

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
VI07 – VIADOTTO S. ANTONIO
Relazione tecnica e di calcolo – Carreggiata SX

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	UP62_P00VI07STRRE02_A			
DPUP0062	D 23	CODICE ELAB.	P00VI07STRRE02	A	-
D		-	-		
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	FEB. 2023	V. NASUTI	E. STRAMACCI	G. PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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	21

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

10.2.1	Caratteristiche delle opere di fondazione su pali.....	98
10.2.2	Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto.....	98
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).....	98
10.2.4	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale 99	
10.2.5	Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata	100
11	VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE	101
11.1	ISOLATORI ELASTOMERICI.....	101
11.1.1	Carichi verticali trasmessi dall'impalcato	101
11.1.2	Verifica degli spostamenti orizzontali degli isolatori in fase sismica	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 P1	108
14	ALLEGATO 2 – SOTTOSTRUTTURE – SPA	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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del Viadotto "VI07 – Viadotto S. Antonio – Carreggiata SX" dalla progressiva km 7+173.00 alla progressiva km 7+473.00, previsto per la realizzazione dell'ammodernamento dell'itinerario Palermo – Agrigento (S.S. 121 – Catanese) tratto Palermo (A19) – rotatoria Bolognetta.

Il viadotto è composto da 8 campate di luce rispettivamente pari a 30 – 40x6 – 30 m, per una lunghezza complessiva pari a 300 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):

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

- Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

1.3 Descrizione delle opere

Il viadotto è formato da 8 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 300 m.

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa in parte in clotoide in parte 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 8 campate su 9 allineamenti di appoggio.

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

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

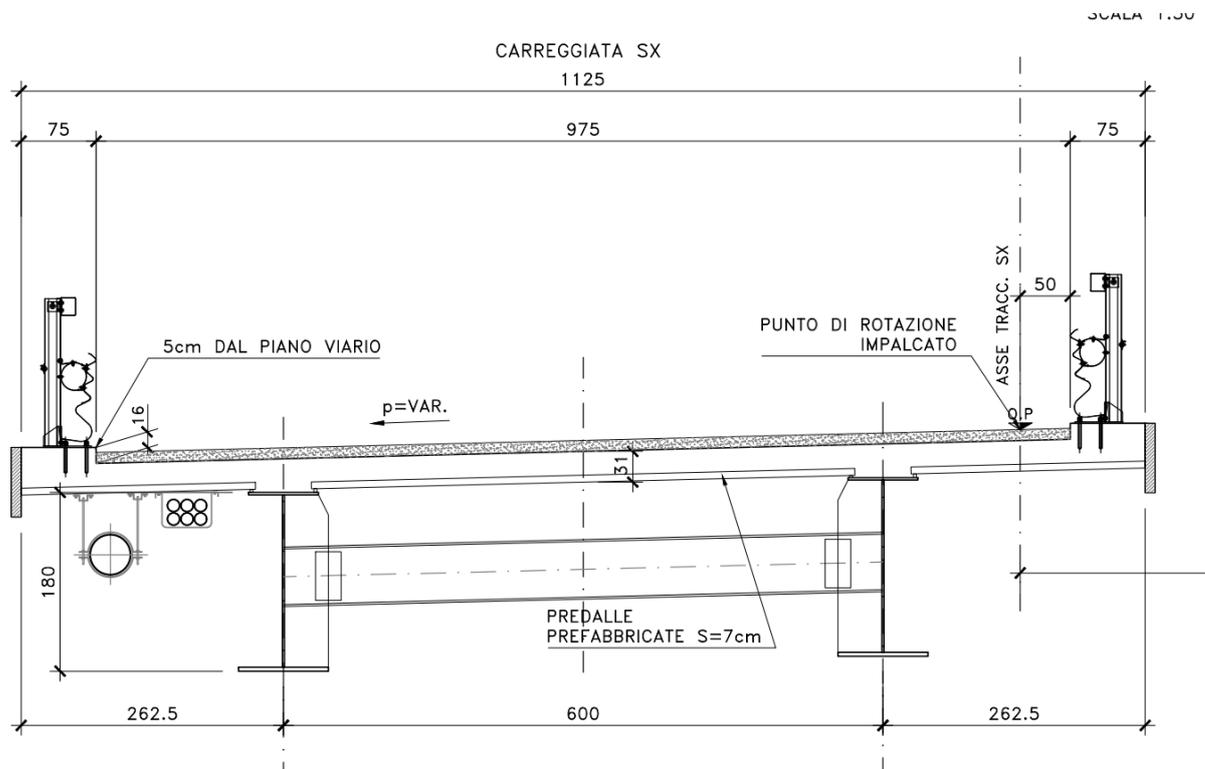


Figura 1.1. Sezione trasversale impalcato

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 **6.5 m** per la [spalla A](#) e 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 **24 pali (8 x 3)** per la [spalla A](#) e palificate da **21 pali (7 x 3)** 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) costante e pari a **7.0 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		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 provvisorie (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 baglioli 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 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 **Nullo**, 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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

4.2 Calcestruzzi

4.2.1 Copriferrì nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrò), 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 - Copriferrì 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_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
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 copriferrò 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 COPRIFERRI 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 Copriferrì minimi in mm

ambiente			barre da c.a.				cavi da c.a.p.			
	R_{ckmin}	R_{ck0}	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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite		Poco sensibile Stato limite	
				w_k		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:

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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
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	Es	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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

4.5.2 Resistenze di progetto

CONNETTORI A PIOLO

	Var	unità	
Qualità dell'acciaio			ex ST37-3K (S235J2+)
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 trasversi 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}) $f_{v,Rd} = fac f_{tbk} / \gamma_{m2}$	$f_{v,Rd}$	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

4.7 Giunzioni saldate

Tutte le giunzioni per **l'assemblaggio dei concetti 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**.

S.S.121 "Catanesa" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

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 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

Analisi dei carichi		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	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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

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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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:

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

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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

Viscosità del calcestruzzo (ϵ_3)	var	unità
coefficiente finale di viscosità per carichi permanenti	ϕ_c (inf,60)	1.32
coefficiente correttivo per azioni permanenti	ψ_L	1.10
coefficiente di omogeneizzazione a tinfi (permanent)i	ninf	15.11

5.2.5 Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – ϵ_4

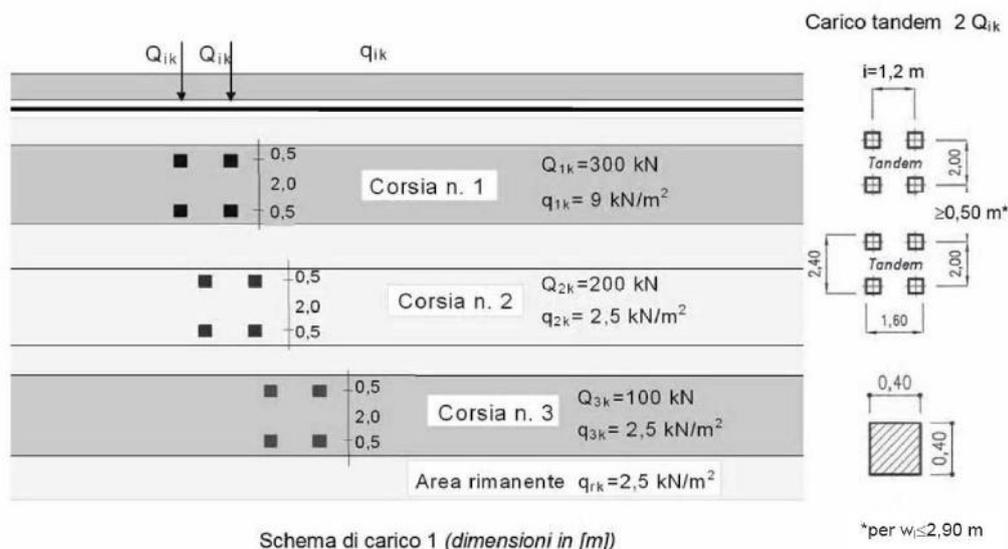
Sono stati considerati cedimenti vincolari pari a 1/5000 della luce delle campate afferenti agli appoggi.

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 compressivi degli effetti dinamici – q_1

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

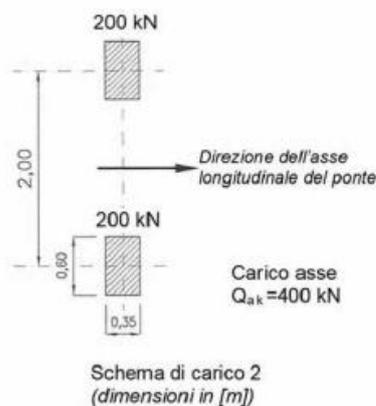
Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

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/m^2 .

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):

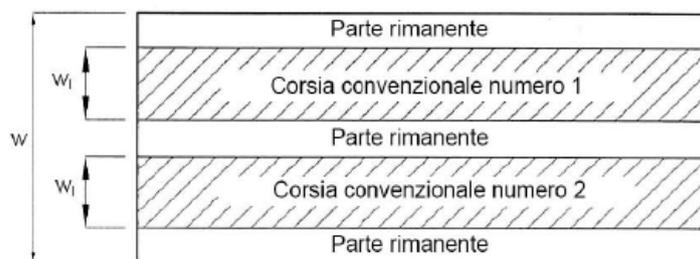


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

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]
$w < 5,40 \text{ m}$	$n_l = 1$	3,00	$(w - 3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0 \text{ m}$	$n_l = 2$	$w/2$	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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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:

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

Dove:

$c_{f\infty,0}$ 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:

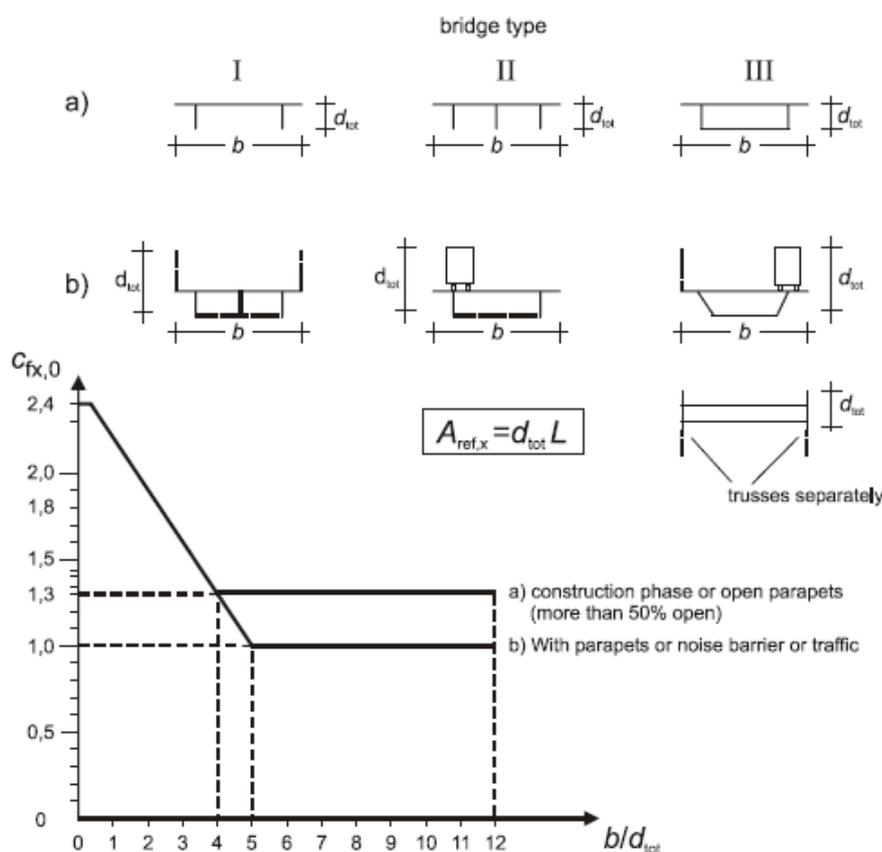


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges, $c_{fx,0}$

S.S. 121 "Catanesa" <i>Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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	7.0
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		1.91
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.72
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.86
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico		kN/m ²	1.61
pressione del vento impalcato carico		kN/m ²	1.75
pressione del vento pile		kN/m ²	1.12
Larghezza complessiva impalcato	b	m	11.25
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	301.2
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	5.21
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)	6.9	0.18	1.2
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	9.1	0.65	5.9
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	6.9	2.14	14.7
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	9.1	2.61	23.7

Carichi verticali agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.21	0.21
Vento ad impalcato carico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.99	0.99
Vento ad impalcato scarico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-2.44	2.44
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-3.95	3.95

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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:

$$F_{w,z} = \pm q_b \times c_e \times c_{f,z} \times A_{ref,z} = \pm 0.49 \times 1.91 \times 0.9 \times 11.25 \times 40.0 = \pm 379.0 \text{ kN}$$

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:

$$M_{tw,z} = \pm 379.0 \times 2.81 = \pm 1065.1 \text{ kNm}$$

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:

$$R_{F_{w,z}} = 379.0 / 2 + 1065.1 \times 0.167 = 367.4 \text{ kN}$$

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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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:

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

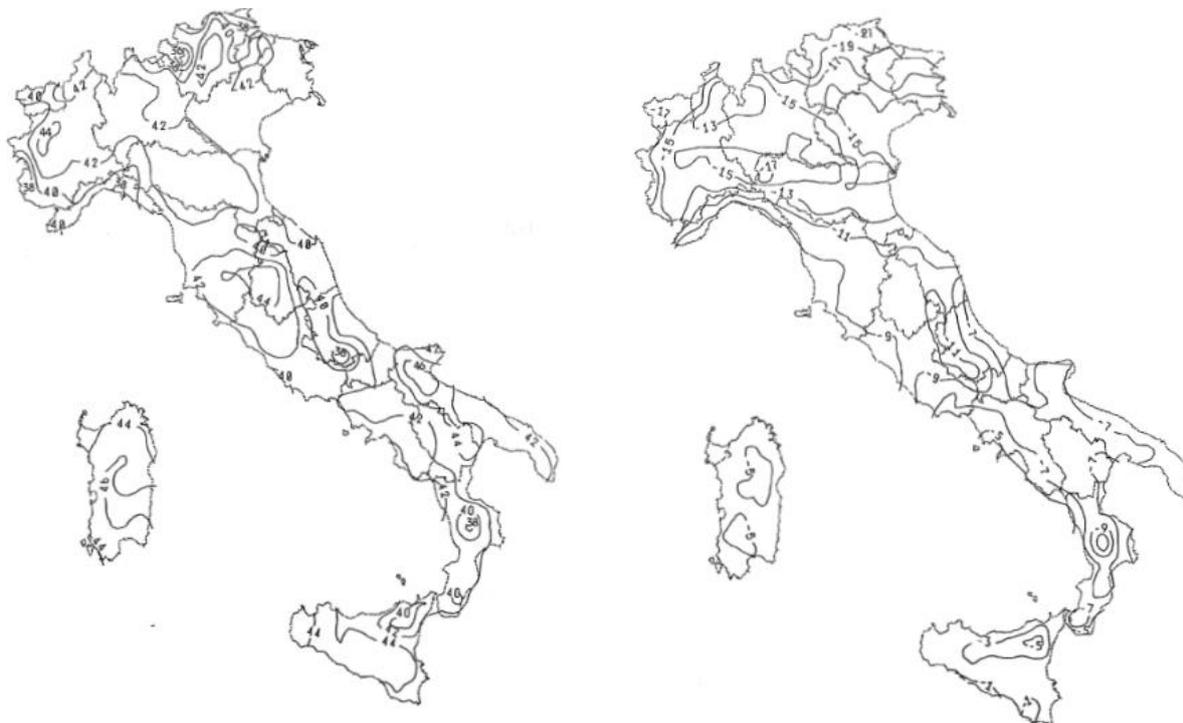


Figura 5.2: Temperature dell'aria massime T_{max} (sx) e minime T_{min} (dx) dell'aria all'ombra al livello del mare

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

Variazioni termiche positive:

$$N\Delta T_+ = \alpha \Delta T \times A_c \times E_a / n_0$$

$$M\Delta T_+ = - N\Delta T_+ \times z$$

Variazioni termiche negative:

$$N\Delta T_- = - \alpha \Delta T \times A_c \times E_a / n_0$$

$$M\Delta T_- = N\Delta T_- \times z$$

Essendo:

α il coefficiente di dilatazione termica;

A_c l'area della soletta gettata in opera;

E_a modulo elastico dell'acciaio;

n_0 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" <i>Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 h_1 e h_2 , dove $h_1 = (\text{altezza della barriera} - 0,10\text{m})$ e $h_2 = 1,00\text{ m}$.

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: $H_p = M_p/bp$	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 "Catanese"		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

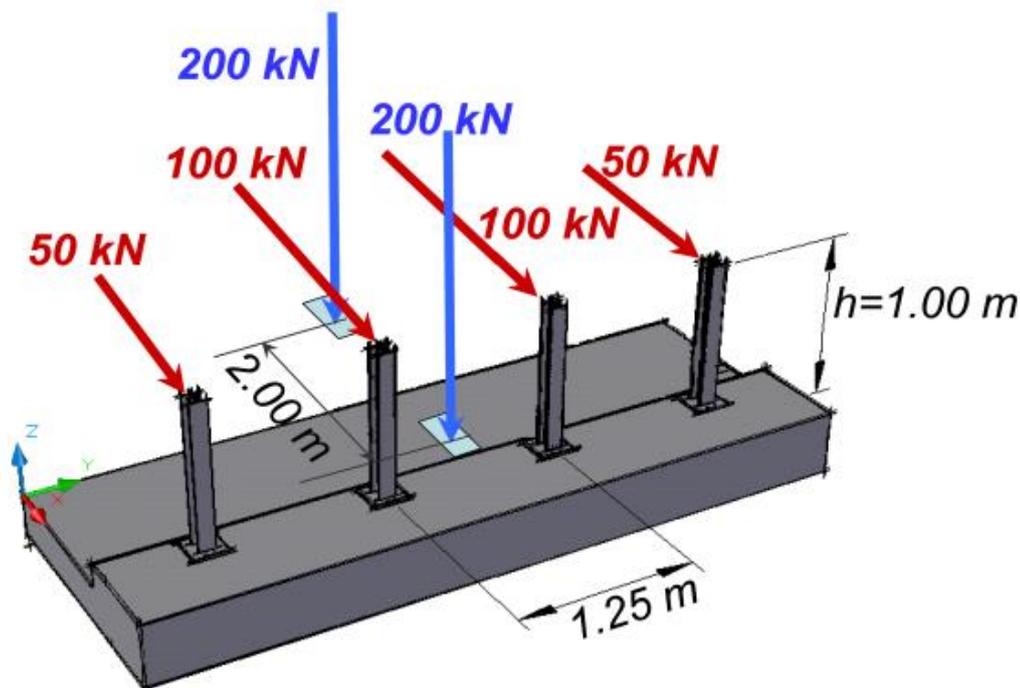


Figura 5.3: Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie"

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 mezz'area 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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:

VI07

WGS84		ED50	
Lon	Lat	Lon	Lat
13.460954	38.030115	13.461809	38.031176

Vita Nominale	$V_N =$	50 anni
Classe d'uso	Cl =	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	2.328	0.258
SLD	101	0.093	2.319	0.269
SLV	949	0.230	2.433	0.307
SLC	1950	0.289	2.496	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:

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

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

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:

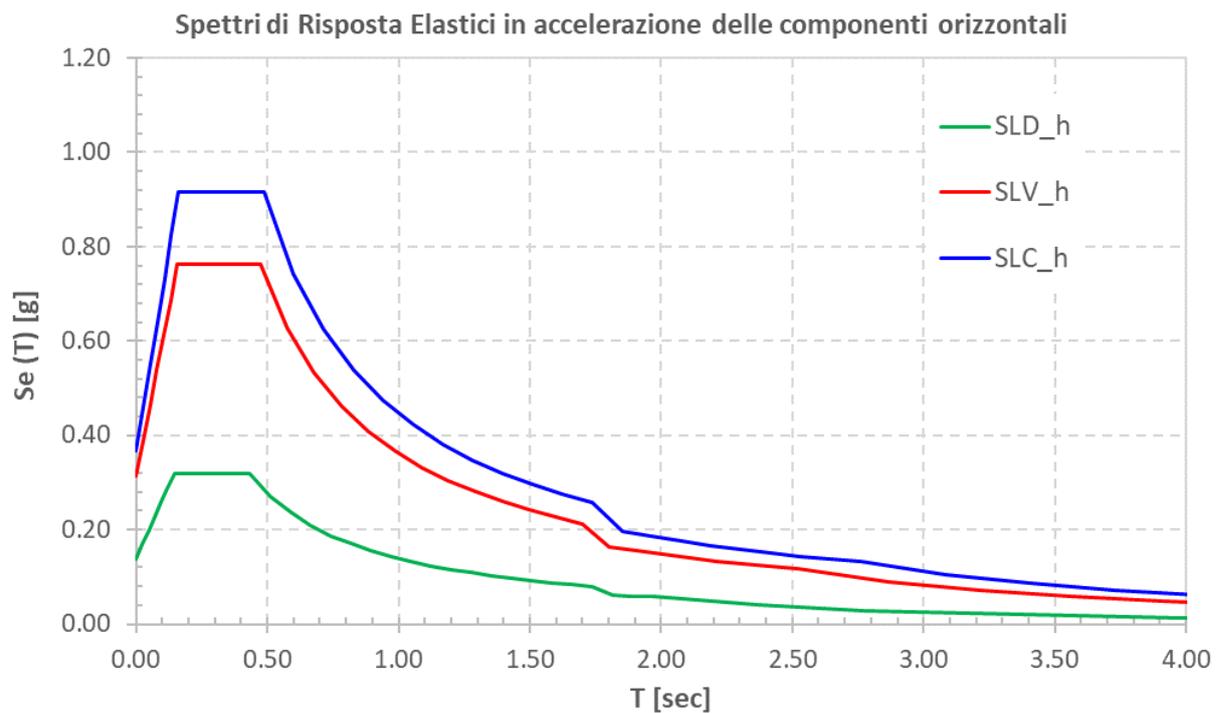


Figura 5.4 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

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	0.092	2.316	0.268	0.145	0.435	1.968	1.50	1.00	1.50	1.62	0.029	0.094
SLV	0.230	2.425	0.306	0.158	0.475	2.520	1.37	1.00	1.37	1.55	0.092	0.234
SLC	0.290	2.490	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

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

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:

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

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

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

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

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:

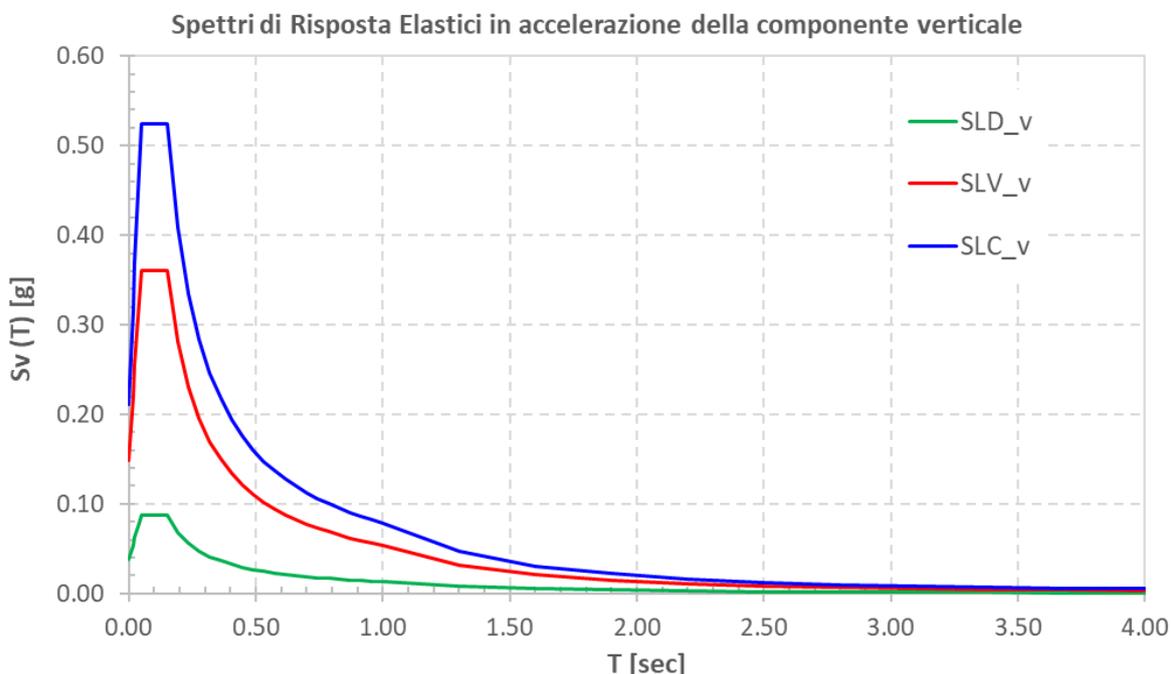


Figura 5.5 – Spettri elastici di risposta in accelerazione della componente verticale

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	0.092	2.316	0.948	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLV	0.230	2.425	1.570	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLC	0.290	2.490	1.810	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	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}$, $\gamma_{\epsilon 3}$, $\gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

Dove:

- G₁ sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai pesi propri;
- G₂ sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai permanenti portati;
- ε₂ sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al ritiro;
- ε₄ 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;
- Q₁ sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alle azioni variabili da traffico (C carichi concentrati – D carichi distribuiti – F folla);
- Q₅ 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 "Catanesa" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 VI07 - Viadotto S. Antonio 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 rigidezza.

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 $n_L = n_0$.

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

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" [kpile](#): relativi agli isolatori da disporre in corrispondenza delle pile.

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

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

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

Link	Esercizio			Sisma		
	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:

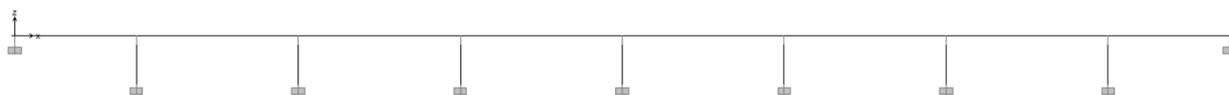


Figura 7.1. Geometria del modello di calcolo

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 baggiolo 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.

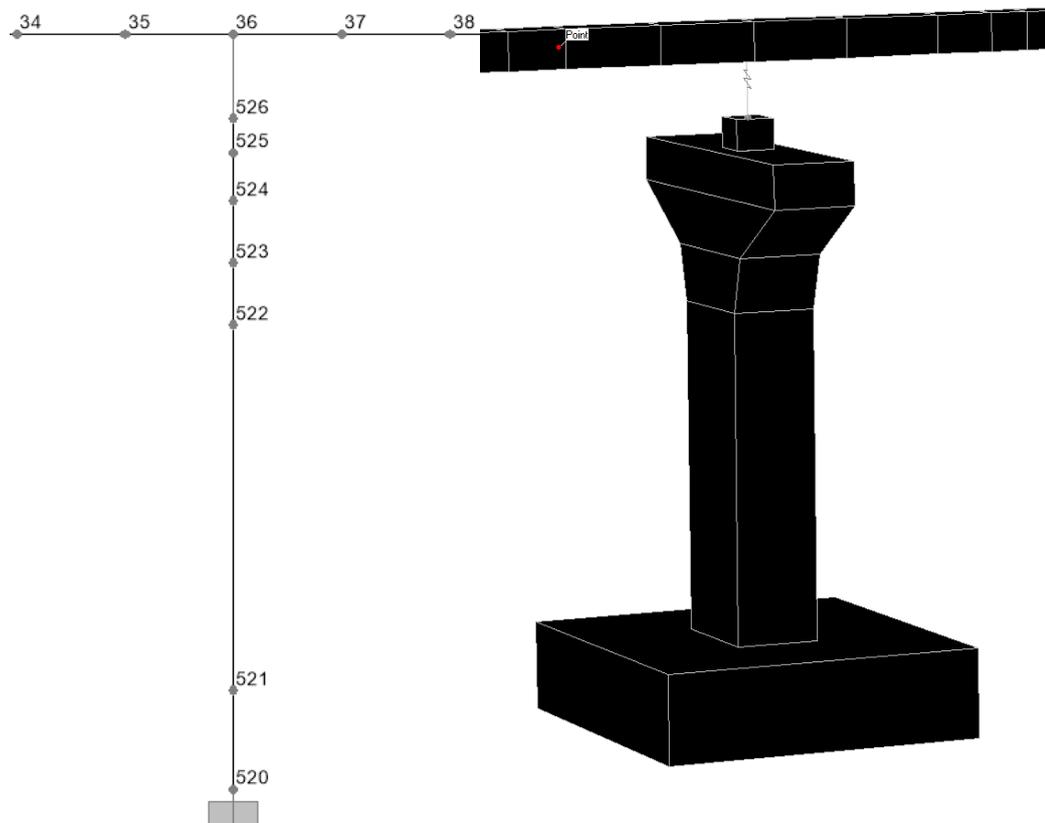


Figura 7.2. Particolare delle pile

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:

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

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

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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-clt 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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 impalcato obliqui con angolo di

S.S.121 "Catanese" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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	2.198559	0%	77%	0%	0%	77%	0%	0%	0%	58%	0%	0%	58%
EIGENMODES	Mode	2	2.198464	78%	0%	0%	78%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	58%
EIGENMODES	Mode	3	2.115209	0%	0%	0%	78%	77%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	78%
EIGENMODES	Mode	4	1.653749	0%	1%	0%	78%	78%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	79%
EIGENMODES	Mode	5	0.897036	0%	0%	0%	78%	78%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%
EIGENMODES	Mode	6	0.492867	0%	0%	0%	78%	78%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%
EIGENMODES	Mode	7	0.486277	0%	0%	0%	78%	78%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%
EIGENMODES	Mode	8	0.43608	0%	0%	0%	78%	78%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%
EIGENMODES	Mode	9	0.378297	0%	0%	0%	78%	78%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	79%
EIGENMODES	Mode	10	0.326234	0%	0%	1%	78%	78%	1%	0%	1%	0%	0%	1%	79%
EIGENMODES	Mode	11	0.303707	0%	0%	0%	78%	78%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	79%
EIGENMODES	Mode	12	0.284465	0%	0%	0%	78%	78%	1%	0%	1%	0%	0%	2%	79%
EIGENMODES	Mode	13	0.254381	0%	0%	19%	78%	78%	20%	0%	15%	0%	0%	17%	79%
EIGENMODES	Mode	14	0.219814	0%	0%	0%	78%	78%	20%	0%	0%	0%	0%	17%	79%
EIGENMODES	Mode	15	0.219648	0%	0%	11%	78%	78%	31%	0%	0%	0%	0%	17%	79%
EIGENMODES	Mode	16	0.218042	0%	0%	27%	78%	78%	58%	0%	42%	0%	0%	58%	79%
EIGENMODES	Mode	17	0.204605	0%	0%	0%	78%	78%	58%	0%	0%	0%	0%	58%	79%
EIGENMODES	Mode	18	0.146914	0%	0%	0%	78%	78%	58%	0%	0%	0%	0%	58%	79%
EIGENMODES	Mode	19	0.122585	0%	0%	0%	78%	78%	58%	0%	1%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	20	0.116564	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	21	0.110478	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	22	0.109451	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	23	0.108195	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	24	0.10279	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	25	0.097401	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	26	0.093844	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	27	0.086119	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	28	0.073865	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	29	0.070616	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	30	0.070506	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	31	0.068977	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	32	0.064717	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	33	0.064716	0%	0%	0%	78%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	34	0.064716	0%	0%	0%	79%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	35	0.064716	11%	0%	0%	90%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	36	0.064715	0%	0%	0%	91%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	37	0.064715	4%	0%	0%	94%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	38	0.064715	0%	0%	0%	94%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	39	0.056481	0%	0%	0%	94%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	40	0.055629	0%	0%	0%	94%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	41	0.055593	0%	0%	0%	94%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	42	0.05506	0%	0%	0%	94%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	59%	79%
EIGENMODES	Mode	43	0.054372	0%	0%	0%	94%	78%	59%	0%	0%	0%	0%	60%	79%

EIGENMODES Mode	44	0.053742	0%	0%	1%	94%	78%	60%	0%	1%	0%	0%	61%	79%
EIGENMODES Mode	45	0.053264	0%	0%	0%	94%	78%	60%	0%	2%	0%	0%	63%	79%
EIGENMODES Mode	46	0.052973	0%	0%	14%	94%	78%	74%	0%	10%	0%	0%	73%	79%
EIGENMODES Mode	47	0.047096	0%	0%	0%	94%	78%	74%	0%	0%	0%	0%	73%	79%
EIGENMODES Mode	48	0.045901	0%	1%	0%	94%	80%	74%	3%	0%	0%	3%	73%	79%
EIGENMODES Mode	49	0.045901	0%	13%	0%	94%	92%	74%	30%	0%	15%	33%	73%	94%
EIGENMODES Mode	50	0.045901	0%	0%	0%	94%	93%	74%	1%	0%	0%	34%	73%	94%
EIGENMODES Mode	51	0.0459	0%	0%	0%	94%	93%	74%	1%	0%	0%	35%	73%	94%
EIGENMODES Mode	52	0.0459	0%	1%	0%	94%	94%	74%	2%	0%	0%	37%	73%	94%
EIGENMODES Mode	53	0.0459	0%	0%	0%	94%	94%	74%	0%	0%	0%	37%	73%	94%
EIGENMODES Mode	54	0.0459	0%	1%	0%	94%	95%	74%	2%	0%	1%	39%	73%	95%
EIGENMODES Mode	55	0.044715	0%	0%	0%	94%	95%	74%	0%	0%	0%	39%	73%	95%
EIGENMODES Mode	56	0.039874	0%	0%	0%	94%	95%	74%	0%	0%	0%	39%	73%	95%
EIGENMODES Mode	57	0.038273	0%	0%	1%	94%	95%	75%	0%	0%	0%	39%	73%	95%
EIGENMODES Mode	58	0.03819	0%	0%	1%	94%	95%	77%	0%	4%	0%	39%	77%	95%
EIGENMODES Mode	59	0.037655	0%	0%	0%	94%	95%	77%	0%	0%	0%	39%	77%	95%
EIGENMODES Mode	60	0.036625	0%	0%	0%	94%	95%	77%	0%	0%	0%	39%	77%	95%
EIGENMODES Mode	61	0.035992	0%	0%	0%	94%	95%	77%	0%	0%	0%	39%	77%	95%
EIGENMODES Mode	62	0.035112	0%	0%	0%	94%	95%	77%	0%	0%	0%	39%	78%	95%
EIGENMODES Mode	63	0.034209	0%	0%	0%	94%	95%	77%	0%	0%	0%	39%	78%	95%
EIGENMODES Mode	64	0.034112	0%	0%	0%	94%	95%	77%	0%	0%	0%	39%	78%	95%
EIGENMODES Mode	65	0.033202	0%	0%	0%	94%	95%	77%	0%	0%	0%	39%	78%	95%
EIGENMODES Mode	66	0.033129	0%	0%	0%	94%	95%	77%	0%	0%	0%	39%	78%	95%
EIGENMODES Mode	67	0.032347	0%	0%	0%	94%	95%	77%	0%	0%	0%	39%	78%	95%
EIGENMODES Mode	68	0.02973	0%	0%	0%	94%	95%	77%	0%	0%	0%	39%	78%	95%
EIGENMODES Mode	69	0.026599	0%	0%	1%	94%	95%	78%	0%	1%	0%	39%	79%	95%
EIGENMODES Mode	70	0.026464	0%	0%	0%	94%	95%	79%	0%	0%	0%	39%	79%	95%
EIGENMODES Mode	71	0.025975	0%	0%	0%	94%	95%	79%	0%	0%	0%	39%	79%	95%
EIGENMODES Mode	72	0.025789	0%	0%	0%	94%	95%	79%	0%	0%	0%	39%	79%	95%
EIGENMODES Mode	73	0.025593	0%	0%	2%	94%	95%	80%	0%	1%	0%	39%	80%	95%
EIGENMODES Mode	74	0.024671	0%	0%	0%	94%	95%	80%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	75	0.023737	0%	0%	0%	94%	95%	80%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	76	0.023679	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	77	0.022851	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	78	0.022682	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	79	0.021721	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	80	0.021585	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	81	0.020856	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	82	0.020337	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	83	0.019736	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	84	0.018923	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	81%	95%
EIGENMODES Mode	85	0.018611	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	86	0.01821	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	87	0.018178	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	88	0.017845	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	89	0.017081	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	90	0.016875	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	91	0.016397	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	92	0.016341	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	93	0.01583	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	94	0.015635	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	95	0.015381	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	96	0.014963	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	97	0.01484	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	98	0.014318	0%	0%	0%	94%	95%	81%	0%	0%	0%	39%	82%	95%
EIGENMODES Mode	99	0.013788	0%	0%	1%	94%	95%	82%	0%	1%	0%	39%	83%	95%
EIGENMODES Mode	100	0.013495	0%	0%	0%	94%	95%	82%	0%	0%	0%	39%	83%	95%

Tabella 7.1: Periodi di vibrazione della struttura

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

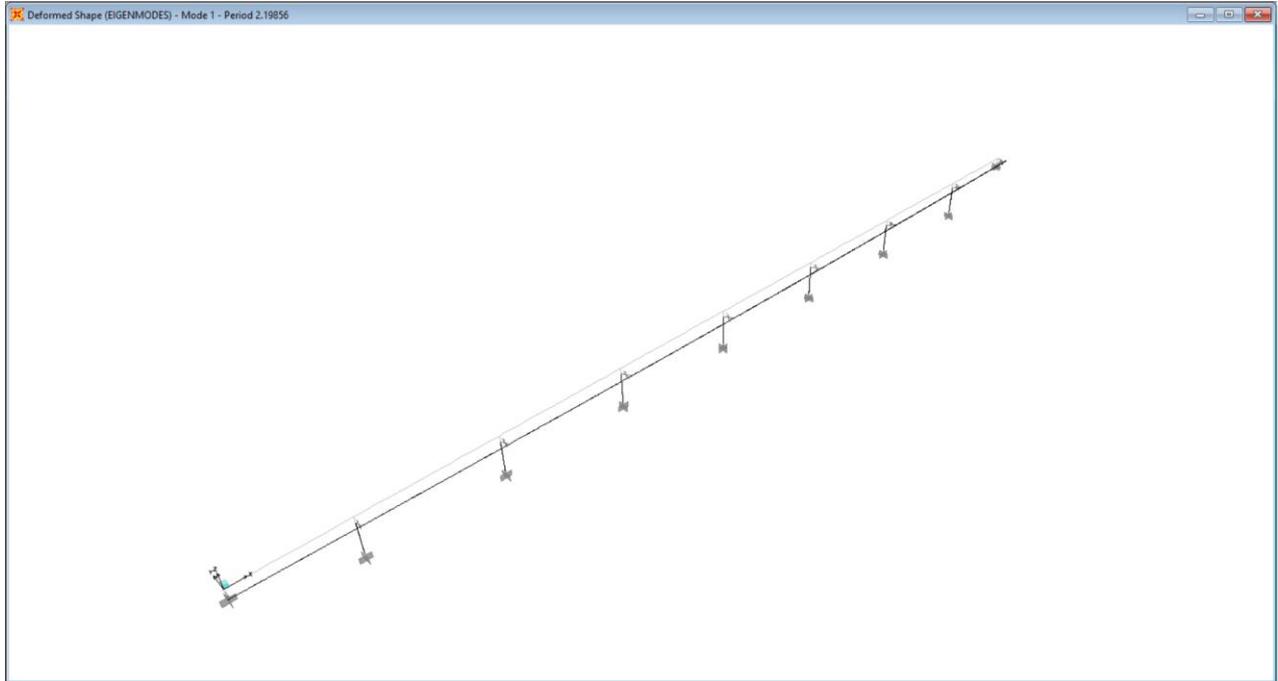


Figura 7.3. Prima forma modale

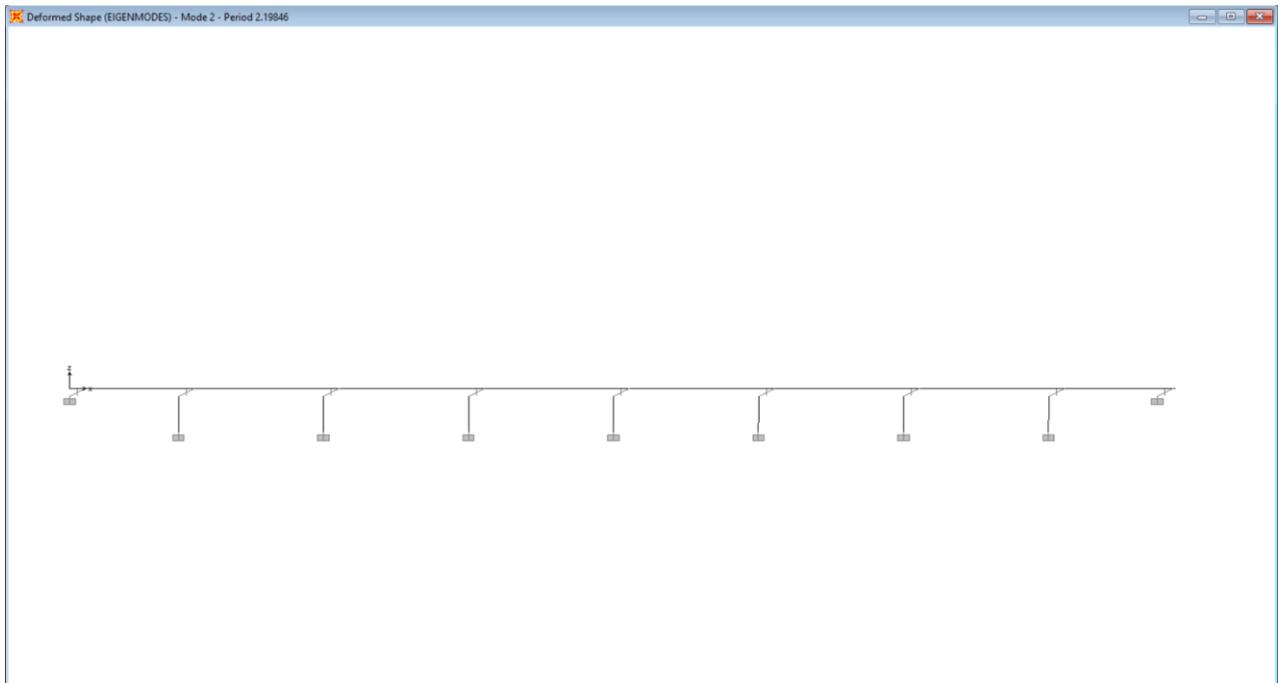


Figura 7.4. Seconda forma modale

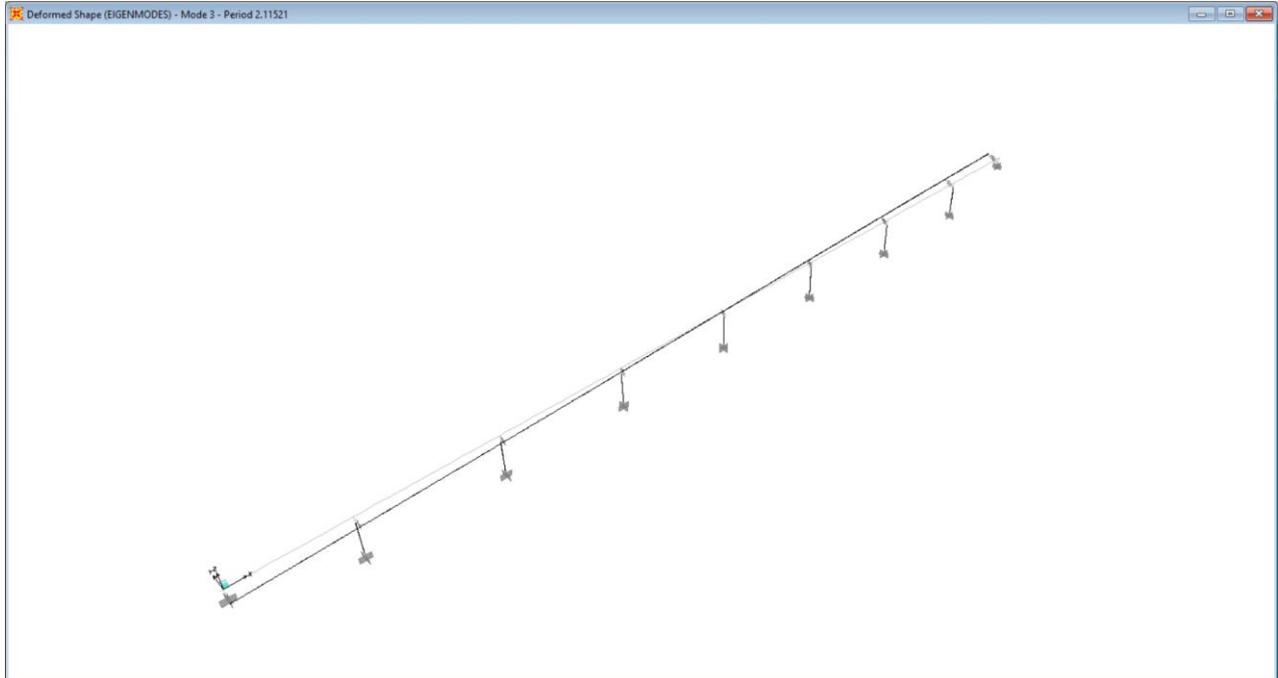


Figura 7.5. Terza forma modale

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 **P1**, a sezione rettangolare con estremità arrotondate, di dimensioni allo spiccatto di **3.50 x 2.30**, di altezza pari a **7.00 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:

$$N_i = \frac{F_z}{n_p} \pm M_x \cdot \frac{y_{pi}}{\sum_i y_{pi}^2} \pm M_y \cdot \frac{x_{pi}}{\sum_i x_{pi}^2}$$

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

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

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

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 involuppi delle azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione:

Pila P1

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP	
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4123	4123	3281	3029	2657	2141
Azione assiale minima	Nmin	487	1679	487	1289	1600	1655
Azione trasversale massima	Vmax	462	107	462	77	52	52

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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 P1

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4123	3281	3029	2657	2141
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1679	487	1289	1600	1655
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	264	1137	189	128	127
Momento amplificato del 20%	Mmax	kNm	317	1364	227	154	153
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	107	462	77	52	52

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		24636	16754
Carico verticale medio agente sui pali		3080	2094

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 P1

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:	24Ø20	(75.4 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	9.7	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	4123.00	317.00	107.00	0.00
2	1679.00	317.00	107.00	0.00

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

3	3080.00	317.00	107.00	0.00
4	3281.00	1364.00	462.00	0.00
5	487.00	1364.00	462.00	0.00
6	2094.00	1364.00	462.00	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	3029.00	227.00
2	1289.00	227.00

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	2657.00	154.00 (0.00)
2	1600.00	154.00 (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	2141.00	153.00 (0.00)
2	1655.00	153.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.1 cm
Interferro massimo barre longitudinali: 0.0 cm [deve essere < 0.0]
Copriferro netto minimo staffe: 7.5 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	4123.00	317.00	4123.21	2523.56	7.961	11.5	---	---	75.4 (33.9)
2	S	1679.00	317.00	1678.80	1957.17	6.174	26.3	---	---	75.4 (33.9)
3	S	3080.00	317.00	3080.07	2320.39	7.320	17.7	---	---	75.4 (33.9)
4	S	3281.00	1364.00	3281.22	2363.98	1.733	16.5	---	---	75.4 (33.9)

S.S. 121 "Catanese"		 GRUPPO FS ITALIANE
Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

5	S	487.00	1364.00	486.87	1564.05	1.147	33.9	---	---	75.4 (33.9)
6	S	2094.00	1364.00	2093.76	2078.08	1.524	23.8	---	---	75.4 (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	0.00280	50.3	-0.00445	-50.3
2	0.00350	60.0	0.00249	50.3	-0.00797	-50.3
3	0.00350	60.0	0.00270	50.3	-0.00563	-50.3
4	0.00350	60.0	0.00272	50.3	-0.00538	-50.3
5	0.00350	60.0	0.00220	50.3	-0.01128	-50.3
6	0.00350	60.0	0.00256	50.3	-0.00716	-50.3

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 = 24.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	15.1	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.4 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	107.00	2570.10	1134.66	109.5 76.9	2.500	1.250	1.4
2	S	107.00	2373.75	1242.59	104.5 84.2	2.500	1.105	1.3
3	S	107.00	2512.28	1177.36	108.1 79.8	2.500	1.192	1.4
4	S	462.00	2536.69	1165.98	109.1 79.0	2.500	1.205	6.0
5	S	462.00	2191.83	1310.30	98.1 88.8	2.500	1.030	5.3
6	S	462.00	2420.83	1222.12	105.8 82.8	2.500	1.131	5.7

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.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

S.S.121 "Catanese"		 GRUPPO FS ITALIANE
Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

1	S	3.61	-60.0	1.26	60.0	21.8	50.3	0.0	0	0.0	----
2	S	2.21	-60.0	0.00	60.0	0.7	50.3	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	0.00009	0.00027		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00009	0.00027		----	----	----	----	----	4239.80

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	2.93	-60.0	1.34	60.0	22.0	50.3	0.0	0	0.0	----
2	S	2.08	-60.0	0.49	60.0	9.3	50.3	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	0.00010	0.00022		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00004	0.00016		----	----	----	----	----	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	2.51	-60.0	0.93	60.0	15.9	50.3	0.0	0	0.0	----
2	S	2.12	-60.0	0.54	60.0	10.0	50.3	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	0.00007	0.00019		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00004	0.00016		----	----	----	----	----	0.00

8.5 Verifica dei plinti di fondazione

Il dimensionamento dei plinti di fondazione è stato effettuato:

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

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

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 spiccatto.

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
28	153.0	67.6
29	162.5	52.2
30	169.4	35.5

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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	108.2	26
2	0.0	103.2	26
3	-163.2	0.0	26
4	-168.2	0.0	26
5	-167.1	15.3	26
6	-162.1	14.8	26
7	-163.9	30.3	26
8	-159.0	29.2	26
9	-158.6	44.6	26
10	-153.8	43.1	26
11	-146.7	56.0	26
12	-151.3	58.1	26
13	-142.2	70.4	26
14	-137.8	67.8	26
15	-127.3	78.3	26
16	-131.4	81.3	26
17	-119.2	90.6	26
18	-115.4	87.1	26
19	-105.8	98.0	26
20	-102.4	94.1	26
21	-91.5	103.5	26
22	-88.5	99.2	26
23	-76.6	106.9	26
24	-74.0	102.2	26
25	-61.3	108.2	26
26	-59.2	103.2	26
27	-46.0	108.2	26
28	-44.4	103.2	26
29	-30.7	108.2	26
30	-29.6	103.2	26
31	-15.3	108.2	26
32	-14.8	103.2	26
33	163.2	0.0	26
34	168.2	0.0	26
35	167.1	15.3	26
36	162.1	14.8	26
37	163.9	30.3	26
38	159.0	29.2	26
39	158.6	44.6	26
40	153.8	43.1	26
41	146.7	56.0	26
42	151.3	58.1	26
43	142.2	70.4	26
44	137.8	67.9	26
45	127.3	78.3	26
46	131.4	81.3	26

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

47	119.2	90.6	26
48	115.4	87.1	26
49	105.8	98.0	26
50	102.4	94.1	26
51	91.5	103.5	26
52	88.5	99.2	26
53	76.6	106.9	26
54	74.0	102.2	26
55	61.3	108.2	26
56	59.2	103.2	26
57	46.0	108.2	26
58	44.4	103.2	26
59	30.7	108.2	26
60	29.6	103.2	26
61	15.3	108.2	26
62	14.8	103.2	26
63	0.0	-108.2	26
64	0.0	-103.2	26
65	-167.1	-15.3	26
66	-162.1	-14.8	26
67	-163.9	-30.3	26
68	-159.0	-29.2	26
69	-158.6	-44.6	26
70	-153.8	-43.1	26
71	-146.7	-56.0	26
72	-151.3	-58.1	26
73	-142.2	-70.4	26
74	-137.8	-67.8	26
75	-127.3	-78.3	26
76	-131.4	-81.3	26
77	-119.2	-90.6	26
78	-115.4	-87.1	26
79	-105.8	-98.0	26
80	-102.4	-94.1	26
81	-91.5	-103.5	26
82	-88.5	-99.2	26
83	-76.6	-106.9	26
84	-74.0	-102.2	26
85	-61.3	-108.2	26
86	-59.2	-103.2	26
87	-46.0	-108.2	26
88	-44.4	-103.2	26
89	-30.7	-108.2	26
90	-29.6	-103.2	26
91	-15.3	-108.2	26
92	-14.8	-103.2	26
93	167.1	-15.3	26
94	162.1	-14.8	26
95	163.9	-30.3	26
96	159.0	-29.2	26
97	158.6	-44.6	26
98	153.8	-43.1	26
99	146.7	-56.0	26
100	151.3	-58.1	26
101	142.2	-70.4	26
102	137.8	-67.8	26
103	127.3	-78.3	26
104	131.4	-81.3	26
105	119.2	-90.6	26
106	115.4	-87.1	26
107	105.8	-98.0	26
108	102.4	-94.1	26
109	91.5	-103.5	26

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

110	88.5	-99.2	26
111	76.6	-106.9	26
112	74.0	-102.2	26
113	61.3	-108.2	26
114	59.2	-103.2	26
115	46.0	-108.2	26
116	44.4	-103.2	26
117	30.7	-108.2	26
118	29.6	-103.2	26
119	15.3	-108.2	26
120	14.8	-103.2	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	14154.00	4974.00	12424.00	332.00	585.00
2	13325.00	6576.00	10330.00	332.00	793.00
3	13325.00	4951.00	10330.00	332.00	585.00
4	13325.00	4951.00	12562.00	553.00	585.00
5	7599.00	11380.00	2735.00	233.00	1427.00
6	7599.00	4893.00	7935.00	778.00	598.00

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	10542.00	3293.00	8662.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	9951.00	2945.00 (18729.61)	4896.00 (31137.59)

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

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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	8110.00	2945.00 (271921.63)	294.00 (27146.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.1 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 3.7 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	14154.00	4974.00	12424.00	14153.97	13370.48	33273.71	2.68	
637.1(206.9)									
2	S	13325.00	6576.00	10330.00	13325.09	17705.54	27884.93	2.70	
637.1(206.9)									
3	S	13325.00	4951.00	10330.00	13325.03	14796.29	31118.48	3.01	
637.1(206.9)									
4	S	13325.00	4951.00	12562.00	13325.13	13021.76	32676.08	2.61	
637.1(206.9)									
5	S	7599.00	11380.00	2735.00	7598.94	23178.59	5484.36	2.04	
637.1(206.9)									
6	S	7599.00	4893.00	7935.00	7599.28	14797.95	24188.36	3.04	
637.1(206.9)									

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

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00125	153.0	67.6	0.00119	142.2	70.4	-0.00196	-142.2	-70.4
2	0.00126	127.6	93.0	0.00118	131.4	81.3	-0.00196	-131.4	-81.3
3	0.00124	141.3	81.3	0.00117	142.2	70.4	-0.00196	-142.2	-70.4

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

4	0.00123	153.0	67.6	0.00116	142.2	70.4	-0.00196	-142.2	-70.4
5	0.00102	78.0	113.6	0.00094	76.6	106.9	-0.00196	-76.6	-106.9
6	0.00106	127.6	93.0	0.00099	131.4	81.3	-0.00196	-131.4	-81.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000007913	0.000006338	-0.000385346	----	----
2	0.000006644	0.000008556	-0.000387801	----	----
3	0.000007467	0.000007113	-0.000394149	----	----
4	0.000007870	0.000006235	-0.000398773	----	----
5	0.000001421	0.000012511	-0.000509979	----	----
6	0.000006385	0.000007825	-0.000481341	----	----

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	664.14	19200.47	3250.00252.0	215.8	247.5	2.500	1.109	3.1	15.4(0.0)
2	S	748.60	19638.73	2958.24228.9	196.4	279.7	2.500	1.103	3.9	15.4(0.0)
3	S	652.57	19257.51	3143.93243.1	208.8	258.1	2.500	1.103	3.2	15.4(0.0)
4	S	801.94	19091.70	3268.73252.8	217.1	246.1	2.500	1.103	3.8	15.4(0.0)
5	S	392.63	19755.69	2679.62204.3	177.9	323.6	2.500	1.059	2.3	15.4(0.0)
6	S	980.85	18689.36	3072.09233.0	204.0	267.0	2.500	1.059	4.9	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	4.31	153.0	67.6	-28.4	-142.2	-70.4	3669	100.9

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

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00015	0.00000	0.500	26.0	51	0.00009 (0.00009)	336	0.029 (990.00)	7985.58	21005.48

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	3.07	127.6	93.0	-7.3	-131.4	-81.3	1226	53.1

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	-0.00004	0.00000	0.500	26.0	52	0.00002 (0.00002)	277	0.006 (0.30)	18729.61	31137.59

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	2.10	60.0	115.0	0.4	-61.3	-108.2	0	0.0

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	0.500	26.0	54	0.00002 (0.00002)	0	0.002 (0.20)	271921.63	27146.00

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

9 VERIFICHE SPALLE

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

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.

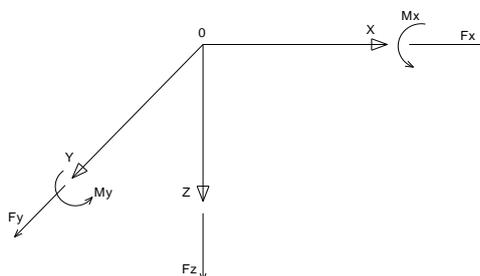


Figura 9.1. Sistema di riferimento

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 rigidezza 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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

Spalla SpA:

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4481	4183	4481	3098	2970	2625
Azione assiale minima	Nmin	-1686	-87	-1686	-63	10	194
Azione trasversale massima	Vmax	1229	1022	1229	757	731	653

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 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 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	4029	4277	2984	2860	2526
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	25	-1511	20	90	262
Momento amplificato del 20%	Mmax_1a	kNm	2861	3483	2120	1703	1518
Sforzo di taglio massimo	Vmax_1a	kN	969	1179	718	692	617

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	49000	36161
Carico verticale medio agente sui pali	2042	1507

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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: 24φ26+24φ26+24φ26 accoppiati per i primi 4.0 m, 24φ26+24φ26 accoppiati da 4.0 m a 6.0 m e 24φ26 per i restanti metri;
- 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 24 barre di diametro equivalente pari a $d_{eq} = 26 \times 3^{0.5} = 45$ 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:	24Ø45	(381.7 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	10.5	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	4029.00	2861.00	969.00	0.00
2	25.00	2861.00	969.00	0.00
3	2042.00	2861.00	969.00	0.00
4	4277.00	3483.00	1179.00	0.00
5	-1511.00	3483.00	1179.00	0.00
6	1507.00	3483.00	1179.00	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	2984.00	2120.00
2	20.00	2120.00

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	2860.00	1703.00 (1058.53)
2	90.00	1703.00 (758.91)

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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	2526.00	1518.00 (1054.60)
2	262.00	1518.00 (775.06)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.8	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	0.0	cm [deve essere < 30.0]
Copriferro netto minimo staffe:	5.5	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 [cm ²]. (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	4029.00	2861.00	4029.17	6294.61	2.200	6.3	---	---	381.7 (33.9)
2	S	25.00	2861.00	24.90	5753.28	2.011	18.4	---	---	381.7 (33.9)
3	S	2042.00	2861.00	2042.04	6088.97	2.128	12.2	---	---	381.7 (33.9)
4	S	4277.00	3483.00	4277.03	6317.08	1.814	5.5	---	---	381.7 (33.9)
5	S	-1511.00	3483.00	-1510.92	5440.22	1.562	23.1	---	---	381.7 (33.9)
6	S	1507.00	3483.00	1506.94	6017.38	1.728	13.8	---	---	381.7 (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	0.00291	51.0	-0.00373	-51.0
2	0.00350	60.0	0.00274	51.0	-0.00585	-51.0
3	0.00350	60.0	0.00284	51.0	-0.00462	-51.0
4	0.00350	60.0	0.00292	51.0	-0.00362	-51.0
5	0.00350	60.0	0.00265	51.0	-0.00702	-51.0
6	0.00350	60.0	0.00282	51.0	-0.00490	-51.0

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

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

Diametro staffe/legature:	12	mm	
Passo staffe:	10.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	22.6	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	969.00	2523.87	1671.62	109.5 75.5	2.500	1.250	13.1
2	S	969.00	2137.59	1786.51	108.3 80.7	2.500	1.002	12.3
3	S	969.00	2349.96	1721.94	109.7 77.8	2.500	1.128	12.7
4	S	1179.00	2512.07	1665.17	109.4 75.3	2.500	1.250	16.0
5	S	1179.00	2152.30	1842.22	105.9 83.3	2.500	1.000	14.5
6	S	1179.00	2290.94	1740.59	109.0 78.7	2.500	1.094	15.3

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.)

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	10.32	-60.0	0.00	60.0	-116.2	51.0	22.5	2696	143.1	----
2	S	9.26	-60.0	0.00	60.0	-192.9	51.0	22.5	3295	174.9	----

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	-0.00069	0.00077		0.50	0.60	0.000388 (0.000349)	374	0.145 (990.00)	993.01
2	S	-0.00110	0.00069		0.50	0.60	0.000771 (0.000579)	374	0.288 (990.00)	753.22

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

S.S. 121 "Catanese"										 anas GRUPPO FS ITALIANE	
Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta											
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX										

1	S	8.43	-60.0	0.00	60.0	-82.8	51.0	22.5	2696	143.1	----
2	S	7.47	-60.0	0.00	60.0	-152.9	51.0	22.5	3295	174.9	----

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	-0.00050	0.00063		0.50	0.60	0.000248 (0.000248)	374	0.093 (0.30)	1058.53
2	S	-0.00087	0.00056		0.50	0.60	0.000571 (0.000459)	374	0.213 (0.30)	758.91

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	7.51	-60.0	0.00	60.0	-74.3	51.0	22.5	2696	143.1	----
2	S	6.74	-60.0	0.00	60.0	-131.3	51.0	22.5	3295	174.9	----

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	-0.00045	0.00056		0.50	0.40	0.000243 (0.000223)	374	0.091 (0.20)	1054.60
2	S	-0.00075	0.00051		0.50	0.40	0.000527 (0.000394)	374	0.197 (0.20)	775.06

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.

S.S.121 "Catanesa"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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_{1k} da 300 kN supposto agente in testa al paraghiaia e da una forza di frenatura convenzionale pari a 180 kN (60% di Q_{1k}) sempre applicata in testa al paraghiaia (vedi figura seguente).

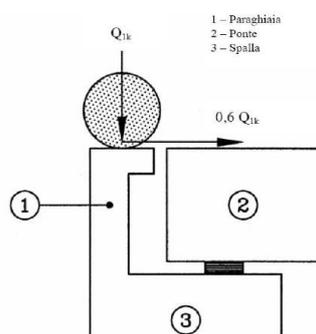


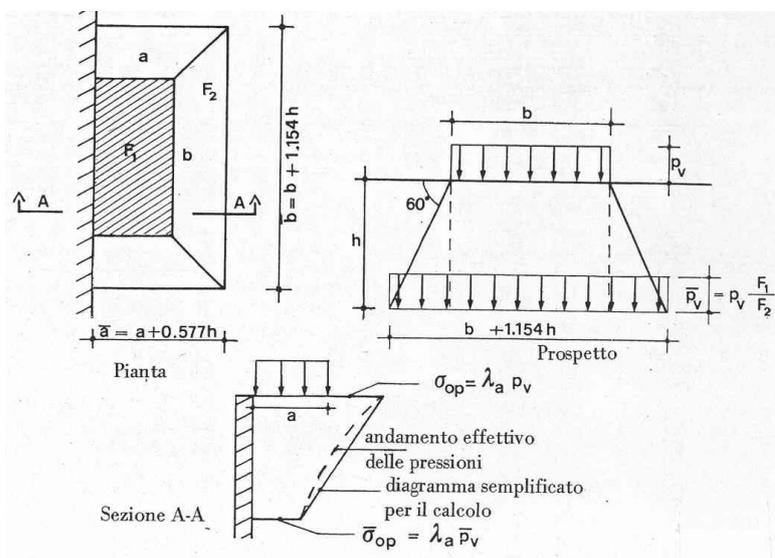
Figura 9.2. Carichi da traffico su muri paraghiaia

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_{1k} 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.



S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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:

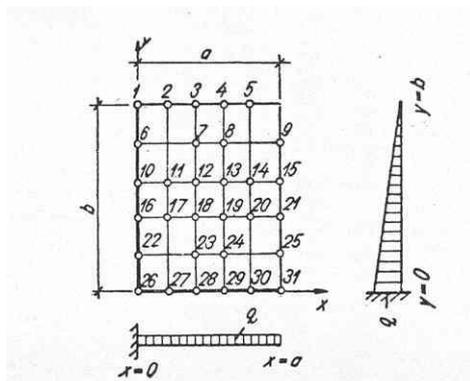


Figura 9.4. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico variabile linearmente con la profondità).

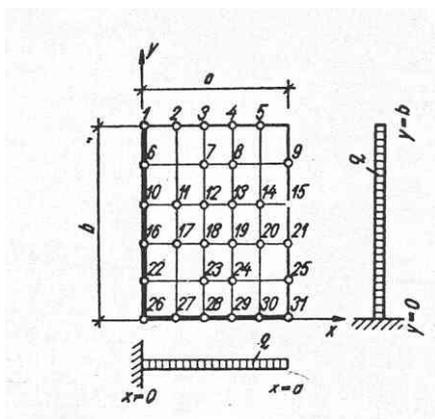


Figura 9.5. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).

9.4.6 Verifiche di resistenza a taglio

S.S.121 "Catanese" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

Le verifiche a taglio sono state condotte per tutte le membrature, ad eccezione delle mensole anteriori delle spalle, caratterizzate da comportamento a mensola tozza.

I tagli di calcolo sono stati confrontati con le resistenze delle singole membrature, valutate in assenza di specifiche armature trasversali; laddove la verifica fornisce esito negativo, sono state dimensionate le armature trasversali in grado di garantire la soddisfazione delle verifiche.

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

Le altre verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento geotecnico (carico limite della palificatanei 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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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:

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

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

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:

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

N_q^* è il coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere di un cedimento alla base del palo pari a $(0.06 - 0.1) D$ valutato secondo Berezantzev (1965), e σ_v' la tensione verticale alla base del palo in termini di tensioni efficaci.

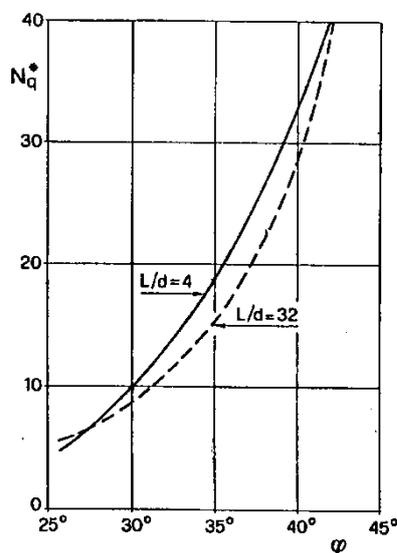


Figura 10.1 – Coefficienti N_q^* (Berezantzev, 1965), corrispondenti all'insorgere delle deformazioni plastiche alla base

In ogni caso è stato assunto per q_b un valore limite $q_{b,max}$ pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione [Gwizdala (1984), Reese&O'Neill (1988) e Matsui (1993)]:

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

Essendo:

α_N un coefficiente empirico pari a:

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

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

e dalla seguente tabella:

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

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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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

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:

$$F_{trd} \leq R_{tr,d}$$

Dove:

F_{trd} 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 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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".

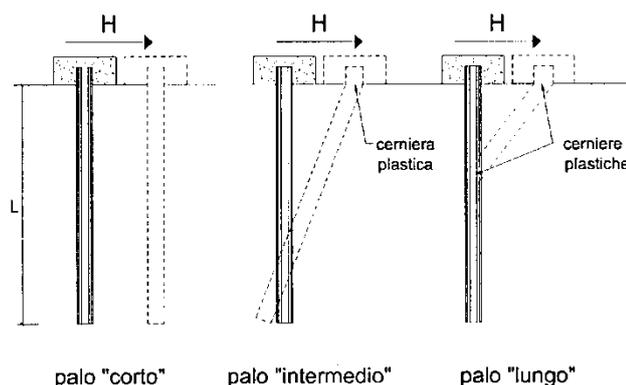


Figura 10.2 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

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.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

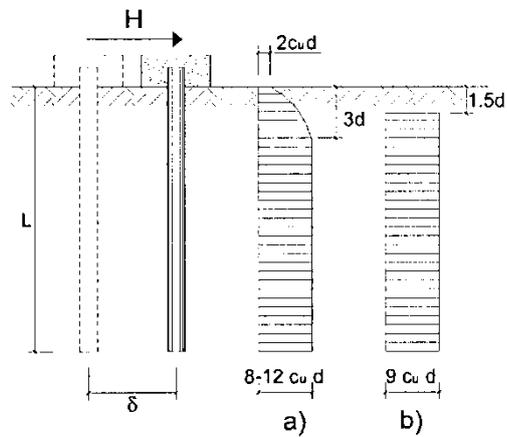


Figura 10.3 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

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

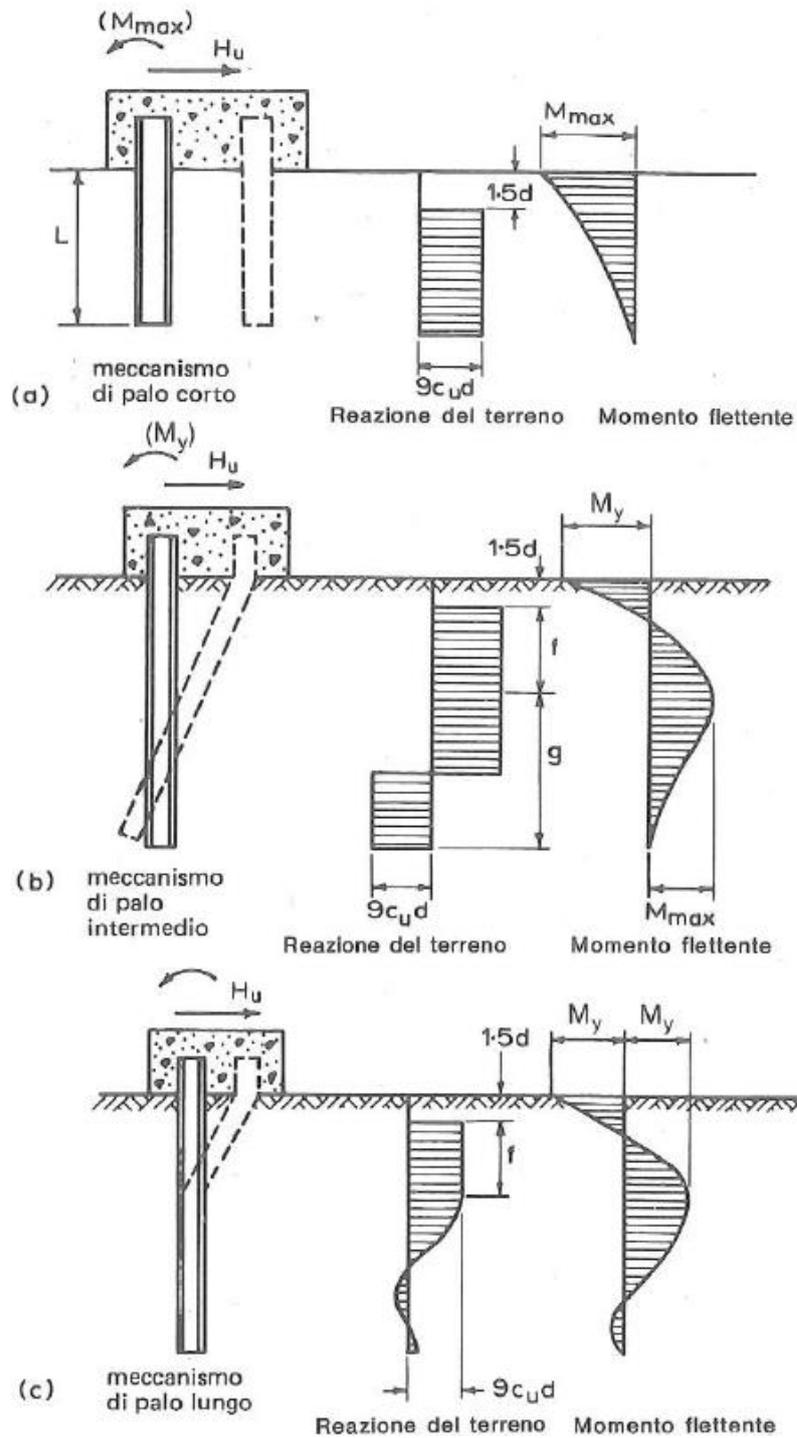


Figura 10.4 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

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 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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' .

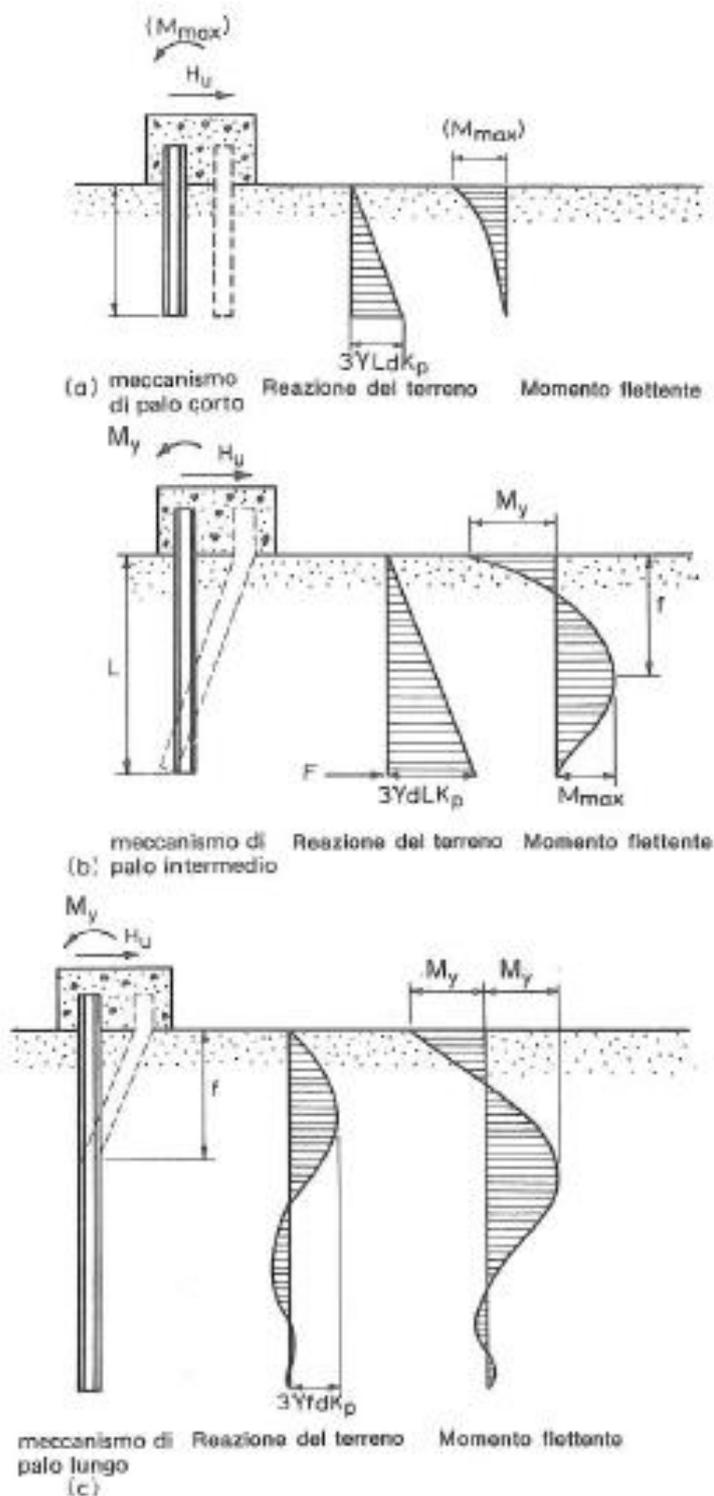


Figura 10.5 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni incoerenti (Broms, 1984).

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

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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

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

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

Nel caso di palo scalzato (ove presente) e per il caso di palo lungo, il valore di $H \lim$ si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H \lim = 1.5k_p \gamma D f^2$$

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

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

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

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.

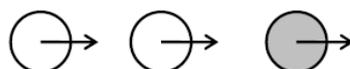


Figura 10.6 – Schema A – Pali in linea

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.

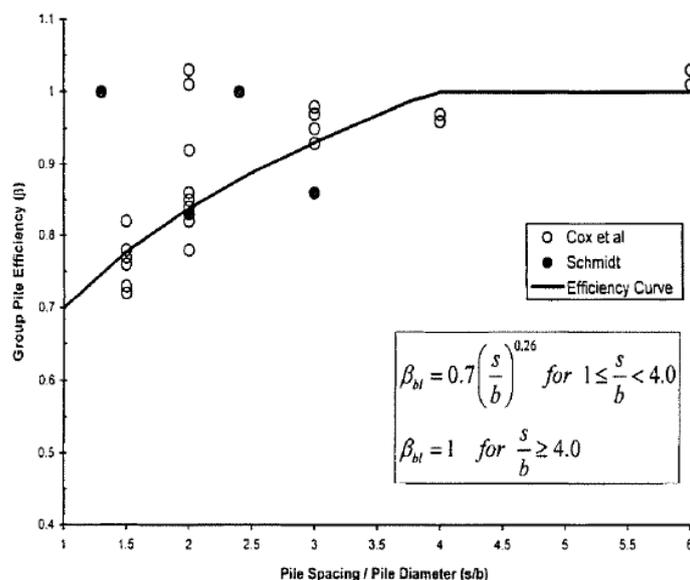


Figura 10.7 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

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

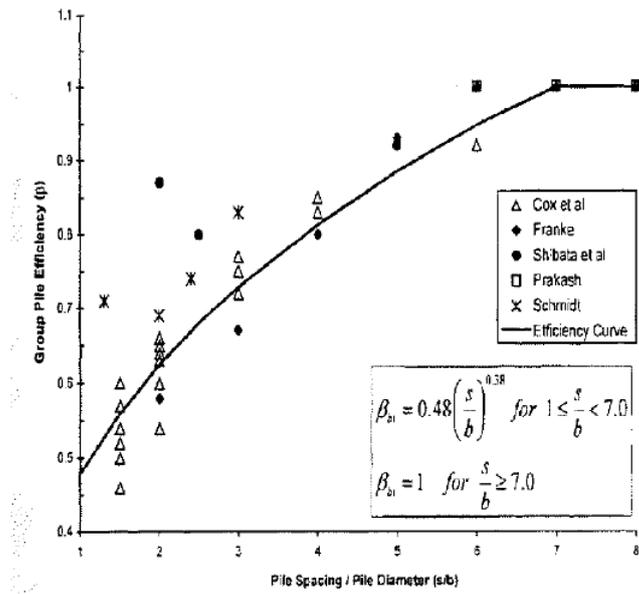


Figura 10.8 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

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

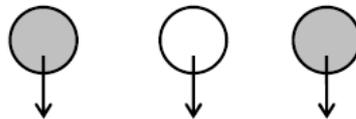


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

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.

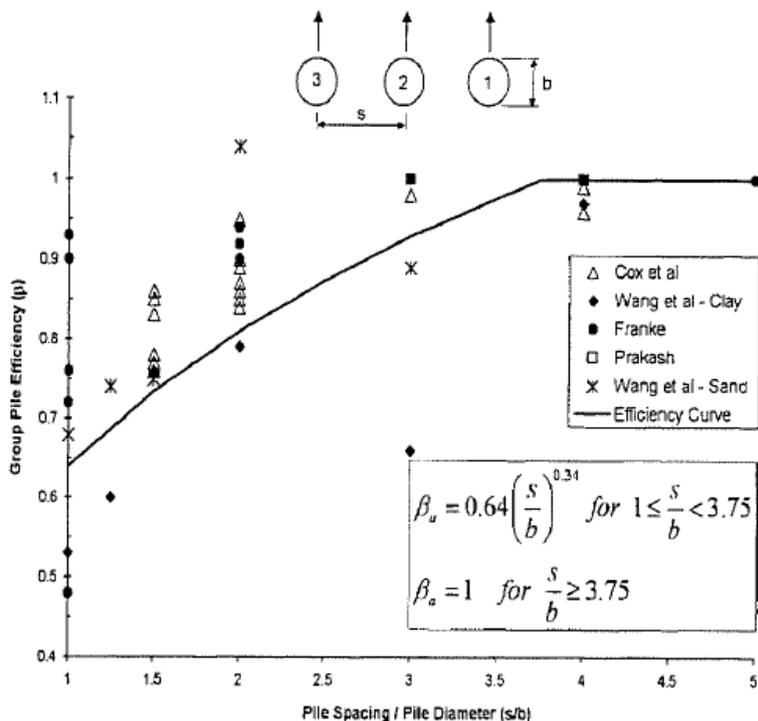


Figura 10.10 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

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;

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

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.

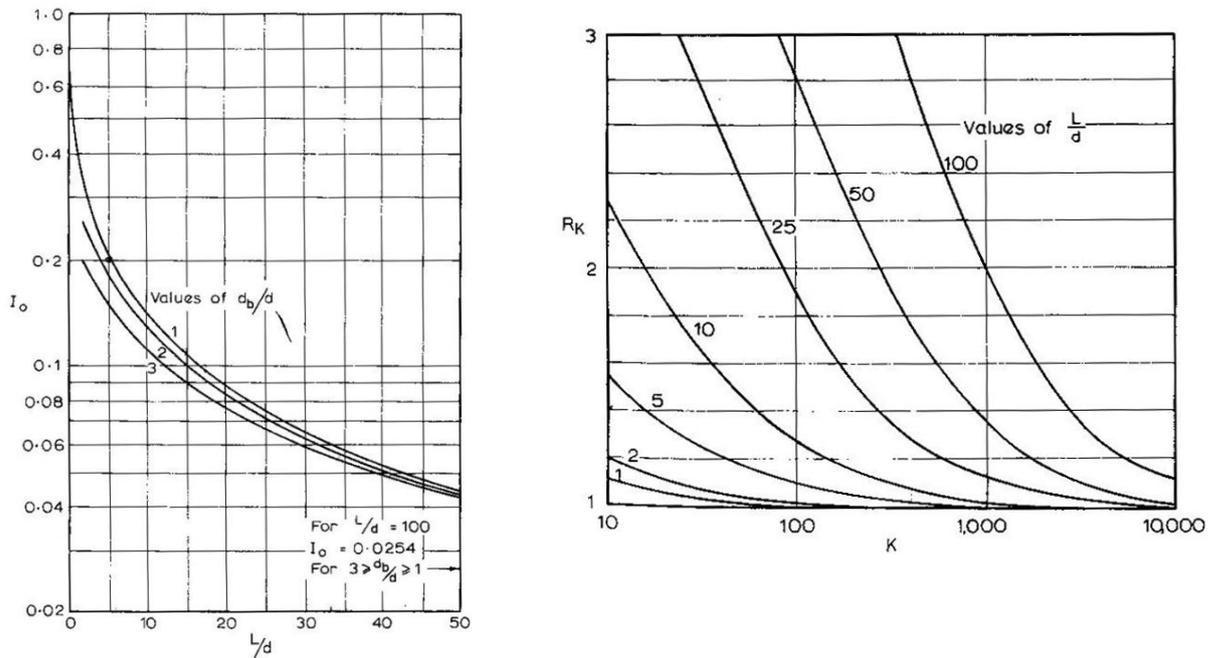


Figura 10.11 – fattori correttivi I_o ed R_K

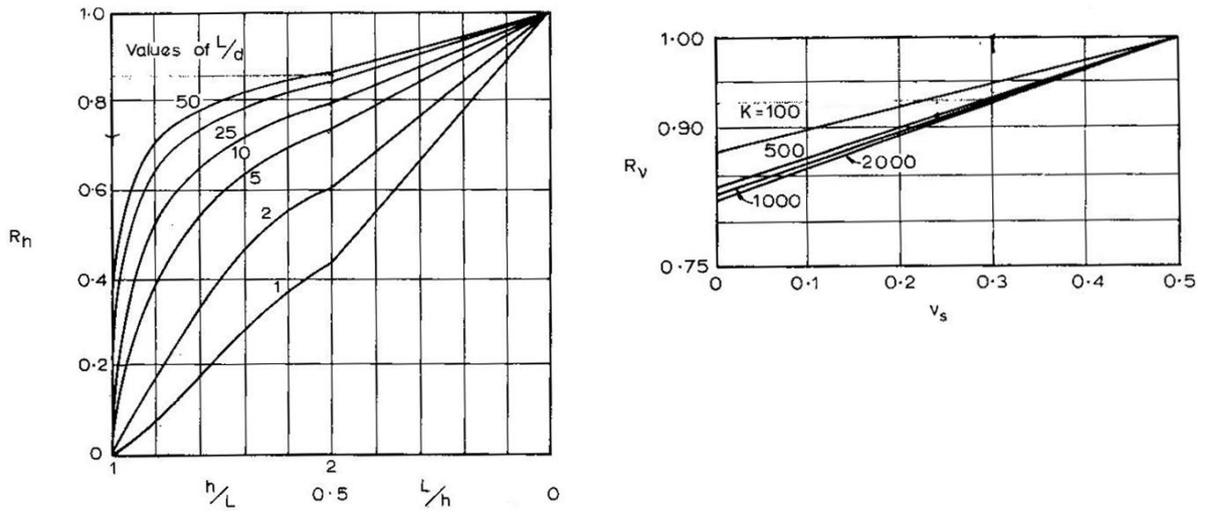


Figura 10.12 – fattori correttivi R_h ed R_v

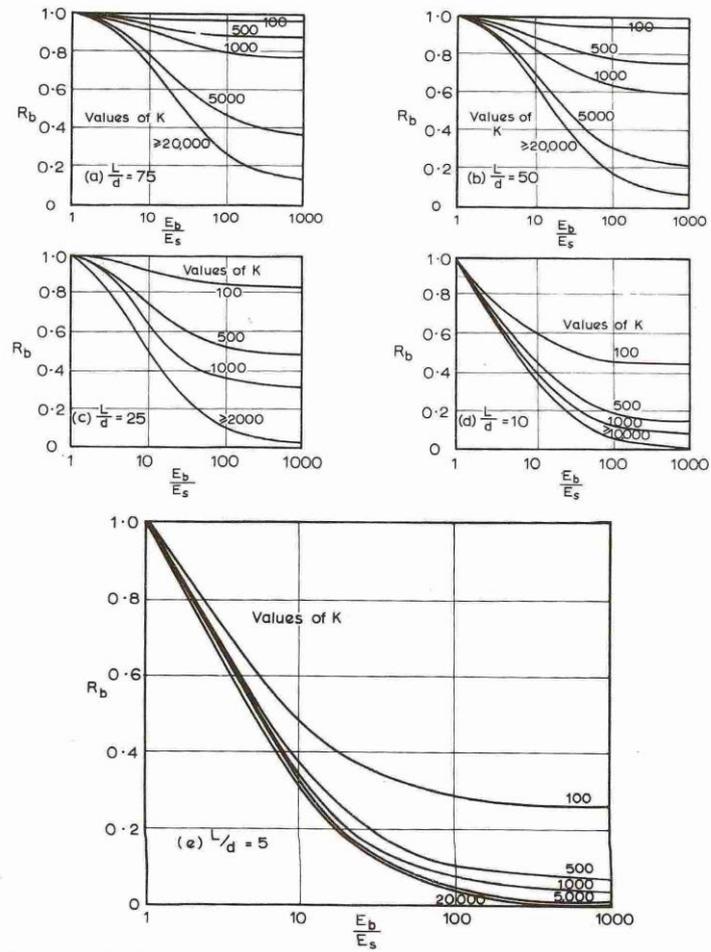


Figura 10.13 - fattore correttivo R_b : caso end-bearing

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 A** 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 A : 24 (8 x 3)**

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:	VI07	Numero delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento dei pali	1
Allineamento:	Spalle e Pile		
Profondità falda da piano di campagna	z _w	m	4.0

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA											DI DEFORMAB Eoperativo [MPa]
				VALORI MEDI					VALORI MINIMI					NSPT	
				γ_{med} [kPa]	$q_{U,med}$ [kPa]	$c_{U,med}$ [kPa]	c'_{med} [kPa]	ϕ'_{med} [°]	γ_{min} [kPa]	$q_{U,min}$ [kPa]	$c_{U,min}$ [kPa]	c'_{min} [kPa]	ϕ'_{min} [°]		
1	0.00	7.00	ALF	19.0	-	5.0	23.0	25	18.0	0.0	20.0	20	15		
2	7.00	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.

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 (L_p), 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.

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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	Pila P1	30.0	4500	1219	5546	3704	987	4500	4500	4124	92%	3323	2785	2785	0	0%
	SpA	30.0	4500	1219	5546	3704	987	4500	4500	4277	95%	3323	2785	2785	1511	54%

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	Pila P1	1.20	3.60	8	73%	32251	26165	26165	24636	94%
	SpA	1.20	3.60	24	68%	91074	73887	73887	49000	66%

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 P1	1564	871	462	53%	8	80%	5574	3696	66%
STR2	SpA	5440	1690	1179	70%	24	80%	32444	28296	87%

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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 la Spalla A 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	3030	4.6	14.7
SpA	2984	5.0	16.3

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

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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:

VI07 - S. ANTONIO

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
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

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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 $L_{imp}= 301.2$ m maggiore della lunghezza limite $L_{min}= 266.7$ m, si considerano gli effetti della variabilità spaziale del moto.

S.S.121 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

Viadotto/Ponte			VI07 - S.ANTONIO	
Dati impalcato			Analisi SLV	Analisi SLC
Lunghezza dell'impalcato	Limp	[m]	301.2	301.2
Peso dell'impalcato al metro lineare	Pv	[kN]	154.4	154.4
Peso complessivo dell'impalcato	Pv	[kN]	46494.0	46494.0
Massa dell'impalcato	M	[kN / (m/sec ²)]	4739.4	4739.4
Dati Sistema di isolamento				
Fattore di smorzamento viscoso	ζ	[%]	10%	10%
Fattore η	η	[-]	0.82	0.82
Isolatori tipo 1	Tipiso_1	[-]	SI-N500/300	SI-N500/300
Numero isolatori tipo 1	niso_1	[-]	4	4
Rigidezza isolatori tipo 1	Kh iso_1	[kN/m]	1050	1050
Isolatori tipo 2	Tipiso_2	[-]	SI-N800/300	SI-N800/300
Numero isolatori tipo 2	niso_2	[-]	14	14
Rigidezza isolatori tipo 2	Kh iso_2	[kN/m]	2510	2510
Rigidezza equivalente	Kh tot	[kN/m]	39340	39340
Periodo equivalente della struttura isolata	T _{is}	[sec]	2.18	2.18
Dati Sisma			SLV	SLC
Accelerazione al suolo	a _g	[g]	0.230	0.289
Parametro F ₀	F ₀	[-]	2.433	2.496
Tempo T* _c	T* _c	[sec]	0.307	0.319
accelerazione al suolo	a _g	[m/sec ²]	2.26	2.84
Categoria di Sottosuolo	Cat_S	[-]	C	C
Parametro S _s	S _s	[-]	1.36	1.27
Parametro C _c	C _c	[-]	1.55	1.53
Categoria topografica	Cat_T	[-]	T1	T1
Parametro S _T	S _T	[-]	1.00	1.00
Parametro S	S	[-]	1.36	1.27
Periodo T _B	T _B	[sec]	0.159	0.163
Periodo T _C	T _C	[sec]	0.476	0.488
Periodo T _D	T _D	[sec]	2.520	2.756
Accelerazione spettrale per T=T _B a _g S η F ₀	Se(T _B)	[m/sec ²]	6.11	7.32
Accelerazione spettrale per T=T _C a _g S η F ₀	Se(T _C)	[m/sec ²]	6.11	7.32
Accelerazione spettrale per T=T _D a _g S η 2.5 T _C /T _D	Se(T _D)	[m/sec ²]	1.15	1.30
Spostamento assoluto orizzontale massimo del terreno	dg	[m]	0.092	0.121
Spostamento relativo massimo del terreno tra 2 punti indipendenti	dijmax	[m]	0.163	0.214
Distanza tra due punti oltre la quale il moto può considerarsi indipendente	Lg		Lg	400.0
Lunghezza dell'impalcato continuo oltre la quale considerare gli effetti della var. spaziale del moto	Llim		Llim	266.7
Spostamento relativo orizzontale massimo del terreno	dri	[m]	0.024	0.064

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

Risultati

accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$S_e(T_{is})$	[m/sec ²]	1.33	1.64
Forza complessiva trasmessa alle sottostrutture	F_{sis}	[kN]	6325	7770
Rapporto tra Forza orizzontale e peso dell'impalcato	F_{sis}/P_{imp}	[%]	14%	17%
Spostamento del centro di rigidità calcolato	d_{dc}	[m]	0.161	0.198
Distanza massima da asse sistema isolamento	L_{max}	[m]	150.00	150.00
Coefficiente di dilatazione termica impalcato	α		1.00E-05	1.00E-05
Variazione termica di progetto per appoggi - allungamento	$\Delta T+$	[°]	50.8	50.8
Variazione termica di progetto per appoggi - contrazione	$\Delta T-$	[°]	46.6	46.6
Allungamento per dilatazione termica positiva	$d_{\Delta T+}$	[m]	0.076	0.076
Contrazione per dilatazione termica negativa	$d_{\Delta T-}$	[m]	-0.070	-0.070
deformazione totale finale per ritiro			0.00027	0.00027
Area soletta soggetta a ritiro			2.700	2.700
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (ritiro)	n_{rit}		15.8	15.788
Area sezione resistente omogeneizzata all'acciaio			0.341	0.341
Contrazione complessiva per ritiro del cls			-0.00014	-0.00014
Contrazione per ritiro	d_{cr}	[m]	-0.020	-0.020
Spostamento Sismico di progetto iso: $d_E = (d_{dc}^2 + d_{VSM}^2)^{0.5}$			0.163	0.208
Spost. sismico di progetto iso: $d_{Ed} = d_E + \max[\text{ass}(d_{cr} + 0.5d_{\Delta T-}); 0.5d_{\Delta T+}]$	d_{Ed}	[m]	0.218	0.263
spostamento di progetto consentito dagli isolatori	d_{max}	[m]	0.300	0.300

Il massimo spostamento dell'isolatore è pari a 263 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 218 mm.

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 "Catanese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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	Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX	

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 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

13 ALLEGATO 1 – SOTTOSTRUTTURE – PILA P1

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

Pila oggetto di analisi e verifica		nome	P1
Azioni trasmesse da impalcato (0 = Analisi semplificata - 1 = Analisi FEM)		Analisi	1
Geometria impalcato		Var	unità
Lunghezza complessiva viadotto		Ltot	m 301.20
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 120.00
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 39340
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 98350
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 7.00
Dimensione fusto pila in direzione longitudinale		Blpil	m 2.30
Dimensione fusto pila in direzione trasversale			3.50
Area sezione fusto pila		Apil	m ² 6.91
Volume pila		Vpil	m ³ 73.73
Momento d'inerzia in direzione longitudinale sezione fusto pila		Ilong	m ⁴ 2.61
Momento d'inerzia in direzione trasversale sezione fusto pila		ltrasv	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 110.81
	Carico	fac	HI
			[KN]
			Ht
			[KN]
			P
			[KN]
			Mt
			[KNm]
			MI
			[KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	1.00	0.0
			0.0
			4285.4
			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
			[KN]
			Ht
			[KN]
			P
			[KN]
			Mt
			[KNm]
			MI
			[KNm]
Permanenti portati impalcato	G2-a	1.00	0.0
			0.0
			1684.1
			294.0
			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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

	Carico	fac	[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]		
Ritiro	e2	1.00	153.8	0.0	379.9	0.0	126.9		
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 597.8		
Reazione sulla pila da schema di carico 1 - corsia n.1 - Carichi distribuiti						RQ1-d	kN 1140.8		
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
			HI	Ht	P	Mt	MI		
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]		
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx			Q1-a	0.0	0.0	3049.4	4424.7	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
			HI	Ht	P	Mt	MI		
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]		
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx			Q1-b	0.0	0.0	2454.0	6136.1	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
			HI	Ht	P	Mt	MI		
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]		
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx			Q1-c	0.0	0.0	3049.4	-4424.7	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
			HI	Ht	P	Mt	MI		
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]		
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx			Q1-d	0.0	0.0	2454.0	-6136.1	0.0	
Effetti della frenatura						Var	unità		
Azione longitudinale di frenatura						Hq3	kN 900.0		
			HI	Ht	P	Mt	MI		
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]		
Frenatura			q3	153.8	0.0	0.0	0.0	126.9	
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		
			HI	Ht	P	Mt	MI		
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]		
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax			q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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
Vento ad impalcato scarico				Var	unità	
azione del vento sull'impalcato scarico	q5-a			kN/m ²	1.61	
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento	Himp_lat			m	5.27	
Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso	zg_lat_a			m	2.64	
	Carico	fac	HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Vento ad impalcato scarico	q5-a	1.00	0.0	270.8	0.0	937.0
						MI
						[KNm]
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	5.21	
Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso	zg_lat_b			m	2.61	
	Carico	fac	HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Vento ad impalcato carico	q5-b	1.00	0.0	350.6	0.0	1202.6
						MI
						[KNm]
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
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Azione idrodinamica - Piena di progetto	q6		0.0	0.0	0.0	0.0
						MI
						[KNm]
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
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Variazione termica positiva	q7-a		519.8	0.0	189.9	0.0
						MI
						[KNm]
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
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Variazione termica negativa	q7-b		445.0	0.0	-227.9	0.0
						MI
						[KNm]
Resistenze passive dei vincoli				Var	unità	
azione orizzontale longitudinale per resistenza passiva dei vincoli	Hq9			kN	0.0	
	Carico		HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Resistenze passive dei vincoli	q9		0.0	0.0	0.0	0.0
Carichi agenti sulle strutture della pila				Var	unità	
Peso proprio pila						
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	1843.3	
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	1.12	
	Carico		HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Effetti del vento sul pulvino (alla base)	q5-c1		0.0	0.0	0.0	0.0

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Effetti del vento sul fusto pila (alla base)	q5-c2	0.0	18.0	0.0	63.1	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	[-]	2.433
Tempo T_C^*		T_C^*	sec	0.307
Parametro F_v		F_v		1.58
accelerazione al suolo		a_g	m/sec ²	2.26
Categoria di Sottosuolo		Cat_S		C
Parametro S_s		S_s		1.36
Parametro C_C		C_C		1.55
Categoria topografica		Cat_T		T1
Parametro S_T		S_T		1.00
Parametro S		S		1.36
Periodo T_B		T_B	sec	0.159
Periodo T_C		T_C	sec	0.476
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	7.49
Accelerazione spettrale per $T=T_C$ $a_g S \eta F_0$		Se(T_C)	m/sec ²	7.49
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	2162.2	0.0	0.0	0.0	3388.7
Effetti sisma trasv. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-y	0.0	2162.2	0.0	3388.7	0.0

Analisi sismica sottostrutture agli SLV- direzione verticale

		Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico verticale al pianerottolo	$k_v = a_g S \eta F_v$	k_v		0.49
Azione sismica sul pulvino + baggioli + ritegni		HSLV.p-Z1	kN	15.7
Azione sismica sul fusto pila		HSLV.p-Z2	kN	911.1
Azione sismica sul plinto di fondazione + rinterro		HSLV.p-Z3	kN	3405.9

Sisma longitudinale - Impalcato isolato

		Var	unità	
azione orizzontale longitudinale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Hsis-long	kN	1184.3

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma longitudinale	ESLV-X	1184.3	0.0	0.0	0.0	977.0

Sisma trasversale - Impalcato isolato

		Var	unità	
azione orizzontale trasversale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Hsis-trasv	kN	778.1
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	778.1	0.0	1981.6	0.0

Sisma verticale - Impalcato isolato

		Var	unità	
coefficiente sismico verticale al pianerottolo		k_v		0.49
azione verticale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Psis	kN	1004.5

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	1004.5	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	4285.4	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	1684.1	294.0	0.0

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Ritiro	e2	153.8	0.0	379.9	0.0	126.9
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3049.4	4424.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	2454.0	6136.1	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3049.4	-4424.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	2454.0	-6136.1	0.0
Frenatura	q3	153.8	0.0	0.0	0.0	126.9
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	270.8	0.0	937.0	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	350.6	0.0	1202.6	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	519.8	0.0	189.9	0.0	428.8
Variazione termica negativa	q7-b	445.0	0.0	-227.9	0.0	367.1
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1184.3	0.0	0.0	0.0	977.0
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	778.1	0.0	1981.6	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	1004.5	0.0	0.0

Azioni all'intradosso del pulvino (testa fusto pila)

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	4285.4	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	1684.1	294.0	0.0
Ritiro	e2	153.8	0.0	379.9	0.0	126.9
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3049.4	4424.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	2454.0	6136.1	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3049.4	-4424.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	2454.0	-6136.1	0.0
Frenatura	q3	153.8	0.0	0.0	0.0	126.9
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	270.8	0.0	937.0	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	350.6	0.0	1202.6	0.0
Azione idrodinamica	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	519.8	0.0	189.9	0.0	428.8
Variazione termica negativa	q7-b	445.0	0.0	-227.9	0.0	367.1
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1184.3	0.0	0.0	0.0	977.0
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	778.1	0.0	1981.6	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	1020.2	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	4285.4	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	1874.9	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	1684.1	294.0	0.0
Ritiro	e2	153.8	0.0	379.9	0.0	1203.5
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3049.4	4424.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	2454.0	6136.1	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3049.4	-4424.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	2454.0	-6136.1	0.0
Frenatura	q3	153.8	0.0	0.0	0.0	1203.5
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	288.8	0.0	2895.7	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	368.6	0.0	3719.9	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	519.8	0.0	189.9	0.0	4067.4
Variazione termica negativa	q7-b	445.0	0.0	-227.9	0.0	3482.1
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1184.3	0.0	0.0	0.0	9267.1
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	778.1	0.0	7428.3	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	1931.2	0.0	0.0

Azioni all'intradosso del plinto di fondazione

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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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	4285.4	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	6265.6	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	1684.1	294.0	0.0
Permanenti portati rinterro	G2-b	0.0	0.0	2500.2	0.0	0.0
Ritiro	e2	153.8	0.0	379.9	0.0	1557.2
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3049.4	4424.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	2454.0	6136.1	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3049.4	-4424.7	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	2454.0	-6136.1	0.0
Frenatura	q3	153.8	0.0	0.0	0.0	1557.2
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	288.8	0.0	3560.0	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	368.6	0.0	4567.7	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	519.8	0.0	189.9	0.0	5263.0
Variazione termica negativa	q7-b	445.0	0.0	-227.9	0.0	4505.6
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	3346.5	0.0	0.0	0.0	15379.8
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	2940.3	0.0	12606.7	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	5337.2	0.0	0.0

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Allineamento: P1

RIEPILOGO AZIONI AL BARICENTRO DELLA PALIFICATA

		HI [kN]	Ht [kN]	P [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]		
Peso proprio impalcato	G1-a	0	0	4285	0	0	Peso proprio impalcato	G1-b
Peso proprio pila	G1-b	0	0	6266	0	0	Peso proprio pila	G1-b
Permanenti portati impalcato	G2-a	0	0	1684	294	0	Permanenti portati impalcato	G2-a
Permanenti portati rinterro	G2-b	0	0	2500	0	0	Permanenti portati rinterro	G2-b
Ritiro	e2	154	0	380	0	1557	Ritiro	e2
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0	0	3049	4425	0	Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0	0	2454	6136	0	Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0	0	3049	-4425	0	Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0	0	2454	-6136	0	Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d
Frenatura	q3	154	0	0	0	1557	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	289	0	3560	0	Vento ad impalcato scarico	q5-a
Vento ad impalcato carico	q5-b	0	369	0	4568	0	Vento ad impalcato carico	q5-b
Azioni idrodinamiche	q6	0	0	0	0	0		
Variazione termica positiva	q7-a	520	0	190	0	5263	Variazione termica positiva	q7-a
Variazione termica negativa	q7-b	445	0	-228	0	4506	Variazione termica negativa	q7-b
Resistenze passive dei vincoli	q9	0	0	0	0	0	Resistenze passive dei vincoli	q9
Sisma longitudinale	ESLV-X	3347	0	0	0	15380	Sisma longitudinale	q6.i-X
Sisma trasversale	ESLV-Y	0	2940	0	12607	0	Sisma trasversale	q6.i-Y
Sisma verticale	ESLV-Z	0	0	5337	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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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	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
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	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	1.01	1.01	0.00
Frenatura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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 - VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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
Peso proprio pila	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti portati rinterro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ritiro	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	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	0.75	0.75	0.00	0.00
Frenatura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azione centrifuga - Combinazioni 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
Vento ad impalcato scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vento ad impalcato carico	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Azioni idrodinamiche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variazione termica positiva	0.60	0.00	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
Variazione termica negativa	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
Resistenze passive dei vincoli	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	S.L.E.car							
	q6							
Peso proprio impalcato	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

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
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
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
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-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	0.00
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
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
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
Vento ad impalcato scarico	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
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
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
Variazione termica positiva	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00
Variazione termica negativa	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
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
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
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
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

SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

S.L.U.																		
					q1									q3				
HI	652	585	652	585	652	585	652	585	445	793	445	793	445	793	445	793		
Ht	332	332	332	332	-332	-332	-332	-332	332	332	332	332	-332	-332	-332	-332		
P	24636	24260	23832	23456	24636	24260	23832	23456	23607	23231	23004	22628	23607	23231	23004	22628		
Mx	10481	10481	12792	12792	-9687	-9687	-11998	-11998	8988	8988	10721	10721	-8194	-8194	-9927	-9927		
My	6605	5924	6605	5924	6605	5924	6605	5924	4503	8026	4503	8026	4503	8026	4503	8026		
S.L.U.																		
					q4									q5				
Fx	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585		
Fy	332	332	332	332	-332	-332	-332	-332	553	553	553	553	-553	-553	-553	-553		
Fz	23607	23231	23004	22628	23607	23231	23004	22628	23607	23231	23004	22628	23607	23231	23004	22628		
Mx	8988	8988	10721	10721	-8194	-8194	-9927	-9927	11728	11728	13461	13461	-10935	-10935	-12667	-12667		
My	6605	5924	6605	5924	6605	5924	6605	5924	6605	5924	6605	5924	6605	5924	6605	5924		
S.L.U.																		
					q7													
Fx	185	185	185	185	185	185	185	185										
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0										
Fz	23436	23436	22833	22833	23436	23436	22833	22833										
Mx	4877	4877	6610	6610	-4083	-4083	-5816	-5816										
My	1869	1869	1869	1869	1869	1869	1869	1869										
S.L.V.																		
					q6.x									q6.y				
Fx	3589	3589	3589	3589	-3089	-3089	-3089	-3089	1247	1247	-746	-746	1247	1247	-746	-746		
Fy	882	882	-882	-882	882	882	-882	-882	2940	2940	2940	2940	-2940	-2940	-2940	-2940		

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Fz	16671	13469	16671	13469	16754	13552	16754	13552	16671	13469	16754	13552	16671	13469	16754	13552
Mx	4076	4076	-3488	-3488	4076	4076	-3488	-3488	12901	12901	12901	12901	-12313	-12313	-12313	-12313
My	17838	17838	17838	17838	-12770	-12770	-12770	-12770	7072	7072	-2004	-2004	7072	7072	-2004	-2004

S.L.E.car																
q1									q3							
Fx	466	421	466	421	466	421	466	421	312	575	312	575	312	575	312	575
Fy	221	221	221	221	-221	-221	-221	-221	221	221	221	221	-221	-221	-221	-221
Fz	18279	18028	17683	17433	18279	18028	17683	17433	17516	17266	17070	16819	17516	17266	17070	16819
Mx	7459	7459	9171	9171	-6871	-6871	-8583	-8583	6353	6353	7637	7637	-5765	-5765	-7049	-7049
My	4715	4261	4715	4261	4715	4261	4715	4261	3158	5818	3158	5818	3158	5818	3158	5818

S.L.E.car																
q4									q5							
Fx	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421
Fy	221	221	221	221	-221	-221	-221	-221	369	369	369	369	-369	-369	-369	-369
Fz	17516	17266	17070	16819	17516	17266	17070	16819	17516	17266	17070	16819	17516	17266	17070	16819
Mx	6353	6353	7637	7637	-5765	-5765	-7049	-7049	8180	8180	9464	9464	-7592	-7592	-8876	-8876
My	4715	4261	4715	4261	4715	4261	4715	4261	4715	4261	4715	4261	4715	4261	4715	4261

S.L.E.car																
q7																
Fx	154	154	154	154	154	154	154	154								
Fy	221	221	221	221	-221	-221	-221	-221								
Fz	17402	17402	16956	16956	17402	17402	16956	16956								
Mx	6353	6353	7637	7637	-5765	-5765	-7049	-7049								
My	1557	1557	1557	1557	1557	1557	1557	1557								

S.L.E.freq													S.L.E.qp			
q1									q5							
Fx	414	376	414	376	414	376	414	376	414	376	414	376	414	376	414	376
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	58	58	-58	-58	0	0	0	0
Fz	17497	17288	17051	16842	17497	17288	17051	16842	15210	15001	15210	15001	15210	15001	15210	15001
Mx	3613	3613	4896	4896	-3025	-3025	-4308	-4308	1006	1006	-418	-418	294	294	294	294
My	4189	3810	4189	3810	4189	3810	4189	3810	4189	3810	4189	3810	4189	3810	4189	3810

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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

8		57.97		59.54		S.L.U.											
CARICO ASSIALE		q1								q3							
PALO																	
1	2079	2068	1835	1824	3332	3321	3375	3364	2154	1921	1971	1738	3222	2988	3254	3020	
2	2730	2719	2630	2619	2730	2719	2630	2619	2713	2479	2637	2404	2713	2479	2637	2404	
3	3381	3370	3424	3413	2128	2117	1884	1873	3271	3037	3303	3070	2204	1970	2021	1787	
4	2763	2716	2593	2546	3372	3325	3341	3294	2680	2633	2552	2505	3198	3151	3175	3128	
5	3396	3349	3365	3318	2787	2740	2617	2570	3222	3175	3199	3152	2703	2656	2576	2529	
6	2778	2695	2534	2451	4031	3948	4074	3991	2631	2770	2448	2587	3698	3837	3730	3870	
7	3429	3346	3329	3245	3429	3346	3329	3245	3189	3329	3114	3253	3189	3329	3114	3253	
8	4080	3997	4123	4040	2827	2744	2583	2500	3747	3887	3780	3919	2680	2820	2497	2637	
Nmax	4080	3997	4123	4040	4031	3948	4074	3991	3747	3887	3780	3919	3698	3837	3730	3870	
Nmin	2079	2068	1835	1824	2128	2117	1884	1873	2154	1921	1971	1738	2204	1970	2021	1787	
TAGLIO																	
taglio Vx	82	73	82	73	82	73	82	73	56	99	56	99	56	99	56	99	
taglio Vy	41	41	41	41	-41	-41	-41	-41	41	41	41	41	-41	-41	-41	-41	
V	91	84	91	84	91	84	91	84	69	107	69	107	69	107	69	107	

		S.L.U.															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1	2043	2032	1860	1849	3110	3099	3143	3132	1873	1862	1690	1679	3281	3270	3313	3302	
2	2601	2590	2526	2515	2601	2590	2526	2515	2601	2590	2526	2515	2601	2590	2526	2515	
3	3160	3149	3192	3181	2092	2082	1910	1899	3330	3319	3362	3351	1922	1911	1739	1728	
4	2680	2633	2552	2505	3198	3151	3175	3128	2597	2550	2469	2422	3281	3234	3258	3211	
5	3222	3175	3199	3152	2703	2656	2576	2529	3305	3258	3282	3235	2621	2574	2493	2446	
6	2742	2659	2559	2476	3809	3726	3842	3758	2572	2489	2389	2306	3979	3896	4012	3929	
7	3300	3217	3225	3142	3300	3217	3225	3142	3300	3217	3225	3142	3300	3217	3225	3142	
8	3859	3776	3891	3808	2791	2708	2608	2525	4029	3946	4061	3978	2621	2538	2438	2355	
Nmax	3859	3776	3891	3808	3809	3726	3842	3758	4029	3946	4061	3978	3979	3896	4012	3929	
Nmin	2043	2032	1860	1849	2092	2082	1910	1899	1873	1862	1690	1679	1922	1911	1739	1728	
TAGLIO																	
taglio Vx	82	73	82	73	82	73	82	73	82	73	82	73	82	73	82	73	
taglio Vy	41	41	41	41	-41	-41	-41	-41	69	69	69	69	-69	-69	-69	-69	
V	91	84	91	84	91	84	91	84	107	101	107	101	107	101	107	101	

		S.L.U.														
CARICO ASSIALE		q7														
PALO																
1	2528	2528	2345	2345	3084	3084	3116	3116								
2	2831	2831	2755	2755	2831	2831	2755	2755								
3	3134	3134	3166	3166	2577	2577	2394	2394								
4	2782	2782	2655	2655	3053	3053	3030	3030								
5	3077	3077	3054	3054	2806	2806	2679	2679								
6	2726	2726	2543	2543	3282	3282	3314	3314								
7	3028	3028	2953	2953	3028	3028	2953	2953								

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

8	3331	3331	3364	3364	2775	2775	2592	2592
Nmax	3331	3331	3364	3364	3282	3282	3314	3314
Nmin	2528	2528	2345	2345	2577	2577	2394	2394
TAGLIO								
taglio Vx	23	23	23	23	23	23	23	23
taglio Vy	0	0	0	0	0	0	0	0
V	23							

S.L.V.

CARICO ASSIALE PALO	q6.x									q6.y							
	1	887	487	1357	956	2517	2117	2987	2586	908	508	1399	999	2474	2074	2965	2565
2	1140	740	1140	740	2770	2370	2770	2370	1710	1309	2200	1800	1710	1309	2200	1800	
3	1393	993	923	523	3023	2623	2553	2153	2511	2111	3002	2601	945	545	1436	1035	
4	1961	1561	2189	1789	1971	1571	2200	1799	1694	1294	1705	1305	2456	2055	2466	2066	
5	2207	1807	1979	1578	2217	1817	1989	1589	2473	2073	2484	2083	1712	1312	1723	1322	
6	2775	2374	3244	2844	1165	765	1635	1235	1657	1257	1187	787	3223	2822	2753	2353	
7	3028	2627	3028	2627	1419	1018	1419	1018	2458	2058	1988	1588	2458	2058	1988	1588	
8	3281	2881	2811	2411	1672	1271	1202	802	3259	2859	2789	2389	1693	1293	1224	823	
Nmax	3281	2881	3244	2844	3023	2623	2987	2586	3259	2859	3002	2601	3223	2822	2965	2565	
Nmin	887	487	923	523	1165	765	1202	802	908	508	1187	787	945	545	1224	823	
TAGLIO																	
taglio Vx	449	449	449	449	-386	-386	-386	-386	156	156	-93	-93	156	156	-93	-93	
taglio Vy	110	110	-110	-110	110	110	-110	-110	368	368	368	368	-368	-368	-368	-368	
V	462	462	462	462	402	402	402	402	399	399	379	379	399	399	379	379	

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q1								q3							
PALO																	
1		1572	1565	1391	1384	2462	2455	2494	2487	1628	1456	1492	1320	2381	2208	2404	2232
2		2035	2028	1961	1954	2035	2028	1961	1954	2022	1850	1967	1795	2022	1850	1967	1795
3		2499	2491	2530	2523	1609	1601	1428	1421	2417	2245	2441	2269	1664	1492	1529	1357
4		2060	2028	1934	1902	2492	2461	2470	2438	1998	1966	1903	1872	2364	2332	2347	2315
5		2510	2479	2487	2456	2077	2046	1951	1920	2381	2350	2364	2333	2015	1984	1921	1890
6		2071	2016	1890	1835	2961	2906	2993	2938	1962	2071	1827	1936	2715	2824	2739	2848
7		2534	2479	2460	2404	2534	2479	2460	2404	2357	2466	2301	2410	2357	2466	2301	2410
8		2998	2942	3029	2974	2108	2052	1927	1871	2751	2861	2775	2884	1999	2108	1863	1972
Nmax		2998	2942	3029	2974	2961	2906	2993	2938	2751	2861	2775	2884	2715	2824	2739	2848
Nmin		1572	1565	1391	1384	1609	1601	1428	1421	1628	1456	1492	1320	1664	1492	1529	1357
TAGLIO																	
taglio Vx		58	53	58	53	58	53	58	53	39	72	39	72	39	72	39	72
taglio Vy		28	28	28	28	-28	-28	-28	-28	28	28	28	28	-28	-28	-28	-28
V		64	59	64	59	64	59	64	59	48	77	48	77	48	77	48	77

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1		1545	1538	1410	1403	2298	2291	2322	2315	1432	1425	1296	1289	2412	2404	2435	2428
2		1940	1933	1884	1877	1940	1933	1884	1877	1940	1933	1884	1877	1940	1933	1884	1877
3		2335	2327	2359	2351	1582	1575	1446	1439	2448	2441	2472	2465	1469	1461	1333	1326
4		1998	1966	1903	1872	2364	2332	2347	2315	1943	1911	1848	1817	2419	2387	2402	2370
5		2381	2350	2364	2333	2015	1984	1921	1890	2436	2405	2419	2388	1960	1929	1866	1834
6		2044	1989	1909	1854	2797	2742	2821	2766	1931	1876	1795	1740	2911	2855	2934	2879
7		2439	2384	2383	2328	2439	2384	2383	2328	2439	2384	2383	2328	2439	2384	2383	2328
8		2834	2778	2857	2802	2081	2026	1945	1890	2947	2892	2971	2916	1967	1912	1832	1777

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE

RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Nmax	2834	2778	2857	2802	2797	2742	2821	2766	2947	2892	2971	2916	2911	2855	2934	2879
Nmin	1545	1538	1410	1403	1582	1575	1446	1439	1432	1425	1296	1289	1469	1461	1333	1326
TAGLIO																
taglio Vx	58	53	58	53	58	53	58	53	58	53	58	53	58	53	58	53
taglio Vy	28	28	28	28	-28	-28	-28	-28	46	46	46	46	-46	-46	-46	-46
V	64	59	64	59	64	59	64	59	74	70	74	70	74	70	74	70

		S.L.E.car							
		q7							
CARICO ASSIALE									
PALO									
1	1698	1698	1563	1563	2451	2451	2475	2475	
2	2093	2093	2037	2037	2093	2093	2037	2037	
3	2487	2487	2511	2511	1735	1735	1599	1599	
4	1983	1983	1889	1889	2349	2349	2332	2332	
5	2367	2367	2350	2350	2001	2001	1907	1907	
6	1863	1863	1728	1728	2616	2616	2640	2640	
7	2258	2258	2202	2202	2258	2258	2202	2202	
8	2652	2652	2676	2676	1900	1900	1764	1764	
Nmax	2652	2652	2676	2676	2616	2616	2640	2640	
Nmin	1698	1698	1563	1563	1735	1735	1599	1599	
TAGLIO									
taglio Vx	19	19	19	19	19	19	19	19	
taglio Vy	28	28	28	28	-28	-28	-28	-28	
V	34								

		S.L.freq								S.L.qp				
		q1				q5								
CARICO ASSIALE														
PALO														
1	1741	1735	1606	1600	2153	2147	2177	2171	1617	1611	1706	1700	1661	1655
2	1966	1959	1910	1904	1966	1959	1910	1904	1680	1674	1680	1674	1680	1674
3	2190	2184	2214	2208	1778	1772	1642	1636	1742	1736	1654	1648	1698	1692
4	2078	2052	1984	1957	2278	2252	2261	2235	1871	1845	1914	1888	1892	1866
5	2296	2270	2279	2253	2096	2070	2001	1975	1932	1906	1889	1863	1910	1884
6	2184	2138	2049	2003	2597	2550	2621	2574	2060	2014	2149	2103	2105	2058
7	2409	2363	2353	2307	2409	2363	2353	2307	2123	2077	2123	2077	2123	2077
8	2633	2587	2657	2611	2221	2175	2085	2039	2185	2139	2097	2051	2141	2095
Nmax	2633	2587	2657	2611	2597	2550	2621	2574	2185	2139	2149	2103	2141	2095
Nmin	1741	1735	1606	1600	1778	1772	1642	1636	1617	1611	1654	1648	1661	1655
TAGLIO														
taglio Vx	52	47	52	47	52	47	52	47	52	47	52	47	52	47
taglio Vy	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	-7	-7	0	0
V	52	47	52	47	52	47	52	47	52	48	52	48	52	47

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI

	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP		
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4123	3281	3029	2657	2141	
Azione assiale minima	Nmin	487	1679	487	1289	1600	1655
Azione trasversale massima	Vmax	462	107	462	77	52	52

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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	4123	3281	3029	2657	2141
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1679	487	1289	1600	1655
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	264	1137	189	128	127
Momento amplificato del 20%	Mmax	kNm	317	1364	227	154	153
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	107	462	77	52	52

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		24636	16754
Carico verticale medio agente sui pali		3080	2094

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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	30
resistenza a compressione caratteristica cubica 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	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	10	28	24	0.062	12667
secondo strato dal basso	10	28	24	0.126	12667
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	25334

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	Asmin mmq	Nmax kN
SLU-STR	4123	107	4670.0	11934	6019.5
SLU-SIS	3281	462	4092.6	10459	5275.3
			4670.0	11934	6019.5

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	25334	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	9913.2	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		47%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	33127.2	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		18%	OK!

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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	3029	77	3429.4	135

Tensione massima ammissibile σs,max MPa 360
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 38% **OK!**

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σs Mpa
SLE-FREQUENTE	2657	52	2992.5	118

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. 58% **OK!**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σs Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2141	52	2421.2	96

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. 58% **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	30
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.2
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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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	10	28	24	0.062	12667
secondo strato dal basso	10	28	24	0.126	12667
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	25334

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	Asmin mmq	Nmax kN
SLU-STR	4123	0	107.4	4296.2	10979	5739.5
SLU-SIS	3281	0	462.0	3795.2	9699	5070.2
				4296.2	10979	5739.5

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	25334	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	9913.2	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		43%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	34814.5	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		16%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-CARATTERISTICA	3029.4	0	77.0	3154.7	125

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		35%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-FREQUENTE	2657.0	0	52.2	2751.7	109

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.		53%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2141.2	0	51.7	2227.0	88

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.		53%	OK!

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

Allineamento: P1

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
G1-a	0	0	4285	0	0
G1-b	0	0	32	0	0
G2-a	0	0	1684	294	0
G2-b					
e2	154	0	380	0	127
Q1-a	0	0	3049	4425	0
Q1-b	0	0	2454	6136	0
Q1-c	0	0	3049	-4425	0
Q1-d	0	0	2454	-6136	0
q3	154	0	0	0	127
q4-a	0	0	0	0	0
q4-b	0	0	0	0	0
q5-a	0	271	0	937	0
q5-b	0	351	0	1203	0
q6	0	0	0	0	0
q7-a	520	0	190	0	429
q7-b	445	0	-228	0	367
q9	0	0	0	0	0
ESLV-X	1184	0	0	0	977
ESLV-Y	0	778	0	1982	0
ESLV-Z	0	0	1020	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
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
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
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
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	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
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
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
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	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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA 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
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	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.90	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.										S.L.U.							
q6					q6					q6							
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	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	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	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
q7-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
q7-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
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.V.										S.L.V.							
ESLV-X					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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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
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
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
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
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
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
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
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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

S.L.U.																	
q1										q3							
VI	652	585	652	585	652	585	652	585	445	793	445	793	445	793	445	793	
Vt	316	316	316	316	-316	-316	-316	-316	316	316	316	316	-316	-316	-316	-316	
N	12845	12469	12041	11665	12845	12469	12041	11665	11816	11440	11213	10837	11816	11440	11213	10837	
Mt	7453	7453	9763	9763	-6659	-6659	-8969	-8969	5959	5959	7692	7692	-5165	-5165	-6898	-6898	
MI	538	483	538	483	538	483	538	483	367	654	367	654	367	654	367	654	
Mris	7472	7468	9778	9775	6680	6676	8985	8982	5970	5995	7701	7720	5178	5207	6908	6929	
Vris	725	665	725	665	725	665	725	665	545	853	545	853	545	853	545	853	

S.L.U.																	
q4										q5							
VI	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	
Vt	316	316	316	316	-316	-316	-316	-316	526	526	526	526	-526	-526	-526	-526	
N	11816	11440	11213	10837	11816	11440	11213	10837	11816	11440	11213	10837	11816	11440	11213	10837	
Mt	5959	5959	7692	7692	-5165	-5165	-6898	-6898	6681	6681	8414	8414	-5887	-5887	-7620	-7620	
MI	538	483	538	483	538	483	538	483	538	483	538	483	538	483	538	483	
Mris	5983	5979	7711	7707	5193	5188	6919	6915	6702	6698	8431	8427	5911	5907	7639	7635	
Vris	725	665	725	665	725	665	725	665	838	787	838	787	838	787	838	787	

S.L.U.																	
q6																	
VI	185	185	185	185	185	185	185	185									
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0									
N	11645	11645	11042	11042	11645	11645	11042	11042									
Mt	4877	4877	6610	6610	-4083	-4083	-5816	-5816									
MI	152	152	152	152	152	152	152	152									
Mris	4879	4879	6611	6611	4086	4086	5818	5818									
Vris	185	185	185	185	185	185	185	185									

S.L.V.																	
ESLV-X										ESLV-Y							
VI	1427	1427	1427	1427	-927	-927	-927	-927	598	598	-98	-98	598	598	-98	-98	
Vt	233	233	-233	-233	233	233	-233	-233	778	778	778	778	-778	-778	-778	-778	
N	6642	6029	6642	6029	6725	6113	6725	6113	6642	6029	6725	6113	6642	6029	6725	6113	
Mt	888	888	-300	-300	888	888	-300	-300	2276	2276	2276	2276	-1688	-1688	-1688	-1688	
MI	1177	1177	1177	1177	-764	-764	-764	-764	493	493	-80	-80	493	493	-80	-80	
Mris	1475	1475	1215	1215	1172	1172	821	821	2328	2328	2277	2277	1758	1758	1690	1690	
Vris	1446	1446	1446	1446	955	955	955	955	981	981	784	784	981	981	784	784	

S.L.E.car																	
q1										q3							
VI	466	421	466	421	466	421	466	421	312	575	312	575	312	575	312	575	
Vt	210	210	210	210	-210	-210	-210	-210	210	210	210	210	-210	-210	-210	-210	
N	9544	9294	8949	8698	9544	9294	8949	8698	8782	8531	8336	8085	8782	8531	8336	8085	
Mt	5440	5440	7152	7152	-4852	-4852	-6564	-6564	4334	4334	5618	5618	-3746	-3746	-5030	-5030	
MI	384	347	384	347	384	347	384	347	257	474	257	474	257	474	257	474	
Mris	5454	5451	7162	7160	4867	4865	6575	6573	4342	4360	5623	5638	3755	3776	5036	5052	
Vris	511	470	511	470	511	470	511	470	376	612	376	612	376	612	376	612	

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

	S.L.E.car								S.L.E.car							
	q4				q5				q5				q5			
VI	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421
Vt	210	210	210	210	-210	-210	-210	-210	351	351	351	351	-351	-351	-351	-351
N	8782	8531	8336	8085	8782	8531	8336	8085	8782	8531	8336	8085	8782	8531	8336	8085
Mt	4334	4334	5618	5618	-3746	-3746	-5030	-5030	4815	4815	6099	6099	-4227	-4227	-5511	-5511
MI	384	347	384	347	384	347	384	347	384	347	384	347	384	347	384	347
Mris	4351	4348	5631	5628	3766	3762	5044	5042	4830	4828	6111	6109	4244	4241	5524	5522
Vris	511	470	511	470	511	470	511	470	583	548	583	548	583	548	583	548

	S.L.E.car							
	q6				q6			
VI	154	154	154	154	154	154	154	154
Vt	210	210	210	210	-210	-210	-210	-210
N	8668	8668	8222	8222	8668	8668	8222	8222
Mt	4334	4334	5618	5618	-3746	-3746	-5030	-5030
MI	127	127	127	127	127	127	127	127
Mris	4336	4336	5619	5619	3748	3748	5031	5031
Vris	261	261	261	261	261	261	261	261

	S.L.E.freq								S.L.E.qp				S.L.E.qp	
	q1				q5				q5				q5	
VI	414	376	414	376	414	376	414	376	414	376	414	376	414	376
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	54	54	-54	-54	0	0
N	8763	8554	8317	8108	8763	8554	8317	8108	6476	6267	6476	6267	6476	6267
Mt	3613	3613	4896	4896	-3025	-3025	-4308	-4308	481	481	107	107	294	294
MI	341	310	341	310	341	310	341	310	341	310	341	310	341	310
Mris	3629	3626	4908	4906	3044	3040	4322	4319	590	573	358	328	450	428
Vris	414	376	414	376	414	376	414	376	417	380	417	380	414	376

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

Allineamento: P1

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILA

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
G1-a	0	0	4285	0	0
G1-b	0	0	1875	0	0
G2-a	0	0	1684	294	0
G2-b					
e2	154	0	380	0	1203
Q1-a	0	0	3049	4425	0
Q1-b	0	0	2454	6136	0
Q1-c	0	0	3049	-4425	0
Q1-d	0	0	2454	-6136	0
q3	154	0	0	0	1203
q4-a	0	0	0	0	0
q4-b	0	0	0	0	0
q5-a	0	289	0	2896	0
q5-b	0	369	0	3720	0
q6	0	0	0	0	0
q7-a	520	0	190	0	4067
q7-b	445	0	-228	0	3482
q9	0	0	0	0	0
ESLV-X	1184	0	0	0	9267
ESLV-Y	0	778	0	7428	0
ESLV-Z	0	0	1931	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
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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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								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								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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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

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 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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
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
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
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
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
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
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
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

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - 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	652	585	652	585	652	585	652	585	445	793	445	793	445	793	445	793	
Vt	332	332	332	332	-332	-332	-332	-332	332	332	332	332	-332	-332	-332	-332	
N	15333	14957	14530	14154	15333	14957	14530	14154	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325	
Mt	9718	9718	12029	12029	-8924	-8924	-11235	-11235	8225	8225	9958	9958	-7431	-7431	-9164	-9164	
MI	5105	4578	5105	4578	5105	4578	5105	4578	3480	6203	3480	6203	3480	6203	3480	6203	
Mris	10977	10742	13067	12870	10281	10030	12340	12132	8931	10302	10548	11731	8206	9680	9802	11066	
Vris	732	673	732	673	732	673	732	673	555	859	555	859	555	859	555	859	

S.L.U.																	
q4										q5							
VI	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	
Vt	332	332	332	332	-332	-332	-332	-332	553	553	553	553	-553	-553	-553	-553	
N	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325	
Mt	8225	8225	9958	9958	-7431	-7431	-9164	-9164	10457	10457	12189	12189	-9663	-9663	-11396	-11396	
MI	5105	4578	5105	4578	5105	4578	5105	4578	5105	4578	5105	4578	5105	4578	5105	4578	
Mris	9680	9413	11190	10960	9015	8728	10490	10244	11636	11415	13215	13021	10928	10693	12487	12281	
Vris	732	673	732	673	732	673	732	673	855	805	855	805	855	805	855	805	

S.L.U.																	
q6																	
VI	185	185	185	185	185	185	185	185									
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0									
N	14133	14133	13531	13531	14133	14133	13531	13531									
Mt	4877	4877	6610	6610	-4083	-4083	-5816	-5816									
MI	1444	1444	1444	1444	1444	1444	1444	1444									
Mris	5086	5086	6766	6766	4331	4331	5993	5993									
Vris	185	185	185	185	185	185	185	185									

S.L.V.																	
ESLV-X										ESLV-Y							
VI	1427	1427	1427	1427	-927	-927	-927	-927	598	598	-98	-98	598	598	-98	-98	
Vt	233	233	-233	-233	233	233	-233	-233	778	778	778	778	-778	-778	-778	-778	
N	8758	7599	8758	7599	8842	7683	8842	7683	8758	7599	8842	7683	8758	7599	8842	7683	
Mt	2522	2522	-1934	-1934	2522	2522	-1934	-1934	7722	7722	7722	7722	-7134	-7134	-7134	-7134	
MI	11167	11167	11167	11167	-7250	-7250	-7250	-7250	4680	4680	-763	-763	4680	4680	-763	-763	
Mris	11448	11448	11333	11333	7676	7676	7504	7504	9030	9030	7760	7760	8532	8532	7175	7175	
Vris	1446	1446	1446	1446	955	955	955	955	981	981	784	784	981	981	784	784	

S.L.E.car																	
q1										q3							
VI	466	421	466	421	466	421	466	421	312	575	312	575	312	575	312	575	
Vt	221	221	221	221	-221	-221	-221	-221	221	221	221	221	-221	-221	-221	-221	

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

N	11388	11137	10792	10542	11388	11137	10792	10542	10625	10375	10179	9928	10625	10375	10179	9928
Mt	6951	6951	8662	8662	-6363	-6363	-8074	-8074	5844	5844	7128	7128	-5256	-5256	-6540	-6540
MI	3644	3293	3644	3293	3644	3293	3644	3293	2440	4496	2440	4496	2440	4496	2440	4496
Mris	7848	7691	9397	9267	7332	7164	8858	8720	6333	7374	7534	8428	5795	6917	6980	7936
Vris	516	475	516	475	516	475	516	475	382	616	382	616	382	616	382	616

S.L.E.car									S.L.E.car							
				q4									q5			
VI	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421	466	421
Vt	221	221	221	221	-221	-221	-221	-221	369	369	369	369	-369	-369	-369	-369
N	10625	10375	10179	9928	10625	10375	10179	9928	10625	10375	10179	9928	10625	10375	10179	9928
Mt	5844	5844	7128	7128	-5256	-5256	-6540	-6540	7332	7332	8616	8616	-6744	-6744	-8028	-8028
MI	3644	3293	3644	3293	3644	3293	3644	3293	3644	3293	3644	3293	3644	3293	3644	3293
Mris	6887	6708	8005	7852	6396	6203	7487	7322	8188	8038	9355	9224	7666	7505	8816	8677
Vris	516	475	516	475	516	475	516	475	594	559	594	559	594	559	594	559

S.L.E.car									S.L.E.car							
				q6												
VI	154	154	154	154	154	154	154	154								
Vt	221	221	221	221	-221	-221	-221	-221								
N	10511	10511	10065	10065	10511	10511	10065	10065								
Mt	5844	5844	7128	7128	-5256	-5256	-6540	-6540								
MI	1203	1203	1203	1203	1203	1203	1203	1203								
Mris	5967	5967	7229	7229	5392	5392	6650	6650								
Vris	269	269	269	269	269	269	269	269								

S.L.E.freq									S.L.E.qp				S.L.E.qp			
				q1									q5			
VI	414	376	414	376	414	376	414	376	414	376	414	376	414	376		
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	58	58	-58	-58	0	0		
N	10606	10397	10160	9951	10606	10397	10160	9951	8319	8110	8319	8110	8319	8110		
Mt	3613	3613	4896	4896	-3025	-3025	-4308	-4308	873	873	-285	-285	294	294		
MI	3237	2945	3237	2945	3237	2945	3237	2945	3237	2945	3237	2945	3237	2945		
Mris	4851	4661	5869	5713	4430	4221	5389	5218	3353	3071	3250	2958	3251	2959		
Vris	414	376	414	376	414	376	414	376	418	381	418	381	414	376		

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

inclinazione pila $\theta_i = 0.00357$ §5.2 - EC2
 eccentricità per imperfezioni $ei = 0.028$ §5.2 - EC2

S.L.U.									S.L.U.							
				q1									q3			
VI	652	585	652	585	652	585	652	585	445	793	445	793	445	793	445	793
Vt	332	332	332	332	-332	-332	-332	-332	332	332	332	332	-332	-332	-332	-332
N	15333	14957	14530	14154	15333	14957	14530	14154	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325
Mt	10147	10137	12435	12424	-9353	-9343	-11641	-11631	8625	8614	10341	10330	-7831	-7821	-9547	-9537
MI	5534	4997	5511	4974	5534	4997	5511	4974	3880	6592	3863	6576	3880	6592	3863	6576
Mris	11558	11301	13602	13383	10868	10595	12880	12650	9458	10847	11039	12246	8740	10228	10299	11584
Vris	732	673	732	673	732	673	732	673	555	859	555	859	555	859	555	859

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

	S.L.U.								S.L.U.							
	q4				q5				q5				q5			
VI	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585	652	585
Vt	332	332	332	332	-332	-332	-332	-332	553	553	553	553	-553	-553	-553	-553
N	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325
Mt	8625	8614	10341	10330	-7831	-7821	-9547	-9537	10857	10846	12573	12562	-10063	-10053	-11779	-11768
MI	5505	4968	5488	4951	5505	4968	5488	4951	5505	4968	5488	4951	5505	4968	5488	4951
Mris	10232	9944	11707	11455	9572	9265	11012	10745	12173	11930	13718	13503	11470	11213	12995	12767
Vris	732	673	732	673	732	673	732	673	855	805	855	805	855	805	855	805

	S.L.U.								S.L.U.							
	q6				q6				q6				q6			
VI	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	14133	14133	13531	13531	14133	14133	13531	13531	14133	14133	13531	13531	14133	14133	13531	13531
Mt	5272	5272	6988	6988	-4478	-4478	-6194	-6194	6988	6988	-4478	-4478	-6194	-6194	-6194	-6194
MI	1840	1840	1823	1823	1840	1840	1823	1823	1840	1840	1823	1823	1840	1840	1823	1823
Mris	5584	5584	7222	7222	4842	4842	6457	6457	5584	5584	7222	7222	4842	4842	6457	6457
Vris	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185

	S.L.V.								S.L.V.							
	ESLV-X				ESLV-X				ESLV-Y				ESLV-Y			
VI	1427	1427	1427	1427	-927	-927	-927	-927	598	598	-98	-98	598	598	-98	-98
Vt	233	233	-233	-233	233	-233	-233	-233	778	778	778	778	-778	-778	-778	-778
N	8758	7599	8758	7599	8842	7683	8842	7683	8758	7599	8842	7683	8758	7599	8842	7683
Mt	2767	2735	-2179	-2147	2770	2737	-2182	-2149	7967	7935	7970	7937	-7379	-7347	-7382	-7349
MI	11412	11380	11412	11380	-7498	-7465	-7498	-7465	4925	4893	-1011	-978	4925	4893	-1011	-978
Mris	11743	11704	11618	11580	7993	7951	7809	7768	9367	9322	8033	7997	8872	8827	7450	7414
Vris	1446	1446	1446	1446	955	955	955	955	981	981	784	784	981	981	784	784

INCREMENTI DI MOMENTO DA SOMMARE ALLE AZIONI IN FONDAZIONE PER EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1				q1				q3				q3			
DMt	429	418	406	396	-429	-418	-406	-396	400	390	383	373	-400	-390	-383	-373
DMI	429	418	406	396	429	418	406	396	400	390	383	373	400	390	383	373

	S.L.U.								S.L.U.							
	q4				q4				q5				q5			
DMt	400	390	383	373	-400	-390	-383	-373	400	390	383	373	-400	-390	-383	-373
DMI	400	390	383	373	400	390	383	373	400	390	383	373	400	390	383	373

	S.L.U.								S.L.U.							
	q6				q6				q6				q6			
DMt	395	395	378	378	-395	-395	-378	-378	395	395	378	378	395	395	378	378
DMI	395	395	378	378	395	395	378	378	395	395	378	378	395	395	378	378

LAVORO: UP62 - SS121 -VI07 VIADOTTO S. ANTONIO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

	ESLV-X								ESLV-Y							
	245	213	-245	-213	247	215	-247	-215	245	213	247	215	-245	-213	-247	-215
DMt	245	213	-245	-213	247	215	-247	-215	245	213	247	215	-245	-213	-247	-215
DMI	245	213	245	213	-247	-215	-247	-215	245	213	-247	-215	245	213	-247	-215

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							
	15333	14957	14530	14154	15333	14957	14530	14154	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325
NEd	15333	14957	14530	14154	15333	14957	14530	14154	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325
v	0.120	0.117	0.113	0.110	0.120	0.117	0.113	0.110	0.112	0.109	0.107	0.104	0.112	0.109	0.107	0.104
λlim	72.3	73.2	74.3	75.2	72.3	73.2	74.3	75.2	74.8	75.8	76.5	77.5	74.8	75.8	76.5	77.5

	q4								q5							
	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325
NEd	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325	14304	13928	13701	13325
v	0.112	0.109	0.107	0.104	0.112	0.109	0.107	0.104	0.112	0.109	0.107	0.104	0.112	0.109	0.107	0.104
λlim	74.8	75.8	76.5	77.5	74.8	75.8	76.5	77.5	74.8	75.8	76.5	77.5	74.8	75.8	76.5	77.5

	q6							
	14133	14133	13531	13531	14133	14133	13531	13531
N	14133	14133	13531	13531	14133	14133	13531	13531
v	0.110	0.110	0.106	0.106	0.110	0.110	0.106	0.106
λlim	75.3	75.3	76.9	76.9	75.3	75.3	76.9	76.9

	ESLV-X								ESLV-Y							
	8758	7599	8758	7599	8842	7683	8842	7683	8758	7599	8842	7683	8758	7599	8842	7683
N	8758	7599	8758	7599	8842	7683	8842	7683	8758	7599	8842	7683	8758	7599	8842	7683
v	0.068	0.059	0.068	0.059	0.069	0.060	0.069	0.060	0.068	0.059	0.069	0.060	0.068	0.059	0.069	0.060
λlim	95.6	102.7	95.6	102.7	95.2	102.1	95.2	102.1	95.6	102.7	95.2	102.1	95.6	102.7	95.2	102.1

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE LONGITUDINALE:

$l_{0y} < l_{lim}$ - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE TRASVERSALE:

$l_{0x} < l_{lim}$ - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

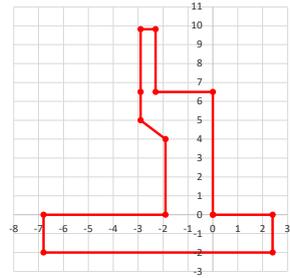
<i>S.S.121 "Catanese"</i> <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio SX</i>	

14 ALLEGATO 2 – SOTTOSTRUTTURE – SPA

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI07 SPALLA SPA**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	23.80	3.32	-2.30	0.00	6.50
Muro frontale - 2	2.90	2.90	23.80	1.50	0.00	0.00	5.00
Muro frontale - 3	2.90	1.90	23.80	1.00	0.00	0.00	4.00
Muro frontale - 4	1.90	1.90	23.80	4.00	0.00	0.00	0.00
Muro risolto posteriore sx - 1	1.70	1.70	0.60	3.55	-2.90	-11.60	6.50
Muro risolto posteriore sx - 2	1.70	1.70	0.60	1.50	-2.90	-11.60	5.00
Muro risolto posteriore sx - 3	1.70	1.70	0.60	1.00	-1.90	-11.60	4.00
Muro risolto posteriore sx - 4	1.70	1.70	0.60	4.00	-1.90	-11.60	0.00
Muro risolto posteriore dx - 1	1.70	1.70	0.60	2.85	-2.90	11.60	6.50
Muro risolto posteriore dx - 2	1.70	1.70	0.60	1.50	-2.90	11.60	5.00
Muro risolto posteriore dx - 3	1.70	1.70	0.60	1.00	-1.90	11.60	4.00
Muro risolto posteriore dx - 4	1.70	1.70	0.60	4.00	-1.90	11.60	0.00
Cordolo risolto sx	1.70	1.70	0.00	0.00	-2.90	-11.30	10.05
Cordolo risolto dx	1.70	1.70	0.00	0.00	-2.90	11.30	9.35

**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	9.20	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

Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	9.82
Area sezione trasversale	Afron	mq	16.34
Volume c.a.	Vfron	mc	388.94
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.32
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	4.12
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	0.95

Caratteristiche geometriche complessive elevazione (Paraghiaia+Muro frontale+muri risolto**+Cordoli risolto+Orecchie+Valette+Speroni)**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Volume c.a.	Vele	mc	408.73
Xbaricentro	Xg ele	m	-1.42
Ybaricentro	Yg ele	m	-0.02
Zbaricentro	Zg ele	m	4.16

Caratteristiche geometriche complessive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Volume c.a.	Vfon	mc	500.48
Xbaricentro	Xg fon	m	-4.60
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

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	22.60	3.32	-2.90	0.00	6.50
Rinterro - 2	1.70	1.70	22.60	1.50	-2.90	0.00	5.00
Rinterro - 3	1.70	1.70	22.60	1.00	-1.90	0.00	4.00
Rinterro - 4	1.70	1.70	22.60	4.00	-1.90	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Volume rinterro	Vrin	mc	377.28
Xbaricentro	Xg rin	m	-5.64
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	6.91

Dati sovraccarico terrapieno

sovraccarico	Q	kN/mq	20.0
--------------	---	-------	------

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	22730
Momento longitudinale	Myg1	kNm	8011
Momento trasversale	Mxg1	kNm	207.1
Peso terreno su fondazione			
Peso rinterro	Fzg2	kN	6791
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-7068
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	14584
Momento longitudinale	Myg3	kNm	57462
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	2399
Carico verticale	Fzg3	kN	768
Momento longitudinale	Myg3	kNm	11298
Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		C
Fattore Ss			1.37
Fattore St			1.0
Fattore S	S		1.37
Valore di ag/g	ag/g		0.230

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI07 SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

fattore bm	βm	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.315
Coefficiente sismico verticale	kv	0.158

Struttura che ammette spostamenti: 1 - sì; 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	11.82
peso specifico del terreno	γ^*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	$\tan\theta a$		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)	$\tan\theta b$		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	17949.6
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	15900.7
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	17949.6
altezza di applicazione	H	kN	5.91
Momento longitudinale	MyDP	kNm	106082

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:	Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)		
Spinta del terreno	Es	kN	17950
Momento longitudinale	MyEs	kNm	106082

Forze inerziali

Sisma longitudinale

Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	9302
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	38553

Sisma trasversale

Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	9302
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	38553

Sisma verticale

Forza verticale	FzE.2z	kN	-4651
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	-149
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	33

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni	9.25
Distanza asse appoggi - asse fondazione	1.20

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [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	118	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	48	0	0	0
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	149	542	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	162	509	0
q7a	Var. termica positiva	-243	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	208	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	675	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	675	1320	0
Ez	Sisma verticale	0	0	1948	0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali	=		
x	=	4.60	coordinata x
y	=	0.00	coordinata y
z	=	0.00	coordinata z

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	2826	0	-3391
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	22730	0	-8011
g2a	Perm. portati - impalcato	0	1111	0	-1332
g2b-sp	Perm. portati - Rinterro	0	6791	0	7068
g3-sp	spinta statiche del terreno	14584	0	0	-57462
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	118	0	0	-1093
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	2070	11362	-2484
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	1759	13265	-2111
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	2070	-11361	-2484
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	1759	-13265	-2111
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	2399	0	768	-11298
q3	Frenatura	48	0	0	-444
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	149	1923	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	162	2009	0
q7a	Var. termica positiva	-243	0	0	2244
q7b	Var. termica negativa	208	0	0	-1923
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	675	0	0	-6246
Ey	Sisma trasversale	0	675	0	7566
Ez	Sisma verticale	0	0	1948	-2338
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	17950	0	0	-106082
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	9302	0	0	-38553
E.2y-sp	Forze inerziali trasversali spalla	0	9302	0	38553
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	0	-4651	149

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI07 SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

													S.L.U.				q5			
Fx	22042	22447	22041	22447	22042	22447	22041	22447	22042	22447	22041	22447	22042	22447	22041	22447				
Fy	146	146	146	146	-146	-146	-146	-146	243	243	243	243	-243	-243	-243	-243				
Fz	48042	48042	47727	47727	48042	48042	47727	47727	48042	48042	47727	47727	48042	48042	47727	47727				
Mx	13313	13313	15240	15240	-13311	-13311	-15238	-15238	14519	14519	16446	16446	-14516	-14516	-16444	-16444				
My	-98469	-102219	-98092	-101842	-98469	-102219	-98092	-101842	-98469	-102219	-98092	-101842	-98469	-102219	-98092	-101842				
													S.L.U.				S.L.V.			
Fx	21896	22572	21896	22572	21896	22572	21896	22572	28149	28149	8600	8600	8600	8600	8600	8600				
Fy	146	146	146	146	-146	-146	-146	-146	2993	2993	9977	9977	2993	2993	2993	2993				
Fz	48042	48042	47727	47727	48042	48042	47727	47727	32647	34269	32647	34269	30755	36161	30755	36161				
Mx	13313	13313	15241	15241	-13311	-13311	-15238	-15238	13836	13836	46119	46119	13836	13836	13836	13836				
My	-97123	-103373	-96746	-102996	-97123	-103373	-96746	-102996	-159257	-157944	-53641	-52327	-55173	-50795	-55173	-50795				
													S.L.E.car				q3			
Fx	16956	17226	16956	17226	16956	17226	16956	17226	16404	16675	16404	16675	16404	16675	16404	16675				
Fy	97	97	97	97	-97	-97	-97	-97	97	97	97	97	-97	-97	-97	-97				
Fz	36296	36296	35985	35985	36296	36296	35985	35985	35587	35587	35353	35353	35587	35587	35353	35353				
Mx	12568	12568	14472	14472	-12566	-12566	-14470	-14470	9728	9728	11155	11155	-9726	-9726	-11154	-11154				
My	-76657	-79157	-76284	-78784	-76657	-79157	-76284	-78784	-73656	-76156	-73376	-75876	-73656	-76156	-73376	-75432				
													S.L.E.car				q5			
Fx	16356	16627	16356	16627	16356	16627	16356	16627	16356	16627	16356	16627	16356	16627	16356	16627				
Fy	97	97	97	97	-97	-97	-97	-97	162	162	162	162	-162	-162	-162	-162				
Fz	35587	35587	35353	35353	35587	35587	35353	35587	35587	35587	35353	35353	35587	35587	35353	35353				
Mx	9728	9728	11155	11155	-9726	-9726	-11154	-11154	10531	10531	11959	11959	-10530	-10530	-11957	-11957				
My	-73211	-75711	-72932	-75432	-73211	-75711	-72932	-75432	-73211	-75711	-72932	-75432	-73211	-75711	-72932	-75432				
													S.L.E.car				e3			
Fx	16259	16710	16259	16710	16259	16710	16259	16710	16259	16710	16259	16710	16259	16710	16259	16710				
Fy	97	97	97	97	-97	-97	-97	-97	97	97	97	97	-97	-97	-97	-97				
Fz	35587	35587	35353	35353	35587	35587	35353	35587	35587	35587	35353	35353	35587	35587	35353	35353				
Mx	9728	9728	11155	11155	-9726	-9726	-11154	-11154	9728	9728	11155	11155	-9726	-9726	-11154	-11154				
My	-72314	-76480	-72034	-76201	-72314	-76480	-72034	-76201	-72314	-76480	-72034	-76201	-72314	-76480	-72034	-76201				
													S.L.freq				S.L.qp			
Fx	16381	16606	16381	16606	16381	16606	16381	16606	14557	14827	14581	14806	14581	14806	14581	14806				
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	-30	0	0	0	0				
Fz	35587	35587	35353	35353	35587	35587	35353	35587	33458	33458	33458	33458	33458	33458	33458	33458				
Mx	8522	8522	9950	9950	-8521	-8521	-9948	-9948	1	1	385	-384	1	1	1	1				
My	-73436	-75519	-73156	-75239	-73436	-75519	-73156	-75239	-62875	-65375	-63099	-65182	-63099	-65182	-63099	-65182				

CALCOLO AZIONI SUI PALI

Geometria della palificata

Attenzione: 1° fila sempre posteriore

PALO	Fila	X	Y	Xp	Yp	trav Jxi	long Jyi	trav Yp/Sjxi	long Xp/Sjyi	Plinto	X	Y
1	1	1.00	12.60	-3.60	12.60	158.76	12.9600	0.008	-0.017		0.00	13.60
2	1	1.00	9.00	-3.60	9.00	81.00	12.9600	0.006	-0.017		9.20	13.60
3	1	1.00	5.40	-3.60	5.40	29.16	12.96	0.003	-0.017		9.20	-13.60
4	1	1.00	1.80	-3.60	1.80	3.24	12.96	0.001	-0.017		0.00	-13.60
5	1	1.00	-1.80	-3.60	-1.80	3.24	12.96	-0.001	-0.017		0.00	13.60
6	1	1.00	-5.40	-3.60	-5.40	29.16	12.96	-0.003	-0.017			
7	1	1.00	-9.00	-3.60	-9.00	81.00	12.96	-0.006	-0.017			
8	1	1.00	-12.60	-3.60	-12.60	158.76	12.96	-0.008	-0.017			
9	2	4.60	12.60	0.00	12.60	158.76	0.00	0.008	0.000			
10	2	4.60	9.00	0.00	9.00	81.00	0.00	0.006	0.000			
11	2	4.60	5.40	0.00	5.40	29.16	0.00	0.003	0.000			
12	2	4.60	1.80	0.00	1.80	3.24	0.00	0.001	0.000			
13	2	4.60	-1.80	0.00	-1.80	3.24	0.00	-0.001	0.000			
14	2	4.60	-5.40	0.00	-5.40	29.16	0.00	-0.003	0.000			
15	2	4.60	-9.00	0.00	-9.00	81.00	0.00	-0.006	0.000			
16	2	4.60	-12.60	0.00	-12.60	158.76	0.00	-0.008	0.000			
17	3	8.20	12.60	3.60	12.60	158.76	12.96	0.008	0.017			
18	3	8.20	9.00	3.60	9.00	81.00	12.96	0.006	0.017			
19	3	8.20	5.40	3.60	5.40	29.16	12.96	0.003	0.017			
20	3	8.20	1.80	3.60	1.80	3.24	12.96	0.001	0.017			
21	3	8.20	-1.80	3.60	-1.80	3.24	12.96	-0.001	0.017			
22	3	8.20	-5.40	3.60	-5.40	29.16	12.96	-0.003	0.017			
23	3	8.20	-9.00	3.60	-9.00	81.00	12.96	-0.006	0.017			
24	3	8.20	-12.60	3.60	-12.60	158.76	12.96	-0.008	0.017			
24	3					1632.96	207.36					

													S.L.U.							
CARICO ASSIALE													q1				q3			
PALO	FILA																			
1	1	384	319	395	330	119	54	91	25	385	319	393	328	179	114	158	93			
2	1	346	281	351	286	157	92	134	69	355	290	359	294	208	143	191	126			
3	1	308	243	308	243	195	130	177	112	326	261	326	261	238	173	225	160			
4	1	270	205	264	199	232	167	221	156	296	231	292	227	267	202	258	193			
5	1	232	167	221	156	270	205	264	199	267	202	258	193	296	231	292	227			
6	1	195	130	177	112	308	243	308	243	238	173	225	160	326	261	326	261			
7	1	157	92	134	69	346	281	351	286	208	143	191	126	355	290	359	294			
8	1	119	54	90	25	384	319	395	330	179	114	158	93	384	319	393	328			
9	2	2174	2174	2176	2176	1909	1909	1909	1909	2104	2104	2106	2106	1899	1899	1871	1871			
10	2	2136	2136	2133	2133	1947	1947	1916	1916	2075	2075	2073	2073	1928	1928	1905	1905			
11	2	2098	2098	2089	2089	1985	1985	1959	1959	2046	2046	2039	2039	1958	1958	1938	1938			
12	2	2061	2061	2046	2046	2023	2023	2002	2002	2016	2016	2005	2005	1987	1987	1972	1972			
13	2	2023	2023	2002	2002	2061	2061	2046	2046	1987	1987	1972	1972	2016	2016	2005	2005			
14	2	1985	1985	1959	1959	2098	2098	2089	2089	1958	1958	1938	1938	2046	2046	2039	2039			
15	2	1947	1947	1916	1916	2136	2136	2133	2133	1928	1928	1905	1905	2075	2075	2073	2073			
16	2	1909	1909	1872	1872	2174	2174	2176	2176	1899	1899	1871	1871	2104	2104	2106	2106			
17	3	3964	4029	3958	4023	3700	3765	3654	3719	3824	3890	3820	3885	3619	3684	3584	3650			
18	3	3926	3992	3914	3980	3737	3803	3697	3762	3795	3860	3786	3851	3648	3713	3618	3683			
19	3	3889	3954	3871	3936	3775	3840	3741	3806	3766	3831	3752	3818	3678	3743	3652	3717			
20	3	3851	3916	3827	3893	3813	3878	3784	3849	3736	3801	3719	3784	3707	3772	3685	3750			
21	3	3813	3878	3784	3849	3851	3916	3827	3893	3707	3772	3685	3750	3736	3801	3719	3784			
22	3	3775	3840	3741	3806	3889	3954	3871	3936	3678	3743	3652	3717	3766	3831	3752	3818			
23	3	3737	3803	3697	3762	3926	3992	3914	3979	3648	3713	3618	3683	3795	3860	3786	3851			
24	3	3700	3765	3654	3719	3964	4029	3958	4023	3619	3684	3584	3650	3824	3890	3820	3885			
Nmax		3964	4029	3958																

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI07 SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

V		952	969	952	969	952	969	952	969	921	938	921	938	921	938	921	938
S.L.U.																	
CARICO ASSIALE																	
PALO										q4				q5			
1	1	395	330	403	338	189	124	168	103	404	339	413	347	180	115	159	94
2	1	366	300	370	305	219	154	202	137	372	307	376	311	212	147	195	130
3	1	336	271	336	271	248	183	235	170	340	275	340	275	244	179	231	166
4	1	307	242	302	237	278	212	269	204	308	243	304	239	276	211	268	202
5	1	278	212	269	204	307	242	302	237	276	211	268	202	308	243	304	239
6	1	248	183	235	170	336	271	336	271	244	179	231	166	340	275	340	275
7	1	219	154	202	137	366	300	370	305	212	147	195	130	372	307	376	311
8	1	189	124	168	103	395	330	403	338	180	115	159	94	404	339	413	347
9	2	2104	2104	2106	2106	1899	1899	1871	1871	2114	2114	2116	2116	1890	1890	1862	1862
10	2	2075	2075	2073	2073	1928	1928	1905	1905	2082	2082	2079	2079	1922	1922	1898	1898
11	2	2046	2046	2039	2039	1958	1958	1938	1938	2050	2050	2043	2043	1954	1954	1934	1934
12	2	2016	2016	2005	2005	1987	1987	1972	1972	2018	2018	2007	2007	1986	1986	1971	1971
13	2	1987	1987	1972	1972	2016	2016	2005	2005	1986	1986	1971	1971	2018	2018	2007	2007
14	2	1958	1958	1938	1938	2046	2046	2039	2039	1954	1954	1934	1934	2050	2050	2043	2043
15	2	1928	1928	1905	1905	2075	2075	2073	2073	1922	1922	1898	1898	2082	2082	2079	2079
16	2	1899	1899	1871	1871	2104	2104	2106	2106	1890	1890	1862	1862	2114	2114	2116	2116
17	3	3814	3879	3809	3874	3609	3674	3574	3639	3823	3888	3819	3884	3599	3664	3565	3630
18	3	3785	3850	3776	3841	3638	3703	3608	3673	3791	3856	3782	3847	3631	3696	3601	3666
19	3	3755	3820	3742	3807	3667	3732	3641	3706	3759	3824	3746	3811	3663	3728	3637	3702
20	3	3726	3791	3708	3774	3697	3762	3675	3740	3727	3792	3710	3775	3695	3760	3673	3739
21	3	3697	3762	3675	3740	3726	3791	3708	3774	3695	3760	3673	3739	3727	3792	3710	3775
22	3	3667	3732	3641	3706	3755	3820	3742	3807	3663	3728	3637	3702	3759	3824	3746	3811
23	3	3638	3703	3608	3673	3785	3850	3776	3841	3631	3696	3601	3666	3791	3856	3782	3847
24	3	3609	3674	3574	3639	3814	3879	3809	3874	3599	3664	3565	3630	3823	3888	3818	3884
Nmax		3814	3879	3809	3874	3814	3879	3809	3874	3823	3888	3819	3884	3823	3888	3818	3884
Nmin		189	124	168	103	189	124	168	103	180	115	159	94	180	115	159	94
TAGLIO																	
taglio Vx		918	935	918	935	918	935	918	935	918	935	918	935	918	935	918	935
taglio Vy		6	6	6	6	-6	-6	-6	-6	10	10	10	10	-10	-10	-10	-10
V		918	935	918	935	918	935	918	935	918	935	918	935	918	935	918	935

CARICO ASSIALE										S.L.V.					
PALO										E.x	E.y		E.z		
q7															
1	1	418	310	427	318	213	104	191	83	-1298	-1207	785	875	430	732
2	1	389	280	393	285	242	134	225	117	-1328	-1238	683	774	400	701
3	1	360	251	359	251	272	163	259	150	-1359	-1268	582	672	369	671
4	1	330	222	326	217	301	192	292	184	-1389	-1299	480	570	339	640
5	1	301	192	292	184	330	222	326	217	-1420	-1329	378	469	308	610
6	1	272	163	259	150	360	251	359	251	-1450	-1360	277	367	278	579
7	1	242	134	225	117	389	280	393	284	-1481	-1390	175	265	247	549
8	1	213	104	191	83	418	310	427	318	-1511	-1421	73	164	217	518
9	2	2104	2104	2106	2106	1899	1899	1871	1871	1467	1535	1716	1784	1388	1613
10	2	2075	2075	2073	2073	1928	1928	1905	1905	1437	1504	1614	1682	1358	1583
11	2	2046	2046	2039	2039	1958	1958	1938	1938	1406	1474	1513	1580	1327	1552
12	2	2016	2016	2005	2005	1987	1987	1972	1972	1376	1443	1411	1479	1297	1522
13	2	1987	1987	1972	1972	2016	2016	2005	2005	1345	1413	1309	1377	1266	1491
14	2	1958	1958	1938	1938	2046	2046	2039	2039	1315	1382	1208	1275	1236	1461
15	2	1928	1928	1905	1905	2075	2075	2073	2073	1284	1352	1106	1174	1205	1430
16	2	1899	1899	1871	1871	2104	2104	2106	2106	1254	1321	1004	1072	1175	1400
17	3	3791	3899	3786	3861	3585	3694	3551	3659	4232	4277	2647	2692	2346	2495
18	3	3761	3870	3752	3861	3615	3723	3584	3693	4201	4246	2546	2590	2316	2465
19	3	3732	3840	3719	3827	3644	3752	3618	3726	4171	4216	2444	2489	2285	2434
20	3	3703	3811	3685	3794	3673	3782	3651	3760	4140	4185	2342	2387	2255	2404
21	3	3673	3782	3651	3760	3703	3811	3685	3794	4110	4155	2241	2285	2224	2373
22	3	3644	3752	3618	3726	3732	3840	3719	3827	4079	4124	2139	2184	2194	2343
23	3	3615	3723	3584	3693	3761	3870	3752	3861	4049	4094	2037	2082	2163	2312
24	3	3585	3694	3551	3659	3791	3899	3786	3894	4018	4063	1936	1980	2133	2282
Nmax		3791	3899	3786	3861	3791	3899	3786	3894	4232	4277	2647	2692	2346	2495
Nmin		213	104	191	83	213	104	191	83	-1511	-1421	73	164	217	518
TAGLIO															
taglio Vx		912	940	912	940	912	940	912	940	1173	1173	358	358	358	358
taglio Vy		6	6	6	6	-6	-6	-6	-6	125	125	416	416	125	125
V		912	941	912	941	912	941	912	941	1179	1179	549	549	379	379

CARICO ASSIALE										S.L.E.car							
PALO										q1				q3			
1	1	278	235	287	243	85	41	63	20	279	236	285	242	129	86	113	77
2	1	251	207	255	211	112	69	95	52	258	214	261	217	150	107	138	102
3	1	223	180	223	179	140	97	127	84	236	193	236	193	172	128	162	127
4	1	195	152	191	148	168	124	159	116	215	171	211	168	193	150	187	151
5	1	168	124	159	116	195	152	191	148	193	150	187	143	215	171	211	176
6	1	140	97	127	84	223	180	223	179	172	128	162	119	236	193	236	200
7	1	112	69	95	52	251	207	255	211	150	107	138	94	258	214	261	225
8	1	85	41	63	20	278	235	287	243	129	86	113	70	279	236	285	250
9	2	1609	1609	1611	1611	1415	1415	1388	1388	1558	1558	1559	1559	1408	1408	1387	1387
10	2	1582	1582	1579	1579	1443	1443	1420	1420	1536	1536	1535	1535	1429	1429	1412	1412
11	2	1554	1554	1547	1547	1471	1471	1452	1452	1515	1515	1510	1510				

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI07 SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

5	1	201	158	195	151	222	179	219	176	200	157	194	150	223	180	220	177
6	1	180	136	170	127	244	201	244	200	177	134	167	124	247	203	246	203
7	1	158	115	145	102	265	222	268	225	154	110	141	98	270	226	273	229
8	1	137	93	121	77	287	243	293	250	130	87	115	71	293	250	299	256
9	2	1558	1558	1559	1559	1408	1408	1387	1387	1564	1564	1565	1565	1402	1402	1381	1381
10	2	1536	1536	1535	1535	1429	1429	1412	1412	1541	1541	1539	1539	1425	1425	1407	1407
11	2	1515	1515	1510	1510	1451	1451	1436	1436	1518	1518	1513	1513	1448	1448	1434	1434
12	2	1493	1493	1485	1485	1472	1472	1461	1461	1494	1494	1486	1486	1471	1471	1460	1460
13	2	1472	1472	1461	1461	1493	1493	1485	1485	1471	1471	1460	1460	1494	1494	1486	1486
14	2	1451	1451	1436	1436	1515	1515	1510	1510	1448	1448	1434	1434	1518	1518	1513	1513
15	2	1429	1429	1412	1412	1536	1536	1535	1535	1425	1425	1407	1407	1541	1541	1539	1539
16	2	1408	1408	1387	1387	1558	1558	1559	1559	1402	1402	1381	1381	1564	1564	1565	1565
17	3	2829	2872	2825	2869	2679	2722	2653	2697	2835	2878	2832	2875	2673	2716	2647	2690
18	3	2807	2851	2801	2844	2700	2744	2678	2721	2812	2855	2805	2849	2696	2739	2673	2717
19	3	2786	2829	2776	2820	2722	2765	2702	2746	2789	2832	2779	2822	2719	2762	2700	2743
20	3	2765	2808	2752	2795	2743	2786	2727	2770	2765	2809	2752	2796	2742	2786	2726	2769
21	3	2743	2786	2727	2770	2765	2808	2752	2795	2742	2786	2726	2769	2765	2809	2752	2796
22	3	2722	2765	2702	2746	2786	2829	2776	2820	2719	2762	2700	2743	2789	2832	2779	2822
23	3	2700	2744	2678	2721	2807	2851	2801	2844	2696	2739	2673	2717	2812	2855	2805	2849
24	3	2679	2722	2653	2697	2829	2872	2825	2869	2673	2716	2647	2690	2835	2878	2831	2875
Nmax		2829	2872	2825	2869	2829	2872	2825	2869	2835	2878	2832	2875	2835	2878	2831	2875
Nmin		137	93	121	77	137	93	121	77	130	87	115	71	130	87	115	71
TAGLIO																	
taglio Vx		682	693	682	693	682	693	682	693	682	693	682	693	682	693	682	693
taglio Vy		4	4	4	4	-4	-4	-4	-4	7	7	7	7	-7	-7	-7	-7
V		682	693														

S.L.E.car

CARICO ASSIALE		q7															
PALO																	
1	1	302	230	309	236	152	80	136	64								
2	1	281	209	284	212	174	101	161	89								
3	1	259	187	259	187	195	123	186	113								
4	1	238	166	235	162	217	144	210	138								
5	1	217	144	210	138	238	166	235	162								
6	1	195	123	186	113	259	187	259	187								
7	1	174	101	161	89	281	209	284	212								
8	1	152	80	136	64	302	230	309	236								
9	2	1558	1558	1559	1559	1408	1408	1387	1387								
10	2	1536	1536	1535	1535	1429	1429	1412	1412								
11	2	1515	1515	1510	1510	1451	1451	1436	1436								
12	2	1493	1493	1485	1485	1472	1472	1461	1461								
13	2	1472	1472	1461	1461	1493	1493	1485	1485								
14	2	1451	1451	1436	1436	1515	1515	1510	1510								
15	2	1429	1429	1412	1412	1536	1536	1535	1535								
16	2	1408	1408	1387	1387	1558	1558	1559	1559								
17	3	2813	2886	2810	2882	2663	2736	2638	2710								
18	3	2792	2864	2785	2857	2685	2757	2662	2735								
19	3	2770	2843	2761	2833	2706	2778	2687	2759								
20	3	2749	2821	2736	2808	2728	2800	2711	2784								
21	3	2727	2800	2711	2784	2749	2821	2736	2808								
22	3	2706	2778	2687	2759	2770	2843	2761	2833								
23	3	2685	2757	2662	2735	2792	2864	2785	2857								
24	3	2663	2735	2638	2710	2813	2886	2810	2882								
Nmax		2813	2886	2810	2882	2813	2886	2810	2882								
Nmin		152	80	136	64	152	80	136	64								
TAGLIO																	
taglio Vx		677	696	677	696	677	696	677	696								
taglio Vy		4	4	4	4	-4	-4	-4	-4								
V		677	696	677	696	677	696	677	696								

S.L.freq

CARICO ASSIALE		q1																q7		q5		S.L.qp	
PALO																							
1	1	274	237	280	244	142	106	126	90	302	259	302	259	299	262								
2	1	255	219	258	222	161	125	148	112	302	259	301	260	299	262								
3	1	236	200	236	200	180	144	170	134	302	259	300	261	299	262								
4	1	217	181	214	178	198	162	192	156	302	259	299	262	299	262								
5	1	198	162	192	156	217	181	214	178	302	259	298	263	299	262								
6	1	180	143	170	134	236	200	236	200	302	259	297	264	299	262								
7	1	161	125	148	112	255	219	258	222	302	259	296	265	299	262								
8	1	142	106	126	90	274	237	280	244	302	259	296	265	299	262								
9	2	1549	1549	1550	1550	1417	1417	1396	1396	1394	1394	1397	1391	1394	1394								
10	2	1530	1530	1528	1528	1436	1436	1418	1418	1394	1394	1396	1392	1394	1394								
11	2	1511	1511	1506	1506	1455	1455	1440	1440	1394	1394	1395	1393	1394	1394								
12	2	1492	1492	1484	1484	1473	1473	1462	1462	1394	1394	1394	1394	1394	1394								
13	2	1473	1473	1462	1462	1492	1492	1484	1484	1394	1394	1394	1394	1394	1394								
14	2	1455	1455	1440	1440	1511	1511	1506	1506	1394	1394	1393	1395	1394	1394								
15	2	1436	1436	1418	1418	1530	1530	1528	1528	1394	1394	1392	1396	1394	1394								
16	2	1417	1417	1396	1396	1549	1549	1550	1550	1394	1394	1391	1397	1394	1394								
17	3	2823	2860	2820	2856	2692	2728	2603	2676	2486	2529	2493	2523	2490	2526								
18	3	2805	2841	2798	2834	2711	2747	2688	2724	2486	2529	2492	2524	2490	2526								
19	3	2786	2822	2776	2812	2730	2766	2710	2746	2486	2529	2491	2524	2490	2526								
20	3	2767	2803	2754	2790	2748	2784	2732	2768	2486	2529	2490	2525	2490	2526								
21	3	2748	2784	2732	2768	2767	2803	2754	2790	2486	2529	2489	2526	2490	2526								
22	3	2730	2766	2710	2746	2786	2822	2776	2812	2486	2529	2488	2527	2490	2526								
23	3	2711	2747	2688	2724	2805	2841	2798	2834	2486	2529	2487	2528	2490	2526								
24	3	2692	2728	2666	2703	2823	2860	2820	2856	2486	2529	2487	2529	2490	2526								
Nmax		2823	2860	2820	2856	2823	2860	2820	2856	2486	2529	2493	2529	2490	2526								
Nmin		142	106	126	90	142	106	126	90	302	259	296	259	299	262								
TAGLIO																							
taglio Vx		683	692	683	692	683	692	683	692														

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI07 SPALLA SPA**Dati e risoluzione della palificata**

Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4029	4277	2984	2860	2526
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	25	-1511	20	90	262
Momento amplificato del 20%	Mmax 1a	kNm	2861	3483	2120	1703	1518
Sforzo di taglio massimo	Vmax 1a	kN	969	1179	718	692	617

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	49000	36161
Carico verticale medio agente sui pali	2042	1507

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA

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	1.90
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	0.00
copriferro	c	m	0.112
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	2.28
fattore lambda (l1 / 0.9d) = arctan ψ	λ1		1.34
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/passio	mm	m	mmq
primo strato dal basso	10	28	26	0.079	14866
secondo strato dal basso	10	28	26	0.145	14866
terzo strato dal basso	0	0	0	0.198	0
quarto strato dal basso	0	0	0	0.238	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.112	29732

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	4029	0.0	969.0	5829.9	14899	7273.6
SLU-SIS	4277	0.0	1179.5	6338.7	16199	7908.4
				6338.7	16199	7908.4

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	29732	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	11634.3	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		54%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	26869.5	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		29%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σs
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

SLE-CARATTERISTICA 2983.6 0.0 717.8 4317.0 145

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 40% **OK!**

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime P1max P2max Hmax Tmax σ_s
Combinazione di carico kN kN kN kN Mpa

SLE-FREQUENTE 2859.6 0.0 691.9 4141.6 139

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 26.0 σ_{slim} MPa 194.3
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 72% **OK!**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime P1max P2max Hmax Tmax σ_s
Combinazione di carico kN kN kN kN Mpa

SLE-QUASI PERMANENTE 2525.7 0.0 616.9 3663.8 123

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 26.0 σ_{slim} MPa 155.6
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 79% **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	3.90
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	0.30
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	
distanza tra palo 4° fila posteriore e sezione di incastro	a4	m	
larghezza sezione di calcolo	b	m	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	10	10	26	0.079	5309
secondo strato dall'alto	10	10	26	0.145	5309
terzo strato dall'alto	0	0	0	0.198	0
quarto strato dall'alto	0	0	0	0.238	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.112	10619

Armatura inferiore mensola posteriore	passo	n.barre	ϕ	c	As
---------------------------------------	-------	---------	--------	---	----

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/passo	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	5	26	0.079	2655
secondo strato dal basso	20	5	26	0.145	2655
terzo strato dal basso	0	0	0	0.198	0
quarto strato dal basso	0	0	0	0.238	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.112	5309

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	243.0	1191	2917.2
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	859.1	4209	10312.9
sommano			5400.1	13230.2
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	180.0	882	2160.9
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	636.3	3118	7639.2
sommano			4000.0	9800.1

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-25.4	-1861.7	0.0	0.0	-1887	-657.5
SLU-STR (MAX)	-426.6	-2176.3	0.0	0.0	-2603	-2316.7
SLU-SIS (MIN)	1511.4	-1004.4	0.0	0.0	507	5593.0
SLU-SIS (MAX)	-875.2	-1783.7	0.0	0.0	-2659	-3948.6

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	3513	12573
SLU-STR (MAX)	2797	10913
SLU-SIS (MIN)	4507	15393
SLU-SIS (MAX)	1341	5852

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	976	3492
SLU-STR (MAX)	777	3032
SLU-SIS (MIN)	1252	4276
SLU-SIS (MAX)	373	1625

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	6431	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	10619	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	7060	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		61%	OK!
Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	0	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	5309	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-3530	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		0%	OK!

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA		fac	p kN/ml	V kN	M kNm		
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera		1.0	180.0	882	2160.9		
sollecitazioni dovute al peso del rinterro		1.0	636.3	3118	7639.2		
sommano				4000.0	9800.1		
sollecitazioni dovute ai pali		R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)		-20.0	-1380.8	0.0	0.0	-1401	-492.1
SLE-CARATTERISTICA (MAX)		-308.5	0.0	0.0	0.0	-309	-1203.3
sollecitazioni risultanti				V kN	M kNm		
SLE-CARATTERISTICA (MIN)				2599	9308		
SLE-CARATTERISTICA (MAX)				3692	8597		
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria				V kN/m	M kNm/m		
SLE-CARATTERISTICA (MIN)				722	2586		
SLE-CARATTERISTICA (MAX)				1025	2388		
Tasso di lavoro armature superiori		σ_{sup}	Mpa	143			
Tasso di lavoro armature inferiori		σ_{inf}	Mpa	0			
Tensione massima ammissibile		$\sigma_{s,max}$	MPa	360			
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni		c.u.		40%		OK!	
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni		c.u.		0%		OK!	
VERIFICA SLE-FREQUENTE		fac	p kN/ml	V kN	M kNm		
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera		1.0	180.0	882	2160.9		
sollecitazioni dovute al peso del rinterro		1.0	636.3	3118	7639.2		
sommano				4000.0	9800.1		
sollecitazioni dovute ai pali		R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)		-90.1	-1391.1	0.0	0.0	-1481	-768.5
SLE-FREQUENTE (MAX)		-302.5	0.0	0.0	0.0	-302	-1179.7
sollecitazioni risultanti				V kN	M kNm		
SLE-FREQUENTE (MIN)				2519	9032		
SLE-FREQUENTE (MAX)				3698	8620		
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria				V kN/m	M kNm/m		
SLE-FREQUENTE (MIN)				700	2509		
SLE-FREQUENTE (MAX)				1027	2395		

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tasso di lavoro armature superiori		σ_{sup}	Mpa	139	
Tasso di lavoro armature inferiori		σ_{inf}	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		72%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		0%	OK!
VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE		fac	p	V	M
			kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera		1.0	180.0	882	2160.9
sollecitazioni dovute al peso del rinterro		1.0	636.3	3118	7639.2
sommano				4000.0	9800.1
sollecitazioni dovute ai pali		R1	R2	R3	R4
		kN	kN	kN	kN
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)		-262.4	-1394.1	0.0	0.0
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)		-298.6	0.0	0.0	0.0
sollecitazioni risultanti				V	M
				kN	kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)				2344	8358
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)				3701	8636
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria				V	M
				kN/m	kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)				651	2322
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)				1028	2399
Tasso di lavoro armature superiori		sfsup	Mpa	133	
Tasso di lavoro armature inferiori		sfinf	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		85%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		0%	OK!

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
Calcolo e Verifica muro frontale

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	1.90
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	409
Momento longitudinale	M _y g1	kNm	-153
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	F _x g3	kN	370
Momento longitudinale	M _y g3	kNm	1211
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	F _x g3	kN	84
Momento longitudinale	M _y g3	kNm	411
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	9.82

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	455.5
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	403.5
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	455.5
altezza di applicazione	H	m	4.9
Momento longitudinale	M _y DP	kNm	2236.4

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	547
altezza di applicazione	H	m	4.9
Momento longitudinale	M _y DP	kNm	2686

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	455
Momento longitudinale	M _y E _s	kNm	2236

Forze inerziali (q6.2)

Sisma longitudinale			
Forza orizzontale longitudinale	F _x q6.2x	kN	129
Momento longitudinale	M _y q6.2x	kNm	531

Sisma verticale

Forza verticale	F _z q6.2z	kN	-64
Momento longitudinale	M _y q6.2z	kNm	24

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + muro frontale	7.25
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.45

		F _x [kN]	F _z [kN]
g1a	Peso proprio impalcato	0	119
g2a	Perm. portati - impalcato	0	47
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0
e2	ritiro	5	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	87
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	74
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	87
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	74
q3	Frenatura	2	0
q7a	Var. termica positiva	-10	0
q7b	Var. termica negativa	9	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0
Ex	Sisma longitudinale	28	0
Ez	Sisma verticale	0	82

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE

		F _x [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	119	-53

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
Calcolo e Verifica muro frontale

g1-sp	Peso proprio spalla	0	409	153
g2a	Perm. portati - impalcato	0	47	-21
g3-sp	g3-sp	370	0	-1211
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	5	0	-36
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	87	-39
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	74	-33
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	87	-39
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	74	-33
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	84	0	-411
q3	Frenatura	2	0	-15
q7a	Var. termica positiva	-10	0	74
q7b	Var. termica negativa	9	0	-63
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	28	0	-206
Ez	Sisma verticale	0	82	-37
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	455	0	-2236
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	129	0	-531
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-64	-24

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1				S.L.U.				q3					
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
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
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
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
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
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
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
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
q1a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	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	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	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	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
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
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
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
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
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
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
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

	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	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	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	1.00	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	0.00	0.00	0.00	0.00
q1a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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	0.00	0.00	0.00	0.00
q1e-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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

	q1				S.L.E.car				q3				
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
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
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
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
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
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
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q1a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	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	0.75	0.75	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	0.75	0.75	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	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	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	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
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
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
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
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
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

	S.L.E.car			
	e3			
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
Calcolo e Verifica muro frontale

e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
q7b	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	S.L.freq				S.L.qp			
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.								S.L.V.							
	q1				q3				q1				q3			
Fx	609	626	609	626	609	626	609	626	584	601	584	601	584	601	584	601
Fz	892	892	875	875	892	892	875	875	863	863	850	850	863	863	850	850
My	-2115	-2238	-2107	-2230	-2115	-2238	-2107	-2230	-1982	-2106	-1976	-2100	-1982	-2106	-1976	-2100

	S.L.U.				S.L.V.			
	q7				E.x		E.z	
Fx	575	603	575	603	575	603	575	603
Fz	863	863	850	850	863	863	850	850
My	-1918	-2124	-1912	-2118	-1918	-2124	-1912	-2118

	S.L.E.car								S.L.V.							
	q1				q3				q1				q3			
Fx	453	464	453	464	453	464	453	464	434	445	434	445	434	445	434	445
Fz	661	661	648	648	661	661	648	648	639	639	629	629	639	639	629	629
My	-1575	-1658	-1569	-1652	-1575	-1658	-1569	-1652	-1477	-1560	-1473	-1555	-1477	-1560	-1473	-1555

	S.L.E.car			
	q7			
Fx	428	447	428	447
Fz	639	639	629	629
My	-1433	-1570	-1429	-1566

	S.L.E.freq				S.L.E.qp			
Fx	432	443	432	443	432	443	432	443
Fz	639	639	629	629	639	639	629	629
My	-1463	-1545	-1458	-1541	-1463	-1545	-1458	-1541

Armatura zona tesa muro frontale	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	10	10	26	0.081	5309
secondo strato	0	0	0	0.124	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.081	5309

VERIFICHE AGLI SLU	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	2238
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	2949
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	4603
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	5309
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3401
Coefficiente di utilizzo	c.u.		87%
Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	626
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	618

VERIFICHE AGLI SLE-CAR			
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	191
Tensione massima ammissibile	σs,max	MPa	360
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		53%

VERIFICHE AGLI SLE-FR			
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	178

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
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 26.0	σ_{lim}	MPa	194	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		91%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-QP

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σ_s	Mpa	138	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0,20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	σ_{lim}	MPa	156	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		89%	OK!

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.32
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	7.03
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} alla base	a ₂	m	4.32
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	8.4
pressione orizzontale dovuta al carico q _{ik} distribuito	sh _d	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	V _{max}	kNm	340.9
Momento alla base complessivo	M _{max}	kNm	609.4

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	9.24
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	49.8	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	42.3	46.8
Spinta dovuta al carico Q _{ik}	0.0	48.5	86.6
Carico Q _{ik} sul paraghiaia	32.5	19.5	66.6
Sisma - forze inerziali	0.0	15.7	26.0
Spinta sismica del terreno	0.0	45.0	74.7

Armatura zona tesa paraghiaia

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	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	93.6	148.8	270.1
SLU-SIS	49.8	60.7	100.7

Armatura minima richiesta	A _{fs_min}	mmq/ml	1464	
Armatura effettivamente adottata:	A _{fs}	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	M _{R_sup}	kNm/ml	580	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		47%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-RARA	
Peso proprio	1.00	
Spinta statica del terreno	1.00	

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**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	82.3	110.2	200.1

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **135**

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni c.u. **38%** **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	74.2	93.3	161.8

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **109**

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. **49%** **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	49.8	42.3	46.8

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **32**

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: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	10.05
larghezza muro di risvolto	a	m	1.70
spessore muro di risvolto	s	m	0.60
coefficiente gamma	γ		0.17
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	77.1
direzione orizzontale	γ	0.250	0.500	0.17
coefficiente fac_x	facMx	0.240	0.175	0.261
coefficiente fac_vx	facVx	0.690	0.404	0.782

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	58.2
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	102.6
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.25	0.50	0.17
coefficiente fac_y	facMy	0.022	0.035	0.02
coefficiente fac_vy	facVy	0.423	0.485	0.403

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	138.7
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	312.6

Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	2.40
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	3.10
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	8.20
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	8.90
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	3.5

pressione orizzontale di calcolo		q	kN/mq	18.9
direzione orizzontale	γ	0.25	0.50	0.17
coefficiente fac_x	facMx	0.482	0.429	0.50
coefficiente fac_vx	facVx	1.055	1.102	1.040

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	27.3
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	33.5
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.25	0.50	0.17
coefficiente fac_y	facMy	0.016	0.031	0.011
coefficiente fac_vy	facVy	0.572	0.671	0.539

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	21.0
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	102.7

Effetti dovuti al sisma

forza inerziale	q1	kN/mq	4.73
incremento di spinta delle terre	q2	kN/mq	57.0

pressione orizzontale di calcolo		q	kN/mq	61.7
direzione orizzontale	γ	0.25	0.50	0.17
coefficiente fac_x	facMx	0.482	0.429	0.50
coefficiente fac_vx	facVx	1.055	1.102	1.04

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	88.9
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	109.1
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.25	0.50	0.17
coefficiente facx	facMy	0.016	0.031	0.011
coefficiente facVy	facVy	0.572	0.671	0.539

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	68.5
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	334.7

Riepilogo sollecitazioni sul muro	Mx	My	Vx	Vy
Condizione	kNm	kNm	kN	kN
Spinta del terreno	58.2	138.7	102.6	312.6
Spinta sovraccarichi accidentali	27.3	21.0	33.5	102.7
Spinta dovuta al sisma	88.9	68.5	109.1	334.7

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	115.4	215.6	183.7	560.7
SLU-SIS	147.1	207.1	211.7	647.3

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale	Afh_min	mmq/ml	777	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3142	OK!
Momento Resistente dir. Orizzontale	MR_h	kNm/ml	595	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		25%	OK!

Armatura minima richiesta in dir. Verticale	Afh_min	mmq/ml	1182	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3142	OK!
Momento Resistente dir. Verticale	MR_v	kNm/ml	573	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		38%	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	85.5	159.7

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	56
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	109
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

coefficiente di utilizzo armature orizzontali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.	16%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.	30%	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

Combinazione	Mx kNm	My kNm
SLE-FRE	78.7	154.4

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	52	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	105	
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.		23%	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.		47%	OK!

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-QP		
Spinta del terreno		1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali		0.00	
Spinta dovuta al sisma		0.00	

Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE

Combinazione	Mx kNm	My kNm
SLE-QP	58.2	138.7

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	38	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	95	
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.		21%	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.		52%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI07 SPALLA SPA**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	0.00
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	0.00
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Mt1	kNm	0.00
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vt2	kN	0.00
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Mt2	kNm	0.00

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	0.00
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Mq1	kNm	0.00
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vq2	kN	0.00
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Mq2	kNm	0.00

Effetti dovuti al sisma

spinta inerziale unitaria	ss1	kPa	4.73
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vs1	kN	0.00
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Ms1	kNm	0.00
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vs2	kN	0.00
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Ms2	kNm	0.00
incremento di spinta del terreno unitario	ss2	kPa	17.19
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vs3	kN	0.00
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Ms3	kNm	0.00
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vs4	kN	0.00
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Ms4	kNm	0.00

Sollecitazioni all'incastro della bandiera

Condizione	V kN	M kNm
Spinta delle terre	0.0	0.0
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	0.0	0.0
Sisma - forze inerziali	0.0	0.0
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.0	0.0

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	0.0	0.0
SLU-SIS	0.0	0.0

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI07 SPALLA SPA**Verifica bandiera muri di risvolto**

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	0	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	1005	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	188	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		0%	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	0.0	0.0

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	0	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		0%	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	0.0	0.0

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	0	
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.		0%	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	0.0	0.0

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	0	
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.		0%	OK!

LAVORO: SS131 - SPALLA SU PALI - VI05 SPALLA B CARREGGIATA DESTRA
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	1251.9	626.5	148.8	211.7	647.3
Dati							
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30	40	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	25	32	32	32	32
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		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
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.2	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	f _{yk}	Mpa	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	f _{ywd}	Mpa	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	1.90	0.60	0.60	0.60
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	A _c	m ²	2.00	1.90	0.60	0.60	0.60
Larghezza anima	b _w	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.112	0.081	0.076	0.062	0.082
altezza utile della sezione	d	m	1.89	1.82	0.52	0.54	0.52
Compressione agente nella sezione							
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	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							
	A _{sl}	mmq	10619	5309	3142	3142	3142
Coefficiente k	k	m	1.33	1.33	1.62	1.61	1.62
v _{min}	v _{min}		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00562	0.00292	0.00600	0.00584	0.00606
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	724.8	612.1	272.3	275.8	270.8
			N.V.	N.V.	OK	OK	N.V.
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio							
<i>Verifica del conglomerato</i>							
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	8024.0	9895.4	2850.6	2926.7	2817.9
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>							
diametro staffe	f _{sw}	mm	24	12	10	12	14
passo staffe	s _{cp}	m	1.20	0.40	0.40	0.40	0.20
numero di bracci	n _b		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Armatura a taglio (staffe)	A _{sw}	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	1566.8	1132.1	226.5	334.8	877.6
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	4150.1	5118.0	1474.4	1513.7	1457.5
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	1566.8	1132.1	226.5	334.8	877.6
			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 VI07 - Viadotto S. Antonio 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: VI07 - S. ANTONIO** **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 = Qs: 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 approsso specificata per terreni coesivi e granulari
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni coesivi (c < 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali
Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 cu
Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con:
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

Terreni granulari (c' = 0, φ' < 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci
Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽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

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σvi	
Tensione totale in testa palo			76.0
Tensione efficace in testa palo			76.0

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	4.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	4.00

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 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	1
coefficiente ξ	1.70

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	7.0	SL	0	23.0	1.00	1.00	0.0	23.0	19.0	25	75	85	2125	2125	25
2	FN	7.0	60.0	C	200		1.00	1.00	200.0	0.0	20.0		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

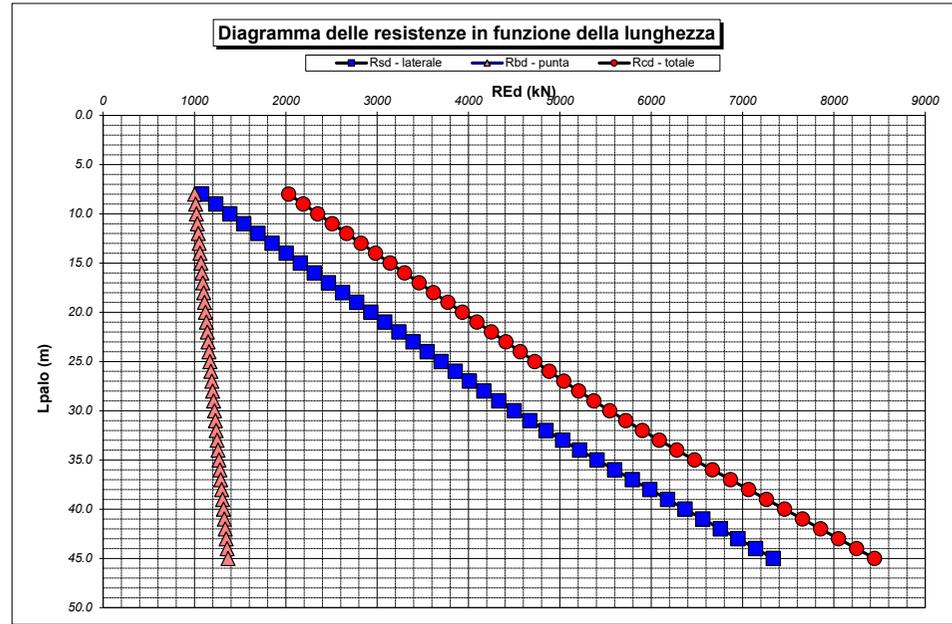
Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: VI07 - S. ANTONIO** **ALLINEAMENTI: SPALLE E PILE**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud - qud kPa	φ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	SL	4.0	0.0			19.0	19.0		76.0	76.0												0		
1	SL	5.0	1.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	95.0	85.2	0.774	75	62.4	235	1.8		2125	154.2	174	120	76	7	190	91
1	SL	6.0	2.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	114.0	94.4	0.728	75	65.3	481	1.9		2125	175.8	199	246	87	14	319	186
1	SL	7.0	3.0	0.0	23.0	19.0	9.2	0.0	133.0	103.6	0.686	75	67.9	737	1.9		2125	198.3	224	377	98	20	455	284
2	C	8.0	4.0	200.0	0.0	20.0	10.2	62.6	153.0	113.8		100	62.6	973		1800.0	4000	1953.0	2209	498	962	26	1434	375
2	C	9.0	5.0	200.0	0.0	20.0	10.2	68.2	173.0	124.0		100	68.2	1230		1800.0	4000	1973.0	2231	629	972	32	1570	472
2	C	10.0	6.0	200.0	0.0	20.0	10.2	73.8	193.0	134.1		100	73.8	1508		1800.0	4000	1993.0	2254	772	982	37	1716	577
2	C	11.0	7.0	200.0	0.0	20.0	10.2	79.4	213.0	144.3		100	79.4	1808		1800.0	4000	2013.0	2277	925	992	43	1874	690
2	C	12.0	8.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	233.0	154.5		100	80.0	2109		1800.0	4000	2033.0	2299	1079	1002	49	2032	804
2	C	13.0	9.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	253.0	164.7		100	80.0	2411		1800.0	4000	2053.0	2322	1233	1012	54	2191	918
2	C	14.0	10.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	273.0	174.9		100	80.0	2713		1800.0	4000	2073.0	2345	1387	1022	60	2349	1031
2	C	15.0	11.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	293.0	185.1		100	80.0	3014		1800.0	4000	2093.0	2367	1542	1031	66	2508	1145
2	C	16.0	12.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	313.0	195.3		100	80.0	3316		1800.0	4000	2113.0	2390	1696	1041	71	2666	1258
2	C	17.0	13.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	333.0	205.5		100	80.0	3617		1800.0	4000	2133.0	2412	1850	1051	77	2825	1372
2	C	18.0	14.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	353.0	215.7		100	80.0	3919		1800.0	4000	2153.0	2435	2005	1061	83	2983	1486
2	C	19.0	15.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	373.0	225.9		100	80.0	4220		1800.0	4000	2173.0	2458	2159	1071	88	3141	1599
2	C	20.0	16.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	393.0	236.0		100	80.0	4522		1800.0	4000	2193.0	2480	2313	1081	94	3300	1713
2	C	21.0	17.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	413.0	246.2		100	80.0	4824		1800.0	4000	2213.0	2503	2467	1091	100	3458	1827
2	C	22.0	18.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	433.0	256.4		100	80.0	5125		1800.0	4000	2233.0	2525	2622	1100	105	3617	1940
2	C	23.0	19.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	453.0	266.6		100	80.0	5427		1800.0	4000	2253.0	2548	2776	1110	111	3775	2054
2	C	24.0	20.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	473.0	276.8		100	80.0	5728		1800.0	4000	2273.0	2571	2930	1120	116	3934	2168
2	C	25.0	21.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	493.0	287.0		100	80.0	6030		1800.0	4000	2293.0	2593	3084	1130	122	4092	2281
2	C	26.0	22.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	513.0	297.2		100	80.0	6332		1800.0	4000	2313.0	2616	3239	1140	128	4251	2395
2	C	27.0	23.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	533.0	307.4		100	80.0	6633		1800.0	4000	2333.0	2639	3393	1150	133	4409	2509
2	C	28.0	24.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	553.0	317.6		100	80.0	6935		1800.0	4000	2353.0	2661	3547	1160	139	4568	2622
2	C	29.0	25.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	573.0	327.8		100	80.0	7236		1800.0	4000	2373.0	2684	3701	1169	145	4726	2736
2	C	30.0	26.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	593.0	337.9		100	80.0	7538		1800.0	4000	2393.0	2706	3856	1179	150	4885	2849
2	C	31.0	27.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.1	613.0	348.1		100	80.1	7840		1800.0	4000	2413.0	2729	4010	1189	156	5043	2963
2	C	32.0	28.0	200.0	0.0	20.0	10.2	82.4	633.0	358.3		100	82.4	8151		1800.0	4000	2433.0	2752	4169	1199	162	5206	3080
2	C	33.0	29.0	200.0	0.0	20.0	10.2	84.8	653.0	368.5		100	84.8	8470		1800.0	4000	2453.0	2774	4333	1209	167	5374	3200
2	C	34.0	30.0	200.0	0.0	20.0	10.2	87.1	673.0	378.7		100	87.1	8798		1800.0	4000	2473.0	2797	4500	1219	173	5546	3323
2	C	35.0	31.0	200.0	0.0	20.0	10.2	89.4	693.0	388.9		100	89.4	9136		1800.0	4000	2493.0	2820	4673	1229	179	5723	3450
2	C	36.0	32.0	200.0	0.0	20.0	10.2	91.8	713.0	399.1		100	91.8	9482		1800.0	4000	2513.0	2842	4850	1238	184	5904	3579
2	C	37.0	33.0	200.0	0.0	20.0	10.2	94.1	733.0	409.3		100	94.1	9837		1800.0	4000	2533.0	2865	5031	1248	190	6090	3712
2	C	38.0	34.0	200.0	0.0	20.0	10.2	96.5	753.0	419.5		100	96.5	10200		1800.0	4000	2553.0	2887	5218	1258	196	6280	3848
2	C	39.0	35.0	200.0	0.0	20.0	10.2	98.8	773.0	429.7		100	98.8	10573		1800.0	4000	2573.0	2910	5408	1268	201	6475	3987
2	C	40.0	36.0	200.0	0.0	20.0	10.2	101.2	793.0	439.8		100	100.0	10950		1800.0	4000	2593.0	2933	5601	1278	207	6672	4128
2	C	41.0	37.0	200.0	0.0	20.0	10.2	103.5	813.0	450.0		100	100.0	11327		1800.0	4000	2613.0	2955	5794	1288	213	6869	4268
2	C	42.0	38.0	200.0	0.0	20.0	10.2	105.9	833.0	460.2		100	100.0	11704		1800.0	4000	2633.0	2978	5987	1298	218	7066	4409
2	C	43.0	39.0	200.0	0.0	20.0	10.2	108.2	853.0	470.4		100	100.0	12081		1800.0	4000	2653.0	3000	6179	1307	224	7263	4550
2	C	44.0	40.0	200.0	0.0	20.0	10.2	110.5	873.0	480.6		100	100.0	12458		1800.0	4000	2673.0	3023	6372	1317	230	7460	4690
2	C	45.0	41.0	200.0	0.0	20.0	10.2	112.9	893.0	490.8		100	100.0	12835		1800.0	4000	2693.0	3046	6565	1327	235	7657	4831
2	C	46.0	42.0	200.0	0.0	20.0	10.2	115.2	913.0	501.0		100	100.0	13212		1800.0	4000	2713.0	3068	6758	1337	241	7854	4971
2	C	47.0	43.0	200.0	0.0	20.0	10.2	117.6	933.0	511.2		100	100.0	13589		1800.0	4000	2733.0	3091	6951	1347	247	8051	5112
2	C	48.0	44.0	200.0	0.0	20.0	10.2	119.9	953.0	521.4		100	100.0	13966		1800.0	4000	2753.0	3114	7144	1357	252	8248	5253
2	C	49.0	45.0	200.0	0.0	20.0	10.2	122.3	973.0	531.6		100	100.0	14343		1800.0	4000	2773.0	3136	7336	1367	258	8445	5393
2	C	50.0	46.0	200.0	0.0	20.0	10.2	124.6	993.0	541.7		100	100.0	14720		1800.0	4000	2793.0	3159	7529	1376	264	8642	5534
2	C	51.0	47.0	200.0	0.0	20.0	10.2	126.9	1013.0	551.9		100	100.0	15097		1800.0	4000	2813.0	3181	7722	1386	269	8839	5675
2	C	52.0	48.0	200.0	0.0	20.0	10.2	129.3	1033.0	562.1		100	100.0	15474		1800.0	4000	2833.0	3204	7915	1396	275	9036	5815
2	C	53.0	49.0	200.0	0.0	20.0	10.2	131.6	1053.0	572.3		100	100.0	15851		1800.0	4000	2853.0	3227	8108	1406	280	9233	5956
2	C	54.0	50.0	200.0	0.0	20.0	10.2	134.0	1073.0	582.5		100	100.0	16228		1800.0	4000	2873.0	3249	8301	1416	286	9430	6097

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA OPERA: VI07 - S. ANTONIO
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI: SPALLE E PILE
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ecd (kN)	c.u.c	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
Pila P1	30.0	4500	1219	5546	4124	74%	3323	0	0%
SpA	30.0	4500	1219	5546	4277	77%	3323	1511	45%

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:

$$R_{cd,gr} = npali \times \eta \times R_{cd}$$

in cui:

npali:

η

Rcd è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata η è la resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse- Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

nella quale:

i

interasse tra i

d

diametro dei pali

m

numero di file

n

numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
Pila P1	1.20	3.60	8	3	3	0.73	32251	24636	76%
SpA	1.20	3.60	24	3	8	0.68	91074	49000	54%

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA **OPERA:** V107 - S. ANTONIO **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	4.00
Affondamento della testa del palo da piano di compagna	ztp	m	4.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

Tensione totale in testa palo	kPa	σvi	72.0
Tensione efficace in testa palo	kPa	σ'vi	72.0

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	1
coefficiente ξ	1.70

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)

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	7.0	SL		20.0	1.00	1.00	0.0	20.0	18.0	20	60	85	1700	1700	20
2	FN	7.0	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

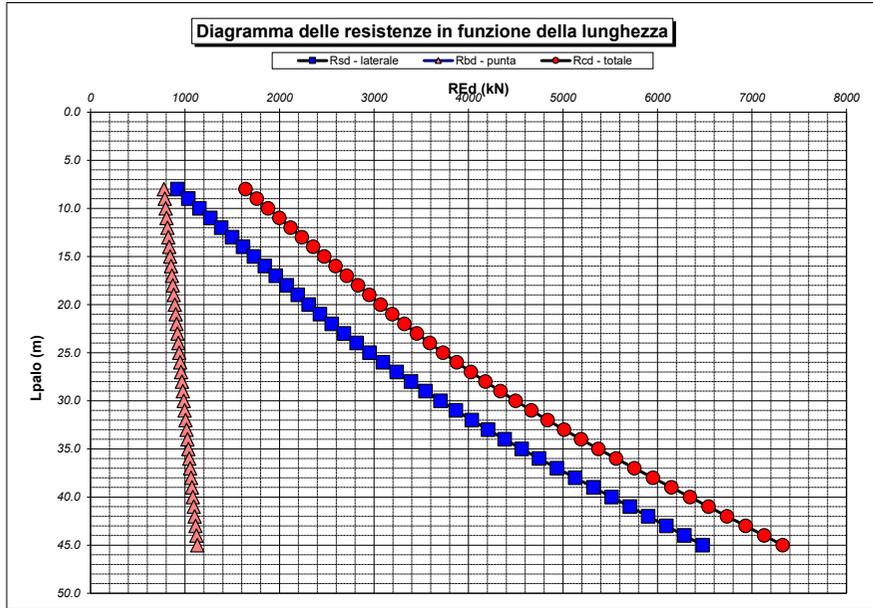
LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA **OPERA:** VI07 - S. ANTONIO **ALLINEAMENTI:** **SPALLE E PILE**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:** **MINIMI**

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9*cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	SL	4.0	0.0			18.0	18.0		72.0	72.0												0		
1	SL	5.0	1.0	0.0	20.0	18.0	8.2	0.0	90.0	80.2	0.774	60	58.9	222	-1.4		1700	-114.1	-129	114	-56	8	49	87
1	SL	6.0	2.0	0.0	20.0	18.0	8.2	0.0	108.0	88.4	0.728	60	60.0	448	-1.3		1700	-117.9	-133	229	-58	16	155	176
1	SL	7.0	3.0	0.0	20.0	18.0	8.2	0.0	126.0	96.6	0.686	60	60.0	674	-1.2		1700	-120.3	-136	345	-59	24	262	265
2	C	8.0	4.0	150.0	0.0	19.5	9.7	58.4	145.5	106.3		100	58.4	895		1350.0	4000	1495.5	1691	458	737	30	1165	350
2	C	9.0	5.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	165.0	116.0		100	60.0	1121		1350.0	4000	1515.0	1713	573	747	36	1284	438
2	C	10.0	6.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	184.5	125.6		100	60.0	1347		1350.0	4000	1534.5	1735	689	756	42	1403	525
2	C	11.0	7.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	204.0	135.3		100	60.0	1573		1350.0	4000	1554.0	1758	805	766	49	1522	612
2	C	12.0	8.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	223.5	145.0		100	60.0	1800		1350.0	4000	1573.5	1780	920	775	55	1641	699
2	C	13.0	9.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	243.0	154.7		100	60.0	2026		1350.0	4000	1593.0	1802	1036	785	61	1760	786
2	C	14.0	10.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	262.5	164.4		100	60.0	2252		1350.0	4000	1612.5	1824	1152	795	67	1879	874
2	C	15.0	11.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	282.0	174.1		100	60.0	2478		1350.0	4000	1632.0	1846	1268	804	74	1998	961
2	C	16.0	12.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	301.5	183.8		100	60.0	2704		1350.0	4000	1651.5	1868	1383	814	80	2117	1048
2	C	17.0	13.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	321.0	193.5		100	60.0	2931		1350.0	4000	1671.0	1890	1499	823	86	2237	1135
2	C	18.0	14.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	340.5	203.2		100	60.0	3157		1350.0	4000	1690.5	1912	1615	833	92	2356	1222
2	C	19.0	15.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	360.0	212.9		100	60.0	3383		1350.0	4000	1710.0	1934	1730	843	98	2475	1310
2	C	20.0	16.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	379.5	222.5		100	60.0	3609		1350.0	4000	1729.5	1956	1846	852	105	2594	1397
2	C	21.0	17.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	399.0	232.2		100	60.0	3835		1350.0	4000	1749.0	1978	1962	862	111	2713	1484
2	C	22.0	18.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	418.5	241.9		100	60.0	4061		1350.0	4000	1768.5	2000	2077	872	117	2832	1571
2	C	23.0	19.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	438.0	251.6		100	60.0	4288		1350.0	4000	1788.0	2022	2193	881	123	2951	1659
2	C	24.0	20.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.1	457.5	261.3		100	60.1	4514		1350.0	4000	1807.5	2044	2309	891	129	3070	1746
2	C	25.0	21.0	150.0	0.0	19.5	9.7	62.3	477.0	271.0		100	62.3	4749		1350.0	4000	1827.0	2066	2429	900	136	3194	1836
2	C	26.0	22.0	150.0	0.0	19.5	9.7	64.6	496.5	280.7		100	64.6	4993		1350.0	4000	1846.5	2088	2554	910	142	3322	1930
2	C	27.0	23.0	150.0	0.0	19.5	9.7	66.8	516.0	290.4		100	66.8	5244		1350.0	4000	1866.0	2110	2683	920	148	3454	2026
2	C	28.0	24.0	150.0	0.0	19.5	9.7	69.0	535.5	300.1		100	69.0	5505		1350.0	4000	1885.5	2132	2816	929	154	3590	2125
2	C	29.0	25.0	150.0	0.0	19.5	9.7	71.2	555.0	309.8		100	71.2	5773		1350.0	4000	1905.0	2155	2953	939	161	3731	2228
2	C	30.0	26.0	150.0	0.0	19.5	9.7	73.5	574.5	319.4		100	73.5	6050		1350.0	4000	1924.5	2177	3095	948	167	3876	2333
2	C	31.0	27.0	150.0	0.0	19.5	9.7	75.7	594.0	329.1		100	75.7	6335		1350.0	4000	1944.0	2199	3241	958	173	4026	2442
2	C	32.0	28.0	150.0	0.0	19.5	9.7	77.9	613.5	338.8		100	77.9	6629		1350.0	4000	1963.5	2221	3391	968	179	4179	2553
2	C	33.0	29.0	150.0	0.0	19.5	9.7	80.2	633.0	348.5		100	80.2	6931		1350.0	4000	1983.0	2243	3546	977	185	4337	2667
2	C	34.0	30.0	150.0	0.0	19.5	9.7	82.4	652.5	358.2		100	82.4	7242		1350.0	4000	2002.5	2265	3704	987	192	4500	2785
2	C	35.0	31.0	150.0	0.0	19.5	9.7	84.6	672.0	367.9		100	84.6	7561		1350.0	4000	2022.0	2287	3868	996	198	4666	2905
2	C	36.0	32.0	150.0	0.0	19.5	9.7	86.8	691.5	377.6		100	86.8	7888		1350.0	4000	2041.5	2309	4035	1006	204	4837	3029
2	C	37.0	33.0	150.0	0.0	19.5	9.7	89.1	711.0	387.3		100	89.1	8224		1350.0	4000	2061.0	2331	4207	1016	210	5012	3155
2	C	38.0	34.0	150.0	0.0	19.5	9.7	91.3	730.5	397.0		100	91.3	8568		1350.0	4000	2080.5	2353	4383	1025	217	5192	3285
2	C	39.0	35.0	150.0	0.0	19.5	9.7	93.5	750.0	406.7		100	93.5	8921		1350.0	4000	2100.0	2375	4563	1035	223	5375	3417
2	C	40.0	36.0	150.0	0.0	19.5	9.7	95.8	769.5	416.3		100	95.8	9282		1350.0	4000	2119.5	2397	4748	1044	229	5563	3553
2	C	41.0	37.0	150.0	0.0	19.5	9.7	98.0	789.0	426.0		100	98.0	9651		1350.0	4000	2139.0	2419	4937	1054	235	5756	3691
2	C	42.0	38.0	150.0	0.0	19.5	9.7	100.2	808.5	435.7		100	100.0	10028		1350.0	4000	2158.5	2441	5130	1064	241	5952	3832
2	C	43.0	39.0	150.0	0.0	19.5	9.7	102.4	828.0	445.4		100	100.0	10405		1350.0	4000	2178.0	2463	5322	1073	248	6148	3973
2	C	44.0	40.0	150.0	0.0	19.5	9.7	104.7	847.5	455.1		100	100.0	10782		1350.0	4000	2197.5	2485	5515	1083	254	6344	4115
2	C	45.0	41.0	150.0	0.0	19.5	9.7	106.9	867.0	464.8		100	100.0	11159		1350.0	4000	2217.0	2507	5708	1093	260	6541	4256
2	C	46.0	42.0	150.0	0.0	19.5	9.7	109.1	886.5	474.5		100	100.0	11536		1350.0	4000	2236.5	2529	5901	1102	266	6737	4397
2	C	47.0	43.0	150.0	0.0	19.5	9.7	111.4	906.0	484.2		100	100.0	11913		1350.0	4000	2256.0	2551	6094	1112	273	6933	4538
2	C	48.0	44.0	150.0	0.0	19.5	9.7	113.6	925.5	493.9		100	100.0	12290		1350.0	4000	2275.5	2574	6287	1121	279	7129	4679
2	C	49.0	45.0	150.0	0.0	19.5	9.7	115.8	945.0	503.6		100	100.0	12667		1350.0	4000	2295.0	2596	6479	1131	285	7325	4821
2	C	50.0	46.0	150.0	0.0	19.5	9.7	118.0	964.5	513.2		100	100.0	13044		1350.0	4000	2314.5	2618	6672	1141	291	7522	4962
2	C	51.0	47.0	150.0	0.0	19.5	9.7	120.3	984.0	522.9		100	100.0	13421		1350.0	4000	2334.0	2640	6865	1150	297	7718	5103
2	C	52.0	48.0	150.0	0.0	19.5	9.7	122.5	1003.5	532.6		100	100.0	13798		1350.0	4000	2353.5	2662	7058	1160	304	7914	5244
2	C	53.0	49.0	150.0	0.0	19.5	9.7	124.7	1023.0	542.3		100	100.0	14175		1350.0	4000	2373.0	2684	7251	1169	310	8110	5385
2	C	54.0	50.0	150.0	0.0	19.5	9.7	127.0	1042.5	552.0		100	100.0	14552		1350.0	4000	2392.5	2706	7444	1179	316	8307	5527

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA OPERA: VI07 - S. ANTONIO
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI:
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

SPALLE E PILE
 MINIMI



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 P1	30.0	3704	987	4500	4124	92%	2785	0	0%
SpA	30.0	3704	987	4500	4277	95%	2785	1511	54%

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:

$$Rcd,gr = npali \times \eta \times Rcd$$

in cui:

npali:

η

Rcd è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata è la resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

nella quale:

i

d

m

n

interasse tra i pali

diametro dei pali

numero di file

numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
Pila P1	1.20	3.60	8	3	3	0.73	26165	24636	94%
SpA	1.20	3.60	24	3	8	0.68	73887	49000	66%

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 VI07 - Viadotto S. Antonio 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	1564.0

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	1
coefficiente ξ_3	1.70
coefficiente ξ_4	1.70

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	2.85	2089.7	945.6

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	3.10	1924.8	870.9

Resistenza di progetto del palo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	870.9
---	------------	----	-------

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 P1	870.9	462	53%	8	80%	5574	3696	66%

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	5440.0

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	1
coefficiente ξ_3	1.70
coefficiente ξ_4	1.70

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	4.99	4052.0	1833.5

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	5.40	3734.5	1689.8

Resistenza di progetto del palo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	1689.8
---	------------	----	--------

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
SpA	1689.8	1230.0	73%	24	80%	32444	29520.0	91%

S.S.121 "Cataneese" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI07 - Viadotto S. Antonio 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 VI07 - 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	30.00
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	30.00	27.00	50	1350	0.30	8.1
3							
4							
5							
6							
7							
8							
			30.00		1395		9

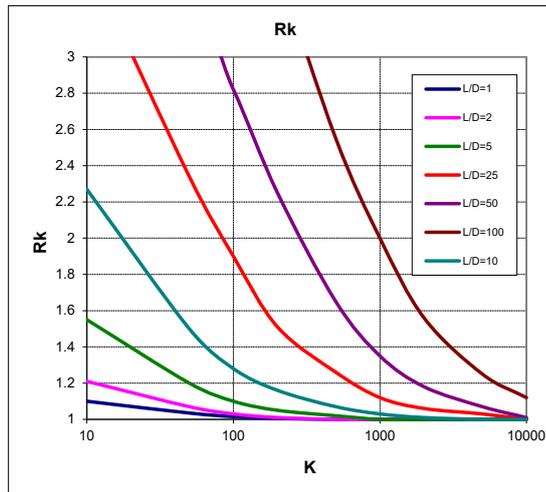
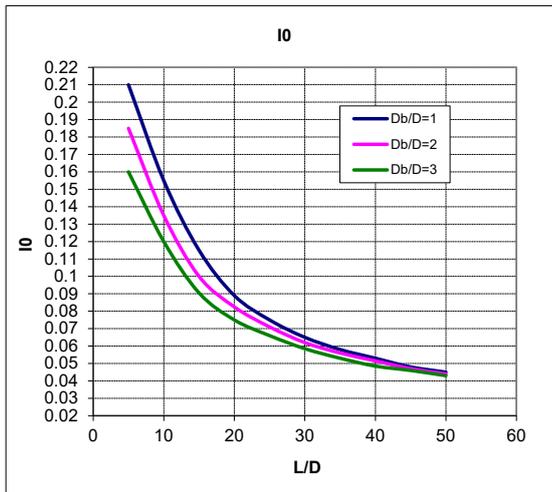
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	47
Modulo di Poisson	ns		0.30

Fattore di influenza I0

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	25.0
Fattore di influenza I0	I0	0.075

Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)

Rapporto L/D	L/D	25.0
Rapporto di rigidezza	K	677
Fattore correttivo Rn		1.21

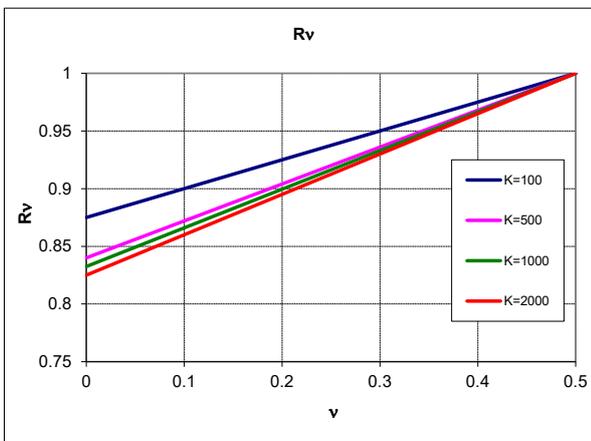
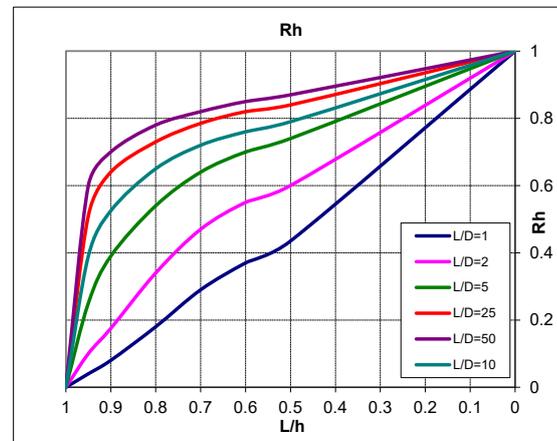


Fattore correttivo Rh

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	25.0
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

Fattore correttivo Rv

Modulo di Poisson	n	0.30
Rapporto di rigidezza	K	677
Fattore di influenza Rv	Rv	0.93



Fattore di influenza per palo sospeso: $I = I0 \times Rk \times Rh \times Rv =$ **0.085**

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	3030	2657	2141
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	4.6	4.0	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	14.7	12.9	10.4

CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE
LAVORO: VIADOTTO VI07 - PALI Dn1200 - FONDAZIONI SPALLE

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	26
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	3.00	3.00	15.0	45	0.30	0.9
2	3.00	26.00	23.00	50.0	1150	0.30	6.9
3							
4							
5							
6							
7							
8							
			26.00		1195		7.8

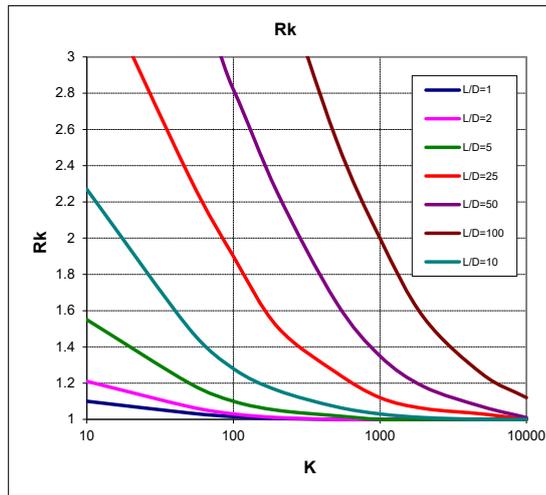
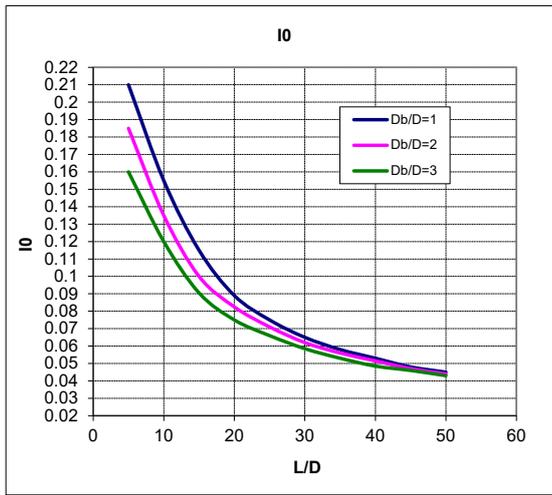
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	46
Modulo di Poisson	ns		0.30

Fattore di influenza I0

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	21.7
Fattore di influenza I0	I0	0.084

Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)

Rapporto L/D	L/D	21.7
Rapporto di rigidezza	K	685
Fattore correttivo Rn		1.17

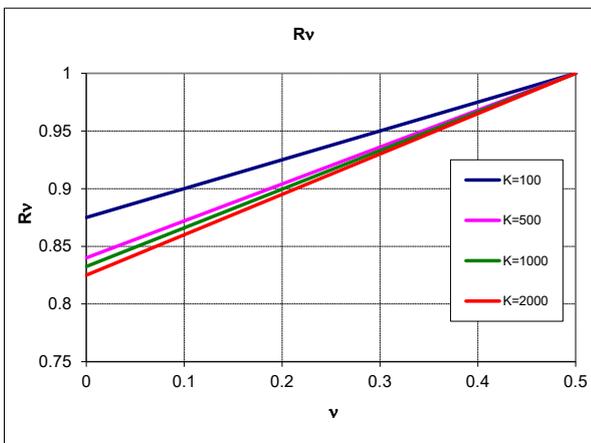
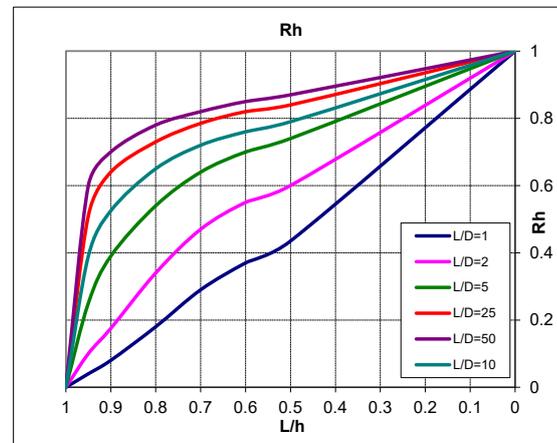


Fattore correttivo Rh

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	21.7
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

Fattore correttivo Rv

Modulo di Poisson	n	0.30
Rapporto di rigidezza	K	685
Fattore di influenza Rv	Rv	0.93



Fattore di influenza per palo sospeso: $I = I0 \times Rk \times Rh \times Rv =$ **0.093**

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	2984	2860	2526
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	5.0	4.8	4.2

CEDIMENTI DELLA PALIFICATA

Dati	var	unità	
Larghezza della palificata	B	m	9.20
fattore $(0.6B / (0.3B + 0.3))^2$	fac p		3.25

Cedimenti della palificata	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
$w = w1 \times facp$	mm	16.3	15.6	13.8