

S.S.121 "Catane"se"
Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – rotatoria Bolognetta

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UP62

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

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

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:

PROGETTISTA:

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. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)



VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Luigi Mupo

OPERE D'ARTE MAGGIORI

VI06 – VIADOTTO PALMERINO

Relazione tecnica e di calcolo – Carreggiata SX

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	UP62_P00VI06STRRE02_A			
DPUP0062	D 23	CODICE ELAB.	P00VI06STRRE02	A	-
D		-	-		
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	FEB. 2023	L. STARNA	E. STRAMACCI	G. PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

INDICE

1	GENERALITA'	5
1.1	OGGETTO.....	5
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA.....	5
1.2.1	<i>Vita Nominale V_n</i>	5
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i>	5
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i>	6
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	7
1.4	CONSIDERAZIONI SULLE METODOLOGIE COSTRUTTIVE.....	9
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI	10
3	NORME TECNICHE	10
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO	11
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	11
4.2	CALCESTRUZZI	13
4.2.1	<i>Copriferri nominali</i>	13
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	15
4.2.3	<i>Verifiche a fessurazione</i>	17
4.3	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE	19
4.3.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	19
4.3.2	<i>Resistenze di progetto</i>	19
4.4	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	20
4.4.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	20
4.4.2	<i>Resistenze di progetto</i>	20
4.5	CONNETTORI A PIOLO TIPO NELSON.....	20
4.5.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	20
4.5.2	<i>Resistenze di progetto</i>	21
4.6	GIUNZIONI BULLONATE	21
4.6.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	21
4.6.2	<i>Resistenze di progetto</i>	21
4.7	GIUNZIONI SALDATE	22

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

5	AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO	23
5.1	ELENCO DELLE AZIONI SUI PONTI STRADALI.....	23
5.2	ANALISI DEI CARICHI	23
5.2.1	<i>Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1</i>	<i>24</i>
5.2.2	<i>Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2</i>	<i>24</i>
5.2.3	<i>Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3.....</i>	<i>25</i>
5.2.4	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ϵ_2 e ϵ_3</i>	<i>25</i>
5.2.5	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – ϵ_4.....</i>	<i>28</i>
5.2.6	<i>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1</i>	<i>28</i>
5.2.7	<i>Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3.....</i>	<i>31</i>
5.2.8	<i>Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4.....</i>	<i>31</i>
5.2.9	<i>Azioni di Neve e di Vento – q5</i>	<i>32</i>
5.2.10	<i>Azioni della temperatura – q7.....</i>	<i>34</i>
5.2.11	<i>Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8</i>	<i>38</i>
5.2.12	<i>Resistenze parassite dei vincoli – q9</i>	<i>40</i>
5.2.13	<i>Azioni sismiche – E</i>	<i>40</i>
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	44
5.3.1	<i>Combinazioni di carico in esercizio</i>	<i>44</i>
5.3.2	<i>Combinazioni di carico in fase sismica.....</i>	<i>47</i>
6	ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO.....	48
7	ANALISI DELLE SOTTOSTRUTTURE	49
7.1	CRITERI DI CALCOLO	49
7.1.1	<i>Definizione del modello di calcolo</i>	<i>49</i>
7.1.2	<i>Caratteristiche geometrico-inerziali in fase di analisi</i>	<i>49</i>
7.1.3	<i>Larghezze collaboranti in fase di analisi e di verifica</i>	<i>49</i>
7.1.4	<i>Isolatori elastomerici.....</i>	<i>49</i>
7.2	ANALISI STATICA GLOBALE	50
7.2.1	<i>Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi</i>	<i>50</i>
7.2.2	<i>Applicazione dei carichi al modello.....</i>	<i>51</i>
7.2.3	<i>Analisi in fase sismica</i>	<i>53</i>
7.2.4	<i>Risposta sismica.....</i>	<i>54</i>

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

8	VERIFICHE PILE	58
8.1	CRITERI DI CALCOLO	58
8.2	ANALISI DELLA PALIFICATA	58
8.3	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE	59
8.4	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PALI DI FONDAZIONE	60
8.5	VERIFICA DEI PLINTI DI FONDAZIONE	63
8.6	VERIFICA DEI FUSTI PILA	64
9	VERIFICHE SPALLE	71
9.1	ANALISI DELLA PALIFICATA	71
9.2	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE	72
9.3	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PALI DI FONDAZIONE	73
9.4	DIMENSIONAMENTO DELLE SINGOLE MEMBRATURE DELLE SPALLE	76
9.4.1	<i>Zattera di fondazione</i>	76
9.4.2	<i>Mensola posteriore</i>	76
9.4.3	<i>Muro frontale</i>	76
9.4.4	<i>Paraghiaia</i>	77
9.4.5	<i>Muri di risvolto</i>	78
9.4.6	<i>Verifiche di resistenza a taglio</i>	78
10	VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI	80
10.1	CRITERI DI CALCOLO	80
10.1.1	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione</i>	81
10.1.2	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione</i>	85
10.1.3	<i>Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione</i>	85
10.1.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale</i>	86
10.1.5	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale</i>	92
10.1.6	<i>Verifiche SLE - Cedimenti del palo isolato</i>	95
10.1.7	<i>Verifiche SLE - Cedimenti della palificata</i>	98
10.2	APPLICAZIONE AL CASO IN ESAME	98

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

10.2.1	<i>Caratteristiche delle opere di fondazione su pali.....</i>	98
10.2.2	<i>Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto.....</i>	98
10.2.3	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento).....</i>	99
10.2.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale</i> 99	
10.2.5	<i>Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata</i>	100
11	VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE	101
11.1	ISOLATORI ELASTOMERICI.....	101
11.1.1	<i>Carichi verticali trasmessi dall'impalcato</i>	101
11.1.2	<i>Verifica degli spostamenti orizzontali degli isolatori in fase sismica</i>	102
11.2	GIUNTI DI DILATAZIONE	105
12	DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)	106
12.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	106
12.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	106
12.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	106
12.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	106
12.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	106
12.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	106
13	ALLEGATO 1 – SOTTOSTRUTTURE – PILA P3.....	108
14	ALLEGATO 2 – SOTTOSTRUTTURE – SPB	109
15	ALLEGATO 3 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI ASSIALI	110
16	ALLEGATO 4 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI.....	111
17	ALLEGATO 5 – FONDAZIONI SU PALI – CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA	112

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del Viadotto "VI06 – Viadotto Palmerino – Carreggiata SX" dalla progressiva km 6+240.00 alla progressiva km 6+580.00, previsto per la realizzazione dell'ammodernamento dell'itinerario Palermo – Agrigento (S.S. 121 – Catanesa) tratto Palermo (A19) – rotatoria Bolognetta.

Il viadotto è composto da 9 campate di luce rispettivamente pari a 30 – 40x7 – 30 m, per una lunghezza complessiva pari a 340 m misurata in asse appoggi spalle.

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

Le analisi e le verifiche statiche mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico.

A parità di caratteristiche geometriche, si rimanda alla relazione della carreggiata dx per le verifiche relative alle strutture d'impalcato.

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione.

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 progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto: $V_N = 50$ anni (costruzioni con livelli di prestazione ordinari).

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 NTC2018):

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

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

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, 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.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

1.3 Descrizione delle opere

Il viadotto è formato da 9 campate, di luce pari a 30 m per le campate di riva e 40 m per le campate centrali, per una lunghezza complessiva, misurata in asse appoggi spalle, pari a 340 m.

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa in rettilineo.

La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 11.25 m; la piattaforma stradale ha larghezza pari a 9.75 m ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza 0.75 m in sx e dx. La maggior larghezza della piattaforma è legata agli allargamenti per la visibilità.

Gli impalcati sono a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" su due travi metalliche principali di altezza costante pari a 1.80 m.

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

La distanza trasversale tra le travi è pari a 6.0 m. Gli sbalzi laterali hanno luce pari a 2.625 m.

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

Le anime delle travi principali saranno irrigidite da stiffeners trasversali, composti da semplici piatti saldati, disposti in corrispondenza dei traversi.

Il graticcio d'impalcato è completato dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è pari a 5.0 m. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiere saldate.

Per quanto attiene i collegamenti, i concetti delle travi principali saranno interamente saldati con saldature a Piena Penetrazione, mentre i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno di tipo bullonato.

Le unioni bullonate previste per i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno del tipo "AD ATTRITO", mentre le unioni relative ai controventi saranno "A TAGLIO".

I controventi a croce hanno esclusiva funzione di irrigidimento della struttura in fase di montaggio. Al termine della maturazione dei getti della soletta d'impalcato i controventi dovranno essere tassativamente rimossi.

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 9 campate su 10 allineamenti di appoggio.

Nella figura seguente è riportata la sezione rappresentativa dell'impalcato:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

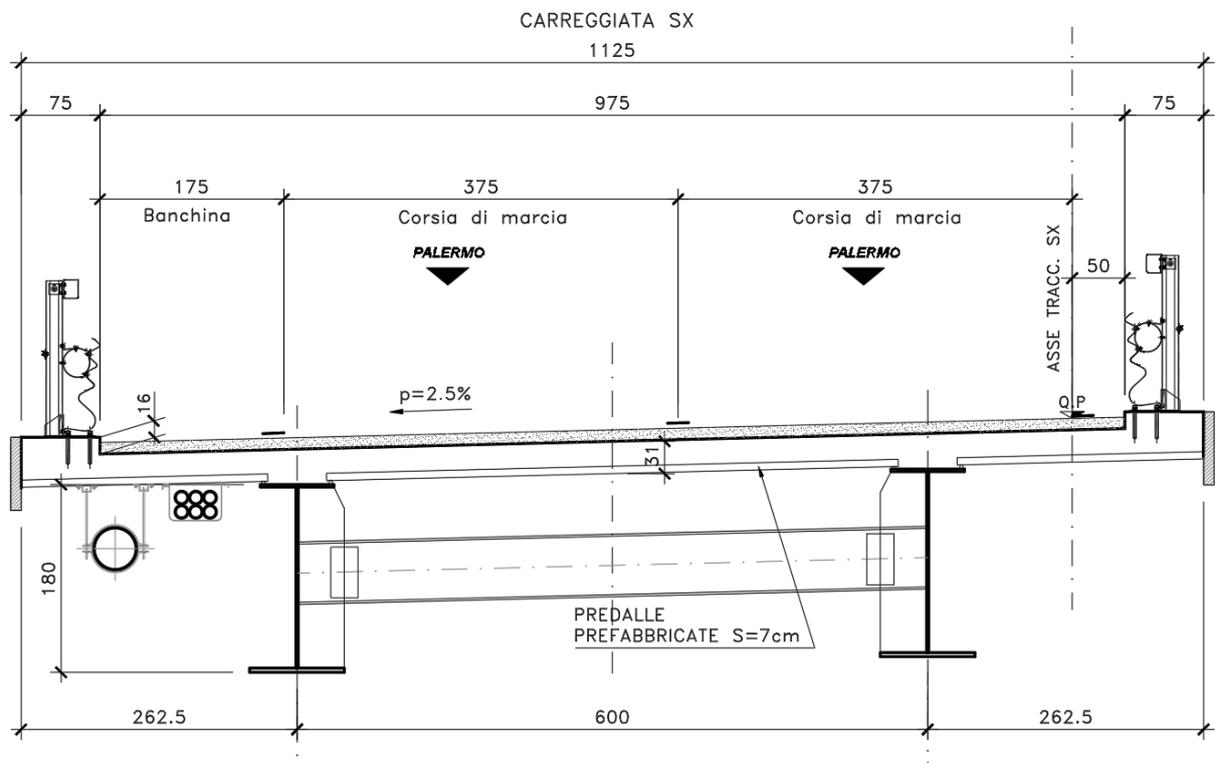


Figura 1.1. Sezione trasversale impalcato

Lo schema di vincolo prevede l'isolamento dell'impalcato dalle sottostrutture, mediante adozione di apparecchi di appoggio costituiti da isolatori elastomerici.

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 3.0 m per la spalla A e pari a 2.5 m per la spalla B. I muri paraghiaia avranno spessore pari a 60 cm e sono previsti debitamente arretrati rispetto alle travi d'impalcato in modo da garantire varchi di ampiezza adeguata alla manutenzione.

Le fondazioni sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a 2.0 m e palificate da 10 pali (5 x 2) per la spalla A e palificate da 16 pali (8 x 2) per la spalla B.

Le pile hanno sezione rettangolare, con estremità arrotondate di dimensioni allo spicco rispettivamente di 3.5 x 2.3 m.

In sommità è previsto un pulvino con forma a calice di medesimo spessore delle pile e larghezza variabile fino a 8.8 m.

Le pile hanno un'altezza dallo spicco di fondazione (compreso il pulvino) variabile da un minimo di 6.0 m ad un massimo di 9.0 m.

Anche per le pile le fondazioni sono di tipo indiretto, costituite da zattere di dimensione 9.2 x 8.3 m spessore pari a 2.3 m e palificate formate da 8 pali $\phi 1200$.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

1.4 Considerazioni sulle metodologie costruttive

La realizzazione dell'impalcato e delle sottostrutture relative al viadotto in oggetto è prevista in due macrofasi.

Macrofase 1: Realizzazione sottostrutture

- Fase 1a: Realizzazione opere provvisoriale (ove previste);
- Fase 1b: Scavo fino a quota intradosso magrone;
- Fase 1c: Realizzazione pali di fondazione a quota magrone;
- Fase 1d: Realizzazione zattere di fondazione;
- Fase 1e: Realizzazione elevazioni;
- Fase 1f: Realizzazione cuneo di transizione;
- Fase 1g: Completamento rilevato di approccio.

Macrofase 2: Realizzazione impalcato, finiture e protezioni

- Fase 2a: Realizzazione baggioni spalle/pile e cordolo di completamento sulle spalle;
- Fase 2b: Posa in opera apparecchi di appoggio;
- Fase 2c: Posa in opera carpenteria metallica varata dal basso con l'ausilio di gru;
- Fase 2d: Completamento soletta impalcato;
- Fase 2e: realizzazione finiture.

La struttura in carpenteria metallica sarà montata a terra per macroconci, successivamente varati in quota con l'ausilio di autogru di adeguata portata. Le travi principali di ciascun macroconco, saranno collegate alle porzioni già in opera mediante saldatura di testa a completa penetrazione.

La soletta in c.a. è prevista gettata in opera utilizzando cospelle prefabbricate autoportanti in c.a. contenenti le armature trasversali d'intradosso. Le cospelle sono provviste di aree libere in corrispondenza delle piattabande superiori delle travi, dove saranno posizionati i connettori a piolo.

Una volta disposte le cospelle sulla travata metallica si provvede alla posa dell'armatura integrativa e quindi al getto di completamento.

Le fasi di getto della soletta in direzione trasversale sono appresso dettagliate:

- Fase 1a: getto delle parti di soletta comprese tra le travi e degli sbalzi per 1.25 m dall'asse delle travi;
- Fase 1b: getto di completamento degli sbalzi.

In direzione longitudinale si effettueranno dapprima i getti delle zone di campata e successivamente i getti in corrispondenza delle pile. Successivamente, si provvederà alla realizzazione dei cordoli e delle finiture.

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

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

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [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).

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.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.1.1 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 EN206 e UNI 11104.

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma, che attribuisce alla Sicilia 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), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato acidità nei terreni e concentrazioni di CO₂ nell'acqua, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma.

Di seguito il prospetto di sintesi riportato nel report "Relazione sul monitoraggio ambientale ante operam".

Campione		S35_PZ_Amb	S02_DH_Amb	S05_PZ_Amb	S8_PZ_Amb	UNI EN 206:2016		
RAPPORTO DI PROVA		2146213-001	2145765-001	2145765-002	2145765-003			
PROFONDITÀ (m da p.c.)		9 - 10	2 - 3	2 - 3	9 - 10			
PARAMETRO	U.M.	VALORE				XA1 Aggressività debole	XA2 Aggressività moderata	XA3 Aggressività forte
So ²⁻ ₄ (ione solfato)	mg/kg	920	154	40,8	38,9	≥2000e ≤ 3000e	>3000e e ≤ 12000	> 12000 e ≤ 24000
Acidità (Baumann – Gully)	ml NaOH0,1 M/Kg	12	20	12	12	> 200	Non incontrato nella pratica	

Campione		S12_PZ_Amb	S15_PZ_Amb	S20_DH_Amb	S24_PZ_Amb	UNI EN 206:2016		
RAPPORTO DI PROVA		2145765-004	2145765-005	2145765-006	2145765-007			
PROFONDITÀ (m da p.c.)		2 - 3	10 - 11	2 - 3	2 - 3			
PARAMETRO	U.M.	VALORE				XA1 Aggressività debole	XA2 Aggressività moderata	XA3 Aggressività forte
So ²⁻ ₄ (ione solfato)	mg/kg	18000	21	862	44,1	≥2000e ≤ 3000e	>3000e e ≤ 12000	> 12000 e ≤ 24000
Acidità (Baumann – Gully)	ml NaOH0,1 M/Kg	20	16	12	8	> 200	Non incontrato nella pratica	

Tabella 4-1 - Confronto dei risultati analitici sull'aggressività del terreno con i valori delle classi UNI EN 206:2016

Sulla base delle concentrazioni rilevate, confrontate con i limiti stabiliti dalla norma UNI EN 206:2016, i campioni di terra esaminati risultano non aggressivi fatta eccezione per il campione prelevato in corrispondenza del sondaggio denominato S12_PZ_Amb il quale risulta fortemente aggressivo per il parametro So²⁻₄ (ione solfato).

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

Campione	S05_PZ_Amb	S12_PZ_Amb	S28_PZ_Amb	S35_PZ_Amb	S22	SN3	UNI EN 206:2016			
RAPPORTO DI PROVA	2146823-001	2146823-003	2146823-006	2146823-007	2149554-001	2149554-002				
PROFONDITÀ PIEZOMETRO (m da p.c.)	27	27,1	27,5	24,5	28,6	29,5				
PARAMETRO	U.M.	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	XA1 Aggressività debole	XA2 Aggressività moderata	XA3 Aggressività forte
So ²⁻ (ione solfato)	mg/l	511	2599	237	2437	124	177	≥200 e ≤600	>600 e ≤3000	> 3000 e ≤ 6000
pH	unità	7,2	7,4	8,7	7,6	7,5	7,6	≤6,5 e ≥5,5	<5,5 e ≥4,5	<4,5 e ≥4,0
CO ₂ (aggressiva)	mg/l	0,1	1,1	13,2	1,1	< 0,1	< 0,1	≥15 e ≤40	>40 e ≤100	>100 fino a saturazione
NH ⁴⁺ (ione ammonio)	mg NH4/l	< 0,04	0,24	1,1	1,3	0,5	0,6	≥15 e ≤30	>30 e ≤60	>60 e ≤100

Tabella 4-2 - Confronto dei risultati analitici sull'aggressività delle acque sotterranee con i valori delle classi UNI EN 206:2016

Sulla base delle concentrazioni rilevate, confrontate con i limiti stabiliti dalla norma UNI EN 206:2016, i campioni di acqua sotterranea prelevati in corrispondenza dei piezometri S12_PZ_Amb e S35_PZ_Amb, denotano un ambiente chimico moderatamente aggressivo per il parametro So²⁻ (ione solfato); i campioni di acqua sotterranea prelevati in corrispondenza dei piezometri S05_PZ_Amb e S28_PZ_Amb, hanno evidenziato valori di concentrazione del parametro So²⁻ (ione solfato) tali per cui si denota un ambiente chimico debolmente aggressivo. Per i restanti campioni prelevati si riscontra la presenza di un ambiente chimico non aggressivo.

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:

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)								
CALCESTRUZZO PER		Magrone di sottofondazione	Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi	Fondazioni - Spalle e pile	Elevazioni - Spalle, pile e pulvini	Baggioli	Predelle prefabbricate	Getti in opera e cordoli marginali
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)		C12/H5	C32/40	C32/40	C32/40	C35/45	C35/45	C35/45
Classe di esposizione ambientale		-	XC2 - AX2	XC2 - AX2	XC4	XC4	XC4	XC4
φ max inerti (mm)	Dupper	-	32	32	25	25	12	25
	Dlower	-	20	20	16	16	8	16
Classe di consistenza		-	S5	S5	S4	S5	S5	S5
Rapporto max acqua/cemento		-	0.5	0.5	0.5	0.45	0.45	0.45
Contenuto massimo di cloruri		-	0.20%	0.20%	0.20%	CEM I=V	CEM I=V	CEM I=V
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)		150	340	340	340	360	360	360

Tabella 4.3 – 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.

S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

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

4.2 Calcestruzzi

4.2.1 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

			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_{min}	C_0	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$
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

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 copriferrino 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:

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRINI NOMINALI SECONDO NTC2018

Dati generali relativi all'opera	Var	unità	
Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)	TC		2
Vita nominale dell'opera	V_N	anni	50

Tabella C4.1.IV Copriferrini minimi in mm

ambiente	R_{ckmin} R_{ck0}		barre da c.a.				cavi da c.a.p.			
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi	
			$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

Elemento		Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi - Viadotti tipo B	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori - Viadotti tipo B	Elevazioni - Spalle, pile, pulvini e muri andatori	Elevazioni - baggioli	Solette Impalcato predalle	Soletta Impalcato getti in opera e cordoli marginali
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)		1	1	1	1	1	1
Elemento a piastra		NO	SI	SI	NO	SI	SI
Classe di esposizione		XC2 - XA2	XC2 - XA2	XC4	XC4	XC4	XC4
Ambiente		aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa	40	40	40	45	45	45
Check Rck min		OK	OK	OK	OK	OK	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	35	30	30	35	30	30
incremento Per Vn=100 (tipo di costruzione 3)	mm	0	0	0	0	0	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*		NO	NO	NO	NO	SI	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferri		0	0	0	0	-5	0
Tolleranza di posa		10	10	10	10	5	10
copriferro nominale	mm	45	40	40	45	30	40

Tabella 4.4 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

Relativamente alle predalle prefabbricate, trattandosi di elementi prodotti con sistemi sottoposti a controlli di qualità che comprendono la verifica dei copriferri, i valori minimi della Tab. C4.1.IV sono stati ridotti di 5 mm. Analogamente, per questi elementi le tolleranze di posa sono state limitate a 5 mm.

I valori effettivamente adottati per i copriferri nominali di progetto tengono conto anche di criteri di uniformità e della volontà di garantire valori maggiori dei minimi di norma per superfici contro-terra e particolarmente per le opere di sottofondazione. In questo caso, si è fatto riferimento alla indicazione dell'EC2 (EN 1992-1-1), che fissa a 75 mm il valore da garantire per il copriferro di opere gettate direttamente contro il terreno:

Elemento		Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi - Viadotti tipo B	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori - Viadotti tipo B	Elevazioni - Spalle, pile, pulvini e muri andatori	Elevazioni - baggioli	Solette Impalcato predalle	Soletta Impalcato getti in opera e cordoli marginali
copriferro nominale di progetto	mm	75	40	40	45	30	40

Tabella 4.5 – Valori dei copriferri nominali adottati in progetto

Nelle verifiche delle opere di fondazione è stata considerata a favore di sicurezza una classe di resistenza del calcestruzzo pari a C25/30.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

4.2.2 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C25/30:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C25/30
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	30
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	25
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	33.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	Mpa	2.56
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	1.80
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	3.33
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.08
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	31476

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	14.17
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.20

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	15.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	11.25
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.14

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	2.69
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	1.89

Calcestruzzo non armato o a bassa perc. di armatura	Var	unità	
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ct1d} = 0.85 f_{ctd}$	Mpa	1.02
tensione di compressione limite	$\sigma_{clim} = f_{cd} - 2(f_{ct1d}^2 + f_{cd} f_{ctd})^{0.5}$	Mpa	6.31

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

Calcestruzzo C32/40:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	C32/40
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	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346

STATI LIMITE ULTIMI	Var	
coefficiente γ_c	γ_c	1.50
coefficiente α_{cc}	α_{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

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	
$\sigma_{c, max}$ - 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
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	
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. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

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	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.85
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	34077

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{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
σ_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

4.2.3 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 NTC2018:

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 fondazioni e delle sottofondazioni (classe di esposizione XC2-XA2) e per le verifiche a fessurazione della soletta e delle elevazioni di pile e spalle (classe di esposizione XC4).

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:

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

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: $w_k \leq w_2 = 0.3$ mm
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: $w_k \leq w_1 = 0.2$ mm

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 σ_s [MPa]	Diametro massimo ϕ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

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

Tensione nell'acciaio σ_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 ϕ [mm]	Tensione max acciaio σ_s [Mpa]		
	$w_3=0.4\text{mm}$	$w_2=0.3\text{mm}$	$w_1=0.2\text{mm}$
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

4.3 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

4.3.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

4.3.2 Resistenze di progetto

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

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

4.4 Acciaio per carpenteria metallica

4.4.1 Qualità dell'acciaio

La carpenteria metallica sarà realizzata in Acciaio al carbonio per impieghi strutturali con le seguenti caratteristiche:

Acciaio per strutture principali:

Elementi principali composti per saldatura o soggetti a saldatura:

- Acciaio S355J0W +N – UNI EN10025-1÷4 per spessori ≤ 20 mm;
- Acciaio S355J2W +N – UNI EN10025-1÷4 per spessori $20 \text{ mm} < t \leq 40$ mm;
- Acciaio S355K2W +N – UNI EN10025-1÷4 per spessori $t > 40$ mm.

Elementi non soggetti a saldature (angolari, profilati e piastre bullonate):

- Acciaio S355J0W +N – UNI EN10025-1÷4 .

Elementi non soggetti a saldature (angolari, profilati e piastre bullonate):

- Acciaio S355J0W +N – UNI EN10025-1÷4 .

4.4.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica		Var	unità	UNI EN 10025
Qualità dell'acciaio				S355
Tensione caratteristica di snervamento	$t \leq 40$ mm	f_{yk}	Mpa	355
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	510
Tensione caratteristica di snervamento	$40 \text{ mm} < t \leq 80$ 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 γ_{m0}		γ_{m0}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature γ_{m1}		γ_{m1}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti γ_{m1}		γ_{m1}		1.10
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori γ_{m2}		γ_{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	$40 \text{ mm} < t \leq 80$ 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

4.5 Connettori a piolo tipo Nelson

4.5.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio secondo UNI EN ISO 13918.

Acciaio S235J2G3 + C450 o similare (ST37 – 3K DIN 50049).

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

4.5.2 Resistenze di progetto

CONNETTORI A PIOLO	Var	unità	
Qualità dell'acciaio			ex ST37-3K (S235J2+K)
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	Mpa	≥ 350
Tensione caratteristica di rottura	f_{uk}	Mpa	≥ 450
Allungamento percentuale a rottura	A	%	≥ 15
Strizione	St	%	≥ 50

4.6 Giunzioni bullonate

4.6.1 Qualità dell'acciaio

Tutte le giunzioni bullonate saranno realizzate con bulloneria da precarico ad Alta Resistenza (AR), conforme alla norma UNI EN 14399-1 e alle NTC2018 e recante marchiatura CE.

I bulloni avranno le seguenti caratteristiche:

- Viti di **Classe 10.9** secondo UNI EN 14399-4 e UNI EN ISO 898-1;
- Dadi **Classe 10** secondo UNI EN 14399-4 e UNI EN ISO 20898-2;
- Rondelle (rosette) secondo UNI EN 14399-6.

Le giunzioni bullonate dei collegamenti tra travi principali e traversi saranno del tipo **ad attrito**.

Le giunzioni bullonate dei controventi a croce saranno del tipo **a taglio**.

In ogni caso i collegamenti bullonati devono essere a **serraggio controllato** con bulloni caratterizzati da classe k pari a **K₂** (bulloneria da precarico).

4.6.2 Resistenze di progetto

Classe di resistenza della vite			10.9
Tensione caratteristica di snervamento	f_{ybk}	Mpa	900
Tensione caratteristica di rottura	f_{tbk}	Mpa	1000
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni γ_{m2}	γ_{m2}		1.25
Resistenza unitaria a taglio - gambo filettato della vite (A_{res}) $f_{v,Rd} = f_{ac} f_{tbk} / \gamma_{m2}$	$f_{v,Rd}$	MPa	400
Resistenza unitaria a taglio - gambo NON filettato della vite (A) $f_{v,Rd} = 0.6 f_{tbk} / \gamma_{m2}$	$f_{v,Rd}$	MPa	480
Resistenza unitaria a trazione - $f_{t,Rd} = 0.9 f_{tbk} / \gamma_{m2}$	$f_{t,Rd}$	MPa	720
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLU γ_{m3}	γ_{m3} SLU		1.25
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLE γ_{m3}	γ_{m3} SLE		1.10
Unioni ad attrito - coefficiente γ_{m7} - Precarico dei bulloni ad Alta Resistenza	γ_{m7}		1.00
Unioni ad attrito - Forza unitaria di "precarico" $f_{p,Cd} = 0.7 f_{tbk} / \gamma_{m7}$	$f_{p,Cd}$	MPa	700
Unioni ad attrito - coefficiente di attrito μ	μ		0.30
Unioni ad attrito - Resistenza unitaria allo scorrimento SLU $f_{s,Rd} = \mu f_{p,Cd} / \gamma_{m3}$	$f_{s,Rd}$ SLU	MPa	168
Unioni ad attrito - Resistenza unitaria allo scorrimento SLE $f_{s,Rd} = \mu f_{p,Cd} / \gamma_{m3}$	$f_{s,Rd}$ SLE	MPa	191

S.S.121 "Catanese" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

4.7 Giunzioni saldate

Tutte le giunzioni per [l'assemblaggio dei conci delle travi principali](#), sia quelle da eseguire in officina che quelle da eseguire in cantiere, **saranno di tipo saldato a completa penetrazione di 1° classe.**

I procedimenti di saldatura, i materiali di apporto e i controlli dovranno essere conformi a quanto stabilito dalle NTC2018.

Le specifiche e la sequenza esecutiva delle saldature a completa penetrazione saranno concordate con l'I.I.S.

S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

5 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

5.1 Elenco delle azioni sui ponti stradali

Le azioni di progetto, in accordo con quanto previsto dal capitolo 5 "Ponti" delle NTC2018, vengono di seguito elencate:

Azioni permanenti:

- Peso proprio degli elementi strutturali: q1
- 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) q2
- Altre azioni permanenti (spinta delle terre, spinte idrauliche, etc.) q3

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 idrodinamiche: q6
- 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.

5.2 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. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

5.2.1 Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1

5.2.1.1 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 1.82 che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

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

$$- \text{ Soletta in c.a.: } (11.25 \times 0.31) \times 25.0 = 87.19 \text{ kN/ml}$$

Tenendo conto dell'eccentricità della soletta rispetto al baricentro delle travi principali, il carico agente su ciascuna trave, generato dal peso della soletta, risulta pari a:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Peso soletta in c.a.	kN/m	43.59	43.59

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

$$- \text{ Strutture in carpenteria metallica impalcato : } 2.1 \times 11.25 = 23.63 \text{ kN/ml}$$

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

$$\text{Pg1a} = 87.19 + 23.63 = 110.81 \text{ kN/m}$$

5.2.1.2 Peso proprio delle sottostrutture e relative fondazioni

Il peso proprio delle sottostrutture e delle relative fondazioni è stato computato nell'ambito delle rispettive analisi e verifiche, condotte con l'ausilio di specifici fogli di calcolo di Excel.

5.2.2 Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2

5.2.2.1 Carichi permanenti agenti sulle strutture d'impalcato

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

$$g_{2,pav} = 0.11 \times 24.0 = 2.64 \text{ kN/mq}$$

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

E' stata presa in considerazione la configurazione di sezione trasversale d'impalcato con tubazioni di smaltimento, carter metallico e rete di protezione antilancio che determina il massimo carico verticale sulla singola trave principale ed è stata implementata nelle analisi globali delle strutture e sottostrutture d'impalcato.

Le analisi dei carichi permanenti portati relative all'impalcato sono di seguito illustrate:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

<i>Analisi dei carichi</i>		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.00	-5.25	-15.75
cordolo dx	kN/m	3.00	5.25	15.75
pavimentazione	kN/m	29.25	0.00	0.00
guard-rail sx	kN/m	1.50	-5.38	-8.06
guard-rail dx	kN/m	1.50	5.38	8.06
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-5.48	-2.74
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	5.48	2.74
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-4.88	-7.31
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	4.88	0.00
veletta sx	kN/m	1.40	-5.63	-7.88
veletta dx	kN/m	1.40	5.63	7.88
Sommano		43.55	-0.17	-7.31

Pertanto, i carichi agenti sulle travi risultano pari a:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
cordoli	kN/m	3.00	3.00
pavimentazione	kN/m	14.63	14.63
guard-rail	kN/m	1.50	1.50
barriere antirumore/parapetti	kN/m	0.50	0.50
Tubazione smaltimento acque di piattaforma	kN/m	1.97	-0.47
velette	kN/m	1.40	1.40
Totale permanenti portati	kN/m	22.99	20.56

5.2.2.2 Rinterro sulle spalle

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

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

5.2.3 Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3

La spinta delle terre sulle spalle fondate su pali 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 : $K0 = 1 - \text{sen } \phi = 0.426$

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

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

5.2.4 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ε2 e ε3

5.2.4.1 Deformazione da ritiro a tempo infinito

La deformazione totale per ritiro si può esprimere come:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

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

Dove:

- ε_{cs} è la deformazione totale per ritiro
 ε_{cd} è la deformazione per ritiro da essiccamento
 ε_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno

La valutazione delle deformazioni sopra elencate è stata effettuata in accordo al punto §11.2.10.6 delle NTC2018 pervenendo ai seguenti valori:

Ritiro del calcestruzzo (ε 2)	var	unità	
Modulo elastico calcestruzzo	E_c	MPa	34077
spessore dei getti in opera	h_c	m	0.240
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	A_c	m ²	2.700
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	11.83
coefficiente $h_0 = 2 \times A_c / u$	h_0	mm	456
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	ε_c		0.00021
deformazione finale per ritiro autogeno	ε_{ca}		0.00006
deformazione totale finale per ritiro	ε_{cs}		0.00027

Gli effetti dovuti al ritiro iperstatico sono stati schematizzati attraverso le seguenti azioni equivalenti applicate alle estremità:

$$N_r = - \varepsilon_{cs} \times A_c \times E_a / n_r$$

$$M_r = N_r \times z$$

Essendo:

- ε_{cs} la deformazione totale finale per ritiro;
 A_c l'area del calcestruzzo soggetta a ritiro;
 E_a modulo elastico dell'acciaio;
 n_r coefficiente di omogeneizzazione acciaio-clt relativo alle azioni del ritiro.
 z distanza tra baricentro della soletta e baricentro della sezione composta relativo alle azioni di lungo termine dovute al ritiro.

Di seguito il dettaglio dei valori relativo al caso in esame:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

Effetti dovuti al ritiro del calcestruzzo ($\epsilon 2$)	var	unità	
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a tinf estremità sx	z	m	0.659
baricentro della sezione composta a tinf estremità dx	z	m	0.659
Forza assiale d'estremità	Ncr	kN	-9648.7
Momento flettente d'estremità sx	Mcrsx	kNm	6354.1
Momento flettente d'estremità dx	Mcrdx	kNm	6354.1

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità sx	kN	-4824.4	-4824.4
Momento flettente d'estremità sx	kNm	3177.0	3177.0
Forza assiale d'estremità dx	kN	-4824.4	-4824.4
Momento flettente d'estremità dx	kNm	3177.0	3177.0

5.2.4.2 Coefficienti di omogeneizzazione acciaio-cls a lungo termine

Gli effetti del ritiro e della viscosità sono valutati mediante l'adozione di un modulo elastico del calcestruzzo corretto:

$$E_c^* = \frac{E_{c0}}{1 + \psi_L \cdot \phi(t, t_0)}$$

Dove:

E_{c0} è il modulo elastico del cls a 28 giorni;

ψ_L è un coefficiente correttivo dipendente dal tipo di azione che per la valutazione degli effetti isostatici ed iperstatici del ritiro vale 0.55 mentre per la valutazione degli effetti indotti dai carichi permanenti vale 1.10;

$\phi(t, t_0)$ è il coefficiente di viscosità definito in accordo alle tabelle 11.2.VI e 11.2.VII delle NTC2018 in funzione di t_0

t_0 è assunto pari ad 1 giorno per la valutazione degli effetti dovuti dal ritiro, mentre è assunto pari a 60 giorni per la valutazione degli effetti dovuti ai carichi permanenti.

Le caratteristiche geometriche-inerziali delle sezioni trasversali composte che schematizzano l'impalcato sono state definite omogeneizzando la soletta alla trave metallica. Per le azioni di lunga durata, sono stati definiti i rapporti modulati n_L in funzione del tipo di azione mediante la:

$$n_L = \frac{E_a}{E_c^*} = \frac{E_a}{E_{c0} / (1 + \psi_L \cdot \phi(t, t_0))} = n_0 (1 + \psi_L \cdot \phi(t, t_0))$$

Avendo indicato con $n_0 = E_a / E_{c0}$ il rapporto modulare per azioni di breve durata.

In ultima analisi si ottiene:

S.S.121 "Catane" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

Viscosità del calcestruzzo ($\epsilon 3$)	var	unità
coefficiente finale di viscosità per carichi permanenti	ϕc (inf,60)	1.32
coefficiente correttivo per azioni permanenti	ψL	1.10
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (permanenti)	ninf	15.11

5.2.5 Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – $\epsilon 4$

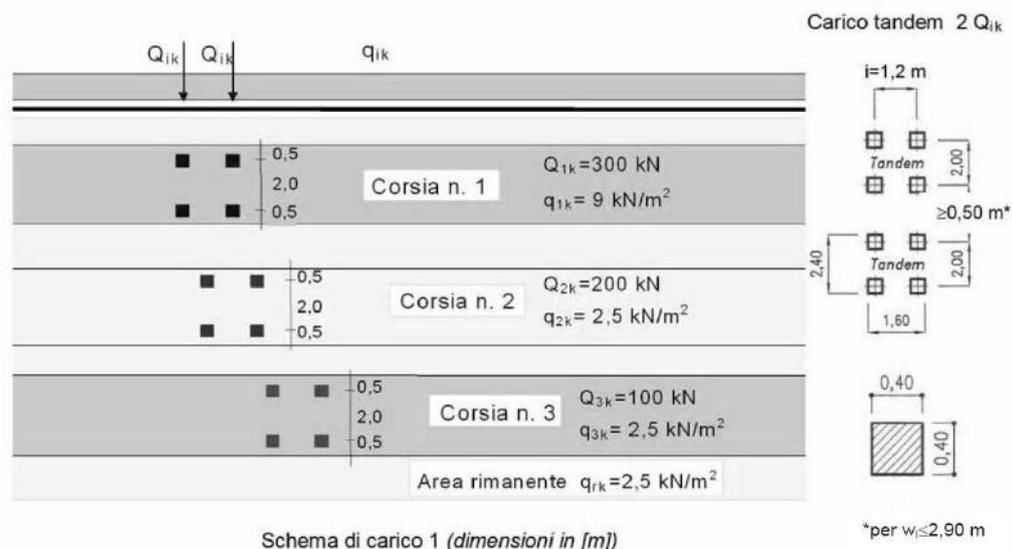
Sono stati considerati cedimenti vincolari pari a 1/5000 della luce delle campate afferenti agli appoggi.

Si ottengono valori pari a 6 mm per le Spalle, 7 mm in corrispondenza delle Pile di riva e 8 mm in corrispondenza delle Pile centrali .

5.2.6 Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli Schemi di Carico descritti nel punto 5.1.3.3.3 delle NTC2018.

Per le analisi globali finalizzate al dimensionamento delle strutture di impalcato e 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:



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 NTC2018:

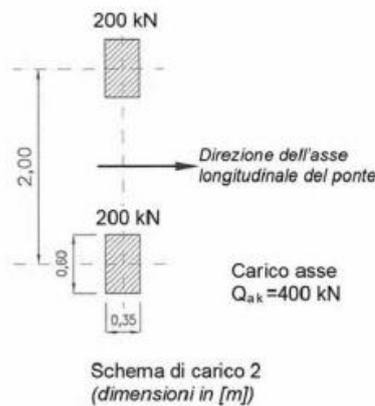
Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

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

I suddetti carichi mobili includono gli effetti dinamici.

Nel caso in esame, non essendo previsti marciapiedi, non è stato considerato lo Schema di carico 5, relativo alla folla, uniformemente distribuito di intensità pari a 5.0 kN/m².

Per le verifiche locali della soletta d'impalcato è stato considerato anche lo Schema di carico 2 costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0.60 m ed altezza 0.35 m, come mostrato nella figura seguente:



Questo schema è stato considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa.

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 NTC2018):

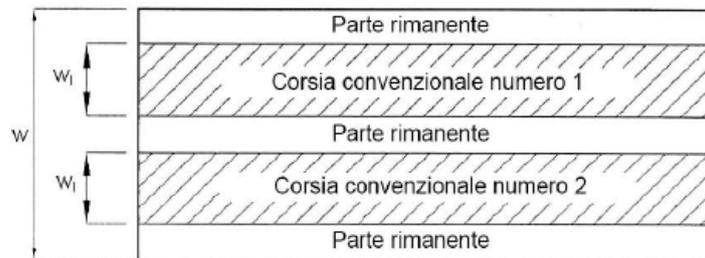


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

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	$n_l = 1$	3,00	$(w - 3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0$ m	$n_l = 2$	$w/2$	0
$6,0 \text{ m} \leq w$	$n_l = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_l)$

5.2.6.1 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali impalcato

La disposizione delle corsie convenzionali nella carreggiata è stata scelta in modo da ottenere la situazione più gravosa sulla singola trave principale esaminata.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

Sono state esaminate le seguenti configurazioni:

- C1-sx: 1 colonna di carico (Corsia Numero 1), disposta a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- C2-sx: 2 colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- C3-sx: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- C4-sx: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata e parte rimanente;
- C1-dx: 1 colonna di carico (Corsia Numero 1), disposta a partire dal margine destro della carreggiata;
- C2-dx: 2 colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine destro della carreggiata;
- C3-dx: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine destro della carreggiata;
- C4-dx: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine destro della carreggiata e parte rimanente;

La distribuzione dei carichi accidentali sulle due travi è determinata risolvendo il sistema **isostatico** costituito dalla soletta d'impalcato appoggiata in corrispondenza delle travi e determinando le reazioni di appoggio.

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili sulle due travi per le combinazioni da C1-sx a C3-sx (carichi mobili in SX):

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	318.75	-18.75
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	431.25	68.75
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	437.50	162.50
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	28.69	-1.69
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	32.91	1.59
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	33.38	8.63
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	33.64	5.55
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.75	0.25

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili sulle due travi per le combinazioni da C1-dx a C3-dx (carichi mobili in DX):

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	-18.75	318.75
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	68.75	431.25
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	162.50	437.50
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	-1.69	28.69
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	1.59	32.91
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	8.63	33.38
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	5.55	33.64
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.25	0.75

Come è possibile evincere, gli effetti più gravosi per la singola trave, sono relativi al caso di piattaforma impegnata da tre colonne di carico.

5.2.6.2 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:

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

- C1: 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 q_{ik} sulla rimanente larghezza dell'impalcato, questa configurazione massimizza lo sforzo normale sulle sottostrutture;
- C2: 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;
- C3: impalcato impegnato da 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine destro della carreggiata, e carico distribuito q_{ik} sulla rimanente larghezza dell'impalcato, questa configurazione massimizza lo sforzo normale sulle sottostrutture;
- C4: 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.

5.2.6.3 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.

5.2.7 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:

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

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:

$$q_3 = 900 \text{ kN}$$

5.2.8 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 NTC2018, 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]	q ₄ [kN]
R < 200	0,2 Q _v
200 ≤ R ≤ 1500	40 Q _v /R
1500 ≤ R	0

Nel caso in esame la forza centrifuga non viene considerata.

5.2.9 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 NTC2018.

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:

$$c_{f,x} = c_{f,x,0}$$

Dove:

$c_{f,x,0}$ 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:

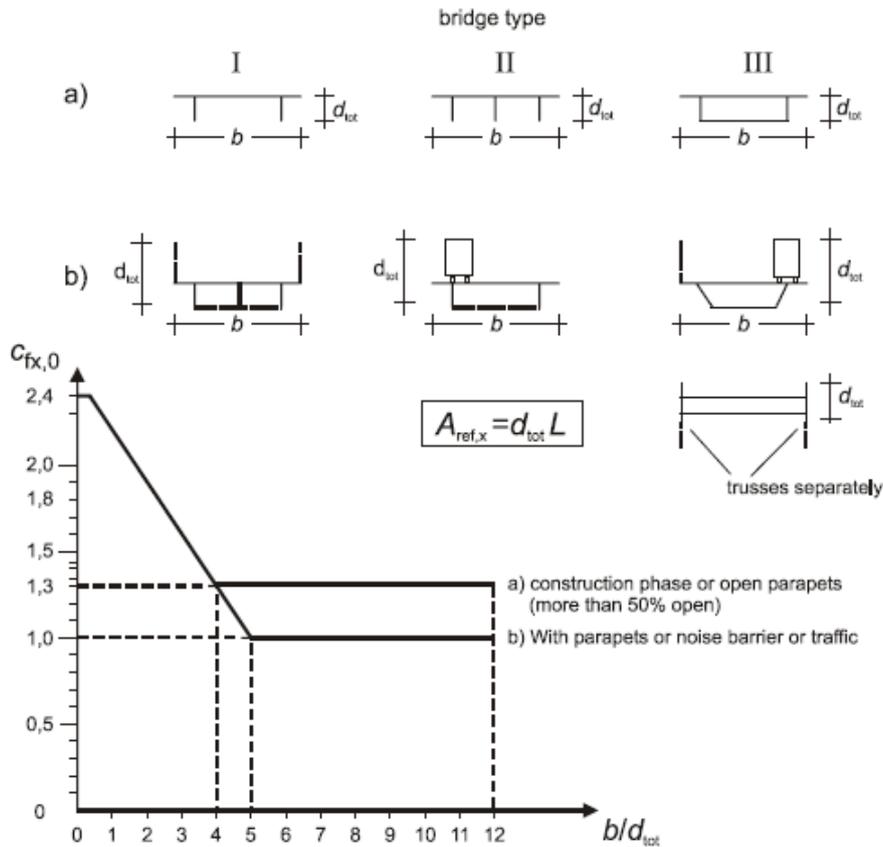


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges, $c_{fx,0}$

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

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

Effetti dovuti al Vento (q5)	var	unità	
Zona del territorio italiano	Zona		4
parametro vb,0	vb0	m/sec	28.0
parametro a0	a0	m	500.0
parametro ks	ks		0.4
altitudine del viadotto s.l.m.	as	m	80
velocità di riferimento vb	vb	m/sec	28.0
pressione cinetica del vento	qb	kN/m ²	0.49
Classe di rugosità del terreno			B
Categoria di esposizione del sito			III
coefficiente kr	kr		0.20
altezza di riferimento z0	z0	m	0.10
altezza di riferimento zmin	zmin	m	5.00
altezza dal suolo z	z	m	10.9
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		2.19
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.72
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.85
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico		kN/m ²	1.85
pressione del vento impalcato carico		kN/m ²	1.99
pressione del vento pile		kN/m ²	1.29
Larghezza complessiva impalcato	b	m	11.25
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	341.2
Altezza travi (media per impalcato variabile)	ht	m	1.80
Altezza soletta	hsol	m	0.31
Altezza cordolo da estradosso soletta	hcord	m	0.16
altezza complessiva impalcato	d	m	2.27
Altezza di riferimento per sistema parapetto+guard-rail	d1	m	2.00
Altezza di calcolo impalcato scarico	dtot1	m	4.27
Altezza di calcolo impalcato carico	dtot2	m	5.11
Altezza centro di taglio	zg	m	1.96
Altezza travi in asse appoggi pila	htr_max	m	1.80
Carichi dovuti al vento	qt (kN/m)	b (m)	Mt (kNm/m)
Impalcato scarico (braccio al centro di taglio)	7.9	0.18	1.4
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	10.2	0.60	6.1
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	7.9	2.14	16.8
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	10.2	2.56	26.0
Carichi verticali agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.24	0.24
Vento ad impalcato carico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-1.02	1.02
Vento ad impalcato scarico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-2.80	2.80
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-4.33	4.33

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

Relativamente alle azioni del vento in direzione verticale, la norma EN 1991-1-4, suggerisce di considerarle simultaneamente alle azioni orizzontali, limitatamente ai casi in cui queste azioni risultino “significative”.

Al punto 8.3.3 viene poi ulteriormente specificato che le azioni del vento in direzione verticale determinano effetti “significativi” solo se l’entità del carico è dello stesso ordine di grandezza dei carichi permanenti.

Nel caso in esame si ha:

$$F_{w,z} = \pm q_b \times c_e \times c_{f,z} \times A_{ref,z} = \pm 0.49 \times 2.20 \times 0.9 \times 11.25 \times 40.0 = \pm 436.6 \text{ kN}$$

Nella quale $c_{f,z} = 0.90$ è il coefficiente di pressione in direzione verticale.

L’eccentricità di questa forza in direzione trasversale è fissata in:

$$e = b / 4 = 11.25 / 4 = 2.81 \text{ m}$$

e pertanto, si sviluppa un momento torcente pari a:

$$M_{tw,z} = \pm 436.6 \times 2.81 = \pm 1226.8 \text{ kNm}$$

Volendo stimare il rapporto tra le forze relative al vento verticali e il peso proprio della struttura, si determina la reazione massima agli appoggi generata dal vento verticale:

$$R_{F_{w,z}} = 436.6 / 2 + 1226.8 \times 0.167 = 423.2 \text{ kN}$$

Le reazioni generate dai carichi permanenti è pari complessivamente a:

$$R_{G1+G2} = 3200 \text{ kN}$$

L’entità delle forze generate dal vento in direzione verticale risulta, nel caso in esame, di un ordine di grandezza inferiore rispetto a quelle generate dai carichi permanenti e sono state ritenute trascurabili.

5.2.10 Azioni della temperatura – q7

Le variazioni termiche agenti sulle strutture d’impalcato sono state adottate in accordo alla norma EN 1991-1-5.

Nell’analisi globale delle strutture d’impalcato e delle sottostrutture sono state considerate:

- una variazione termica positiva tra soletta e travi metalliche pari a $+10^\circ$;
- una variazione termica negativa tra soletta e travi metalliche pari a -10° .

La differenza di temperatura uniforme agente sulle strutture d’impalcato, considerata ai fini del dimensionamento delle sottostrutture e dell’escursione longitudinale di dispositivi di appoggio e giunti di dilatazione, è stata valutata in base ai seguenti parametri:

Dati	Var	unità	
Distanza tra punto fisso e giunto di dilatazione	DL	m	
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmax	[°]	41.94
Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-14.74
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	100
Zona climatica	Z		IV
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{cs}		0.00027

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

Risultati	Var	unità	
Temperatura massima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmax	[°]	41.8
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-15.6
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	45.8
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-11.6
Massima variazione termica in contrazione: $DTN,con = T0 - Te,min$	$\Delta TN,con$	[°]	26.6
Massima variazione termica in espansione: $DTN,exp = Te,max - T0$	$\Delta TN,exp$	[°]	30.8
Variazione termica complessiva: $DTn = Te,max - Te,min$	ΔTN	[°]	57.4
Massima variazione termica in contrazione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,con_g$	[°]	46.6
Massima variazione termica in espansione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,exp_g$	[°]	50.8

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 5.1: 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:

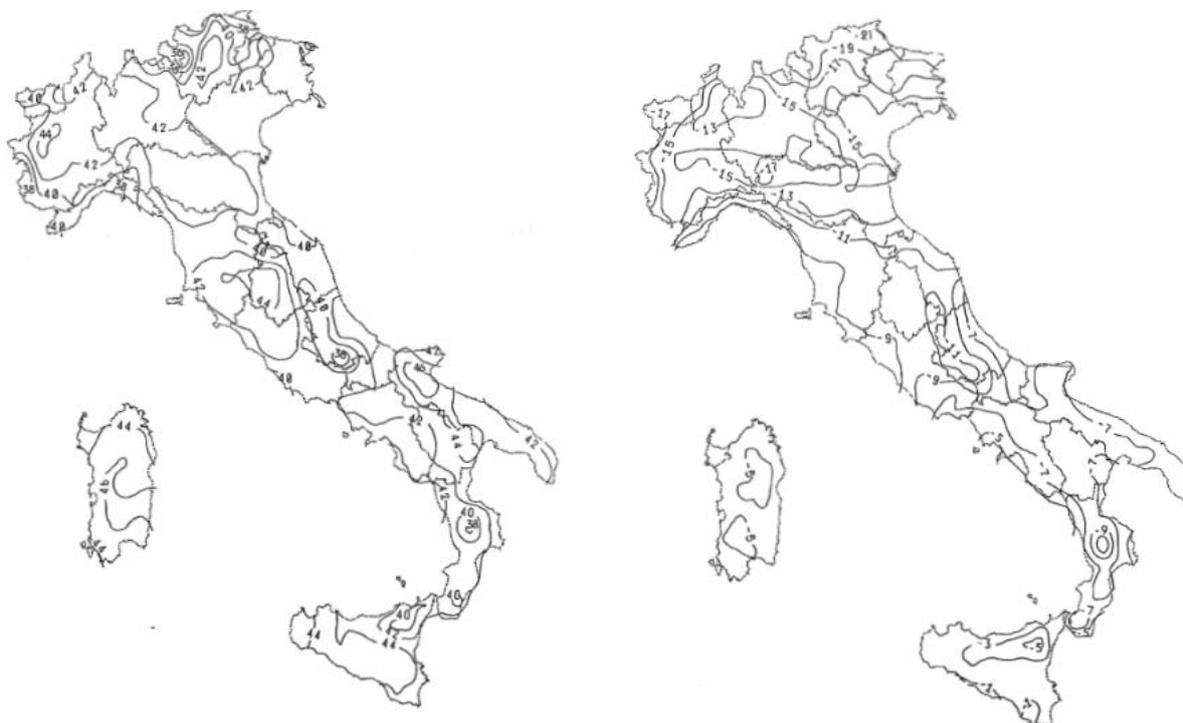


Figura 5.2: Temperature dell'aria massime Tmax (sx) e minime Tmin (dx) dell'aria all'ombra al livello del mare

Gli effetti dovuti alle variazioni termiche differenziali sono stati schematizzati attraverso le seguenti azioni equivalenti applicate alle estremità:

Variazioni termiche positive:

NΔT+ = α ΔT x Ac x Ea / n0

MΔT+ = - NΔT+ x z

Variazioni termiche negative:

NΔT- = - α ΔT x Ac x Ea / n0

MΔT- = NΔT+ x z

Essendo:

- α il coefficiente di dilatazione termica;
Ac l'area della soletta gettata in opera;
Ea modulo elastico dell'acciaio;
n0 coefficiente di omogeneizzazione acciaio-clt relativo alle azioni di breve termine.
z distanza tra baricentro della soletta e baricentro della sezione composta relativo alle azioni di breve termine.

Di seguito il dettaglio dei valori relativo al caso in esame:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

Effetti dovuti alle Variazioni termiche (q7)	var	unità	
variazione termica positiva	$\Delta T+$	°	10.0
variazione termica negativa	$\Delta T-$	°	-10.0
coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
coefficiente di omogeneizzazione a t0	n0		6.16
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a t0 estremità sx	z	m	0.399
baricentro della sezione composta a t0 estremità dx	z	m	0.399
Forza assiale d'estremità DT+	NcdT+	kN	9200.8
Momento flettente d'estremità sx	McdT+sx	kNm	-3674.1
Momento flettente d'estremità dx	McdT+dx	kNm	-3674.1
Forza assiale d'estremità DT-	NcdT-	kN	-9200.8
Momento flettente d'estremità sx	McdT-sx	kNm	3674.1
Momento flettente d'estremità dx	McdT-dx	kNm	3674.1

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità - DT+	kN	4600.4	4600.4
Momento flettente d'estremità sx	kNm	-1837.1	-1837.1
Momento flettente d'estremità dx	kNm	-1837.1	-1837.1
Forza assiale d'estremità - DT-	kN	-4600.4	-4600.4
Momento flettente d'estremità sx	kNm	1837.1	1837.1
Momento flettente d'estremità dx	kNm	1837.1	1837.1

S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

5.2.11 Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8

Il sistema di forze orizzontali equivalenti all'effetto dell'azione d'urto sulla barriera di sicurezza stradale, secondo il paragrafo §5.1.3.10 delle NTC2018, può essere valutato alternativamente sulla base:

- delle risultanze sperimentali ottenute nel corso di prove d'urto al vero, su barriere della stessa tipologia e della classe di contenimento previste in progetto, mediante l'utilizzo di strumentazione idonea a registrare l'evoluzione degli effetti dinamici;
- del riconoscimento di equivalenza tra il sistema di forze e le azioni trasmesse alla struttura, a causa di urti su barriere della stessa tipologia e della classe di contenimento previste in progetto, laddove tale equivalenza risulti da valutazioni teoriche e/o modellazioni numerico-sperimentali;

In assenza delle suddette valutazioni, il sistema di forze orizzontali può essere determinato con riferimento alla resistenza caratteristica degli elementi strutturali principali coinvolti nel meccanismo d'insieme della barriera e deve essere applicato ad una quota h, misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h1 e h2, dove h1 = (altezza della barriera - 0,10m) e h2 = 1,00 m.

La norma specifica altresì che nel dimensionamento degli elementi strutturali ai quali è collegata la barriera si deve tener conto della eventuale sovrapposizione delle zone di diffusione di tale sistema di forze, in funzione della geometria della barriera e delle sue condizioni di vincolo.

Per il dimensionamento dell'impalcato, le forze orizzontali così determinate devono essere amplificate di un fattore pari a 1.50, fermo restando che trattandosi di azione eccezionale, il coefficiente parziale di sicurezza per la combinazione di carico agli SLU per l'urto del veicolo in svio deve essere assunto unitario.

Nel caso in esame, è previsto l'impiego di barriere di fornitura Anas con classe di contenimento H3-BP.

La tabella seguente riporta il calcolo del momento trasmesso dal singolo montante delle barriere di sicurezza alle strutture di sostegno in funzione della classe di contenimento:

Azioni da urto di veicolo in svio	Var	unità	H2BP	H3BP	H4BP
Profilo montante	Prof		C160x120x40x5	C160x120x40x5	C160x120x40x5
Interasse montanti	im	m	2.25	1.50	1.50
Altezza barriera	hb	m	1.355	1.51	1.56
Altezza piastre di rinforzo alla base	hpr	m	0.20	0.20	0.20
Spessore piastra di base	spb	m	0.015	0.015	0.015
Sovralzo cordolo su piano viario	hc	m	0.05	0.05	0.05
Altezza punto di applicazione dal piano viario	hq8	m	1.00	1.00	1.00
distanza tra punto di applicazione e cerniera plastica	bp	m	0.735	0.735	0.735
Modulo plastico di resistenza	Wp	mm ³	144480	144480	144480
tensione di snervamento acciaio	fyk	MPa	275	275	275
Momento plastico	Mp	kNm	51.7	51.7	51.7
Forza orizzontale associata a Mp: Hp = Mp/bp	Hp	kN	70.3	70.3	70.3
Mtot = Mp + Hp x (hc + spb + hpr)	Mtot	kNm	70.3	70.3	70.3

Il valore della forze è sempre lo stesso atteso che il profilo previsto per i montanti delle barriere Anas ha sempre le stesse caratteristiche.

Trattandosi di opere di nuova realizzazione è apparso conveniente riferirsi alle forze e schemi di applicazione delle forze d'urto previste nel "Quaderno Anas n.1", per condizioni "ordinarie", che prevede l'applicazione di forze trasversali più elevate rispetto a quelle corrispondenti alla plasticizzazione dei montanti delle barriere Anas:

S.S.121 "Catane" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

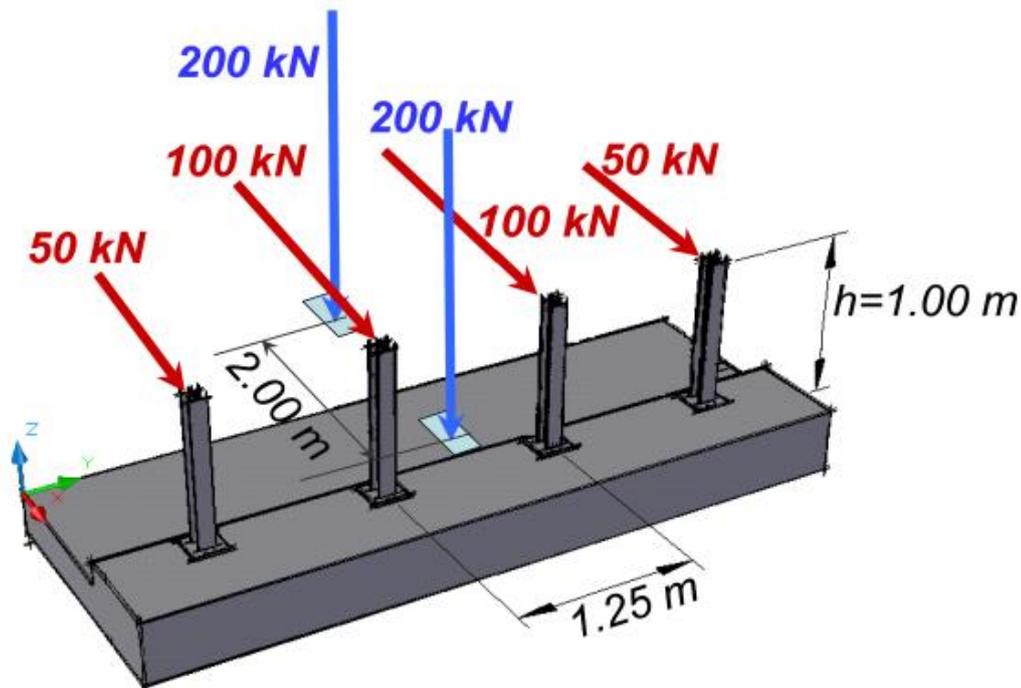


Figura 5.3: Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie"

La condizione di progettazione "ordinaria" è raggiunta se sono verificati i seguenti aspetti:

- **connessioni tra barriere e strutture:** si ipotizza l'installazione di barriere metalliche vincolate alla struttura per mezzo di connessioni pseudo-duttile, ossia in particolare mediante l'utilizzo di 3 o 4 tirafondi in acciaio per ciascuna piastra alla base dei montanti della barriera, ancorati chimicamente al calcestruzzo e meccanicamente alla piastra con bulloni serrati (alla coppia di serraggio stabilita dal manuale di installazione della barriera);
- **traffico stradale:** l'aliquota relativa ai veicoli pesanti è contenuta entro il 30% del flusso totale di traffico; le velocità praticate sono coerenti con la velocità di progetto della strada, per quanto riguarda i veicoli leggeri, e con i limiti legali di velocità per i veicoli pesanti;
- **configurazione geometrica della strada:** si fa riferimento a tratti stradali in rettilineo ed in orizzontale ovvero caratterizzati da andamento planimetrico e altimetrico della strada poco differente da tali condizioni.

Il sistema di forze equivalenti alle azioni causate da collisioni sugli elementi di sicurezza in condizioni di progettazione ordinarie prevede:

- **forze trasversali:** si assumono quattro forze orizzontali in corrispondenza dei montanti della barriera, il cui interasse è stabilito in 1.25 m; le due forze applicate ai paletti di estremità della zona considerata sono pari a 50kN e le altre due, applicate ai montanti interni, sono pari a 100kN. Tutte le forze agiscono trasversalmente ad un'altezza di 1.00 m dal piano viabile e sono dirette verso l'esterno dell'impalcato.
- **carichi verticali:** oltre al peso proprio della struttura, si considera lo Schema di Carico 2 previsto nelle NTC, costituito da due impronte di carico di dimensioni 0.35 x 0.60 m su ciascuna delle quali è applicata una forza di 200 kN; le impronte sono collocate longitudinalmente in mezziera della zona di impalcato interessata dall'applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

5.2.12 Resistenze parassite dei vincoli – q9

Le resistenze parassite dei vincoli sono state valutate assumendo per gli apparecchi di appoggio un coefficiente di attito pari al 3% dell'intensità dei carichi verticali dovuti al peso proprio ed ai permanenti portati. Sull'allineamento fisso per il rispetto delle condizioni di equilibrio, si esercita una reazione pari alla somma delle azioni parassite che si sviluppano in corrispondenza dei mobili, ma di segno opposto.

5.2.13 Azioni sismiche – E

5.2.13.1 Coordinate di riferimento e parametri sismici fondamentali

I parametri sismici fondamentali sono stati determinati per la regione [Sicilia](#) utilizzando la Tabella 2, in allegato alle NTC. Si ottengono i seguenti valori:

VI06

WGS84		ED50	
Lon	Lat	Lon	Lat
13.46351	38.038006	13.464365	38.039067

Vita Nominale	$V_N =$	50 anni
Classe d'uso	CI =	IV
Coefficiente d'uso	C.u. =	2.0
Periodo di riferimento	$V_R =$	100 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
SLO	60	0.071	2.327	0.258
SLD	101	0.093	2.317	0.268
SLV	949	0.230	2.430	0.306
SLC	1950	0.290	2.494	0.319

L'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticale, definiti in base al §3.2 delle NTC 2018.

5.2.13.2 Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

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

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

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 5.1) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (Tabella 5.2);
- η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta = 10 / (5 + \xi) \geq 0,55$, dove ξ (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;
- T_c è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_c = C_c \times T_c^*$ dove T_c^* è definito al § 3.2 e C_c è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (Tabella 5.1);
- 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: $T_D = 4.0 \times (a_g/g) + 1.6$

Categoria sottosuolo	S_S	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tabella 5.1 – 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 5.2 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Nel caso in esame si ha:

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

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

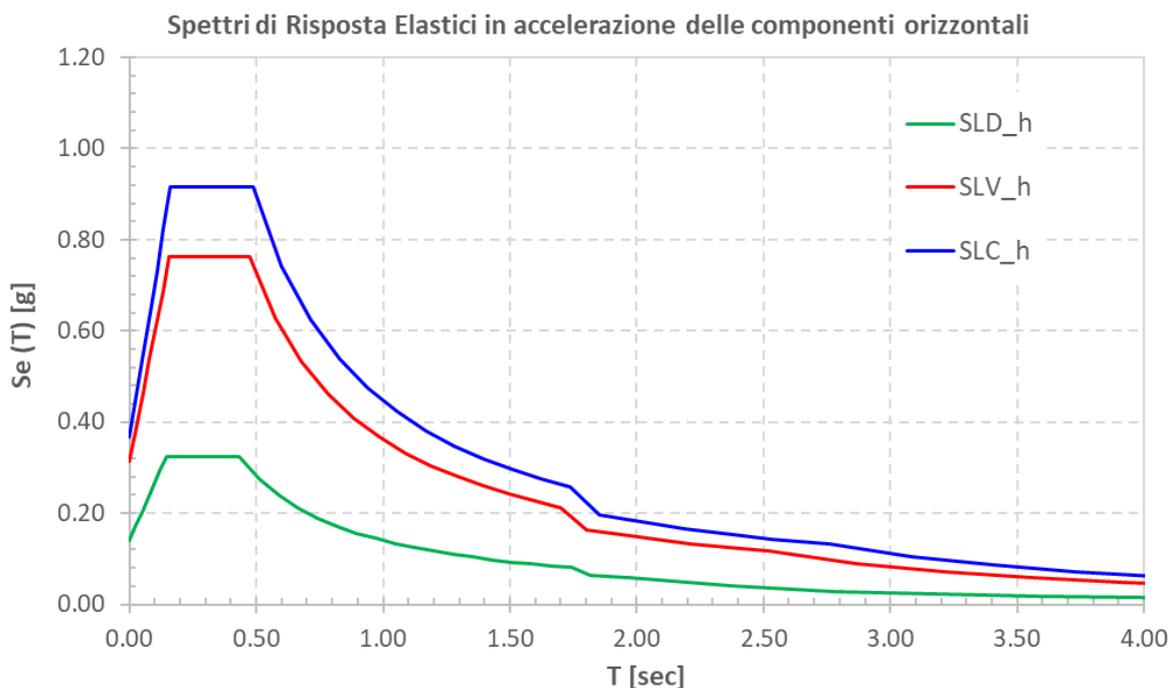


Figura 5.4 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

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	0.093	2.316	0.268	0.145	0.435	1.972	1.50	1.00	1.50	1.62	0.029	0.095
SLV	0.230	2.426	0.306	0.158	0.475	2.520	1.37	1.00	1.37	1.55	0.092	0.234
SLC	0.290	2.491	0.318	0.162	0.487	2.760	1.27	1.00	1.27	1.53	0.121	0.281

Tabella 5.3 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

5.2.13.3 Spettri di risposta in accelerazione della componente verticale

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

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

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

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

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

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

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 , η 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 NTC2018:

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:

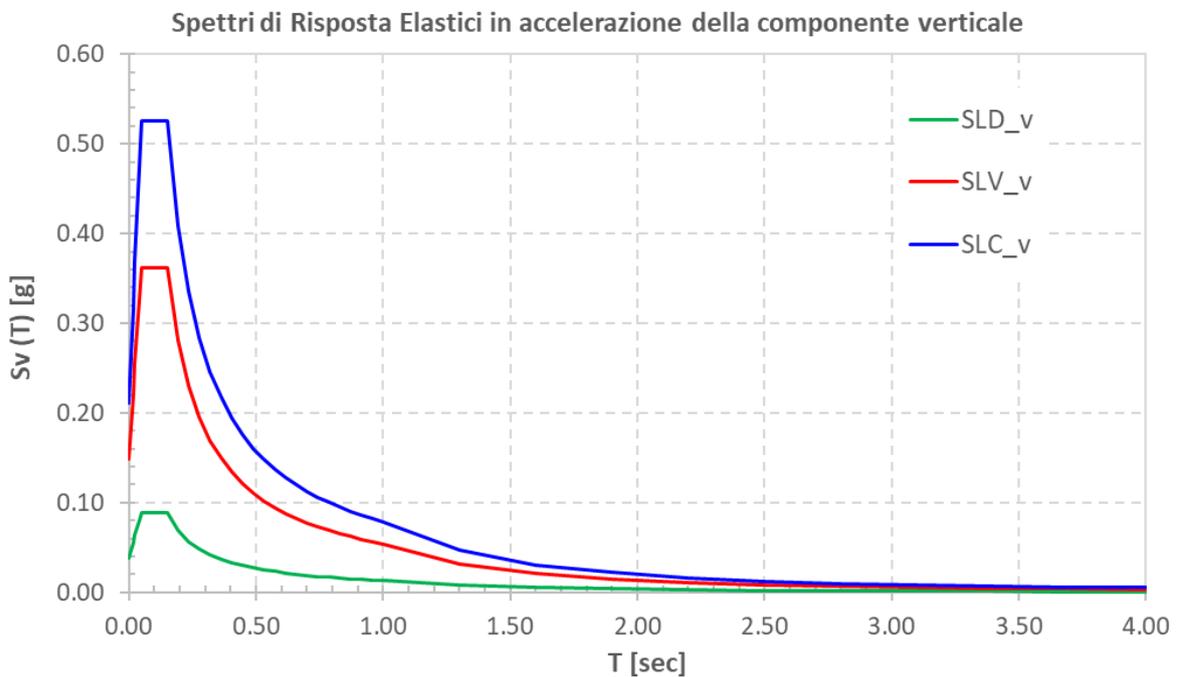


Figura 5.5 – Spettri elastici di risposta in accelerazione della componente verticale

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 [-]
SLD	0.093	2.316	0.953	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLV	0.230	2.426	1.571	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLC	0.290	2.491	1.811	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00

Tabella 5.4 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

5.2.13.4 Masse sismiche

In accordo al punto §5.1.3.12 delle NTC2018, 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.

5.3 Combinazioni di Carico

5.3.1 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 NTC2018:

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m ²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali
 (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
 (***) 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:

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

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli sfavorevoli	γ_Q	0,00 1,35	0,00 1,35	0,00 1,15
Azioni variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90 1,00 ⁽³⁾	1,00 1,00 ⁽⁴⁾	1,00 1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}$, $\gamma_{\epsilon 3}$, $\gamma_{\epsilon 4}$	0,00 1,20	0,00 1,20	0,00 1,00

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

[ⓐ] Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

[ⓑ] Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

[ⓒ] 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

[ⓓ] 1,20 per effetti locali

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

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella tabella 5.1.VI delle NTC2018:

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

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combi- nazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequent)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanent)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

5.3.1.1 Combinazioni per verifiche strutture d'impalcato

Le combinazioni di carico adottate per le verifiche di resistenza agli SLU sono le seguenti:

- $F_d = 1.35 \times G_1 + 1.35 \times G_2 + 1.2 \times \varepsilon_2 + 1.2 \times \varepsilon_4 + 1.35 Q_1 + 1.50 \times 0.60 \times q_{7b} + 1.50 \times 0.6 \times q_5;$
- $F_d = 1.35 \times G_1 + 1.35 \times G_2 + 1.2 \times \varepsilon_4 + 1.35 Q_1 + 1.50 \times 0.60 \times q_{7a} + 1.50 \times 0.6 \times q_5;$

Le combinazioni di carico adottate per le verifiche di resistenza agli SLE-Rara sono le seguenti:

- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_2 + \varepsilon_4 + Q_1 + 0.60 \times q_{7b} + 0.6 \times q_5;$
- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_4 + Q_1 + 0.60 \times q_{7a} + 0.6 \times q_5;$

Le combinazioni di carico adottate per le verifiche di resistenza agli SLE-FRequente sono le seguenti:

- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_2 + \varepsilon_4 + \varepsilon_4 + 0.75 \times Q_{1C} + 0.40 \times Q_{1D} + 0.50 \times q_{7b};$
- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_4 + 0.75 \times Q_{1C} + 0.40 \times Q_{1D} + 0.50 \times q_{7a}$

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

Dove:

- G_1 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai pesi propri;
- G_2 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai permanenti portati;
- ε_2 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al ritiro;
- ε_4 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai cedimenti dei vincoli (ove previsti);
- q_{7a} sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica positiva;
- q_{7b} sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica negativa;
- Q_1 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alle azioni variabili da traffico (C carichi concentrati – D carichi distribuiti – F folla);
- Q_5 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al vento.

5.3.1.2 Combinazioni per sottostrutture

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

5.3.2 Combinazioni di carico in fase sismica

La risposta della struttura è stata calcolata per sisma agente in direzione orizzontale trasversale e longitudinale ed in direzione verticale.

Sono state considerate le seguenti combinazioni:

$$E_I = E_{EI} \pm 0.30 E_{Et} \pm 0.30 E_{Ev}$$

$$E_t = 0.30 E_{EI} \pm E_{Et} \pm 0.30 E_{Ev}$$

$$E_v = 0.30 E_{EI} \pm 0.30 E_{Et} \pm E_{Ev}$$

Essendo:

E_{EI} Azione sismica in direzione orizzontale longitudinale;

E_{Et} Azione sismica in direzione orizzontale trasversale;

E_{Ev} Azione sismica in direzione verticale.

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

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

Nelle verifiche di resistenza delle strutture d'impalcato è omessa la combinazione sismica in quanto non dimensionante.

S.S.121 "Catanese" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

6 ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO

A parità di caratteristiche geometriche e di carichi, si rimanda alla relazione della carreggiata dx per le verifiche delle strutture d'impalcato in carreggiata sx.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

7 ANALISI DELLE SOTTOSTRUTTURE

7.1 Criteri di calcolo

7.1.1 Definizione del modello di calcolo

Le analisi strutturali sono state condotte con l'ausilio di modelli agli elementi finiti che schematizzano l'intero impalcato e le pile attraverso elementi BEAM di opportuna rigidità.

Gli [isolatori elastomerici](#) sono stati schematizzati attraverso elementi "Link" a comportamento lineare.

Nel modello globale non sono state considerate le due spalle che possono essere considerate infinitamente rigide rispetto alle pile.

Le strutture sono state assoggettate alle azioni permanenti (peso proprio e permanenti portati), agli effetti del ritiro, alle azioni variabili verticali e orizzontali legate al traffico stradale, alle azioni del vento, della temperatura ed alle azioni sismiche.

La trave continua d'impalcato è discretizzata in conci di sezione variabile, in modo da tener conto delle variazioni geometriche e della fessurazione della soletta.

7.1.2 Caratteristiche geometrico-inerziali in fase di analisi

L'analisi è stata condotta con riferimento ad un unico modello 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 $nL = n_0$.

Nel modello si è tenuto conto della riduzione di rigidità 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.

7.1.3 Larghezze collaboranti in fase di analisi e di verifica

Si rimanda integralmente al paragrafo 6.

7.1.4 Isolatori elastomerici

Come precedentemente illustrato gli isolatori sono schematizzati mediante elementi "Link" a comportamento lineare. [Nel caso in oggetto, 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" **kpila**: relativi agli isolatori da disporre in corrispondenza delle pile.

Di seguito se ne riepilogano le caratteristiche di rigidità, nelle condizioni di esercizio ed in condizioni sismiche.

In particolare mentre in condizioni sismiche la rigidità degli isolatori è la medesima per ciascun allineamento, in condizioni di esercizio la rigidità è funzione delle variazioni termiche e del ritiro.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

	Esercizio				Sisma		
Link	K1 [kN/m]	K2 [kN/m]	K3 [kN/m]		K1 [kN/m]	K2 [kN/m]	K3 [kN/m]
kspalle	2032000	5250	5250		2032000	2100	2100
kpile	4918000	12550	12550		4918000	5020	5020

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

7.2 Analisi statica globale

Le analisi globali sono state condotte con l'ausilio del noto programma agli elementi finiti SAP2000P®.

La figura seguente illustra la geometria del modello di calcolo:



Figura 7.1. Geometria del modello di calcolo

7.2.1 Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi

7.2.1.1 Impalcato

In allegato si riepilogano le caratteristiche geometriche-inerziali delle sezioni che compongono le sezioni d'impalcato considerate in fase di analisi.

7.2.1.2 Pile e plinti

La pila è stata schematizzata attraverso due elementi BEAM, che rappresentano il baggio di appoggio, il fusto ed il plinto di fondazione.

Le caratteristiche geometrico-inerziali sono state introdotte nel modello con riferimento a sezioni di forma [rettangolare e generica](#) con le seguenti caratteristiche:

```

NAME=PIL1  TYPE=PRISM SH=R MAT=Rck40 T=3.15,2.15
NAME=PIL2  TYPE=PRISM SH=R MAT=Rck40 T=4,2.15
NAME=PIL3  TYPE=PRISM SH=R MAT=Rck40 T=8.6,2.15
NAME=PIL4  TYPE=PRISM SH=R MAT=Rck40 T=8.5,2.15
NAME=PLI1  TYPE=PRISM SH=R MAT=Rck0 T=9.2,8.3
NAME=APPO  TYPE=PRISM SH=R MAT=Rappo T=1,1

```

In particolare, data la variazione di sezione lungo il fusto pila, sono stati considerati 2 tratti. Il primo a sezione costante (PIL1), il secondo a sezione variabile (da PIL2 a PIL4). Per il tratto a sezione variabile si è fatto riferimento alle caratteristiche geometriche della sezione baricentrica.

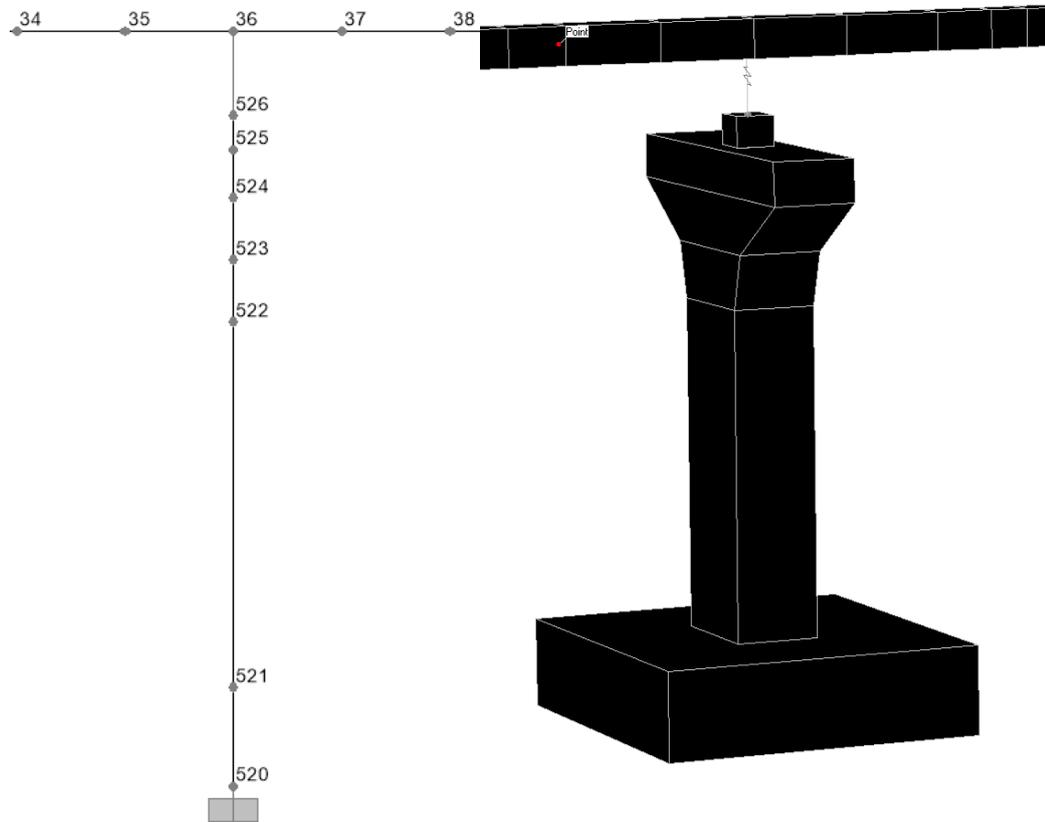


Figura 7.2. Particolare delle pile

7.2.2 Applicazione dei carichi al modello

7.2.2.1 Peso proprio della struttura (Load G1)

Il peso proprio dell'impalcato, specificato al par. 5.2.1.1, ed il peso proprio dei fusti pile è stato applicato quale carico uniformemente distribuito agli elementi che rispettivamente li schematizzano.

Il peso proprio dei boggioni di appoggio è stato applicato quale carico concentrato agli elementi che li schematizzano.

7.2.2.2 Carichi permanenti portati (Load G2)

I carichi permanenti portati, specificato al par. 5.2.2.1, sono stati applicati quali carichi e coppie (ove presenti) uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano l'impalcato.

7.2.2.3 Ritiro – (LOAD RIT)

Gli effetti generati dal ritiro sono stati valutati tramite l'applicazione di un carico termico uniforme equivalente.

Detto carico è stato calcolato eguagliando lo sforzo normale che si esercita sulla soletta con quello generato dalla variazione termica sulla sezione composta di analisi:

$$N\Delta T_{eq} = \alpha \Delta T_{eq} \times A_r \times E_a$$

$$N_r = - \epsilon_{cs} \times A_c \times E_a / n_r$$

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

Essendo:

ϵ_{cs}	la deformazione totale finale per ritiro;
Ac	l'area del calcestruzzo soggetta a ritiro;
Ea	modulo elastico dell'acciaio;
n_r	coefficiente di omogeneizzazione acciaio-cls relativo alle azioni del ritiro.
α	il coefficiente di dilatazione termica;
Ea	modulo elastico dell'acciaio;
Ar	l'area della sezione composta di analisi (omogeneizzata ad n_0);

Effetti del ritiro	Var	unità	2 TRAVI
Larghezza della sezione	Btot	m	11.25
Altezza delle travi	Ht	m	1.80
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{cs}		0.00027
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	Ac	mq	2.700
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (ritiro)	n_r		15.79
Modulo elastico acciaio	Ea	Mpa	210000
Sforzo normale da ritiro	Nr	kN	9648.7
Area della sezione composta omog. All'acciaio	Ar	mq	0.341
Variatione termica equivalente	Dteq.	°	13.5
distanza del bar. Soletta dal bar. Sezione composta	er	m	1.37
Momento flettente da ritiro	Mr	kNm	13218.7

7.2.2.4 Carichi mobili verticali (MOVE MV-C1, MV-D1, MV-F1)

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](#).

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:

- V2018-C: carichi concentrati dello schema 1
- V2018-D: carichi distribuiti dello schema 1
- F2018: carico distribuito relativo alla folla (ove presente)

7.2.2.5 Frenatura (LOAD Q3)

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. 5.2.7 sugli elementi che schematizzano l'impalcato.

S.S. 121 "Cataneese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

7.2.2.6 Forza centrifuga (LOAD Q4)

Gli effetti generati dalle forze centrifughe sulle sottostrutture sono valutati con schema di travi a mensola soggette a forze orizzontali trasversali, di intensità pari a quelle specificate al par.5.2.8, agenti a livello del piano viabile. Nel caso in oggetto non sono presenti.

7.2.2.7 Vento trasversale (LOAD Q5-1, Q5-2)

Le azioni orizzontali trasversali e le azioni torcenti dovute al vento, specificate al par.5.2.9, sono state applicate quali azioni uniformemente distribuite sugli elementi che schematizzano l'impalcato.

7.2.2.8 Temperatura – (LOAD DT)

Gli effetti generati dalle variazioni termiche uniformi agenti sulle strutture d'impalcato, sono state determinati, secondo quanto indicato al 0, attraverso l'applicazione di un carico termico uniforme pari a:

Risultati	Var	unità	
Temperatura massima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmax	[°]	41.8
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-15.6
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	45.8
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-11.6
Massima variazione termica in contrazione: $DTN,con = T0 - Te,min$	$\Delta TN,con$	[°]	26.6
Massima variazione termica in espansione: $DTN,exp = Te,max - T0$	$\Delta TN,exp$	[°]	30.8

7.2.2.9 Sisma (SPEC SLV-X, SLV-Y, SLV-Z)

Le sollecitazioni e gli spostamenti generati dal sisma sono stati determinati mediante **Analisi Lineare Dinamica Modale**.

Le condizioni di carico corrispondenti alle analisi dinamiche modali sono:

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

7.2.3 Analisi in fase sismica

Le analisi sismiche sono state condotte, in accordo a quanto specificato al §7 "Progettazione per azioni sismiche" delle NTC18 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).

Relativamente agli effetti torsionali, l'Eurocodice 8 – Parte 2 (EN1998-2), chiarisce che questi effetti devono essere presi in considerazione nelle analisi dei viadotti esclusivamente per impalcati obliqui con angolo di

obliquità maggiore del 20%, e/o per ponti/viadotti caratterizzati da rapporto larghezza/lunghezza (B/L) maggiore di 2. Non ricadendo in nessuno dei due casi gli effetti torsionali (e pertanto l'eccentricità accidentale $e_a=0.03$) non sono stati presi in considerazione.

Il modello è quello precedentemente descritto, con le caratteristiche degli isolatori indicate per il sisma al par. 7.1.4.

7.2.4 Risposta sismica

La tabella seguente riassume i periodi, la percentuale di massa eccitata e la somma delle masse eccitate, per i primi 100 modi di vibrare della struttura:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios																
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ	
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless												
EIGENMODES	Mode	1	2.207807	0%	76%	0%	0%	0%	76%	0%	0%	0%	0%	0%	57%	
EIGENMODES	Mode	2	2.207284	77%	0%	0%	77%	76%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	57%	
EIGENMODES	Mode	3	2.129474	0%	0%	0%	77%	76%	0%	0%	0%	21%	0%	0%	77%	
EIGENMODES	Mode	4	1.795866	0%	1%	0%	77%	77%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	79%	
EIGENMODES	Mode	5	1.089981	0%	0%	0%	77%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	
EIGENMODES	Mode	6	0.621904	0%	0%	0%	77%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	
EIGENMODES	Mode	7	0.490505	0%	0%	0%	77%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	
EIGENMODES	Mode	8	0.448871	0%	0%	0%	77%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	
EIGENMODES	Mode	9	0.398052	0%	0%	0%	77%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	
EIGENMODES	Mode	10	0.387385	0%	0%	0%	77%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	
EIGENMODES	Mode	11	0.34938	0%	0%	0%	77%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%	
EIGENMODES	Mode	12	0.307767	0%	0%	1%	77%	77%	1%	0%	1%	0%	0%	1%	79%	
EIGENMODES	Mode	13	0.274682	0%	0%	0%	77%	77%	1%	0%	1%	0%	0%	2%	79%	
EIGENMODES	Mode	14	0.262023	0%	0%	0%	77%	77%	1%	0%	0%	0%	0%	2%	79%	
EIGENMODES	Mode	15	0.251091	0%	0%	22%	77%	77%	23%	0%	17%	0%	0%	20%	79%	
EIGENMODES	Mode	16	0.248452	0%	0%	0%	77%	77%	23%	0%	0%	0%	0%	20%	79%	
EIGENMODES	Mode	17	0.219534	0%	0%	15%	77%	77%	39%	0%	1%	0%	0%	20%	79%	
EIGENMODES	Mode	18	0.216702	0%	0%	19%	77%	77%	58%	0%	38%	0%	0%	58%	79%	
EIGENMODES	Mode	19	0.188505	0%	0%	0%	77%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	58%	79%	
EIGENMODES	Mode	20	0.141967	0%	0%	0%	77%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	58%	79%	
EIGENMODES	Mode	21	0.124719	0%	0%	0%	77%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	58%	79%	
EIGENMODES	Mode	22	0.123103	0%	0%	0%	77%	77%	58%	0%	1%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	23	0.118142	0%	0%	0%	77%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	24	0.111981	0%	0%	0%	77%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	25	0.108404	0%	0%	0%	77%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	26	0.105888	0%	0%	0%	77%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	27	0.101383	3%	0%	0%	80%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	28	0.101382	2%	0%	0%	82%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	29	0.100561	0%	0%	0%	82%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	30	0.096403	0%	0%	0%	82%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	31	0.093716	0%	0%	0%	82%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	32	0.088732	0%	0%	0%	82%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	33	0.083135	0%	0%	0%	82%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	34	0.082068	4%	0%	0%	86%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	35	0.082063	0%	0%	0%	86%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	36	0.072646	0%	0%	0%	86%	77%	58%	0%	0%	0%	0%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	37	0.071496	0%	4%	0%	86%	81%	58%	9%	0%	1%	9%	59%	79%	
EIGENMODES	Mode	38	0.071496	0%	1%	0%	86%	82%	58%	1%	0%	0%	11%	59%	80%	
EIGENMODES	Mode	39	0.070861	0%	0%	0%	86%	82%	58%	0%	0%	0%	11%	59%	80%	
EIGENMODES	Mode	40	0.070547	0%	0%	0%	86%	82%	58%	0%	0%	0%	11%	59%	80%	
EIGENMODES	Mode	41	0.064717	4%	0%	0%	90%	82%	58%	0%	0%	0%	11%	59%	80%	
EIGENMODES	Mode	42	0.064716	0%	0%	0%	90%	82%	58%	0%	0%	0%	11%	59%	80%	
EIGENMODES	Mode	43	0.062338	0%	0%	0%	90%	82%	58%	0%	0%	0%	11%	59%	80%	

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

EIGENMODES Mode	44	0.06055	0%	0%	0%	90%	82%	58%	0%	0%	0%	11%	59%	80%
EIGENMODES Mode	45	0.058019	0%	4%	0%	90%	86%	58%	9%	0%	3%	20%	59%	83%
EIGENMODES Mode	46	0.058019	0%	0%	0%	90%	86%	58%	0%	0%	0%	20%	59%	83%
EIGENMODES Mode	47	0.055678	0%	0%	0%	90%	86%	58%	0%	0%	0%	20%	59%	83%
EIGENMODES Mode	48	0.055221	0%	0%	0%	90%	86%	58%	0%	0%	0%	20%	59%	83%
EIGENMODES Mode	49	0.054651	0%	0%	0%	90%	86%	58%	0%	0%	0%	20%	59%	83%
EIGENMODES Mode	50	0.054086	0%	0%	0%	90%	86%	58%	0%	0%	0%	20%	59%	83%
EIGENMODES Mode	51	0.053668	0%	0%	2%	90%	86%	60%	0%	0%	0%	20%	60%	83%
EIGENMODES Mode	52	0.053399	0%	0%	3%	90%	86%	63%	0%	0%	0%	20%	60%	83%
EIGENMODES Mode	53	0.053069	0%	0%	11%	90%	86%	73%	0%	14%	0%	20%	73%	83%
EIGENMODES Mode	54	0.051229	0%	0%	0%	90%	86%	73%	0%	0%	0%	20%	73%	83%
EIGENMODES Mode	55	0.049934	0%	0%	0%	90%	86%	73%	0%	0%	0%	20%	73%	83%
EIGENMODES Mode	56	0.049293	4%	0%	0%	94%	86%	73%	0%	0%	0%	20%	73%	83%
EIGENMODES Mode	57	0.049293	0%	0%	0%	94%	86%	73%	0%	0%	0%	20%	73%	83%
EIGENMODES Mode	58	0.045901	0%	3%	0%	94%	90%	73%	7%	0%	6%	27%	73%	89%
EIGENMODES Mode	59	0.0459	0%	1%	0%	94%	91%	73%	2%	0%	1%	28%	73%	90%
EIGENMODES Mode	60	0.043904	0%	0%	0%	94%	91%	73%	0%	0%	0%	28%	73%	90%
EIGENMODES Mode	61	0.041791	0%	0%	0%	94%	91%	73%	0%	0%	0%	28%	73%	90%
EIGENMODES Mode	62	0.038245	0%	0%	1%	94%	91%	75%	0%	4%	0%	28%	77%	90%
EIGENMODES Mode	63	0.038193	0%	0%	1%	94%	91%	76%	0%	0%	0%	28%	77%	90%
EIGENMODES Mode	64	0.038051	0%	0%	0%	94%	91%	76%	0%	0%	0%	28%	77%	90%
EIGENMODES Mode	65	0.036924	0%	0%	0%	94%	91%	76%	0%	0%	0%	28%	77%	90%
EIGENMODES Mode	66	0.036364	0%	0%	0%	94%	91%	76%	0%	0%	0%	28%	77%	90%
EIGENMODES Mode	67	0.03623	0%	0%	0%	94%	91%	76%	0%	0%	0%	28%	77%	90%
EIGENMODES Mode	68	0.035614	0%	0%	0%	94%	91%	76%	0%	0%	0%	28%	77%	90%
EIGENMODES Mode	69	0.03508	0%	4%	0%	94%	94%	76%	7%	0%	4%	35%	77%	94%
EIGENMODES Mode	70	0.035079	0%	0%	0%	94%	94%	76%	0%	0%	1%	35%	77%	95%
EIGENMODES Mode	71	0.034733	0%	0%	0%	94%	94%	76%	0%	0%	0%	35%	77%	95%
EIGENMODES Mode	72	0.033796	0%	0%	0%	94%	94%	76%	0%	0%	0%	35%	77%	95%
EIGENMODES Mode	73	0.033312	0%	0%	0%	94%	94%	76%	0%	0%	0%	35%	77%	95%
EIGENMODES Mode	74	0.032931	0%	0%	0%	94%	94%	76%	0%	0%	0%	35%	77%	95%
EIGENMODES Mode	75	0.032745	0%	0%	0%	94%	94%	76%	0%	0%	0%	35%	77%	95%
EIGENMODES Mode	76	0.032282	0%	0%	0%	94%	94%	76%	0%	0%	0%	35%	78%	95%
EIGENMODES Mode	77	0.029466	0%	0%	0%	94%	94%	76%	0%	0%	0%	35%	78%	95%
EIGENMODES Mode	78	0.02662	0%	0%	1%	94%	94%	78%	0%	1%	0%	35%	78%	95%
EIGENMODES Mode	79	0.026424	0%	0%	0%	94%	94%	78%	0%	1%	0%	35%	79%	95%
EIGENMODES Mode	80	0.026074	0%	0%	0%	94%	94%	78%	0%	0%	0%	35%	79%	95%
EIGENMODES Mode	81	0.025964	0%	0%	0%	94%	94%	78%	0%	0%	0%	35%	79%	95%
EIGENMODES Mode	82	0.025814	0%	0%	2%	94%	94%	80%	0%	1%	0%	35%	80%	95%
EIGENMODES Mode	83	0.025029	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	84	0.024154	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	85	0.024111	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	86	0.02333	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	87	0.023256	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	88	0.022363	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	89	0.022199	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	90	0.021513	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	91	0.021023	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	92	0.020768	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	93	0.020505	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	94	0.019035	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	95	0.01902	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	96	0.01893	0%	0%	0%	94%	94%	80%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	97	0.018613	0%	0%	0%	94%	94%	81%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	98	0.01799	0%	0%	0%	94%	94%	81%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	99	0.017722	0%	0%	0%	94%	94%	81%	0%	0%	0%	35%	81%	95%
EIGENMODES Mode	100	0.017332	0%	0%	0%	94%	94%	81%	0%	0%	0%	35%	81%	95%

Tabella 7.1: Periodi di vibrazione della struttura

A titolo esemplificativo si riportano i primi modi di vibrare del viadotto.

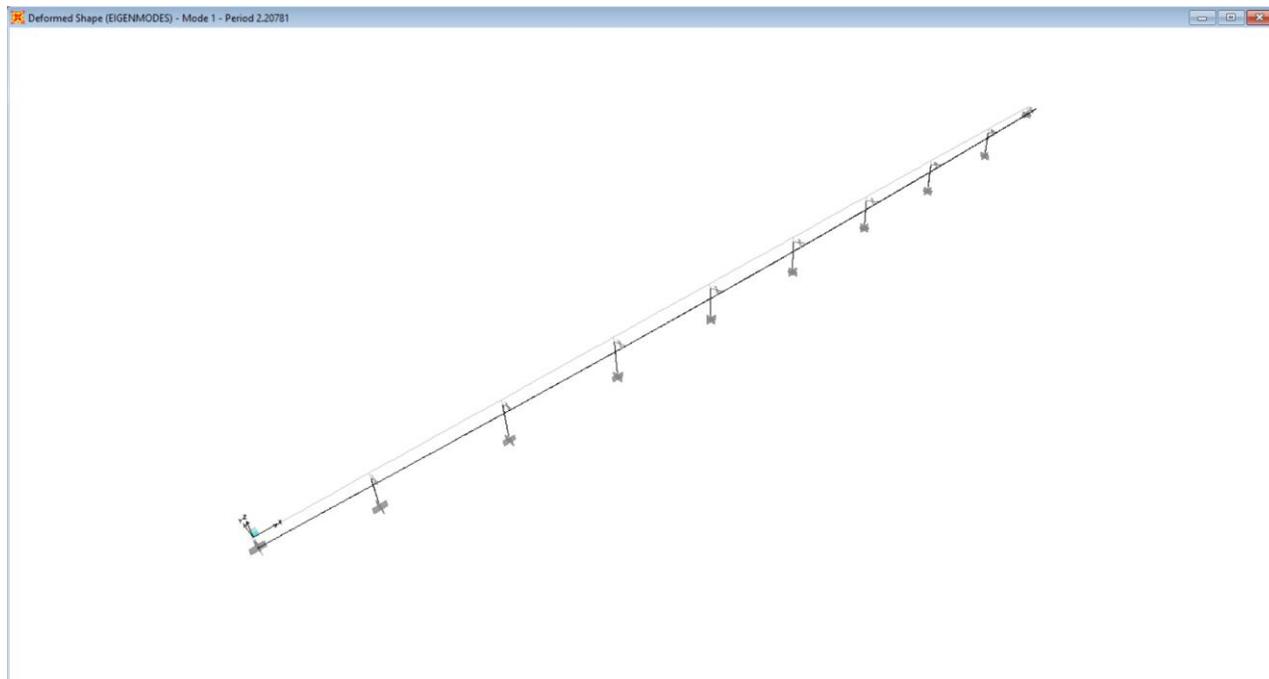


Figura 7.3. Prima forma modale

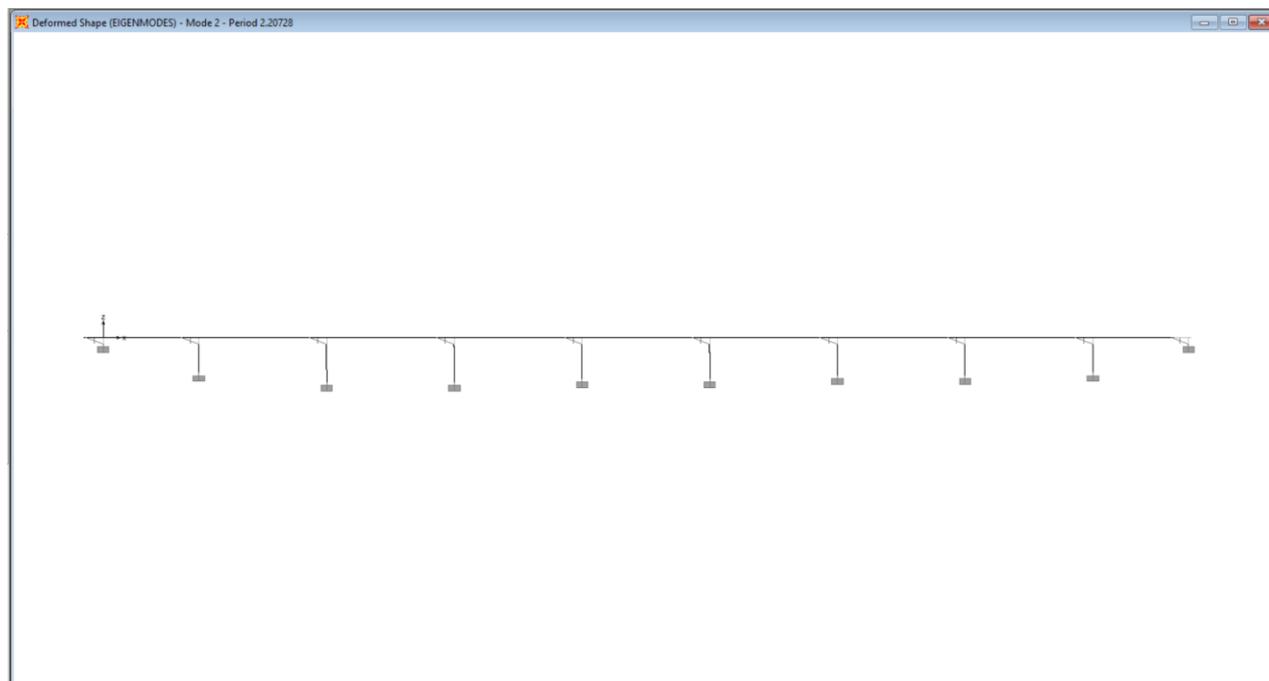


Figura 7.4. Seconda forma modale

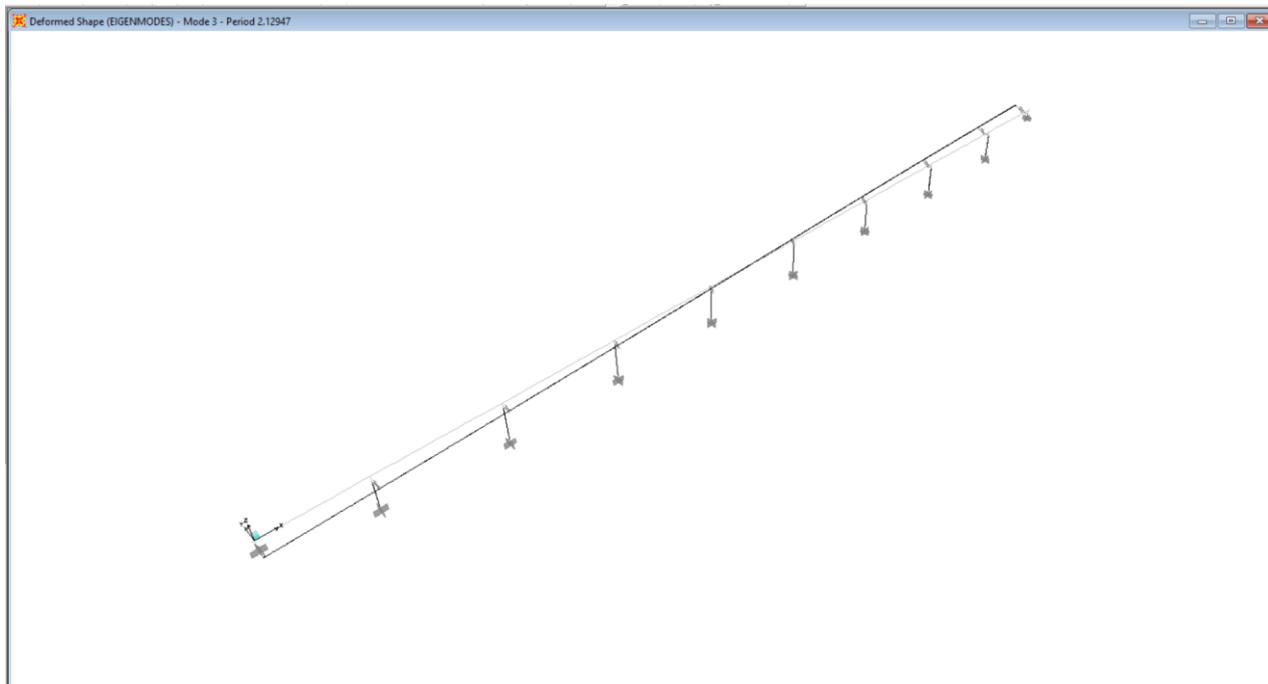


Figura 7.5. Terza forma modale

S.S. 121 "Cataneese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

8 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.

Le verifiche sono relative alla pila:

- **P3**: pila a sezione rettangolare con estremità arrotondate, di dimensioni allo spiccatto di **3.50 x 2.30**, di altezza pari a **9.00 m** con plinto di fondazione a **8** pali.

I risultati ottenuti per tale pila si estendono alle restanti pile, nelle carreggiate **dx** e **sx**;

8.1 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 spiccatto 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.

I tabulati di calcolo sono riportati in allegato.

8.2 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:

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

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

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

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

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

Essendo:

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 di pali della palificata;

X_{pi}, Y_{pi} coordinate del palo iesimo rispetto al baricentro della palificata.

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

Pila P3

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP	
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4148	4148	3642	3043	2611	2063
Azione assiale minima	Nmin	197	1702	197	1307	1711	1775
Azione trasversale massima	Vmax	464	92	464	62	26	25

8.3 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:

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

Essendo L_0 la lunghezza elastica del palo pari a:

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

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:

$$E_s = 1.5 k_h d;$$

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

Di seguito si riporta:

- il calcolo della lunghezza libera d'inflessione dei pali di fondazione;
- Le caratteristiche della sollecitazione prese in conto per le verifiche dei pali di fondazione;

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

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	15
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	Ic	m ⁴	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	12136
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	4.92

Le caratteristiche della sollecitazione sono le seguenti:

Pila P3

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4148	3642	3043	2611	2063
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1702	197	1307	1711	1775
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	225	1142	153	64	60
Momento amplificato del 20%	Mmax	kNm	271	1370	183	77	72
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	92	464	62	26	25

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		25090	16961
Carico verticale medio agente sui pali		3136	2120

8.4 Verifiche di resistenza 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.

Di seguito si riportano le verifiche a pressoflessione e taglio in testa ai pali di fondazione:

Pila P3

I pali di fondazione delle pile saranno armati con:

- Armature longitudinali: 20φ24;
- Armature trasversali: spirale φ12/15 (per i primi 6 m) + spirale φ12/20 per i restanti metri.

Come è possibile osservare tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	120.0	cm
Barre circonferenza:	20Ø24	(90.5 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	10.2	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	4148.00	271.00	92.00	0.00

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

2	1702.00	271.00	92.00	0.00
3	3136.00	271.00	92.00	0.00
4	3642.00	1370.00	464.00	0.00
5	197.00	1370.00	464.00	0.00
6	2120.00	1370.00	464.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	3043.00	183.00
2	1307.00	183.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2611.00	77.00 (0.00)
2	1711.00	77.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2063.00	72.00 (0.00)
2	1775.00	72.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.2 cm
Interferro massimo barre longitudinali: 0.0 cm [deve essere < 0.0]
Copriferro netto minimo staffe: 7.8 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
As Tot. Area complessiva armature long. pilastro [cm²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	4148.00	271.00	4147.72	2706.99	9.989	10.7	---	---	90.5 (33.9)
2	S	1702.00	271.00	1702.14	2169.02	8.004	24.8	---	---	90.5 (33.9)
3	S	3136.00	271.00	3136.07	2519.98	9.299	16.6	---	---	90.5 (33.9)

S.S. 121 "Catanesa"		 GRUPPO FS ITALIANE
Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

4	S	3642.00	1370.00	3641.84	2621.45	1.913	13.7	---	---	90.5 (33.9)
5	S	197.00	1370.00	196.85	1688.27	1.232	33.7	---	---	90.5 (33.9)
6	S	2120.00	1370.00	2119.73	2286.84	1.669	22.3	---	---	90.5 (33.9)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	0.00278	49.8	-0.00430	-49.8
2	0.00350	60.0	0.00249	49.8	-0.00743	-49.8
3	0.00350	60.0	0.00268	49.8	-0.00536	-49.8
4	0.00350	60.0	0.00273	49.8	-0.00480	-49.8
5	0.00350	60.0	0.00214	49.8	-0.01110	-49.8
6	0.00350	60.0	0.00255	49.8	-0.00669	-49.8

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature:	12	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	15.1	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw z	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Braccio coppia interna
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	ASt
1	S	92.00	2541.64	1123.92	109.3 76.2	2.500	1.250	1.2
2	S	92.00	2366.05	1220.99	105.8 82.8	2.500	1.106	1.1
3	S	92.00	2502.07	1159.63	109.0 78.6	2.500	1.196	1.2
4	S	464.00	2527.30	1143.41	108.8 77.5	2.500	1.227	6.1
5	S	464.00	2138.96	1301.91	98.1 88.3	2.500	1.012	5.4
6	S	464.00	2410.40	1201.03	107.1 81.4	2.500	1.132	5.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.33	-60.0	1.48	60.0	24.5	49.8	0.0	0	0.0	----
2	S	1.96	-60.0	0.11	60.0	4.0	49.8	0.0	0	0.0	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00011	0.00025		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00001	0.00015		----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.45	-60.0	1.67	60.0	26.1	49.8	0.0	0	0.0	----
2	S	1.74	-60.0	0.96	60.0	15.4	49.8	0.0	0	0.0	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00013	0.00018		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00007	0.00013		----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.99	-60.0	1.26	60.0	19.9	49.8	0.0	0	0.0	----
2	S	1.77	-60.0	1.04	60.0	16.5	49.8	0.0	0	0.0	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00009	0.00015		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00008	0.00013		----	----	----	----	----	0.00

8.5 Verifica dei plinti di fondazione

Il dimensionamento dei plinti di fondazione è stato effettuato:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

- con riferimento allo schema di mensola tozza (tirante-puntone) in direzione longitudinale e trasversale;

Per semplicità ed a favore di sicurezza viene analizzata una striscia a cavallo del palo maggiormente sollecitato (palo di spigolo).

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.

8.6 Verifica dei fusti pila

Le pile hanno sezione rettangolare di dimensioni 3.5 x 2.30 m e spigoli arrotondati.

Si riportano le sole verifiche della sezione di spiccato.

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

- Barre verticali 120 $\phi 26$;
- Staffe orizzontali $\phi 14/20$.

Di seguito si illustrano le verifiche a pressoflessione e taglio.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-60.0	-115.0
2	-78.0	-113.6
3	-95.5	-109.4
4	-112.2	-102.5
5	-127.6	-93.0
6	-141.3	-81.3
7	-153.0	-67.6
8	-162.5	-52.2
9	-169.4	-35.5
10	-173.6	-18.0
11	-175.0	0.0
12	-173.6	18.0
13	-169.4	35.5
14	-162.5	52.2
15	-153.0	67.6
16	-141.3	81.3
17	-127.6	93.0
18	-112.2	102.5
19	-95.5	109.4
20	-78.0	113.6
21	-60.0	115.0
22	60.0	115.0
23	78.0	113.6
24	95.5	109.4
25	112.2	102.5
26	127.6	93.0
27	141.3	81.3

S.S. 121 "Cataneese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

28	153.0	67.6
29	162.5	52.2
30	169.4	35.5
31	173.6	18.0
32	175.0	0.0
33	173.6	-18.0
34	169.4	-35.5
35	162.5	-52.2
36	153.0	-67.6
37	141.3	-81.3
38	127.6	-93.0
39	112.2	-102.5
40	95.5	-109.4
41	78.0	-113.6
42	60.0	-115.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	107.5	26
2	0.0	103.5	26
3	-167.5	0.0	26
4	-163.5	0.0	26
5	-166.3	15.2	26
6	-162.3	14.8	26
7	-163.0	30.0	26
8	-159.1	29.2	26
9	-157.6	44.3	26
10	-153.8	43.0	26
11	-150.3	57.6	26
12	-146.7	56.0	26
13	-141.3	69.8	26
14	-137.8	67.8	26
15	-130.6	80.6	26
16	-127.3	78.2	26
17	-118.5	89.8	26
18	-115.4	87.0	26
19	-102.4	94.1	26
20	-105.2	97.2	26
21	-88.5	99.2	26
22	-91.0	102.7	26
23	-76.2	106.2	26
24	-74.1	102.3	26
25	-61.0	107.4	26
26	-59.3	103.5	26
27	-45.7	107.5	26
28	-44.5	103.5	26
29	-30.5	107.5	26
30	-29.7	103.5	26
31	-15.3	107.5	26
32	-14.8	103.5	26
33	167.5	0.0	26
34	163.5	0.0	26
35	166.3	15.2	26
36	162.3	14.8	26
37	163.0	30.1	26
38	159.1	29.2	26
39	157.6	44.3	26
40	153.8	43.1	26
41	150.3	57.6	26
42	146.6	56.0	26
43	141.3	69.8	26

S.S. 121 "Cataneese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

44	137.7	67.8	26
45	130.6	80.6	26
46	127.2	78.2	26
47	118.5	89.8	26
48	115.4	87.0	26
49	102.4	94.1	26
50	105.2	97.2	26
51	88.5	99.2	26
52	91.0	102.7	26
53	76.2	106.2	26
54	74.1	102.4	26
55	61.0	107.4	26
56	59.3	103.5	26
57	45.7	107.5	26
58	44.5	103.5	26
59	30.5	107.5	26
60	29.6	103.5	26
61	15.2	107.5	26
62	14.8	103.5	26
63	0.0	-107.5	26
64	0.0	-103.5	26
65	-166.3	-15.2	26
66	-162.3	-14.8	26
67	-163.0	-30.1	26
68	-159.1	-29.2	26
69	-157.6	-44.3	26
70	-153.8	-43.1	26
71	-150.3	-57.7	26
72	-146.7	-56.0	26
73	-141.3	-69.8	26
74	-137.7	-67.8	26
75	-130.6	-80.6	26
76	-127.3	-78.2	26
77	-118.5	-89.8	26
78	-115.4	-87.0	26
79	-102.4	-94.1	26
80	-105.2	-97.3	26
81	-88.5	-99.2	26
82	-91.0	-102.8	26
83	-76.2	-106.2	26
84	-74.1	-102.4	26
85	-61.0	-107.4	26
86	-59.3	-103.5	26
87	-45.7	-107.5	26
88	-44.5	-103.5	26
89	-30.5	-107.5	26
90	-29.7	-103.5	26
91	-15.2	-107.5	26
92	-14.8	-103.5	26
93	166.3	-15.2	26
94	162.3	-14.8	26
95	163.0	-30.1	26
96	159.1	-29.2	26
97	157.6	-44.3	26
98	153.8	-43.1	26
99	150.3	-57.6	26
100	146.7	-56.0	26
101	141.3	-69.8	26
102	137.7	-67.8	26
103	130.6	-80.6	26
104	127.3	-78.2	26
105	118.5	-89.8	26
106	115.4	-87.0	26

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

107	102.4	-94.1	26
108	105.2	-97.3	26
109	88.5	-99.2	26
110	91.0	-102.7	26
111	76.2	-106.2	26
112	74.1	-102.4	26
113	61.0	-107.4	26
114	59.3	-103.5	26
115	45.7	-107.5	26
116	44.5	-103.5	26
117	30.5	-107.5	26
118	29.6	-103.5	26
119	15.2	-107.5	26
120	14.8	-103.5	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
 Passo staffe: 20.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	14930.00	3413.00	14495.00	401.00	300.00
2	14053.00	4701.00	12263.00	401.00	434.00
3	14053.00	3386.00	12263.00	401.00	300.00
4	14053.00	3386.00	15474.00	669.00	300.00
5	7873.00	14202.00	4189.00	316.00	1420.00
6	7873.00	5338.00	12709.00	1054.00	518.00

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	11061.00	2137.00	10034.00

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
---------	---	----	----

S.S. 121 "Catanesa"		 GRUPPO FS ITALIANE
Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

2	0.00125	153.0	67.6	0.00117	141.3	69.8	-0.00196	-141.3	-69.8
3	0.00124	162.5	52.2	0.00116	150.3	57.6	-0.00196	-150.3	-57.7
4	0.00122	162.5	52.2	0.00115	157.6	44.3	-0.00196	-157.6	-44.3
5	0.00104	78.0	113.6	0.00095	76.2	106.2	-0.00196	-76.2	-106.2
6	0.00105	153.0	67.6	0.00098	141.3	69.8	-0.00196	-141.3	-69.8

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 (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000008817	0.000004019	-0.000388538	----	----
2	0.000008048	0.000006128	-0.000391553	----	----
3	0.000008546	0.000004725	-0.000399201	----	----
4	0.000008778	0.000003834	-0.000402860	----	----
5	0.000001746	0.000012428	-0.000503527	----	----
6	0.000007371	0.000006111	-0.000488366	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz. [cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	439.28	19470.04	3573.24277.8	237.3	227.0	2.500	1.115	1.9	15.4(0.0)
2	S	588.22	19206.50	3284.51254.6	218.1	245.1	2.500	1.108	2.8	15.4(0.0)
3	S	456.57	19255.10	3484.34270.1	231.4	231.6	2.500	1.108	2.0	15.4(0.0)
4	S	542.68	19402.66	3604.99279.6	239.4	225.6	2.500	1.108	2.3	15.4(0.0)
5	S	510.47	19750.23	2683.10204.7	178.2	322.4	2.500	1.061	2.9	15.4(0.0)
6	S	1071.46	18244.85	3323.44252.6	220.7	240.4	2.500	1.061	5.0	15.4(0.0)

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.51	162.5	52.2	-29.8	-157.6	-44.3	3867	106.2

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00016	0.00000	0.500	26.0	62	0.00009 (0.00009)	372	0.033 (990.00)	5022.58	23582.84

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.90	153.0	67.6	-2.6	-141.3	-69.8	383	10.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00002	0.00000	0.500	26.0	62	0.00001 (0.00001)	370	0.003 (0.30)	25248.82	68038.11

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.78	60.0	115.0	6.2	-61.0	-107.4	----	----

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

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

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

9 VERIFICHE SPALLE

Si riportano nel capitolo seguente le verifiche relative alla Spalla B, che si presenta come unica spalla di un doppio impalcato. I risultati ottenuti si estendono anche per Spalla A.

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.

9.1 Analisi della palificata

Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione delle spalle è stato effettuato facendo riferimento ad un sistema di coordinate ortogonali destrorso, 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.

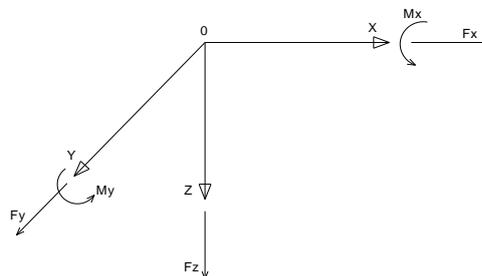


Figura 9.1. Sistema di riferimento

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 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.

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 paragrafo 9.1.

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

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

Spalla SpB:

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	2628	2628	2430	1945	1827	1517
Azione assiale minima	Nmin	417	1689	417	1252	1292	1368
Azione trasversale massima	Vmax	928	684	928	506	481	410

9.2 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche pali di fondazione

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

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

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

Essendo L_0 la lunghezza elastica del micropalo pari a:

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

E_p il modulo di elasticità del micropalo;

I_p il momento d'inerzia del micropalo;

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

$$E_s = 1.5 k_h d;$$

H l'eventuale altezza non collaborante del micropalo di fondazione.

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

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	E_c	Mpa	31476
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	E_a	Mpa	210000
Modulo di elasticità del terreno	E_t	Mpa	15.0
Modulo di Poisson del terreno	ν		0.30
Diametro del palo	D_p	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	I_c	m ⁴	0.1018
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	I_p	m ⁴	0.1018
K_t Costante di reazione orizzontale (Vesic)	k_t	kN/mc	12136
Lunghezza libera d'inflessione	L_0	m	4.92

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SU		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	2628	2430	1945	1827
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1689	417	1252	1292
Momento flettente massimo	Mmax_1a	kNm	1683	2284	1246	1184
Momento amplificato del 20%	Mmax_1a	kNm	2019	2741	1495	1421
Sforzo di taglio massimo	Vmax_1a	kN	684	928	506	481

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

9.3 Verifiche di resistenza dei pali di fondazione

Le verifiche a pressoflessione e taglio per le sezioni in c.a. sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru. I pali di fondazione delle spalle saranno armati come segue:

1° gabbia:

- Armature longitudinali: 22φ26+22φ26 accoppiati (rinforzo solo per i primi 6.0 m);
- Armature trasversali: spirale φ12/10 (per i primi 6 m) + spirale φ12/20 per i restanti metri.

Di seguito si riportano le verifiche a pressoflessione e taglio relative alle prima gabbia.

Nelle verifiche si considerano 22 barre di diametro equivalente pari a $d_{eq} = 26 \times 2^{0.5} = 36.8$ mm.

Come è possibile evincere tutte le verifiche agli SLU ed SLE sono soddisfatte.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	120.0	cm
Barre circonferenza:	22Ø36.8	(234.0 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	10.2	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	2628.00	2019.00	684.00	0.00
2	1689.00	2019.00	684.00	0.00
3	2185.00	2019.00	684.00	0.00
4	2430.00	2741.00	928.00	0.00
5	417.00	2741.00	928.00	0.00
6	1509.00	2741.00	928.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	1945.00	1495.00
2	1252.00	1495.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	1827.00	1421.00 (784.92)
2	1292.00	1421.00 (728.20)

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

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	1517.00	1210.00 (779.76)
2	1368.00	1210.00 (760.51)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.5 cm
Interferro massimo barre longitudinali: 0.0 cm [deve essere < 0.0]
Copriferro netto minimo staffe: 7.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
As Tot. Area complessiva armature long. pilastro [cm²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	2628.00	2019.00	2627.74	4234.44	2.097	13.5	---	---	234.0 (33.9)
2	S	1689.00	2019.00	1688.88	4089.98	2.026	17.1	---	---	234.0 (33.9)
3	S	2185.00	2019.00	2184.97	4167.91	2.064	15.2	---	---	234.0 (33.9)
4	S	2430.00	2741.00	2430.30	4205.00	1.534	14.3	---	---	234.0 (33.9)
5	S	417.00	2741.00	416.72	3798.07	1.386	22.3	---	---	234.0 (33.9)
6	S	1509.00	2741.00	1509.14	4051.71	1.478	17.9	---	---	234.0 (33.9)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
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)
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 compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	0.00273	49.8	-0.00477	-49.8
2	0.00350	60.0	0.00267	49.8	-0.00546	-49.8
3	0.00350	60.0	0.00270	49.8	-0.00508	-49.8
4	0.00350	60.0	0.00272	49.8	-0.00491	-49.8
5	0.00350	60.0	0.00255	49.8	-0.00669	-49.8
6	0.00350	60.0	0.00265	49.8	-0.00563	-49.8

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature: 12 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|z Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Braccio coppia interna
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	ASt
1	S	684.00	2395.02	1713.92	108.8 77.5	2.500	1.164	9.0
2	S	684.00	2318.92	1743.35	109.1 78.8	2.500	1.105	8.9
3	S	684.00	2359.95	1727.96	108.9 78.1	2.500	1.136	9.0
4	S	928.00	2379.54	1720.23	108.9 77.7	2.500	1.152	12.2
5	S	928.00	2184.25	1801.71	107.1 81.4	2.500	1.026	11.7
6	S	928.00	2292.29	1756.91	108.1 79.4	2.500	1.094	11.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	9.46	-60.0	0.00	60.0	-131.3	49.8	25.5	3253	95.7	----
2	S	9.35	-60.0	0.00	60.0	-160.0	49.8	25.5	3253	95.7	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00078	0.00071		0.50	0.60	0.000394 (0.000394)	497	0.196 (990.00)	787.41
2	S	-0.00094	0.00070		0.50	0.60	0.000490 (0.000480)	497	0.244 (990.00)	718.30

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	8.99	-60.0	0.00	60.0	-125.7	49.8	25.5	3253	95.7	----
2	S	8.91	-60.0	0.00	60.0	-147.7	49.8	25.5	3253	95.7	----

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00075	0.00067		0.50	0.60	0.000377 (0.000377)	497	0.187 (0.30)	784.92
2	S	-0.00087	0.00067		0.50	0.60	0.000443 (0.000443)	497	0.220 (0.30)	728.20

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.65	-60.0	0.00	60.0	-108.5	49.8	25.5	3253	95.7	----
2	S	7.63	-60.0	0.00	60.0	-114.6	49.8	25.5	3253	95.7	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00065	0.00057		0.50	0.40	0.000336 (0.000326)	497	0.167 (0.20)	779.76
2	S	-0.00068	0.00057		0.50	0.40	0.000366 (0.000344)	497	0.182 (0.20)	760.51

9.4 Dimensionamento delle singole membrature delle spalle

Il dimensionamento delle singole membrature è stato effettuato attraverso la risoluzione di schemi locali appresso dettagliati.

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.

9.4.1 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 dalla reazione del palo maggiormente caricato (palo di spigolo).

9.4.2 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.

9.4.3 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.

9.4.4 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).

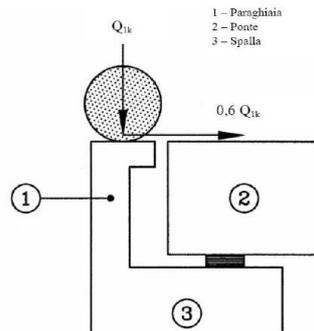


Figura 9.2. Carichi da traffico su muri paraghiaia

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 NTC2018 (§C.5.1.3.3.5.1), il sovraccarico accidentale da traffico è costituito dal carico Q_{ik} supposto distribuito su un impronta di 3.0 x 2.20.

Questo carico è stato supposto diffuso a 30° lungo il terrapieno fino alla base del paraghiaia.

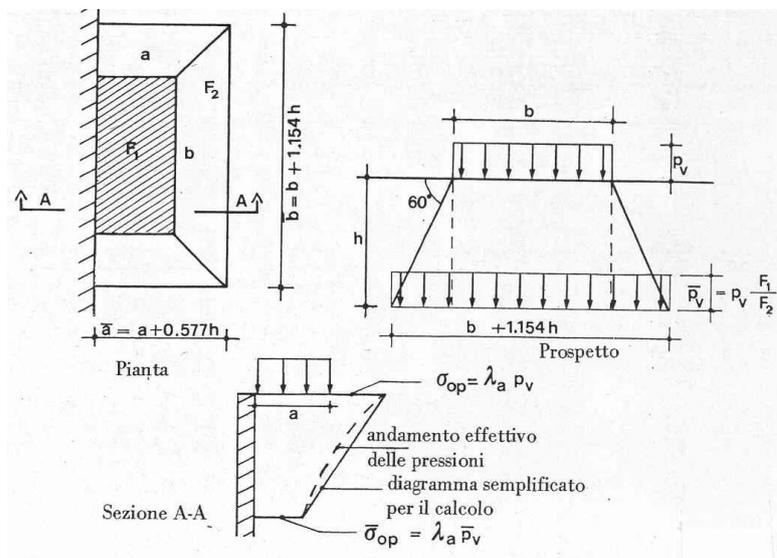


Figura 9.3. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

La pressione dovuta al sovraccarico quindi decresce come indicato nella sezione A-A di Figura 9.3 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 $(b + 1.154h + 2.00)$.

9.4.5 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:

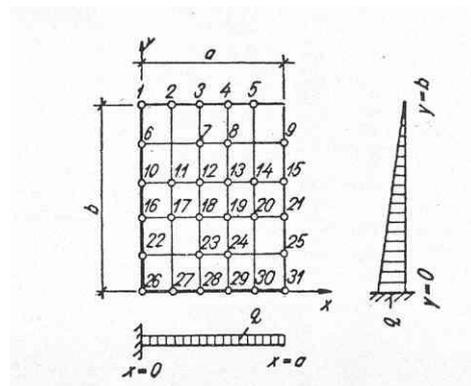


Figura 9.4. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico variabile linearmente con la profondità).

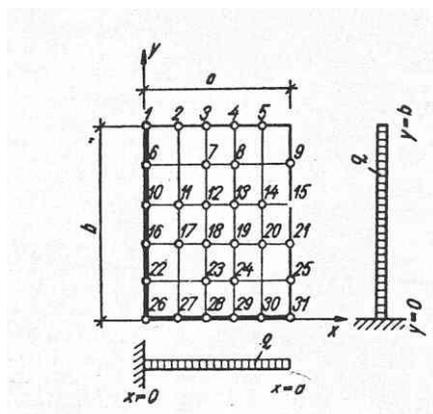


Figura 9.5. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).

9.4.6 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.

S.S. 121 "Catanesa" <i>Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

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.

S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

10 VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI

In accordo alle NTC2018 le verifiche SLU di tipo geotecnico (GEO) delle fondazioni su pali sono state effettuate con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $E_d \leq R_d$ 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.

10.1 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 NTC2018:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ 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 γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_r	1,0	1,0

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

Le altre verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento geotecnico (carico limite della palificata 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 γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

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

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

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

10.1.1 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione

Deve essere:

$$Fcd \leq Rcd$$

Dove:

Fcd è il carico assiale di compressione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

Rcd la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$Rcd = Rbd + Rsd - Wp$$

Essendo:

$Rbd = Rbk / \gamma_b$ la resistenza alla base di progetto;

$Rsd = Rsk / \gamma_s$ la resistenza laterale di progetto;

Wp il peso del palo alleggerito;

γ_b, γ_s coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2018 precedentemente illustrata;

$Rbk = \text{Min} [(Rbc, cal)_{media} / \xi_3; (Rbc, cal)_{min} / \xi_4]$ la resistenza alla punta caratteristica;

$Rsk = \text{Min} [(Rsc, cal)_{media} / \xi_3; (Rsc, cal)_{min} / \xi_4]$ la resistenza laterale caratteristica;

ξ_3, ξ_4 coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

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

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

Rb,cal ed Rs,cal rappresentano le resistenze alla base e laterale di calcolo del palo valutate con la seguenti espressioni:

$$R_{b,cal} = qb Ap \quad \text{la resistenza alla punta e:}$$

$$R_{s,cal} = \sum^n q_{s_i} A_{l_i} \quad \text{la resistenza laterale}$$

i è lo strato iesimo attraversato dal palo ed n il numero totale degli strati.

10.1.1.1 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 σ_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:

α 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 α
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 10.1 – Valori di α (AGI 1984)

10.1.1.2 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:

$$qb = Nq^* \times \sigma_v'$$

Nq^* 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 σ_v' la tensione verticale alla base del palo in termini di tensioni efficaci.

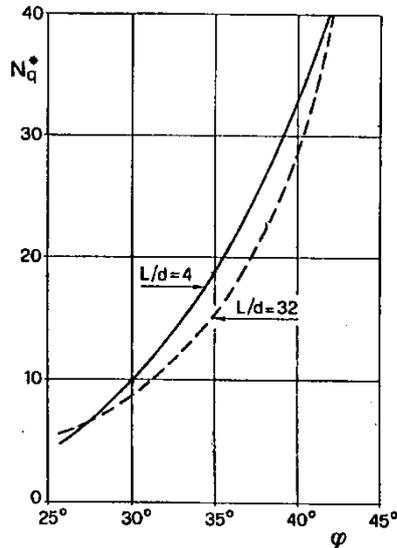


Figura 10.1 – Coefficienti Nq^* (Berezantzev, 1965), corrispondenti all'insorgere delle deformazioni plastiche alla base

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)]:

$$q_{b,max1} = (Nspt)_m \times \alpha_N \text{ (kPa)}$$

Essendo:

α_N un coefficiente empirico pari a:

$$\alpha_N = 150 \text{ per ghiaie} \quad \alpha_N = 120 \text{ per sabbie} \quad \alpha_N = 85 \text{ per sabbie limose}$$

$(Nspt)_m$ Il valore di $Nspt$ medio su un tratto pari a $1.5 D$ al di sopra e al di sotto della base del palo.

e dalla seguente tabella:

$$q_{b,max2} = 7500 \text{ per ghiaie} \quad q_{b,max2} = 5800 \text{ per sabbie} \quad q_{b,max2} = 4300 \text{ per sabbie limose}$$

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;

β coefficiente empirico;

$q_{s,max}$ tensione tangenziale ultima consigliabile.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

In accordo a Reese e O'Neill (1988) e O'Neill&Hassan (1994) al coefficiente empirico β 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:

$$q_{s,max} = 3 \times N_{spt} \text{ (kPa)} \quad \text{per } N_{spt} \leq 53$$

$$q_{s,max} = 142 + 0,32 \times N_{spt} \text{ (kPa)} \quad \text{per } N_{spt} > 53$$

10.1.1.3 Unità rocciose

Per pali trivellati di grande diametro in roccia, il Canadian Foundation Manual (1978) suggerisce questa espressione per la portata ammissibile alla base:

$$qb_{amm} = K_{sp} \times q_u$$

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;

δ apertura delle discontinuità;

B diametro del palo.

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:

$$qb_{amm} = 3 K \times q_u$$

dove K è un coefficiente cautelativamente assunto pari a 0.20, sulla scorta di quanto precedentemente espresso.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

La resistenza unitaria laterale q_s , per pali trivellati in roccia, viene determinata impiegando l'espressione suggerita da Horvath e Kenney (1989):

$$q_s = 6.656 \cdot \sqrt{q_u} \quad (kPa)$$

10.1.2 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:

η 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 nel paragrafo 10.1.1.

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;

i interasse tra i pali;

m numero di file di pali;

n numero di pali per ciascuna fila.

La verifica si ritiene soddisfatta se:

$$N_{\max SLU} \leq R_{cd,gr}$$

Dove:

$N_{\max SLU}$ è il massimo carico verticale agli SLU-STR o SLV agente sulla palificata.

10.1.3 Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione

Deve essere:

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

$$F_{td} \leq R_{td}$$

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;

γ_b, γ_s coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2018 precedentemente illustrata;

R_{sk} la resistenza laterale caratteristica, valutata secondo quanto illustrato al paragrafo 10.1.1.

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.

10.1.4 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:

$F_{tr,d}$ è il carico orizzontale di progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

$R_{tr,d}$ 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;

γ_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 NTC2018, 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;

ξ_3, ξ_4 coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

$R_{tr,cal}$ rappresenta la resistenza di calcolo del palo ai carichi orizzontali H_{lim} valutata in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

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 ininfluente 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_y 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".

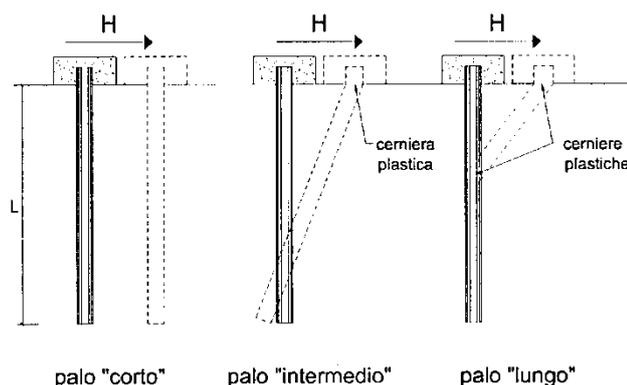


Figura 10.2 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

10.1.4.1 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.

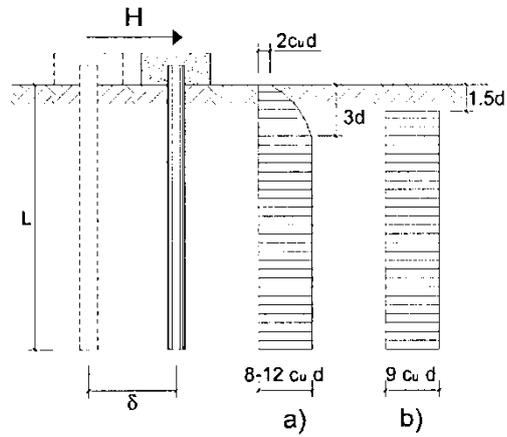


Figura 10.3 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

Nella figura seguente si riportano gli schemi di calcolo per i tre meccanismi di rottura precedentemente illustrati:

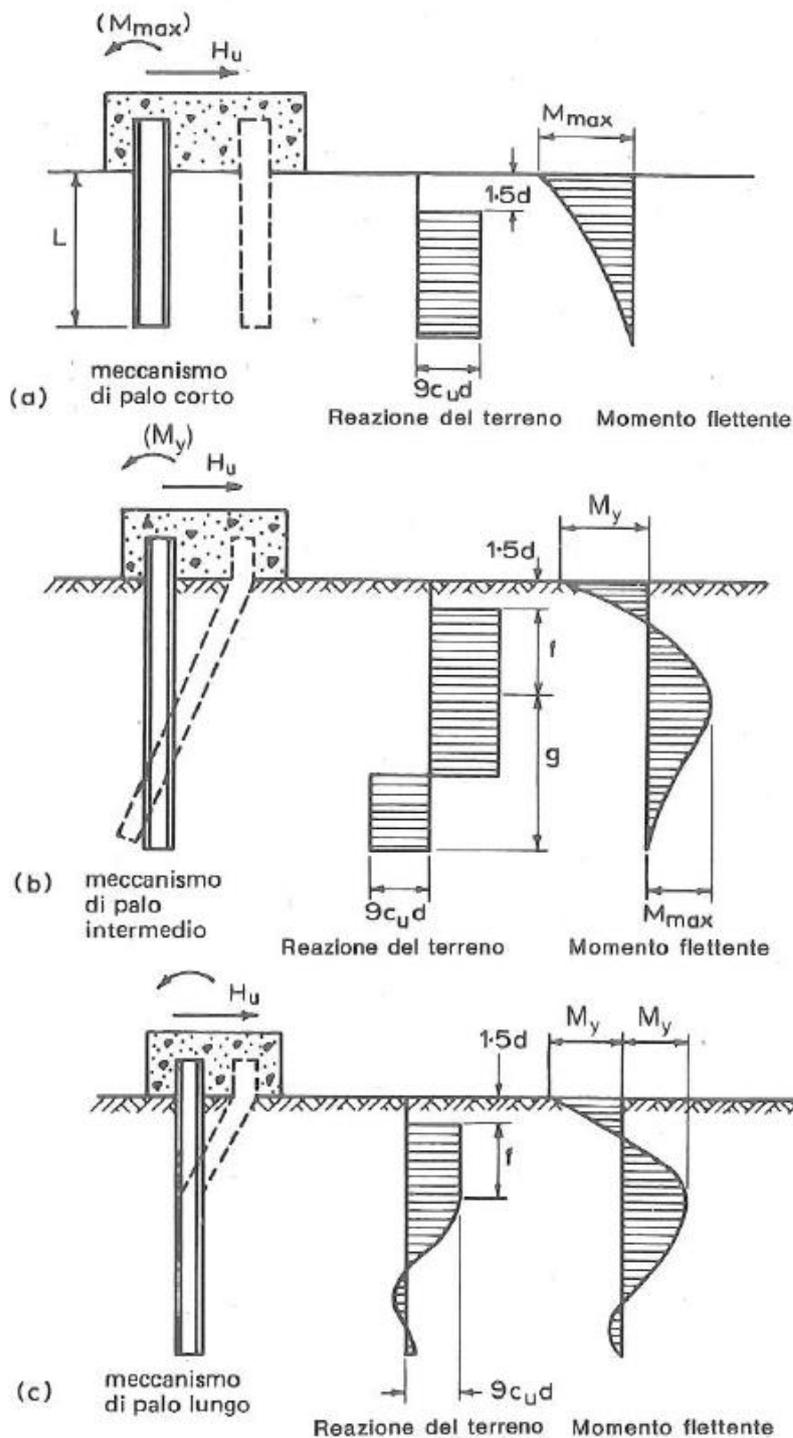


Figura 10.4 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

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:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

$$H_{lim} = 9c_u D^2 \left(\frac{L}{D} - 1.5 \right)$$

palo corto

$$H_{lim} = -9c_u D^2 \left(\frac{L}{D} - 1.5 \right) + 9c_u D^2 \sqrt{2 \left(\frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u D^3} + 4.5}$$

palo intermedio

$$H_{lim} = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}}$$

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

10.1.4.2 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;

γ il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume γ' .

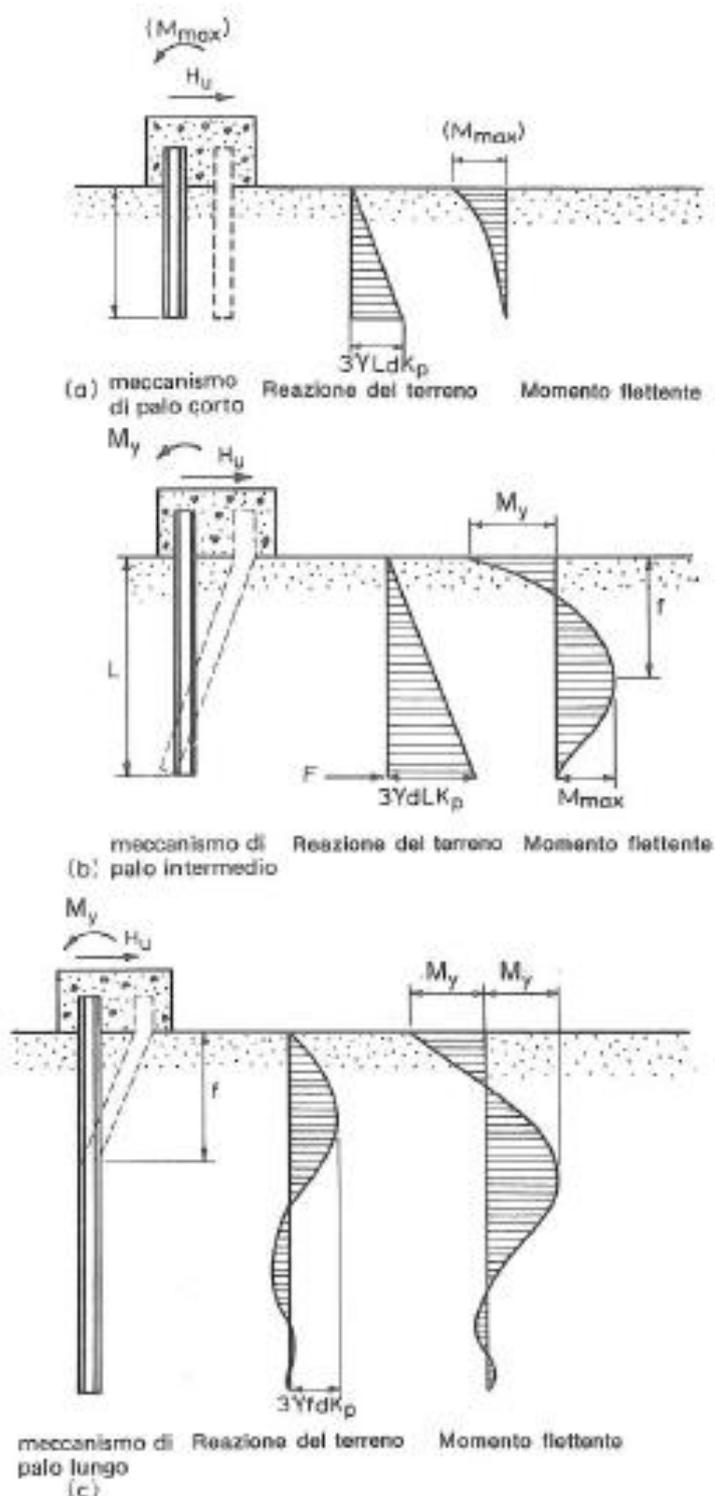


Figura 10.5 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni incoerenti (Broms, 1984).

I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

$$H_{lim} = 1.5k_p \gamma D^3 \left(\frac{L}{D} \right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H_{lim} = \frac{1}{2} k_p \gamma D^3 \left(\frac{L}{D} \right)^2 + \frac{My}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{lim} = k_p \gamma D^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{My}{k_p \gamma D^4} \right)^2} \quad \text{palo lungo}$$

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:

$$H_{lim} = 1.5k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5Df^2 - \left(\frac{2My}{\gamma k_p D} \right) = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

d_s l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

10.1.5 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:

η_{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 nel paragrafo 10.1.1, 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:

"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 10.6 - Schema A);
- interazione tra pali affiancati, caricati in direzione perpendicolare alla fila (Figura 10.9 - 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.

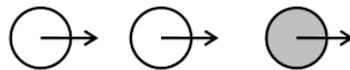


Figura 10.6 – Schema A – Pali in linea

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 10.7.

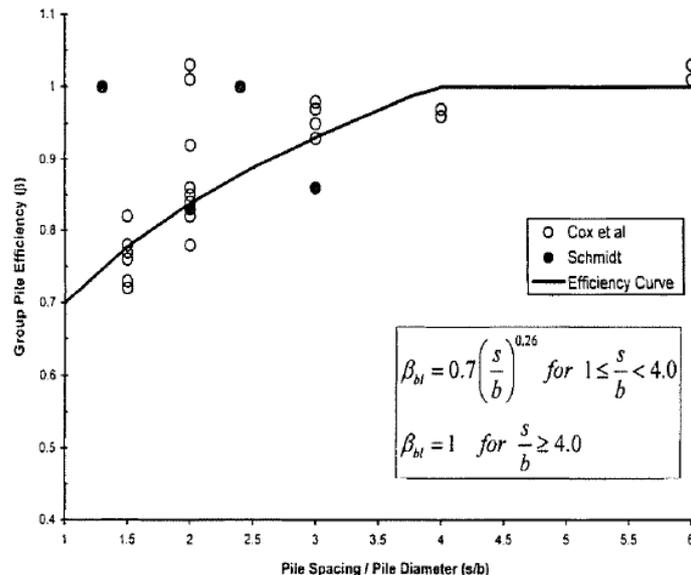


Figura 10.7 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 10.8.

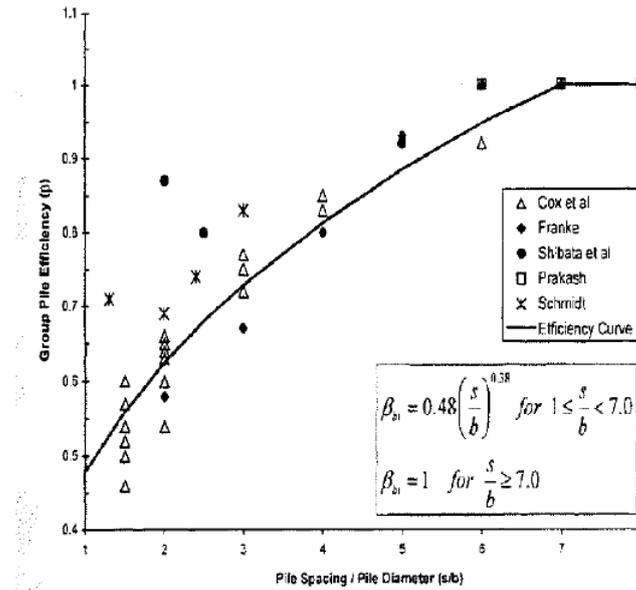


Figura 10.8 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

L'interazione del secondo tipo si esplica invece con un incremento degli spostamenti del palo centrale per effetto della presenza dei pali laterali.

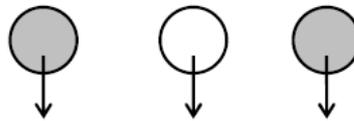


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

Figura 10.9 – 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 10.10.

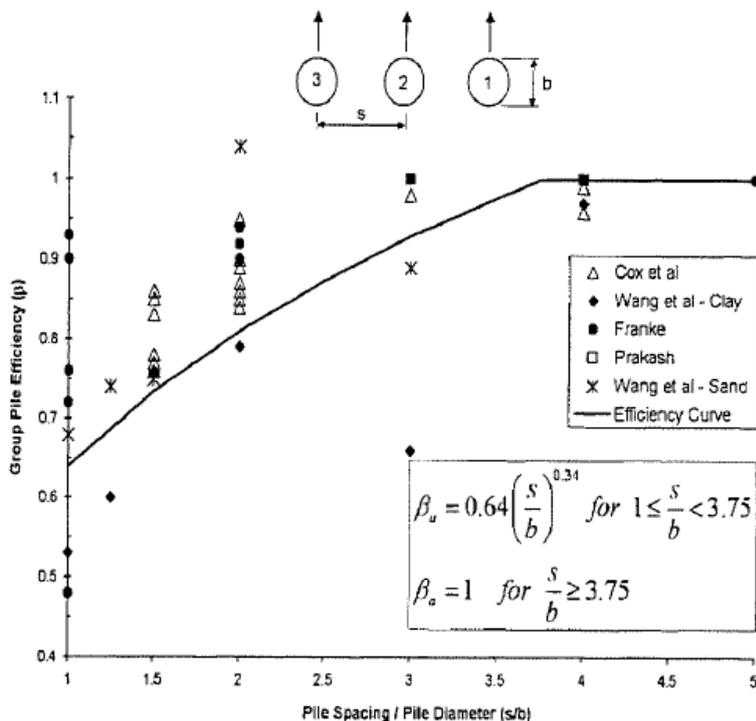


Figura 10.10 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

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%.

10.1.6 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";
- 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;

$I_{floating\ pile} = I_o \cdot R_k \cdot R_h \cdot R_v$;

$$l_{end\ bearing} = I_o \cdot R_K \cdot R_b \cdot R_v;$$

- I_o 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.

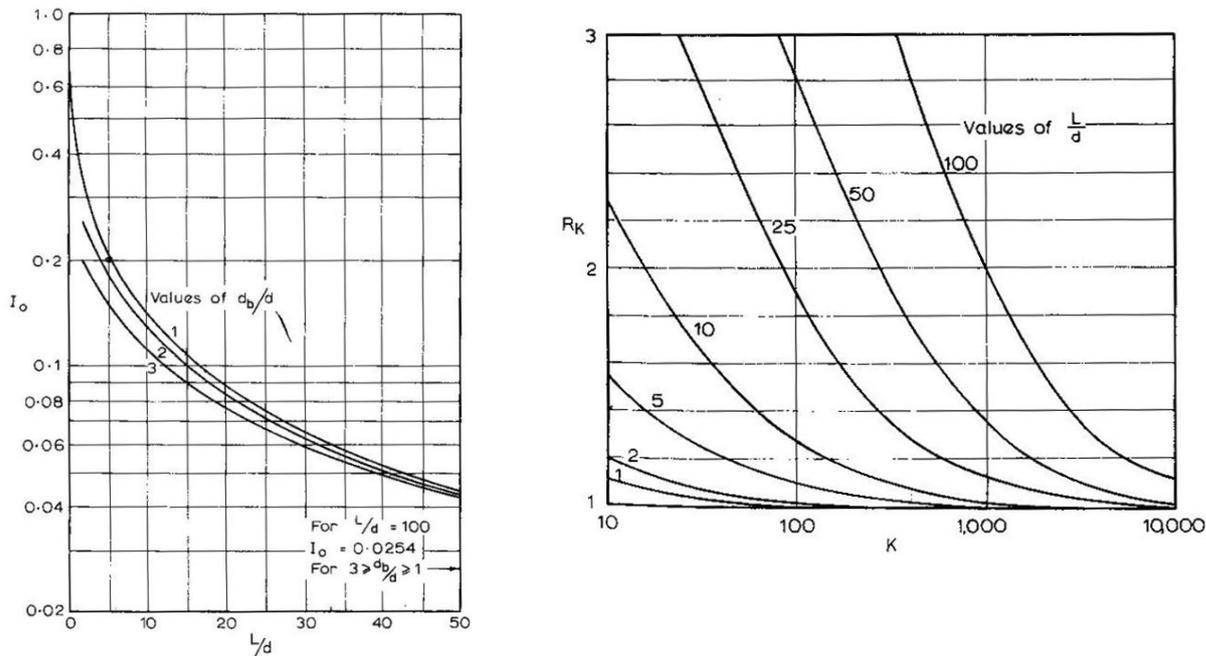


Figura 10.11 – fattori correttivi I_o ed R_K

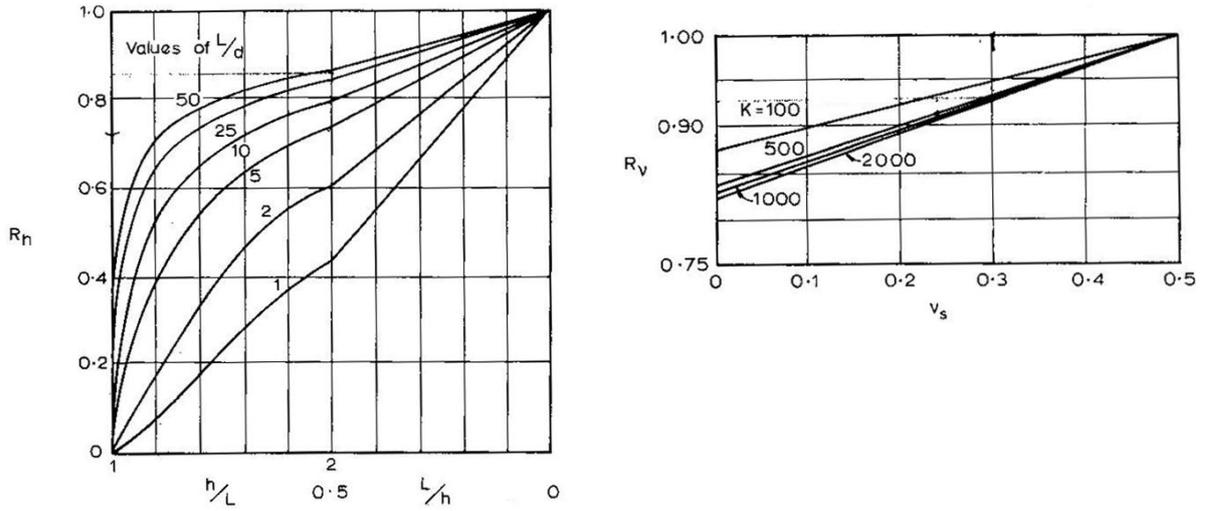


Figura 10.12 – fattori correttivi R_h ed R_v

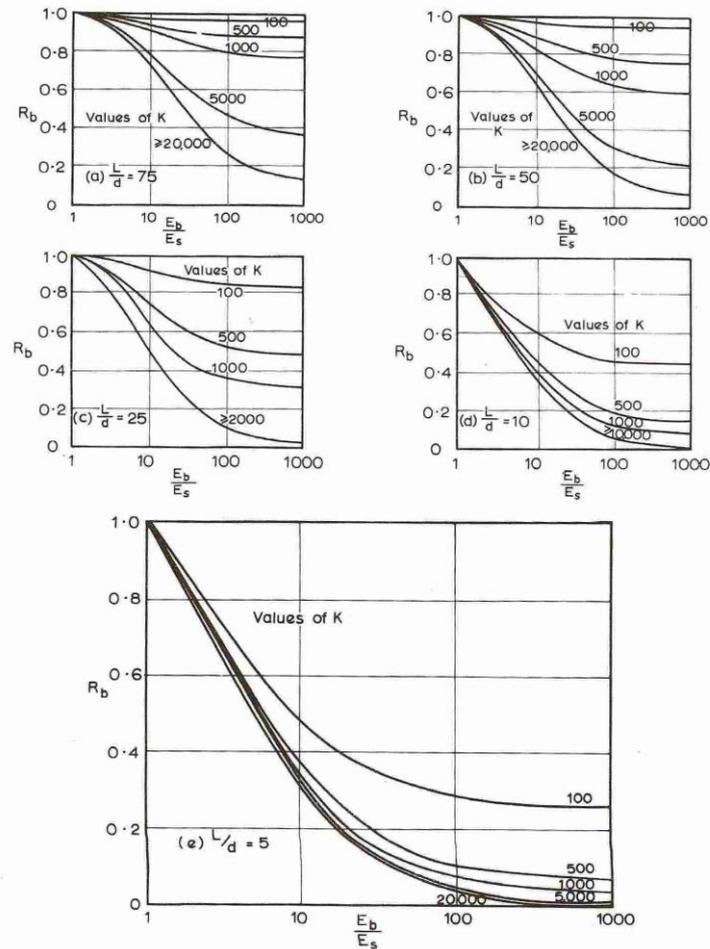


Figura 10.13 - fattore correttivo R_b : caso end-bearing

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

10.1.7 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.

10.2 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.

10.2.1 Caratteristiche delle opere di fondazione su pali

Le fondazioni della Spalla B sono di tipo indiretto su pali $\phi 1200$, collegati in testa da rigide zattere di fondazione di altezza pari a 2.0 m.

Sono previsti pali disposti secondo una maglia rettangolare, garantendo una distanza minima tra gli assi dei pali pari a 3.60 m (3D), come segue:

- Spalla B : 16 (8 x 2)

10.2.2 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.

LAVORO: UP62-SS121 PALERMO BOLOGNETTA
TABELLA PARAMETRI PER VERIFICHE OPERE DI FONDAZIONE

VIADOTTO: VI06 Numero delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento dei pali 2

Allineamento: Spalla B

Profondità falda da piano di campagna zw m 3.0

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					
				γ_{med} [kPa]	$q_{U,med}$ [kPa]	$c_{U,med}$ [kPa]	c'_{med} [kPa]	ϕ'_{med} [°]	NSPT	γ_{min} [kPa]	$q_{U,min}$ [kPa]	$c_{U,min}$ [kPa]	c'_{min} [kPa]	ϕ'_{min} [°]	
1	0.00	11.50	ALF	19.0	-	5.0	23.0	25	18.0	50.0	0.0	20.0	20	15	
2	11.50	60.00	FN	20.0	200*	30.0	25.0	45	19.5	150*	15.0	22.0	15	50	

*Per la verifica della portanza trasversale, che coinvolge solo i primi metri dello strato FN sono stati assunti valori di $C_{u,med}$ 150 kPa e $C_{u,min}$ 100 kPa

Allineamento: Pile

Profondità falda da piano di campagna zw m 3.0

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					
				γ_{med} [kPa]	$q_{U,med}$ [kPa]	$c_{U,med}$ [kPa]	c'_{med} [kPa]	ϕ'_{med} [°]	NSPT	γ_{min} [kPa]	$q_{U,min}$ [kPa]	$c_{U,min}$ [kPa]	c'_{min} [kPa]	ϕ'_{min} [°]	
1	0.00	6.00	ALF	19.0	-	5.0	23.0	25	18.0	50.0	0.0	20.0	20	15	
2	6.00	60.00	FN	20.0	200*	30.0	25.0	45	19.5	150*	15.0	22.0	15	50	

*Per la verifica della portanza trasversale, che coinvolge solo i primi metri dello strato FN sono stati assunti valori di $C_{u,med}$ 150 kPa e $C_{u,min}$ 100 kPa

Tabella 10.2 – Stratigrafie e parametri geotecnici per il progetto delle fondazioni.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

10.2.3 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_{gr} 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			PARAMETRI MEDI			PARAMETRI MINIMI			ENV	PALI SOGGETTI A TRAZIONE						
Stratigrafia	Allineamenti	Lp [m]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rcd [kN]	Edc [kN]	c.u. %	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Edt [kN]	c.u. %
STR1	SpB	20.0	2880	1142	3899	2473	963	3298	3298	2484	75%	2138	1869	1869	0	0%
STR2	Pila P3	28.0	4134	1226	5198	3563	1052	4436	4436	4150	94%	3055	2674	2674	0	0%

Tabella 10.3 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione (sfilamento)

RIEPILOGO RISULTATI						MEDI	MINIMI	ENV		
Stratigrafia	Allineamenti	D [m]	i [m]	npali	η (%)	Rcd,gr med [kN]	Rcd,gr min [kN]	Rcd,gr [kN]	Edc [kN]	c.u. %
STR1	SpB	1.20	3.60	16	72%	44819	37905	37905	35039	92%
STR2	Pila P3	1.20	3.60	8	73%	30224	25794	25794	25090	97%

Tabella 10.4 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali di compressione

10.2.4 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.

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.

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	Pila P3	1688	994	464	47%	8	80%	6363	3712	58%
STR3	SpB	3454	1301	931	72%	12	80%	12490	11172	89%

Tabella 10.5 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi dei carichi trasversali

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

10.2.5 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.

Per le Pile e le Spalle 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)
Pile	3045	4.9	15.5
SpB	1834	4.7	14.4

I valori ottenuti sono contenuti e compatibili con la funzionalità dell'opera.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

11 VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE

11.1 Isolatori elastomerici

Come precedentemente illustrato l'impalcato sarà isolato dalle sottostrutture mediante isolatori elastomerici posizionati in corrispondenza di ciascun allineamento di appoggio delle travi principali.

Di seguito sono riepilogate le caratteristiche degli isolatori prescelti:

VI06 - PALMERINO

Allineamento	CARATTERISTICHE ISOLATORI ELASTOMERICI						
	ξ [%]	$s_{max} \pm$ [mm]	Ned [kN]	Fzd [kN]	Ke [kN/mm]	Kv [kN/mm]	n iso
SPA	10	300	1200	5290	1.05	1016	2
P1	10	300	7920	14940	2.51	2459	2
P2	10	300	7920	14940	2.51	2459	2
P3	10	300	7920	14940	2.51	2459	2
P4	10	300	7920	14940	2.51	2459	2
P5	10	300	7920	14940	2.51	2459	2
P6	10	300	7920	14940	2.51	2459	2
P7	10	300	7920	14940	2.51	2459	2
P8	10	300	7920	14940	2.51	2459	2
SPB	10	300	1200	5290	1.05	1016	2

Essendo:

LEGENDA

ξ	Coefficiente di smorzamento viscoso equivalente
s_{max}	spostamento massimo di progetto d_2 per azioni sismiche agli SLC (par. 7.10.6.2.2 NTC2008)
NEd	Carico verticale massimo ammesso in presenza di sisma che provoca uno spostamento s_{max}
Fzd	Carico verticale massimo ammesso allo SLU in condizioni statiche
Ke	Rigidezza orizzontale equivalente dell'isolatore allo spostamento s_{max}
Kv	Rigidezza verticale
Niso	Numero isolatori elastomerici per allineamento di appoggio

11.1.1 Carichi verticali trasmessi dall'impalcato

I carichi verticali sono stati valutati con i specifici modelli di calcolo utilizzati per il dimensionamento dell'impalcato.

Di seguito si riepilogano i carichi verticali trasmessi agli appoggi per ciascuna azione elementare, e la successiva combinazione secondo quanto precedentemente illustrato:

Condizione n.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili Max	Carichi mobili Min
SPA	551.0	248.3	-23.6	23.7	-131.0	74.8	-74.8	54.2	1328.5	-209.0
P1	2184.5	894.9	61.1	-60.9	153.7	-86.9	86.9	191.3	2295.9	-238.9
P2	2225.8	925.8	-76.7	76.3	-23.1	12.2	-12.2	199.1	2404.4	-289.4
P3	2228.7	926.8	76.3	-76.7	-19.1	11.8	-11.8	199.3	2404.8	-288.1
P4	2178.5	893.5	-60.8	61.1	159.8	-86.4	86.4	191.0	2293.7	-238.9
SPB	557.1	249.0	23.7	-23.6	-140.4	74.5	-74.5	54.3	1329.6	-208.8

UP62

Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX

Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni

Fattori moltiplicativi

Combinazione n.

SLE-QP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
SLE-RARA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00
SLU-STR	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	0.90	1.35	1.35
SLU-SIS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLE-FREQ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.75	0.75

Carichi trasmessi agli appoggi

Combinazione SLE-QP

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	MAX MIN	
											Sommano	Sommano
SPA	551.0	248.3	-23.6	23.7	-131.0	37.4	-37.4	0.0	0.0	0.0	860.5	607.4
P1	2184.5	894.9	61.1	-60.9	153.7	-43.5	43.5	0.0	0.0	0.0	3337.7	2975.1
P2	2225.8	925.8	-76.7	76.3	-23.1	6.1	-6.1	0.0	0.0	0.0	3234.0	3045.7
P3	2228.7	926.8	76.3	-76.7	-19.1	5.9	-5.9	0.0	0.0	0.0	3237.7	3053.9
P4	2178.5	893.5	-60.8	61.1	159.8	-43.2	43.2	0.0	0.0	0.0	3336.1	2968.0
SPB	557.1	249.0	23.7	-23.6	-140.4	37.2	-37.2	0.0	0.0	0.0	867.0	604.8

Combinazione SLE-RARA

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	MAX MIN	
											Sommano	Sommano
SPA	551.0	248.3	-23.6	23.7	-131.0	44.9	-44.9	32.5	1328.5	-209.0	2229.0	358.4
P1	2184.5	894.9	61.1	-60.9	153.7	-52.2	52.2	114.8	2295.9	-238.9	5757.1	2612.7
P2	2225.8	925.8	-76.7	76.3	-23.1	7.3	-7.3	119.4	2404.4	-289.4	5759.1	2635.7
P3	2228.7	926.8	76.3	-76.7	-19.1	7.1	-7.1	119.6	2404.8	-288.1	5763.2	2645.0
P4	2178.5	893.5	-60.8	61.1	159.8	-51.8	51.8	114.6	2293.7	-238.9	5753.1	2605.9
SPB	557.1	249.0	23.7	-23.6	-140.4	44.7	-44.7	32.6	1329.6	-208.8	2236.7	356.0

Combinazione SLU-STR

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	MAX MIN	
											Sommano	Sommano
SPA	743.9	335.2	-28.3	28.5	-157.1	67.3	-67.3	48.8	1793.5	-282.1	3017.2	495.4
P1	2949.1	1208.1	73.4	-73.1	184.4	-78.3	78.3	172.2	3099.5	-322.5	7764.9	3511.2
P2	3004.9	1249.8	-92.0	91.5	-27.7	11.0	-11.0	179.2	3246.0	-390.7	7782.4	3554.2
P3	3008.7	1251.2	91.5	-92.0	-22.9	10.6	-10.6	179.4	3246.5	-388.9	7787.9	3566.1
P4	2941.0	1206.2	-73.0	73.3	191.8	-77.7	77.7	171.9	3096.5	-322.5	7758.5	3502.1
SPB	752.1	336.1	28.5	-28.3	-168.5	67.0	-67.0	48.9	1795.0	-281.8	3027.6	493.6

Combinazione SLU-SIS

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili (max)	Carichi mobili (max)	MAX MIN	
											Sommano	Sommano
SPA	551.0	248.3	-23.6	23.7	-131.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	823.1	644.8
P1	2184.5	894.9	61.1	-60.9	153.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3294.2	3018.5
P2	2225.8	925.8	-76.7	76.3	-23.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3227.9	3051.9
P3	2228.7	926.8	76.3	-76.7	-19.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3231.7	3059.8
P4	2178.5	893.5	-60.8	61.1	159.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3293.0	3011.2
SPB	557.1	249.0	23.7	-23.6	-140.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	829.8	642.1

Combinazione SLE-FREQ

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili (max)	Carichi mobili (max)	MAX MIN	
											Sommano	Sommano
SPA	551.0	248.3	-23.6	23.7	-131.0	37.4	-37.4	0.0	996.4	-156.7	1856.9	450.6
P1	2184.5	894.9	61.1	-60.9	153.7	-43.5	43.5	0.0	1722.0	-179.2	5059.6	2795.9
P2	2225.8	925.8	-76.7	76.3	-23.1	6.1	-6.1	0.0	1803.3	-217.0	5037.3	2828.7
P3	2228.7	926.8	76.3	-76.7	-19.1	5.9	-5.9	0.0	1803.6	-216.1	5041.3	2837.8
P4	2178.5	893.5	-60.8	61.1	159.8	-43.2	43.2	0.0	1720.3	-179.2	5056.4	2788.9
SPB	557.1	249.0	23.7	-23.6	-140.4	37.2	-37.2	0.0	997.2	-156.6	1864.2	448.3

I carichi verticali sono ampiamente compatibili con le resistenze Fzd dei dispositivi di appoggio previsti.

11.1.2 Verifica degli spostamenti orizzontali degli isolatori in fase sismica

La tabella seguente riepiloga gli spostamenti orizzontali agli SLC in direzione longitudinale, combinati secondo quanto precedentemente illustrato, e combinati con gli spostamenti generati dal ritiro e dalle variazioni termiche, quest'ultimi conteggiati al 50%.

L'EC8-2 impone di considerare la variabilità spaziale del moto per i ponti a travata continua quando:

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

- 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 limite $L_{lim} = L_g/1,5$ dove L_g è la distanza oltre cui il moto di due punti può ritenersi indipendente, definito nella seguente tabella:

Categoria di sottosuolo	A	B	C	D	E
L_g [m]	600	500	400	300	500

Tabella - Distanza oltre cui il moto può ritenersi indipendente

Nel caso in esame la categoria di sottosuolo è C, costante lungo tutto il tracciato. Pertanto si ha $L_{lim}=400/1.5=266.7$ m.

Essendo $L_{imp}= 341.2$ m maggiore della lunghezza limite $L_{min}= 266.7$ m, si considerano gli effetti della variabilità spaziale del moto.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

Viadotto/Ponte			VI06 - PALMERINO
Carreggiata			Analisi SLC
Dati impalcato			Analisi SLC
Lunghezza dell'impalcato	Limp	[m]	341.2
Peso dell'impalcato al metro lineare	Pv	[kN]	154.4
Peso complessivo dell'impalcato	Pv	[kN]	52668.5
Massa dell'impalcato	M	[kN / (m/sec ²)]	5368.9
Dati Sistema di isolamento			Analisi SLC
Fattore di smorzamento viscoso	ζ	[%]	10%
Fattore η	η	[-]	0.82
Isolatori tipo 1	Tipiso_1	[-]	SI-N500/300
Numero isolatori tipo 1	niso_1	[-]	4
Rigidezza isolatori tipo 1	Kh iso_1	[kN/m]	1050
Isolatori tipo 2	Tipiso_2	[-]	SI-N800/300
Numero isolatori tipo 2	niso_2	[-]	16
Rigidezza isolatori tipo 2	Kh iso_2	[kN/m]	2510
Rigidezza equivalente	Kh tot	[kN/m]	44360
Periodo equivalente della struttura isolata	T _{is}	[sec]	2.19
Dati Sisma			SLC
Accelerazione al suolo	a _g	[g]	0.290
Parametro F ₀	F ₀	[-]	2.494
Tempo T* _c	T* _c	[sec]	0.319
accelerazione al suolo	a _g	[m/sec ²]	2.84
Categoria di Sottosuolo	Cat_S	[-]	C
Parametro S _S	S _S	[-]	1.27
Parametro C _C	C _C	[-]	1.53
Categoria topografica	Cat_T	[-]	T1
Parametro S _T	S _T	[-]	1.00
Parametro S	S	[-]	1.27
Periodo T _B	T _B	[sec]	0.163
Periodo T _C	T _C	[sec]	0.488
Periodo T _D	T _D	[sec]	2.760
Accelerazione spettrale per T=T _B a _g S η F ₀	Se(T _B)	[m/sec ²]	7.33
Accelerazione spettrale per T=T _C a _g S η F ₀	Se(T _C)	[m/sec ²]	7.33
Accelerazione spettrale per T=T _D a _g S η 2.5 T _C /T _D	Se(T _D)	[m/sec ²]	1.30
Spostamento assoluto orizzontale massimo del terreno	dg	[m]	0.121
Spostamento relativo massimo del terreno tra 2 punti indipendenti	dijmax	[m]	0.215
Distanza tra due punti oltre la quale il moto può considerarsi indipendente			400.0
Lunghezza dell'impalcato continuo oltre la quale considerare gli effetti della var. spaziale del moto			266.7
Spostamento relativo orizzontale massimo del terreno	dri	[m]	0.073

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX	

Risultati			
accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$S_e(T_{is})$	[m/sec ²]	1.64
Forza complessiva trasmessa alle sottostrutture	F_{sis}	[kN]	8797
Rapporto tra Forza orizzontale e peso dell'impalcato	F_{sis}/P_{imp}	[%]	17%
Spostamento del centro di rigidità calcolato	d_{dc}	[m]	0.198
Distanza massima da asse sistema isolamento	L_{max}	[m]	170.00
Coefficiente di dilatazione termica impalcato	α		1.00E-05
Variazione termica di progetto per appoggi - allungamento	$\Delta T+$	[°]	50.8
Variazione termica di progetto per appoggi - contrazione	$\Delta T-$	[°]	46.6
Allungamento per dilatazione termica positiva	$d_{\Delta T+}$	[m]	0.086
Contrazione per dilatazione termica negativa	$d_{\Delta T-}$	[m]	-0.079
deformazione totale finale per ritiro			0.00027
Area soletta soggetta a ritiro			2.700
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (ritiro)	n_{rit}		15.788
Area sezione resistente omogeneizzata all'acciaio			0.341
Contrazione complessiva per ritiro del cls			-0.00014
Contrazione per ritiro	d_{cr}	[m]	-0.023
Spostamento Sismico di progetto iso: $d_E = (d_{dc}^2 + d_{VSM}^2)^{0.5}$			0.211
Sp. sismico di progetto iso: $d_{Ed} = d_E + \max[0.5d_{\Delta T-}; 0.5d_{\Delta T+}]$	d_{Ed}	[m]	0.274
spostamento di progetto consentito dagli isolatori	d_{max}	[m]	0.300

Il massimo spostamento dell'isolatore è pari a 274 mm, inferiore quindi al massimo spostamento di progetto, pari a ± 300 mm.

11.2 Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione alle estremità dell'impalcato, saranno compatibili con i massimi spostamenti longitudinali e trasversali agli SLV.

Lo spostamento massimo longitudinale per combinazioni SLV risulta pari a 226mm.

Lo spostamento massimo trasversale per combinazioni SLV risulta pari a 161 mm.

Pertanto, si prevede di disporre giunti di dilatazione in elastomero armato in grado di garantire una escursione complessiva di 500 mm in direzione longitudinale e di 350 mm in direzione trasversale.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

12 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)

12.1 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.

12.2 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

12.3 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.

12.4 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.

12.5 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.

12.6 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

S.S. 121 "Catanesa" <i>Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

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. 121 "Catanese" <i>Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

13 ALLEGATO 1 – SOTTOSTRUTTURE – PILA P3

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

Pila oggetto di analisi e verifica		nome	P3
Azioni trasmesse da impalcato (0 = Analisi semplificata - 1 = Analisi FEM)		Analisi	1
Geometria impalcato		Var	unità
Lunghezza complessiva viadotto		Ltot	m 341.20
Lunghezza campata sx		Lsx	m 40
Lunghezza campata dx		Ldx	m 40
Larghezza impalcato		Bimp	m 11.25
Altezza impalcato da piano viario ad intradosso		Himp	m 2.22
Distanza media tra intradosso impalcato e testa baggioli		Happ	m 0.45
Altezza media baggioli		Hbag	m 0.38
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 60.00
Dati isolatori elastomerici		Var	unità
Rigidità complessiva degli isolatori sulla pila in fase sismica		Kiso_sis_pila	kN/m 5020
Rigidità complessiva del sistema di isolamento in fase sismica		Kiso_sis_tot	kN/m 44360
Rigidità complessiva degli isolatori sulla pila in fase statica		Kiso_st_pila	kN/m 12550
Rigidità complessiva del sistema di isolamento in fase statica		Kiso_st_tot	kN/m 110900
Geometria baggioli e ritegni		Var	unità
Volume cls baggioli e ritegni		Vbag	m ³ 1.27
Geometria pulvino		Var	unità
Altezza complessiva pulvino		Hpul	m 0.00
Dimensione pulvino in direzione longitudinale		Blpul	m 0.00
Volume pulvino		Vpul	m ³ 0.00
Altezza del baricentro delle masse pulvino da intradosso		zg_pul	m 0.00
Geometria pila		Var	unità
Altezza pila (compreso pulvino)		Hpil	m 9.00
Dimensione fusto pila in direzione longitudinale		Blpil	m 2.30
Dimensione fusto pila in direzione trasversale		Btpl	m 3.50
Area sezione fusto pila		Apil	m ² 6.91
Volume pila		Vpil	m ³ 88.55
Momento d'inerzia in direzione longitudinale sezione fusto pila		Ilong	m ⁴ 2.61
Momento d'inerzia in direzione trasversale sezione fusto pila		Itrasv	m ⁴ 5.63
Geometria plinto di fondazione		Var	unità
Altezza plinto		Hpl	m 2.30
Dimensione plinto in direzione longitudinale		Blpl	m 8.30
Dimensione plinto in direzione trasversale		Btpl	m 9.20
Volume plinto		Vpl	m ³ 175.63
Altezza del rinterro sopra il plinto		Hrin	m 2.0
Volume rinterro		Vrint	m ³ 138.90
Carichi trasmessi dall'impalcato all'estradosso pulvino (in testa pila)			
Peso proprio impalcato		Var	unità
Peso proprio impalcato per unità di lunghezza		g1,imp	kN/m 111.94
	Carico	fac	HI Ht P Mt MI
			[KN] [KN] [KN] [KNm] [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	1.00	0.0 0.0 4465.6 0.0 0.0
Permanenti portati impalcato		Var	unità
peso permanenti portati per unità di lunghezza		g2,imp	kN/m 43.6
eccentricità rispetto all'asse dell'impalcato (+ verso sx)		eg2,imp	m 0.00
	Carico	fac	HI Ht P Mt MI
			[KN] [KN] [KN] [KNm] [KNm]
Permanenti portati impalcato	G2-a	1.00	0.0 0.0 1737.4 290.9 0.0
Effetti del ritiro		Var	unità
deformazione da ritiro equivalente sulla sezione composta		e2,imp	0.00027
			HI Ht P Mt MI

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

	Carico	fac	[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]			
Ritiro	e2	1.00	88.5	0.0	13.4	0.0	73.0			
Azioni variabili da traffico - Carichi verticali							Var	unità		
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 596.7		
Reazione sulla pila da schema di carico 1 - corsia n.1 - Carichi distribuiti							RQ1-d	kN 1255.7		
Reazione sulla pila da schema di carico 5 (folla) - Carichi distribuiti							RQf-d	kN 0.0		
Larghezza del cordolo sinistro							Bcordsx	m 0.75		
Larghezza del cordolo destro							Bcorddx	m 0.75		
Larghezza complessiva impalcato							Bimp	m 11.25		
Larghezza della piattaforma carrabile							Bpiat	m 9.75		
Numero di corsie convenzionali							ncorsie	3		
Larghezza rimanente piattaforme oltre le corsie convenzionali							Bres	m 0.75		
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	facD4	0.07	facD5	0.00	
facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.28	facD4	0.07	facD5	0.00	
ecc. (m)	e1	3.38	e2	0.38	e3	-2.63	e4	-4.50	e5	5.48
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-a		0.0	0.0	3233.9	4701.6	0.0	
corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla		
facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00	
facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00	
e1	3.38	e2	0.38	e3	0.00	e4	0.00	e4	5.48	
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-b		0.0	0.0	2599.0	6531.7	0.0	
corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla		
facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.33	facD4	0.07	facD5	0.00	
facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.28	facD4	0.07	facD5	0.00	
e1	-3.38	e2	-0.38	e3	2.63	e4	4.50	e4	-5.48	
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-c		0.0	0.0	3233.9	-4701.6	0.0	
corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla		
facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00	
facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00	
e1	-3.38	e2	-0.38	e3	0.00	e4	0.00	e4	-5.48	
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-d		0.0	0.0	2599.0	-6531.7	0.0	
Effetti della frenatura							Var	unità		
Azione longitudinale di frenatura							Hq3	kN 900.0		
			Carico	HI	Ht	P	Mt	MI		
			q3	99.2	0.0	0.0	0.0	81.8		
Forza centrifuga							Var	unità		
Raggio di curvatura tracciato (+ se provoca Mt positivo verso sx)							R	m 0.0		
Azione centrifuga per singola colonna di carico							Hq4	kN 0.0		
			Carico	HI	Ht	P	Mt	MI		
			q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Azione centrifuga - Combinazioni Mtxmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico				Var	unità		
azione del vento sull'impalcato scarico				q5-a	kN/m ²	1.85	
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento				Himp_lat	m	7.27	
Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso				zg_lat_a	m	3.64	
	Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]
Vento ad impalcato scarico	q5-a	1.00	0.0	319.0	0.0	1422.9	0.0
Vento ad impalcato carico				Var	unità		
azione del vento sull'impalcato carico				q5-b	kN/m ²	2.00	
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento				Himp_lat	m	5.11	
Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso				zg_lat_b	m	2.56	
	Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]
Vento ad impalcato carico	q5-b	1.00	0.0	419.2	0.0	1416.8	0.0
Azioni idrodinamiche				Var	unità		
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	
	Carico		HI	Ht	P	Mt	MI
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]
Azione idrodinamica - Piena di progetto	q6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Effetti Variazione termica uniforme positiva				Var	unità		
Variazione termica positiva				DT+	°	30.8	
coefficiente di dilatazione termica delle strutture d'impalcato				a	m	1.00E-05	
	Carico		HI	Ht	P	Mt	MI
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]
Variazione termica positiva	q7-a		-250.9	0.0	0.0	0.0	-207.0
Effetti Variazione termica uniforme negativa				Var	unità		
Variazione termica negativa				DT-	°	26.4	
coefficiente di dilatazione termica delle strutture d'impalcato				a	m	1.00E-05	
	Carico		HI	Ht	P	Mt	MI
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]
Variazione termica negativa	q7-b		215.1	0.0	0.0	0.0	177.4
Resistenze passive dei vincoli				Var	unità		
azione orizzontale longitudinale per resistenza passiva dei vincoli				Hq9	kN	0.0	
	Carico		HI	Ht	P	Mt	MI
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]
Resistenze passive dei vincoli	q9		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carichi agenti sulle strutture della pila							
Peso proprio pila				Var	unità		
peso proprio baggioli e ritegni				g1,pila-a	kN	31.7	
peso proprio pulvino				g1,pila-b	kN	0.0	
peso proprio fusto pila				g1,pila-c	kN	2213.8	
peso proprio plinto di fondazione				g1,pila-d	kN	4390.7	
Peso rinterro sopra plinto				Var	unità		
peso rinterro				g2,rin	kN	2500.2	
Vento su strutture pila				Var	unità		
azione del vento sulla pila				q5-c	kN/m ²	1.29	
	Carico		HI	Ht	P	Mt	MI
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]
Effetti del vento sul pulvino (alla base)	q5-c1		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Effetti del vento sul fusto pila (alla base)	q5-c2	0.0	26.7	0.0	120.2	0.0
--	-------	-----	------	-----	-------	-----

Dati per analisi sismiche sottostrutture

		Var	unità	
Fattore di comportamento		q		1.00
Fattore 1/q		1/q		1.00
Accelerazione al suolo		a_g	g	0.230
Parametro F_0		F_0	[-]	2.426
Tempo T_C^*		T_C^*	sec	0.306
Parametro F_v		F_v		1.57
accelerazione al suolo		a_g	m/sec ²	2.26
Categoria di Sottosuolo		Cat_S		C
Parametro S_s		S_s		1.37
Parametro C_C		C_C		1.55
Categoria topografica		Cat_T		T1
Parametro S_T		S_T		1.00
Parametro S		S		1.37
Periodo T_B		T_B	sec	0.158
Periodo T_C		T_C	sec	0.475
Periodo T_D		T_D	sec	2.520
Accelerazione spettrale per $T=T_B$ $a_g S \eta F_0$		Se(T_B)	m/sec ²	7.47
Accelerazione spettrale per $T=T_C$ $a_g S \eta F_0$		Se(T_C)	m/sec ²	7.47
Accelerazione spettrale per $T=T_D$ $a_g S \eta 2.5 T_C/T_D$		Se(T_D)	m/sec ²	1.41

Sisma orizzontale su strutture di fondazione

		Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico orizzontale	$kh = a_g S$	kh		0.31

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Effetti sisma long. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-x	2163.7	0.0	0.0	0.0	3391.1
Effetti sisma trasv. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-y	0.0	2163.7	0.0	3391.1	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		0.49
Azione sismica sul pulvino + baggioli + ritegni		HSLV.p-Z1	kN	15.6
Azione sismica sul fusto pila		HSLV.p-Z2	kN	1091.8
Azione sismica sul plinto di fondazione + rinterro		HSLV.p-Z3	kN	3398.5

Sisma longitudinale - Impalcato isolato

		Var	unità	
azione orizzontale longitudinale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Hsis-long	kN	1288.9

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma longitudinale	ESLV-X	1288.9	0.0	0.0	0.0	1063.3

Sisma trasversale - Impalcato isolato

		Var	unità	
azione orizzontale trasversale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Hsis-trasv	kN	1054.1
altezza del centro di massa rispetto all'intradosso dell'impalcato		zg	m	1.72

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1054.1	0.0	2684.5	0.0

Sisma verticale - Impalcato isolato

		Var	unità	
coefficiente sismico verticale al pianerottolo		kv		0.49
azione verticale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Psis	kN	854.6

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	854.6	0.0	0.0

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	4465.6	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	1737.4	290.9	0.0

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Ritiro	e2	88.5	0.0	13.4	0.0	73.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3233.9	4701.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	2599.0	6531.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3233.9	-4701.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	2599.0	-6531.7	0.0
Frenatura	q3	99.2	0.0	0.0	0.0	81.8
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	319.0	0.0	1422.9	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	419.2	0.0	1416.8	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	-250.9	0.0	0.0	0.0	-207.0
Variazione termica negativa	q7-b	215.1	0.0	0.0	0.0	177.4
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1288.9	0.0	0.0	0.0	1063.3
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1054.1	0.0	2684.5	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	854.6	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	4465.6	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	31.7	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	1737.4	290.9	0.0
Ritiro	e2	88.5	0.0	13.4	0.0	73.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3233.9	4701.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	2599.0	6531.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3233.9	-4701.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	2599.0	-6531.7	0.0
Frenatura	q3	99.2	0.0	0.0	0.0	81.8
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	319.0	0.0	1422.9	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	419.2	0.0	1416.8	0.0
Azione idrodinamica	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	-250.9	0.0	0.0	0.0	-207.0
Variazione termica negativa	q7-b	215.1	0.0	0.0	0.0	177.4
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1288.9	0.0	0.0	0.0	1063.3
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1054.1	0.0	2684.5	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	870.2	0.0	0.0

Azioni allo spiccatto 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	4465.6	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	2245.4	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	1737.4	290.9	0.0
Ritiro	e2	88.5	0.0	13.4	0.0	869.6
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3233.9	4701.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	2599.0	6531.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3233.9	-4701.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	2599.0	-6531.7	0.0
Frenatura	q3	99.2	0.0	0.0	0.0	974.1
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	345.7	0.0	4414.3	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	445.9	0.0	5309.6	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	-250.9	0.0	0.0	0.0	-2465.3
Variazione termica negativa	q7-b	215.1	0.0	0.0	0.0	2113.1
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1288.9	0.0	0.0	0.0	12663.4
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1054.1	0.0	12171.4	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	1962.0	0.0	0.0

Azioni all'intradosso del plinto di fondazione

HI	Ht	P	Mt	MI
----	----	---	----	----

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

Condizione di carico	Carico	[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	4465.6	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	6636.1	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	1737.4	290.9	0.0
Permanenti portati rinterro	G2-b	0.0	0.0	2500.2	0.0	0.0
Ritiro	e2	88.5	0.0	13.4	0.0	1073.2
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3233.9	4701.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	2599.0	6531.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3233.9	-4701.6	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	2599.0	-6531.7	0.0
Frenatura	q3	99.2	0.0	0.0	0.0	1202.2
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	345.7	0.0	5209.5	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	445.9	0.0	6335.1	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	-250.9	0.0	0.0	0.0	-3042.4
Variazione termica negativa	q7-b	215.1	0.0	0.0	0.0	2607.7
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	3452.6	0.0	0.0	0.0	19019.0
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	3217.8	0.0	17987.0	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	5360.6	0.0	0.0

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Allineamento: P3

RIEPILOGO AZIONI AL BARICENTRO DELLA PALIFICATA

		HI [kN]	Ht [kN]	P [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]		
Peso proprio impalcato	G1-a	0	0	4466	0	0	Peso proprio impalcato	G1-b
Peso proprio pila	G1-b	0	0	6636	0	0	Peso proprio pila	G1-b
Permanenti portati impalcato	G2-a	0	0	1737	291	0	Permanenti portati impalcato	G2-a
Permanenti portati rinterro	G2-b	0	0	2500	0	0	Permanenti portati rinterro	G2-b
Ritiro	e2	89	0	13	0	1073	Ritiro	e2
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0	0	3234	4702	0	Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0	0	2599	6532	0	Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0	0	3234	-4702	0	Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0	0	2599	-6532	0	Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d
Frenatura	q3	99	0	0	0	1202	Frenatura	q3
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0	0	0	0	0	Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a
Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b	0	0	0	0	0	Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0	346	0	5209	0	Vento ad impalcato scarico	q5-a
Vento ad impalcato carico	q5-b	0	446	0	6335	0	Vento ad impalcato carico	q5-b
Azioni idrodinamiche	q6	0	0	0	0	0		
Variazione termica positiva	q7-a	-251	0	0	0	-3042	Variazione termica positiva	q7-a
Variazione termica negativa	q7-b	215	0	0	0	2608	Variazione termica negativa	q7-b
Resistenze passive dei vincoli	q9	0	0	0	0	0	Resistenze passive dei vincoli	q9
Sisma longitudinale	ESLV-X	3453	0	0	0	19019	Sisma longitudinale	q6.i-X
Sisma trasversale	ESLV-Y	0	3218	0	17987	0	Sisma trasversale	q6.i-Y
Sisma verticale	ESLV-Z	0	0	5361	0	0	Sisma verticale	q6.i-Z

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1								S.L.U.								q3										
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
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
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
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
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
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	1.01	1.01	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	1.01	1.01	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	0.00	0.00	0.00	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	0.00	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
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
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
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
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
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
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	0.00	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
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	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

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
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.U.

					q4				q5								
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
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
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
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
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
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	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
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	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
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	1.01	1.01	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
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	1.35	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
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	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
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	0.90	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
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
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
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
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.U.

					q6			
Peso proprio impalcato	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
Permanenti portati impalcato	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
Ritiro	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
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	0.00	0.00	1.01	1.01	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
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
Frenatura	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
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	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
Vento ad impalcato carico	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
Variazione termica positiva	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
Resistenze passive dei vincoli	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
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Sisma verticale	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			
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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	0.00	0.00	0.00	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. Mtmax-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 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
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	0.20	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	0.00	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	1.30
Sisma longitudinale	1.00	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	-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							
										q1				q3			
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	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	0.00	0.00	1.00	1.00	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
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	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
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-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	0.00	0.75	0.75
Frenatura	0.00	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	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
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	0.00	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	0.00	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	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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

	q4								q5								
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	0.75	0.75	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	0.75	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	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	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 Mmax	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
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	0.00
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
Peso proprio pila	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
Permanenti portati rinterro	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
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	0.75	0.75	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
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	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
Frenatura	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
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	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
Vento ad impalcato carico	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
Azioni idrodinamiche	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
Variazione termica negativa	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
Sisma longitudinale	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
Sisma verticale	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	
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
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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Fz	16961	13744	16961	13744	16961	13744	16961	13744	16961	13744	16961	13744	16961	13744	16961	13744
Mx	5687	5687	-5105	-5105	5687	5687	-5105	-5105	18278	18278	18278	18278	-17696	-17696	-17696	-17696
My	20614	20614	20614	20614	-18554	-18554	-18554	-18554	7300	7300	-5241	-5241	7300	7300	-5241	-5241

S.L.E.car																	
q1										q3							
Fx	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-161	317	-161	317	-161	317	-161	317	
Fy	268	268	268	268	-268	-268	-268	-268	268	268	268	268	-268	-268	-268	-268	
Fz	18587	18587	17952	17952	18587	18587	17952	17952	17778	17778	17302	17302	17778	17778	17302	17302	
Mx	8794	8794	10624	10624	-8212	-8212	-10042	-10042	7618	7618	8991	8991	-7036	-7036	-8409	-8409	
My	-752	2638	-752	2638	-752	2638	-752	2638	-1954	3840	-1954	3840	-1954	3840	-1954	3840	

S.L.E.car																	
q4										q5							
Fx	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	
Fy	268	268	268	268	-268	-268	-268	-268	446	446	446	446	-446	-446	-446	-446	
Fz	17778	17778	17302	17302	17778	17778	17302	17302	17778	17778	17302	17302	17778	17778	17302	17302	
Mx	7618	7618	8991	8991	-7036	-7036	-8409	-8409	10152	10152	11525	11525	-9570	-9570	-10943	-10943	
My	-752	2638	-752	2638	-752	2638	-752	2638	-752	2638	-752	2638	-752	2638	-752	2638	

S.L.E.car									
q7									
Fx	89	89	89	89	89	89	89	89	89
Fy	268	268	268	268	-268	-268	-268	-268	-268
Fz	17778	17778	17302	17302	17778	17778	17302	17302	17302
Mx	7618	7618	8991	8991	-7036	-7036	-8409	-8409	-8409
My	1073	1073	1073	1073	1073	1073	1073	1073	1073

S.L.E.freq														S.L.E.qp		
q1										q5						
Fx	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	69	69	-69	-69	69	69	0	0
Fz	17778	17778	17302	17302	17778	17778	17302	17302	15353	15353	15353	15353	15353	15353	15353	15353
Mx	3817	3817	5190	5190	-3235	-3235	-4608	-4608	1333	1333	-751	-751	291	291	291	291
My	-448	2377	-448	2377	-448	2377	-448	2377	-448	2377	-448	2377	-448	2377	-448	2377

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	-3.15	-3.60	12.96	9.92	-0.062	-0.053			-4.150	4.60		
2	-3.15	0.00	0.00	9.92	0.000	-0.053			4.150	4.60		
3	-3.15	3.60	12.96	9.92	0.062	-0.053			4.150	-4.60		
4	0.00	-1.75	3.06	0.00	-0.030	0.000			-4.150	-4.60		
5	0.00	1.75	3.06	0.00	0.030	0.000			-4.15	4.60		
6	3.15	-3.60	12.96	9.92	-0.062	0.053						
7	3.15	0.00	0.00	9.92	0.000	0.053						
8	3.15	3.60	12.96	9.92	0.062	0.053						

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

8		57.97		59.54		S.L.U.											
CARICO ASSIALE		q1								q3							
PALO																	
1	2440	2171	2180	1911	3937	3668	3983	3714	2488	2047	2293	1852	3788	3347	3822	3382	
2	3213	2944	3106	2837	3213	2944	3106	2837	3162	2722	3082	2641	3162	2722	3082	2641	
3	3986	3717	4032	3763	2489	2220	2228	1959	3837	3396	3871	3430	2537	2096	2342	1901	
4	2761	2761	2579	2579	3488	3488	3456	3456	2672	2672	2536	2536	3304	3304	3279	3279	
5	3512	3512	3479	3479	2784	2784	2603	2603	3328	3328	3303	3303	2696	2696	2559	2559	
6	2287	2556	2026	2295	3783	4052	3830	4099	2163	2604	1968	2408	3463	3903	3497	3938	
7	3059	3329	2952	3221	3059	3329	2952	3221	2837	3278	2757	3198	2837	3278	2757	3198	
8	3832	4101	3878	4148	2336	2605	2075	2344	3511	3952	3546	3987	2212	2653	2016	2457	
Nmax	3986	4101	4032	4148	3937	4052	3983	4099	3837	3952	3871	3987	3788	3903	3822	3938	
Nmin	2287	2171	2026	1911	2336	2220	2075	1959	2163	2047	1968	1852	2212	2096	2016	1901	
TAGLIO																	
taglio Vx	-15	37	-15	37	-15	37	-15	37	-32	54	-32	54	-32	54	-32	54	
taglio Vy	50	50	50	50	-50	-50	-50	-50	50	50	50	50	-50	-50	-50	-50	
V	52	63	52	63	52	63	52	63	59	74	59	74	59	74	59	74	

		S.L.U.															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1	2402	2133	2207	1938	3702	3433	3737	3468	2166	1897	1971	1702	3938	3669	3973	3704	
2	3077	2807	2996	2727	3077	2807	2996	2727	3077	2807	2996	2727	3077	2807	2996	2727	
3	3751	3482	3785	3516	2451	2182	2256	1987	3987	3718	4021	3752	2215	1946	2020	1751	
4	2672	2672	2536	2536	3304	3304	3279	3279	2557	2557	2421	2421	3419	3419	3394	3394	
5	3328	3328	3303	3303	2696	2696	2559	2559	3442	3442	3418	3418	2581	2581	2445	2445	
6	2249	2518	2053	2323	3548	3817	3583	3852	2013	2282	1817	2086	3784	4054	3819	4088	
7	2923	3192	2843	3112	2923	3192	2843	3112	2923	3192	2843	3112	2923	3192	2843	3112	
8	3597	3866	3632	3901	2298	2567	2102	2371	3833	4102	3868	4137	2062	2331	1866	2135	
Nmax	3751	3866	3785	3901	3702	3817	3737	3852	3987	4102	4021	4137	3938	4054	3973	4088	
Nmin	2249	2133	2053	1938	2298	2182	2102	1987	2013	1897	1817	1702	2062	1946	1866	1751	
TAGLIO																	
taglio Vx	-15	37	-15	37	-15	37	-15	37	-15	37	-15	37	-15	37	-15	37	
taglio Vy	50	50	50	50	-50	-50	-50	-50	84	84	84	84	-84	-84	-84	-84	
V	52	63	52	63	52	63	52	63	85	92	85	92	85	92	85	92	

		S.L.U.							
CARICO ASSIALE		q7							
PALO									
1	2612	2612	2416	2416	3203	3203	3238	3238	
2	2932	2932	2851	2851	2932	2932	2851	2851	
3	3252	3252	3286	3286	2660	2660	2465	2465	
4	2844	2844	2708	2708	3132	3132	3107	3107	
5	3155	3155	3131	3131	2868	2868	2732	2732	
6	2748	2748	2552	2552	3339	3339	3374	3374	
7	3068	3068	2988	2988	3068	3068	2988	2988	

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

8	3388	3388	3423	3423	2797	2797	2601	2601
Nmax	3388	3388	3423	3423	3339	3339	3374	3374
Nmin	2612	2612	2416	2416	2660	2660	2465	2465
TAGLIO								
taglio Vx	13	13	13	13	13	13	13	13
taglio Vy	0	0	0	0	0	0	0	0
V	13							

S.L.V.

CARICO ASSIALE PALO	q6.x									q6.y							
	1	676	274	1346	944	2749	2347	3419	3017	599	197	1262	860	2833	2431	3496	3094
2	1029	627	1029	627	3102	2700	3102	2700	1734	1332	2397	1995	1734	1332	2397	1995	
3	1383	981	712	310	3455	3053	2785	2383	2869	2467	3533	3131	635	233	1298	896	
4	1948	1546	2274	1872	1948	1546	2274	1872	1568	1166	1568	1166	2654	2252	2654	2252	
5	2292	1890	1966	1564	2292	1890	1966	1564	2672	2270	2672	2270	1586	1184	1586	1184	
6	2858	2456	3528	3126	785	383	1455	1053	1371	969	708	306	3605	3203	2942	2540	
7	3211	2809	3211	2809	1138	736	1138	736	2506	2104	1843	1441	2506	2104	1843	1441	
8	3564	3162	2894	2492	1492	1090	821	419	3642	3239	2978	2576	1407	1005	744	342	
Nmax	3564	3162	3528	3126	3455	3053	3419	3017	3642	3239	3533	3131	3605	3203	3496	3094	
Nmin	676	274	712	310	785	383	821	419	599	197	708	306	635	233	744	342	
TAGLIO																	
taglio Vx	448	448	448	448	-427	-427	-427	-427	146	146	-125	-125	146	146	-125	-125	
taglio Vy	121	121	-121	-121	121	121	-121	-121	402	402	402	402	-402	-402	-402	-402	
V	464	464	464	464	444	444	444	444	428	428	421	421	428	428	421	421	

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q1								q3							
PALO																	
1		1817	1638	1624	1445	2873	2694	2907	2728	1853	1546	1708	1401	2763	2456	2788	2482
2		2363	2184	2284	2104	2363	2184	2284	2104	2326	2019	2266	1960	2326	2019	2266	1960
3		2909	2730	2944	2764	1853	1674	1660	1481	2799	2492	2825	2518	1889	1582	1744	1437
4		2058	2058	1923	1923	2571	2571	2547	2547	1992	1992	1891	1891	2435	2435	2417	2417
5		2589	2589	2565	2565	2075	2075	1941	1941	2452	2452	2434	2434	2010	2010	1909	1909
6		1737	1917	1544	1724	2794	2973	2828	3007	1646	1952	1501	1808	2556	2862	2582	2888
7		2284	2463	2204	2384	2284	2463	2204	2384	2119	2425	2059	2366	2119	2425	2059	2366
8		2830	3009	2864	3043	1774	1953	1580	1760	2592	2899	2618	2924	1682	1988	1537	1844
Nmax		2909	3009	2944	3043	2873	2973	2907	3007	2799	2899	2825	2924	2763	2862	2788	2888
Nmin		1737	1638	1544	1445	1774	1674	1580	1481	1646	1546	1501	1401	1682	1582	1537	1437
TAGLIO																	
taglio Vx		-8	27	-8	27	-8	27	-8	27	-20	40	-20	40	-20	40	-20	40
taglio Vy		33	33	33	33	-33	-33	-33	-33	33	33	33	33	-33	-33	-33	-33
V		34	43	34	43	34	43	34	43	39	52	39	52	39	52	39	52

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1		1789	1610	1644	1465	2699	2520	2725	2545	1632	1452	1487	1307	2856	2677	2882	2703
2		2262	2083	2203	2023	2262	2083	2203	2023	2262	2083	2203	2023	2262	2083	2203	2023
3		2735	2556	2761	2582	1825	1646	1680	1501	2893	2713	2918	2739	1668	1488	1523	1344
4		1992	1992	1891	1891	2435	2435	2417	2417	1916	1916	1815	1815	2511	2511	2493	2493
5		2452	2452	2434	2434	2010	2010	1909	1909	2529	2529	2511	2511	1933	1933	1832	1832
6		1709	1889	1565	1744	2619	2799	2645	2825	1552	1731	1407	1587	2777	2956	2803	2982
7		2182	2362	2123	2302	2182	2362	2123	2302	2182	2362	2123	2302	2182	2362	2123	2302
8		2656	2835	2681	2861	1745	1925	1601	1780	2813	2992	2839	3018	1588	1767	1443	1623

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE

RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Nmax	2735	2835	2761	2861	2699	2799	2725	2825	2893	2992	2918	3018	2856	2956	2882	2982
Nmin	1709	1610	1565	1465	1745	1646	1601	1501	1552	1452	1407	1307	1588	1488	1443	1344
TAGLIO																
taglio Vx	-8	27	-8	27	-8	27	-8	27	-8	27	-8	27	-8	27	-8	27
taglio Vy	33	33	33	33	-33	-33	-33	-33	56	56	56	56	-56	-56	-56	-56
V	34	43	34	43	34	43	34	43	56	62	56	62	56	62	56	62

		S.L.E.car							
CARICO ASSIALE		q7							
PALO									
1	1692	1692	1548	1548	2602	2602	2628	2628	
2	2165	2165	2106	2106	2165	2165	2106	2106	
3	2639	2639	2664	2664	1728	1728	1584	1584	
4	1992	1992	1891	1891	2435	2435	2417	2417	
5	2452	2452	2434	2434	2010	2010	1909	1909	
6	1806	1806	1661	1661	2716	2716	2742	2742	
7	2279	2279	2220	2220	2279	2279	2220	2220	
8	2752	2752	2778	2778	1842	1842	1697	1697	
Nmax	2752	2752	2778	2778	2716	2716	2742	2742	
Nmin	1692	1692	1548	1548	1728	1728	1584	1584	
TAGLIO									
taglio Vx	11	11	11	11	11	11	11	11	
taglio Vy	33	33	33	33	-33	-33	-33	-33	
V	35								

		S.L.freq								S.L.qp				
CARICO ASSIALE		q1								q5				
PALO														
1	2009	1859	1864	1715	2447	2297	2473	2323	1860	1711	1989	1840	1925	1775
2	2246	2096	2186	2037	2246	2096	2186	2037	1943	1793	1943	1793	1943	1793
3	2483	2334	2509	2359	2045	1896	1900	1751	2026	1876	1896	1747	1961	1811
4	2107	2107	2006	2006	2320	2320	2302	2302	1879	1879	1942	1942	1910	1910
5	2337	2337	2319	2319	2125	2125	2024	2024	1959	1959	1896	1896	1928	1928
6	1961	2111	1817	1966	2399	2549	2425	2575	1813	1962	1942	2091	1877	2027
7	2199	2348	2139	2289	2199	2348	2139	2289	1895	2045	1895	2045	1895	2045
8	2436	2585	2461	2611	1998	2147	1853	2002	1978	2128	1849	1998	1913	2063
Nmax	2483	2585	2509	2611	2447	2549	2473	2575	2026	2128	1989	2091	1961	2063
Nmin	1961	1859	1817	1715	1998	1896	1853	1751	1813	1711	1849	1747	1877	1775
TAGLIO														
taglio Vx	-5	25	-5	25	-5	25	-5	25	-5	25	-5	25	-5	25
taglio Vy	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	-9	-9	0	0
V	5	25	5	25	5	25	5	25	10	26	10	26	5	25

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI

	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP		
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4148	4148	3642	3043	2611	2063
Azione assiale minima	Nmin	197	1702	197	1307	1711	1775
Azione trasversale massima	Vmax	464	92	464	62	26	25

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	15
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	lc	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	12136
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	4.92

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI

			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4148	3642	3043	2611	2063
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1702	197	1307	1711	1775
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	225	1142	153	64	60
Momento amplificato del 20%	Mmax	kNm	271	1370	183	77	72
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	92	464	62	26	25

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		25090	16961
Carico verticale medio agente sui pali		3136	2120

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Dati	Var	unità	
Larghezza del plinto in direzione trasversale	Bt	m	9.20
Larghezza del plinto in direzione longitudinale	Bl	m	8.30
Altezza del plinto	Hp	m	2.30

ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Modello di calcolo:

Tirante - Puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.30
distanza tra palo e sezione di incastro	a1	m	2.00
copriferro	c	m	0.094
larghezza puntone	b	m	2.80
larghezza tirante	bt	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cilindrica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione caratteristica cubica 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	2.21
lunghezza del tirante	l1	m	2.44
fattore lambda ($l / 0.9d$) = arctan y	$\lambda 1$		1.23
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura inferiore dir. Longitudinale sezione di larghezza pari a bt	passo cm	n.barre bt/pass	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato dal basso	15	18	24	0.062	8143
secondo strato dal basso	15	18	24	0.126	8143
terzo strato dal basso	0	0	26	0.191	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.257	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.094	16286

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	Asmin mmq	Nmax kN
SLU-STR	4148	92	4681.4	11963	6034.1
SLU-SIS	3642	464	4493.8	11484	5792.3
			4681.4	11963	6034.1

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	16286	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	6372.8	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		73%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	42402.8	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		14%	OK!

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE

Calcolo e verifica zattera di fondazione

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σs Mpa
SLE-RARA	3043	62	3429.8	211

Tensione massima ammissibile σs,max MPa 360
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 58% **OK!**

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σs Mpa
SLE-FREQUENTE	2611	26	2915.2	179

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 w mm 204.4
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 88% **OK!**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σs Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2063	25	2307.4	142

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 w mm 164.4
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 86% **OK!**

ANALISI IN DIREZIONE TRASVERSALE

Modello di calcolo:

Tirante - Puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.30
distanza tra palo e sezione di incastro	a1	m	1.80
copriferro	c	m	0.09
larghezza puntone	b	m	2.80
larghezza tirante	bt	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	2.21
lunghezza del tirante	l1	m	2.24
fattore lambda (l1 / 0.9d) = arctan ψ	λ.l	m	1.13
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Armatura inferiore dir. Trasversale sezione di larghezza pari a bt	passo cm	n.barre bt/passio	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato dal basso	15	18	24	0.062	8143
secondo strato dal basso	15	18	24	0.126	8143
terzo strato dal basso	0	0	26	0.191	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.257	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.094	16286

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	Asmin mmq	Nmax kN
SLU-STR	4148	0	91.6	4305.3	11003	5751.7
SLU-SIS	3642	0	464.0	4163.6	10640	5562.4
				4305.3	11003	5751.7

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	16286	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	6372.8	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		68%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	44562.6	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		13%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-CARATTERISTICA	3043.3	0	62.0	3153.9	194

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		54%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-FREQUENTE	2610.8	0	26.0	2678.5	164

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	w	mm	204.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		80%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2062.9	0	24.5	2120.3	130

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	w	mm	164.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		79%	OK!

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CALCOLO E VERIFICA PULVINO

Dati	Var	unità	
Lunghezza dello sbalzo del pulvino rispetto al fusto pila	Bt	m	1.15
Larghezza del pulvino	Bl	m	2.30
Altezza parte superiore del pulvino(costante)	hp1	m	1.12
Altezza parte inferiore del pulvino (variabile)	hp2	m	2.88
Altezza complessiva del pulvino	Hp	m	4.00
Peso proprio parte aggettante pulvino	Pg1a	kN	220.0

Modello di calcolo:

Tirante - Puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	4.00
distanza tra asse appoggio e sezione di incastro	a	m	2.40
copriferro	c	m	0.221
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	3.78
lunghezza del tirante	l	m	3.16
fattore lambda ($l / 0.9d$) = ctan y	λ		0.93
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura inferiore dir. Longitudinale	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza pari a bt		mm	m	mmq
primo strato dall'alto	16	20	0.071	5027
secondo strato dall'alto	16	20	0.121	5027
terzo strato dall'alto	16	20	0.171	5027
quarto strato dall'alto	16	20	0.221	5027
quinto strato dall'alto	16	20	0.271	5027
sesto strato dall'alto	16	20	0.321	5027
settimo strato dall'alto	16	20	0.371	5027
ottavo strato dall'alto	0	30	0.426	0
Armatura effettivamente disposta		30	0.221	35186

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	Papp	Pg1	Pmax	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	8000	220	8297	800	7728.7	19751	11362.7
SLU-SIS	3500	220	3720	404	3510.5	8971	5161.1
					7728.7	19751	11362.7

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	35186	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	13768.4	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		56%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	69321.2	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		16%	OK!

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CALCOLO E VERIFICA PULVINO
VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-RARA	6000	220	6220	600	5794	165

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 46% **OK!**

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-FREQUENTE	5100	220	5320	510	4953	141

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 30.0 σ_{slim} MPa 171.4
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 82% **OK!**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	3500	220	3720	350	3456	98

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 30.0 σ_{slim} MPa 137.8
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 71% **OK!**

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

Allineamento: **P3**

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
G1-a	0	0	4466	0	0
G1-b	0	0	32	0	0
G2-a	0	0	1737	291	0
G2-b					
e2	89	0	13	0	73
Q1-a	0	0	3234	4702	0
Q1-b	0	0	2599	6532	0
Q1-c	0	0	3234	-4702	0
Q1-d	0	0	2599	-6532	0
q3	99	0	0	0	82
q4-a	0	0	0	0	0
q4-b	0	0	0	0	0
q5-a	0	319	0	1423	0
q5-b	0	419	0	1417	0
q6	0	0	0	0	0
q7-a	-251	0	0	0	-207
q7-b	215	0	0	0	177
q9	0	0	0	0	0
ESLV-X	1289	0	0	0	1063
ESLV-Y	0	1054	0	2685	0
ESLV-Z	0	0	870	0	0

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
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
G2-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
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	0.90	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
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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA 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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

					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
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
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
G2-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
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
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
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
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	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	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
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
q4-b	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
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
q5-b	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
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
q7-b	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
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
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.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
G2-b	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

					S.L.V.					ESLV-Y						
					ESLV-X											
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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	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	0.00
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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

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
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
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
q4-b	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
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
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
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
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
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
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
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	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
G2-a	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
e2	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
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	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
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	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
q4-a	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
q5-a	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	0.00	0.00
q6	1.00	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	0.00
q7-b	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
ESLV-X	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
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.freq

q1

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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

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: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

S.L.U.										q3									
	q1					q3					q3					q3			
VI	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-253	434	-253	434	-253	434	-253	434			
Vt	377	377	377	377	-377	-377	-377	-377	377	377	377	377	-377	-377	-377	-377			
N	12799	12799	11941	11941	12799	12799	11941	11941	11707	11707	11064	11064	11707	11707	11064	11064			
Mt	8015	8015	10486	10486	-7230	-7230	-9700	-9700	6428	6428	8281	8281	-5643	-5643	-7496	-7496			
MI	-99	247	-99	247	-99	247	-99	247	-209	358	-209	358	-209	358	-209	358			
Mris	8016	8019	10486	10489	7230	7234	9701	9703	6432	6438	8284	8289	5647	5654	7499	7504			
Vris	396	482	396	482	396	482	396	482	455	575	455	575	455	575	455	575			

S.L.U.										q5									
	q4					q5					q5					q5			
VI	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300			
Vt	377	377	377	377	-377	-377	-377	-377	629	629	629	629	-629	-629	-629	-629			
N	11707	11707	11064	11064	11707	11707	11064	11064	11707	11707	11064	11064	11707	11707	11064	11064			
Mt	6428	6428	8281	8281	-5643	-5643	-7496	-7496	7278	7278	9131	9131	-6493	-6493	-8346	-8346			
MI	-99	247	-99	247	-99	247	-99	247	-99	247	-99	247	-99	247	-99	247			
Mris	6429	6433	8282	8285	5644	5648	7496	7500	7279	7283	9132	9135	6494	6498	8346	8350			
Vris	396	482	396	482	396	482	396	482	640	697	640	697	640	697	640	697			

S.L.U.										q6									
	q6					q6					q6					q6			
VI	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106			
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
N	11707	11707	11064	11064	11707	11707	11064	11064	11707	11707	11064	11064	11707	11707	11064	11064			
Mt	5153	5153	7006	7006	-4368	-4368	-6221	-6221	5153	5153	7006	7006	-4368	-4368	-6221	-6221			
MI	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88			
Mris	5154	5154	7007	7007	4369	4369	6221	6221	5154	5154	7007	7007	4369	4369	6221	6221			
Vris	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106			

S.L.V.										ESLV-Y									
	ESLV-X					ESLV-Y					ESLV-Y					ESLV-Y			
VI	1420	1420	1420	1420	-1251	-1251	-1251	-1251	518	518	-348	-348	518	518	-348	-348			
Vt	316	316	-316	-316	316	316	-316	-316	1054	1054	1054	1054	-1054	-1054	-1054	-1054			
N	6509	5987	6509	5987	6509	5987	6509	5987	6509	5987	6509	5987	6509	5987	6509	5987			
Mt	1096	1096	-514	-514	1096	1096	-514	-514	2975	2975	2975	2975	-2394	-2394	-2394	-2394			
MI	1172	1172	1172	1172	-1032	-1032	-1032	-1032	428	428	-287	-287	428	428	-287	-287			
Mris	1605	1605	1280	1280	1505	1505	1153	1153	3006	3006	2989	2989	2431	2431	2411	2411			
Vris	1455	1455	1455	1455	1290	1290	1290	1290	1175	1175	1110	1110	1175	1175	1110	1110			

S.L.E.car										q3									
	q1					q3					q3					q3			
VI	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-161	317	-161	317	-161	317	-161	317			
Vt	252	252	252	252	-252	-252	-252	-252	252	252	252	252	-252	-252	-252	-252			
N	9482	9482	8847	8847	9482	9482	8847	8847	8673	8673	8197	8197	8673	8673	8197	8197			
Mt	5843	5843	7673	7673	-5261	-5261	-7091	-7091	4667	4667	6040	6040	-4085	-4085	-5458	-5458			
MI	-51	179	-51	179	-51	179	-51	179	-133	261	-133	261	-133	261	-133	261			
Mris	5843	5845	7673	7675	5261	5264	7091	7093	4669	4675	6041	6045	4088	4094	5460	5464			
Vris	259	333	259	333	259	333	259	333	299	404	299	404	299	404	299	404			

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

	S.L.E.car								S.L.E.car							
	q4				q5				q5				q5			
VI	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218
Vt	252	252	252	252	-252	-252	-252	-252	419	419	419	419	-419	-419	-419	-419
N	8673	8673	8197	8197	8673	8673	8197	8197	8673	8673	8197	8197	8673	8673	8197	8197
Mt	4667	4667	6040	6040	-4085	-4085	-5458	-5458	5234	5234	6607	6607	-4652	-4652	-6025	-6025
MI	-51	179	-51	179	-51	179	-51	179	-51	179	-51	179	-51	179	-51	179
Mris	4667	4671	6040	6042	4086	4089	5458	5461	5234	5237	6607	6609	4652	4656	6025	6027
Vris	259	333	259	333	259	333	259	333	424	472	424	472	424	472	424	472

	S.L.E.car							
	q6				q6			
VI	89	89	89	89	89	89	89	89
Vt	252	252	252	252	-252	-252	-252	-252
N	8673	8673	8197	8197	8673	8673	8197	8197
Mt	4667	4667	6040	6040	-4085	-4085	-5458	-5458
MI	73	73	73	73	73	73	73	73
Mris	4668	4668	6040	6040	4086	4086	5458	5458
Vris	267	267	267	267	267	267	267	267

	S.L.E.freq								S.L.E.freq				S.L.E.qp	
	q1				q5				q5		S.L.E.qp			
VI	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	64	64	-64	-64	0	0
N	8673	8673	8197	8197	8673	8673	8197	8197	6248	6248	6248	6248	6248	6248
Mt	3817	3817	5190	5190	-3235	-3235	-4608	-4608	575	575	6	6	291	291
MI	-30	162	-30	162	-30	162	-30	162	-30	162	-30	162	-30	162
Mris	3817	3821	5190	5192	3235	3239	4608	4611	576	598	31	162	292	333
Vris	37	196	37	196	37	196	37	196	74	206	74	206	37	196

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

Allineamento: P3

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILA

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
G1-a	0	0	4466	0	0
G1-b	0	0	2245	0	0
G2-a	0	0	1737	291	0
G2-b					
e2	89	0	13	0	870
Q1-a	0	0	3234	4702	0
Q1-b	0	0	2599	6532	0
Q1-c	0	0	3234	-4702	0
Q1-d	0	0	2599	-6532	0
q3	99	0	0	0	974
q4-a	0	0	0	0	0
q4-b	0	0	0	0	0
q5-a	0	346	0	4414	0
q5-b	0	446	0	5310	0
q6	0	0	0	0	0
q7-a	-251	0	0	0	-2465
q7-b	215	0	0	0	2113
q9	0	0	0	0	0
ESLV-X	1289	0	0	0	12663
ESLV-Y	0	1054	0	12171	0
ESLV-Z	0	0	1962	0	0

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
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	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	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	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	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	0.00	0.00	0.00	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	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	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	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	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	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	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	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	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	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	-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	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	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	
q7-b	0.00	0.90	0.90	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	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	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	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

S.L.U.										S.L.U.							
q4					q5					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	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	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	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	0.90	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

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

S.L.V.										S.L.V.							
ESLV-X					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	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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	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	0.00
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	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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	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	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
q4-b	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
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
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
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
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
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
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
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	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

S.L.E.freq

q1

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

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	0.00	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
Q1-c	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	0.00	0.00	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	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.qp

G1-a	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00
e2	1.00	1.00
Q1-a	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00
q3	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

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: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

S.L.U.																	
q1									q3								
VI	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-253	434	-253	434	-253	434	-253	434	
Vt	401	401	401	401	-401	-401	-401	-401	401	401	401	401	-401	-401	-401	-401	
N	15787	15787	14930	14930	15787	15787	14930	14930	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053	
Mt	11519	11519	13989	13989	-10733	-10733	-13204	-13204	9932	9932	11785	11785	-9146	-9146	-10999	-10999	
MI	-1175	2945	-1175	2945	-1175	2945	-1175	2945	-2490	4260	-2490	4260	-2490	4260	-2490	4260	
Mris	11578	11889	14038	14296	10797	11130	13256	13528	10239	10807	12045	12531	9479	10090	11278	11796	
Vris	419	501	419	501	419	501	419	501	475	591	475	591	475	591	475	591	

S.L.U.																	
q4									q5								
VI	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	
Vt	401	401	401	401	-401	-401	-401	-401	669	669	669	669	-669	-669	-669	-669	
N	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053	
Mt	9932	9932	11785	11785	-9146	-9146	-10999	-10999	13118	13118	14971	14971	-12332	-12332	-14185	-14185	
MI	-1175	2945	-1175	2945	-1175	2945	-1175	2945	-1175	2945	-1175	2945	-1175	2945	-1175	2945	
Mris	10001	10359	11843	12147	9222	9609	11062	11387	13170	13444	15017	15257	12388	12679	14234	14488	
Vris	419	501	419	501	419	501	419	501	679	733	679	733	679	733	679	733	

S.L.U.																	
q6																	
VI	106	106	106	106	106	106	106	106									
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0									
N	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053									
Mt	5153	5153	7006	7006	-4368	-4368	-6221	-6221									
MI	1044	1044	1044	1044	1044	1044	1044	1044									
Mris	5258	5258	7083	7083	4491	4491	6308	6308									
Vris	106	106	106	106	106	106	106	106									

S.L.V.																	
ESLV-X									ESLV-Y								
VI	1420	1420	1420	1420	-1251	-1251	-1251	-1251	518	518	-348	-348	518	518	-348	-348	
Vt	316	316	-316	-316	316	316	-316	-316	1054	1054	1054	1054	-1054	-1054	-1054	-1054	
N	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	
Mt	3942	3942	-3361	-3361	3942	3942	-3361	-3361	12462	12462	12462	12462	-11881	-11881	-11881	-11881	
MI	13956	13956	13956	13956	-12287	-12287	-12287	-12287	5091	5091	-3422	-3422	5091	5091	-3422	-3422	
Mris	14502	14502	14355	14355	12904	12904	12738	12738	13462	13462	12924	12924	12925	12925	12364	12364	
Vris	1455	1455	1455	1455	1290	1290	1290	1290	1175	1175	1110	1110	1175	1175	1110	1110	

S.L.E.car																	
q1									q3								
VI	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-161	317	-161	317	-161	317	-161	317	
Vt	268	268	268	268	-268	-268	-268	-268	268	268	268	268	-268	-268	-268	-268	

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

N	11696	11696	11061	11061	11696	11696	11061	11061	10887	10887	10411	10411	10887	10887	10411	10411
Mt	8178	8178	10008	10008	-7596	-7596	-9427	-9427	7003	7003	8375	8375	-6421	-6421	-7794	-7794
MI	-610	2137	-610	2137	-610	2137	-610	2137	-1584	3112	-1584	3112	-1584	3112	-1584	3112
Mris	8201	8453	10027	10234	7621	7891	9446	9666	7180	7663	8524	8935	6614	7135	7953	8392
Vris	275	345	275	345	275	345	275	345	312	415	312	415	312	415	312	415

S.L.E.car																
				q4									q5			
VI	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218	-62	218
Vt	268	268	268	268	-268	-268	-268	-268	446	446	446	446	-446	-446	-446	-446
N	10887	10887	10411	10411	10887	10887	10411	10411	10887	10887	10411	10411	10887	10887	10411	10411
Mt	7003	7003	8375	8375	-6421	-6421	-7794	-7794	9127	9127	10499	10499	-8545	-8545	-9918	-9918
MI	-610	2137	-610	2137	-610	2137	-610	2137	-610	2137	-610	2137	-610	2137	-610	2137
Mris	7029	7322	8398	8644	6450	6767	7817	8081	9147	9374	10517	10715	8567	8808	9936	10145
Vris	275	345	275	345	275	345	275	345	450	496	450	496	450	496	450	496

S.L.E.car																
q6																
VI	89	89	89	89	89	89	89	89								
Vt	268	268	268	268	-268	-268	-268	-268								
N	10887	10887	10411	10411	10887	10887	10411	10411								
Mt	7003	7003	8375	8375	-6421	-6421	-7794	-7794								
MI	870	870	870	870	870	870	870	870								
Mris	7057	7057	8420	8420	6480	6480	7842	7842								
Vris	282	282	282	282	282	282	282	282								

S.L.E.freq									S.L.E.qp							
				q1					q5				S.L.E.qp			
VI	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196	-37	196		
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	69	69	-69	-69	0	0		
N	10887	10887	10411	10411	10887	10887	10411	10411	8462	8462	8462	8462	8462	8462		
Mt	3817	3817	5190	5190	-3235	-3235	-4608	-4608	1174	1174	-592	-592	291	291		
MI	-363	1926	-363	1926	-363	1926	-363	1926	-363	1926	-363	1926	-363	1926		
Mris	3834	4276	5202	5536	3256	3765	4622	4994	1229	2256	694	2015	465	1948		
Vris	37	196	37	196	37	196	37	196	78	208	78	208	37	196		

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO CON GLI EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI
SOLO COMBINAZIONI SLU

inclinazione pila $\theta_i = 0.00319$ §5.2 - EC2
 eccentricità per imperfezioni $ei = 0.031$ §5.2 - EC2

S.L.U.																
				q1									q3			
VI	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-253	434	-253	434	-253	434	-253	434
Vt	401	401	401	401	-401	-401	-401	-401	401	401	401	401	-401	-401	-401	-401
N	15787	15787	14930	14930	15787	15787	14930	14930	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053
Mt	12013	12013	14457	14457	-11228	-11228	-13672	-13672	10392	10392	12225	12225	-9607	-9607	-11440	-11440
MI	-1670	3440	-1643	3413	-1670	3440	-1643	3413	-2951	4721	-2931	4701	-2951	4721	-2931	4701
Mris	12129	12496	14550	14855	11351	11743	13770	14091	10803	11414	12572	13098	10050	10704	11809	12368
Vris	419	501	419	501	419	501	419	501	475	591	475	591	475	591	475	591

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

S.L.U.																		
q4										q5								
VI	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300	-120	300
Vt	401	401	401	401	-401	-401	-401	-401	669	669	669	669	-669	-669	-669	-669	-669	-669
N	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053	14053	14053
Mt	10392	10392	12225	12225	-9607	-9607	-11440	-11440	13578	13578	15411	15411	-12793	-12793	-14626	-14626	-14626	-14626
MI	-1636	3406	-1616	3386	-1636	3406	-1616	3386	-1636	3406	-1616	3386	-1636	3406	-1616	3386	-1616	3386
Mris	10520	10936	12332	12685	9745	10193	11553	11930	13676	13999	15495	15779	12897	13238	14715	15012	15012	15012
Vris	419	501	419	501	419	501	419	501	679	733	679	733	679	733	679	733	679	733

S.L.U.																		
q6																		
VI	106	106	106	106	106	106	106	106	106									
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
N	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053	14696									
Mt	5614	5614	7447	7447	-4828	-4828	-6661	-6661										
MI	1504	1504	1484	1484	1504	1504	1484	1484										
Mris	5812	5812	7593	7593	5057	5057	6824	6824										
Vris	106	106	106	106	106	106	106	106										

S.L.V.																		
ESLV-X										ESLV-Y								
VI	1420	1420	1420	1420	-1251	-1251	-1251	-1251	518	518	-348	-348	518	518	-348	-348	-348	-348
Vt	316	316	-316	-316	316	316	-316	-316	1054	1054	1054	1054	-1054	-1054	-1054	-1054	-1054	-1054
N	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873
Mt	4226	4189	-3644	-3607	4226	4189	-3644	-3607	12746	12709	12746	12709	-12164	-12127	-12164	-12127	-12164	-12127
MI	14239	14202	14239	14202	-12571	-12534	-12571	-12534	5375	5338	-3706	-3669	5375	5338	-3706	-3669	-3669	-3669
Mris	14853	14807	14698	14653	13262	13215	13088	13042	13833	13785	13274	13228	13299	13250	12716	12670	12670	12670
Vris	1455	1455	1455	1455	1290	1290	1290	1290	1175	1175	1110	1110	1175	1175	1110	1110	1110	1110

INCREMENTI DI MOMENTO DA SOMMARE ALLE AZIONI IN FONDAZIONE PER EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI

S.L.U.																		
q1										q3								
DMt	495	495	468	468	-495	-495	-468	-468	461	461	440	440	-461	-461	-440	-440	-440	-440
DMI	-495	495	-468	468	-495	495	-468	468	-461	461	-440	440	-461	461	-440	440	-440	440

S.L.U.																		
q4										q5								
DMt	461	461	440	440	-461	-461	-440	-440	461	461	440	440	-461	-461	-440	-440	-440	-440
DMI	-461	461	-440	440	-461	461	-440	440	-461	461	-440	440	-461	461	-440	440	-440	440

S.L.U.																		
q6																		
DMt	461	461	440	440	-461	-461	-440	-440										
DMI	461	461	440	440	461	461	440	440										

LAVORO: UP62 - SS121 -VI06 VIADOTTO PALMERINO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

	ESLV-X								S.L.U.				ESLV-Y			
DMt	284	247	-284	-247	284	247	-284	-247	284	247	284	247	-284	-247	-284	-247
DmI	284	247	284	247	-284	-247	-284	-247	284	247	-284	-247	284	247	-284	-247

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE

Altezza della pila	hpila	m	10.90
Lunghezza libera d'inflessione	l0	m	21.80
Area pila	Apila	m ²	7.069
Momento d'inerzia pila attorno asse y (dir.longitudinale)	lypila	m ⁴	3.976
Momento d'inerzia pila attorno asse x (dir. Trasversale)	lxpila	m ⁴	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	15787	15787	14930	14930	15787	15787	14930	14930	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053
v	0.123	0.123	0.116	0.116	0.123	0.123	0.116	0.116	0.115	0.115	0.110	0.110	0.115	0.115	0.110	0.110
λlim	71.2	71.2	73.3	73.3	71.2	71.2	73.3	73.3	73.8	73.8	75.5	75.5	73.8	73.8	75.5	75.5

	q4								q5							
NEd	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053
v	0.115	0.115	0.110	0.110	0.115	0.115	0.110	0.110	0.115	0.115	0.110	0.110	0.115	0.115	0.110	0.110
λlim	73.8	73.8	75.5	75.5	73.8	73.8	75.5	75.5	73.8	73.8	75.5	75.5	73.8	73.8	75.5	75.5

	q6							
N	14696	14696	14053	14053	14696	14696	14053	14053
v	0.115	0.115	0.110	0.110	0.115	0.115	0.110	0.110
λlim	73.8	73.8	75.5	75.5	73.8	73.8	75.5	75.5

	ESLV-X								ESLV-Y							
N	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873	9050	7873
v	0.071	0.061	0.071	0.061	0.071	0.061	0.071	0.061	0.071	0.061	0.071	0.061	0.071	0.061	0.071	0.061
λlim	94.1	100.9	94.1	100.9	94.1	100.9	94.1	100.9	94.1	100.9	94.1	100.9	94.1	100.9	94.1	100.9

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE LONGITUDINALE:

l0y < llim - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE TRASVERSALE:

l0x < llim - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

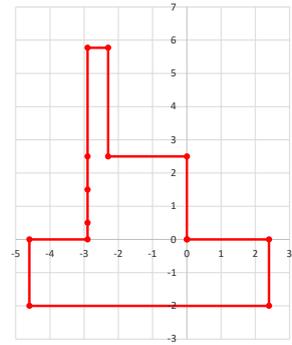
<i>S.S.121 "Catanesa"</i> <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

14 ALLEGATO 2 – SOTTOSTRUTTURE – SPB

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**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)
Paraghiaia - 1	0.60	0.60	23.00	3.27	-2.30	0.00	2.50
Muro frontale - 2	2.90	2.90	23.00	1.00	0.00	0.00	1.50
Muro frontale - 3	2.90	2.90	23.00	1.00	0.00	0.00	0.50
Muro frontale - 4	2.90	2.90	23.00	0.50	0.00	0.00	0.00
Muro risolto posteriore sx - 1	1.70	1.70	0.60	3.02	-2.90	-11.20	2.50
Muro risolto posteriore sx - 2	1.70	1.70	0.60	1.00	-2.90	-11.20	1.50
Muro risolto posteriore sx - 3	1.70	1.70	0.60	1.00	-2.90	-11.20	0.50
Muro risolto posteriore sx - 4	1.70	1.70	0.60	0.50	-2.90	-11.20	0.00
Muro risolto posteriore dx - 1	1.70	1.70	0.60	3.02	-2.90	11.20	2.50
Muro risolto posteriore dx - 2	1.70	1.70	0.60	1.00	-2.90	11.20	1.50
Muro risolto posteriore dx - 3	1.70	1.70	0.60	1.00	-2.90	11.20	0.50
Muro risolto posteriore dx - 4	1.70	1.70	0.60	0.50	-2.90	11.20	0.00
Cordolo risolto sx	1.70	1.70	0.00	0.00	-2.90	-10.90	5.52
Cordolo risolto dx	1.70	1.70	0.00	0.00	-2.90	10.90	5.52
Orecchia sx - 1	3.50	3.50	0.60	0.70	-4.60	-11.20	4.82
Orecchia sx - 2	3.50	0.00	0.60	2.33	-4.60	-11.20	2.49
Orecchia dx - 1	3.50	3.50	0.60	0.70	-4.60	11.20	4.82
Orecchia dx - 2	3.50	0.00	0.60	2.33	-4.60	11.20	2.49

**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	7.00	27.20	2.00	-2.40	0.00

Caratteristiche geometriche complessive muro frontale (Paraghiaia+Muro frontale)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	5.77
Area sezione trasversale	Afron	m ²	9.21
Volume c.a.	Vfron	mc	211.88
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.69
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	1.86
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	1.45

Caratteristiche geometriche complessive elevazione (Paraghiaia+Muro frontale+muri risolto**+Cordoli risolto+Orecchie+Velette+Speroni)**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vele	mc	230.97
Xbaricentro	Xg ele	m	-1.94
Ybaricentro	Yg ele	m	0.00
Zbaricentro	Zg ele	m	2.00

Caratteristiche geometriche complessive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vfon	mc	380.80
Xbaricentro	Xg fon	m	-3.50
Ybaricentro	Yg fon	m	0.00
Zbaricentro	Zg fon	m	1.00

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	fir	deg	35.0
peso di volume	γ	kN/mc	18.0
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	1.70	1.70	21.80	3.27	-2.90	0.00	2.50
Rinterro - 2	1.70	1.70	21.80	1.00	-2.90	0.00	1.50
Rinterro - 3	1.70	1.70	21.80	1.00	-2.90	0.00	0.50
Rinterro - 4	1.70	1.70	21.80	0.50	-2.90	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume rinterro	Vrin	mc	213.84
Xbaricentro	Xg rin	m	-6.15
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	4.88

Dati sovraccarico terrapieno

Descrizione	Unità	Valore	
sovraccarico	Q	kN/mq	20.0

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

Peso proprio spalla

Descrizione	Unità	Valore	
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	15294
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-4854
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

Peso terreno su fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Peso rinterro	Fzg2	kN	3849
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-10200
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

Spinta statica del terreno

Descrizione	Unità	Valore	
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	6302
Momento longitudinale	Myg3	kNm	16323

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato

Descrizione	Unità	Valore	
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	1524
Carico verticale	Fzg3	kN	741
Momento longitudinale	Myg3	kNm	3957

Azioni sismiche

Descrizione	Unità	Valore
parametri sismici		
Categoria di suolo fondazione	Cat	C

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB

Dati e risoluzione della palificata

Fattore Ss		1.37
Fattore St		1.0
Fattore S	S	1.37
Valore di ag/g	ag/g	0.230
fattore bm	βm	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.315
Coefficiente sismico verticale	kv	0.158

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip_spost	1
---	-----------	---

K0 statica e Mononobe-Okabe 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	ν	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	7.77
peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.272
angolo teta a	θa	deg	15.2
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.453
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.374
angolo teta b	θb	deg	20.5
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.552
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	7756.4
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	6871.0
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	7756.4
altezza di applicazione	H	kN	3.89
Momento longitudinale	MyDP	kNm	30134

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:				Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)	
Spinta del terreno	Es	kN	7756		
Momento longitudinale	MyEs	kNm	30134		
Forze inerziali					
Sisma longitudinale					
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	6032		
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	16196		
Sisma trasversale					
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	6032		
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	16196		
Sisma verticale					
Forza verticale	FzE.2z	kN	-3016		
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	2372		
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	0		

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioni + muro frontale + fondazioni	5.25
Distanza asse appoggi - asse fondazione	0.10

	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	2826	0	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	1111	0	0
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	134	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	2070	11362	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	1759	13265	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	2070	-11362	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	1759	-13265	0
q3	Frenatura	43	0	0	0
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	187	0	683
q5b	Vento Impalcato carico	0	203	0	639
q7a	Var. termica positiva	-275	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	236	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	675	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	675	0	1319
Ez	Sisma verticale	0	0	1948	0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali	=	3.50	coordinata x
x	=	0.00	coordinata y
y	=	0.00	coordinata z
z	=		

	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	2826	0	-283
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	15294	0	4854
g2a	Perm. portati - impalcato	0	1111	0	-111
g2b-sp	Perm. portati - Rinterro	0	3849	0	10200
g3-sp	spinta statiche del terreno	6302	0	0	-16323
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	134	0	0	-703
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	2070	11362	-207
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	1759	13266	-176
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	2070	-11362	-207
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	1759	-13265	-176
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	1524	0	741	0
q3	Frenatura	43	0	0	-224
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	187	0	1665
q5b	Vento Impalcato carico	0	203	0	1704
q7a	Var. termica positiva	-275	0	0	1443
q7b	Var. termica negativa	236	0	0	-1237
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	675	0	0	-3543
Ey	Sisma trasversale	0	675	0	4862
Ez	Sisma verticale	0	0	1948	-195
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	7756	0	0	-30134

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB

Dati e risoluzione della palificata

Fy	183	183	183	183	-182	-182	-182	-182	183	183	183	183	-182	-182	-182	-182
Fz	34953	34953	34533	34533	34953	34953	34533	34533	34004	34004	33689	33689	34004	34004	33689	33689
Mx	16873	16873	19443	19443	-16872	-16872	-19442	-19442	13039	13039	14966	14966	-13037	-13037	-14965	-14965
My	-7410	-9822	-7368	-9780	-7410	-9822	-7368	-9780	-6307	-8719	-6275	-8687	-6307	-8719	-6275	-8687

S.L.U.

					q4								q5				
Fx	9964	10424	9964	10424	9964	10424	9964	10424	9964	10424	9964	10424	9964	10424	9964	10424	9964
Fy	183	183	183	183	-182	-182	-182	-182	305	305	305	305	-304	-304	-304	-304	-304
Fz	34004	34004	33689	33689	34004	34004	33689	33689	34004	34004	33689	33689	34004	34004	33689	33689	33689
Mx	13039	13039	14966	14966	-13037	-13037	-14965	-14965	14061	14061	15988	15988	-14060	-14060	-15987	-15987	-15987
My	-6005	-8417	-5973	-8385	-6005	-8417	-5973	-8385	-6005	-8417	-5973	-8385	-6005	-8417	-5973	-8385	-8385

S.L.U.

					e3				E.x		S.L.V.		E.y		E.z		
Fx	9799	10565	9799	10565	9799	10565	9799	10565	14715	14715	4591	4591	4591	4591	4591	4591	4591
Fy	183	183	183	183	-182	-182	-182	-182	2012	2012	6707	6707	2012	2012	2012	2012	2012
Fz	34004	34004	33689	33689	34004	34004	33689	33689	22759	23400	22759	23400	22759	23400	22012	24147	24147
Mx	13039	13039	14966	14966	-13037	-13037	-14965	-14965	6318	6318	21058	21058	6318	6318	6318	6318	6318
My	-5139	-9159	-5107	-9128	-5139	-9159	-5107	-9128	-37303	-35763	-2392	-852	-4189	944			

S.L.E.car

					q1								q3				
Fx	7795	8102	7795	8102	7795	8102	7795	8102	7457	7763	7457	7763	7457	7763	7457	7763	7457
Fy	122	122	122	122	-122	-122	-122	-122	122	122	122	122	-122	-122	-122	-122	-122
Fz	25891	25891	25580	25580	25891	25891	25580	25580	25188	25188	24955	24955	25188	25188	24955	24955	24955
Mx	12385	12385	14289	14289	-12384	-12384	-14288	-14288	9545	9545	10972	10972	-9544	-9544	-10971	-10971	-10971
My	-5663	-7271	-5632	-7240	-5663	-7271	-5632	-7240	-4846	-6454	-4823	-6431	-4846	-6454	-4823	-6207	-6207

S.L.E.car

					q4								q5				
Fx	7414	7721	7414	7721	7414	7721	7414	7721	7414	7721	7414	7721	7414	7721	7414	7721	7414
Fy	122	122	122	122	-122	-122	-122	-122	203	203	203	203	-203	-203	-203	-203	-203
Fz	25188	25188	24955	24955	25188	25188	24955	24955	25188	25188	24955	24955	25188	25188	24955	24955	24955
Mx	9545	9545	10972	10972	-9544	-9544	-10971	-10971	10226	10226	11654	11654	-10225	-10225	-11653	-11653	-11653
My	-4622	-6230	-4599	-6207	-4622	-6230	-4599	-6207	-4622	-6230	-4599	-6207	-4622	-6230	-4599	-6207	-6207

S.L.E.car

					e3												
Fx	7304	7815	7304	7815	7304	7815	7304	7815	7304	7815	7304	7815	7304	7815	7304	7815	7304
Fy	122	122	122	122	-122	-122	-122	-122	122	122	122	122	-122	-122	-122	-122	-122
Fz	25188	25188	24955	24955	25188	25188	24955	24955	25188	25188	24955	24955	25188	25188	24955	24955	24955
Mx	9545	9545	10972	10972	-9543	-9543	-10971	-10971	9545	9545	10972	10972	-9543	-9543	-10971	-10971	-10971
My	-4045	-6725	-4022	-6702	-4045	-6725	-4022	-6702	-4045	-6725	-4022	-6702	-4045	-6725	-4022	-6702	-6702

S.L.freq

					q1						e3		q5			S.L.qp	
Fx	7442	7697	7442	7697	7442	7697	7442	7697	7442	7697	6271	6577	6299	6554	6299	6554	6299
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	-37	0	0	0
Fz	25188	25188	24955	24955	25188	25188	24955	24955	23080	23080	23080	23080	23080	23080	23080	23080	23080
Mx	8522	8522	9950	9950	-8521	-8521	-9949	-9949	0	0	333	-333	0	0	0	0	0
My	-4767	-6107	-4743	-6083	-4767	-6107	-4743	-6083	-1499	-3107	-1643	-2984	-1643	-2984	-1643	-2984	-2984

CALCOLO AZIONI SUI PALI

Geometria della palificata

Attenzione: 1° fila sempre posteriore															
PALO	Fila	X	Y	Xp	Yp	trasp Xj1	long Yj1	trasp Yp/Sj1	long Xp/Sj1	Plinto	X	Y			
1	1	1.00	12.60	-2.50	12.60	158.76	6.2500	0.012	-0.025		0.00	13.60			
2	1	1.00	9.00	-2.50	9.00	81.00	6.2500	0.008	-0.025		7.00	13.60			
3	1	1.00	5.40	-2.50	5.40	29.16	6.25	0.005	-0.025		7.00	-13.60			
4	1	1.00	1.80	-2.50	1.80	3.24	6.25	0.002	-0.025		0.00	-13.60			
5	1	1.00	-1.80	-2.50	-1.80	3.24	6.25	-0.002	-0.025		0.00	13.60			
6	1	1.00	-5.40	-2.50	-5.40	29.16	6.25	-0.005	-0.025						
7	1	1.00	-9.00	-2.50	-9.00	81.00	6.25	-0.008	-0.025						
8	1	1.00	-12.60	-2.50	-12.60	158.76	6.25	-0.012	-0.025						
9	2	6.00	12.60	2.50	12.60	158.76	6.25	0.012	0.025						
10	2	6.00	9.00	2.50	9.00	81.00	6.25	0.008	0.025						
11	2	6.00	5.40	2.50	5.40	29.16	6.25	0.005	0.025						
12	2	6.00	1.80	2.50	1.80	3.24	6.25	0.002	0.025						
13	2	6.00	-1.80	2.50	-1.80	3.24	6.25	-0.002	0.025						
14	2	6.00	-5.40	2.50	-5.40	29.16	6.25	-0.005	0.025						
15	2	6.00	-9.00	2.50	-9.00	81.00	6.25	-0.008	0.025						
16	2	6.00	-12.60	2.50	-12.60	158.76	6.25	-0.012	0.025						
16	2					1088.64	100.00								

S.L.U.

CARICO ASSIALE																	
PALO	FILA	q1								q3							
1	1	2195	2134	2199	2139	1804	1744	1749	1689	2118	2058	2122	2062	1817	1756	1776	1715
2	1	2139	2078	2135	2075	1860	1800	1813	1753	2075	2015	2072	2012	1860	1799	1825	1765
3	1	2083	2023	2071	2010	1916	1855	1878	1817	2032	1972	2023	1963	1903	1843	1874	1814
4	1	2027	1967	2006	1946	1971	1911	1942	1882	1989	1929	1973	1913	1946	1886	1924	1864
5	1	1971	1911	1942	1882	2027	1967	2006	1946	1946	1886	1924	1864	1989	1929	1973	1913
6	1	1916	1855	1878	1817	2083	2023	2071	2010	1903	1843	1874	1814	2032	1972	2023	1963
7	1	1860	1800	1813	1753	2139	2078	2135	2075	1860	1799	1825	1765	2075	2015	2072	2012
8	1	1804	1744	1749	1689	2195	2134	2199	2139	1817	1756	1775	1715	2118	2058	2122	2062
9	2	2565	2625	2568	2628	2175	2235	2178	2178	2434	2494	2436	2496	2132	2192	2089	2150
10	2	2509	2570	2503	2564	2230	2291	2182	2242	2391	2451	2386	2446	2175	2235	2139	2199
11	2	2454	2514	2439	2499	2286	2346	2246	2306	2348	2408	2337	2397	2218	2279	2188	2249
12	2	2398	2458	2375	2435	2342	2402	2310	2371	2304	2365	2287	2348	2261	2322	2238	2298
13	2	2342	2402	2310	2371	2398	2458	2375	2435	2261	2322	2238	2298	2304	2365	2287	2348
14	2	2286	2346	2246	2306	2453	2514	2439	2499	2218	2279	2188	2249	2348	2408	2337	2397
15	2	2230	2291	2182	2242	2509	2570	2503	2564	2175	2235	2139	2199	2391	2451	2386	2446
16	2	2175	2235	2117	2178	2565	2625	2568	2628	2132	2192	2089	2150	2434	2494	2436	2496
Nmax		2565	2625	2568	2628	2565	2625	2568	2628	2434	2494	2436	2496	2434	2494	2436	2496
Nmin		1804	1744	1749	1689	1804	1744	1749	1689	1817	1756	1775	1715	1817	1756	1776	1715
TAGLIO																	
taglio Vx		655	684</														

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB

Dati e risoluzione della palificata

7	1	1867	1807	1833	1772	2083	2023	2080	2020	1859	1799	1824	1764	2091	2031	2088	2028
8	1	1824	1764	1783	1723	2126	2066	2129	2069	1812	1752	1771	1711	2138	2078	2141	2081
9	2	2426	2487	2428	2488	2124	2185	2082	2142	2438	2498	2440	2500	2113	2173	2070	2130
10	2	2383	2443	2379	2439	2168	2228	2131	2192	2392	2452	2387	2447	2159	2219	2123	2183
11	2	2340	2400	2329	2389	2211	2271	2181	2241	2345	2405	2334	2395	2206	2266	2176	2236
12	2	2297	2357	2280	2340	2254	2314	2230	2290	2299	2359	2281	2342	2252	2312	2228	2289
13	2	2254	2314	2230	2290	2297	2357	2280	2340	2252	2312	2228	2289	2299	2359	2281	2342
14	2	2211	2271	2181	2241	2340	2400	2329	2389	2206	2266	2176	2236	2345	2405	2334	2395
15	2	2168	2228	2131	2191	2383	2443	2379	2439	2159	2219	2123	2183	2392	2452	2387	2447
16	2	2124	2185	2082	2142	2426	2487	2428	2488	2113	2173	2070	2130	2438	2498	2440	2500
Nmax		2426	2487	2428	2488	2426	2487	2428	2488	2438	2498	2440	2500	2438	2498	2440	2500
Nmin		1824	1764	1783	1723	1824	1764	1783	1723	1812	1752	1771	1711	1812	1752	1771	1711
TAGLIO																	
taglio Vx		623	651	623	651	623	651	623	651	623	651	623	651	623	651	623	651
taglio Vy		11	11	11	11	-11	-11	-11	-11	19	19	19	19	-19	-19	-19	-19
V		623	652	623	652	623	652	623	652	623	652	623	652	623	652	623	652

S.L.U.										S.L.V.							
CARICO ASSIALE										E.x		E.y		E.z			
PALO										q7							
1	1	2148	2047	2151	2051	1846	1745	1805	1704	563	642	1606	1685	1344	1606		
2	1	2105	2004	2102	2001	1889	1788	1854	1754	542	621	1537	1615	1323	1585		
3	1	2061	1961	2052	1952	1932	1832	1904	1803	521	600	1467	1546	1302	1564		
4	1	2018	1918	2003	1902	1975	1875	1953	1853	500	579	1397	1476	1281	1543		
5	1	1975	1875	1953	1853	2018	1918	2003	1902	479	558	1328	1406	1261	1522		
6	1	1932	1832	1904	1803	2061	1961	2052	1952	459	537	1258	1337	1240	1501		
7	1	1889	1788	1854	1754	2105	2004	2102	2001	438	516	1189	1267	1219	1481		
8	1	1846	1745	1805	1704	2148	2047	2151	2051	417	495	1119	1197	1198	1460		
9	2	2405	2505	2406	2507	2103	2203	2060	2161	2428	2430	1726	1728	1554	1559		
10	2	2362	2462	2357	2458	2146	2246	2110	2210	2407	2409	1656	1658	1533	1538		
11	2	2318	2419	2308	2408	2189	2290	2159	2260	2386	2388	1587	1588	1512	1517		
12	2	2275	2376	2258	2359	2232	2333	2209	2309	2365	2367	1517	1519	1491	1496		
13	2	2232	2333	2209	2309	2275	2376	2258	2359	2345	2346	1447	1449	1470	1475		
14	2	2189	2290	2159	2260	2318	2419	2307	2408	2324	2325	1378	1379	1449	1454		
15	2	2146	2246	2110	2210	2362	2462	2357	2457	2303	2304	1308	1310	1428	1433		
16	2	2103	2203	2060	2161	2405	2505	2406	2507	2282	2283	1239	1240	1407	1412		
Nmax		2405	2505	2406	2507	2405	2505	2406	2507	2428	2430	1726	1728	1554	1606		
Nmin		1846	1745	1805	1704	1846	1745	1805	1704	417	495	1119	1197	1198	1412		
TAGLIO																	
taglio Vx		612	660	612	660	612	660	612	660	920	920	287	287	287	287		
taglio Vy		11	11	11	11	-11	-11	-11	-11	126	126	419	419	126	126		
V		613	660	613	660	613	660	613	660	928	928	508	508	313	313		

S.L.E.car										q3							
CARICO ASSIALE										q1							
PALO										q1							
1	1	1620	1580	1623	1583	1333	1293	1293	1252	1564	1523	1566	1526	1343	1302	1312	1278
2	1	1579	1539	1576	1536	1374	1334	1340	1300	1532	1492	1530	1490	1374	1334	1348	1314
3	1	1538	1498	1529	1489	1415	1375	1387	1347	1500	1460	1494	1453	1406	1366	1385	1350
4	1	1497	1457	1482	1441	1456	1416	1434	1394	1469	1429	1457	1417	1437	1397	1421	1386
5	1	1456	1416	1434	1394	1497	1457	1482	1441	1437	1397	1421	1381	1469	1429	1457	1423
6	1	1415	1375	1387	1347	1538	1498	1529	1489	1406	1366	1385	1344	1500	1460	1494	1459
7	1	1374	1334	1340	1300	1579	1539	1576	1536	1374	1334	1348	1308	1532	1492	1530	1495
8	1	1333	1293	1293	1252	1620	1580	1623	1583	1343	1302	1312	1272	1564	1523	1566	1531
9	2	1903	1943	1905	1945	1616	1657	1574	1614	1806	1846	1807	1847	1585	1625	1553	1588
10	2	1862	1902	1858	1898	1657	1698	1621	1662	1774	1815	1771	1811	1617	1657	1590	1624
11	2	1821	1861	1810	1851	1698	1739	1669	1709	1743	1783	1735	1775	1648	1688	1626	1660
12	2	1780	1820	1763	1803	1739	1779	1716	1756	1711	1751	1698	1739	1680	1720	1662	1697
13	2	1739	1779	1716	1756	1780	1820	1763	1803	1680	1720	1662	1702	1711	1751	1698	1733
14	2	1698	1739	1669	1709	1821	1861	1810	1851	1648	1688	1626	1666	1743	1783	1735	1769
15	2	1657	1698	1621	1662	1862	1902	1858	1898	1616	1657	1590	1630	1774	1815	1771	1806
16	2	1616	1657	1574	1614	1903	1943	1905	1945	1585	1625	1553	1593	1806	1846	1807	1842
Nmax		1903	1943	1905	1945	1903	1943	1905	1945	1806	1846	1807	1847	1806	1846	1807	1842
Nmin		1333	1293	1293	1252	1333	1293	1293	1252	1343	1302	1312	1272	1343	1302	1312	1278
TAGLIO																	
taglio Vx		487	506	487	506	487	506	487	506	466	485	466	485	466	485	466	483
taglio Vy		8	8	8	8	-8	-8	-8	-8	8	8	8	8	-8	-8	-8	-8
V		487	506	487	506	487	506	487	506	466	485	466	485	466	485	466	483

S.L.E.car										q5							
CARICO ASSIALE										q4							
PALO										q4							
1	1	1569	1529	1572	1532	1348	1308	1318	1278	1577	1537	1580	1539	1340	1300	1310	1270
2	1	1538	1497	1535	1495	1380	1340	1354	1314	1543	1503	1541	1501	1374	1334	1348	1308
3	1	1506	1466	1499	1459	1411	1371	1390	1350	1509	1469	1503	1462	1408	1368	1387	1347
4	1	1474	1434	1463	1423	1443	1403	1427	1386	1476	1435	1464	1424	1442	1402	1425	1385
5	1	1443	1403	1427	1386	1474	1434	1463	1423	1442	1402	1425	1385	1476	1435	1464	1424
6	1	1411	1371	1390	1350	1506	1466	1499	1459	1408	1368	1387	1347	1509	1469	1503	1462
7	1	1380	1340	1354	1314	1538	1497	1535	1495	1374	1334	1348	1308	1543	1503	1541	1501
8	1	1348	1308	1318	1278	1569	1529	1572	1531	1340	1300	1310	1270	1577	1537	1580	1539
9	2	1800	1840	1802	1842	1579	1620	1548	1588	1808	1848	1810	1850	1571	1612	1540	1580
10	2	1769	1809	1765	1806	1611	1651	1584	1624	1774	1815	1771	1811	1605	1645	1578	1619
11	2	1737	1777	1729	1769	1642	1683	1620	1660	1741	1781	1732	1773	1639	1679	1617	1657
12	2	1706	1746	1693	1733	1674	1714	1657	1697	1707	1747	1694	1734	1673	1713	1655	1696
13	2	1674	1714	1657	1697	1706	1746	1693	1733	1673	1713	1655	1696	1707	1747	1694	1734
14	2	1642	1683	1620	1660	1737	1777	1729	1769	1639	1679	1617	1657	1741	1781	1732	1773
15	2	1611	1651	1584	1624	1769	1809	1765	1806	1605	1645	1578	1619	1774	1815	1771	1811
16	2	1579	1620	1548	1588	1800	1840	1802	1842	1571	1612	1540	1580	1808	1848	1810	1850
Nmax		1800	1840	1802	1842	1800	1840	1802	1842	1808	1848</						

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB

Dati e risoluzione della palificata

14	2	1628	1695	1606	1673	1723	1790	1715	1782
15	2	1596	1663	1570	1637	1754	1821	1751	1818
16	2	1565	1632	1533	1600	1786	1853	1787	1854
Nmax		1786	1853	1787	1854	1786	1853	1787	1854
Nmin		1363	1296	1332	1265	1363	1296	1332	1265
TAGLIO									
taglio Vx		457	488	457	488	457	488	457	488
taglio Vy		8	8	8	8	-8	-8	-8	-8
V		457	488	457	488	457	488	457	488

		S.L.freq											S.L.qp		
CARICO ASSIALE		q1							q7		q5				
PALO															
1	1	1554	1520	1556	1523	1356	1323	1326	1292	1405	1365	1405	1364	1401	1368
2	1	1526	1492	1523	1490	1385	1351	1359	1325	1405	1365	1404	1365	1401	1368
3	1	1497	1464	1490	1457	1413	1379	1392	1358	1405	1365	1403	1366	1401	1368
4	1	1469	1436	1458	1424	1441	1408	1425	1391	1405	1365	1402	1367	1401	1368
5	1	1441	1408	1425	1391	1469	1436	1458	1424	1405	1365	1401	1368	1401	1368
6	1	1413	1379	1392	1358	1497	1464	1490	1457	1405	1365	1400	1370	1401	1368
7	1	1385	1351	1359	1325	1526	1492	1523	1490	1405	1365	1399	1371	1401	1368
8	1	1356	1323	1326	1292	1554	1520	1556	1523	1405	1365	1398	1372	1401	1368
9	2	1792	1826	1793	1827	1595	1628	1563	1597	1480	1520	1487	1513	1484	1517
10	2	1764	1797	1761	1794	1623	1656	1596	1630	1480	1520	1486	1514	1484	1517
11	2	1736	1769	1728	1761	1651	1685	1629	1662	1480	1520	1485	1515	1484	1517
12	2	1708	1741	1695	1728	1679	1713	1662	1695	1480	1520	1484	1517	1484	1517
13	2	1679	1713	1662	1695	1708	1741	1695	1728	1480	1520	1483	1518	1484	1517
14	2	1651	1685	1629	1662	1736	1769	1728	1761	1480	1520	1482	1519	1484	1517
15	2	1623	1656	1596	1630	1764	1797	1761	1794	1480	1520	1481	1520	1484	1517
16	2	1595	1628	1563	1597	1792	1826	1793	1827	1480	1520	1480	1521	1484	1517
Nmax		1792	1826	1793	1827	1792	1826	1793	1827	1480	1520	1487	1521	1484	1517
Nmin		1356	1323	1326	1292	1356	1323	1326	1292	1405	1365	1398	1364	1401	1368
TAGLIO															
taglio Vx		465	481	465	481	465	481	465	481	392	411	394	410	394	410
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	-2	0	0
V		465	481	465	481	465	481	465	481	392	411	394	410	394	410

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	2628	2628	2430	1945	1827	1517
Azione assiale minima	Nmin	417	1689	417	1252	1292	1368
Azione trasversale massima	Vmax	928	684	928	506	481	410

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	210000
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	lc	m4	0.1018
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	lp	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	12136
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	4.92

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP	
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	2628	2430	1945	1827	1517
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1689	417	1252	1292	1368
Momento flettente massimo	Mmax 1a	kNm	1683	2284	1246	1184	1008
Momento amplificato del 20%	Mmax 1a	kNm	2019	2741	1495	1421	1210
Sforzo di taglio massimo	Vmax 1a	kN	684	928	506	481	410

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		34953	24147
Carico verticale medio agente sui pali		2185	1509

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB

Calcolo e verifica zattera di fondazione

MENSOLA ANTERIORE

Modello di calcolo:

Tirante - puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.00
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	1.40
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	
copriferro	c	m	0.110
larghezza puntone	b	m	2.80
larghezza collaborante	bt	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	30
resistenza a compressione caratteristica cls	fck	Mpa	25
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.2
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	1.89
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	1.78
fattore lambda (l1 / 0.9d) = arctan ψ	λ1		1.05
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	0.38
fattore lambda (l2 / 0.9d) = arctan ψ	λ2		0.22
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/passi	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	14	24	0.078	6333
secondo strato dal basso	20	14	24	0.142	6333
terzo strato dal basso	20	14	0	0.194	0
quarto strato dal basso	0	0	0	0.234	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.110	12667

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	2627.9	0.0	683.7	3155.9	8065	4367.5
SLU-SIS	2429.7	0.0	928.2	3214.0	8213	4447.9
				3214.0	8213	4447.9

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	12667	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	4956.6	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		65%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	31095.5	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		14%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σs
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB

Calcolo e verifica zattera di fondazione

SLE-CARATTERISTICA 1945.1 0.0 506.4 2336.3 **184**

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. **51%** **OK!**

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime **P1max** **P2max** **Hmax** **Tmax** **σ_s**
Combinazione di carico **kN** **kN** **kN** **kN** **Mpa**

SLE-FREQUENTE 1826.9 0.0 481.1 2199.7 **174**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 σ_{slim} MPa **204.4**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **85%** **OK!**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime **P1max** **P2max** **Hmax** **Tmax** **σ_s**
Combinazione di carico **kN** **kN** **kN** **kN** **Mpa**

SLE-QUASI PERMANENTE 1517.1 0.0 409.6 1836.8 **145**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 σ_{slim} MPa **164.4**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **88%** **OK!**

MENSOLA POSTERIORE

Modello di calcolo:

Trave a mensola

Dati

	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.00
distanza tra palo 1° fila posteriore e sezione di incastro	a1	m	0.70
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	
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	30
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.2
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore mensola posteriore	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dall'alto	20	5	20	0.076	1571
secondo strato dall'alto	0	0	0	0.126	0
terzo strato dall'alto	0	0	0	0.166	0
quarto strato dall'alto	0	0	0	0.206	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.076	1571

Armatura inferiore mensola posteriore	passo	n.barre	ϕ	c	As
--	--------------	----------------	--------------------------	----------	-----------

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	5	24	0.078	2262
secondo strato dal basso	0	0	0	0.130	0
terzo strato dal basso	0	0	0	0.170	0
quarto strato dal basso	0	0	0	0.210	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.078	2262

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	243.0	413	351.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	504.8	858	729.4
sommano			1271.2	1080.5

sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	180.0	306	260.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	373.9	636	540.3
sommano			941.6	800.4

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-1688.8	0.0	0.0	0.0	-1689	-1182.2
SLU-STR (MAX)	-2199.2	0.0	0.0	0.0	-2199	-1539.4
SLU-SIS (MIN)	-416.8	0.0	0.0	0.0	-417	-291.7
SLU-SIS (MAX)	-1684.9	0.0	0.0	0.0	-1685	-1179.4

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-418	-102
SLU-STR (MAX)	-928	-459
SLU-SIS (MIN)	525	509
SLU-SIS (MAX)	-743	-379

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	116	-28
SLU-STR (MAX)	258	-127
SLU-SIS (MIN)	146	141
SLU-SIS (MAX)	206	-105

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	209	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	1571	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	1064	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		13%	OK!
Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	188	
Si dispongono f26/20				
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	2262	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-1531	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		8%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA						
			fac	p	V	M
				kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera			1.0	180.0	306	260.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro			1.0	373.9	636	540.3
sommano					941.6	800.4
sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	R3	R4	V	M
	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-1252.4	0.0	0.0	0.0	-1252	-876.7
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-1623.3	0.0	0.0	0.0	-1623	-1136.3
sollecitazioni risultanti					V	M
					kN	kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)					-311	-76
SLE-CARATTERISTICA (MAX)					-682	-336
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria					V	M
					kN/m	kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)					86	-21
SLE-CARATTERISTICA (MAX)					189	-93
Tasso di lavoro armature superiori			σ_{sup}	Mpa	0	
Tasso di lavoro armature inferiori			σ_{inf}	Mpa	24	
Tensione massima ammissibile			$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni			c.u.		0%	OK!
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni			c.u.		7%	OK!
VERIFICA SLE-FREQUENTE						
			fac	p	V	M
				kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera			1.0	180.0	306	260.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro			1.0	373.9	636	540.3
sommano					941.6	800.4
sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	R3	R4	V	M
	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-1292.5	0.0	0.0	0.0	-1292	-904.7
SLE-FREQUENTE (MAX)	-1556.3	0.0	0.0	0.0	-1556	-1089.4
sollecitazioni risultanti					V	M
					kN	kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)					-351	-104
SLE-FREQUENTE (MAX)					-615	-289
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria					V	M
					kN/m	kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)					97	-29
SLE-FREQUENTE (MAX)					171	-80

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB

Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tasso di lavoro armature superiori		σ_{sup}	Mpa	0	
Tasso di lavoro armature inferiori		σ_{inf}	Mpa	21	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	20.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	222.2	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		0%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	24.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	204.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		10%	OK!
VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE		fac	p	V	M
			kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera		1.0	180.0	306	260.1
sollecitazioni dovute al peso del rinterro		1.0	373.9	636	540.3
sommano				941.6	800.4
sollecitazioni dovute ai pali		R1	R2	R3	R4
		kN	kN	kN	kN
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)		-1367.9	0.0	0.0	0.0
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)		-1401.4	0.0	0.0	0.0
sollecitazioni risultanti				V	M
				kN	kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)				-426	-157
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)				-460	-181
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria				V	M
				kN/m	kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)				118	-44
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)				128	-50
Tasso di lavoro armature superiori		sfsup	Mpa	0	
Tasso di lavoro armature inferiori		sfinf	Mpa	13	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	20.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	182.2	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		0%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	24.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	164.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		8%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**Calcolo e Verifica muro frontale**

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	2.90
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	F _z g1	kN	230
Momento longitudinale	M _y g1	kNm	-56
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	F _x g3	kN	128
Momento longitudinale	M _y g3	kNm	246
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	F _x g3	kN	49
Momento longitudinale	M _y g3	kNm	142
Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		C
Fattore S _s			1.37
Fattore S _t			1.00
Fattore S	S		1.37
Valore di ag/g	ag/g		0.230
fattore b _m	β _m		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.315
Coefficiente sismico verticale	kv		0.158

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip. spost	
	1	

K0 statica e Mononobe-Okabe 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	5.77

peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.272
angolo teta a	θa	deg	15.228
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.453
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.374
angolo teta b	θb	deg	20.507
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.552

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	157.3
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	139.3
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	157.3
altezza di applicazione	H	m	2.9
Momento longitudinale	M _y DP	kNm	453.7

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	189
altezza di applicazione	H	m	2.9
Momento longitudinale	M _y DP	kNm	545

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:	Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)		
Spinta del terreno	E _s	kN	157
Momento longitudinale	M _y E _s	kNm	454

Forze inerziali (q6.2)

Sisma longitudinale			
Forza orizzontale longitudinale	F _x q6.2x	kN	73
Momento longitudinale	M _y q6.2x	kNm	135

Sisma verticale

Forza verticale	F _z q6.2z	kN	-36
Momento longitudinale	M _y q6.2z	kNm	9

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + muro frontale	3.25
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.45

		F _x [kN]	F _z [kN]
g1a	Peso proprio impalcato	0	123
g2a	Perm. portati - impalcato	0	48
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0
e2	ritiro	6	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	90
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	76
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	90
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	76
q3	Frenatura	2	0
q7a	Var. termica positiva	-12	0
q7b	Var. termica negativa	10	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0
Ex	Sisma longitudinale	29	0
Ez	Sisma verticale	0	85

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE

		F _x [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	123	-55

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB
Calcolo e Verifica muro frontale

g1-sp	Peso proprio spalla	0	230	56
g2a	Perm. portati - impalcato	0	48	-22
g3-sp	g3-sp	128	0	-246
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	6	0	-19
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	90	-41
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	76	-34
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	90	-41
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	76	-34
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	49	0	-142
q3	Frenatura	2	0	-6
q7a	Var. termica positiva	-12	0	39
q7b	Var. termica negativa	10	0	-33
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	29	0	-95
Ez	Sisma verticale	0	85	-38
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	157	0	-454
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	73	0	-135
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-36	-9

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

					S.L.U.								q3				
					q1												
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	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	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	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	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	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	1.20
q7a	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
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	0.00
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	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	0.00	0.00	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	1.20

					S.L.U.				S.L.V.			
					e3				E.x		E.z	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	
e4	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	1.00	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	
q7b	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	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	
q1b	0.00	0.00	1.01	1.01	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	
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	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	
q3	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	1.00	1.00	0.30	0.30	
Ez	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	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	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	0.30	-0.30	1.00	-1.00	
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	

					S.L.E.car								q3				
					q1												
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	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	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	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	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	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
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	0.60
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	0.00
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	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	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	0.00	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	0.00	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	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
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	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	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	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	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	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

					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

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB

Calcolo e Verifica muro frontale

e2	1.00	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	0.00
q7b	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
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	0.75
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

	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	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
g2a	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
e4	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
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50	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
q1a	0.75	0.75	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
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	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
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	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
Ex	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
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
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
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
q9	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.U.											
	q1				q3				q3							
Fx	235	255	235	255	235	255	235	255	221	241	221	241	221	241	221	241
Fz	663	663	645	645	663	663	645	645	633	633	619	619	633	633	619	619
My	-594	-659	-585	-650	-594	-659	-585	-650	-540	-605	-534	-599	-540	-605	-534	-599

	S.L.U.				S.L.V.							
	q7				E.x		E.z					
Fx	211	245	211	245	211	245	211	245	265	265	84	84
Fz	633	633	619	619	633	633	619	619	416	387	450	353
My	-509	-617	-503	-611	-509	-617	-503	-611	-738	-710	-292	-198

	S.L.E.car				S.L.E.car											
	q1				q3				q3							
Fx	176	189	176	189	176	189	176	189	165	178	165	178	165	178	165	178
Fz	491	491	478	478	491	491	478	478	469	469	459	459	469	469	459	459
My	-444	-488	-438	-482	-444	-488	-438	-482	-405	-448	-400	-444	-405	-448	-400	-444

	S.L.E.car							
	q7							
Fx	159	181	159	181	159	181	159	181
Fz	469	469	459	459	469	469	459	459
My	-383	-455	-379	-451	-383	-455	-379	-451

	S.L.E.freq				S.L.E.qp					
Fx	163	177	163	177	163	177	163	177	128	139
Fz	469	469	459	459	469	469	459	459	401	401
My	-399	-442	-394	-438	-399	-442	-394	-438	-266	-302

Armatura zona tesa muro frontale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	20	5	20	0.078	1571
secondo strato	0	0	0	0.118	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.078	1571

VERIFICHE AGLI SLU

	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	659
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	738
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	743

Armatura effettivamente adottata:

Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	1561	OK!
Coefficiente di utilizzo	c.u.		47%	OK!

Taglio di calcolo SLU

Taglio di calcolo SLV	VEd_SLU	kN/ml	255
	VEd_SLV	kN/ml	265

VERIFICHE AGLI SLE-CAR

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	122
---------------------------------------	----	-----	-----

Tensione massima ammissibile

coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	σs,max	MPa	360	
	c.u.		34%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-FR

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	111
---------------------------------------	----	-----	-----

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**Calcolo e Verifica muro frontale**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0,30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20,0	σlim	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		50%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-QP

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	76	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0,20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20,0	σlim	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		42%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.27
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Effetti dovuti al sovraccarico accidentale

larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	a ₁	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} alla base	b ₂	m	6.98
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} alla base	a ₂	m	4.29
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} in sommità	sh ₁	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} alla base	sh ₂	kPa	8.6
pressione orizzontale dovuta al carico q _{ik} distribuito	sh _d	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	V _{max}	kNm	335.4
Momento alla base complessivo	M _{max}	kNm	590.1

Effetti dovuti al carico Q_{ik} sul paraghiaia

larghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	2.6
larghezza dell'impronta di carico alla base	b ₂	m	9.14
Carico verticale in testa al paraghiaia	Q _{ik}	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	49.1	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	41.0	44.7
Spinta dovuta al carico Q _{ik}	0.0	48.1	84.6
Carico Q _{ik} sul paraghiaia	32.8	19.7	66.4
Sisma - forze inerziali	0.0	15.5	25.3
Spinta sismica del terreno	0.0	43.6	71.3

Armatura zona tesa paraghiaia

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passio	φ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.076	3142
secondo strato	0	0	20	0.126	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.076	3142

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 Q _{ik}	1.35	0.00
Carico Q _{ik} 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 kN
SLU-STR	93.4	146.9	264.2
SLU-SIS	49.1	59.1	96.6

Armatura minima richiesta	A _{fs_min}	mmq/ml	1432	
Armatura effettivamente adottata:	A _{fs}	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	M _{R_sup}	kNm/ml	580	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		46%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-RARA	
Peso proprio	1.00	
Spinta statica del terreno	1.00	

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

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	81.9	108.8	195.7

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **132**

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni c.u. **37%**

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	73.7	91.9	158.0

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **107**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 σ_{slim} MPa **222**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **48%**

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	49.1	41.0	44.7

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **30**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 σ_{slim} MPa **182**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **17%**

OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	5.52
larghezza muro di risvolto	a	m	1.70
spessore muro di risvolto	s	m	0.60
coefficiente gamma	γ		0.31
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Muro con bandiera	band		si
Classe di esposizione	CIE		XA2
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	42.4
direzione orizzontale	γ	0.125	0.250	0.31
coefficiente fac_x	facMx	0.294	0.240	0.215
coefficiente fac_vx	facVx	0.771	0.690	0.652
Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm		26.3
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm		26.3
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN		47.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN		21.4

pressione orizzontale alla base		q	kN/mq	42.4
direzione verticale	γ	0.125	0.25	0.31
coefficiente fac_y	facMy	0.007	0.022	0.03
coefficiente fac_vy	facVy	0.271	0.423	0.494

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm		37.5
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN		115.5

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		5.59
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m		6.29
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa		34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa		7.3

pressione orizzontale di calcolo		q	kN/mq	20.8
direzione orizzontale	γ	0.125	0.25	0.31
coefficiente fac_x	facMx	0.499	0.482	0.47
coefficiente fac_vx	facVx	1.010	1.055	1.076

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm		28.5
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm		25.5
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN		38.1
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN		18.4

pressione orizzontale di calcolo		q	kN/mq	20.8
direzione verticale	γ	0.125	0.25	0.31
coefficiente fac_y	facMy	0.008	0.030	0.041
coefficiente fac_vy	facVy	0.312	0.572	0.692

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm		25.8
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN		79.6

Effetti dovuti al sisma

forza inerziale	q1	kN/mq		4.73
incremento di spinta delle terre	q2	kN/mq		31.3
pressione orizzontale di calcolo		q	kN/mq	36.0
direzione orizzontale	γ	0.13	0.25	0.31
coefficiente fac_x	facMx	0.499	0.482	0.47
coefficiente fac_vx	facVx	1.010	1.055	1.08

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	49.3
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	65.4
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	65.9
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	47.2

direzione verticale	γ	0.13	0.25	0.31
coefficiente facx	facMy	0.008	0.030	0.041
coefficiente facVy	facVy	0.312	0.572	0.692

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	44.6
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	137.6

Riepilogo sollecitazioni sul muro	Mx	My	Vx	Vy
Condizione	kNm	kNm	kN	kN
Spinta del terreno	52.6	37.5	68.4	115.5
Spinta sovraccarichi accidentali	54.0	25.8	56.5	79.6
Spinta dovuta al sisma	114.7	44.6	113.1	137.6

Armatura zona tesa - dir. Orizzontale	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	10	10	20	0.062	3142
secondo strato	0	0	20	0.112	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.062	3142

Armatura zona tesa - dir. Verticale	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	10	10	20	0.082	3142
secondo strato	0	0	20	0.132	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.082	3142

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
	kNm	kNm	kN	kN
SLU-STR	143.8	85.4	168.6	263.4
SLU-SIS	167.3	82.1	181.6	253.2

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale	Afh_min	mmq/ml	883	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3142	OK!
Momento Resistente dir. Orizzontale	MR_h	kNm/ml	595	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		28%	OK!

Armatura minima richiesta in dir. Verticale	Afh_min	mmq/ml	468	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3142	OK!
Momento Resistente dir. Verticale	MR_v	kNm/ml	573	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		15%	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
	kNm	kNm
SLE-RARA	106.5	63.3

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	70
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	43
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB
Calcolo e Verifica dei muri di risvolto

coefficiente di utilizzo armature orizzontali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.	19%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.	12%	OK!

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		Mx	My	
Combinazione		kNm	kNm	
SLE-FRE		93.0	56.8	
Tasso di lavoro armature orizzontali		σ_{sh}	Mpa	61
Tasso di lavoro armature verticali		σ_{sv}	Mpa	39
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)		σ_{slim}	MPa	222
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.	28%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.verticale)		σ_{slim}	MPa	222
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.	17%	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		Mx	My	
Combinazione		kNm	kNm	
SLE-QP		52.6	37.5	
Tasso di lavoro armature orizzontali		σ_{sh}	Mpa	35
Tasso di lavoro armature verticali		σ_{sv}	Mpa	26
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)		σ_{slim}	MPa	182
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.	19%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.verticale)		σ_{slim}	MPa	182
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.	14%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**Verifica bandiera muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza bandiera - parte a lunghezza costante	h1	m	0.70
Altezza bandiera - parte a lunghezza variabile	h2	m	2.33
spessore bandiera	sban	m	0.60
lunghezza bandiera	Lban	m	3.50
copriferro	c	m	0.07
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Effetti dovuti alla spinta delle terre

pressione alla base della parte a lunghezza costante	sht1	kPa	5.37
pressione alla base della parte a lunghezza variabile	sht2	kPa	23.26
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vt1	kN	6.58
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Mt1	kNm	11.52
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vt2	kN	58.37
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Mt2	kNm	68.10

Effetti dovuti al sovraccarico accidentale

sovraccarico accidentale sul piano viario	q	kPa	20
pressione dovuta al sovraccarico accidentale	sq	kPa	8.53
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vq1	kN	20.89
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Mq1	kNm	36.57
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vq2	kN	34.77
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Mq2	kNm	40.57

Effetti dovuti al sisma

spinta inerziale unitaria	ss1	kPa	4.73
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vs1	kN	11.58
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Ms1	kNm	20.26
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vs2	kN	19.27
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Ms2	kNm	22.48
incremento di spinta del terreno unitario	ss2	kPa	17.19
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vs3	kN	42.10
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Ms3	kNm	73.68
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vs4	kN	70.07
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Ms4	kNm	81.75

Sollecitazioni all'incastro della bandiera

Condizione	V kN	M kNm
Spinta delle terre	21.4	26.3
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	18.4	25.5
Sisma - forze inerziali	10.2	14.1
Sisma - incremento di spinta delle terre	37.0	51.3

Armatura orizzontale zona tesa orecchia

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	20	5	16	0.068	1005
secondo strato	0	0	16	0.114	0
Armatura effettivamente disposta			16	0.068	1005

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Spinta delle terre	1.35	1.00
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	V kN	M kNm
SLU-STR	53.7	69.8
SLU-SIS	68.6	91.7

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB**Verifica bandiera muri di risvolto**

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	489	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	1005	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	188	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		49%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-RARA	
Spinta delle terre	1.00	
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	1.00	
Sisma - forze inerziali	0.00	
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	

Combinazioni SLE-RARA	V	M
Combinazione	kN	kNm
SLE-RARA	39.8	51.7

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	107	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		30%	OK!

VERIFICHE SLE-FREQUENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-FRE	
Spinta delle terre	1.00	
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	0.75	
Sisma - forze inerziali	0.00	
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	

Combinazioni SLE-FREQUENTE	V	M
Combinazione	kN	kNm
SLE-FRE	35.2	45.4

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	94	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 16.0	σ_{slim}	MPa	240	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		39%	OK!

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-QP	
Spinta delle terre	1.00	
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	0.00	
Sisma - forze inerziali	0.00	
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	

Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE	V	M
Combinazione	kN	kNm
SLE-QP	21.4	26.3

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	55	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 16.0	σ_{slim}	MPa	200	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		27%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI06 SPALLA SpB
 Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

Sollecitazioni di calcolo		Var	unità	Zattera - Mensola posteriore	Mfron	Paraghiaia	Mrisv_h	Mrisv_v
Taglio di calcolo		V_{Ed}	kN	257.8	265.0	146.9	181.6	263.4
Dati		Var	unità					
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30	40	40	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	25	32	32	32	32	32
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.2	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3
Caratteristiche geometriche sezione								
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	2.00	2.90	0.60	0.60	0.60	0.60
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	2.00	2.90	0.60	0.60	0.60	0.60
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.076	0.078	0.076	0.062	0.082	0.082
altezza utile della sezione	d	m	1.92	2.82	0.52	0.54	0.52	0.52
Compressione agente nella sezione								
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio								
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	1571	1571	3142	3142	3142	3142
Coefficiente k	k	m	1.32	1.27	1.62	1.61	1.62	1.62
vmin	vmin		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00082	0.00056	0.00600	0.00584	0.00606	0.00606
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenza a taglio		V_{Rd}	kN	387.3	519.8	272.3	275.8	270.8
				OK	OK	OK	OK	OK
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio								
<i>Verifica del conglomerato</i>								
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	8177.0	15351.7	2850.6	2926.7	2817.9	
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>								
diametro staffe	fsw	mm	24	12	10	12	14	
passo staffe	scp	m	1.20	0.40	0.40	0.40	0.40	
numero di bracci	nb		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1131	283	196	283	385	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90	90	90	90	90	
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0	0	0	0	0	
coefficiente alpha	α_c		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	1596.6	1756.4	226.5	334.8	438.8	
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	4229.3	7940.1	1474.4	1513.7	1457.5	
Resistenza a taglio		V_{Rd}	kN	1596.6	1756.4	226.5	334.8	438.8
				OK	OK	OK	OK	OK

S.S.121 "Catanese" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

15 ALLEGATO 3 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI ASSIALI

LAVORO: UP62-SS121 PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: VI06 - PALMERINO** **ALLINEAMENTI: SPALLE E PILE**
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)_{media} / ξ₃; (Rbc,cal)_{min} / ξ₄] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ₃; (Rsc,cal)_{min} / 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
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

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_{cls} - γ_{nat}) 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⁽¹⁾:
 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^{0.24} >= 0.25 per i depositi sabbiosi

1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 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 ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	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	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	57.0
Tensione efficace in testa palo	kPa	σ'vi	57.0

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)	
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
coefficiente ξ	1.65

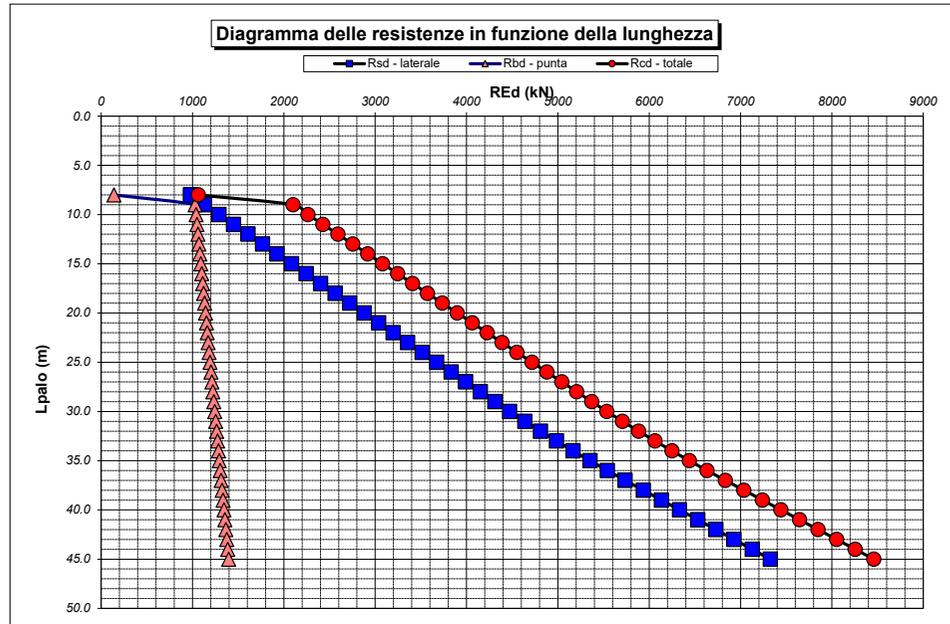
STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)

COMBINAZIONE M1

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tipo	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	ALF	0.0	11.5	SL	0	23.0	1.00	1.00	0.0	23.0	19.0	25	75	85	2125	2125	25
2	FN	11.5	60.0	C	200		1.00	1.00	200.0	0.0	20.0		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud - qud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	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	SL	3.0	0.0			19.0	19.0		57.0	57.0												0		
1	SL	4.0	1.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	76.0	66.2	0.827	75	50.9	192	1.8		2125	116.4	132	101	59	7	154	78
1	SL	5.0	2.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	95.0	75.4	0.774	75	54.8	399	1.8		2125	136.5	154	210	69	14	266	161
1	SL	6.0	3.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	114.0	84.6	0.728	75	58.2	618	1.9		2125	157.5	178	326	80	20	385	248
1	SL	7.0	4.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	133.0	93.8	0.686	75	61.2	849	1.9		2125	179.5	203	447	91	27	511	340
1	SL	8.0	5.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	152.0	103.0	0.648	75	63.8	1089	2.0		2125	202.5	229	574	103	34	643	436
1	SL	9.0	6.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	171.0	112.1	0.613	75	66.0	1338	2.0		2125	226.5	256	705	115	41	779	534
1	SL	10.0	7.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	190.0	121.3	0.581	75	67.8	1593	2.1		2125	251.3	284	840	128	48	920	635
1	SL	11.0	8.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	209.0	130.5	0.551	75	69.4	1855	2.1		2125	277.2	314	978	141	54	1064	739
2	C	12.0	9.0	200.0	0.0	20.0	10.2	77.4	229.0	140.7		100	77.4	2147		1800.0	4000	2029.0	2295	1131	1030	60	2102	852
2	C	13.0	10.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	249.0	150.9		100	80.0	2448		1800.0	4000	2049.0	2317	1290	1040	66	2265	969
2	C	14.0	11.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	269.0	161.1		100	80.0	2750		1800.0	4000	2069.0	2340	1449	1050	71	2428	1086
2	C	15.0	12.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	289.0	171.3		100	80.0	3052		1800.0	4000	2089.0	2363	1608	1061	77	2592	1203
2	C	16.0	13.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	309.0	181.5		100	80.0	3353		1800.0	4000	2109.0	2385	1767	1071	83	2755	1320
2	C	17.0	14.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	329.0	191.7		100	80.0	3655		1800.0	4000	2129.0	2408	1926	1081	88	2919	1436
2	C	18.0	15.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	349.0	201.9		100	80.0	3956		1800.0	4000	2149.0	2430	2085	1091	94	3082	1553
2	C	19.0	16.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	369.0	212.0		100	80.0	4258		1800.0	4000	2169.0	2453	2244	1101	100	3246	1670
2	C	20.0	17.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	389.0	222.2		100	80.0	4559		1800.0	4000	2189.0	2476	2403	1111	105	3409	1787
2	C	21.0	18.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	409.0	232.4		100	80.0	4861		1800.0	4000	2209.0	2498	2562	1122	111	3573	1904
2	C	22.0	19.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	429.0	242.6		100	80.0	5163		1800.0	4000	2229.0	2521	2721	1132	116	3736	2021
2	C	23.0	20.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	449.0	252.8		100	80.0	5464		1800.0	4000	2249.0	2544	2880	1142	122	3899	2138
2	C	24.0	21.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	469.0	263.0		100	80.0	5766		1800.0	4000	2269.0	2566	3039	1152	128	4063	2255
2	C	25.0	22.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	489.0	273.2		100	80.0	6067		1800.0	4000	2289.0	2589	3198	1162	133	4226	2372
2	C	26.0	23.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	509.0	283.4		100	80.0	6369		1800.0	4000	2309.0	2611	3357	1172	139	4390	2489
2	C	27.0	24.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	529.0	293.6		100	80.0	6671		1800.0	4000	2329.0	2634	3515	1183	145	4553	2606
2	C	28.0	25.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	549.0	303.8		100	80.0	6972		1800.0	4000	2349.0	2657	3674	1193	150	4717	2723
2	C	29.0	26.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	569.0	313.9		100	80.0	7274		1800.0	4000	2369.0	2679	3833	1203	156	4880	2839
2	C	30.0	27.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	589.0	324.1		100	80.0	7575		1800.0	4000	2389.0	2702	3992	1213	162	5044	2956
2	C	31.0	28.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	609.0	334.3		100	80.0	7877		1800.0	4000	2409.0	2725	4151	1223	167	5207	3073
2	C	32.0	29.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	629.0	344.5		100	80.0	8179		1800.0	4000	2429.0	2747	4310	1233	173	5370	3190
2	C	33.0	30.0	200.0	0.0	20.0	10.2	81.6	649.0	354.7		100	81.6	8486		1800.0	4000	2449.0	2770	4472	1243	179	5537	3309
2	C	34.0	31.0	200.0	0.0	20.0	10.2	83.9	669.0	364.9		100	83.9	8803		1800.0	4000	2469.0	2792	4639	1254	184	5708	3432
2	C	35.0	32.0	200.0	0.0	20.0	10.2	86.3	689.0	375.1		100	86.3	9128		1800.0	4000	2489.0	2815	4810	1264	190	5884	3557
2	C	36.0	33.0	200.0	0.0	20.0	10.2	88.6	709.0	385.3		100	88.6	9462		1800.0	4000	2509.0	2838	4986	1274	196	6065	3686
2	C	37.0	34.0	200.0	0.0	20.0	10.2	91.0	729.0	395.5		100	91.0	9805		1800.0	4000	2529.0	2860	5167	1284	201	6250	3818
2	C	38.0	35.0	200.0	0.0	20.0	10.2	93.3	749.0	405.7		100	93.3	10156		1800.0	4000	2549.0	2883	5353	1294	207	6440	3954
2	C	39.0	36.0	200.0	0.0	20.0	10.2	95.6	769.0	415.8		100	95.6	10517		1800.0	4000	2569.0	2905	5543	1304	213	6634	4092
2	C	40.0	37.0	200.0	0.0	20.0	10.2	98.0	789.0	426.0		100	98.0	10886		1800.0	4000	2589.0	2928	5737	1315	218	6833	4234
2	C	41.0	38.0	200.0	0.0	20.0	10.2	100.3	809.0	436.2		100	100.0	11263		1800.0	4000	2609.0	2951	5936	1325	224	7037	4379
2	C	42.0	39.0	200.0	0.0	20.0	10.2	102.7	829.0	446.4		100	100.0	11640		1800.0	4000	2629.0	2973	6135	1335	230	7240	4524
2	C	43.0	40.0	200.0	0.0	20.0	10.2	105.0	849.0	456.6		100	100.0	12017		1800.0	4000	2649.0	2996	6333	1345	235	7443	4669
2	C	44.0	41.0	200.0	0.0	20.0	10.2	107.4	869.0	466.8		100	100.0	12394		1800.0	4000	2669.0	3019	6532	1355	241	7646	4813
2	C	45.0	42.0	200.0	0.0	20.0	10.2	109.7	889.0	477.0		100	100.0	12771		1800.0	4000	2689.0	3041	6731	1365	247	7849	4958
2	C	46.0	43.0	200.0	0.0	20.0	10.2	112.0	909.0	487.2		100	100.0	13148		1800.0	4000	2709.0	3064	6929	1375	252	8053	5103
2	C	47.0	44.0	200.0	0.0	20.0	10.2	114.4	929.0	497.4		100	100.0	13525		1800.0	4000	2729.0	3086	7128	1386	258	8256	5247
2	C	48.0	45.0	200.0	0.0	20.0	10.2	116.7	949.0	507.6		100	100.0	13902		1800.0	4000	2749.0	3109	7327	1396	264	8459	5392
2	C	49.0	46.0	200.0	0.0	20.0	10.2	119.1	969.0	517.7		100	100.0	14279		1800.0	4000	2769.0	3132	7525	1406	269	8662	5537
2	C	50.0	47.0	200.0	0.0	20.0	10.2	121.4	989.0	527.9		100	100.0	14656		1800.0	4000	2789.0	3154	7724	1416	275	8865	5682
2	C	51.0	48.0	200.0	0.0	20.0	10.2	123.8	1009.0	538.1		100	100.0	15033		1800.0	4000	2809.0	3177	7923	1426	280	9068	5826
2	C	52.0	49.0	200.0	0.0	20.0	10.2	126.1	1029.0	548.3		100	100.0	15410		1800.0	4000	2829.0	3200	8121	1436	286	9272	5971
2	C	53.0	50.0	200.0	0.0	20.0	10.2	128.5	1049.0	558.5		100	100.0	15787		1800.0	4000	2849.0	3222	8320	1447	292	9475	6116



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
SpB	20.0	2880	1142	3899	2484	64%	2138	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}:

η

R_{cd}

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 _{pali}	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SpB	1.20	3.60	16	2	8	0.72	44819	35039	78%

LAVORO: UP62-SS121 PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: V106 - PALMERINO** **ALLINEAMENTI: SPALLE E PILE**
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)_{media} / ξ3; (Rbc,cal)_{min} / ξ4: Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ3; (Rsc,cal)_{min} / 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

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 granulari (c' = 0, φ' <> 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci
Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:
 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

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 cv
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).

Resistenza laterale unitaria
 ql = β σ'v con:
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z^{0.34} >= 0.25 per i depositi sabbiosi
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 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

I Coefficienti parziali gR 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

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	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 compagna	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			54.0
Tensione efficace in testa palo		σv'i	54.0

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

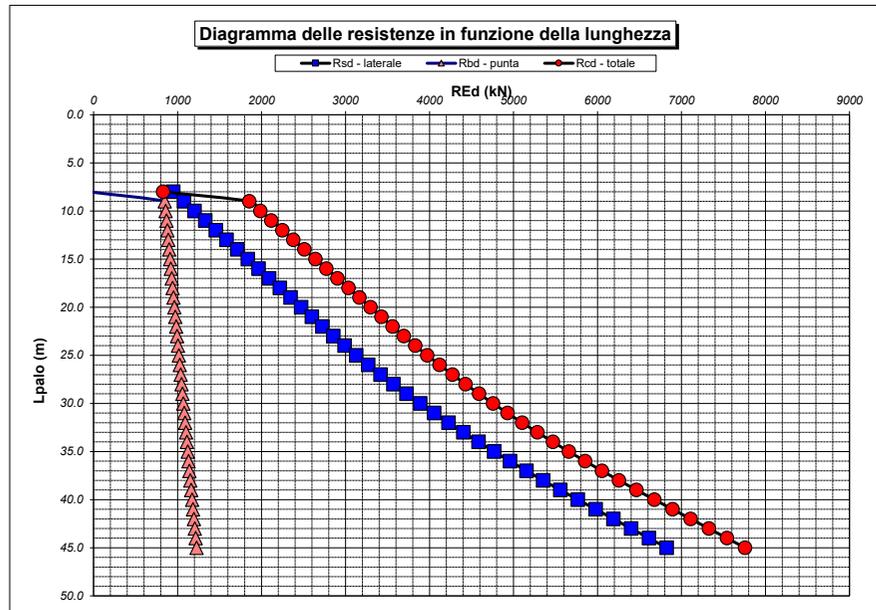
FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

	MINIMI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
coefficiente ξ	1.55

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	COMBINAZIONE M1												
					cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	ALF	0.0	11.5	SL		20.0	1.00	1.00	0.0	20.0	18.0	20	60	85	1700	1700	20
2	FN	11.5	60.0	C	150		1.00	1.00	150.0	0.0	19.5		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia



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	20.0	2473	963	3298	2484	75%	1869	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}:

η

R_{cd} 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:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (n-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

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 _{pali}	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SpB	1.20	3.60	16	2	8	0.72	37905	35039	92%

LAVORO: UP62-SS121 PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: V106 - PALMERINO** **ALLINEAMENTI: MED**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:**

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_b: Resistenza alla base di progetto
 Rsd = Rsk / γ_s: Resistenza laterale di progetto
 Rbk = Min [(Rbc,cal)_{media} / ξ₃; (Rbc,cal)_{min} / ξ₄] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ₃; (Rsc,cal)_{min} / 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 gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γ _R	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ _b	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γ _s	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ _{st}	1.25	1.25	1.25

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 ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

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_{cls} - γ_{nat}) 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 = σ_v + 9 c_u
Resistenza laterale unitaria
 qs = α c_u con:
 α variabile in funzione di c_u secondo la seguente tabella [AGI]

c _u (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⁽¹⁾:
 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:
 qb,max1 = Nspt x α_N con:
 α_N = 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^{0.34} >= 0.25 per i depositi sabbiosi
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 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 ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γ _p	25.00

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σ _v i	
Tensione totale in testa palo			57.0
Tensione efficace in testa palo			57.0

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	3.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γ _b	1.35
coefficiente γ _s	1.15

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

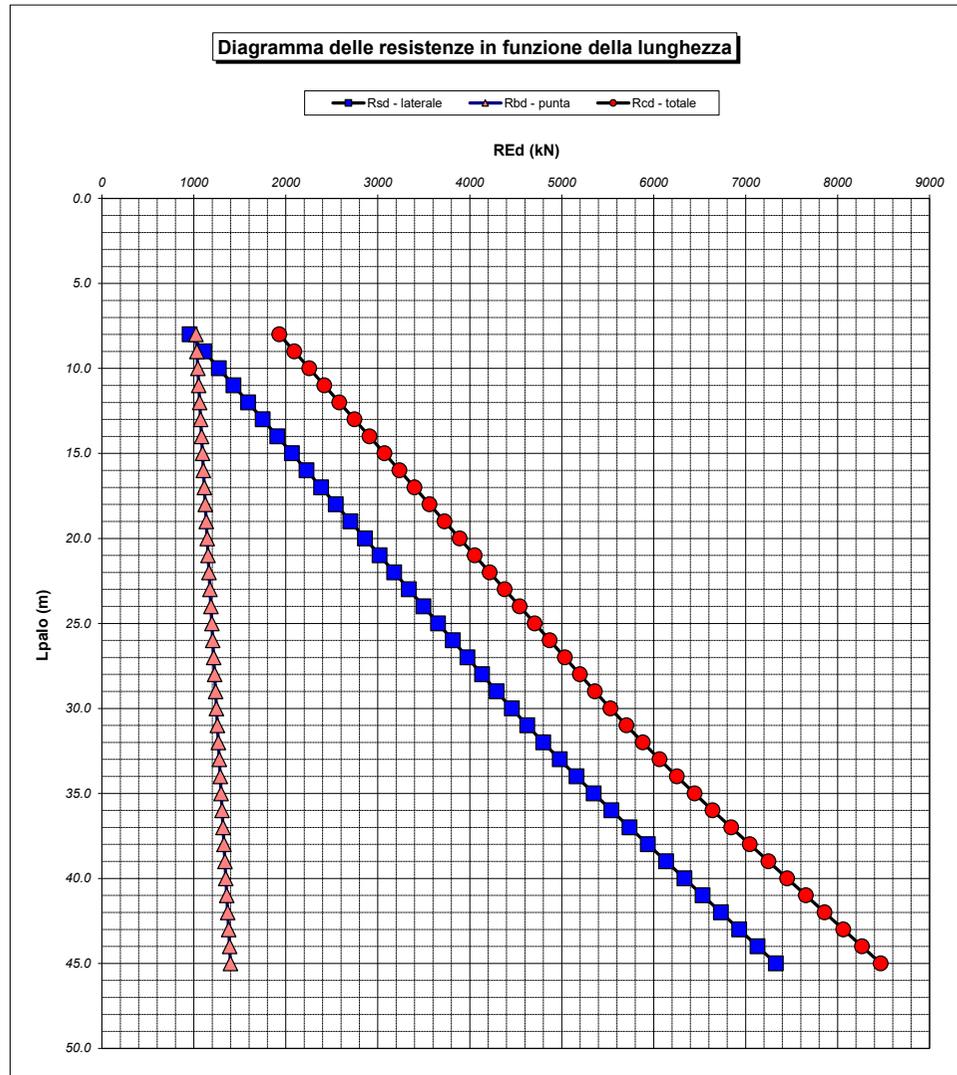
	MEDI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	2
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
coefficiente ξ	1.65

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.) **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ ^k deg	γ _{cu}	γ _φ	cud-qud kPa	φ ^d deg	γ kN/m ³	Nspt side	ql,max kPa	α _N	Nspt*α _N	qp,max kPa	Nspt base
1	ALF	0.0	6.0	SL		23.0	1.00	1.00	0.0	23.0	19.0	25	75	85	2125	2125	25
2	FN	6.0	60.0	C	200		1.00	1.00	200.0	0.0	20.0		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	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	SL	3.0	0.0			19.0	19.0		57.0	57.0											0			
1	SL	4.0	1.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	76.0	66.2	0.827	75	50.9	192	1.8		2125	116.4	132	101	59	7	154	78
1	SL	5.0	2.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	95.0	75.4	0.774	75	54.8	399	1.8		2125	136.5	154	210	69	14	266	161
1	SL	6.0	3.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	114.0	84.6	0.728	75	58.2	618	1.9		2125	157.5	178	326	80	20	385	248
2	C	7.0	4.0	200.0	0.0	20.0	10.2	52.1	134.0	94.8		100	52.1	814		1800.0	4000	1934.0	2187	429	982	26	1385	326
2	C	8.0	5.0	200.0	0.0	20.0	10.2	57.7	154.0	105.0		100	57.7	1032		1800.0	4000	1954.0	2210	544	992	32	1504	412
2	C	9.0	6.0	200.0	0.0	20.0	10.2	63.3	174.0	115.1		100	63.3	1271		1800.0	4000	1974.0	2233	670	1002	37	1635	506
2	C	10.0	7.0	200.0	0.0	20.0	10.2	68.9	194.0	125.3		100	68.9	1531		1800.0	4000	1994.0	2255	807	1012	43	1776	608
2	C	11.0	8.0	200.0	0.0	20.0	10.2	74.5	214.0	135.5		100	74.5	1812		1800.0	4000	2014.0	2278	955	1023	49	1929	717
2	C	12.0	9.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	234.0	145.7		100	80.0	2113		1800.0	4000	2034.0	2300	1114	1033	54	2092	834
2	C	13.0	10.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	254.0	155.9		100	80.0	2415		1800.0	4000	2054.0	2323	1273	1043	60	2256	951
2	C	14.0	11.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	274.0	166.1		100	80.0	2716		1800.0	4000	2074.0	2346	1432	1053	66	2419	1068
2	C	15.0	12.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	294.0	176.3		100	80.0	3018		1800.0	4000	2094.0	2368	1591	1063	71	2582	1185
2	C	16.0	13.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	314.0	186.5		100	80.0	3320		1800.0	4000	2114.0	2391	1749	1073	77	2746	1302
2	C	17.0	14.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	334.0	196.7		100	80.0	3621		1800.0	4000	2134.0	2413	1908	1084	83	2909	1418
2	C	18.0	15.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	354.0	206.9		100	80.0	3923		1800.0	4000	2154.0	2436	2067	1094	88	3073	1535
2	C	19.0	16.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	374.0	217.0		100	80.0	4224		1800.0	4000	2174.0	2459	2226	1104	94	3236	1652
2	C	20.0	17.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	394.0	227.2		100	80.0	4526		1800.0	4000	2194.0	2481	2385	1114	100	3400	1769
2	C	21.0	18.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	414.0	237.4		100	80.0	4828		1800.0	4000	2214.0	2504	2544	1124	105	3563	1886
2	C	22.0	19.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	434.0	247.6		100	80.0	5129		1800.0	4000	2234.0	2527	2703	1134	111	3727	2003
2	C	23.0	20.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	454.0	257.8		100	80.0	5431		1800.0	4000	2254.0	2549	2862	1144	116	3890	2120
2	C	24.0	21.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	474.0	268.0		100	80.0	5732		1800.0	4000	2274.0	2572	3021	1155	122	4053	2237
2	C	25.0	22.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	494.0	278.2		100	80.0	6034		1800.0	4000	2294.0	2594	3180	1165	128	4217	2354
2	C	26.0	23.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	514.0	288.4		100	80.0	6336		1800.0	4000	2314.0	2617	3339	1175	133	4380	2471
2	C	27.0	24.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	534.0	298.6		100	80.0	6637		1800.0	4000	2334.0	2640	3498	1185	139	4544	2588
2	C	28.0	25.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	554.0	308.8		100	80.0	6939		1800.0	4000	2354.0	2662	3657	1195	145	4707	2705
2	C	29.0	26.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	574.0	318.9		100	80.0	7240		1800.0	4000	2374.0	2685	3816	1205	150	4871	2821
2	C	30.0	27.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	594.0	329.1		100	80.0	7542		1800.0	4000	2394.0	2708	3975	1216	156	5034	2938
2	C	31.0	28.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	614.0	339.3		100	80.0	7844		1800.0	4000	2414.0	2730	4134	1226	162	5198	3055
2	C	32.0	29.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.4	634.0	349.5		100	80.4	8147		1800.0	4000	2434.0	2753	4293	1236	167	5362	3173
2	C	33.0	30.0	200.0	0.0	20.0	10.2	82.7	654.0	359.7		100	82.7	8458		1800.0	4000	2454.0	2775	4458	1246	173	5531	3293
2	C	34.0	31.0	200.0	0.0	20.0	10.2	85.1	674.0	369.9		100	85.1	8779		1800.0	4000	2474.0	2798	4627	1256	179	5704	3417
2	C	35.0	32.0	200.0	0.0	20.0	10.2	87.4	694.0	380.1		100	87.4	9109		1800.0	4000	2494.0	2821	4800	1266	184	5882	3545
2	C	36.0	33.0	200.0	0.0	20.0	10.2	89.8	714.0	390.3		100	89.8	9447		1800.0	4000	2514.0	2843	4979	1276	190	6065	3675
2	C	37.0	34.0	200.0	0.0	20.0	10.2	92.1	734.0	400.5		100	92.1	9794		1800.0	4000	2534.0	2866	5162	1287	196	6253	3809
2	C	38.0	35.0	200.0	0.0	20.0	10.2	94.4	754.0	410.7		100	94.4	10150		1800.0	4000	2554.0	2889	5349	1297	201	6445	3946
2	C	39.0	36.0	200.0	0.0	20.0	10.2	96.8	774.0	420.8		100	96.8	10515		1800.0	4000	2574.0	2911	5542	1307	207	6642	4086
2	C	40.0	37.0	200.0	0.0	20.0	10.2	99.1	794.0	431.0		100	99.1	10889		1800.0	4000	2594.0	2934	5739	1317	213	6843	4230
2	C	41.0	38.0	200.0	0.0	20.0	10.2	101.5	814.0	441.2		100	100.0	11266		1800.0	4000	2614.0	2956	5937	1327	218	7046	4374
2	C	42.0	39.0	200.0	0.0	20.0	10.2	103.8	834.0	451.4		100	100.0	11643		1800.0	4000	2634.0	2979	6136	1337	224	7249	4519
2	C	43.0	40.0	200.0	0.0	20.0	10.2	106.2	854.0	461.6		100	100.0	12020		1800.0	4000	2654.0	3002	6335	1348	230	7453	4664
2	C	44.0	41.0	200.0	0.0	20.0	10.2	108.5	874.0	471.8		100	100.0	12397		1800.0	4000	2674.0	3024	6533	1358	235	7656	4809
2	C	45.0	42.0	200.0	0.0	20.0	10.2	110.9	894.0	482.0		100	100.0	12774		1800.0	4000	2694.0	3047	6732	1368	241	7859	4953
2	C	46.0	43.0	200.0	0.0	20.0	10.2	113.2	914.0	492.2		100	100.0	13151		1800.0	4000	2714.0	3069	6931	1378	247	8062	5098
2	C	47.0	44.0	200.0	0.0	20.0	10.2	115.5	934.0	502.4		100	100.0	13528		1800.0	4000	2734.0	3092	7129	1388	252	8265	5243
2	C	48.0	45.0	200.0	0.0	20.0	10.2	117.9	954.0	512.6		100	100.0	13905		1800.0	4000	2754.0	3115	7328	1398	258	8469	5388



RESISTENZA A COMPRESSIONE 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 P3	28.0	4134	1226	5198	4150	80%	3055	0	0%

RESISTENZA A COMPRESSIONE A COMPRESSIONE 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} :

η

R_{cd}

è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
efficienza della palificata

L'efficienza della η 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)	n_{pali}	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
Pila P3	1.20	3.60	8	3	3	0.73	30224	25090	83%

LAVORO: UP62-SS121 PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: VI06 - PALMERINO** **ALLINEAMENTI: 0**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/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)_{media} / ξ3; (Rbc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ3; (Rsc,cal)_{min} / 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

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 granulari (c' = 0, φ' <> 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci
Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:
 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^{0.34} >= 0.2 per i depositi sabbiosi
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 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

I Coefficienti parziali gR 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

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).

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γp	25.00

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σvi	
Tensione totale in testa palo			54.0
Tensione efficace in testa palo		σ'vi	54.0

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	3.00

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

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

	MINIMI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	2
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
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 ³	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	ALF	0.0	6.0	SL		20.0	1.00	1.00	0.0	20.0	18.0	20	60	85	1700	1700	20
2	FN	6.0	60.0	C	150		1.00	1.00	150.0	0.0	19.5		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	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	SL	3.0	0.0			18.0	18.0		54.0	54.0												0		
1	SL	4.0	1.0	0.0	20.0	18.0	8.2	0.0	72.0	62.2	0.827	60	48.1	181	-1.5		1700	-94.0	-106	102	-51	8	43	79
1	SL	5.0	2.0	0.0	20.0	18.0	8.2	0.0	90.0	70.4	0.774	60	51.3	375	-1.4		1700	-100.1	-113	210	-54	16	140	163
1	SL	6.0	3.0	0.0	20.0	18.0	8.2	0.0	108.0	78.6	0.728	60	54.2	579	-1.3		1700	-104.8	-119	325	-57	24	244	251
2	C	7.0	4.0	150.0	0.0	19.5	9.7	48.5	127.5	88.3		100	48.5	762		1350.0	4000	1477.5	1671	427	799	30	1196	329
2	C	8.0	5.0	150.0	0.0	19.5	9.7	53.9	147.0	98.0		100	53.9	965		1350.0	4000	1497.0	1693	541	809	36	1314	415
2	C	9.0	6.0	150.0	0.0	19.5	9.7	59.2	166.5	107.6		100	59.2	1188		1350.0	4000	1516.5	1715	667	820	42	1444	509
2	C	10.0	7.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	186.0	117.3		100	60.0	1414		1350.0	4000	1536.0	1737	793	830	49	1575	604
2	C	11.0	8.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	205.5	127.0		100	60.0	1641		1350.0	4000	1555.5	1759	920	841	55	1706	699
2	C	12.0	9.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	225.0	136.7		100	60.0	1867		1350.0	4000	1575.0	1781	1047	851	61	1837	794
2	C	13.0	10.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	244.5	146.4		100	60.0	2093		1350.0	4000	1594.5	1803	1174	862	67	1969	889
2	C	14.0	11.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	264.0	156.1		100	60.0	2319		1350.0	4000	1614.0	1825	1301	872	74	2100	984
2	C	15.0	12.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	283.5	165.8		100	60.0	2545		1350.0	4000	1633.5	1847	1428	883	80	2231	1079
2	C	16.0	13.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	303.0	175.5		100	60.0	2772		1350.0	4000	1653.0	1869	1555	893	86	2362	1174
2	C	17.0	14.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	322.5	185.2		100	60.0	2998		1350.0	4000	1672.5	1892	1682	904	92	2494	1269
2	C	18.0	15.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	342.0	194.9		100	60.0	3224		1350.0	4000	1692.0	1914	1809	915	98	2625	1364
2	C	19.0	16.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	361.5	204.5		100	60.0	3450		1350.0	4000	1711.5	1936	1936	925	105	2756	1459
2	C	20.0	17.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	381.0	214.2		100	60.0	3676		1350.0	4000	1731.0	1958	2062	936	111	2887	1555
2	C	21.0	18.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	400.5	223.9		100	60.0	3902		1350.0	4000	1750.5	1980	2189	946	117	3018	1650
2	C	22.0	19.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	420.0	233.6		100	60.0	4129		1350.0	4000	1770.0	2002	2316	957	123	3150	1745
2	C	23.0	20.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	439.5	243.3		100	60.0	4355		1350.0	4000	1789.5	2024	2443	967	129	3281	1840
2	C	24.0	21.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	459.0	253.0		100	60.0	4581		1350.0	4000	1809.0	2046	2570	978	136	3412	1935
2	C	25.0	22.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.4	478.5	262.7		100	60.4	4809		1350.0	4000	1828.5	2068	2698	988	142	3544	2030
2	C	26.0	23.0	150.0	0.0	19.5	9.7	62.6	498.0	272.4		100	62.6	5045		1350.0	4000	1848.0	2090	2830	999	148	3681	2129
2	C	27.0	24.0	150.0	0.0	19.5	9.7	64.9	517.5	282.1		100	64.9	5290		1350.0	4000	1867.5	2112	2968	1009	154	3822	2232
2	C	28.0	25.0	150.0	0.0	19.5	9.7	67.1	537.0	291.8		100	67.1	5543		1350.0	4000	1887.0	2134	3109	1020	161	3969	2337
2	C	29.0	26.0	150.0	0.0	19.5	9.7	69.3	556.5	301.4		100	69.3	5804		1350.0	4000	1906.5	2156	3256	1030	167	4120	2446
2	C	30.0	27.0	150.0	0.0	19.5	9.7	71.6	576.0	311.1		100	71.6	6074		1350.0	4000	1926.0	2178	3407	1041	173	4275	2558
2	C	31.0	28.0	150.0	0.0	19.5	9.7	73.8	595.5	320.8		100	73.8	6352		1350.0	4000	1945.5	2200	3563	1052	179	4436	2674
2	C	32.0	29.0	150.0	0.0	19.5	9.7	76.0	615.0	330.5		100	76.0	6638		1350.0	4000	1965.0	2222	3724	1062	185	4601	2792
2	C	33.0	30.0	150.0	0.0	19.5	9.7	78.2	634.5	340.2		100	78.2	6933		1350.0	4000	1984.5	2244	3890	1073	192	4771	2915
2	C	34.0	31.0	150.0	0.0	19.5	9.7	80.5	654.0	349.9		100	80.5	7237		1350.0	4000	2004.0	2266	4060	1083	198	4945	3040
2	C	35.0	32.0	150.0	0.0	19.5	9.7	82.7	673.5	359.6		100	82.7	7549		1350.0	4000	2023.5	2289	4235	1094	204	5124	3169
2	C	36.0	33.0	150.0	0.0	19.5	9.7	84.9	693.0	369.3		100	84.9	7869		1350.0	4000	2043.0	2311	4414	1104	210	5308	3300
2	C	37.0	34.0	150.0	0.0	19.5	9.7	87.2	712.5	379.0		100	87.2	8197		1350.0	4000	2062.5	2333	4599	1115	217	5497	3436
2	C	38.0	35.0	150.0	0.0	19.5	9.7	89.4	732.0	388.7		100	89.4	8534		1350.0	4000	2082.0	2355	4788	1125	223	5690	3574
2	C	39.0	36.0	150.0	0.0	19.5	9.7	91.6	751.5	398.3		100	91.6	8880		1350.0	4000	2101.5	2377	4982	1136	229	5888	3716
2	C	40.0	37.0	150.0	0.0	19.5	9.7	93.8	771.0	408.0		100	93.8	9234		1350.0	4000	2121.0	2399	5180	1146	235	6091	3861
2	C	41.0	38.0	150.0	0.0	19.5	9.7	96.1	790.5	417.7		100	96.1	9596		1350.0	4000	2140.5	2421	5383	1157	241	6299	4010
2	C	42.0	39.0	150.0	0.0	19.5	9.7	98.3	810.0	427.4		100	98.3	9966		1350.0	4000	2160.0	2443	5591	1167	248	6511	4162
2	C	43.0	40.0	150.0	0.0	19.5	9.7	100.5	829.5	437.1		100	100.0	10343		1350.0	4000	2179.5	2465	5803	1178	254	6727	4316
2	C	44.0	41.0	150.0	0.0	19.5	9.7	102.8	849.0	446.8		100	100.0	10720		1350.0	4000	2199.0	2487	6014	1189	260	6943	4470
2	C	45.0	42.0	150.0	0.0	19.5	9.7	105.0	868.5	456.5		100	100.0	11097		1350.0	4000	2218.5	2509	6226	1199	266	7158	4624
2	C	46.0	43.0	150.0	0.0	19.5	9.7	107.2	888.0	466.2		100	100.0	11474		1350.0	4000	2238.0	2531	6437	1210	273	7374	4779
2	C	47.0	44.0	150.0	0.0	19.5	9.7	109.4	907.5	475.9		100	100.0	11851		1350.0	4000	2257.5	2553	6649	1220	279	7590	4933
2	C	48.0	45.0	150.0	0.0	19.5	9.7	111.7	927.0	485.6		100	100.0	12228		1350.0	4000	2277.0	2575	6860	1231	285	7806	5087

S.S.121 "Catanese" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

16 ALLEGATO 4 – 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:

$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$:	Resistenza ai carichi trasversali di progetto
$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$	Resistenza ai carichi trasversali caratteristica
$R_{tr,calc} = H_{lim}$:	Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

Il coefficiente parziale γ_T per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3)	γ_T	1.30
----------------------------	------------	------

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_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

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	1688.0

AFFONDAMENTO DEL PALO

Profondità della testa del palo da piano di campagna	Hr	m	4
--	----	---	---

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	2
coefficiente ξ_3	1.65
coefficiente ξ_4	1.55

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,med}$ kN/m ³	γ'_{med} kN/m ³	ϕ'_{med} deg	kp_{med}	L_{med} (m)	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI ALF	19.0	9.2	23.0	2.28	2.95	2175.1	1014.0

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,min}$ kN/m ³	γ'_{min} kN/m ³	ϕ'_{min} deg	kp_{min}	L_{min} (m)	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI ALF	18.0	8.2	20.0	2.04	3.21	2003.5	994.3

Resistenza di progetto del palo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	994.3
---	------------	----	-------

ALLINEAMENTO	PALO SINGOLO			PALIFICATA				
	$R_{tr,d}$ (kN)	Ftr,d (kN)	c.u.1	n_{pali}	η (%)	$R_{tr,dgr}$ (kN)	Ftr,dgr (kN)	c.u.gr
Pila P3	994.3	464	47%	8	80%	6363	3712	58%

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 γ_T per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3) γ_T 1.30

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_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

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	3454.0

AFFONDAMENTO DEL PALO

Profondità della testa del palo da piano di campagna	Hr	m	3.0
--	----	---	-----

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	2
coefficiente ξ_3	1.65
coefficiente ξ_4	1.55

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,med}$ kN/m ³	γ'_{med} kN/m ³	ϕ'_{med} deg	kp_{med}	L_{med} (m)	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI ALF	19.0	9.2	23.0	2.28	4.46	2843.8	1325.8

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,min}$ kN/m ³	γ'_{min} kN/m ³	ϕ'_{min} deg	kp_{min}	L_{min} (m)	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI ALF	18.0	8.2	20.0	2.04	4.84	2621.6	1301.0

Resistenza di progetto del palo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	1301.0
---	------------	----	--------

ALLINEAMENTO	PALO SINGOLO			PALIFICATA				
	$R_{tr,d}$ (kN)	Ftr,d (kN)	c.u.1	n_{pali}	η (%)	$R_{tr,dgr}$ (kN)	Ftr,dgr (kN)	c.u.gr
SpB	1301.0	931.0	72%	12	80%	12490	11172.0	89%

S.S.121 "Catanese" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 - Viadotto Palmerino SX</i>	

17 ALLEGATO 5 – FONDAZIONI SU PALI – CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA

CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE
LAVORO: VIADOTTO VI06 - PALI Dn1200 - FONDAZIONI PILE

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	28.00
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	31476
Spessore dello strato	h	m	100000

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	3.00	3.00	15	45	0.30	0.9
2	3.00	28.00	25.00	50	1250	0.30	7.5
3							
4							
5							
6							
7							
8							
			28.00		1295		8.4

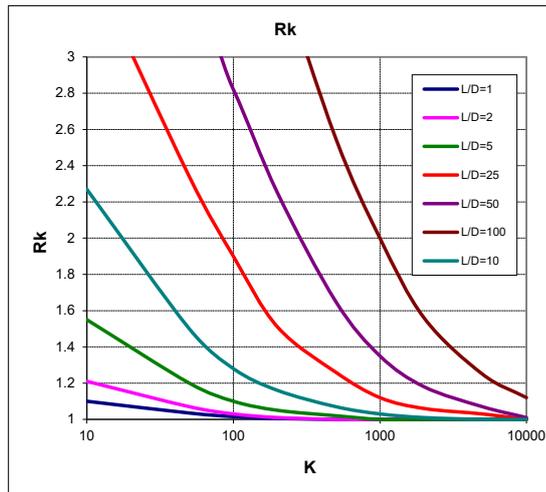
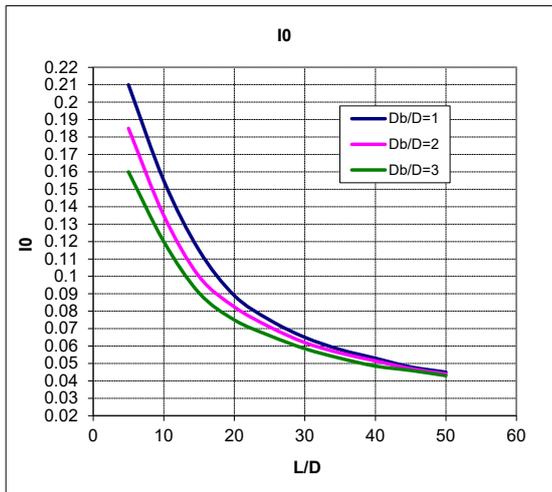
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	46
Modulo di Poisson	ns		0.30

Fattore di influenza I0

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	23.3
Fattore di influenza I0	I0	0.080

Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)

Rapporto L/D	L/D	23.3
Rapporto di rigidezza	K	681
Fattore correttivo Rn	Rn	1.19

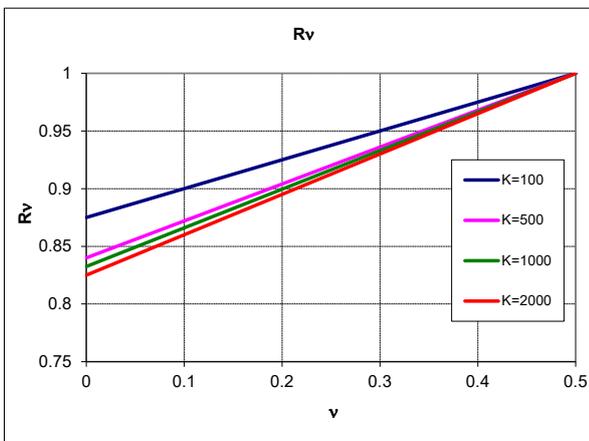
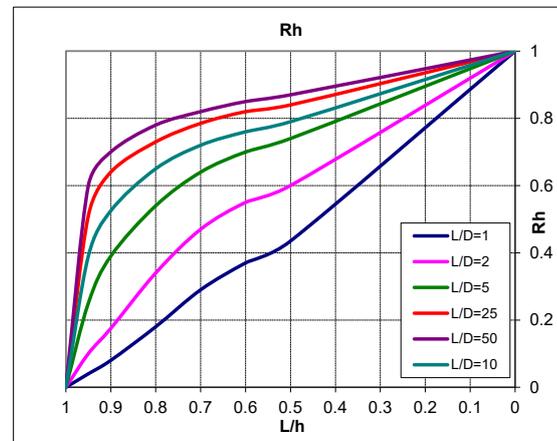


Fattore correttivo Rh

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	23.3
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

Fattore correttivo Rv

Modulo di Poisson	n	0.30
Rapporto di rigidezza	K	681
Fattore di influenza Rv	Rv	0.93



Fattore di influenza per palo sospeso: $I = I0 \times Rk \times Rh \times Rv =$ **0.089**

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	3045	2611	2063
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	4.9	4.2	3.3

CEDIMENTI DELLA PALIFICATA

Dati	var	unità	
Larghezza della palificata	B	m	8.30
fattore $(0.6B / (0.3B + 0.3))^2$	fac p		3.19

Cedimenti della palificata	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
$w = w1 \times facp$	mm	15.5	13.3	10.5

CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE
LAVORO: VIADOTTO VI06 - PALI Dn1200 - FONDAZIONI 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	20.00
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	31476
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	8.50	8.50	15.0	128	0.30	2.55
2	8.50	20.00	11.50	50.0	575	0.30	3.45
3							
4							
5							
6							
7							
8							
			20.00		702.5		6

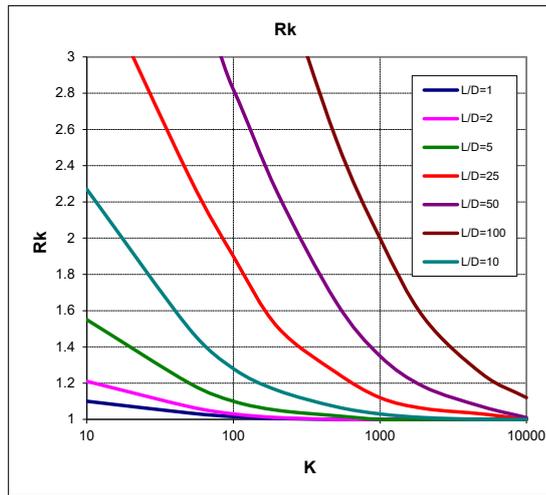
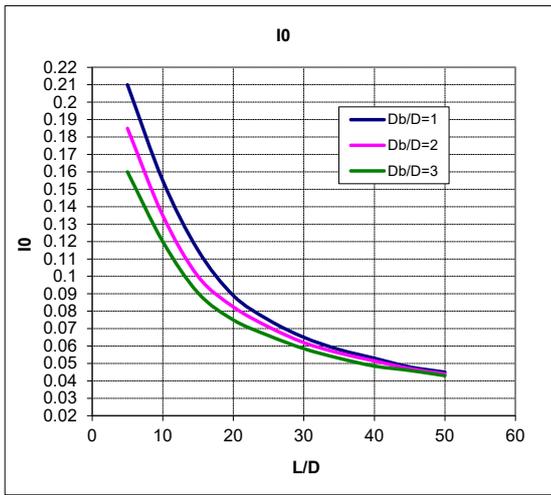
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	35
Modulo di Poisson	ns		0.30

Fattore di influenza I0

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	16.7
Fattore di influenza I0	I0	0.106

Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)

Rapporto L/D	L/D	16.7
Rapporto di rigidezza	K	896
Fattore correttivo Rn	Rn	1.09

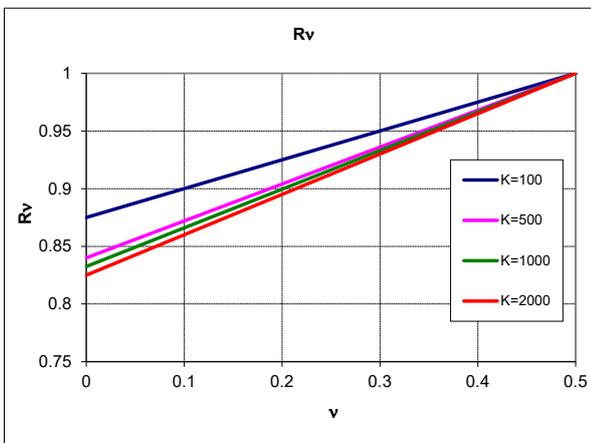
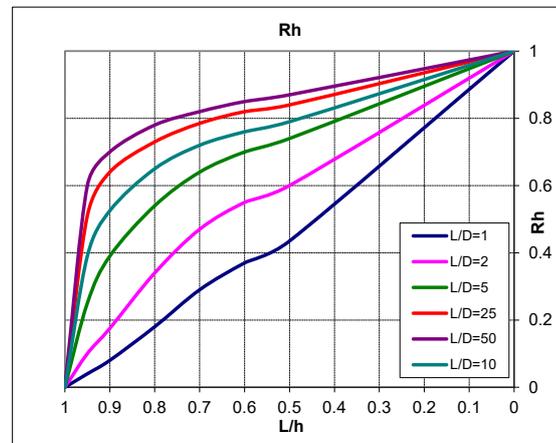


Fattore correttivo Rh

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	16.7
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

Fattore correttivo Rv

Modulo di Poisson	n	0.30
Rapporto di rigidezza	K	896
Fattore di influenza Rv	Rv	0.93



Fattore di influenza per palo sospeso: $I = I0 \times Rk \times Rh \times Rv =$ **0.108**

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	1834	1754	1558
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	4.7	4.5	4.0

CEDIMENTI DELLA PALIFICATA

Dati	var	unità	
Larghezza della palificata	B	m	7.00
fattore $(0.6B / (0.3B + 0.3))^2$	fac p		3.06

Cedimenti della palificata	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
$w = w1 \times facp$	mm	14.4	13.8	12.2