80
Rinterro - 4	5.10	5.10	9.90	4.80	-3.20	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume rinterro	Vrin	mc	517.29
Xbaricentro	Xg rin	m	-10.25
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	7.58

**Dati sovraccarico terrapieno**

Descrizione	Unità	Valore	
sovraccarico	Q	kN/mq	20.0

**AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA**

Rispetto al baricentro della palificata

<b>Peso proprio spalla</b>			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	18586
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-6081
Momento trasversale	Mxg1	kNm	119.2
<b>Peso terreno su fondazione</b>			
Peso rinterro	Fzg2	kN	9829
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-37840
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0
<b>Spinta statica del terreno</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	8128
Momento longitudinale	Myg3	kNm	33921
<b>Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	1228
Carico verticale	Fzg3	kN	1071
Momento longitudinale	Myg3	kNm	3563
<b>Azioni sismiche</b>			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		D
Fattore Ss			1.8
Fattore St			1.0
Fattore S	S		1.80
Valore di ag/g	ag/g		0.061

## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B

## Dati e risoluzione della palificata

fattore bm	$\beta m$	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.110
Coefficiente sismico verticale	kv	0.055

Struttura che ammette spostamenti: 1 - sì; 2 - no	Tip_spost	2
---	-----------	---

K0 Statica e K0 + Wood Sismica - OK

## Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	$\psi$	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	$\beta$	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	$\delta$	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	12.52
peso specifico del terreno	$\gamma^*$	kN/mc	19.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	$\tan\theta a$		0.104
angolo teta a	$\theta a$	deg	5.9
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.330
tangente teta b= kh/(1-kv)	$\tan\theta b$		0.116
angolo teta b	$\theta b$	deg	6.6
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.338
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	6641.1
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	6087.0
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	6641.1
altezza di applicazione	H	kN	6.26
Momento longitudinale	MyDP	kNm	41573

## Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate: <b>Struttura che non ammette spostamenti (Wood)</b>				
Spinta del terreno	Es	kN	12314	
Momento longitudinale	MyEs	kNm	60124	
<b>Forze inerziali</b>				
<i>Sisma longitudinale</i>				
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	3120	
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	15478	
<i>Sisma trasversale</i>				
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	3120	
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	15478	
<i>Sisma verticale</i>				
Forza verticale	FzE.2z	kN	-1560	
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	2411	
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	7	

## AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni	9.40
Distanza asse appoggi - asse fondazione	0.70

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	2510	452	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	1049	0	0
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0	0
e2	ritiro	-163	0	0	124	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	2529	4224	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	2002	5654	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	2529	-4224	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	2002	-5654	0
q3	Frenatura	86	0	0	0	0
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	-80	0	298	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	-67	0	249	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	181	0	565	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	308	0	883	0
q7a	Var. termica positiva	520	0	0	70	0
q7b	Var. termica negativa	-318	0	0	-62	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	287	0	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	219	0	558	0
Ez	Sisma verticale	0	0	64	0	0

## RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali				
x	=	6.40	coordinata x	
y	=	0.00	coordinata y	
z	=	0.00	coordinata z	

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	2510	452	-1757
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	0	18586	0	6081
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	1049	0	-734
g2b-sp	Perm.portati - Rinterro	0	0	9829	0	37840
g3-sp	spinta statiche del terreno	8128	0	0	0	-33921
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0	0
e2	ritiro	-163	0	0	124	1528
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	2529	4224	-1770
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	2002	5655	-1401
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	2529	-4224	-1770
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	2002	-5654	-1401
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	1228	0	1071	0	-3563
q3	Frenatura	86	0	0	0	-806
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	-80	0	-454	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	-67	0	-378	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	181	0	2266	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	308	0	3778	0
q7a	Var. termica positiva	520	0	0	70	-4884
q7b	Var. termica negativa	-318	0	0	-62	2989
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	287	0	0	0	-2696
Ey	Sisma trasversale	0	219	0	2612	0
Ez	Sisma verticale	0	0	64	0	-45
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	12314	0	0	0	-60124
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	3120	0	0	0	-15478
E.2y-sp	Forze inerziali trasversali spalla	0	3120	0	15478	0
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	0	-1560	0	-2411







## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 V101 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B

## Dati e risoluzione della palificata

## SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.								q3							
	q1				q2				q3				q4			
Fx	12903	12149	12903	12149	12903	12149	12903	12149	12604	11851	12604	11851	12604	11851	12604	11851
Fy	277	277	277	277	-277	-277	-277	-277	277	277	277	277	-277	-277	-277	-277
Fz	48024	48024	47312	47312	48024	48024	47312	47312	46809	46809	46275	46275	46809	46809	46275	46275
Mx	9925	9807	11856	11738	-8281	-8399	-10212	-10330	8499	8381	9947	9829	-6855	-6974	-8304	-8422
My	375	7461	873	7959	375	7461	873	7959	1088	8173	1461	8547	1088	8173	1461	8547

	S.L.U.								q5							
	q4				q5				q6				q7			
Fx	12489	11735	12489	11735	12489	11735	12489	11735	12489	11735	12489	11735	12489	11735	12489	11735
Fy	169	169	187	187	-385	-385	-367	-367	462	462	462	462	-462	-462	-462	-462
Fz	46809	46809	46275	46275	46809	46809	46275	46275	46809	46809	46275	46275	46809	46809	46275	46275
Mx	7887	7769	9437	9319	-7468	-7586	-8814	-8932	10766	10648	12214	12096	-9122	-9241	-10571	-10689
My	2175	9261	2549	9634	2175	9261	2549	9634	2175	9261	2549	9634	2175	9261	2549	9634

	S.L.U.				S.L.V.				S.L.V.							
	e3				E.x				E.y				E.z			
Fx	12800	11544	12800	11544	12800	11544	12800	11544	15399	15399	4395	4395	4395	4395	4395	4395
Fy	277	277	277	277	-277	-277	-277	-277	1002	1002	3338	3338	1002	1002	1002	1002
Fz	46809	46809	46275	46275	46809	46809	46275	46275	31524	32422	31524	32422	30477	33469	30477	33469
Mx	8541	8344	9989	9792	-6814	-7010	-8262	-8459	5972	5972	18635	18635	5972	5972	5972	5972
My	-755	11054	-382	11428	-755	11054	-382	11428	-34582	-33109	20226	21700	18507	23419	18507	23419

	S.L.E.car								q3							
	q1				q2				q3				q4			
Fx	9505	9003	9505	9003	9505	9003	9505	9003	9284	8781	9284	8781	9284	8781	9284	8696
Fy	185	185	185	185	-185	-185	-185	-185	185	185	185	185	-185	-185	-185	-185
Fz	35573	35573	35046	35046	35573	35573	35046	35046	34673	34673	34278	34278	34673	34673	34278	34278
Mx	7109	7030	8539	8461	-5873	-5952	-7303	-7382	6053	5974	7126	7047	-4817	-4896	-5890	-5969
My	773	5497	1142	5866	773	5497	1142	5866	1301	6025	1578	6301	1301	6025	1578	7107

	S.L.E.car								q5							
	q4				q5				q6				q7			
Fx	9198	8696	9198	8696	9198	8696	9198	8696	9198	8696	9198	8696	9198	8696	9198	8696
Fy	105	105	118	118	-265	-265	-251	-251	308	308	308	308	-308	-308	-308	-308
Fz	34673	34673	34278	34278	34673	34673	34278	34278	34673	34673	34278	34278	34673	34673	34278	34278
Mx	5599	5521	6748	6669	-5271	-5349	-6268	-6347	7564	7486	8637	8558	-6328	-6407	-7401	-7480
My	2107	6830	2383	7107	2107	6830	2383	7107	2107	6830	2383	7107	2107	6830	2383	7107

	S.L.E.car								q5							
	e3				q5				q6				q7			
Fx	9406	8568	9406	8568	9406	8568	9406	8568	9406	8568	9406	8568	9406	8568	9406	8568
Fy	185	185	185	185	-185	-185	-185	-185	185	185	185	185	-185	-185	-185	-185
Fz	34673	34673	34278	34278	34673	34673	34278	34278	34673	34673	34278	34278	34673	34673	34278	34278
Mx	6081	5950	7154	7022	-4789	-4920	-5862	-5993	6081	5950	7154	7022	-4789	-4920	-5862	-5993
My	153	8026	430	8302	153	8026	430	8302	153	8026	430	8302	153	8026	430	8302

	S.L.freq								S.L.qp							
	q1				q2				e3				q5			
Fx	9146	8727	9146	8727	9146	8727	9146	8727	8277	7775	8225	7806	8225	7806	8225	7806
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	-36	0	0	0	0	0
Fz	34673	34673	34278	34278	34673	34673	34278	34278	31973	31973	31973	31973	31973	31973	31973	31973
Mx	3779	3713	4852	4786	-2557	-2623	-3630	-3695	618	539	1064	92	611	545	611	545
My	2595	6532	2872	6808	2595	6532	2872	6808	6107	10831	6595	10532	6595	10532	6595	10532

## CALCOLO AZIONI SUI PALI

## Geometria della palificata

Attenzione: 1° fila sempre posteriore													
PALO	Fila	X	Y	Xp	Yp	trasv Jxi	long Jyi	trasv Yp/SJxi	long Xp/SJyi	Plinto	X	Y	
1	1	1,00	5,40	-5,40	5,40	29,16	29,1600	0,021	-0,021		0,00	6,40	
2	1	1,00	1,80	-5,40	1,80	3,24	29,1600	0,007	-0,021		12,80	6,40	
3	1	1,00	-1,80	-5,40	-1,80	3,24	29,16	-0,007	-0,021		12,80	-6,40	
4	1	1,00	-5,40	-5,40	-5,40	29,16	29,16	-0,021	-0,021		0,00	-6,40	
5	2	4,60	5,40	-1,80	5,40	29,16	3,24	0,021	-0,007		0,00	6,40	
6	2	4,60	1,80	-1,80	1,80	3,24	3,24	0,007	-0,007				
7	2	4,60	-1,80	-1,80	-1,80	3,24	3,24	-0,007	-0,007				
8	2	4,60	-5,40	-1,80	-5,40	29,16	3,24	-0,021	-0,007				
9	2	8,20	5,40	1,80	5,40	29,16	3,24	0,021	0,007				
10	2	8,20	1,80	1,80	1,80	3,24	3,24	0,007	0,007				
11	2	8,20	-1,80	1,80	-1,80	3,24	3,24	-0,007	0,007				
12	2	8,20	-5,40	1,80	-5,40	29,16	3,24	-0,021	0,007				
13	3	11,80	5,40	5,40	5,40	29,16	29,16	0,021	0,021				
14	3	11,80	1,80	5,40	1,80	3,24	29,16	0,007	0,021				
15	3	11,80	-1,80	5,40	-1,80	3,24	29,16	-0,007	0,021				
16	3	11,80	-5,40	5,40	-5,40	29,16	29,16	-0,021	0,021				
16	3					259,20	259,20						

CARICO ASSIALE	PALO	FILA	S.L.U.								q3							
			q1				q2				q3				q4			
Nmax			3216	3361	3222	3367	2837	2982	2762	2908	3125	3270	3130	3275	2805	2951	2750	2895
Nmin			2787	2642	2692	2547	2821	2671	2726	2576	2726	2581	2655	2509	2760	2610	2689	2539
TAGLIO																		
taglio Vx			806	759	806	759	806	759	806	759	788	741	788	741	788	741	788	741
taglio Vy			17	17	17	17	-17	-17	-17	-17	17	17	17	17	-17	-17	-17	-17
V			807	760	807	760	807	760	807	760	788	741	788	741	788	741	788	741

LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 V101 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B

Dati e risoluzione della palificata

		S.L.U.															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1	1	3135	3280	3142	3287	2815	2960	2762	2907	3195	3340	3200	3345	2781	2926	2725	2870
2	1	3026	3172	3011	3158	2919	3066	2884	3031	3046	3192	3030	3177	2908	3054	2872	3019
3	1	2916	3065	2880	3028	3023	3171	3007	3155	2896	3045	2860	3009	3034	3183	3019	3167
4	1	2807	2957	2749	2899	3126	3277	3129	3279	2747	2897	2691	2841	3161	3311	3166	3316
5	2	3105	3152	3107	3153	2785	2832	2726	2773	3165	3212	3164	3211	2751	2797	2690	2736
6	2	2995	3044	2975	3024	2889	2937	2849	2897	3015	3064	2995	3043	2877	2926	2837	2885
7	2	2886	2936	2844	2894	2993	3043	2971	3021	2866	2916	2825	2875	3004	3054	2983	3033
8	2	2776	2828	2713	2765	3096	3148	3094	3145	2716	2768	2655	2707	3131	3182	3130	3182
9	2	3075	3023	3071	3019	2755	2703	2691	2639	3135	3083	3129	3077	2720	2669	2654	2603
10	2	2965	2915	2940	2890	2859	2809	2813	2763	2985	2935	2959	2909	2847	2797	2801	2751
11	2	2856	2807	2809	2761	2962	2914	2936	2887	2836	2787	2790	2741	2974	2925	2948	2900
12	2	2746	2699	2678	2631	3066	3019	3058	3011	2686	2639	2620	2573	3100	3054	3095	3048
13	3	3045	2894	3036	2886	2725	2575	2655	2505	3105	2954	3094	2944	2690	2540	2619	2469
14	3	2935	2787	2905	2756	2828	2680	2778	2629	2955	2807	2924	2775	2817	2668	2766	2617
15	3	2825	2679	2774	2627	2932	2785	2900	2754	2805	2659	2754	2607	2944	2797	2913	2766
16	3	2716	2571	2643	2497	3036	2891	3023	2878	2656	2511	2585	2439	3070	2925	3059	2914
Nmax		3135	3280	3142	3287	3126	3277	3129	3279	3195	3340	3200	3345	3161	3311	3166	3316
Nmin		2716	2571	2643	2497	2725	2575	2655	2505	2656	2511	2585	2439	2690	2540	2619	2469
TAGLIO																	
taglio Vx		781	733	781	733	781	733	781	733	781	733	781	733	781	733	781	733
taglio Vy		11	11	12	12	-24	-24	-23	-23	29	29	29	29	-29	-29	-29	-29
V		781	734	781	734	781	734	781	734	781	734	781	734	781	734	781	734

		S.L.U.								S.L.V.							
CARICO ASSIALE		q7								E.x		E.y		E.z			
PALO																	
1	1	3088	3330	3092	3334	2768	3010	2712	2954	1374	1461	2780	2867	2415	2704		
2	1	2969	3214	2954	3198	2862	3107	2827	3072	1291	1378	2521	2608	2332	2621		
3	1	2851	3098	2815	3062	2957	3205	2942	3189	1208	1295	2262	2349	2249	2538		
4	1	2732	2982	2676	2926	3052	3302	3056	3307	1125	1212	2003	2090	2166	2455		
5	2	3098	3176	3098	3176	2778	2856	2717	2795	1855	1921	2499	2565	2158	2379		
6	2	2980	3060	2959	3040	2873	2954	2832	2913	1772	1838	2240	2306	2075	2296		
7	2	2861	2944	2820	2904	2968	3051	2947	3030	1689	1755	1981	2048	1992	2213		
8	2	2742	2828	2681	2768	3062	3148	3062	3148	1606	1672	1723	1789	1909	2130		
9	2	3109	3023	3103	3017	2789	2703	2723	2637	2335	2381	2218	2264	1901	2054		
10	2	2990	2907	2964	2881	2883	2800	2837	2754	2252	2298	1959	2005	1818	1971		
11	2	2871	2791	2825	2745	2978	2897	2952	2872	2169	2215	1700	1746	1735	1888		
12	2	2753	2675	2687	2609	3073	2995	3067	2989	2086	2132	1442	1487	1652	1805		
13	3	3119	2869	3108	2858	2799	2549	2728	2478	2815	2841	1937	1963	1644	1728		
14	3	3001	2753	2970	2722	2884	2647	2843	2585	2732	2758	1678	1704	1561	1645		
15	3	2882	2637	2831	2586	2989	2744	2958	2713	2649	2675	1419	1445	1478	1562		
16	3	2763	2521	2692	2450	3083	2841	3072	2830	2566	2592	1161	1186	1395	1479		
Nmax		3119	3330	3108	3334	3083	3302	3072	3307	2815	2841	2780	2867	2415	2704		
Nmin		2732	2521	2676	2450	2768	2549	2712	2478	1125	1212	1161	1186	1395	1479		
TAGLIO																	
taglio Vx		800	722	800	722	800	722	800	722	962	962	275	275	275	275		
taglio Vy		17	17	17	17	-17	-17	-17	-17	63	63	209	209	63	63		
V		800	722	800	722	800	722	800	722	964	964	345	345	282	282		

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q1								q3							
PALO																	
1	1	2388	2484	2392	2489	2117	2214	2062	2159	2320	2417	2324	2420	2094	2191	2053	2166
2	1	2289	2387	2273	2371	2199	2297	2163	2261	2236	2334	2225	2323	2161	2259	2134	2249
3	1	2190	2289	2155	2254	2280	2379	2265	2364	2152	2251	2126	2225	2228	2327	2216	2332
4	1	2091	2191	2036	2136	2362	2462	2366	2466	2068	2168	2027	2127	2295	2395	2298	2415
5	2	2377	2408	2376	2407	2106	2137	2046	2077	2302	2333	2302	2333	2076	2107	2031	2067
6	2	2278	2310	2258	2290	2188	2220	2148	2180	2218	2250	2203	2235	2143	2175	2112	2150
7	2	2179	2213	2139	2172	2269	2303	2249	2282	2134	2167	2104	2137	2210	2243	2194	2233
8	2	2081	2115	2020	2055	2351	2385	2350	2385	2050	2084	2005	2039	2276	2311	2276	2316
9	2	2366	2332	2360	2326	2096	2061	2030	1996	2284	2250	2280	2245	2058	2023	2009	1969
10	2	2267	2234	2242	2208	2177	2144	2132	2098	2200	2167	2181	2148	2125	2091	2091	2052
11	2	2169	2136	2123	2091	2259	2226	2233	2201	2116	2084	2082	2050	2191	2159	2172	2134
12	2	2070	2039	2005	1973	2340	2309	2335	2305	2032	2001	1983	1952	2258	2227	2254	2217
13	3	2355	2255	2345	2244	2085	1985	2014	1914	2266	2166	2258	2158	2040	1940	1987	1870
14	3	2257	2158	2226	2127	2166	2067	2116	2017	2182	2083	2159	2060	2107	2008	2069	1953
15	3	2158	2060	2107	2009	2248	2150	2217	2119	2098	2000	2060	1962	2173	2076	2150	2036
16	3	2059	1962	1989	1892	2330	2233	2319	2222	2014	1917	1961	1864	2240	2144	2232	2119
Nmax		2388	2484	2392	2489	2362	2462	2366	2466	2320	2417	2324	2420	2295	2395	2298	2415
Nmin		2059	1962	1989	1892	2085	1985	2014	1914	2014	1917	1961	1864	2040	1940	1987	1870
TAGLIO																	
taglio Vx		594	563	594	563	594	563	594	563	580	549	580	549	580	549	580	543
taglio Vy		12	12	12	12	-12	-12	-12	-12	12	12	12	12	-12	-12	-12	-12
V		594	563	594	563	594	563	594	563	580	549	580	549	580	549	580	544

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1	1	2328	2424	2333	2429	2101	2198	2061	2158	2369	2465	2372	2469	2079	2176	2038	2135
2	1	2250	2348	2239	2337	2174	2272	2149	2246	2263	2361	2252	2350	2167	2265	2141	2238
3	1	2172	2271	2145	2244	2248	2347	2236	2335	2158	2257	2132	2231	2255	2354	2243	2342
4	1	2094	2194	2051	2152	2321	2421	2323	2423	2053	2153	2012	2112	2343	2443	2346	2446
5	2	2298	2330	2300	2331	2072	2103	2028	2060	2339	2370	2339	2370	2050	2081	2005	2036
6	2	2221	2253	2206	2238	2145	2177	2115	2148	2234	2266	2219	2251	2138	2170	2108	2140
7	2	2143	2176	2112	2145	2218	2252	2202	2236	2129	2163	2099	2132	2226	2259	2210	2244
8	2	2065	2099	2018	2053	2292	2326	2290	2324	2024	2059	1979	2013	2314	2348	2313	2348
9	2	2269	2235	2266	2232	2043	2008	1995	1961	2310	2276	2306	2271	2021	1986	1972	1937
10	2	2191	2158	2173	2139	2116	2082	2082	2049	2205	2172	2186	2152	2108	2075	2074	2041
11	2	2114	2081	2079	2047	2189	2157	2169	2137	2100	2068	2066	203				

## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B

## Dati e risoluzione della palificata

4	1	2044	2210	2002	2169	2270	2437	2273	2440
5	2	2295	2347	2294	2346	2068	2120	2023	2075
6	2	2210	2264	2195	2249	2135	2189	2105	2158
7	2	2126	2181	2096	2151	2201	2257	2186	2242
8	2	2041	2099	1996	2054	2268	2325	2267	2325
9	2	2293	2235	2288	2231	2066	2009	2017	1960
10	2	2208	2153	2189	2133	2133	2077	2099	2043
11	2	2124	2070	2090	2036	2199	2146	2180	2126
12	2	2039	1987	1990	1938	2266	2214	2262	2210
13	3	2291	2124	2282	2116	2064	1897	2011	1845
14	3	2206	2041	2183	2018	2131	1966	2093	1928
15	3	2122	1959	2084	1921	2197	2034	2174	2011
16	3	2037	1876	1984	1823	2264	2102	2256	2094
<b>Nmax</b>		<b>2297</b>	<b>2458</b>	<b>2300</b>	<b>2462</b>	<b>2270</b>	<b>2437</b>	<b>2273</b>	<b>2440</b>
<b>Nmin</b>		<b>2037</b>	<b>1876</b>	<b>1984</b>	<b>1823</b>	<b>2064</b>	<b>1897</b>	<b>2011</b>	<b>1845</b>
<b>TAGLIO</b>									
taglio Vx		588	536	588	536	588	536	588	536
taglio Vy		12	12	12	12	-12	-12	-12	-12
V		<b>588</b>	<b>536</b>	<b>588</b>	<b>536</b>	<b>588</b>	<b>536</b>	<b>588</b>	<b>536</b>

		S.L.freq										S.L.qp			
CARICO ASSIALE		q1					q7		q5						
PALO															
1	1	2300	2381	2303	2384	2168	2249	2127	2207	2138	2235	2158	2220	2148	2229
2	1	2247	2329	2236	2317	2203	2285	2177	2259	2130	2228	2143	2218	2140	2222
3	1	2195	2277	2169	2251	2239	2321	2227	2310	2121	2220	2128	2217	2131	2214
4	1	2142	2226	2101	2185	2274	2358	2278	2361	2113	2213	2114	2216	2123	2206
5	2	2264	2290	2263	2289	2132	2158	2087	2113	2054	2085	2066	2073	2057	2083
6	2	2211	2238	2196	2223	2167	2194	2137	2164	2045	2077	2052	2072	2048	2075
7	2	2159	2187	2129	2156	2203	2231	2188	2215	2036	2070	2037	2071	2040	2068
8	2	2106	2135	2061	2090	2238	2267	2238	2267	2028	2062	2022	2070	2031	2060
9	2	2228	2199	2224	2195	2096	2067	2047	2018	1969	1934	1975	1927	1965	1937
10	2	2175	2147	2156	2128	2131	2104	2097	2069	1960	1927	1960	1926	1957	1929
11	2	2123	2096	2089	2062	2167	2140	2148	2121	1952	1919	1945	1925	1948	1921
12	2	2070	2044	2021	1995	2202	2176	2198	2172	1943	1912	1930	1923	1940	1914
13	3	2192	2108	2184	2100	2060	1976	2007	1924	1884	1784	1883	1781	1874	1790
14	3	2139	2057	2116	2034	2095	2013	2057	1975	1875	1776	1868	1780	1865	1783
15	3	2087	2005	2049	1967	2131	2049	2108	2026	1867	1769	1854	1778	1857	1775
16	3	2034	1954	1981	1901	2166	2086	2158	2078	1858	1761	1839	1777	1848	1768
<b>Nmax</b>		<b>2300</b>	<b>2381</b>	<b>2303</b>	<b>2384</b>	<b>2274</b>	<b>2358</b>	<b>2278</b>	<b>2361</b>	<b>2138</b>	<b>2235</b>	<b>2158</b>	<b>2220</b>	<b>2148</b>	<b>2229</b>
<b>Nmin</b>		<b>2034</b>	<b>1954</b>	<b>1981</b>	<b>1901</b>	<b>2060</b>	<b>1976</b>	<b>2007</b>	<b>1924</b>	<b>1858</b>	<b>1761</b>	<b>1839</b>	<b>1777</b>	<b>1848</b>	<b>1768</b>
<b>TAGLIO</b>															
taglio Vx		572	545	572	545	572	545	572	545	517	486	514	488	514	488
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-2	0	0
V		<b>572</b>	<b>545</b>	<b>572</b>	<b>545</b>	<b>572</b>	<b>545</b>	<b>572</b>	<b>545</b>	<b>517</b>	<b>486</b>	<b>514</b>	<b>488</b>	<b>514</b>	<b>488</b>

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	3367	3367	2867	2489	2384	2229
Azione assiale minima	Nmin	1125	2439	1125	1816	1761	1768
Azione trasversale massima	Vmax	964	807	964	594	572	514

## LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	33346
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	15.0
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	Ic	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	12078
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	5.00

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI I		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	3367	2867	2489	2384
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2439	1125	1816	1761
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax_1a	kNm	2016	2411	1485	1429
Momento amplificato del 20%	Mmax_1a	kNm	2419	2893	1782	1715
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax_1a	kN	807	964	594	572

## RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	48024	33469
Carico verticale medio agente sui pali	3001	2092

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B**  
**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

**MENSOLA ANTERIORE**

Modello di calcolo:

**Tirante - puntone**

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.50
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	3.50
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	
copriferro	c	m	0.164
larghezza puntone	b	m	2.80
larghezza collaborante	bt	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione caratteristica cls	fck	Mpa	32
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	2.34
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	3.97
fattore lambda ( $l1 / 0.9d$ ) = arctan $\psi$	$\lambda_1$		1.89
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	0.47
fattore lambda ( $l2 / 0.9d$ ) = arctan $\psi$	$\lambda_2$		0.22
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/passi	mm	m	mmq
primo strato dal basso	15	18	26	0.079	9557
secondo strato dal basso	15	18	26	0.145	9557
terzo strato dal basso	15	18	26	0.211	9557
quarto strato dal basso	30	9	26	0.277	4778
Armatura effettivamente disposta			26	0.164	33449

**VERIFICA SLU**

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	3367.4	0.0	806.6	6525.1	16675	7384.8
SLU-SIS	2866.7	0.0	964.5	5832.7	14906	6601.2
				<b>6525.1</b>	<b>16675</b>	<b>7384.8</b>

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	33449	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	13088.6	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		50%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	22217.6	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		33%	OK!

**VERIFICA SLE-CARATTERISTICA**

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	$\sigma$
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-CARATTERISTICA	2488.9	0.0	594.2	4820.8	144

## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		40%	OK!

#### VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma_s$ Mpa
SLE-FREQUENTE	2383.9	0.0	571.6	4620.0	138

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{lim}$	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		71%	OK!

#### VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma_s$ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2229.1	0.0	514.1	4299.5	129

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{lim}$	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		83%	OK!

### MENSOLA POSTERIORE

Modello di calcolo:

#### Trave a mensola

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.50
distanza tra palo 1° fila posteriore e sezione di incastro	a1	m	4.10
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	0.50
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	
distanza tra palo 4° fila posteriore e sezione di incastro	a4	m	
larghezza sezione di calcolo	b	m	3.60
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passio	$\phi$ mm	c m	As mmq
primo strato dall'alto	15	6	26	0.079	3186
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.145	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.211	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.079	3186

## LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Armatura inferiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passi	$\phi$ mm	c m	As mmq
primo strato dal basso	15	6	26	0.079	3186
secondo strato dal basso	0	0	26	0.145	0
terzo strato dal basso	0	0	26	0.211	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.079	3186

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	303.8	1549	3950.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	925.2	4719	12032.8
sommano			6267.9	15983.1

sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	225.0	1148	2926.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	685.4	3495	8913.2
sommano			4642.9	11839.3

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-2676.2	-2573.3	0.0	0.0	-5249	-12258.9
SLU-STR (MAX)	-3367.4	-3257.6	0.0	0.0	-6625	-15435.0
SLU-SIS (MIN)	-1125.4	-1441.6	0.0	0.0	-2567	-5334.9
SLU-SIS (MAX)	-2866.7	-2565.3	0.0	0.0	-5432	-13036.1

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	1018	3724
SLU-STR (MAX)	-357	548
SLU-SIS (MIN)	2076	6504
SLU-SIS (MAX)	-789	-1197

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	283	1035
SLU-STR (MAX)	99	152
SLU-SIS (MIN)	577	1807
SLU-SIS (MAX)	219	-332

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	2119	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	3186	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	2716	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		67%	OK!

Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	390	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	3186	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-2716	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		12%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA	fac	p	V	M
-----------------------------	-----	---	---	---

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

		kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	225.0	1148	2926.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	685.4	3495	8913.2
sommano			<b>4642.9</b>	<b>11839.3</b>

sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	R3	R4	V	M
	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-2002.3	-1914.7	0.0	0.0	-3917	-9166.8
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-2488.9	-2408.0	0.0	0.0	-4897	-11408.3

sollecitazioni risultanti	V	M
	kN	kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	<b>726</b>	<b>2673</b>
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	<b>-254</b>	<b>431</b>

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V	M
	kN/m	kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	<b>202</b>	<b>742</b>
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	<b>71</b>	<b>120</b>

Tasso di lavoro armature superiori	$\sigma_{sup}$	Mpa	<b>107</b>	
Tasso di lavoro armature inferiori	$\sigma_{inf}$	Mpa	<b>0</b>	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		<b>30%</b>	<b>OK!</b>
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		<b>0%</b>	<b>OK!</b>

VERIFICA SLE-FREQUENTE	fac	p	V	M
		kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	225.0	1148	2926.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	685.4	3495	8913.2
sommano			<b>4642.9</b>	<b>11839.3</b>

sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	R3	R4	V	M
	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-2101.1	-1911.9	0.0	0.0	-4013	-9570.6
SLE-FREQUENTE (MAX)	-2383.9	-2289.8	0.0	0.0	-4674	-10919.0

sollecitazioni risultanti	V	M
	kN	kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	<b>630</b>	<b>2269</b>
SLE-FREQUENTE (MAX)	<b>-31</b>	<b>920</b>

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V	M
	kN/m	kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)	<b>175</b>	<b>630</b>
SLE-FREQUENTE (MAX)	<b>9</b>	<b>256</b>

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Tasso di lavoro armature superiori		$\sigma_{sup}$	Mpa	<b>91</b>	
Tasso di lavoro armature inferiori		$\sigma_{inf}$	Mpa	<b>0</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>194.3</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		<b>47%</b>	<b>OK!</b>
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>194.3</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		<b>0%</b>	<b>OK!</b>
<b>VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE</b>		<b>fac</b>	<b>p</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
			<b>kN/ml</b>	<b>kN</b>	<b>kNm</b>
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera		<b>1.0</b>	225.0	1148	2926.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro		<b>1.0</b>	685.4	3495	8913.2
sommano				<b>4642.9</b>	<b>11839.3</b>
sollecitazioni dovute ai pali	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>V</b>
	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kNm</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-2123.0	-1913.8	0.0	0.0	-4037
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-2229.1	-2082.8	0.0	0.0	-4312
<b>sollecitazioni risultanti</b>				<b>V</b>	<b>M</b>
				<b>kN</b>	<b>kNm</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)				<b>606</b>	<b>2178</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)				<b>331</b>	<b>1659</b>
<b>sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria</b>				<b>V</b>	<b>M</b>
				<b>kN/m</b>	<b>kNm/m</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)				<b>168</b>	<b>605</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)				<b>92</b>	<b>461</b>
Tasso di lavoro armature superiori		sfsup	Mpa	<b>87</b>	
Tasso di lavoro armature inferiori		sfinf	Mpa	<b>0</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>155.6</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		<b>56%</b>	<b>OK!</b>
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>155.6</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		<b>0%</b>	<b>OK!</b>



**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	3.20
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE**

<b>Peso proprio spalla</b>			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	564
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-77
<b>Spinta statica del terreno</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	407
Momento longitudinale	Myg3	kNm	1358
<b>Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	85
Momento longitudinale	Myg3	kNm	428
<b>Azioni sismiche</b>			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		D
Fattore Ss			1.80
Fattore St			1.00
Fattore S	S		1.80
Valore di ag/g	ag/g		0.061
fattore bm	βm		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.110
Coefficiente sismico verticale	kv		0.055

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip_spost	2
---	-----------	---

**K0 Statica e K0 + Wood Sismica - OK**

**Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)**

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ψ	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	10.02
peso specifico del terreno			
	γ*	kN/mc	19.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.104
angolo teta a	θa	deg	5.942
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.330
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.116
angolo teta b	θb	deg	6.627
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-b		0.338

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	332.3
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	304.6
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	<b>332.3</b>
altezza di applicazione	H	m	5.0
Momento longitudinale	MyDP	kNm	<b>1664.9</b>

Spinta massima in caso sismico

**Spinte del terreno in caso sismico Wood) - ipotesi struttura che non ammette spostamenti (q6.1)**

Incremento di spinta del terreno	DP	kN	209
altezza di applicazione	H	m	5.0
Momento longitudinale	MyDP	kNm	<b>1049</b>

**Spinte compressive del terreno in caso sismico di calcolo**

Condizioni di spinta adottate: <b>Struttura che non ammette spostamenti (Wood)</b>			
Spinta del terreno	Es	kN	<b>616</b>
Momento longitudinale	MyEs	kNm	<b>2408</b>

**Forze inerziali (q6.2)**

<b>Sisma longitudinale</b>			
Forza orizzontale longitudinale	Fxq6.2x	kN	62
Momento longitudinale	Myq6.2x	kNm	228
<b>Sisma verticale</b>			
Forza verticale	Fzq6.2z	kN	-31
Momento longitudinale	Myq6.2z	kNm	4

**AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)**

Altezza appoggi + muro frontale	6.90
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.40

	Fx [kN]	Fz [kN]
g1a	0	218
g2a	0	91
e4	0	0
e2	-14	0
q1a	0	220
q1b	0	174
q1c	0	220
q1d	0	174
q3	7	0
q7a	45	0
q7b	-28	0
q9	0	0
Ex	25	0
Ez	0	6

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE**

		<b>Fx</b>	<b>Fz</b>	<b>My</b>
		<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kNm]</b>
g1a	Peso proprio impalcato	0	218	-87
g1-sp	Peso proprio spalla	0	564	77
g2a	Perm. portati - impalcato	0	91	-36
g3-sp	g3-sp	407	0	-1358
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	-14	0	98
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	220	-88
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	174	-70
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	220	-88
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	174	-70
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	85	0	-428
q3	Frenatura	7	0	-51
q7a	Var. termica positiva	45	0	-312
q7b	Var. termica negativa	-28	0	191
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	25	0	-172
Ez	Sisma verticale	0	6	-2
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	616	0	-2408
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	62	0	-228
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-31	-4

**COMBINAZIONI DI CARICO**

**MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI**

	<b>S.L.U.</b>															
	<b>q1</b>								<b>q3</b>							
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
q7a	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00
q7b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q1a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q1e-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

	<b>S.L.U.</b>				<b>S.L.V.</b>			
	<b>e3</b>				<b>Ex</b>		<b>Ez</b>	
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
q7a	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00
q7b	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50
q1a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00
q1e-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

	<b>S.L.E.car</b>															
	<b>q1</b>								<b>q3</b>							
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q1a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B  
Calcolo e Verifica muro frontale

S.L.E.car								
e3								
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
q7b	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	S.L.freq				S.L.U.				S.L.qp			
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00	0.00
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

## SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.								S.L.V.							
	q1				q3				E.x				E.z			
Fx	688	623	688	623	688	623	688	623	669	604	669	604	669	604	669	604
Fz	1477	1477	1415	1415	1477	1477	1415	1415	1402	1402	1356	1356	1402	1402	1356	1356
My	-2757	-2305	-2732	-2280	-2757	-2305	-2732	-2280	-2652	-2200	-2634	-2182	-2652	-2200	-2634	-2182

	S.L.U.				S.L.V.							
	q7				E.x							
Fx	686	577	686	577	686	577	686	577	689	689	197	197
Fz	1402	1402	1356	1356	1402	1402	1356	1356	866	881	848	899
My	-2770	-2016	-2752	-1998	-2770	-2016	-2752	-1998	-2760	-2756	-798	-785

	S.L.E.car								S.L.V.							
	q1				q3				E.x				E.z			
Fx	505	461	505	461	505	461	505	461	491	448	491	448	491	448	491	448
Fz	1094	1094	1048	1048	1094	1094	1048	1048	1039	1039	1004	1004	1039	1039	1004	1004
My	-2011	-1709	-1992	-1691	-2011	-1709	-1992	-1691	-1933	-1632	-1919	-1618	-1933	-1632	-1919	-1618

	S.L.E.car							
	q7							
Fx	502	429	502	429	502	429	502	429
Fz	1039	1039	1004	1004	1039	1039	1004	1004
My	-2006	-1504	-1993	-1490	-2006	-1504	-1993	-1490

	S.L.E.freq				S.L.E.qp					
Fx	484	440	484	440	484	440	484	440	415	379
Fz	1039	1039	1004	1004	1039	1039	1004	1004	874	874
My	-1882	-1580	-1868	-1566	-1882	-1580	-1868	-1566	-1464	-1212

Armatura zona tesa muro frontale	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/passc	mm	m	mmq
primo strato	15	6	24	0.080	2714
secondo strato	30	3	24	0.134	1357
Armatura effettivamente disposta			24	0.098	4072

VERIFICHE AGLI SLU	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	2770
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	2760
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	2536
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	4072
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	4448
Coefficiente di utilizzo	c.u.		62%
Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	688
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	689

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

---

**VERIFICHE AGLI SLE-CAR**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	<b>177</b>	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		49%	OK!

**VERIFICHE AGLI SLE-FR**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	<b>166</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>204</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		81%	OK!

**VERIFICHE AGLI SLE-QP**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	<b>129</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>164</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		78%	OK!

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B**  
**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.89
spessore paraghiaia	spar	m	0.65
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**Effetti dovuti al sovraccarico accidentale**

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	7.69
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	4.65
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	7.2
pressione orizzontale dovuta al carico qik distribuito	shd	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	Vmax	kNm	405.6
Momento alla base complessivo	Mmax	kNm	853.8

**Effetti dovuti al carico Qik sul paraghiaia**

larghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	b1	m	2.6
larghezza dell'impronta di carico alla base	b2	m	10.38
Carico verticale in testa al paraghiaia	Qik	kN	300
Azione orizzontale in testa al paraghiaia	H	kN	180

**Sollecitazioni alla base del paraghiaia**

Condizione	N kN	V kN	M kNm
Peso proprio	63.2	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	61.3	79.5
Spinta dovuta al carico Qik	0.0	52.7	111.0
Carico Qik sul paraghiaia	28.9	17.3	69.2
Sisma - forze inerziali	0.0	6.9	13.5
Spinta sismica del terreno	0.0	92.9	140.9

**Armatura zona tesa paraghiaia**

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	15	6	20	0.076	1885
secondo strato	30	3	20	0.126	942
Armatura effettivamente disposta			20	0.093	2827

**VERIFICHE SLU**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Peso proprio	1.00	1.00
Spinta statica del terreno	1.35	0.00
Spinta dovuta al carico Qik	1.35	0.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Spinta sismica del terreno	0.00	1.00

**Combinazioni SLU-STR**

Combinazione	N kN	V kN	M kNm
SLU-STR	102.2	177.3	350.6
SLU-SIS	63.2	99.8	154.4

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	1786	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	2827	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	555	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		63%	OK!

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B**  
**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

**VERIFICHE SLE-RARA**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-RARA		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	1.00		
Carico Qik sul paraghiaia	1.00		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

**Combinazioni SLE-RARA**

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-RARA	92.1	131.4	259.7

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **183**

Tensione massima ammissibile  $\sigma_{s,max}$  MPa 360  
 coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni c.u. **51%**

**OK!**

**VERIFICHE SLE-FREQUENTE**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-FRE		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.75		
Carico Qik sul paraghiaia	0.75		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

**Combinazioni SLE-FREQUENTE**

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-FRE	84.9	113.9	214.6

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **151**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile  $w_{lim}$  mm 0.30 w2  
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0  $\sigma_{slim}$  MPa **222**  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **68%**

**OK!**

**VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-QP		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.00		
Carico Qik sul paraghiaia	0.00		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

**Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE**

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-QP	63.2	61.3	79.5

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **56**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile  $w_{lim}$  mm 0.20 w1  
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0  $\sigma_{slim}$  MPa **182**  
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **31%**

**OK!**

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B**  
**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	10.19
larghezza muro di risvolto	a	m	5.10
spessore muro di risvolto	s	m	0.80
coefficiente gamma	$\gamma$		0.50
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Muro con bandiera	band		no
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Momento massimo orizzontale:  $M_x = fac_x \cdot q \cdot a^2$

Momento massimo verticale:  $M_y = fac_y \cdot q \cdot h^2$

N.B. i coefficienti  $fac_x$  e  $fac_y$  sono ricavati da: "Calcolo di lastre e piastre" - Richard Bares - Ed. CittàStudi

**Effetti dovuti alla spinta delle terre**

pressione orizzontale alla base	q	kN/mq	82.6
direzione orizzontale	$\gamma$	0.500	0.750
coefficiente $fac_x$	facMx	0.134	0.082
coefficiente $fac_vx$	facVx	0.462	0.318

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	286.7
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	194.5
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente $fac_y$	facMy	0.055	0.090
coefficiente $fac_vy$	facVy	0.483	0.551

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	468.7
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	406.2

**Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali**

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	2.40
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	3.10
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	8.28
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	8.98
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	3.4

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	18.9
direzione orizzontale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente $fac_x$	facMx	0.360	0.234
coefficiente $fac_vx$	facVx	1.114	1.043

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	176.8
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	107.4
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente $fac_y$	facMy	0.105	0.208
coefficiente $fac_vy$	facVy	0.874	1.129

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	206.8
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	168.5

**Effetti dovuti al sisma**

forza inerziale	q1	kN/mq	2.20
incremento di spinta delle terre	q2	kN/mq	21.3
pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	23.5
direzione orizzontale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente $fac_x$	facMx	0.360	0.234
coefficiente $fac_vx$	facVx	1.114	1.043

**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B**  
**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	<b>219.2</b>
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	<b>0.0</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	<b>133.2</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	<b>0.0</b>

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75	0.50
coefficiente facx	facMy	0.105	0.208	<b>0.105</b>
coefficiente facVy	facVy	0.874	1.129	<b>0.874</b>

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	<b>256.5</b>
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	<b>209.0</b>

**Riepilogo sollecitazioni sul muro**  
**Condizione**

	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Vx</b>	<b>Vy</b>
	<b>kNm</b>	<b>kNm</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>
Spinta del terreno	286.7	468.7	194.5	406.2
Spinta sovraccarichi accidentali	176.8	206.8	107.4	168.5
Spinta dovuta al sisma	219.2	256.5	133.2	209.0

**Armatura zona tesa - dir. Orizzontale**

	<b>passo</b>	<b>n.barre</b>	$\phi$	<b>c</b>	<b>As</b>
	<b>cm</b>	<b>1.0/pass</b>	<b>mm</b>	<b>m</b>	<b>mmq</b>
<b>sezione di larghezza unitaria</b>					
primo strato	15	6	20	0.062	1885
secondo strato	15	6	20	0.112	1885
Armatura effettivamente disposta			20	0.087	<b>3770</b>

**Armatura zona tesa - dir. Verticale**

	<b>passo</b>	<b>n.barre</b>	$\phi$	<b>c</b>	<b>As</b>
	<b>cm</b>	<b>1.0/pass</b>	<b>mm</b>	<b>m</b>	<b>mmq</b>
<b>sezione di larghezza unitaria</b>					
primo strato	15	6	24	0.084	2714
secondo strato	15	6	24	0.138	2714
Armatura effettivamente disposta			24	0.111	<b>5429</b>

**VERIFICHE SLU**

<b>Condizione di carico</b>	<b>fattori parziali per azioni</b>	
	<b>SLU-STR</b>	<b>SLU-SIS</b>
Spinta del terreno	1.35	1.00
Spinta sovraccarichi accidentali	1.35	0.00
Spinta dovuta al sisma	0.00	1.00

**Combinazioni SLU-STR**

<b>Combinazione</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Vx</b>	<b>Vy</b>
	<b>kNm</b>	<b>kNm</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>
SLU-STR	625.7	911.9	407.6	775.9
SLU-SIS	505.9	725.1	327.7	615.2

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale	Afh_min	mmq/ml	2492	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3770	OK!
Momento Resistente dir. Orizzontale	MR_h	kNm/ml	947	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		66%	OK!
Armatura minima richiesta in dir. Verticale	Afh_min	mmq/ml	3758	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	5429	OK!
Momento Resistente dir. Verticale	MR_v	kNm/ml	1317	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		69%	OK!

**VERIFICHE SLE-RARA**

<b>Condizione di carico</b>	<b>fattori parziali per azioni</b>	
	<b>SLE-RARA</b>	
Spinta del terreno		1.00
Spinta sovraccarichi accidentali		1.00
Spinta dovuta al sisma		0.00

**Combinazioni SLE-RARA**

<b>Combinazione</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>
	<b>kNm</b>	<b>kNm</b>
SLE-RARA	463.5	675.5

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	192	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	201	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature orizzontali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		53%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		56%	OK!



**LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B**  
**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

**VERIFICHE SLE-FREQUENTE**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-FRE	
Spinta del terreno	1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali	0.75	
Spinta dovuta al sisma	0.00	

**Combinazioni SLE-FREQUENTE**

Combinazione	Mx	My
	kNm	kNm
SLE-FRE	419.3	623.8

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	173	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	185	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	$\sigma_{slim}$	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		78%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{slim}$	MPa	204	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		91%	OK!

**VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-QP	
Spinta del terreno	1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali	0.00	
Spinta dovuta al sisma	0.00	


**Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE**

Combinazione	Mx	My
	kNm	kNm
SLE-QP	286.7	468.7

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	119	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	139	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	$\sigma_{slim}$	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		65%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{slim}$	MPa	164	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		85%	OK!

LAVORO: SS291 - SPALLA ISOLATA SU PALI - T02 VI01 VIADOTTO FERROVIA SPALLA B  
 Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	Zattera - Mensola posteriore	Mfron	Paraghiaia	Mrisv_h	Mrisv_v
<b>Taglio di calcolo</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>576.6</b>	<b>689.0</b>	<b>177.3</b>	<b>407.6</b>	<b>775.9</b>
<b>Dati</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>					
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	40	40	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	32	32	32	32	32
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>							
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	2.50	3.20	0.65	0.50	0.80
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	2.50	3.20	0.65	0.50	0.80
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.079	0.098	0.093	0.087	0.111
altezza utile della sezione	d	m	2.42	3.10	0.56	0.41	0.69
<b>Compressione agente nella sezione</b>							
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>							
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata	Asl	mmq	3186	4072	2827	3770	5429
Coefficiente k	k	m	1.29	1.25	1.60	1.70	1.54
vmin	vmin		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00132	0.00131	0.00507	0.00913	0.00788
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>604.0</b>	<b>753.1</b>	<b>270.8</b>	<b>258.8</b>	<b>373.1</b>
			<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>N.V.</b>	<b>N.V.</b>
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>							
<i>Verifica del conglomerato</i>							
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rod</sub>	kN	13170.2	16874.9	3031.9	2246.7	3748.2
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>							
diametro staffe	fsw	mm	24	12	10	12	12
passo staffe	scp	m	1.20	0.60	0.30	0.15	0.15
numero di bracci	nb		1.67	1.67	1.67	3.33	3.33
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	754	188	131	377	377
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0	0	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	1339.4	858.1	214.1	913.9	1524.7
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	6811.8	8727.9	1568.1	1162.0	1938.6
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1339.4</b>	<b>858.1</b>	<b>214.1</b>	<b>913.9</b>	<b>1524.7</b>
			<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

**19 ALLEGATO 6 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO PER CARICHI ASSIALI E DELLA PALIFICATA**

**LAVORO: SS291**      **OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA**      **ALLINEAMENTI: SPA**  
**RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE**      **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:  
**Rcd = Rbd + Rsd - Wp**  
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:  
**Rtd = 0.7 Rsd + Wp**  
 in cui:  
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto  
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto  
 Rbk = Min [(Rbc,cal)<sub>media</sub> / ξ<sub>3</sub>; (Rbc,cal)<sub>min</sub> / ξ<sub>4</sub>] Resistenza alla punta caratteristica  
 Rsk = Min [(Rsc,cal)<sub>media</sub> / ξ<sub>3</sub>; (Rsc,cal)<sub>min</sub> / ξ<sub>4</sub>] Resistenza laterale caratteristica  
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo  
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo  
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali γR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
		(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ <sub>b</sub>	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γ <sub>s</sub>	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ <sub>st</sub>	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Peso del palo**  
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:  
 Wp(z) = (γ<sub>cls</sub> - γ<sub>nat</sub>) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:  
 Qb = qb x Ab  
 dove:  
 Ab: Area della superficie di base del palo  
 qb: resistenza unitaria alla base appresso specificata per terreni coesivi e granulari  
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:  
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)  
 dove:  
 As: Area della superficie laterale del palo  
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato  
 dzi: altezza dell'iesimo strato

**Terreni coesivi (c<>0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali  
**Resistenza unitaria alla base**  
 La resistenza alla base viene espressa come:  
 qb = σv + 9 cu  
**Resistenza laterale unitaria**  
 qs = α cu      con:  
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:  
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

**Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci  
**Resistenza unitaria alla base**  
 In accordo alla teoria di Berenzantsev<sup>(1)</sup>:  
 qb = Nq\* x σ'v      con:  
 Nq\*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)  
 In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:  
 qbmax1 = Nspt x α<sub>N</sub>      con:  
 α<sub>N</sub> = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella  
 Ghiaie: qb,max = 7500 kPa  
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa  
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa  
**Resistenza laterale unitaria**  
 ql = β σ'v      con:  
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z<sup>0.34</sup> >= 0.25 per i depositi sabbiosi  
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z<sup>0.75</sup> >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi  
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):  
 qsmax = 3 x Nspt      per Nspt <= 53  
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt      per Nspt > 53

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO**

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m <sup>2</sup>	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m <sup>2</sup>	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m <sup>3</sup>	γp	25.00

**SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO**

	kPa	σvi	
Tensione totale in testa palo			54.0
Tensione efficace in testa palo			49.1

**COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE**

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

**LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)**

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	2.50
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	3.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

**FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA**

	MEDI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	4
coefficiente ξ	1.55

**STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)**      **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	Nspt side	ql,max kPa	α <sub>N</sub>	Nspt*α <sub>N</sub>	qp,max kPa	Nspt base
1	UG1	0.0	7.5	S		32.0	1.00	1.00	0.0	32.0	18.0	37	111	120	4440	4440	37
2	UG6	7.5	60.0	C	100		1.00	1.00	100.0	0.0	17.0		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS291

OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA

ALLINEAMENTI:

SPA

RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

MEDI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud - qud kPa	φ'd deg	γ KN/m <sup>3</sup>	γ' KN/m <sup>3</sup>	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	S	3.0	0.0			18.0	8.2		54.0	49.1												0		
1	S	4.0	1.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	72.0	57.3	0.827	111	44.0	166	13.1		4440	750.5	849	93	406	8	491	73
1	S	5.0	2.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	90.0	65.5	0.774	111	47.5	345	13.0		4440	853.6	965	194	461	16	639	151
1	S	6.0	3.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	108.0	73.7	0.728	111	50.6	536	13.0		4440	955.6	1081	301	517	24	793	234
1	S	7.0	4.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	126.0	81.9	0.686	111	53.3	737	12.9		4440	1056.6	1195	413	571	32	953	321
2	C	8.0	5.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	143.0	89.0		100	40.0	888		900.0	4000	1043.0	1180	498	564	41	1021	389
2	C	9.0	6.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	160.0	96.2		100	40.0	1039		900.0	4000	1060.0	1199	583	573	50	1106	458
2	C	10.0	7.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	177.0	103.4		100	40.0	1189		900.0	4000	1077.0	1218	667	582	59	1191	526
2	C	11.0	8.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	194.0	110.6		100	40.0	1340		900.0	4000	1094.0	1237	752	591	68	1275	594
2	C	12.0	9.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	211.0	117.8		100	40.0	1491		900.0	4000	1111.0	1257	836	600	77	1360	662
2	C	13.0	10.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	228.0	125.0		100	40.0	1642		900.0	4000	1128.0	1276	921	610	86	1445	731
2	C	14.0	11.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	245.0	132.2		100	40.0	1793		900.0	4000	1145.0	1295	1006	619	95	1529	799
2	C	15.0	12.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	262.0	139.4		100	40.0	1943		900.0	4000	1162.0	1314	1090	628	104	1614	867
2	C	16.0	13.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	279.0	146.6		100	40.0	2094		900.0	4000	1179.0	1333	1175	637	113	1699	935
2	C	17.0	14.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	296.0	153.8		100	40.0	2245		900.0	4000	1196.0	1353	1259	646	122	1784	1004
2	C	18.0	15.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	313.0	160.9		100	40.0	2396		900.0	4000	1213.0	1372	1344	656	131	1868	1072
2	C	19.0	16.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	330.0	168.1		100	40.0	2546		900.0	4000	1230.0	1391	1429	665	140	1953	1140
2	C	20.0	17.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.3	347.0	175.3		100	40.3	2699		900.0	4000	1247.0	1410	1514	674	149	2039	1209
2	C	21.0	18.0	100.0	0.0	17.0	7.2	42.0	364.0	182.5		100	42.0	2857		900.0	4000	1264.0	1430	1603	683	158	2128	1280
2	C	22.0	19.0	100.0	0.0	17.0	7.2	43.6	381.0	189.7		100	43.6	3021		900.0	4000	1281.0	1449	1695	692	167	2220	1354
2	C	23.0	20.0	100.0	0.0	17.0	7.2	45.3	398.0	196.9		100	45.3	3192		900.0	4000	1298.0	1468	1791	702	176	2316	1430
2	C	24.0	21.0	100.0	0.0	17.0	7.2	46.9	415.0	204.1		100	46.9	3369		900.0	4000	1315.0	1487	1890	711	185	2415	1508
2	C	25.0	22.0	100.0	0.0	17.0	7.2	48.6	432.0	211.3		100	48.6	3552		900.0	4000	1332.0	1506	1993	720	195	2518	1589
2	C	26.0	23.0	100.0	0.0	17.0	7.2	50.2	449.0	218.5		100	50.2	3742		900.0	4000	1349.0	1526	2099	729	204	2625	1673
2	C	27.0	24.0	100.0	0.0	17.0	7.2	51.9	466.0	225.7		100	51.9	3937		900.0	4000	1366.0	1545	2209	738	213	2735	1759
2	C	28.0	25.0	100.0	0.0	17.0	7.2	53.6	483.0	232.8		100	53.6	4139		900.0	4000	1383.0	1564	2322	747	222	2848	1847
2	C	29.0	26.0	100.0	0.0	17.0	7.2	55.2	500.0	240.0		100	55.2	4347		900.0	4000	1400.0	1583	2439	757	231	2965	1938
2	C	30.0	27.0	100.0	0.0	17.0	7.2	56.9	517.0	247.2		100	56.9	4562		900.0	4000	1417.0	1603	2559	766	240	3085	2031
2	C	31.0	28.0	100.0	0.0	17.0	7.2	58.5	534.0	254.4		100	58.5	4782		900.0	4000	1434.0	1622	2683	775	249	3209	2127
2	C	32.0	29.0	100.0	0.0	17.0	7.2	60.2	551.0	261.6		100	60.2	5009		900.0	4000	1451.0	1641	2810	784	258	3337	2225
2	C	33.0	30.0	100.0	0.0	17.0	7.2	61.8	568.0	268.8		100	61.8	5242		900.0	4000	1468.0	1660	2941	793	267	3467	2326
2	C	34.0	31.0	100.0	0.0	17.0	7.2	63.5	585.0	276.0		100	63.5	5481		900.0	4000	1485.0	1679	3075	803	276	3602	2429
2	C	35.0	32.0	100.0	0.0	17.0	7.2	65.1	602.0	283.2		100	65.1	5727		900.0	4000	1502.0	1699	3213	812	285	3740	2534
2	C	36.0	33.0	100.0	0.0	17.0	7.2	66.8	619.0	290.4		100	66.8	5979		900.0	4000	1519.0	1718	3354	821	294	3881	2642
2	C	37.0	34.0	100.0	0.0	17.0	7.2	68.4	636.0	297.6		100	68.4	6237		900.0	4000	1536.0	1737	3499	830	303	4026	2752
2	C	38.0	35.0	100.0	0.0	17.0	7.2	70.1	653.0	304.7		100	70.1	6501		900.0	4000	1553.0	1756	3647	839	312	4174	2865
2	C	39.0	36.0	100.0	0.0	17.0	7.2	71.7	670.0	311.9		100	71.7	6771		900.0	4000	1570.0	1776	3799	849	321	4326	2980
2	C	40.0	37.0	100.0	0.0	17.0	7.2	73.4	687.0	319.1		100	73.4	7048		900.0	4000	1587.0	1795	3954	858	330	4482	3098
2	C	41.0	38.0	100.0	0.0	17.0	7.2	75.1	704.0	326.3		100	75.1	7331		900.0	4000	1604.0	1814	4113	867	339	4640	3218
2	C	42.0	39.0	100.0	0.0	17.0	7.2	76.7	721.0	333.5		100	76.7	7620		900.0	4000	1621.0	1833	4275	876	348	4803	3341
2	C	43.0	40.0	100.0	0.0	17.0	7.2	78.4	738.0	340.7		100	78.4	7916		900.0	4000	1638.0	1853	4441	885	357	4969	3466
2	C	44.0	41.0	100.0	0.0	17.0	7.2	80.0	755.0	347.9		100	80.0	8217		900.0	4000	1655.0	1872	4610	895	366	5138	3593
2	C	45.0	42.0	100.0	0.0	17.0	7.2	81.7	772.0	355.1		100	81.7	8525		900.0	4000	1672.0	1891	4783	904	375	5311	3723
2	C	46.0	43.0	100.0	0.0	17.0	7.2	83.3	789.0	362.3		100	83.3	8839		900.0	4000	1689.0	1910	4959	913	385	5487	3856
2	C	47.0	44.0	100.0	0.0	17.0	7.2	85.0	806.0	369.5		100	85.0	9160		900.0	4000	1706.0	1929	5139	922	394	5667	3991
2	C	48.0	45.0	100.0	0.0	17.0	7.2	86.6	823.0	376.6		100	86.6	9486		900.0	4000	1723.0	1949	5322	931	403	5850	4128

LAVORO: SS291

OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA

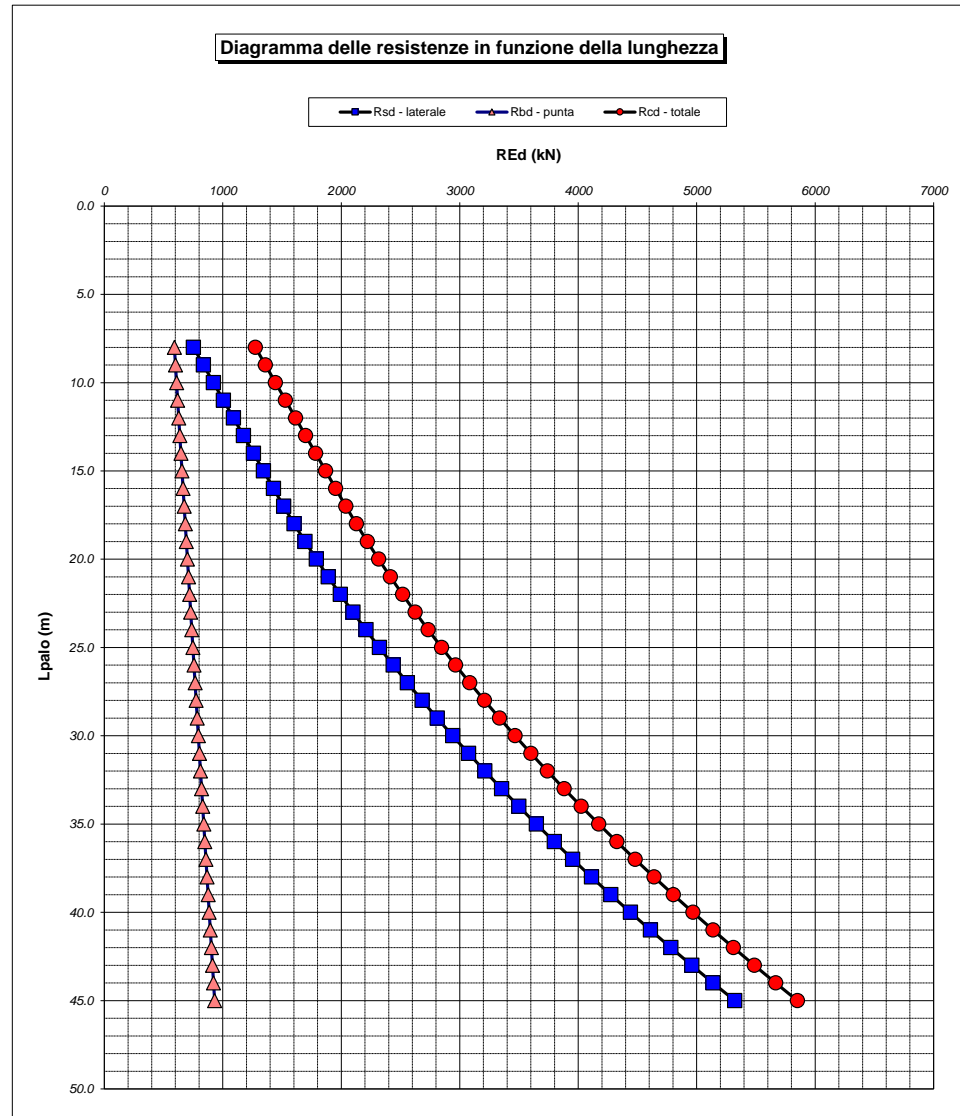
ALLINEAMENTI:

SPA

RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

MEDI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ecd (kN)	c.u.c	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
SPA	40.0	4441	885	4969	3173	64%	3466	0	0%

**RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA**

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo **Rcd,gr** viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$$

in cui:

$n_{pali}$ :

$\eta$

$R_{cd}$

è il numero complessivo di pali presenti nella palificata  
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata  $\eta$  è la resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) \cdot (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

nella quale:

$i$

$d$

$m$

$n$

interasse tra i pali

diametro dei pali

numero di file

numero massimo di pali in ciascuna fila

**RESISTENZA DELLA PALIFICATA**

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	$\eta$	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPA	1.20	3.80	16	4	4	0.71	56278	48608	86%

**LAVORO: SS291**      **OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA**      **ALLINEAMENTI: SPA**  
**RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE**      **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:  
**Rcd = Rbd + Rsd - Wp**  
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:  
**Rtd = 0.7 Rsd + Wp**  
 in cui:  
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto  
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto  
 Rbk = Min [(Rbc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rbc,cal)<sub>min</sub> / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica  
 Rsk = Min [(Rsc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rsc,cal)<sub>min</sub> / ξ4] Resistenza laterale caratteristica  
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo  
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo  
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali γR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γb	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γs	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γst	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Peso del palo**  
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:  
 Wp(z) = (γcls - γnat) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:  
 Qb = qb x Ab  
 dove:  
 Ab: Area della superficie di base del palo  
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari  
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:  
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)  
 dove:  
 As: Area della superficie laterale del palo  
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato  
 dzi: altezza dell'iesimo strato

**Terreni coesivi (c<>0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

**Resistenza unitaria alla base**  
 La resistenza alla base viene espressa come:  
 qb = σv + 9 cu

**Resistenza laterale unitaria**  
 qs = α cu con:  
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:  
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

**Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci

**Resistenza unitaria alla base**  
 In accordo alla teoria di Berenzantsev<sup>(7)</sup>:  
 qb = Nq\* x σ'v con:

Nq\*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)

In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:  
 qbmax1 = Nspt x αN con:

αN = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella

Ghiaie:	qb,max = 7500 kPa
Sabbie:	qb,max = 5800 kPa
Sabbie limose:	qb,max = 4300 kPa

**Resistenza laterale unitaria**  
 ql = β σ'v con:  
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z<sup>0.34</sup> >= 0.25 per i depositi sabbiosi  
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z<sup>0.75</sup> >= 0.25 per i depositi sabbioso-gliaiosi e ghiaiosi

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):

qsmax = 3 x Nspt	per Nspt <= 53
qsmax = 142 + 0.32 x Nspt	per Nspt > 53

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m <sup>2</sup>	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m <sup>2</sup>	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m <sup>3</sup>	γp	25.00

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	2.50
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	3.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO	kPa	σvi	
Tensione totale in testa palo			51.0
Tensione efficace in testa palo		σ'v	46.1

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA	
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	MINIMI
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	4
coefficiente ξ	1.42

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)		COMBINAZIONE M1															
Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	UG1	0.0	7.5	S		30.0	1.00	1.00	0.0	30.0	17.0	37	111	120	3840	3840	32
2	UG6	7.5	42	C	100		1.00	1.00	100.0	0.0	16.0		100			4000	
3	UG6	42.0	60	C	40		1.00	1.00	40.0	0.0	16.0		100			4000	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS291

OPERA: T02-VI01 VIADOTTO FERROVIA

ALLINEAMENTI:

SPA

RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

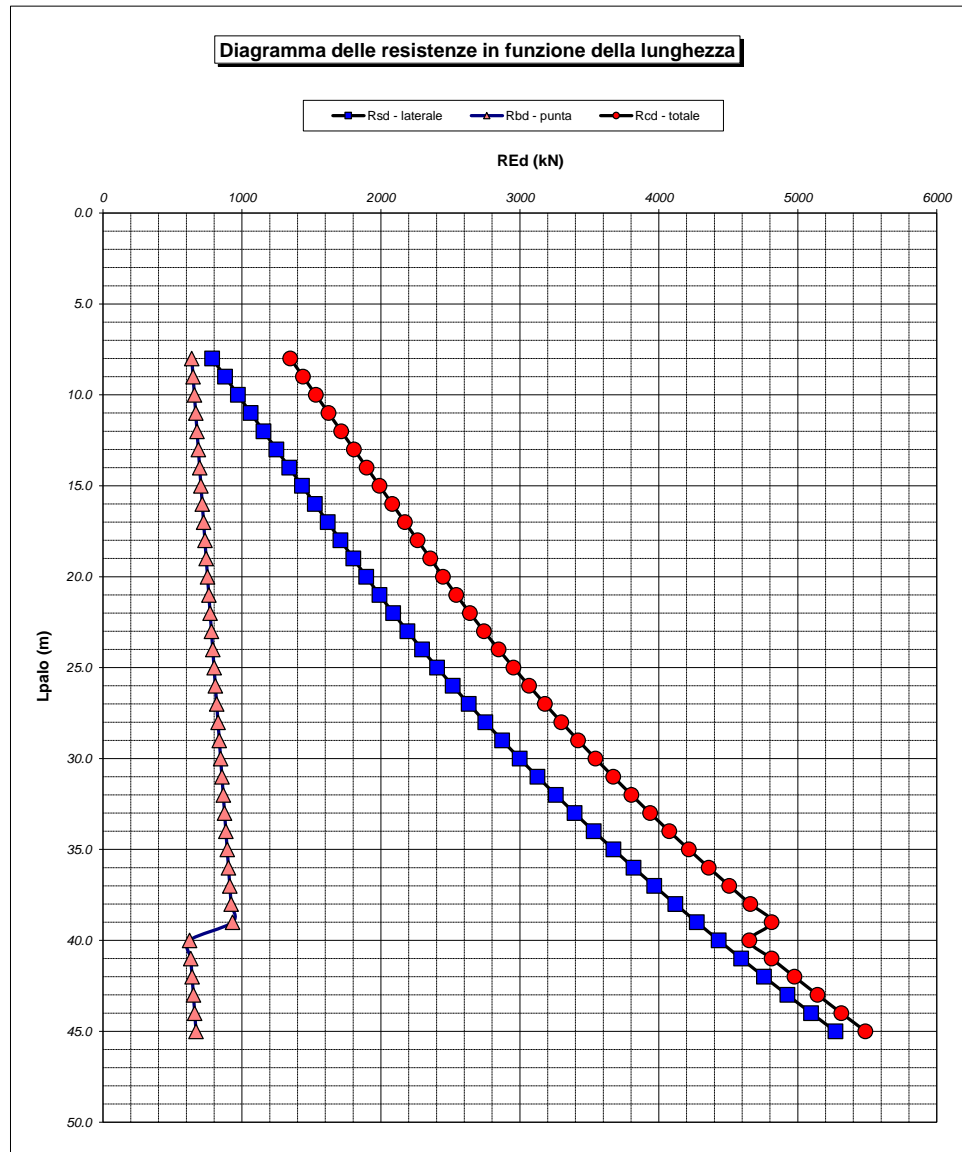
VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

MINIMI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	γ' kN/m <sup>3</sup>	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	S	3.0	0.0			17.0	7.2		51.0	46.1												0		
1	S	4.0	1.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	68.0	53.3	0.827	111	41.1	155	10.0		3840	534.6	605	95	315	9	401	75
1	S	5.0	2.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	85.0	60.5	0.774	111	44.0	321	10.0		3840	604.3	683	197	356	18	535	156
1	S	6.0	3.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	102.0	67.7	0.728	111	46.6	497	10.0		3840	673.4	762	304	397	27	674	240
1	S	7.0	4.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	119.0	74.9	0.686	111	48.9	681	9.9		3840	741.9	839	417	438	36	819	328
2	C	8.0	5.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	135.0	81.0		100	40.0	832		900.0	4000	1035.0	1171	509	611	46	1074	403
2	C	9.0	6.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	151.0	87.2		100	40.0	983		900.0	4000	1051.0	1189	602	620	57	1165	478
2	C	10.0	7.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	167.0	93.4		100	40.0	1133		900.0	4000	1067.0	1207	694	629	67	1257	553
2	C	11.0	8.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	183.0	99.6		100	40.0	1284		900.0	4000	1083.0	1225	786	639	77	1348	627
2	C	12.0	9.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	199.0	105.8		100	40.0	1435		900.0	4000	1099.0	1243	879	648	87	1440	702
2	C	13.0	10.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	215.0	112.0		100	40.0	1586		900.0	4000	1115.0	1261	971	658	97	1532	777
2	C	14.0	11.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	231.0	118.2		100	40.0	1737		900.0	4000	1131.0	1279	1063	667	107	1623	852
2	C	15.0	12.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	247.0	124.4		100	40.0	1887		900.0	4000	1147.0	1297	1156	677	118	1715	927
2	C	16.0	13.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	263.0	130.6		100	40.0	2038		900.0	4000	1163.0	1315	1248	686	128	1806	1001
2	C	17.0	14.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	279.0	136.8		100	40.0	2189		900.0	4000	1179.0	1333	1340	696	138	1898	1076
2	C	18.0	15.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	295.0	142.9		100	40.0	2340		900.0	4000	1195.0	1352	1433	705	148	1990	1151
2	C	19.0	16.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	311.0	149.1		100	40.0	2491		900.0	4000	1211.0	1370	1525	714	158	2081	1226
2	C	20.0	17.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	327.0	155.3		100	40.0	2641		900.0	4000	1227.0	1388	1617	724	169	2173	1301
2	C	21.0	18.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	343.0	161.5		100	40.0	2792		900.0	4000	1243.0	1406	1710	733	179	2264	1376
2	C	22.0	19.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	359.0	167.7		100	40.0	2943		900.0	4000	1259.0	1424	1802	743	189	2356	1450
2	C	23.0	20.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	375.0	173.9		100	40.0	3094		900.0	4000	1275.0	1442	1895	752	199	2448	1525
2	C	24.0	21.0	100.0	0.0	16.0	6.2	41.4	391.0	180.1		100	41.4	3250		900.0	4000	1291.0	1460	1990	762	209	2543	1602
2	C	25.0	22.0	100.0	0.0	16.0	6.2	42.8	407.0	186.3		100	42.8	3411		900.0	4000	1307.0	1478	2089	771	219	2641	1682
2	C	26.0	23.0	100.0	0.0	16.0	6.2	44.3	423.0	192.5		100	44.3	3578		900.0	4000	1323.0	1496	2191	781	230	2742	1763
2	C	27.0	24.0	100.0	0.0	16.0	6.2	45.7	439.0	198.7		100	45.7	3751		900.0	4000	1339.0	1514	2297	790	240	2847	1847
2	C	28.0	25.0	100.0	0.0	16.0	6.2	47.1	455.0	204.8		100	47.1	3928		900.0	4000	1355.0	1532	2405	799	250	2955	1934
2	C	29.0	26.0	100.0	0.0	16.0	6.2	48.5	471.0	211.0		100	48.5	4111		900.0	4000	1371.0	1551	2518	809	260	3066	2022
2	C	30.0	27.0	100.0	0.0	16.0	6.2	50.0	487.0	217.2		100	50.0	4299		900.0	4000	1387.0	1569	2633	818	270	3181	2113
2	C	31.0	28.0	100.0	0.0	16.0	6.2	51.4	503.0	223.4		100	51.4	4493		900.0	4000	1403.0	1587	2751	828	280	3299	2207
2	C	32.0	29.0	100.0	0.0	16.0	6.2	52.8	519.0	229.6		100	52.8	4692		900.0	4000	1419.0	1605	2873	837	291	3420	2302
2	C	33.0	30.0	100.0	0.0	16.0	6.2	54.2	535.0	235.8		100	54.2	4897		900.0	4000	1435.0	1623	2999	847	301	3544	2400
2	C	34.0	31.0	100.0	0.0	16.0	6.2	55.7	551.0	242.0		100	55.7	5107		900.0	4000	1451.0	1641	3127	856	311	3672	2500
2	C	35.0	32.0	100.0	0.0	16.0	6.2	57.1	567.0	248.2		100	57.1	5322		900.0	4000	1467.0	1659	3259	865	321	3803	2602
2	C	36.0	33.0	100.0	0.0	16.0	6.2	58.5	583.0	254.4		100	58.5	5542		900.0	4000	1483.0	1677	3394	875	331	3937	2707
2	C	37.0	34.0	100.0	0.0	16.0	6.2	59.9	599.0	260.6		100	59.9	5768		900.0	4000	1499.0	1695	3532	884	342	4075	2814
2	C	38.0	35.0	100.0	0.0	16.0	6.2	61.4	615.0	266.7		100	61.4	6000		900.0	4000	1515.0	1713	3674	894	352	4216	2923
2	C	39.0	36.0	100.0	0.0	16.0	6.2	62.8	631.0	272.9		100	62.8	6236		900.0	4000	1531.0	1732	3819	903	362	4360	3035
2	C	40.0	37.0	100.0	0.0	16.0	6.2	64.2	647.0	279.1		100	64.2	6478		900.0	4000	1547.0	1750	3967	913	372	4508	3149
2	C	41.0	38.0	100.0	0.0	16.0	6.2	65.6	663.0	285.3		100	65.6	6726		900.0	4000	1563.0	1768	4119	922	382	4658	3265
2	C	42.0	39.0	100.0	0.0	16.0	6.2	67.0	679.0	291.5		100	67.0	6978		900.0	4000	1579.0	1786	4273	932	392	4812	3384
3	C	43.0	40.0	40.0	0.0	16.0	6.2	68.5	695.0	297.7		100	68.5	7236		360.0	4000	1055.0	1193	4431	622	403	4651	3505
3	C	44.0	41.0	40.0	0.0	16.0	6.2	69.9	711.0	303.9		100	69.9	7500		360.0	4000	1071.0	1211	4593	632	413	4812	3628
3	C	45.0	42.0	40.0	0.0	16.0	6.2	71.3	727.0	310.1		100	71.3	7769		360.0	4000	1087.0	1229	4757	641	423	4976	3753
3	C	46.0	43.0	40.0	0.0	16.0	6.2	72.7	743.0	316.3		100	72.7	8043		360.0	4000	1103.0	1247	4925	651	433	5143	3881
3	C	47.0	44.0	40.0	0.0	16.0	6.2	74.2	759.0	322.5		100	74.2	8323		360.0	4000	1119.0	1266	5097	660	443	5313	4011
3	C	48.0	45.0	40.0	0.0	16.0	6.2	75.6	775.0	328.6		100	75.6	8608		360.0	4000	1135.0	1284	5271	670	454	5487	4143



LAVORO: SS291 OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA ALLINEAMENTI: SPA  
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
SPA	40.0	4431	622	4651	3173	68%	3505	0	0%

**RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA**

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$$

in cui:

n<sub>pali</sub>:

η

R<sub>cd</sub> è il numero complessivo di pali presenti nella palificata  
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata η è la resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

nella quale:

i

d

m

n

interasse tra i pali

diametro dei pali

numero di file

numero massimo di pali in ciascuna fila

**RESISTENZA DELLA PALIFICATA**

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	n <sub>pali</sub>	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPA	1.20	3.80	16	4	4	0.71	52682	48608	92%

**LAVORO: SS291**      **OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA**      **ALLINEAMENTI: PILE DA P1 A P4**  
**RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE**      **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:  
**Rcd = Rbd + Rsd - Wp**  
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:  
**Rtd = 0.7 Rsd + Wp**  
 in cui:  
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto  
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto  
 Rbk = Min [(Rbc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rbc,cal)<sub>min</sub> / ξ4 Resistenza alla punta caratteristica  
 Rsk = Min [(Rsc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rsc,cal)<sub>min</sub> / ξ4 Resistenza laterale caratteristica  
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo  
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo  
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali γR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γb	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γs	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γst	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Peso del palo**  
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:  
 Wp(z) = (γcls - γnat) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:  
 Qb = qb x Ab  
 dove:  
 Ab: Area della superficie di base del palo  
 qb: resistenza unitaria alla base appresso specificata per terreni coesivi e granulari  
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:  
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)  
 dove:  
 As: Area della superficie laterale del palo  
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato  
 dzi: altezza dell'iesimo strato

**Terreni coesivi (c<>0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

**Resistenza unitaria alla base**  
 La resistenza alla base viene espressa come:  
 qb = σv + 9 cu

**Resistenza laterale unitaria**  
 qs = α cu con:  
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:  
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

**Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci  
**Resistenza unitaria alla base**  
 In accordo alla teoria di Berenzantsev<sup>(1)</sup>:  
 qb = Nq\* x σ'v con:  
 Nq\*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)  
 In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:  
 qbmax1 = Nspt x αN con:

αN = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose  
 [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)]  
 e dalla seguente tabella

Ghiaie:	qb,max = 7500 kPa
Sabbie:	qb,max = 5800 kPa
Sabbie limose:	qb,max = 4300 kPa

**Resistenza laterale unitaria**  
 ql = β σ'v con:  
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z<sup>0.34</sup> >= 0.25 per i depositi sabbiosi  
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z<sup>0.75</sup> >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi  
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):

qsmax = 3 x Nspt	per Nspt <= 53
qsmax = 142 + 0.32 x Nspt	per Nspt > 53

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO**

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m <sup>2</sup>	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m <sup>2</sup>	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m <sup>3</sup>	γp	25.00

**LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)**

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	3.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	5.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

**SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO**

Tensione totale in testa palo	kPa	σv	90.0
Tensione efficace in testa palo	kPa	σ'v	70.4

**COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE**

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

**FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA**

	MEDI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	4
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	4
coefficiente ξ	1.55

**STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)**      **COMBINAZIONE M1**

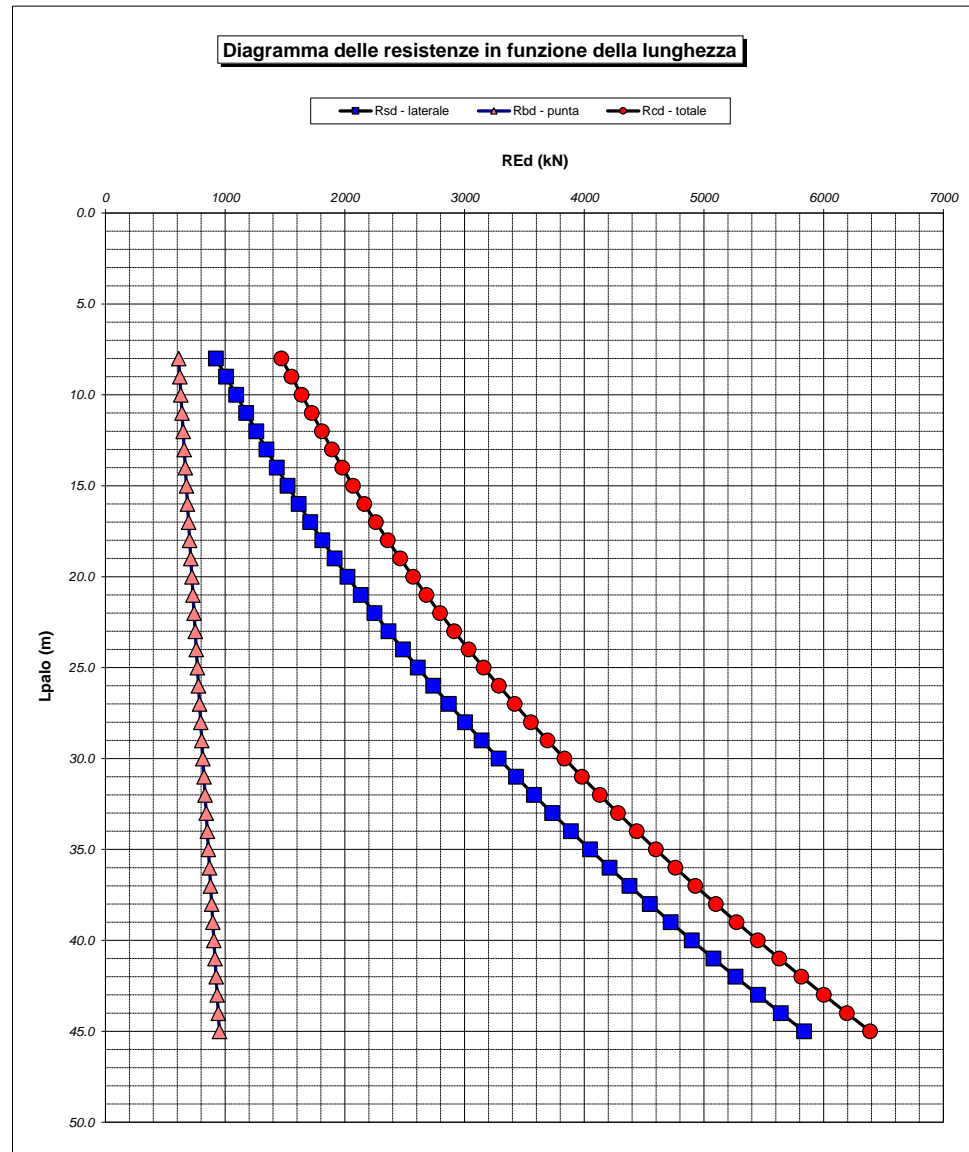
Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	UG1	0.0	11.0	S		32.0	1.00	1.00	0.0	32.0	18.0	37	111	120	4440	4440	37
2	UG6	11.0	60.0	C	100		1.00	1.00	100.0	0.0	17.0		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS291 OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA ALLINEAMENTI: PILE DA P1 A P4  
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	S	5.0	0.0			18.0	8.2		90.0	70.4												0		
1	S	6.0	1.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	108.0	78.6	0.728	111	54.2	204	13.0		4440	1019.3	1153	115	551	8	658	88
1	S	7.0	2.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	126.0	86.8	0.686	111	56.7	418	12.9		4440	1119.9	1267	235	605	16	824	180
1	S	8.0	3.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	144.0	95.0	0.648	111	58.9	640	12.8		4440	1219.6	1379	359	659	24	995	275
1	S	9.0	4.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	162.0	103.1	0.613	111	60.8	869	12.8		4440	1318.1	1491	488	712	32	1168	373
1	S	10.0	5.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	180.0	111.3	0.581	111	62.3	1104	12.7		4440	1415.6	1601	619	765	40	1345	473
1	S	11.0	6.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	198.0	119.5	0.551	111	63.6	1344	12.7		4440	1512.1	1710	754	817	48	1524	575
2	C	12.0	7.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	215.0	126.7		100	40.0	1495		900.0	4000	1115.0	1261	839	603	57	1385	644
2	C	13.0	8.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	232.0	133.9		100	40.0	1645		900.0	4000	1132.0	1280	923	612	66	1469	712
2	C	14.0	9.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	249.0	141.1		100	40.0	1796		900.0	4000	1149.0	1299	1008	621	75	1554	780
2	C	15.0	10.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	266.0	148.3		100	40.0	1947		900.0	4000	1166.0	1319	1092	630	84	1639	848
2	C	16.0	11.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	283.0	155.5		100	40.0	2098		900.0	4000	1183.0	1338	1177	639	93	1724	917
2	C	17.0	12.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	300.0	162.7		100	40.0	2249		900.0	4000	1200.0	1357	1262	649	102	1808	985
2	C	18.0	13.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.0	317.0	169.9		100	40.0	2399		900.0	4000	1217.0	1376	1346	658	111	1893	1053
2	C	19.0	14.0	100.0	0.0	17.0	7.2	40.7	334.0	177.0		100	40.7	2553		900.0	4000	1234.0	1396	1432	667	120	1979	1122
2	C	20.0	15.0	100.0	0.0	17.0	7.2	42.4	351.0	184.2		100	42.4	2713		900.0	4000	1251.0	1415	1522	676	129	2069	1194
2	C	21.0	16.0	100.0	0.0	17.0	7.2	44.0	368.0	191.4		100	44.0	2879		900.0	4000	1268.0	1434	1615	685	138	2162	1268
2	C	22.0	17.0	100.0	0.0	17.0	7.2	45.7	385.0	198.6		100	45.7	3051		900.0	4000	1285.0	1453	1712	695	147	2259	1345
2	C	23.0	18.0	100.0	0.0	17.0	7.2	47.3	402.0	205.8		100	47.3	3229		900.0	4000	1302.0	1473	1812	704	156	2359	1424
2	C	24.0	19.0	100.0	0.0	17.0	7.2	49.0	419.0	213.0		100	49.0	3414		900.0	4000	1319.0	1492	1915	713	165	2463	1506
2	C	25.0	20.0	100.0	0.0	17.0	7.2	50.6	436.0	220.2		100	50.6	3605		900.0	4000	1336.0	1511	2022	722	174	2570	1590
2	C	26.0	21.0	100.0	0.0	17.0	7.2	52.3	453.0	227.4		100	52.3	3802		900.0	4000	1353.0	1530	2133	731	183	2681	1676
2	C	27.0	22.0	100.0	0.0	17.0	7.2	53.9	470.0	234.6		100	53.9	4005		900.0	4000	1370.0	1549	2247	740	192	2795	1765
2	C	28.0	23.0	100.0	0.0	17.0	7.2	55.6	487.0	241.8		100	55.6	4215		900.0	4000	1387.0	1569	2365	750	201	2913	1857
2	C	29.0	24.0	100.0	0.0	17.0	7.2	57.3	504.0	248.9		100	57.3	4431		900.0	4000	1404.0	1588	2486	759	210	3034	1950
2	C	30.0	25.0	100.0	0.0	17.0	7.2	58.9	521.0	256.1		100	58.9	4653		900.0	4000	1421.0	1607	2610	768	219	3159	2047
2	C	31.0	26.0	100.0	0.0	17.0	7.2	60.6	538.0	263.3		100	60.6	4881		900.0	4000	1438.0	1626	2738	777	228	3287	2145
2	C	32.0	27.0	100.0	0.0	17.0	7.2	62.2	555.0	270.5		100	62.2	5116		900.0	4000	1455.0	1646	2870	786	238	3419	2247
2	C	33.0	28.0	100.0	0.0	17.0	7.2	63.9	572.0	277.7		100	63.9	5357		900.0	4000	1472.0	1665	3005	796	247	3554	2350
2	C	34.0	29.0	100.0	0.0	17.0	7.2	65.5	589.0	284.9		100	65.5	5604		900.0	4000	1489.0	1684	3144	805	256	3693	2456
2	C	35.0	30.0	100.0	0.0	17.0	7.2	67.2	606.0	292.1		100	67.2	5857		900.0	4000	1506.0	1703	3286	814	265	3835	2565
2	C	36.0	31.0	100.0	0.0	17.0	7.2	68.8	623.0	299.3		100	68.8	6116		900.0	4000	1523.0	1722	3431	823	274	3981	2676
2	C	37.0	32.0	100.0	0.0	17.0	7.2	70.5	640.0	306.5		100	70.5	6382		900.0	4000	1540.0	1742	3580	832	283	4130	2789
2	C	38.0	33.0	100.0	0.0	17.0	7.2	72.1	657.0	313.7		100	72.1	6654		900.0	4000	1557.0	1761	3733	842	292	4283	2905
2	C	39.0	34.0	100.0	0.0	17.0	7.2	73.8	674.0	320.8		100	73.8	6932		900.0	4000	1574.0	1780	3889	851	301	4439	3023
2	C	40.0	35.0	100.0	0.0	17.0	7.2	75.4	691.0	328.0		100	75.4	7217		900.0	4000	1591.0	1799	4049	860	310	4599	3144
2	C	41.0	36.0	100.0	0.0	17.0	7.2	77.1	708.0	335.2		100	77.1	7507		900.0	4000	1608.0	1819	4212	869	319	4762	3267
2	C	42.0	37.0	100.0	0.0	17.0	7.2	78.8	725.0	342.4		100	78.8	7804		900.0	4000	1625.0	1838	4378	878	328	4929	3393
2	C	43.0	38.0	100.0	0.0	17.0	7.2	80.4	742.0	349.6		100	80.4	8107		900.0	4000	1642.0	1857	4548	887	337	5099	3521
2	C	44.0	39.0	100.0	0.0	17.0	7.2	82.1	759.0	356.8		100	82.1	8417		900.0	4000	1659.0	1876	4722	897	346	5272	3651
2	C	45.0	40.0	100.0	0.0	17.0	7.2	83.7	776.0	364.0		100	83.7	8732		900.0	4000	1676.0	1896	4899	906	355	5450	3784
2	C	46.0	41.0	100.0	0.0	17.0	7.2	85.4	793.0	371.2		100	85.4	9054		900.0	4000	1693.0	1915	5080	915	364	5630	3920
2	C	47.0	42.0	100.0	0.0	17.0	7.2	87.0	810.0	378.4		100	87.0	9382		900.0	4000	1710.0	1934	5264	924	373	5815	4058
2	C	48.0	43.0	100.0	0.0	17.0	7.2	88.7	827.0	385.6		100	88.7	9717		900.0	4000	1727.0	1953	5451	933	382	6002	4198
2	C	49.0	44.0	100.0	0.0	17.0	7.2	90.3	844.0	392.7		100	90.3	10057		900.0	4000	1744.0	1972	5642	943	391	6193	4341
2	C	50.0	45.0	100.0	0.0	17.0	7.2	92.0	861.0	399.9		100	92.0	10404		900.0	4000	1761.0	1992	5837	952	400	6388	4486

LAVORO: SS291 OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA ALLINEAMENTI: PILE DA P1 A P4  
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
PILE DA P1 A P3	42.0	5264	924	5815	4349	75%	4058	0	0%
P4	42.0	5264	924	5815	4050	70%	4058	0	0%

**RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA**

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo **Rcd,gr** viene determinata in base alla seguente espressione:  
**Rcd,gr = npali x η x Rcd**  
 in cui:  
 npali: numero complessivo di pali presenti nella palificata  
 η: efficienza della palificata  
 Rcd: resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione  
 L'efficienza della palificata η, relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:  

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 m n}$$
  
 nella quale:  
 i: interasse tra i pali  
 d: diametro dei pali  
 m: numero di file  
 n: numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA									
ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
PILE DA P1 A P3	1.20	3.60	16	4	4	0.69	64449	57469	89%
P4	1.20	3.60	16	4	4	0.69	64449	52176	81%

**LAVORO: SS291**      **OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA**      **ALLINEAMENTI: VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:**      **PILE DA P1 A P4**  
**RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE**      **MINIMI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:  
**Rcd = Rbd + Rsd + Wp**  
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:  
**Rtd = 0.7 Rsd + Wp**  
 in cui:  
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto  
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto  
 Rbk = Min [(Rbc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rbc,cal)<sub>min</sub> / ξ4 Resistenza alla punta caratteristica  
 Rsk = Min [(Rsc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rsc,cal)<sub>min</sub> / ξ4 Resistenza laterale caratteristica  
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo  
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo  
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali γR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γb	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γs	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γst	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Peso del palo**  
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:  
 Wp(z) = (γcls - γnat) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:  
 Qb = qb x Ab  
 dove:  
 Ab: Area della superficie di base del palo  
 qb: resistenza unitaria alla base appresso specificata per terreni coesivi e granulari  
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:  
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)  
 dove:  
 As: Area della superficie laterale del palo  
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato  
 dzi: altezza dell'iesimo strato

**Terreni coesivi (c<>0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

**Resistenza unitaria alla base**  
 La resistenza alla base viene espressa come:  
 qb = σv + 9 cu

**Resistenza laterale unitaria**  
 qs = α cu      con:  
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:  
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

**Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci

**Resistenza unitaria alla base**  
 In accordo alla teoria di Berenzantsev<sup>(7)</sup>:  
 qb = Nq\* x σ'v      con:

Nq\*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)

In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:  
 qbmax1 = Nspt x αN      con:

αN = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella

Ghiaie:	qb,max = 7500 kPa
Sabbie:	qb,max = 5800 kPa
Sabbie limose:	qb,max = 4300 kPa

**Resistenza laterale unitaria**  
 ql = β σ'v      con:  
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z<sup>0.34</sup> >= 0.2 per i depositi sabbiosi  
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z<sup>0.75</sup> >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi  
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):

qsmax = 3 x Nspt	per Nspt <= 53
qsmax = 142 + 0.32 x Nspt	per Nspt > 53

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO**

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m <sup>2</sup>	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m <sup>2</sup>	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m <sup>3</sup>	γp	25.00

**LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)**

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	3.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	5.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

**SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO**

Tensione totale in testa palo	kPa	σvi	85.0
Tensione efficace in testa palo	kPa	σ'vi	65.4

**COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE**

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

**FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA**

Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	MINIMI
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	4
coefficiente ξ	1.42

**STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)**      **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	UG1	0.0	11.0	S		30.0	1.00	1.00	0.0	30.0	17.0	37.0	111	120	3840	3840	32
2	UG6	11.0	46.0	C	100		1.00	1.00	100.0	0.0	16.0		100			4000	
3	UG6	46.0	60.0	C	40		1.00	1.00	40.0	0.0	16.0		100			4000	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS291

OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA

ALLINEAMENTI:

PILE DA P1 A P4

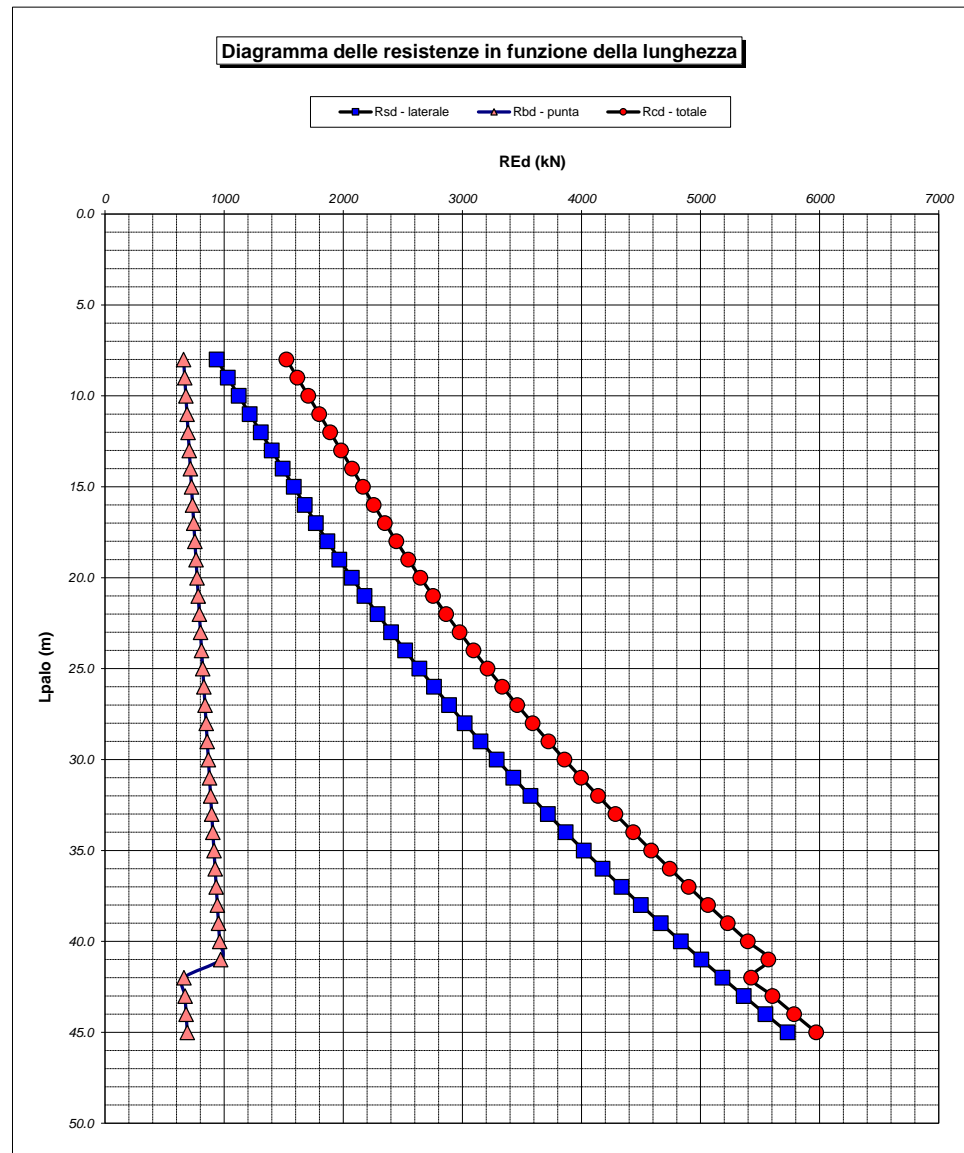
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

MINIMI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	γ' kN/m <sup>3</sup>	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	S	5.0	0.0			17.0	7.2		85.0	65.4												0		
1	S	6.0	1.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	102.0	72.6	0.728	111	50.2	189	10.0		3840	722.2	817	116	426	9	533	90
1	S	7.0	2.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	119.0	79.8	0.686	111	52.3	386	9.9		3840	790.5	894	237	466	18	685	184
1	S	8.0	3.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	136.0	87.0	0.648	111	54.0	590	9.9		3840	858.2	971	361	506	27	840	280
1	S	9.0	4.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	153.0	94.1	0.613	111	55.5	799	9.8		3840	925.4	1047	489	546	36	999	379
1	S	10.0	5.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	170.0	101.3	0.581	111	56.8	1013	9.8		3840	992.0	1122	621	585	45	1161	480
1	S	11.0	6.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	187.0	108.5	0.551	111	57.8	1231	9.7		3840	1058.0	1197	754	624	54	1324	582
2	C	12.0	7.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	203.0	114.7		100	40.0	1382		900.0	4000	1103.0	1247	846	651	64	1433	657
2	C	13.0	8.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	219.0	120.9		100	40.0	1533		900.0	4000	1119.0	1266	939	660	75	1524	732
2	C	14.0	9.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	235.0	127.1		100	40.0	1684		900.0	4000	1135.0	1284	1031	670	85	1616	807
2	C	15.0	10.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	251.0	133.3		100	40.0	1835		900.0	4000	1151.0	1302	1123	679	95	1707	881
2	C	16.0	11.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	267.0	139.5		100	40.0	1985		900.0	4000	1167.0	1320	1216	688	105	1799	956
2	C	17.0	12.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	283.0	145.7		100	40.0	2136		900.0	4000	1183.0	1338	1308	698	115	1891	1031
2	C	18.0	13.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	299.0	151.9		100	40.0	2287		900.0	4000	1199.0	1356	1400	707	126	1982	1106
2	C	19.0	14.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	315.0	158.0		100	40.0	2438		900.0	4000	1215.0	1374	1493	717	136	2074	1181
2	C	20.0	15.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	331.0	164.2		100	40.0	2589		900.0	4000	1231.0	1392	1585	726	146	2165	1255
2	C	21.0	16.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	347.0	170.4		100	40.0	2739		900.0	4000	1247.0	1410	1677	736	156	2257	1330
2	C	22.0	17.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.6	363.0	176.6		100	40.6	2892		900.0	4000	1263.0	1428	1771	745	166	2350	1406
2	C	23.0	18.0	100.0	0.0	16.0	6.2	42.0	379.0	182.8		100	42.0	3051		900.0	4000	1279.0	1447	1868	755	176	2446	1484
2	C	24.0	19.0	100.0	0.0	16.0	6.2	43.5	395.0	189.0		100	43.5	3215		900.0	4000	1295.0	1465	1969	764	187	2546	1565
2	C	25.0	20.0	100.0	0.0	16.0	6.2	44.9	411.0	195.2		100	44.9	3384		900.0	4000	1311.0	1483	2072	773	197	2649	1647
2	C	26.0	21.0	100.0	0.0	16.0	6.2	46.3	427.0	201.4		100	46.3	3559		900.0	4000	1327.0	1501	2179	783	207	2755	1732
2	C	27.0	22.0	100.0	0.0	16.0	6.2	47.7	443.0	207.6		100	47.7	3739		900.0	4000	1343.0	1519	2289	792	217	2865	1820
2	C	28.0	23.0	100.0	0.0	16.0	6.2	49.2	459.0	213.8		100	49.2	3924		900.0	4000	1359.0	1537	2403	802	227	2977	1909
2	C	29.0	24.0	100.0	0.0	16.0	6.2	50.6	475.0	219.9		100	50.6	4115		900.0	4000	1375.0	1555	2520	811	238	3093	2001
2	C	30.0	25.0	100.0	0.0	16.0	6.2	52.0	491.0	226.1		100	52.0	4311		900.0	4000	1391.0	1573	2640	821	248	3213	2096
2	C	31.0	26.0	100.0	0.0	16.0	6.2	53.4	507.0	232.3		100	53.4	4512		900.0	4000	1407.0	1591	2763	830	258	3335	2192
2	C	32.0	27.0	100.0	0.0	16.0	6.2	54.9	523.0	238.5		100	54.9	4719		900.0	4000	1423.0	1609	2890	840	268	3461	2291
2	C	33.0	28.0	100.0	0.0	16.0	6.2	56.3	539.0	244.7		100	56.3	4931		900.0	4000	1439.0	1627	3020	849	278	3590	2392
2	C	34.0	29.0	100.0	0.0	16.0	6.2	57.7	555.0	250.9		100	57.7	5149		900.0	4000	1455.0	1646	3153	858	288	3723	2495
2	C	35.0	30.0	100.0	0.0	16.0	6.2	59.1	571.0	257.1		100	59.1	5372		900.0	4000	1471.0	1664	3289	868	299	3859	2601
2	C	36.0	31.0	100.0	0.0	16.0	6.2	60.6	587.0	263.3		100	60.6	5600		900.0	4000	1487.0	1682	3429	877	309	3998	2709
2	C	37.0	32.0	100.0	0.0	16.0	6.2	62.0	603.0	269.5		100	62.0	5834		900.0	4000	1503.0	1700	3572	887	319	4140	2820
2	C	38.0	33.0	100.0	0.0	16.0	6.2	63.4	619.0	275.7		100	63.4	6073		900.0	4000	1519.0	1718	3719	896	329	4286	2932
2	C	39.0	34.0	100.0	0.0	16.0	6.2	64.8	635.0	281.8		100	64.8	6317		900.0	4000	1535.0	1736	3868	906	339	4435	3047
2	C	40.0	35.0	100.0	0.0	16.0	6.2	66.2	651.0	288.0		100	66.2	6567		900.0	4000	1551.0	1754	4021	915	349	4587	3164
2	C	41.0	36.0	100.0	0.0	16.0	6.2	67.7	667.0	294.2		100	67.7	6822		900.0	4000	1567.0	1772	4177	924	360	4742	3284
2	C	42.0	37.0	100.0	0.0	16.0	6.2	69.1	683.0	300.4		100	69.1	7082		900.0	4000	1583.0	1790	4337	934	370	4901	3406
2	C	43.0	38.0	100.0	0.0	16.0	6.2	70.5	699.0	306.6		100	70.5	7348		900.0	4000	1599.0	1808	4500	943	380	5063	3530
2	C	44.0	39.0	100.0	0.0	16.0	6.2	71.9	715.0	312.8		100	71.9	7619		900.0	4000	1615.0	1827	4666	953	390	5228	3656
2	C	45.0	40.0	100.0	0.0	16.0	6.2	73.4	731.0	319.0		100	73.4	7896		900.0	4000	1631.0	1845	4835	962	400	5397	3785
2	C	46.0	41.0	100.0	0.0	16.0	6.2	74.8	747.0	325.2		100	74.8	8178		900.0	4000	1647.0	1863	5008	972	411	5569	3916
3	C	47.0	42.0	40.0	0.0	16.0	6.2	76.2	763.0	331.4		100	76.2	8465		360.0	4000	1123.0	1270	5184	663	421	5426	4049
3	C	48.0	43.0	40.0	0.0	16.0	6.2	77.6	779.0	337.6		100	77.6	8758		360.0	4000	1139.0	1288	5363	672	431	5604	4185
3	C	49.0	44.0	40.0	0.0	16.0	6.2	79.1	795.0	343.7		100	79.1	9056		360.0	4000	1155.0	1306	5546	681	441	5786	4323
3	C	50.0	45.0	40.0	0.0	16.0	6.2	80.5	811.0	349.9		100	80.5	9359		360.0	4000	1171.0	1324	5731	691	451	5971	4463

LAVORO: SS291 OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA ALLINEAMENTI: PILE DA P1 A P4  
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
PILE DA P1 A P3	42.0	5184	663	5426	4349	80%	4049	0	0%
P4	42.0	5184	663	5426	4050	75%	4049	0	0%

**RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA**

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione:  
**Rcd,gr = npali x η x Rcd**  
 in cui:  
 npali:  
 η  
 Rcd è il numero complessivo di pali presenti nella palificata  
 efficienza della palificata  
 L'efficienza della palificata η è la resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione  
 Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 m n}$$

nella quale:  
 i interasse tra i pali  
 d diametro dei pali  
 m numero di file  
 n numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA									
ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
PILE DA P1 A P3	1.20	3.60	16	4	4	0.69	60138	57469	96%
P4	1.20	3.60	16	4	4	0.69	60138	52176	87%

**LAVORO: SS291**      **OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA**      **ALLINEAMENTI: PILA P5**  
**RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE**      **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:  
**Rcd = Rbd + Rsd - Wp**  
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:  
**Rtd = 0.7 Rsd + Wp**  
 in cui:  
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto  
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto  
 Rbk = Min [(Rbc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rbc,cal)<sub>min</sub> / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica  
 Rsk = Min [(Rsc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rsc,cal)<sub>min</sub> / ξ4] Resistenza laterale caratteristica  
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo  
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo  
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali γR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica (R3)
Base	γb	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γs	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γst	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Peso del palo**  
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:  
 Wp(z) = (γcls - γnat) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:  
 Qb = qb x Ab  
 dove:  
 Ab: Area della superficie di base del palo  
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari  
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:  
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)  
 dove:  
 As: Area della superficie laterale del palo  
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato  
 dzi: altezza dell'iesimo strato

**Terreni coesivi (c<>0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

**Resistenza unitaria alla base**  
 La resistenza alla base viene espressa come:  
 qb = σv + 9 cu

**Resistenza laterale unitaria**  
 qs = α cu      con:  
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:  
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

**Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci

**Resistenza unitaria alla base**  
 In accordo alla teoria di Berenzantsev<sup>(7)</sup>:  
 qb = Nq\* x σ'v      con:

Nq\*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)

In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:  
 qbmax1 = Nspt x αN      con:

αN = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella

Ghiaie:	qb,max = 7500 kPa
Sabbie:	qb,max = 5800 kPa
Sabbie limose:	qb,max = 4300 kPa

**Resistenza laterale unitaria**  
 ql = β σ'v      con:  
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z<sup>0.34</sup> >= 0.25 per i depositi sabbiosi  
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z<sup>0.75</sup> >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):

qsmax = 3 x Nspt	per Nspt <= 53
qsmax = 142 + 0.32 x Nspt	per Nspt > 53

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m <sup>2</sup>	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m <sup>2</sup>	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m <sup>3</sup>	γp	25.00

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	2.50
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	5.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO			
Tensione totale in testa palo	kPa	σvi	90.0
Tensione efficace in testa palo	kPa	σ'vi	65.5

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE		R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)		2
coefficiente γb		1.35
coefficiente γs		1.15

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA		
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)		MEDI
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali		4
coefficiente ξ		1.55

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)		COMBINAZIONE M1															
Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	UG1	0.0	12.0	S		32.0	1.00	1.00	0.0	32.0	18.0	37	111	120	4440	4440	37
2	UG6	12.0	24.0	C	100		1.00	1.00	100.0	0.0	18.0		100			4000	
3	UG8	24.0	60.0	C	127.1		1.00	1.00	127.1	0.0	20.1		100			4000	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia



LAVORO: SS291

OPERA: T02-VI01 VIADOTTO FERROVIA

ALLINEAMENTI:

PILA P5

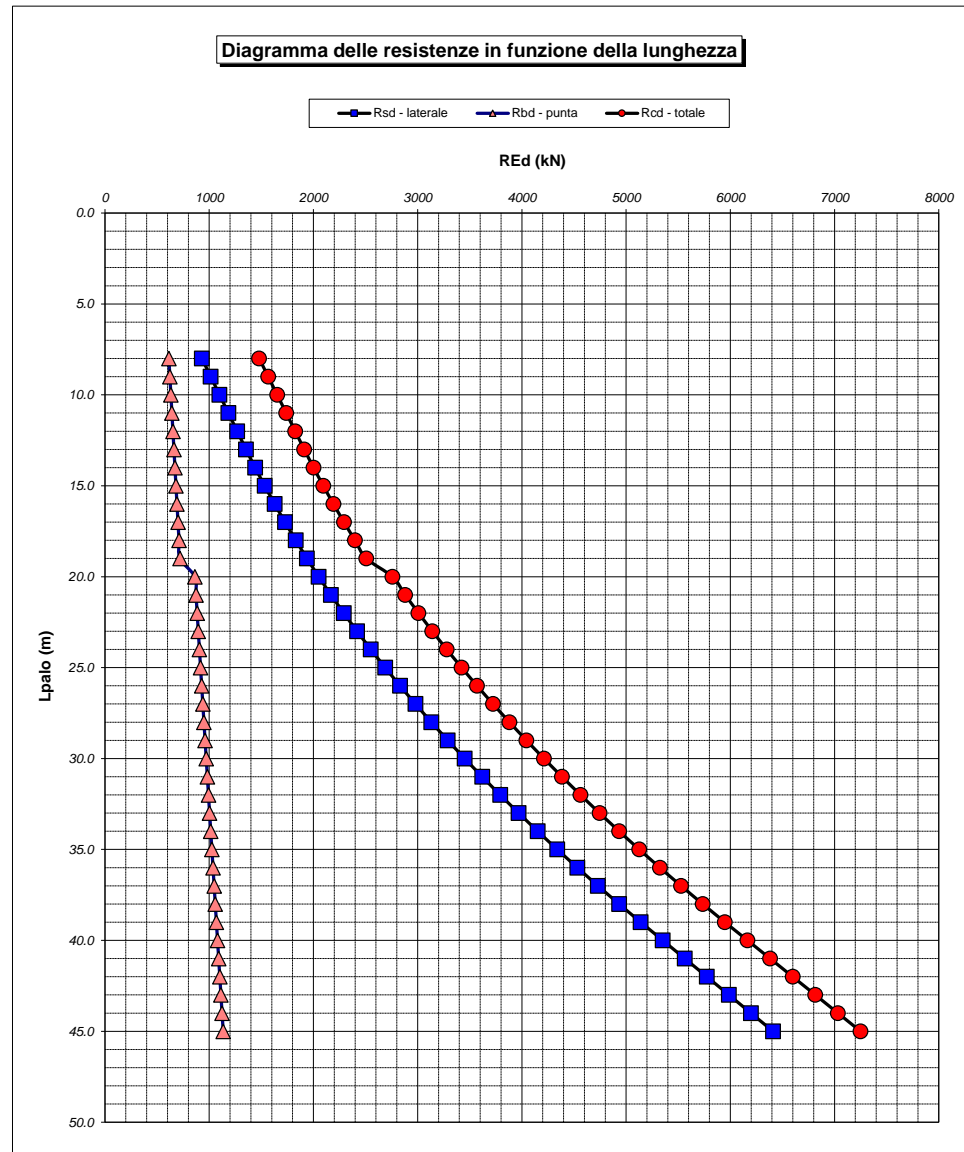
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

MEDI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	S	5.0	0.0			18.0	8.2		90.0	65.5												0		
1	S	6.0	1.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	108.0	73.7	0.728	111	50.6	191	13.0		4440	955.6	1081	107	517	8	616	83
1	S	7.0	2.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	126.0	81.9	0.686	111	53.3	392	12.9		4440	1056.6	1195	220	571	16	775	170
1	S	8.0	3.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	144.0	90.0	0.648	111	55.7	602	12.8		4440	1156.6	1308	338	625	24	939	260
1	S	9.0	4.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	162.0	98.2	0.613	111	57.8	820	12.8		4440	1255.4	1420	460	679	32	1107	354
1	S	10.0	5.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	180.0	106.4	0.581	111	59.5	1044	12.7		4440	1353.3	1531	586	731	40	1277	450
1	S	11.0	6.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	198.0	114.6	0.551	111	60.9	1273	12.7		4440	1450.0	1640	714	784	48	1451	548
1	S	12.0	7.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	216.0	122.8	0.522	111	62.0	1507	12.6		4440	1545.8	1748	846	835	55	1626	647
2	C	13.0	8.0	100.0	0.0	18.0	8.2	40.0	234.0	131.0		100	40.0	1658		900.0	4000	1134.0	1283	930	613	63	1480	714
2	C	14.0	9.0	100.0	0.0	18.0	8.2	40.0	252.0	139.2		100	40.0	1809		900.0	4000	1152.0	1303	1015	623	71	1566	782
2	C	15.0	10.0	100.0	0.0	18.0	8.2	40.0	270.0	147.4		100	40.0	1960		900.0	4000	1170.0	1323	1099	632	79	1653	849
2	C	16.0	11.0	100.0	0.0	18.0	8.2	40.0	288.0	155.6		100	40.0	2110		900.0	4000	1188.0	1344	1184	642	87	1739	916
2	C	17.0	12.0	100.0	0.0	18.0	8.2	40.0	306.0	163.8		100	40.0	2261		900.0	4000	1206.0	1364	1269	652	95	1825	983
2	C	18.0	13.0	100.0	0.0	18.0	8.2	40.0	324.0	171.9		100	40.0	2412		900.0	4000	1224.0	1384	1353	662	103	1912	1050
2	C	19.0	14.0	100.0	0.0	18.0	8.2	41.4	342.0	180.1		100	41.4	2568		900.0	4000	1242.0	1405	1441	671	111	2001	1119
2	C	20.0	15.0	100.0	0.0	18.0	8.2	43.3	360.0	188.3		100	43.3	2731		900.0	4000	1260.0	1425	1532	681	119	2095	1191
2	C	21.0	16.0	100.0	0.0	18.0	8.2	45.2	378.0	196.5		100	45.2	2902		900.0	4000	1278.0	1445	1628	691	127	2192	1266
2	C	22.0	17.0	100.0	0.0	18.0	8.2	47.1	396.0	204.7		100	47.1	3079		900.0	4000	1296.0	1466	1728	700	135	2293	1344
2	C	23.0	18.0	100.0	0.0	18.0	8.2	49.0	414.0	212.9		100	49.0	3264		900.0	4000	1314.0	1486	1831	710	143	2399	1424
2	C	24.0	19.0	100.0	0.0	18.0	8.2	50.8	432.0	221.1		100	50.8	3456		900.0	4000	1332.0	1506	1939	720	150	2508	1507
3	C	25.0	20.0	127.1	0.0	20.1	10.3	53.2	452.1	231.4		100	53.2	3656		1143.9	4000	1596.0	1805	2051	863	156	2758	1592
3	C	26.0	21.0	127.1	0.0	20.1	10.3	55.6	472.2	241.7		100	55.6	3866		1143.9	4000	1616.1	1828	2169	873	162	2881	1680
3	C	27.0	22.0	127.1	0.0	20.1	10.3	57.9	492.3	252.0		100	57.9	4084		1143.9	4000	1636.2	1850	2291	884	167	3009	1771
3	C	28.0	23.0	127.1	0.0	20.1	10.3	60.3	512.4	262.2		100	60.3	4312		1143.9	4000	1656.3	1873	2419	895	173	3142	1866
3	C	29.0	24.0	127.1	0.0	20.1	10.3	62.7	532.5	272.5		100	62.7	4548		1143.9	4000	1676.4	1896	2551	906	178	3279	1964
3	C	30.0	25.0	127.1	0.0	20.1	10.3	65.0	552.6	282.8		100	65.0	4793		1143.9	4000	1696.5	1919	2689	917	184	3422	2066
3	C	31.0	26.0	127.1	0.0	20.1	10.3	67.4	572.7	293.1		100	67.4	5047		1143.9	4000	1716.6	1941	2832	928	189	3570	2171
3	C	32.0	27.0	127.1	0.0	20.1	10.3	69.8	592.8	303.4		100	69.8	5310		1143.9	4000	1736.7	1964	2979	939	195	3723	2280
3	C	33.0	28.0	127.1	0.0	20.1	10.3	72.1	612.9	313.7		100	72.1	5582		1143.9	4000	1756.8	1987	3132	950	200	3881	2393
3	C	34.0	29.0	127.1	0.0	20.1	10.3	74.5	633.0	324.0		100	74.5	5863		1143.9	4000	1776.9	2010	3289	960	206	4044	2508
3	C	35.0	30.0	127.1	0.0	20.1	10.3	76.9	653.1	334.3		100	76.9	6153		1143.9	4000	1797.0	2032	3452	971	211	4212	2628
3	C	36.0	31.0	127.1	0.0	20.1	10.3	79.2	673.2	344.6		100	79.2	6452		1143.9	4000	1817.1	2055	3620	982	217	4385	2751
3	C	37.0	32.0	127.1	0.0	20.1	10.3	81.6	693.3	354.9		100	81.6	6760		1143.9	4000	1837.2	2078	3792	993	222	4563	2877
3	C	38.0	33.0	127.1	0.0	20.1	10.3	84.0	713.4	365.1		100	84.0	7076		1143.9	4000	1857.3	2101	3970	1004	228	4746	3007
3	C	39.0	34.0	127.1	0.0	20.1	10.3	86.4	733.5	375.4		100	86.4	7402		1143.9	4000	1877.4	2123	4152	1015	234	4934	3140
3	C	40.0	35.0	127.1	0.0	20.1	10.3	88.7	753.6	385.7		100	88.7	7736		1143.9	4000	1897.5	2146	4340	1026	239	5127	3277
3	C	41.0	36.0	127.1	0.0	20.1	10.3	91.1	773.7	396.0		100	91.1	8080		1143.9	4000	1917.6	2169	4533	1036	245	5325	3418
3	C	42.0	37.0	127.1	0.0	20.1	10.3	93.5	793.8	406.3		100	93.5	8432		1143.9	4000	1937.7	2191	4730	1047	250	5528	3561
3	C	43.0	38.0	127.1	0.0	20.1	10.3	95.8	813.9	416.6		100	95.8	8793		1143.9	4000	1957.8	2214	4933	1058	256	5736	3709
3	C	44.0	39.0	127.1	0.0	20.1	10.3	98.2	834.0	426.9		100	98.2	9163		1143.9	4000	1977.9	2237	5141	1069	261	5948	3860
3	C	45.0	40.0	127.1	0.0	20.1	10.3	100.6	854.1	437.2		100	100.0	9540		1143.9	4000	1998.0	2260	5352	1080	267	6165	4013
3	C	46.0	41.0	127.1	0.0	20.1	10.3	102.9	874.2	447.5		100	100.0	9917		1143.9	4000	2018.1	2282	5564	1091	272	6382	4167
3	C	47.0	42.0	127.1	0.0	20.1	10.3	105.3	894.3	457.8		100	100.0	10294		1143.9	4000	2038.2	2305	5775	1102	278	6599	4321
3	C	48.0	43.0	127.1	0.0	20.1	10.3	107.7	914.4	468.0		100	100.0	10671		1143.9	4000	2058.3	2328	5987	1112	283	6816	4474
3	C	49.0	44.0	127.1	0.0	20.1	10.3	110.0	934.5	478.3		100	100.0	11048		1143.9	4000	2078.4	2351	6198	1123	289	7033	4628
3	C	50.0	45.0	127.1	0.0	20.1	10.3	112.4	954.6	488.6		100	100.0	11425		1143.9	4000	2098.5	2373	6410	1134	295	7249	4781

LAVORO: SS291 OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA ALLINEAMENTI: PILA P5  
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
PILA P5	42.0	5775	1102	6599	4050	61%	4321	0	0%

**RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA**

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$$

in cui:

npali:

$\eta$

Rcd è il numero complessivo di pali presenti nella palificata  
 efficienza della palificata

L'efficienza della | Resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse- Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m - 1)n + (n - 1)m}{\pi/2 \quad m \quad n}$$

nella quale:

i

d

m

n

interasse tra i pali  
 diametro dei pali  
 numero di file  
 numero massimo di pali in ciascuna fila

**RESISTENZA DELLA PALIFICATA**

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	$\eta$	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
PILA P5	1.20	3.60	16	4	4	0.69	73143	52176	71%

**LAVORO: SS291**      **OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA**      **ALLINEAMENTI: PILA P5**  
**RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE**      **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:  
**Rcd = Rbd + Rsd + Wp**  
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:  
**Rtd = 0.7 Rsd + Wp**  
 in cui:  
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto  
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto  
 Rbk = Min [(Rbc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rbc,cal)<sub>min</sub> / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica  
 Rsk = Min [(Rsc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rsc,cal)<sub>min</sub> / ξ4] Resistenza laterale caratteristica  
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo  
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo  
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali γR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γb	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γs	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γst	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Peso del palo**  
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:  
 Wp(z) = (γcls - γnat) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:  
 Qb = qb x Ab  
 dove:  
 Ab: Area della superficie di base del palo  
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari  
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:  
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)  
 dove:  
 As: Area della superficie laterale del palo  
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato  
 dzi: altezza dell'iesimo strato

**Terreni coesivi (c<>0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

**Resistenza unitaria alla base**  
 La resistenza alla base viene espressa come:  
 qb = σv + 9 cu

**Resistenza laterale unitaria**  
 qs = α cu      con:  
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:  
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

**Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci

**Resistenza unitaria alla base**  
 In accordo alla teoria di Berenzantsev<sup>(7)</sup>:  
 qb = Nq\* x σ'v      con:

Nq\*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)

In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:  
 qbmax1 = Nspt x αN      con:

αN = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella

Ghiaie:	qb,max = 7500 kPa
Sabbie:	qb,max = 5800 kPa
Sabbie limose:	qb,max = 4300 kPa

**Resistenza laterale unitaria**  
 ql = β σ'v      con:  
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z<sup>0.34</sup> >= 0.2 per i depositi sabbiosi  
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z<sup>0.75</sup> >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi  
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):

qsmax = 3 x Nspt	per Nspt <= 53
qsmax = 142 + 0.32 x Nspt	per Nspt > 53

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO**

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m <sup>2</sup>	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m <sup>2</sup>	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m <sup>3</sup>	γp	25.00

**LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)**

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	2.50
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	5.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

**SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO**

	kPa	σvi	
Tensione totale in testa palo			85.0
Tensione efficace in testa palo		σ'v	60.5

**COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE**

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

**FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA**

	MINIMI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	MINIMI
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	4
coefficiente ξ	1.42

**STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)**      **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ <sup>k</sup> deg	γcu	γφ <sup>k</sup>	cud-qud kPa	φ <sup>d</sup> deg	γ kN/m <sup>3</sup>	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	UG1	0.0	12.0	S		30.0	1.00	1.00	0.0	30.0	17.0	32	96	120	3840	3840	32
2	UG6	12.0	24.0	C	100.0		1.00	1.00	100.0	0.0	16.0		100			4000	
3	UG8	24.0	46.0	C	127.1		1.00	1.00	127.1	0.0	18.5		100			4000	
4	UG8	46.0	60.0	C	40.5		1.00	1.00	40.5	0.0	18.5		100			4000	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS291

OPERA: T02-VI01 VIADOTTO FERROVIA

ALLINEAMENTI:

PILA P5

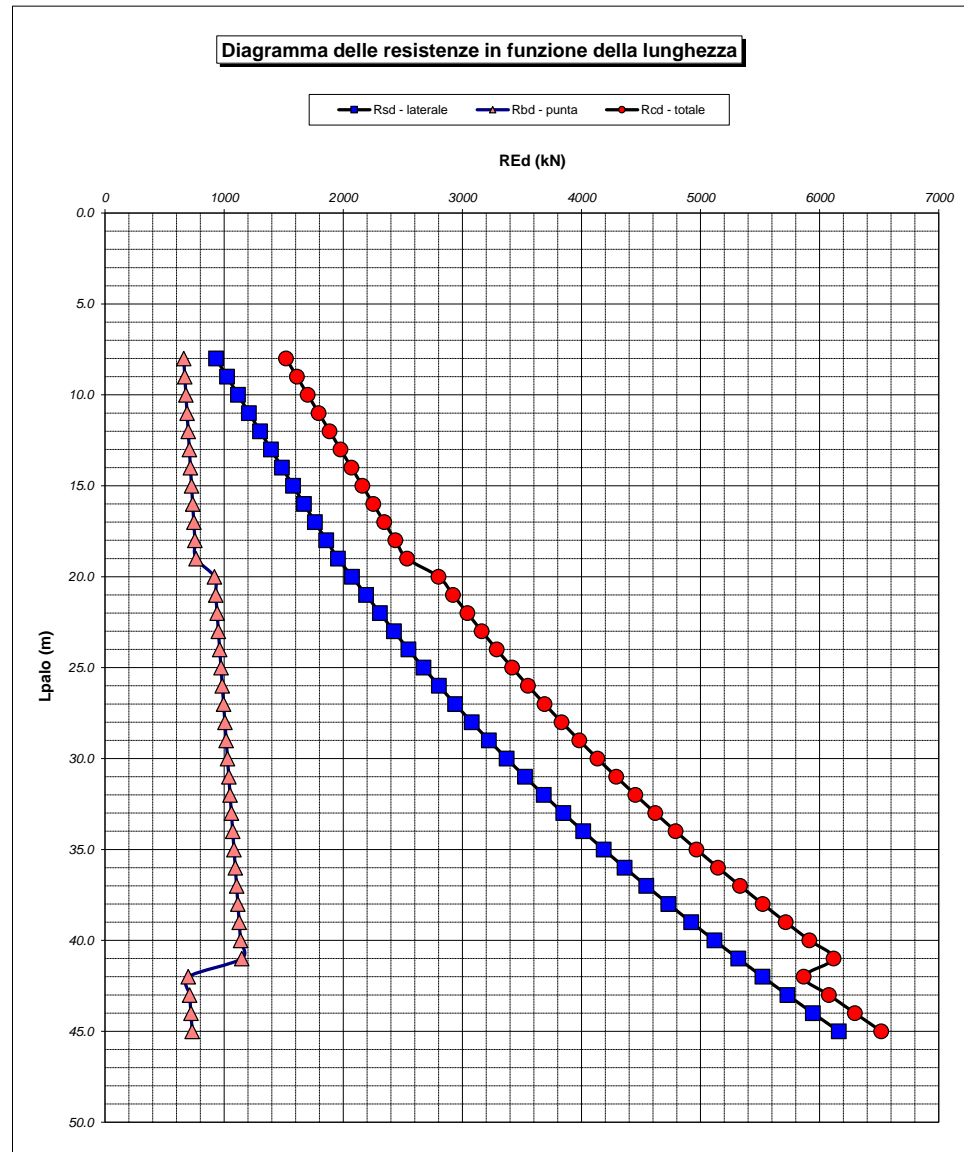
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

MINIMI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	γ' kN/m <sup>3</sup>	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	S	5.0	0.0			17.0	7.2		85.0	60.5												0		
1	S	6.0	1.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	102.0	67.7	0.728	96	46.6	176	10.0		3840	673.4	762	108	397	9	496	84
1	S	7.0	2.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	119.0	74.9	0.686	96	48.9	360	9.9		3840	741.9	839	220	438	18	640	172
1	S	8.0	3.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	136.0	82.0	0.648	96	50.9	552	9.9		3840	809.8	916	338	478	27	789	264
1	S	9.0	4.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	153.0	89.2	0.613	96	52.5	750	9.8		3840	877.2	992	459	518	36	941	358
1	S	10.0	5.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	170.0	96.4	0.581	96	53.9	953	9.8		3840	944.0	1068	584	557	45	1095	454
1	S	11.0	6.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	187.0	103.6	0.551	96	55.1	1161	9.7		3840	1010.1	1142	711	596	54	1253	552
1	S	12.0	7.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	204.0	110.8	0.522	96	56.0	1372	9.7		3840	1075.8	1217	840	635	63	1412	651
2	C	13.0	8.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	220.0	117.0		100	40.0	1523		900.0	4000	1120.0	1267	933	661	74	1520	726
2	C	14.0	9.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	236.0	123.2		100	40.0	1674		900.0	4000	1136.0	1285	1025	670	84	1611	801
2	C	15.0	10.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	252.0	129.4		100	40.0	1824		900.0	4000	1152.0	1303	1117	680	94	1703	876
2	C	16.0	11.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	268.0	135.6		100	40.0	1975		900.0	4000	1168.0	1321	1210	689	104	1795	951
2	C	17.0	12.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	284.0	141.8		100	40.0	2126		900.0	4000	1184.0	1339	1302	699	114	1886	1026
2	C	18.0	13.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	300.0	147.9		100	40.0	2277		900.0	4000	1200.0	1357	1394	708	124	1978	1100
2	C	19.0	14.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	316.0	154.1		100	40.0	2428		900.0	4000	1216.0	1375	1487	717	135	2069	1175
2	C	20.0	15.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	332.0	160.3		100	40.0	2578		900.0	4000	1232.0	1393	1579	727	145	2161	1250
2	C	21.0	16.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	348.0	166.5		100	40.0	2729		900.0	4000	1248.0	1411	1671	736	155	2253	1325
2	C	22.0	17.0	100.0	0.0	16.0	6.2	40.0	364.0	172.7		100	40.0	2880		900.0	4000	1264.0	1430	1764	746	165	2344	1400
2	C	23.0	18.0	100.0	0.0	16.0	6.2	41.1	380.0	178.9		100	41.1	3035		900.0	4000	1280.0	1448	1859	755	175	2439	1476
2	C	24.0	19.0	100.0	0.0	16.0	6.2	42.6	396.0	185.1		100	42.6	3196		900.0	4000	1296.0	1466	1957	765	185	2536	1555
3	C	25.0	20.0	127.1	0.0	18.5	8.7	50.8	414.5	193.8		100	50.8	3387		1143.9	4000	1558.4	1763	2074	919	193	2801	1645
3	C	26.0	21.0	127.1	0.0	18.5	8.7	50.8	433.0	202.5		100	50.8	3579		1143.9	4000	1576.9	1783	2192	930	200	2922	1734
3	C	27.0	22.0	127.1	0.0	18.5	8.7	50.8	451.5	211.2		100	50.8	3771		1143.9	4000	1595.4	1804	2309	941	208	3043	1824
3	C	28.0	23.0	127.1	0.0	18.5	8.7	50.8	470.0	219.8		100	50.8	3962		1143.9	4000	1613.9	1825	2426	952	215	3164	1913
3	C	29.0	24.0	127.1	0.0	18.5	8.7	52.6	488.5	228.5		100	52.6	4160		1143.9	4000	1632.4	1846	2548	963	222	3289	2006
3	C	30.0	25.0	127.1	0.0	18.5	8.7	54.6	507.0	237.2		100	54.6	4366		1143.9	4000	1650.9	1867	2674	974	230	3418	2101
3	C	31.0	26.0	127.1	0.0	18.5	8.7	56.6	525.5	245.9		100	56.6	4579		1143.9	4000	1669.4	1888	2804	985	237	3552	2200
3	C	32.0	27.0	127.1	0.0	18.5	8.7	58.6	544.0	254.6		100	58.6	4800		1143.9	4000	1687.9	1909	2939	996	244	3691	2302
3	C	33.0	28.0	127.1	0.0	18.5	8.7	60.6	562.5	263.3		100	60.6	5028		1143.9	4000	1706.4	1930	3079	1007	252	3834	2407
3	C	34.0	29.0	127.1	0.0	18.5	8.7	62.6	581.0	272.0		100	62.6	5264		1143.9	4000	1724.9	1951	3224	1018	259	3982	2516
3	C	35.0	30.0	127.1	0.0	18.5	8.7	64.6	599.5	280.7		100	64.6	5508		1143.9	4000	1743.4	1972	3373	1029	266	4135	2627
3	C	36.0	31.0	127.1	0.0	18.5	8.7	66.6	618.0	289.4		100	66.6	5759		1143.9	4000	1761.9	1993	3526	1039	274	4292	2742
3	C	37.0	32.0	127.1	0.0	18.5	8.7	68.6	636.5	298.1		100	68.6	6017		1143.9	4000	1780.4	2014	3685	1050	281	4454	2860
3	C	38.0	33.0	127.1	0.0	18.5	8.7	70.6	655.0	306.7		100	70.6	6283		1143.9	4000	1798.9	2035	3847	1061	288	4620	2982
3	C	39.0	34.0	127.1	0.0	18.5	8.7	72.6	673.5	315.4		100	72.6	6556		1143.9	4000	1817.4	2055	4015	1072	296	4791	3106
3	C	40.0	35.0	127.1	0.0	18.5	8.7	74.5	692.0	324.1		100	74.5	6837		1143.9	4000	1835.9	2076	4187	1083	303	4967	3234
3	C	41.0	36.0	127.1	0.0	18.5	8.7	76.5	710.5	332.8		100	76.5	7126		1143.9	4000	1854.4	2097	4364	1094	310	5147	3365
3	C	42.0	37.0	127.1	0.0	18.5	8.7	78.5	729.0	341.5		100	78.5	7422		1143.9	4000	1872.9	2118	4545	1105	318	5332	3499
3	C	43.0	38.0	127.1	0.0	18.5	8.7	80.5	747.5	350.2		100	80.5	7726		1143.9	4000	1891.4	2139	4731	1116	325	5522	3637
3	C	44.0	39.0	127.1	0.0	18.5	8.7	82.5	766.0	358.9		100	82.5	8037		1143.9	4000	1909.9	2160	4922	1127	333	5716	3778
3	C	45.0	40.0	127.1	0.0	18.5	8.7	84.5	784.5	367.6		100	84.5	8356		1143.9	4000	1928.4	2181	5117	1138	340	5915	3922
3	C	46.0	41.0	127.1	0.0	18.5	8.7	86.5	803.0	376.3		100	86.5	8682		1143.9	4000	1946.9	2202	5317	1149	347	6118	4069
4	C	47.0	42.0	40.5	0.0	18.5	8.7	88.5	821.5	385.0		100	88.5	9016		364.5	4000	1186.0	1341	5521	700	355	5866	4219
4	C	48.0	43.0	40.5	0.0	18.5	8.7	90.5	840.0	393.6		100	90.5	9357		364.5	4000	1204.5	1362	5730	711	362	6079	4373
4	C	49.0	44.0	40.5	0.0	18.5	8.7	92.5	858.5	402.3		100	92.5	9706		364.5	4000	1223.0	1383	5944	722	369	6296	4530
4	C	50.0	45.0	40.5	0.0	18.5	8.7	94.5	877.0	411.0		100	94.5	10062		364.5	4000	1241.5	1404	6162	732	377	6518	4690

LAVORO: SS291 OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA ALLINEAMENTI: PILA P5  
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
PILA P5	42.0	5521	700	5866	4050	69%	4219	0	0%

**RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA**

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione:  
**Rcd,gr = npali x η x Rcd**  
 in cui:  
 npali: numero complessivo di pali presenti nella palificata  
 η: efficienza della palificata  
 Rcd: Resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione  
 L'efficienza della palificata η, relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 m n}$$

nella quale:  
 i: interasse tra i pali  
 d: diametro dei pali  
 m: numero di file  
 n: numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA									
ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
PILA P5	1.20	3.60	16	4	4	0.69	65020	52176	80%

**LAVORO: SS291**      **OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA**      **ALLINEAMENTI: SPB**  
**RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE**      **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:  
**Rcd = Rbd + Rsd + Wp**  
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:  
**Rtd = 0.7 Rsd + Wp**  
 in cui:  
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto  
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto  
 Rbk = Min [(Rbc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rbc,cal)<sub>min</sub> / ξ4 Resistenza alla punta caratteristica  
 Rsk = Min [(Rsc,cal)<sub>media</sub> / ξ3; (Rsc,cal)<sub>min</sub> / ξ4 Resistenza laterale caratteristica  
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo  
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo  
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali γR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γb	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γs	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γst	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Peso del palo**  
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:  
 Wp(z) = (γcls - γnat) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:  
 Qb = qb x Ab  
 dove:  
 Ab: Area della superficie di base del palo  
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari  
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:  
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)  
 dove:  
 As: Area della superficie laterale del palo  
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato  
 dzi: altezza dell'iesimo strato

**Terreni coesivi (c<>0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

**Resistenza unitaria alla base**  
 La resistenza alla base viene espressa come:  
 qb = σv + 9 cu

**Resistenza laterale unitaria**  
 qs = α cu con:  
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:  
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

**Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci

**Resistenza unitaria alla base**  
 In accordo alla teoria di Berenzantsev<sup>(7)</sup>:  
 qb = Nq\* x σ'v con:

Nq\*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)

In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:  
 qbmax1 = Nspt x αN con:

αN = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose  
 [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella

Ghiaie:	qb,max = 7500 kPa
Sabbie:	qb,max = 5800 kPa
Sabbie limose:	qb,max = 4300 kPa

**Resistenza laterale unitaria**  
 ql = β σ'v con:  
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z<sup>0.34</sup> >= 0.2 per i depositi sabbiosi  
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z<sup>0.75</sup> >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):

qsmax = 3 x Nspt	per Nspt <= 53
qsmax = 142 + 0.32 x Nspt	per Nspt > 53

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO**

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m <sup>2</sup>	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m <sup>2</sup>	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m <sup>3</sup>	γp	25.00

**LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)**

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	2.50
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	3.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

**SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO**

Tensione totale in testa palo	kPa	σvi	54.0
Tensione efficace in testa palo	kPa	σ'vi	49.1

**COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE**

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

**FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA**

Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	MEDI
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	4
coefficiente ξ	1.55

**STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)**      **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	UG1	0.0	12.0	S		32.0	1.00	1.00	0.0	32.0	18.0	37	111	120	4440	4440	37
2	UG5	12.0	60.0	S		35.0	1.00	1.00	0.0	35.0	18.0	45	135	120	5400	5400	45
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS291

OPERA: T02-VI01 VIADOTTO FERROVIA

ALLINEAMENTI:

SPB

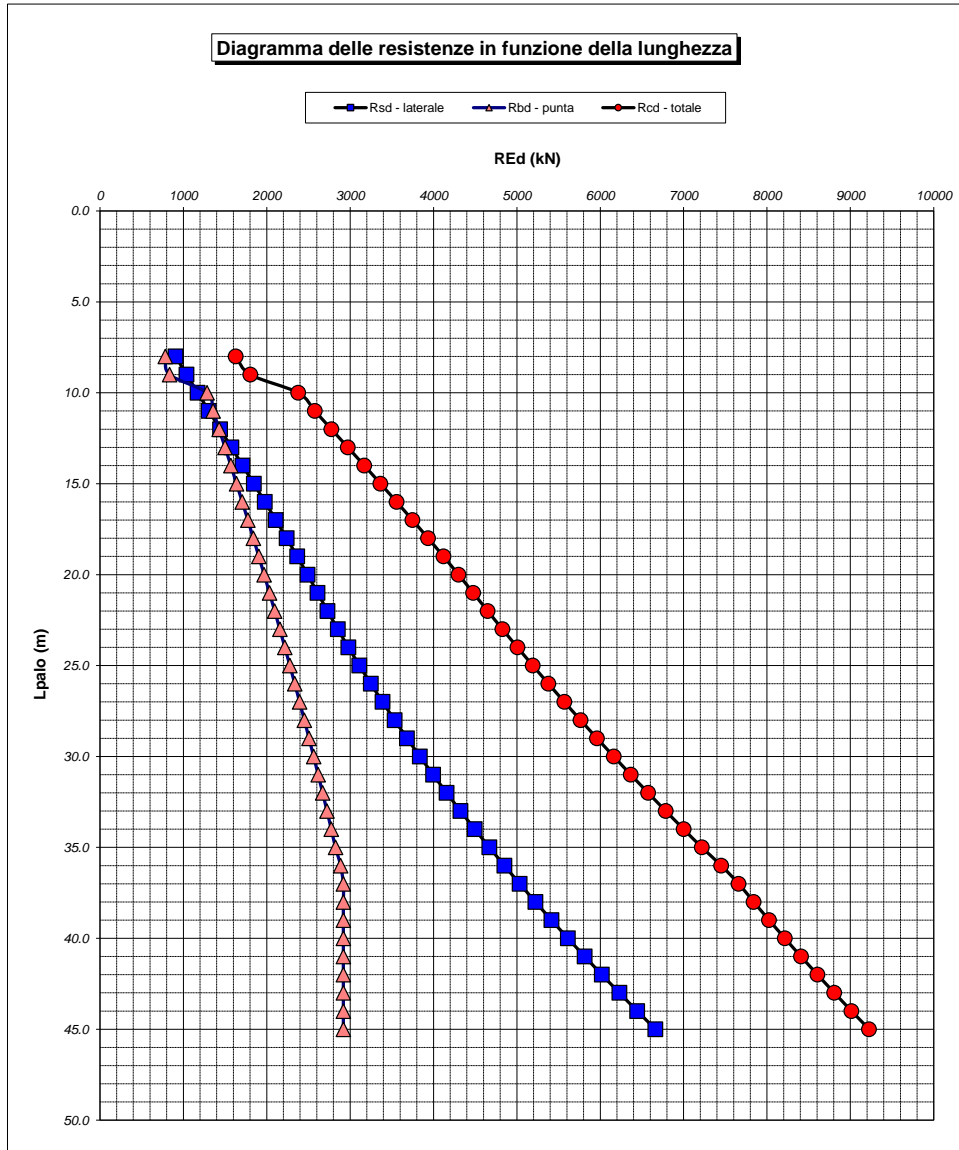
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

MEDI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	γ' kN/m <sup>3</sup>	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9*cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	S	3.0	0.0			18.0	8.2		54.0	49.1												0		
1	S	4.0	1.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	72.0	57.3	0.827	111	44.0	166	13.1		4440	750.5	849	93	406	8	491	73
1	S	5.0	2.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	90.0	65.5	0.774	111	47.5	345	13.0		4440	853.6	965	194	461	16	639	151
1	S	6.0	3.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	108.0	73.7	0.728	111	50.6	536	13.0		4440	955.6	1081	301	517	24	793	234
1	S	7.0	4.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	126.0	81.9	0.686	111	53.3	737	12.9		4440	1056.6	1195	413	571	32	953	321
1	S	8.0	5.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	144.0	90.0	0.648	111	55.7	947	12.8		4440	1156.6	1308	531	625	40	1117	411
1	S	9.0	6.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	162.0	98.2	0.613	111	57.8	1165	12.8		4440	1255.4	1420	653	679	48	1284	505
1	S	10.0	7.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	180.0	106.4	0.581	111	59.5	1389	12.7		4440	1353.3	1531	779	731	55	1455	601
1	S	11.0	8.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	198.0	114.6	0.551	111	60.9	1618	12.7		4440	1450.0	1640	908	784	63	1628	699
1	S	12.0	9.0	0.0	32.0	18.0	8.2	0.0	216.0	122.8	0.522	111	62.0	1852	12.6		4440	1545.8	1748	1039	835	71	1803	799
2	S	13.0	10.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	234.0	131.0	0.495	135	62.9	2089	18.1		5400	2376.8	2688	1172	1285	79	2378	900
2	S	14.0	11.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	252.0	139.2	0.470	135	63.5	2328	18.0		5400	2511.1	2840	1306	1357	87	2576	1001
2	S	15.0	12.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	270.0	147.4	0.445	135	63.8	2569	17.9		5400	2643.6	2990	1441	1429	95	2775	1104
2	S	16.0	13.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	288.0	155.6	0.422	135	63.9	2810	17.8		5400	2774.5	3138	1576	1500	103	2973	1206
2	S	17.0	14.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	306.0	163.8	0.399	135	63.8	3050	17.7		5400	2903.7	3284	1711	1569	111	3170	1309
2	S	18.0	15.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	324.0	171.9	0.378	135	63.4	3289	17.6		5400	3031.2	3428	1845	1638	119	3365	1411
2	S	19.0	16.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	342.0	180.1	0.357	135	62.9	3526	17.5		5400	3157.0	3570	1978	1706	127	3558	1512
2	S	20.0	17.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	360.0	188.3	0.337	135	62.1	3760	17.4		5400	3281.1	3711	2110	1773	135	3748	1611
2	S	21.0	18.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	378.0	196.5	0.317	135	61.1	3991	17.3		5400	3403.5	3849	2239	1840	143	3936	1710
2	S	22.0	19.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	396.0	204.7	0.299	135	59.9	4217	17.2		5400	3524.3	3986	2366	1905	150	4120	1806
2	S	23.0	20.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	414.0	212.9	0.280	135	58.5	4437	17.1		5400	3643.3	4120	2489	1969	158	4300	1901
2	S	24.0	21.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	432.0	221.1	0.263	135	57.0	4652	17.0		5400	3760.7	4253	2610	2033	166	4476	1993
2	S	25.0	22.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	450.0	229.3	0.250	135	56.3	4864	16.9		5400	3876.3	4384	2729	2095	174	4650	2084
2	S	26.0	23.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	468.0	237.5	0.250	135	58.3	5084	16.8		5400	3990.3	4513	2852	2157	182	4827	2179
2	S	27.0	24.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	486.0	245.7	0.250	135	60.4	5312	16.7		5400	4102.6	4640	2980	2217	190	5007	2276
2	S	28.0	25.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	504.0	253.8	0.250	135	62.4	5547	16.6		5400	4213.2	4765	3112	2277	198	5191	2376
2	S	29.0	26.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	522.0	262.0	0.250	135	64.5	5790	16.5		5400	4322.1	4888	3248	2336	206	5379	2480
2	S	30.0	27.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	540.0	270.2	0.250	135	66.5	6041	16.4		5400	4429.3	5009	3389	2394	214	5569	2586
2	S	31.0	28.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	558.0	278.4	0.250	135	68.6	6300	16.3		5400	4534.9	5129	3534	2451	222	5764	2696
2	S	32.0	29.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	576.0	286.6	0.250	135	70.6	6566	16.2		5400	4638.7	5246	3684	2507	230	5961	2808
2	S	33.0	30.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	594.0	294.8	0.250	135	72.7	6840	16.1		5400	4740.9	5362	3837	2562	238	6162	2924
2	S	34.0	31.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	612.0	303.0	0.250	135	74.7	7122	16.0		5400	4841.3	5475	3995	2617	245	6367	3042
2	S	35.0	32.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	630.0	311.2	0.250	135	76.8	7411	15.9		5400	4940.1	5587	4158	2670	253	6574	3164
2	S	36.0	33.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	648.0	319.4	0.250	135	78.8	7708	15.8		5400	5037.2	5697	4324	2723	261	6786	3288
2	S	37.0	34.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	666.0	327.6	0.250	135	80.9	8013	15.7		5400	5132.6	5805	4495	2774	269	7000	3416
2	S	38.0	35.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	684.0	335.7	0.250	135	82.9	8326	15.6		5400	5226.3	5911	4671	2825	277	7218	3547
2	S	39.0	36.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	702.0	343.9	0.250	135	85.0	8646	15.5		5400	5339.6	6039	4850	2886	285	7451	3680
2	S	40.0	37.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	720.0	352.1	0.250	135	87.0	8974	15.5		5400	5400.0	6107	5034	2919	293	7660	3817
2	S	41.0	38.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	738.0	360.3	0.250	135	89.1	9310	15.5		5400	5400.0	6107	5223	2919	301	7841	3957
2	S	42.0	39.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	756.0	368.5	0.250	135	91.1	9653	15.5		5400	5400.0	6107	5416	2919	309	8025	4100
2	S	43.0	40.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	774.0	376.7	0.250	135	93.2	10004	15.5		5400	5400.0	6107	5613	2919	317	8214	4245
2	S	44.0	41.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	792.0	384.9	0.250	135	95.2	10363	15.5		5400	5400.0	6107	5814	2919	325	8408	4394
2	S	45.0	42.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	810.0	393.1	0.250	135	97.2	10730	15.5		5400	5400.0	6107	6020	2919	333	8606	4546
2	S	46.0	43.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	828.0	401.3	0.250	135	99.3	11104	15.5		5400	5400.0	6107	6230	2919	340	8808	4701
2	S	47.0	44.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	846.0	409.5	0.250	135	101.3	11486	15.5		5400	5400.0	6107	6444	2919	348	9014	4859
2	S	48.0	45.0	0.0	35.0	18.0	8.2	0.0	864.0	417.6	0.250	135	103.4	11876	15.5		5400	5400.0	6107	6663	2919	356	9225	5020

LAVORO: SS291 OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA ALLINEAMENTI: SPB  
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
SPB	30.0	3837	2562	6162	3367	55%	2924	0	0%

**RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA**

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$$

in cui:

npali:

$\eta$

Rcd è il numero complessivo di pali presenti nella palificata  
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata è la resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

nella quale:

i

d

m

n

interasse tra i pali  
 diametro dei pali  
 numero di file  
 numero massimo di pali in ciascuna fila

**RESISTENZA DELLA PALIFICATA**

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	$\eta$	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPB	1.20	3.60	16	4	4	0.69	68302	48024	70%



**LAVORO: SS291 OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA ALLINEAMENTI: SPB**  
**RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:  
**Rcd = Rbd + Rsd + Wp**  
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:  
**Rtd = 0.7 Rsd + Wp**  
 in cui:  
 Rbd = Rbk / γ<sub>b</sub>: Resistenza alla base di progetto  
 Rsd = Rsk / γ<sub>s</sub>: Resistenza laterale di progetto  
 Rbk = Min [(Rbc,cal)<sub>media</sub> / ξ<sub>3</sub>; (Rbc,cal)<sub>min</sub> / ξ<sub>4</sub>] Resistenza alla punta caratteristica  
 Rsk = Min [(Rsc,cal)<sub>media</sub> / ξ<sub>3</sub>; (Rsc,cal)<sub>min</sub> / ξ<sub>4</sub>] Resistenza laterale caratteristica  
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo  
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo  
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali γ <sub>R</sub> da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γ <sub>R</sub>	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ <sub>b</sub>	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γ <sub>s</sub>	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ <sub>st</sub>	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Peso del palo**  
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:  
 Wp(z) = (γ<sub>cls</sub> - γ<sub>nat</sub>) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:  
 Qb = qb x Ab  
 dove:  
 Ab: Area della superficie di base del palo  
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari  
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:  
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)  
 dove:  
 As: Area della superficie laterale del palo  
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato  
 dzi: altezza dell'iesimo strato

**Terreni coesivi (c<>0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

**Resistenza unitaria alla base**  
 La resistenza alla base viene espressa come:  
 qb = σv + 9 cu

**Resistenza laterale unitaria**  
 qs = α cu con:  
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:  
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

**Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci

**Resistenza unitaria alla base**  
 In accordo alla teoria di Berenzantsev<sup>(7)</sup>:  
 qb = Nq\* x σ'v con:

Nq\*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)

In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:  
 qbmax1 = Nspt x α<sub>N</sub> con:

α<sub>N</sub> = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella

Ghiaie:	qb,max = 7500 kPa
Sabbie:	qb,max = 5800 kPa
Sabbie limose:	qb,max = 4300 kPa

**Resistenza laterale unitaria**  
 ql = β σ'v con:  
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z<sup>0.34</sup> >= 0.2 per i depositi sabbiosi  
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z<sup>0.75</sup> >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi  
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):

qsmax = 3 x Nspt	per Nspt <= 53
qsmax = 142 + 0.32 x Nspt	per Nspt > 53

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO**

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m <sup>2</sup>	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m <sup>2</sup>	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m <sup>3</sup>	γp	25.00

**LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)**

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	2.50
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	3.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

**SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO**

Tensione totale in testa palo	kPa	σ <sub>vi</sub>	51.0
Tensione efficace in testa palo	kPa	σ' <sub>vi</sub>	46.1

**COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE**

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γ <sub>b</sub>	1.35
coefficiente γ <sub>s</sub>	1.15

**FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA**

Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	MINIMI
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	4
coefficiente ξ	1.42

**STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)** COMBINAZIONE M1

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ <sup>k</sup> deg	γcu	γφ <sup>k</sup>	cud-qud kPa	φ <sup>d</sup> deg	γ kN/m <sup>3</sup>	Nspt side	ql,max kPa	α <sub>N</sub>	Nspt*α <sub>N</sub>	qp,max kPa	Nspt base
1	UG1	0.0	12.0	S		30.0	1.00	1.00	0.0	30.0	17.0	32	96	120	3840	3840	32
2	UG5	12.0	60.0	S		30.0	1.00	1.00	0.0	30.0	16.0	35	105	120	4200	4200	35
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: SS291

OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA

ALLINEAMENTI:

SPB

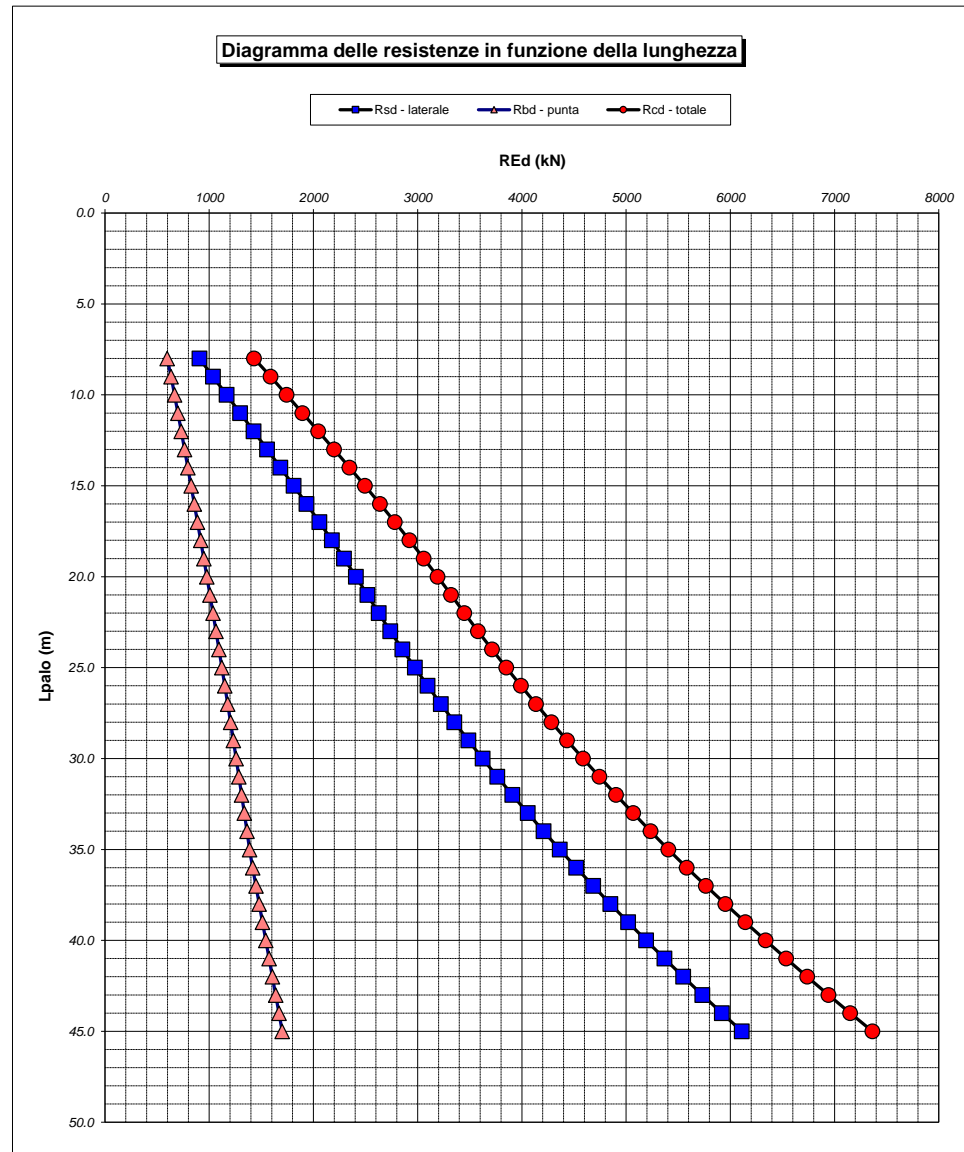
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

MINIMI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	γ' kN/m <sup>3</sup>	qa kPa	σv kPa	σ' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9*cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	S	3.0	0.0			17.0	7.2		51.0	46.1												0		
1	S	4.0	1.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	68.0	53.3	0.827	96	41.1	155	10.0		3840	534.6	605	95	315	9	401	75
1	S	5.0	2.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	85.0	60.5	0.774	96	44.0	321	10.0		3840	604.3	683	197	356	18	535	156
1	S	6.0	3.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	102.0	67.7	0.728	96	46.6	497	10.0		3840	673.4	762	304	397	27	674	240
1	S	7.0	4.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	119.0	74.9	0.686	96	48.9	681	9.9		3840	741.9	839	417	438	36	819	328
1	S	8.0	5.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	136.0	82.0	0.648	96	50.9	873	9.9		3840	809.8	916	534	478	45	967	419
1	S	9.0	6.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	153.0	89.2	0.613	96	52.5	1071	9.8		3840	877.2	992	656	518	54	1119	513
1	S	10.0	7.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	170.0	96.4	0.581	96	53.9	1274	9.8		3840	944.0	1068	780	557	63	1274	610
1	S	11.0	8.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	187.0	103.6	0.551	96	55.1	1482	9.7		3840	1010.1	1142	907	596	72	1431	708
1	S	12.0	9.0	0.0	30.0	17.0	7.2	0.0	204.0	110.8	0.522	96	56.0	1693	9.7		3840	1075.8	1217	1037	635	81	1590	807
2	S	13.0	10.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	220.0	117.0	0.495	105	56.4	1906	9.7		4200	1131.1	1279	1167	667	92	1743	909
2	S	14.0	11.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	236.0	123.2	0.470	105	56.4	2118	9.6		4200	1186.0	1341	1297	700	102	1895	1010
2	S	15.0	12.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	252.0	129.4	0.445	105	56.2	2330	9.6		4200	1240.3	1403	1427	732	112	2047	1111
2	S	16.0	13.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	268.0	135.6	0.422	105	55.9	2541	9.5		4200	1294.2	1464	1556	764	122	2197	1211
2	S	17.0	14.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	284.0	141.8	0.399	105	55.4	2750	9.5		4200	1347.6	1524	1684	795	132	2347	1311
2	S	18.0	15.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	300.0	147.9	0.378	105	54.7	2956	9.5		4200	1400.4	1584	1810	826	143	2494	1410
2	S	19.0	16.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	316.0	154.1	0.357	105	53.9	3160	9.4		4200	1452.8	1643	1935	857	153	2639	1507
2	S	20.0	17.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	332.0	160.3	0.337	105	53.0	3359	9.4		4200	1504.6	1702	2057	888	163	2782	1603
2	S	21.0	18.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	348.0	166.5	0.317	105	51.9	3555	9.3		4200	1556.0	1760	2177	918	173	2922	1697
2	S	22.0	19.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	364.0	172.7	0.299	105	50.7	3746	9.3		4200	1606.8	1817	2294	948	183	3059	1789
2	S	23.0	20.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	380.0	178.9	0.280	105	49.3	3932	9.3		4200	1657.2	1874	2408	978	193	3192	1879
2	S	24.0	21.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	396.0	185.1	0.263	105	47.8	4112	9.2		4200	1707.0	1931	2518	1007	204	3321	1966
2	S	25.0	22.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	412.0	191.3	0.250	105	47.0	4289	9.2		4200	1756.4	1986	2627	1036	214	3449	2052
2	S	26.0	23.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	428.0	197.5	0.250	105	48.6	4472	9.1		4200	1805.2	2042	2739	1065	224	3580	2141
2	S	27.0	24.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	444.0	203.7	0.250	105	50.1	4661	9.1		4200	1853.6	2096	2854	1094	234	3714	2232
2	S	28.0	25.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	460.0	209.8	0.250	105	51.7	4856	9.1		4200	1901.4	2150	2974	1122	244	3851	2326
2	S	29.0	26.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	476.0	216.0	0.250	105	53.2	5057	9.0		4200	1948.7	2204	3097	1150	254	3992	2422
2	S	30.0	27.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	492.0	222.2	0.250	105	54.8	5263	9.0		4200	1995.6	2257	3223	1177	265	4136	2521
2	S	31.0	28.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	508.0	228.4	0.250	105	56.3	5476	8.9		4200	2041.9	2309	3353	1205	275	4283	2622
2	S	32.0	29.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	524.0	234.6	0.250	105	57.9	5694	8.9		4200	2087.8	2361	3487	1232	285	4434	2726
2	S	33.0	30.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	540.0	240.8	0.250	105	59.4	5918	8.9		4200	2133.1	2412	3624	1258	295	4587	2832
2	S	34.0	31.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	556.0	247.0	0.250	105	61.0	6148	8.8		4200	2177.9	2463	3765	1285	305	4744	2941
2	S	35.0	32.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	572.0	253.2	0.250	105	62.5	6384	8.8		4200	2222.3	2513	3909	1311	316	4905	3052
2	S	36.0	33.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	588.0	259.4	0.250	105	64.1	6625	8.7		4200	2266.1	2563	4057	1337	326	5068	3166
2	S	37.0	34.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	604.0	265.6	0.250	105	65.6	6872	8.7		4200	2309.4	2612	4208	1363	336	5235	3282
2	S	38.0	35.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	620.0	271.7	0.250	105	67.2	7126	8.7		4200	2352.3	2660	4364	1388	346	5405	3401
2	S	39.0	36.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	636.0	277.9	0.250	105	68.7	7385	8.6		4200	2401.4	2716	4522	1417	356	5583	3522
2	S	40.0	37.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	652.0	284.1	0.250	105	70.3	7650	8.6		4200	2454.8	2776	4684	1448	366	5766	3645
2	S	41.0	38.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	668.0	290.3	0.250	105	71.8	7920	8.6		4200	2508.3	2837	4850	1480	377	5953	3772
2	S	42.0	39.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	684.0	296.5	0.250	105	73.4	8197	8.6		4200	2561.8	2897	5019	1511	387	6144	3900
2	S	43.0	40.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	700.0	302.7	0.250	105	74.9	8479	8.6		4200	2615.3	2958	5192	1543	397	6338	4032
2	S	44.0	41.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	716.0	308.9	0.250	105	76.4	8767	8.6		4200	2668.8	3018	5369	1574	407	6536	4165
2	S	45.0	42.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	732.0	315.1	0.250	105	78.0	9061	8.6		4200	2722.2	3079	5549	1606	417	6738	4302
2	S	46.0	43.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	748.0	321.3	0.250	105	79.5	9361	8.6		4200	2775.7	3139	5733	1638	428	6943	4440
2	S	47.0	44.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	764.0	327.5	0.250	105	81.1	9667	8.6		4200	2829.2	3200	5920	1669	438	7151	4582
2	S	48.0	45.0	0.0	30.0	16.0	6.2	0.0	780.0	333.6	0.250	105	82.6	9979	8.6		4200	2882.7	3260	6111	1701	448	7363	4725

LAVORO: SS291      OPERA: TO2-VI01 VIADOTTO FERROVIA      ALLINEAMENTI: SPB  
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE      VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
SPB	30.0	3624	1258	4587	3367	73%	2832	0	0%


**RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA**

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo **Rcd,gr** viene determinata in base alla seguente espressione:  
**Rcd,gr = npali x η x Rcd**  
 in cui:  
 npali: numero complessivo di pali presenti nella palificata  
 η: efficienza della palificata  
 Rcd: Resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione  
 L'efficienza della palificata η, relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 m n}$$

nella quale:  
 i: interasse tra i pali  
 d: diametro dei pali  
 m: numero di file  
 n: numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA									
ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPB	1.20	3.60	16	4	4	0.69	50846	48024	94%

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
CA-29	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

**20 ALLEGATO 7 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi trasversali  $R_{tr,d}$  è pari a:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$$

$$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$$

$$R_{tr,calc} = H_{lim}$$

Resistenza ai carichi trasversali di progetto

Resistenza ai carichi trasversali caratteristica

Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

Il coefficiente parziale  $\gamma_T$  per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3)  $\gamma_T$  1.30

I Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

Diametro del palo	D	m	1.20
Momento di plasticizzazione: $M_y = W_p \times f_{yk} / \gamma_{M0}$	$M_y = MR_d$	kNm	4375.0

#### AFFONDAMENTO DEL PALO

Profondità della testa del palo da piano di campagna	Hr	m	3.00
--	----	---	------

#### CONDIZIONI DI FALDA

Palo sopra falda (0) - Palo sotto falda (1)	Falda		1
---	-------	--	---

#### FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	4
coefficiente $\xi_3$	1.55
coefficiente $\xi_4$	1.42

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,med}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'_{med}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_{med}$ deg	$k_{p,med}$	$L_{med}$ (m)	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI UG1	18.0	8.2	32.0	3.25	4.38	3690.1	1831.3

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,min}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'_{min}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_{min}$ deg	$k_{p,min}$	$L_{min}$ (m)	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI UG1	17.0	7.2	30.0	3.00	4.70	3442.0	1864.6

Resistenza di progetto del palo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	1831.3
---	------------	----	--------

ALLINEAMENTO	PALO SINGOLO			PALIFICATA				
	$R_{tr,d}$ (kN)	$F_{tr,d}$ (kN)	c.u.1	$n_{pali}$	$\eta$ (%)	$R_{tr,dgr}$ (kN)	$F_{tr,dgr}$ (kN)	c.u.gr
SPA	1831.3	1043.0	57%	16	80%	23441	16688	71%
SPB	1831.3	964.0	53%	16	80%	23441	15424	66%

**LAVORO: SS291 ALGHERO****OPERA:****T02-VI01****RESISTENZA DI UN PALO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI****ALLINEAMENTI:****PILE**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi trasversali  $R_{tr,d}$  è pari a:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$$

$$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$$

$$R_{tr,calc} = H_{lim}$$

Resistenza ai carichi trasversali di progetto

Resistenza ai carichi trasversali caratteristica

Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

Il coefficiente parziale  $\gamma_T$  per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3)	$\gamma_T$	1.30
----------------------------	------------	------

I Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO**

Diametro del palo	D	m	1.20
Momento di plasticizzazione: $M_y = W_p \times f_{yk} / \gamma_{M0}$	$M_y = MR_d$	kNm	2234.0

**AFFONDAMENTO DEL PALO**

Profondità della testa del palo da piano di campagna	Hr	m	3.00
--	----	---	------

**CONDIZIONI DI FALDA**

Palo sopra falda (0) - Palo sotto falda (1)	Falda		1
---	-------	--	---

**FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA**


Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	4
coefficiente $\xi_3$	1.55
coefficiente $\xi_4$	1.42

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,med}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'_{med}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_{med}$ deg	$k_{p,med}$	$L_{med}$ (m)	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI UG1	18.0	8.2	32.0	3.25	3.26	2571.8	1276.3

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,min}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma'_{min}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_{min}$ deg	$k_{p,min}$	$L_{min}$ (m)	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI UG1	17.0	7.2	30.0	3.00	3.49	2399.0	1299.6

Resistenza di progetto del palo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	1276.3
---	------------	----	--------

ALLINEAMENTO	PALO SINGOLO			PALIFICATA				
	$R_{tr,d}$ (kN)	$F_{tr,d}$ (kN)	c.u.1	$n_{pali}$	$\eta$ (%)	$R_{tr,dgr}$ (kN)	$F_{tr,dgr}$ (kN)	c.u.gr
PILE	1276.3	243.0	19%	16	80%	16337	3888.0	24%

S.S.291 "Della Nurra"		
Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero – Fertilia (bretella per l'aeroporto)		
<b>CA-29</b>	<b><i>Relazione Tecnica e di calcolo – Sottostrutture e Fondazioni – Viadotto Ferrovia</i></b>	

## **21 ALLEGATO 8 – FONDAZIONI SU PALI – CEDIMENTI**

**CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE**  
**LAVORO: SS291 VIADOTTO FERROVIA SPALLA SPA**

**CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO**

Dati	var	unità	
Diametro del fusto del palo	D	m	1.20
Diametro della base del palo	Db	m	1.20
Lunghezza del palo	L	m	40.00
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	33346
Spessore dello strato	h	m	1000000

Modulo elastico del terreno lungo il fusto

Strato n.	Da (m)	A (m)	sp. (m)	Esi (Mpa)	Esi x sp.	n	n x sp.
1	0.00	4.50	4.50	15.0	67.5	0.30	1.35
2	4.50	40.00	35.50	23.0	816.5	0.30	3
3							
4							
5							
6							
7							
8							
			40.00		884		4.35

UG1  
UG6

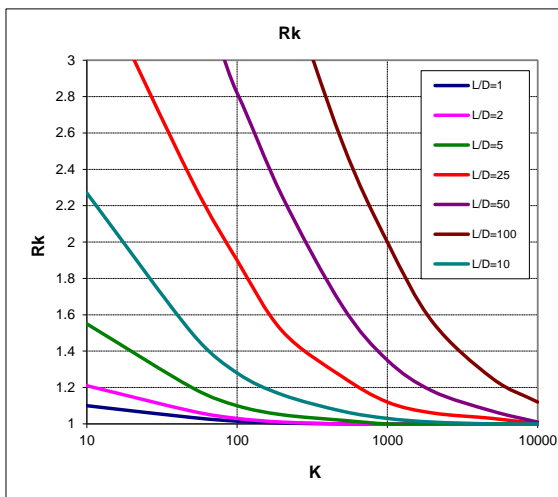
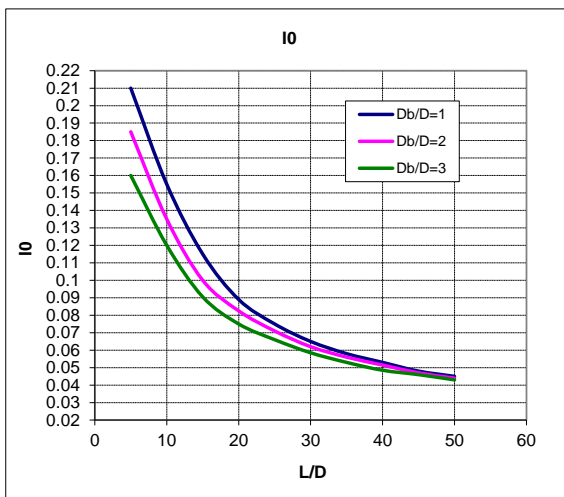
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	22
Modulo di Poisson	ns		0.11

**Fattore di influenza I0**

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	33.3
Fattore di influenza I0	I0	0.060

**Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)**

Rapporto L/D	L/D	33.3
Rapporto di rigidezza	K	1509
Fattore correttivo Rn		1.15

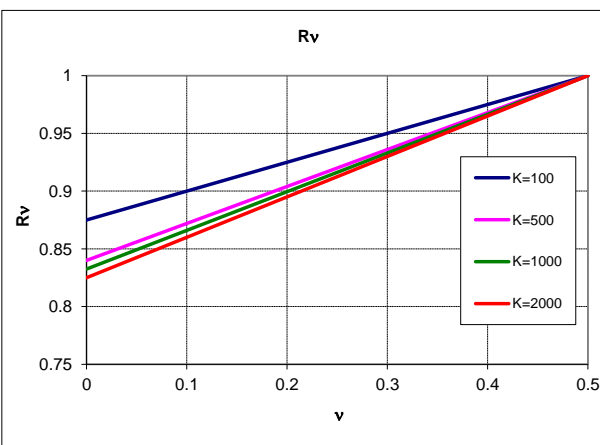
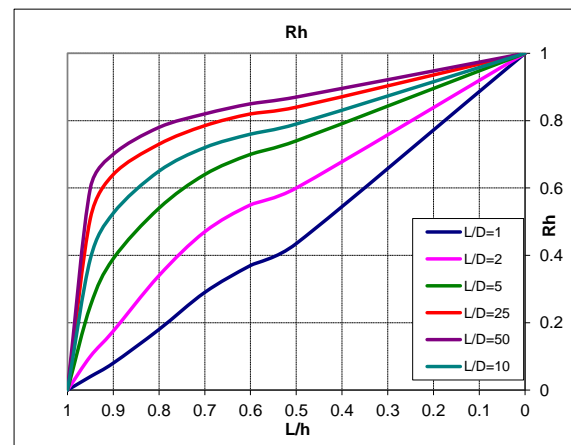


**Fattore correttivo Rh**

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	33.3
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

**Fattore correttivo Rv**

Modulo di Poisson	n	0.11
Rapporto di rigidezza	K	1509
Fattore di influenza Rv	Rv	0.87



Fattore di influenza per palo sospeso:  $I = I0 \times Rk \times Rh \times Rv = 0.060$

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	2353	2321	2170
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	5.3	5.2	4.9

**CEDIMENTI DELLA PALIFICATA**

Dati	var	unità	
Larghezza della palificata	B	m	12.80
fattore $(0.6B / (0.3B + 0.3))^2$	fac p		3.44

Cedimenti della palificata	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
$w = w1 \times facp$	mm	18.3	18.1	16.9



**CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE**

**LAVORO: SS291 VIADOTTO FERROVIA PILE DA P1 A P4**

**CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO**

Dati	var	unità	
Diametro del fusto del palo	D	m	1.20
Diametro della base del palo	Db	m	1.20
Lunghezza del palo	L	m	42.00
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	33346
Spessore dello strato	h	m	1000000

Modulo elastico del terreno lungo il fusto

Strato n.	Da (m)	A (m)	sp. (m)	Esi (Mpa)	Esi x sp.	n	n x sp.
1	0.00	10.00	10.00	15.0	150	0.30	3
2	10.00	42.00	32.00	23.0	736	0.30	3
3							
4							
5							
6							
7							
8							
			42.00	886	6		

UG1  
UG6

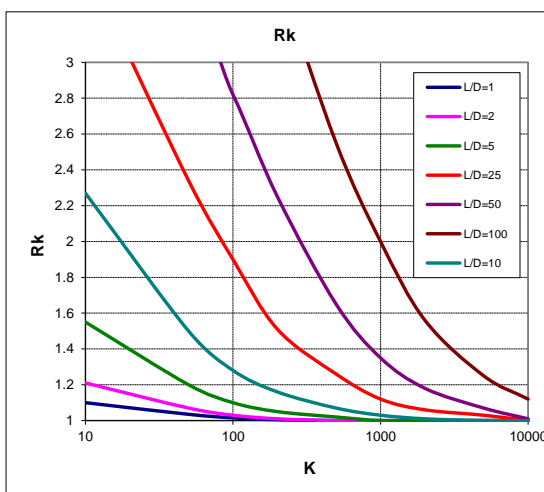
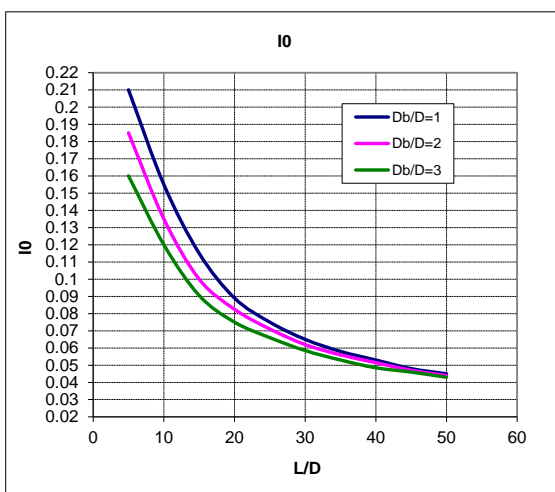
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	21
Modulo di Poisson	ns		0.14

**Fattore di influenza I0**

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	35.0
Fattore di influenza I0	I0	0.058

**Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)**

Rapporto L/D	L/D	35.0
Rapporto di rigidezza	K	1581
Fattore correttivo Rn	Rn	1.15

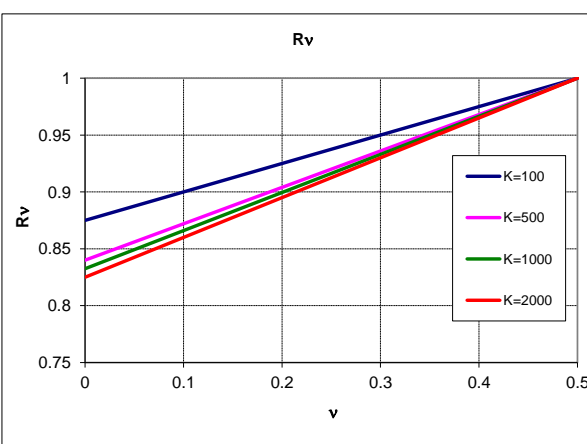
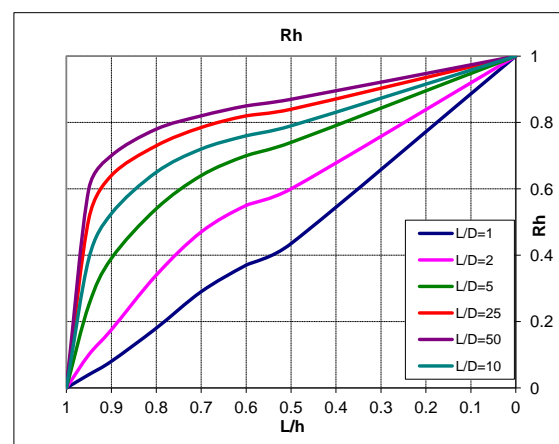


**Fattore correttivo Rh**

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	35.0
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

**Fattore correttivo Rv**

Modulo di Poisson	n	0.14
Rapporto di rigidezza	K	1581
Fattore di influenza Rv	Rv	0.88



Fattore di influenza per palo sospeso:  $I = I0 \times Rk \times Rh \times Rv = 0.059$

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	3200	2855	2412
	kN	2970	2617	2171
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	7.4	6.6	5.6

P2  
P4

**CEDIMENTI DELLA PALIFICATA**

Dati	var	unità	
Larghezza della palificata	B	m	12.80
fattore $(0.6B / (0.3B + 0.3))^2$	fac p		3.44

Cedimenti della palificata	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
$w = w1 \times facp$	mm	25.5	22.7	19.2

**CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE**  
**LAVORO: SS291 VIADOTTO FERROVIA PILE P5**

**CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO**

Dati	var	unità	
Diametro del fusto del palo	D	m	1.20
Diametro della base del palo	Db	m	1.20
Lunghezza del palo	L	m	42.00
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	33346
Spessore dello strato	h	m	1000000

Modulo elastico del terreno lungo il fusto

Strato n.	Da (m)	A (m)	sp. (m)	Esi (Mpa)	Esi x sp.	n	n x sp.
1	0.00	7.00	7.00	15.0	105	0.30	2.1
2	7.00	19.00	12.00	23.0	276	0.30	3.6
3	19.00	42.00	23.00	57.9	1331.7	0.30	6.9
4							
5							
6							
7							
8							
			42.00		1712.7		12.6

UG1  
UG6  
UG8

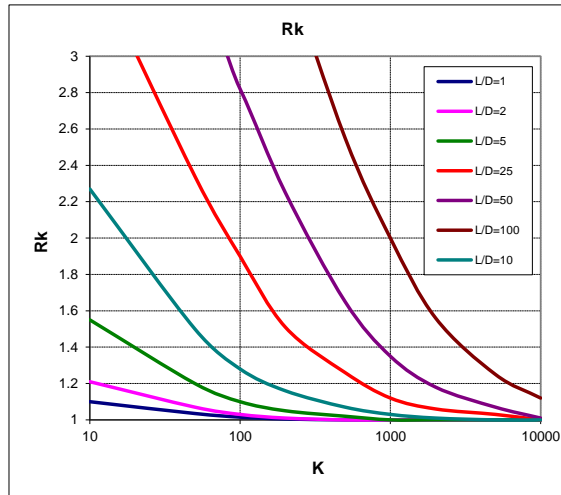
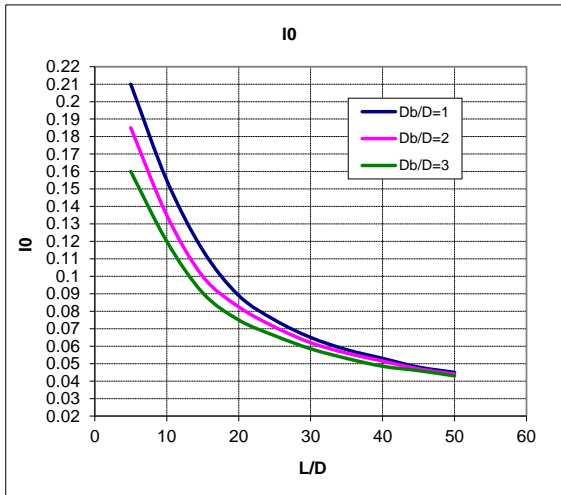
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	41
Modulo di Poisson	ns		0.30

**Fattore di influenza I0**

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	35.0
Fattore di influenza I0	I0	0.058

**Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)**

Rapporto L/D	L/D	35.0
Rapporto di rigidezza	K	818
Fattore correttivo Rn		1.29

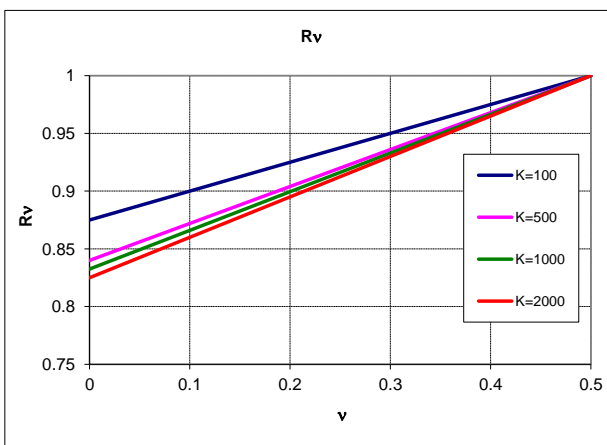
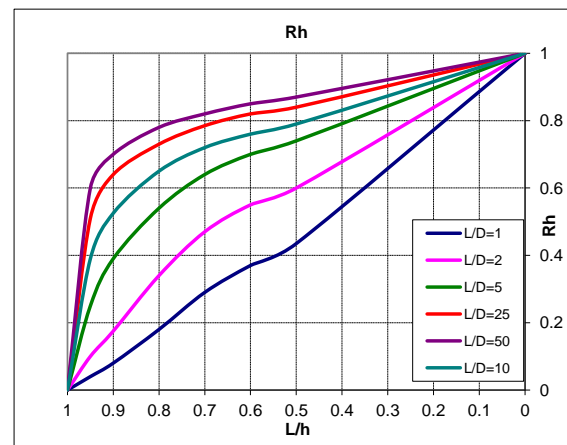


**Fattore correttivo Rh**

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	35.0
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

**Fattore correttivo Rv**

Modulo di Poisson	n	0.30
Rapporto di rigidezza	K	818
Fattore di influenza Rv	Rv	0.93



Fattore di influenza per palo sospeso:  $I = I0 \times Rk \times Rh \times Rv = 0.070$

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	2970	2617	2171
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	4.2	3.7	3.1

**CEDIMENTI DELLA PALIFICATA**

Dati	var	unità	
Larghezza della palificata	B	m	12.80
fattore $(0.6B / (0.3B + 0.3))^2$	fac p		3.44

Cedimenti della palificata	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
$w = w1 \times facp$	mm	14.6	12.8	10.6

**CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE**

**LAVORO: SS291 VIADOTTO FERROVIA SPALLA SPB**

**CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO**

Dati	var	unità	
Diametro del fusto del palo	D	m	1.20
Diametro della base del palo	Db	m	1.20
Lunghezza del palo	L	m	32.00
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	33346
Spessore dello strato	h	m	1000000

Modulo elastico del terreno lungo il fusto

Strato n.	Da (m)	A (m)	sp. (m)	Esi (Mpa)	Esi x sp.	n	n x sp.
1	0.00	9.00	9.00	15.0	135	0.30	2.7
2	9.00	32.00	23.00	40.0	920	0.30	6.9
3							
4							
5							
6							
7							
8							
			32.00	1055			9.6

UG1  
UG5

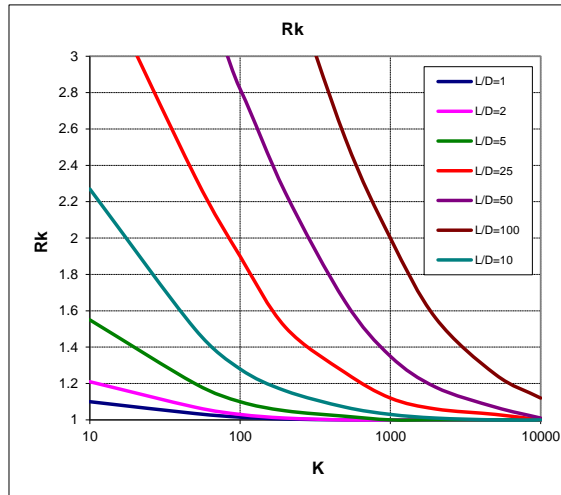
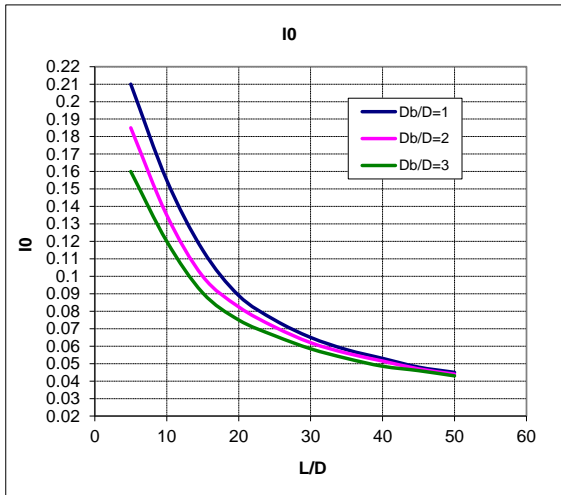
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	33
Modulo di Poisson	ns		0.30

**Fattore di influenza I0**

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	26.7
Fattore di influenza I0	I0	0.072

**Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)**

Rapporto L/D	L/D	26.7
Rapporto di rigidezza	K	1011
Fattore correttivo Rn		1.13

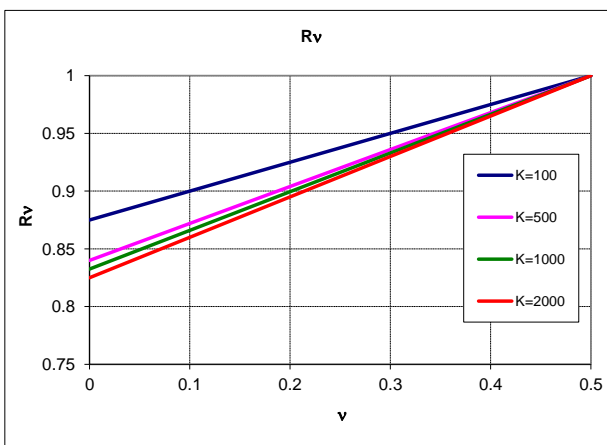
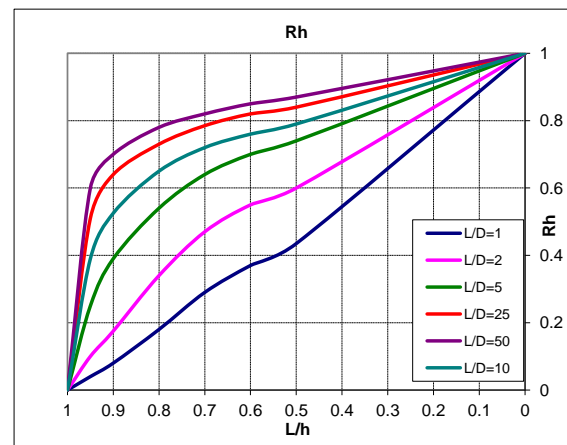


**Fattore correttivo Rh**

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	26.7
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

**Fattore correttivo Rv**

Modulo di Poisson	n	0.30
Rapporto di rigidezza	K	1011
Fattore di influenza Rv	Rv	0.93



Fattore di influenza per palo sospeso:  $I = I0 \times Rk \times Rh \times Rv = 0.076$

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	2489	2384	2229
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	4.8	4.6	4.3

**CEDIMENTI DELLA PALIFICATA**

Dati	var	unità	
Larghezza della palificata	B	m	12.80
fattore $(0.6B / (0.3B + 0.3))^2$	fac p		3.44

Cedimenti della palificata	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
$w = w1 \times facp$	mm	16.4	15.7	14.7