

**S.S.4 "SALARIA"**  
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo –  
3° Lotto 1° Stralcio – Tratto di adeguamento in  
sede e variante dal km 83+400 al km 87+400

**PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

COD.  
ATMSRM01100

PROGETTAZIONE: **VIA INGEGNERIA S.R.L.**

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Maria Antonietta Merendino (Ord. Ing. Prov. Roma 28481A)

Dott. Ing. Giulio Filippucci (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)

RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)

Responsabile Strutture: Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

GEOLOGO:

Dott. Geol. Maurizio Lanzini (Ord. Geologi Lazio 385)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Paolo Nardocci ((Ord. Ing. Prov. Roma 22714)

PROTOCOLLO

DATA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE



**OPERE D'ARTE**

**OPERE MAGGIORI**

**ST-E36 SOTTOPASSO – P002 – PONTE FORNACE 2**

**Relazione di calcolo**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:																										
PROGETTO		TOOVIO2STRRE01_B																													
S	R	I	O	2	P	2	2	0	1	CODICE ELAB.	T	O	O	V	I	O	2	S	T	R	R	E	O	1	B	-					
D																										-	-	-	-	-	-
C																										-	-	-	-	-	-
B																										REVISIONE A SEGUITO DI RAPPORTO DI VERIFICA DEL 1/06/2022	GIU. 2022	E. STRAMACCI	G. PIAZZA	M. MERENDINO	
A																										EMISSIONE	MAG. 2022	E. STRAMACCI	G. PIAZZA	M. MERENDINO	
REV.																										DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## INDICE

---

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>5</b>
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 <math>V_n</math></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.....	6
1.4	CONSIDERAZIONI SULLE METODOLOGIE COSTRUTTIVE.....	8
<b>2</b>	<b>NORMATIVE E RIFERIMENTI</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>NORME TECNICHE</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO</b> .....	<b>10</b>
4.1	CALCESTRUZZI .....	10
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i> .....	10
4.1.2	<i>Copriferri nominali</i> .....	11
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i> .....	12
4.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	14
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE .....	16
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	16
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	17
4.3	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA .....	17
4.3.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	17
4.3.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	18
4.4	CONNETTORI A PIOLO TIPO NELSON.....	18
4.4.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	18
4.4.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	18
4.5	GIUNZIONI BULLONATE .....	18
4.5.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	18

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

4.5.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	19
4.6	GIUNZIONI SALDATE .....	19
<b>5</b>	<b>AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO .....</b>	<b>20</b>
5.1	ELENCO DELLE AZIONI SUI PONTI STRADALI.....	20
5.2	ANALISI DEI CARICHI.....	20
5.2.1	<i>Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1</i> .....	21
5.2.2	<i>Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2</i> .....	21
5.2.3	<i>Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3</i> .....	22
5.2.4	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – <math>\varepsilon_2</math> e <math>\varepsilon_3</math></i> .....	23
5.2.5	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – <math>\varepsilon_4</math></i> .....	25
5.2.6	<i>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1</i> .....	25
5.2.7	<i>Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3</i> .....	28
5.2.8	<i>Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4</i> .....	28
5.2.9	<i>Azioni di Neve e di Vento – q5</i> .....	29
5.2.10	<i>Azioni della temperatura – q7</i> .....	32
5.2.11	<i>Resistenze parassite dei vincoli – q9</i> .....	34
5.2.12	<i>Azioni sismiche – E</i> .....	35
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	41
5.3.1	<i>Combinazioni di carico in esercizio</i> .....	41
5.3.2	<i>Combinazioni di carico in fase sismica</i> .....	44
<b>6</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO.....</b>	<b>45</b>
6.1	CRITERI DI CALCOLO .....	45
6.1.1	<i>Analisi globale</i> .....	45
6.1.2	<i>Analisi locali</i> .....	47
6.2	ANALISI STATICA GLOBALE .....	47
6.2.1	<i>Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi</i> .....	47
6.2.2	<i>Applicazione dei carichi al modello</i> .....	48
6.2.3	<i>Sollecitazioni di progetto</i> .....	49
6.3	VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI.....	55
6.3.1	<i>Verifiche di resistenza SLU</i> .....	55

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

6.4	VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITÀ DELLA STRUTTURA .....	64
<b>7</b>	<b>AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO ALLE SOTTOSTRUTTURE .....</b>	<b>66</b>
7.1	ANALISI IN FASE SISMICA .....	67
<b>8</b>	<b>VERIFICHE SPALLE .....</b>	<b>69</b>
8.1	ANALISI DELLA PALIFICATA .....	69
8.2	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE .....	70
8.3	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PALI DI FONDAZIONE .....	71
8.4	DIMENSIONAMENTO DELLE SINGOLE MEMBRATURE DELLE SPALLE.....	76
8.4.1	<i>Zattera di fondazione .....</i>	<i>76</i>
8.4.2	<i>Mensola posteriore .....</i>	<i>76</i>
8.4.3	<i>Muro frontale.....</i>	<i>76</i>
8.4.4	<i>Paraghiaia.....</i>	<i>76</i>
8.4.5	<i>Muri di risvolto.....</i>	<i>77</i>
8.4.6	<i>Verifiche di resistenza a taglio.....</i>	<i>78</i>
<b>9</b>	<b>VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E ISOLAMENTO E GIUNTI DI DILATAZIONE.....</b>	<b>79</b>
9.1	ISOLATORI ELASTOMERICI.....	79
9.1.1	<i>Carichi verticali trasmessi dall'impalcato .....</i>	<i>79</i>
9.1.2	<i>Verifica degli spostamenti orizzontali degli isolatori in fase sismica .....</i>	<i>80</i>
9.2	GIUNTI DI DILATAZIONE .....	83
<b>10</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI.....</b>	<b>84</b>
10.1	CRITERI DI CALCOLO .....	84
10.1.1	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione .....</i>	<i>85</i>
10.1.2	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione .....</i>	<i>89</i>
10.1.3	<i>Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione</i>	<i>90</i>
10.1.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale</i>	<i>90</i>
10.1.5	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale</i>	<i>96</i>
10.2	APPLICAZIONE AL CASO IN ESAME .....	99



S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

10.2.1	<i>Caratteristiche delle opere di fondazione su pali.....</i>	99
10.2.2	<i>Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto.....</i>	99
10.2.3	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento).....</i>	100
10.2.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale</i>	100
<b>11</b>	<b>DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018) .....</b>	<b>102</b>
11.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	102
11.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	102
11.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO .....	102
11.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....	102
11.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	102
11.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....	103
<b>12</b>	<b>ALLEGATO 1 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI ANALISI.....</b>	<b>104</b>
<b>13</b>	<b>ALLEGATO 2 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI VERIFICA .....</b>	<b>105</b>
<b>14</b>	<b>ALLEGATO 3 – IMPALCATO - TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU.....</b>	<b>106</b>
<b>15</b>	<b>ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI .....</b>	<b>107</b>
<b>16</b>	<b>ALLEGATO 5 – SOTTOSTRUTTURE: SPA.....</b>	<b>108</b>
<b>17</b>	<b>ALLEGATO 6 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI ASSIALI .....</b>	<b>109</b>
<b>18</b>	<b>ALLEGATO 7 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI.....</b>	<b>110</b>

S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

## 1 GENERALITA'

### 1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del Ponte "PO02 – Fornace" dalla progressiva km 3+678.73 alla progressiva km 3+700.73, previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della "Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400".

Il ponte è composto da 1 campata, per una lunghezza complessiva pari a 22.0 m misurata in asse appoggi spalle.

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Preliminare.

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

### 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:  $V_N = 100$  anni (costruzioni con livelli di prestazione elevati).

#### 1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

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

*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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

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:  $V_R = V_N \times C_U = 100 \times 2.0 = 200$  anni.

### 1.3 Descrizione delle opere

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa in curva con un raggio **400.00 m**.

L'impalcato ha larghezza variabile con un massimo di **16.46 m** ed un minimo di **16.01 m**. La piattaforma stradale ha larghezza variabile con un minimo di **14.60 m** ed un massimo di **14.96 m** ( strada **Extraurbana secondaria di Categoria C1**, ai sensi del DM2001), fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza **0.75 m** all'estremità.

L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, inclinato di **11°** rispetto all'asse trasversale al ponte, con sezione "aperta" con **tre** travi metalliche principali di altezza pari a **1.30 m**.

La distanza trasversale tra le travi è **5.0 m x 2**. Gli sbalzi laterali di sinistra hanno luce variabile tra **3.24 e 3.04 m**, gli sbalzi laterali di destra hanno luce variabile tra **3.22 e 3.0 m**.

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

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiera saldate.

S.S.4 "SALARIA"		 <b>ANAS</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

Le anime delle travi principali saranno irrigidite da stiffners 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 **5.00** 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 traversi e travi principali saranno di tipo bullonato.

Le unioni bullonate previste per i collegamenti tra traversi 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 saranno 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  $\varnothing 22$  con altezza di **220** mm.

Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave appoggiata di **1** campata su **2** allineamenti di appoggio.

Nella figura seguente è riportata le sezioni rappresentative dell'impalcato:

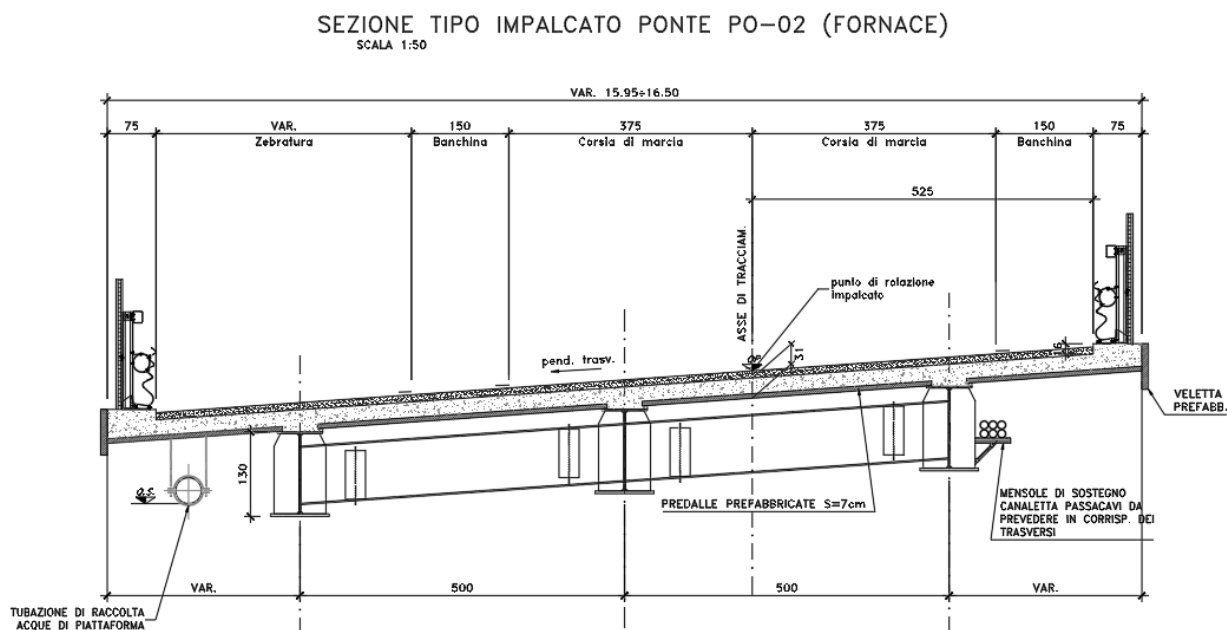


Figura 1.1. Sezione trasversale impalcato

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

Lo schema di vincolo prevede l'adozione di dispositivi di appoggio costituiti da isolatori elastomerici.

Pertanto, le azioni orizzontali trasversali e longitudinali vengono trasmesse a tutte le sottostrutture.

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

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 ponte sono di tipo tradizionale con:

- muro frontale di altezza pari a **6.0 m** per SPA e spessore del paramento pari a **1.90 m**;
- muro frontale di altezza pari a **6.0 m** per SPB e spessore del paramento pari a **1.90 m**;
- paraghiaia di spessore **60 cm**, debitamente arretrato rispetto alle travi d'impalcato in modo da garantire un varco di ampiezza adeguata alla manutenzione.

Per il dimensionamento dei muri d'ala e delle eventuali opere provvisorie necessarie alla realizzazione delle sottostrutture si rimanda al livello di progettazione successivo.

Le fondazioni sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a **2.0 m** e palificate di:

- **Spalla A:** pali trivellati di diametro  $\phi 1200$  in numero di **15 (5 x 3)**;
- **Spalla B:** pali trivellati di diametro  $\phi 1200$  in numero di **15 (5 x 3)**.

#### **1.4 Considerazioni sulle metodologie costruttive**

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 coppelle prefabbricate autoportanti in c.a. contenenti le armature trasversali d'intradosso. Le coppelle sono provviste di aree libere in corrispondenza delle piattabande superiori delle travi, dove saranno posizionati i connettori a piolo.

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

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</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.4 "SALARIA"		 GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

### 4.1 Calcestruzzi

#### 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 [D\_3] e [D\_4].

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	Sottofondazioni Pali trivellati	Fondazioni Spalle*	Elevazioni Spalle	Elevazioni Baggioli	Solette impalcato Predalle prefabbricate	Solette impalcato Getti in opera e cordoli marginali
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	C12/15	C25/30	C25/30	C32/40	C35/45	C35/45	C35/45
Classe di esposizione ambientale	-	XC2	XC2	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	S4	S4	S5	S5	S5
Rapporto max acqua/cemento	-	0.60	0.60	0.50	0.45	0.45	0.45
Tipo di cemento (secondo UNI EN 197-1)	-	CEM IV	CEM IV	CEM I÷V	CEM I÷V	CEM I÷V	CEM I÷V
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	150	300	300**	340**	360	360	360

*Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi*

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

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

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

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

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

#### 4.1.2 Copriferrini nominali

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

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

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

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

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

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

Elemento		Sottofondazioni - Pali trivellati	Fondazioni - Spalle e pile	Elevezioni - Spalle	Elevezioni - Pile, pulvini	Elevezioni - 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	1
Elemento a piastra		NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI
Classe di esposizione		XC2	XC2	XC4	XC4	XC4	XC4	XC4
Ambiente		ordinario	ordinario	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa	30	30	40	40	45	45	45
Check Rck min		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
copriferrino minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	25	20	30	35	35	30	30
incremento Per Vn=100 (tipo di costruzione 3)	mm	0	0	0	0	0	0	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferrini*		NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferrini		0	0	0	0	0	-5	0
Tolleranza di posa		10	10	10	10	10	5	10
copriferrino nominale	mm	35	30	40	45	45	30	40

Tabella 4.2 – Valori dei copriferrini 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 copriferrini, 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 copriferrini 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.



S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

Elemento		Sottofondazioni - Pali trivellati	Fondazioni - Spalle e pile	Elevazioni - Spalle	Elevazioni - Pile, pulvini	Elevazioni - Baggioli	Solette Impalcato predalle	Solette Impalcato getti in opera e cordoli marginali
copriferro nominale di progetto	mm	75	40	40	45	45	30	40

Tabella 4.3 – Valori dei copriferri nominali adottati in progetto

### 4.1.3 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 $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	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
$\sigma_t$ - 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

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

### Calcestruzzo C32/40:

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

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

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

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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

### Calcestruzzo C35/45:

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

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

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

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

#### 4.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle 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 **ordinarie**: per le verifiche a fessurazione delle fondazioni e delle sottofondazioni (classe di esposizione **XC2**).
- Condizioni **aggressive**: per le verifiche a fessurazione delle **elevazioni spalle** (classe di esposizione **XC4**).

S.S.4 "SALARIA"		 <b>ANAS</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

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

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

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

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione delle **fondazioni** e delle **sottofondazioni** – condizioni ambientali **ordinarie** – Armatura poco sensibile:
  - o Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_3 = 0.4$  mm
  - o Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_2 = 0.3$  mm
- Verifiche a fessurazione della **soletta** e delle **elevazioni delle spalle** – 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 $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ 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	-

S.S.4 "SALARIA"		 <b>an</b> as GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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

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

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


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

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

### 4.2.1 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.

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

#### 4.2.2 Resistenze di progetto

<b>Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>		
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	450
Modulo elastico	Es	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	$\phi_{min}$	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	$\phi_{max}$	mm	40	10
<b>STATI LIMITE ULTIMI</b>				
	<b>Var</b>	<b>unità</b>		
coefficiente $\gamma_s$	$\gamma_s$		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
<b>STATI LIMITE DI ESERCIZIO</b>				
	<b>Var</b>	<b>unità</b>		
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

#### 4.3 Acciaio per carpenteria metallica

##### 4.3.1 Qualità dell'acciaio

La carpenteria metallica sarà realizzata in Acciaio del [tipo autoprotetto \(COR-TEN\)](#) delle seguenti caratteristiche:

##### **Acciaio per strutture principali:**

Elementi principali composti per saldatura o soggetti a saldatura:

- Acciaio [S355J0 W +N – UNI EN10025-5/2005](#) per spessori  $\leq 20$  mm;
- Acciaio [S355J2 W +N – UNI EN10025-5/2005](#) per spessori  $20 \text{ mm} < t \leq$  di  $40$  mm;
- Acciaio [S355K2 W +N – UNI EN10025-5/2005](#) per spessori  $t >$  di  $40$  mm.

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

- Acciaio [S355J0 W+N – UNI EN10025-5/2005](#).

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

- Acciaio [S355J0 W+N – UNI EN10025-5/2005](#).

S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

### 4.3.2 Resistenze di progetto

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

## 4.4 Connettori a piolo tipo Nelson

### 4.4.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio secondo UNI EN ISO 13918.

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

### 4.4.2 Resistenze di progetto

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

## 4.5 Giunzioni bullonate

### 4.5.1 Qualità dell'acciaio

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

I bulloni avranno le seguenti caratteristiche:

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

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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>Anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

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 **K<sub>2</sub>** (bulloneria da precarico).

#### 4.5.2 Resistenze di progetto

Classe di resistenza della vite			<b>10.9</b>
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{y,bk}$	Mpa	900
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tbk}$	Mpa	1000
<b>STATI LIMITE ULTIMI</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>
coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni $\gamma_{m2}$	$\gamma_{m2}$		<b>1.25</b>
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 $\gamma_{m3}$	$\gamma_{m3}$ SLU		<b>1.25</b>
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLE $\gamma_{m3}$	$\gamma_{m3}$ SLE		<b>1.10</b>
Unioni ad attrito - coefficiente $\gamma_{m7}$ - Precarico dei bulloni ad Alta Resistenza	$\gamma_{m7}$		<b>1.00</b>
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 $\mu$	$\mu$		<b>0.30</b>
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

#### 4.6 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**.

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.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</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: g1
- Carichi permanenti portati (pavimentazione, cordoli/marciapiedi, barriere acustiche (ove previste), barriere di sicurezza stradale, parapetti, finiture, sistema di smaltimento acque, attrezzature stradali, rinfianchi e simili) g2
- Altre azioni permanenti (spinta delle terre, spinte idrauliche, etc.) g3

#### Distorsioni e deformazioni impresse:

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

#### Azioni Variabili da traffico:

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

#### Altre Azioni Variabili:

- Azioni di Neve e di Vento: q5
- Azioni 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).

E' stata considerata la sola sezione di larghezza massima corrispondente al massimo sbalzo laterale.

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</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 **1.60** che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

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

- Soletta in c.a.:  $(16.50 \times 0.31) \times 25.0 = 127.9$  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	Trcen	Trdx
Peso soletta in c.a.	kN/m	42.63	42.63	42.63

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

- Strutture in carpenteria metallica impalcato :  $1.70 \times 16.50 = 28.05$  kN/ml

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

$$Pg1a = 28.05 + 127.9 = 156 \text{ kN/m}$$

### 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:

$$g2.pav = 0.11 \times 24.0 = 2.64 \text{ kN/mq}$$

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

Sono state prese in considerazione due configurazioni:

- la prima ( $g2_{max\_tr}$ ), relativa alla sezione trasversale d'impalcato con tubazioni di smaltimento e carter metallici montate solo da un lato, determina il massimo carico verticale sulla singola trave principale ed è stata implementata nelle analisi globali delle strutture d'impalcato.
- la seconda ( $g2_{max\_imp}$ ), relativa alla sezione trasversale d'impalcato completa di tubazioni di smaltimento e carter metallici su entrambi i lati, corrisponde al massimo carico verticale complessivamente agente sulle strutture d'impalcato ed è stata implementata nelle analisi delle sottostrutture;

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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>Anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

<b>Analisi dei carichi</b>		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-7.88	-29.53
cordolo dx	kN/m	3.75	7.88	29.53
pavimentazione	kN/m	45.00	0.00	0.00
barriera integrata / guard-rail sx	kN/m	1.50	-8.00	-12.00
barriera integrata / guard-rail dx	kN/m	1.50	8.00	12.00
rete /parapetto sx	kN/m	0.50	-8.10	-4.05
rete /parapetto dx	kN/m	0.50	8.10	4.05
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-7.50	-11.25
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	7.50	0.00
veletta sx+carter	kN/m	2.90	-8.25	-23.93
veletta dx+carter	kN/m	2.90	8.25	23.93
<b>Sommano</b>		<b>63.80</b>	<b>-0.18</b>	<b>-11.25</b>

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
cordoli	kN/m	2.50	2.50	2.50
pavimentazione	kN/m	15.00	15.00	15.00
guard-rail	kN/m	1.00	1.00	1.00
rete/parapetti	kN/m	0.33	0.33	0.33
Tubazione smaltimento acque di piattaforma	kN/m	1.63	0.50	-0.63
velette	kN/m	1.93	1.93	1.93
<b>Totale permanenti portati</b>	<b>kN/m</b>	<b>22.39</b>	<b>21.27</b>	<b>20.14</b>

### 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.

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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

### 5.2.4.1 Deformazione da ritiro a tempo infinito

La deformazione totale per ritiro si può esprimere come:

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

Dove:

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

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

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

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 ( $\epsilon_2$ )	var	unità	
Modulo elastico calcestruzzo	$E_c$	MPa	34077
spessore dei getti in opera	$h_c$	m	0.24
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	$A_c$	m <sup>2</sup>	3.960
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	$u$	m	16.38
coefficiente $h_0 = 2 \times A_c / u$	$h_0$	mm	484
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	$\epsilon_{cd}$		0.00020
deformazione finale per ritiro autogeno	$\epsilon_{ca}$		0.00006
<b>deformazione totale finale per ritiro</b>	<b><math>\epsilon_{cs}</math></b>		<b>0.00027</b>

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

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

$$M_r = N_r \times z$$

Essendo:

$\epsilon_{cs}$  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.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

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	0.4493
baricentro della sezione composta a tinf estremità dx	z	m	0.449
Forza assiale d'estremità	Ncr	kN	-14076.9
Momento flettente d'estremità sx	Mcrsx	kNm	6325.2
Momento flettente d'estremità dx	Mcrdx	kNm	6325.2

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità sx	kN	-4692.3	-4692.3
Momento flettente d'estremità sx	kNm	2108.4	2108.4
Forza assiale d'estremità dx	kN	-4692.3	-4692.3
Momento flettente d'estremità dx	kNm	2108.4	2108.4

#### 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;

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

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

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

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

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

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

In ultima analisi si ottiene:

S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

Condizione di carico	$\Psi_L$	$t_0$ (giorni)	$\phi_c(\text{inf}, t_0)$	$n_L$
Ritiro	0.55	1	2.85	15.74
Carichi permanenti portati	1.10	60	1.32	15.07

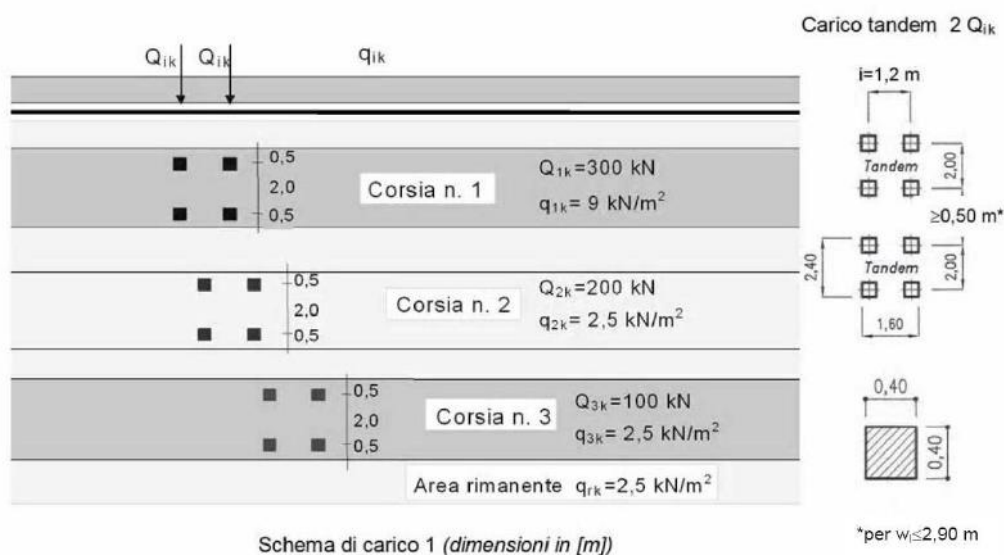
### 5.2.5 Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – $\epsilon_4$

Trattandosi di impalcato a trave poggiate, gli effetti legati ai cedimenti degli appoggi sono nulli.

### 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

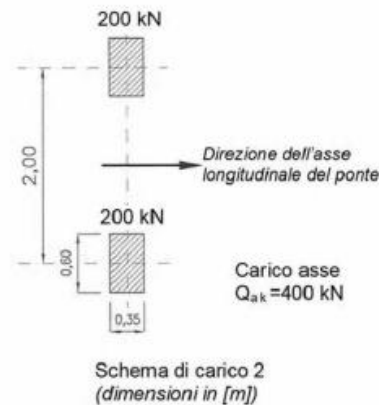
Posizione	Carico asse $Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Corsia Numero 1	300	9,00
Corsia Numero 2	200	2,50
Corsia Numero 3	100	2,50
Altre corsie	0,00	2,50

I suddetti carichi mobili includono gli effetti dinamici.

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

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<sup>2</sup>.

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



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

Le larghezze  $w_l$  delle corsie convenzionali su una carreggiata ed il massimo numero (intero) possibile di tali corsie su di essa sono indicati nel prospetto seguente (fig. 5.1.1 e Tab. 5.1.I delle NTC2018):

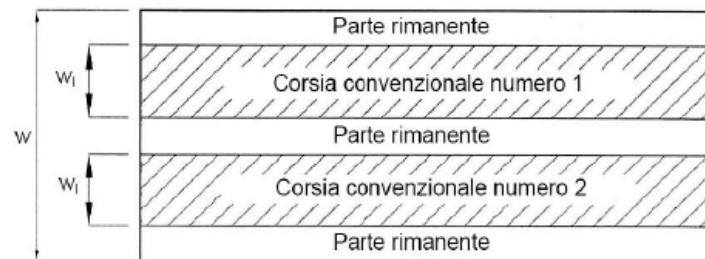


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

Tab. 5.1.I - Numero e larghezza delle corsie

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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

### 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.

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 travi è determinata risolvendo il sistema **isostatico** costituito dalla soletta d'impalcato appoggiata in corrispondenza delle travi e determinando le reazioni di appoggio.

La tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili per le combinazioni dei carichi mobili in sinistra:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	280.00	100.00	-80.00
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	406.67	166.67	-73.33
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	440.00	200.00	-40.00
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	25.20	9.00	-7.20
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	29.95	11.50	-6.95
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	32.45	14.00	-4.45
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	32.52	16.92	1.31

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

### 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:

- *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 q1k 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;



S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

- 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  $q_3$  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:

$$q_3 = 419.4 \text{ kN}$$

### 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  $q_4$ , 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]
$R < 200$	$0,2 Q_v$
$200 \leq R \leq 1500$	$40 Q_w/R$
$1500 \leq R$	0

Nel caso in esame il ponte ricade lungo una curva di raggio  $R=400$  m.

S.S.4 "SALARIA"		 <b>ANAS</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

### 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 transianti sul ponte esposte al vento si assimila ad una parete rettangolare continua dell'altezza di 3 m a partire dal piano stradale.

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

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

Dove:

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

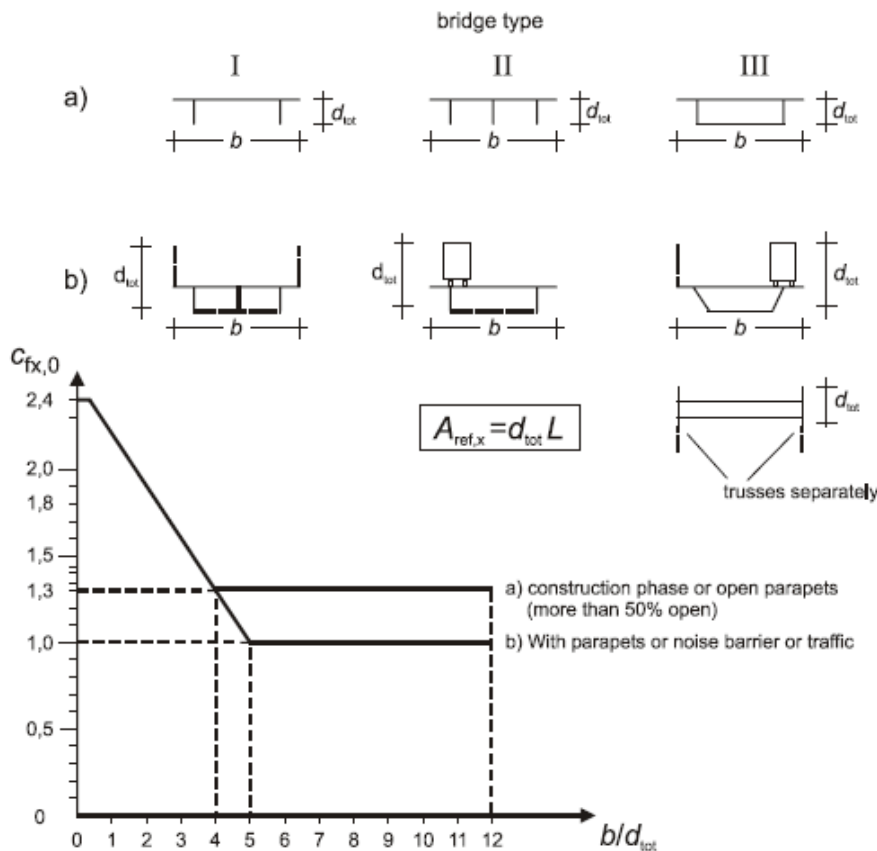


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges,  $c_{f,x,0}$

S.S.4 "SALARIA"		 <b>an</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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

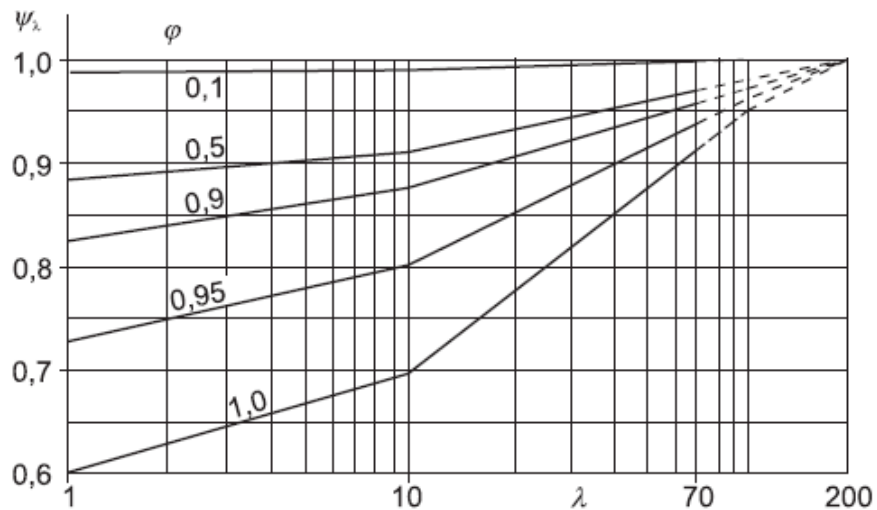


Figure 7.36 — Indicative values of the end-effect factor  $\psi_{\lambda}$  as a function of solidity ratio  $\phi$  versus slenderness  $\lambda$

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

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

<b>Effetti dovuti al Vento (q5)</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>	
parametro vb,0	vb0	m/sec	27
parametro a0	a0	m	500
parametro ka	ka	l/sec)	0.02
altitudine del viadotto s.l.m.	as	m	400
velocità di riferimento vb	vb	m/sec	27.0
pressione cinetica del vento	qb	kN/m2	0.46
Classe di rugosità del terreno			D
Categoria di esposizione del sito			II
coefficiente kr	kr		0.19
altezza di riferimento z0	z0	m	0.05
altezza di riferimento zmin	zmin	m	4.00
altezza dal suolo z	z	m	5.0
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		1.93
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.30
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.46
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico		kN/m2	1.14
pressione del vento impalcato carico		kN/m2	1.28
pressione del vento pile		kN/m2	1.05
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	22
altezza impalcato scarico	Hp1	m	3.81
Altezza impalcato carico	Hp2	m	4.71
Altezza centro di taglio	zg	m	1.46
Carichi dovuti al vento	qt (kN/m)	b (m)	Mt (kNm/m)
Impalcato scarico (braccio al baricentro impalcato)	4.4	0.45	2.0
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	6.0	0.90	5.4
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	4.4	1.91	8.3
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	6.0	2.36	14.2

I momenti Mt determinano i seguenti carichi verticali sulle travi:

Carichi verticali agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.20	0.00	0.20
Vento ad impalcato carico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.54	0.00	0.54
Vento ad impalcato scarico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-0.83	0.00	0.83
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-1.42	0.00	1.42

S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

### 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  $-10^{\circ}$ .

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

Dati	Var	unità	
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmax	[°]	41.43
Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-7.59
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	400
Zona climatica	Z		II
deformazione totale finale per ritiro	$\epsilon_{cs}$		0.00015

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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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



Figura 5.2: Temperature dell'aria massime  $T_{max}$  (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:

- $\alpha$  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-clc relativo alle azioni di breve termine.

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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:

<b>Effetti dovuti alle Variazioni termiche (q7)</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>	
variazione termica positiva	$\Delta T+$	°	10.0
variazione termica negativa	$\Delta T-$	°	-10.0
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$		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	0.269
baricentro della sezione composta a t0 estremità dx	z	m	0.269
Forza assiale d'estremità DT+	NcdT+	kN	13494.5
Momento flettente d'estremità sx	McdT+sx	kNm	-3627.3
Momento flettente d'estremità dx	McdT+dx	kNm	-3627.3
Forza assiale d'estremità DT-	NcdT-	kN	-13494.5
Momento flettente d'estremità sx	McdT-sx	kNm	3627.3
Momento flettente d'estremità dx	McdT-dx	kNm	3627.3


Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità - DT+	kN	4498.2	4498.2
Momento flettente d'estremità sx	kNm	-1209.1	-1209.1
Momento flettente d'estremità dx	kNm	-1209.1	-1209.1
Forza assiale d'estremità - DT-	kN	-4498.2	-4498.2
Momento flettente d'estremità sx	kNm	1209.1	1209.1
Momento flettente d'estremità dx	kNm	1209.1	1209.1

### 5.2.11 Resistenze parassite dei vincoli – q9

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

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

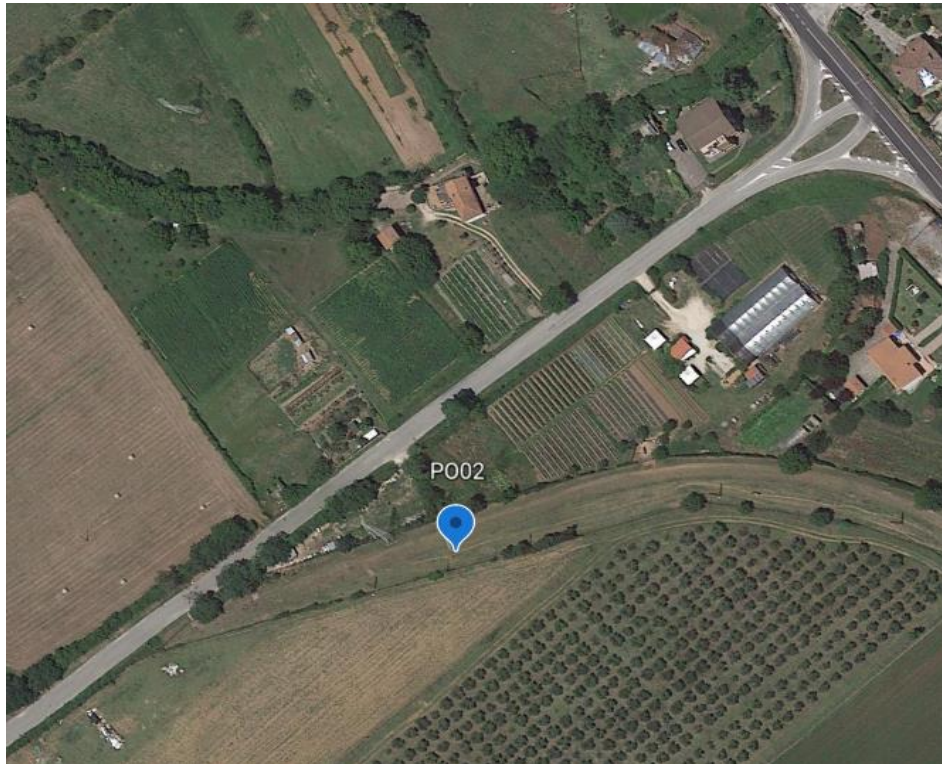


<b>S.S.4 "SALARIA"</b> Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>an</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>RM8401</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

## 5.2.12 Azioni sismiche – E

### 5.2.12.1 Coordinate di riferimento e parametri sismici fondamentali

Le figure seguenti illustrano le coordinate di riferimento per la valutazione dei parametri sismici di base:



**Convertitore**

Per convertire le coordinate di un punto inserisci i valori nelle caselle di testo corrispondenti al sistema di riferimento a cui appartengono e premi il pulsante 'Converti'.

**Monte mario / Gauss Boaga zona 1** EPSG:3003

Est:  Nord:

**ED50 / UTM Zone 32N** EPSG:23032

Est:  Nord:

**ED50** EPSG:4230

Lon:  Lat:

**WGS84** EPSG:4326

Lon:  Lat:

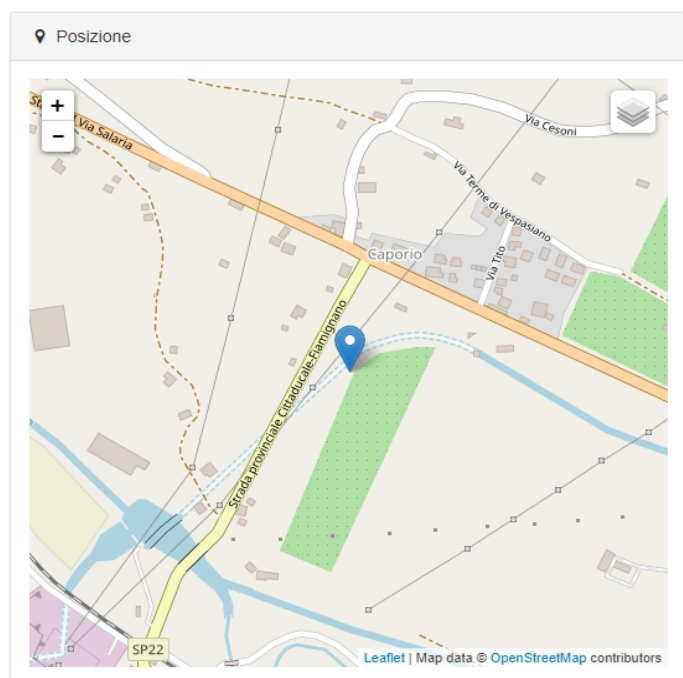


Figura 5.3: Coordinate di riferimento per la determinazione dei parametri sismici di base



S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

I parametri sismici fondamentali sono stati determinati con l'ausilio del software-free SPETTRI-NTC ver. 1.0.3 (prodotto dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici [www.cslp.it](http://www.cslp.it)).

### PO02

WGS84		ED50	
Lon	Lat	Lon	Lat
12.972047	42.376424	12.97297	42.3774

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

### PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T^*_C$ [s]
SLO	60	0.091	2.400	0.285
SLD	101	0.114	2.349	0.296
<b>SLV</b>	<b>949</b>	<b>0.266</b>	<b>2.391</b>	<b>0.349</b>
<b>SLC</b>	<b>1950</b>	<b>0.333</b>	<b>2.423</b>	<b>0.362</b>

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

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

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

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

In cui:

$T$  è il periodo di vibrazione;

$S_e(T)$  è l'accelerazione spettrale orizzontale;

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo rigido, determinata in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ ;

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s \times S_T$ , essendo  $S_s$  il coefficiente di amplificazione

S.S.4 "SALARIA"		 <b>ANAS</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

stratigrafica (Tabella 5.1) e  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografica (Tabella 5.2);


- $\eta$  è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione  $\eta=10/(5+\xi) \geq 0,55$ , dove  $\xi$  (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- $F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
- $T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da  $T_C=C_C \cdot T_c^*$  dove  $T_c^*$  è definito al § 3.2 e  $C_C$  è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (Tabella 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:  $T_D=4.0 \cdot (a_g/g) + 1.6$

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

Tabella 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  $S_T$

S.S.4 "SALARIA"		 <b>ANAS</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

Nel caso in esame si ha:

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

Gli effetti delle azioni sismiche sulle strutture sono stati determinati attraverso **Analisi Statiche Lineari** con spettro elastico ridotto per tutto il campo di periodi  $T \geq 0,8 T_{is}$ , in accordo a quanto previsto al punto § 7.10.5.3.2 delle NTC2018, assumendo per il coefficiente riduttivo  $\eta$  il valore corrispondente al coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi_{esi}$  del sistema di isolamento.

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

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

Il valore del periodo proprio del sistema isolato, più avanti dettagliato è pari a:

- $T_{is} = 1.82$  sec

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

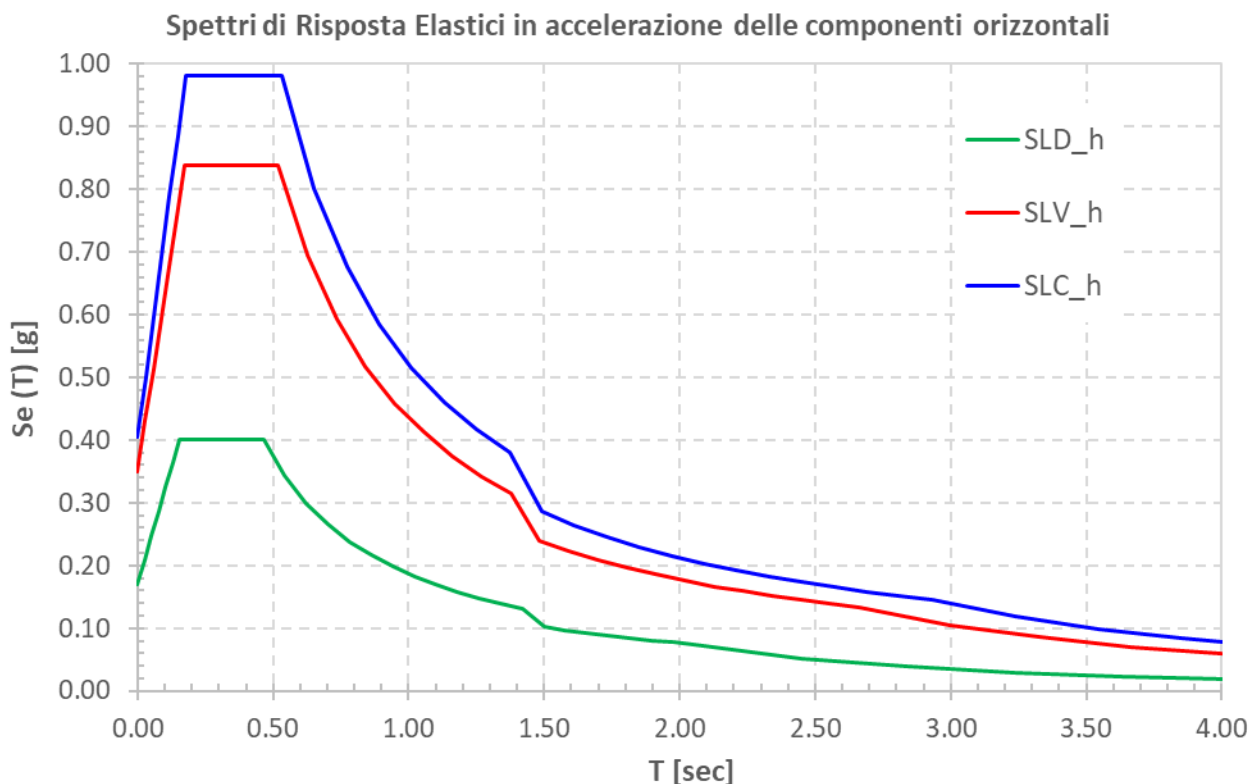


Figura 5.4 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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	0.114	2.349	0.296	0.155	0.464	2.056	1.50	1.00	1.50	1.57	0.040	0.125
SLV	0.266	2.391	0.349	0.173	0.519	2.664	1.32	1.00	1.32	1.49	0.119	0.285
SLC	0.333	2.423	0.362	0.177	0.532	2.932	1.22	1.00	1.22	1.47	0.155	0.338

Tabella 5.3 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>ANAS</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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

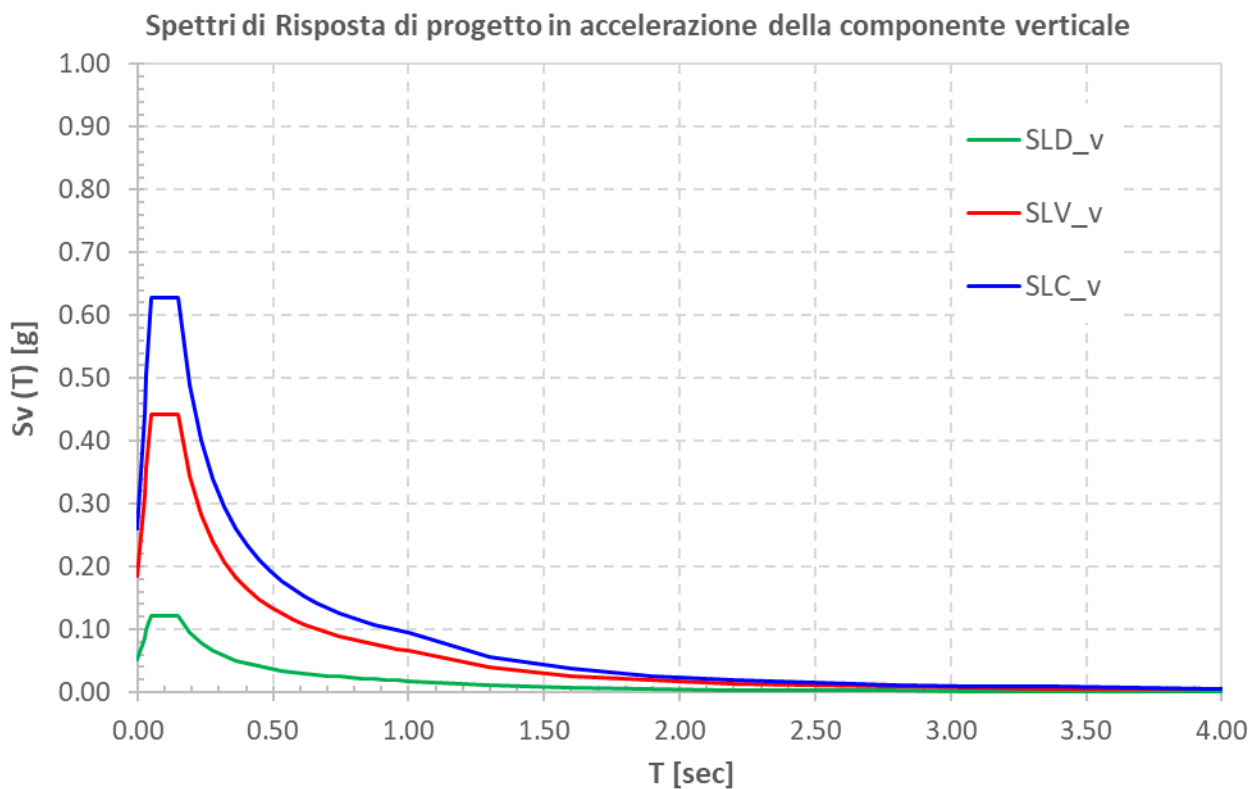


Figura 5.5 – Spettri elastici di risposta in accelerazione della componente verticale


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	0.114	2.349	1.071	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLV	0.266	2.391	1.665	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLC	0.333	2.423	1.888	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00

Tabella 5.4 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

#### 5.2.12.4 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.

S.S.4 "SALARIA"		 <b>an</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

### 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 <sup>2</sup>
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>
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:

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_3$	favorevoli	$\gamma_{G1}$ e $\gamma_{G3}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup> $g_2$	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	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 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	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

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

<sup>(2)</sup> 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.

<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

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

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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combi- nazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequent)	Coefficiente $\psi_2$ (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:

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

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

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

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

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

Dove:

- $G_1$  sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai pesi propri;
- $G_2$  sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai permanenti portati;
- $\varepsilon_2$  sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al ritiro;
- $\varepsilon_4$  sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai cedimenti dei vincoli (ove previsti);



S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

- Q<sub>7a</sub> sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica positiva;
- Q<sub>7b</sub> sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica negativa;
- Q<sub>1</sub> sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alle azioni variabili da traffico (C carichi concentrati – D carichi distribuiti – F folla);
- Q<sub>5</sub> sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al vento.

### 5.3.1.2 Combinazioni per sottostrutture

Si rimanda ai capitoli relativi ai dimensionamento delle 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<sub>EI</sub> Azione sismica in direzione orizzontale longitudinale;

E<sub>Et</sub> Azione sismica in direzione orizzontale trasversale;

E<sub>Ev</sub> 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.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## 6 ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO

### 6.1 Criteri di calcolo

#### 6.1.1 Analisi globale

##### 6.1.1.1 Definizione del modello di calcolo

L'impalcato ha uno [schema statico di trave appoggiata](#) con luci pari agli interassi delle spalle misurati sull'asse stradale.

L'analisi strutturale è condotta [su una singola trave principale](#), sottoposta al peso proprio, ai sovraccarichi permanenti, alle distorsioni, all'aliquota dei carichi mobili che discende dalla ripartizione trasversale dei carichi ed alle azioni del vento.

La trave è discretizzata in conci di sezione costante, in modo da tener conto delle variazioni geometriche e della fessurazione della soletta.

La trave è stata vincolata rigidamente in corrispondenza degli allineamenti delle spalle.

##### 6.1.1.2 Caratteristiche geometrico-inerziali in fase di analisi

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

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

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

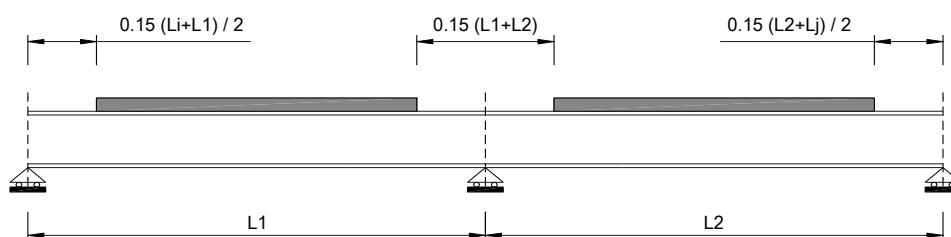


Figura 6.1. Modellazione degli effetti dovuti alla fessurazione

S.S.4 "SALARIA"		 <b>ANAS</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

### 6.1.1.3 Larghezze collaboranti in fase di analisi e di verifica

Le larghezze collaboranti della soletta da considerare in fase di verifica delle sezioni composte sono state determinate come precisato nel par. §4.3.2.3 delle NTC2018.

La larghezza efficace  $b_{eff}$  della soletta è stata determinata con l'espressione:

$$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2}$$

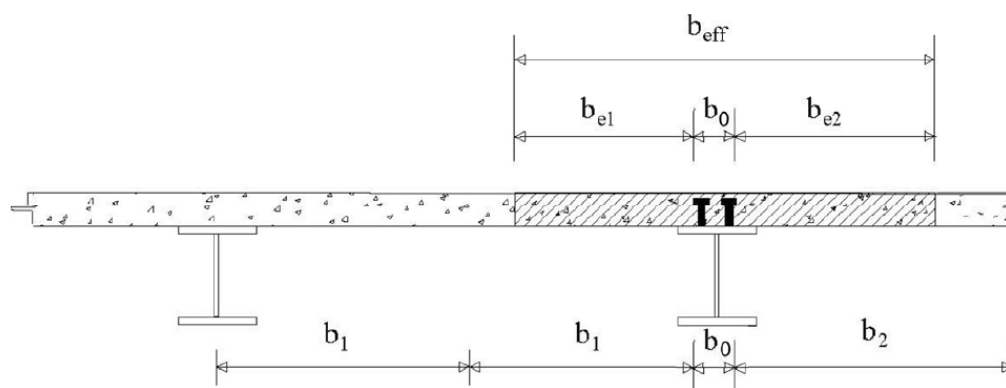


Fig. 4.3.1. - Definizione della larghezza efficace  $b_{eff}$  e delle aliquote  $b_{ei}$

dove:

$b_0$  è la distanza tra gli assi dei connettori;

$b_{ei}$  è il valore della larghezza collaborante da ciascun lato della sezione composta pari al minimo tra  $b_i$  e  $L_e/8$ ;

$L_e$  nelle travi poggiate è la luce della trave, nelle travi continue è la distanza indicata nella fig. 4.3.2. delle NTC2018:

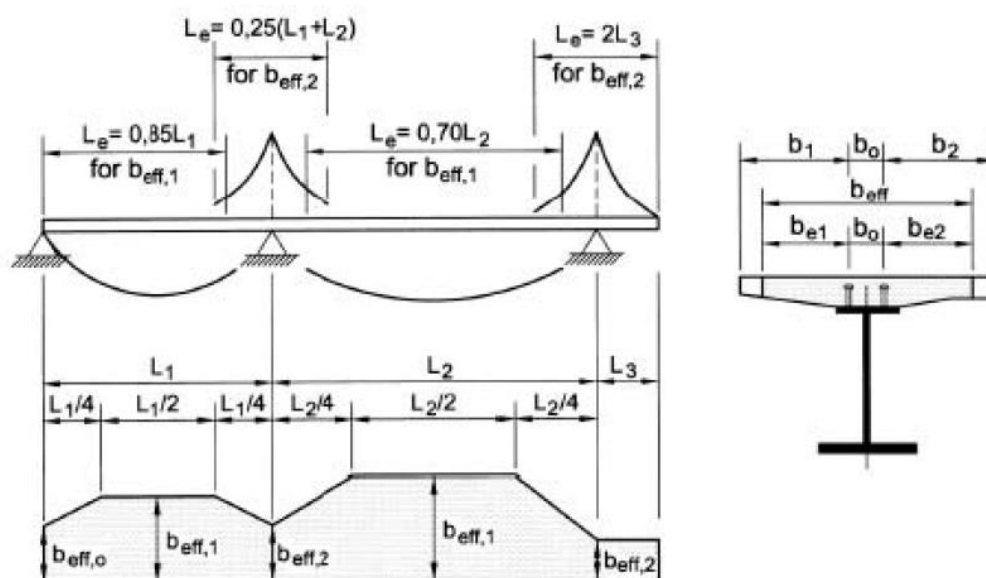



Fig. 4.3.2 - Larghezza efficace,  $b_{eff}$  e luci equivalenti,  $L_e$ , per le travi continue

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

Per gli appoggi di estremità la formula diviene:

$$b_{eff} = \beta_1 b_{e1} + \beta_2 b_{e2}$$

dove:

$$\beta_i = (0.55 + 0.25 L_e/b_{ei}) \leq 1.0$$

In fase di analisi è stata considerata una larghezza efficace costante sull'intera lunghezza di ogni campata e pari al valore ottenuto in mezzeria ( $b_{eff1}$ ) così come esposto in precedenza.

### 6.1.2 Analisi locali

Per il dimensionamento della soletta e dei traversi si rimanda alla progettazione definitiva.

## 6.2 Analisi statica globale

L'analisi statica globale della trave continua è stata condotta con l'ausilio del noto programma agli elementi finiti SAP2000®.

La figura seguente illustra la geometria del modello di calcolo:



*Figura 6.2. Geometria del modello di calcolo*

### 6.2.1 Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi

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

I simboli corrispondono allo schema seguente:

S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>ANAS</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>RM8401</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

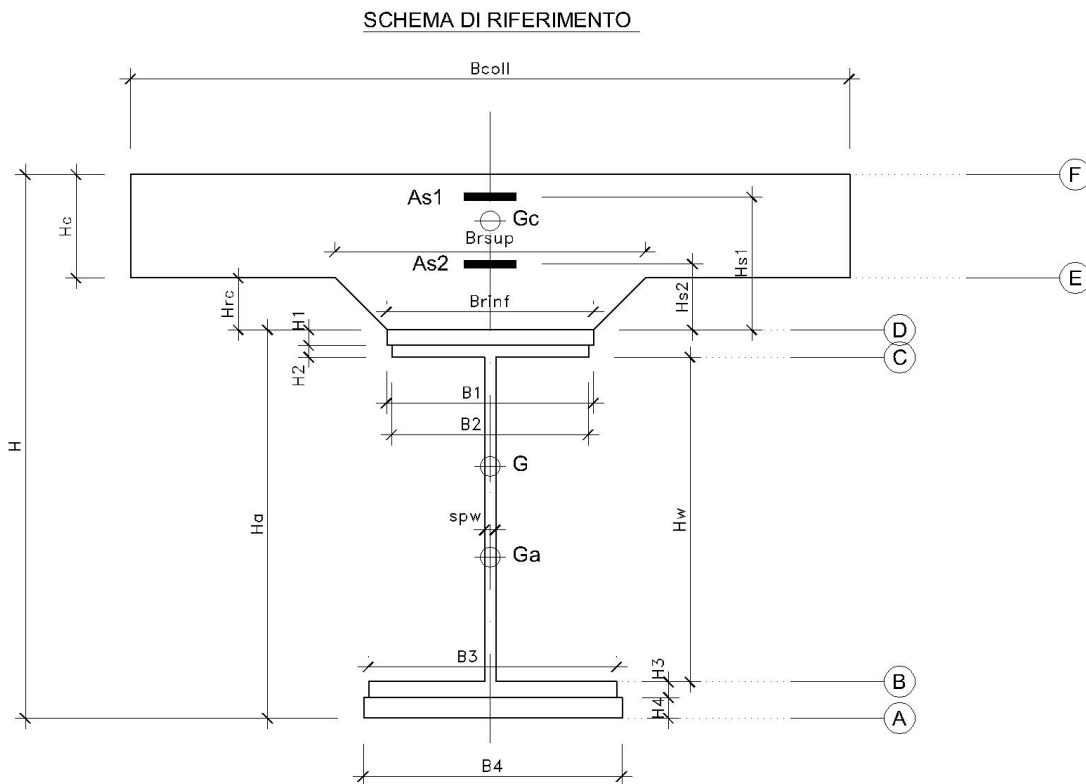


Figura 6.3. Schema di riferimento per la valutazione delle caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni delle travi d'impalcato

## 6.2.2 Applicazione dei carichi al modello

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

Il peso proprio della carpenteria metallica dell'impalcato è stato computato in automatico dal codice di calcolo utilizzato a partire dalle aree degli elementi che rappresentano le travi principali, considerando il coefficiente maggiorativo specificato al par. 5.2.1.1 che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

Il peso proprio della soletta, specificato al par. 5.2.1.1, è stato applicato quale carico uniformemente distribuito agli elementi che schematizzano la trave.

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

I carichi permanenti portati, specificato al par. 5.2.2.1, sono stati applicati quali carichi uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano la trave.

### 6.2.2.3 Cedimenti vincolari (Load CED1, CED2, CED3 – Involuppi Comb: CED) – fase 2

Trattandosi di impalcato a trave poggiata, gli effetti legati ai cedimenti degli appoggi sono nulli.

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

#### 6.2.2.4 Ritiro (LOAD RIT) - fase 2

Gli effetti dovuti alle azioni isostatiche non sono applicati al modello ma sono conteggiati direttamente in fase di verifica delle sezioni. Gli effetti del ritiro iperstatico, trattandosi di impalcati a trave poggiate, sono nulli.

#### 6.2.2.5 Carichi mobili verticali (MOVE MVDX, MVSX) – fase 3

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

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 relativi alla trave complessivamente più sollecitata:

- V2018-C: Carichi concentrati dello Schema di carico 1
- V2018-D: Carichi distribuiti dello Schema di carico 1

#### 6.2.2.6 Variazioni termiche (LOAD DT+, DT-) - fase 3

Gli effetti dovuti alle azioni isostatiche non sono applicati al modello ma sono conteggiati direttamente in fase di verifica delle sezioni. Gli effetti iperstatici dalle variazioni termiche tra soletta e struttura metallica, trattandosi di impalcati a trave poggiate, sono nulli.

#### 6.2.2.7 Vento trasversale (LOAD Q5-TR, Q5-APP) - fase 3

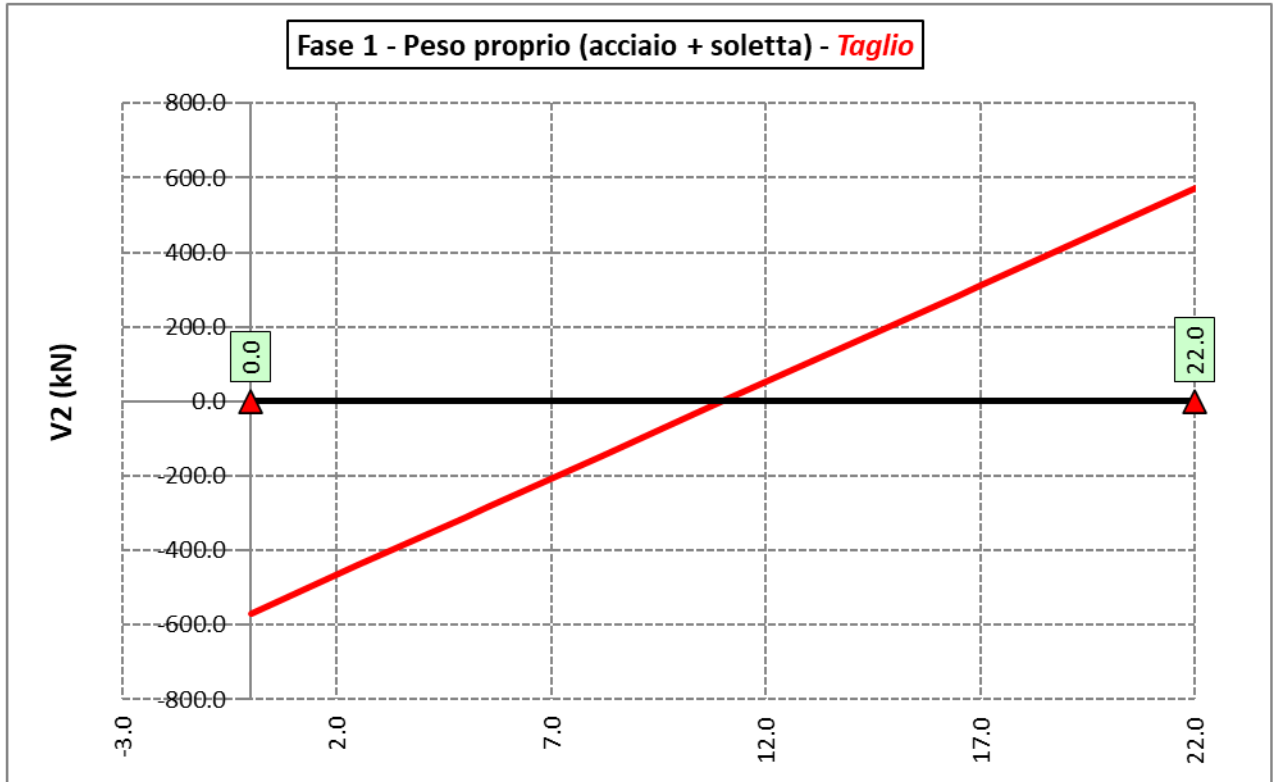
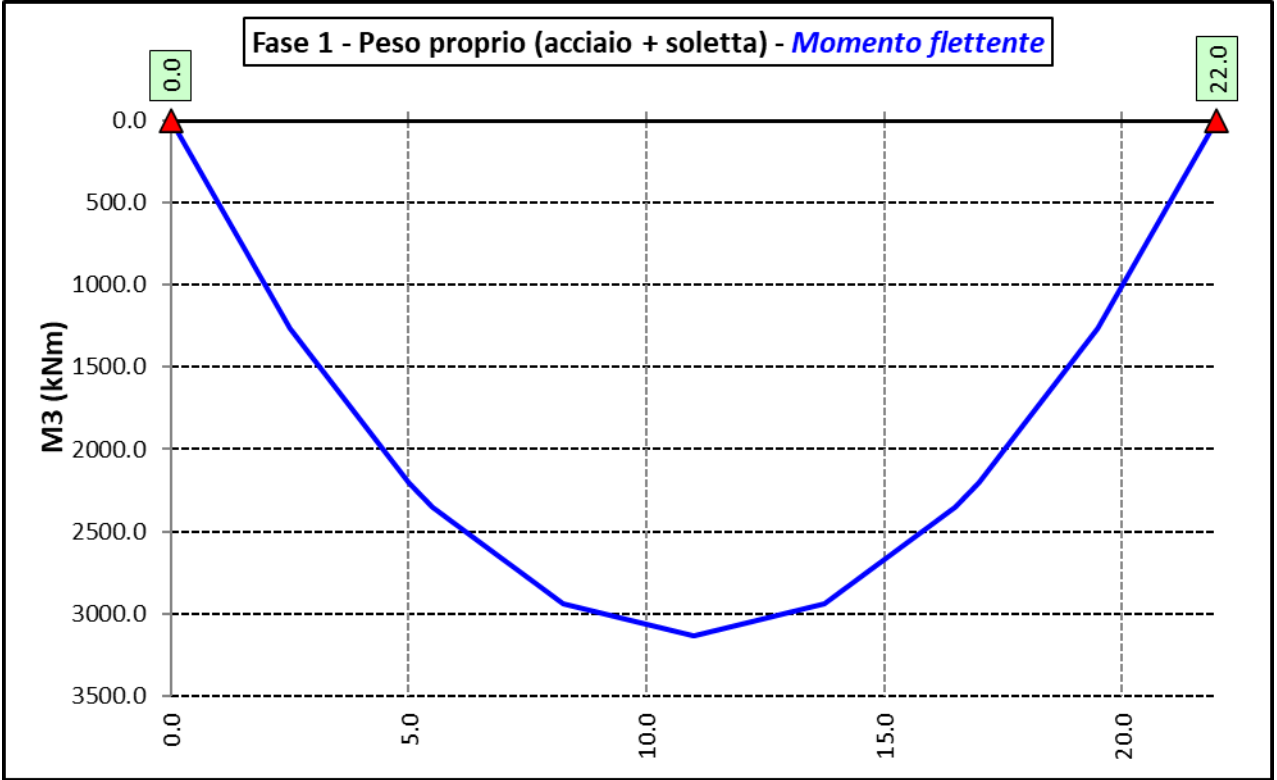
Le azioni dovute al vento, specificate al par. 0, sono state applicate quali carichi verticali uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano la trave.

### 6.2.3 Sollecitazioni di progetto

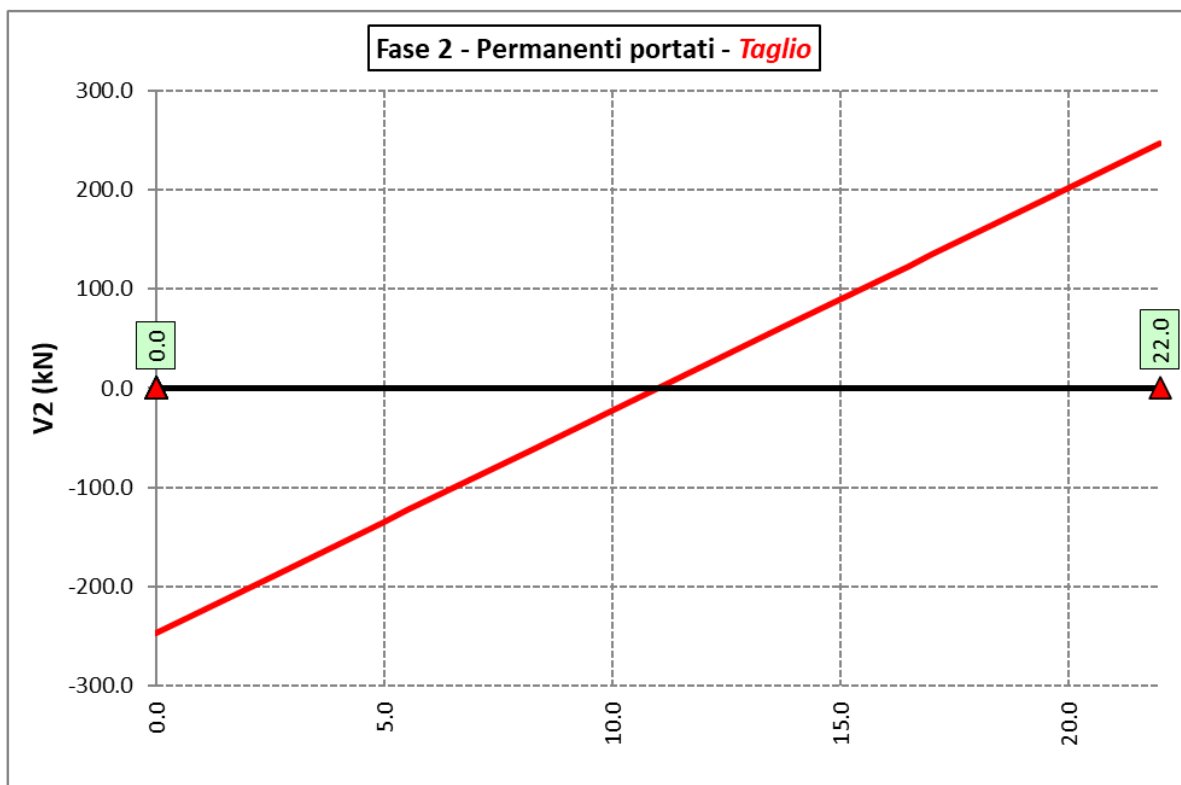
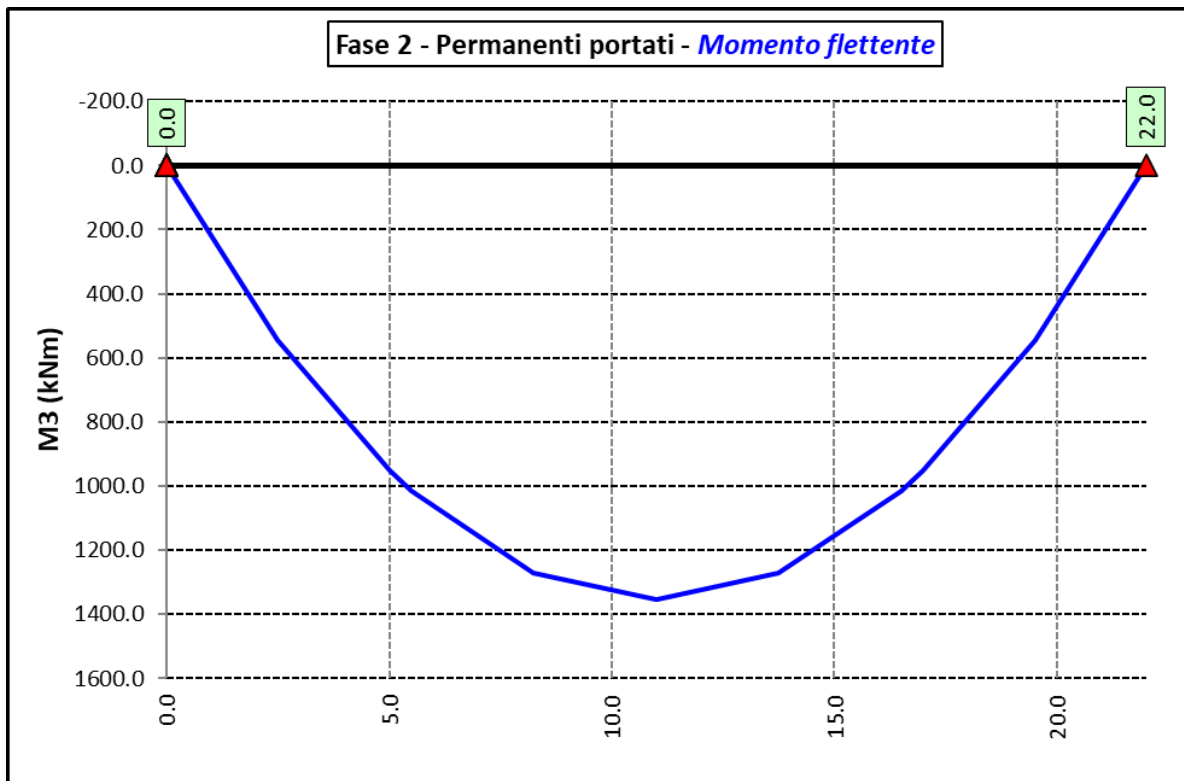
Le figure seguenti rappresentano le sollecitazioni agenti sulla trave principale maggiormente sollecitata, in termini di Momento flettente M3 e sforzo di taglio V2 per ciascuna condizione di carico esaminata:

S.S.4 "SALARIA"		 <b>an</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	


**6.2.3.1 Peso proprio (acciaio + soletta) – Modello 1**



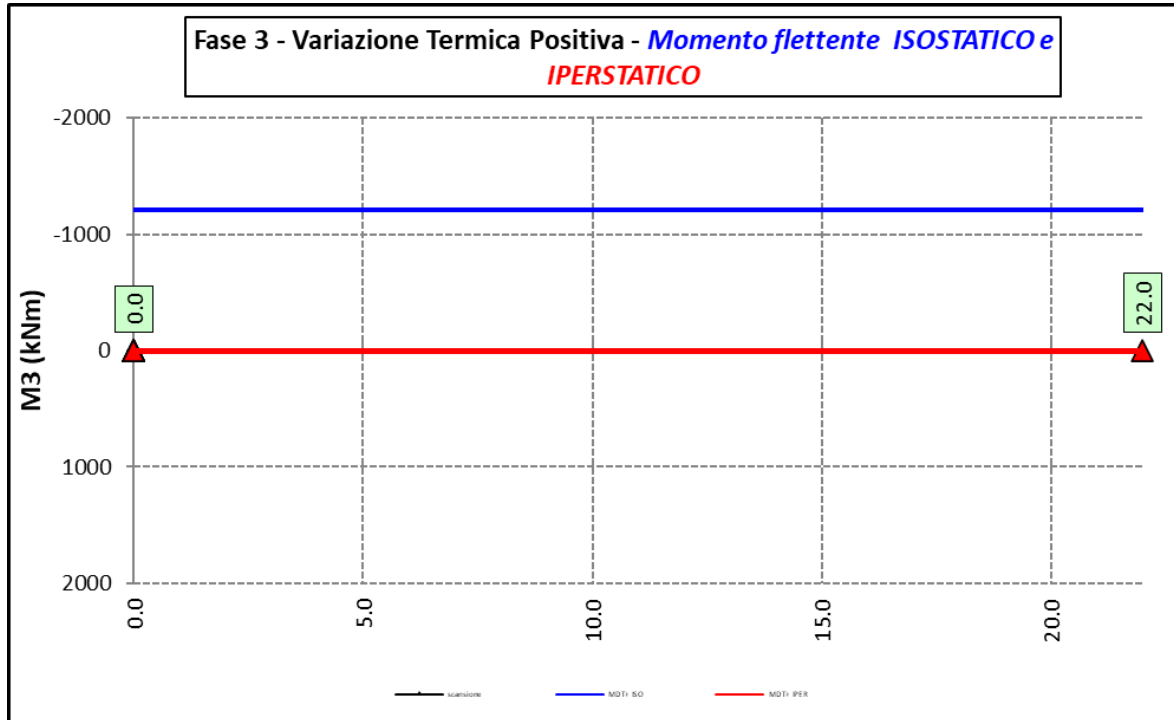
6.2.3.2 Permanenti portati – Modello 2



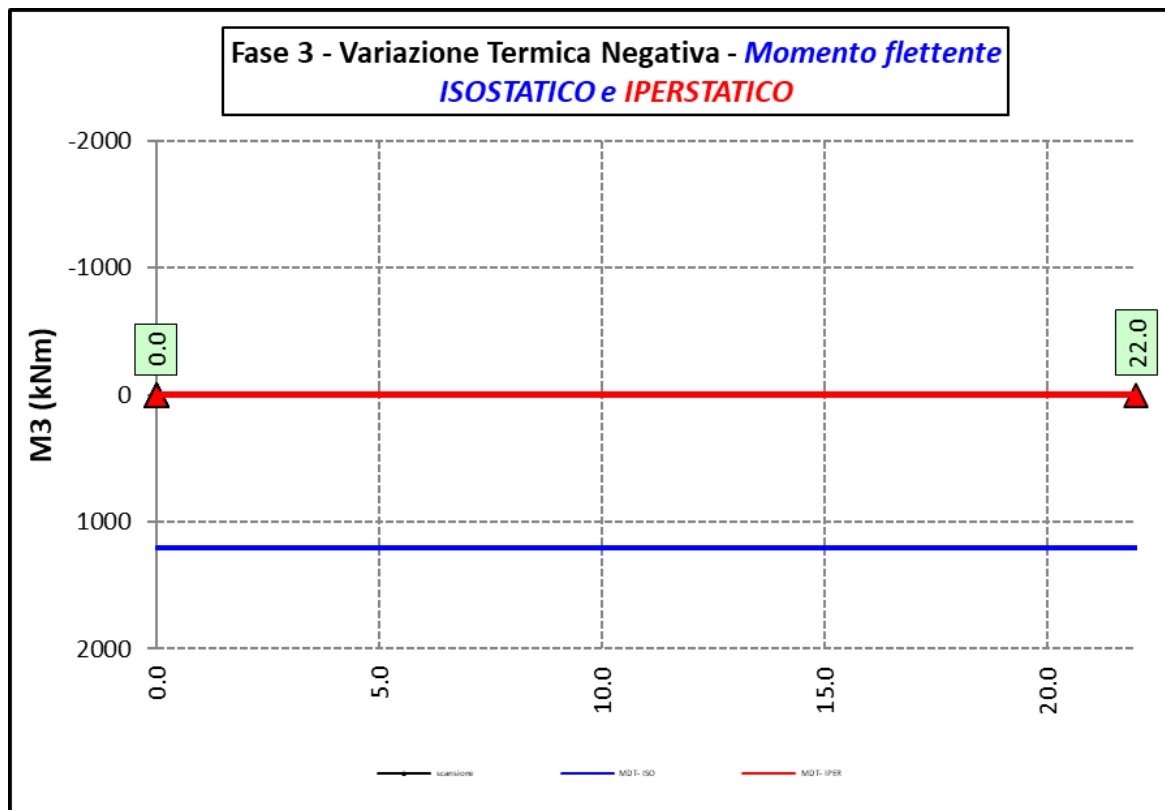


S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>ANAS</b> GRUPPO FS ITALIANE
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

### 6.2.3.3 Variazioni termiche positive ( $\Delta T+$ ) - Modello 3

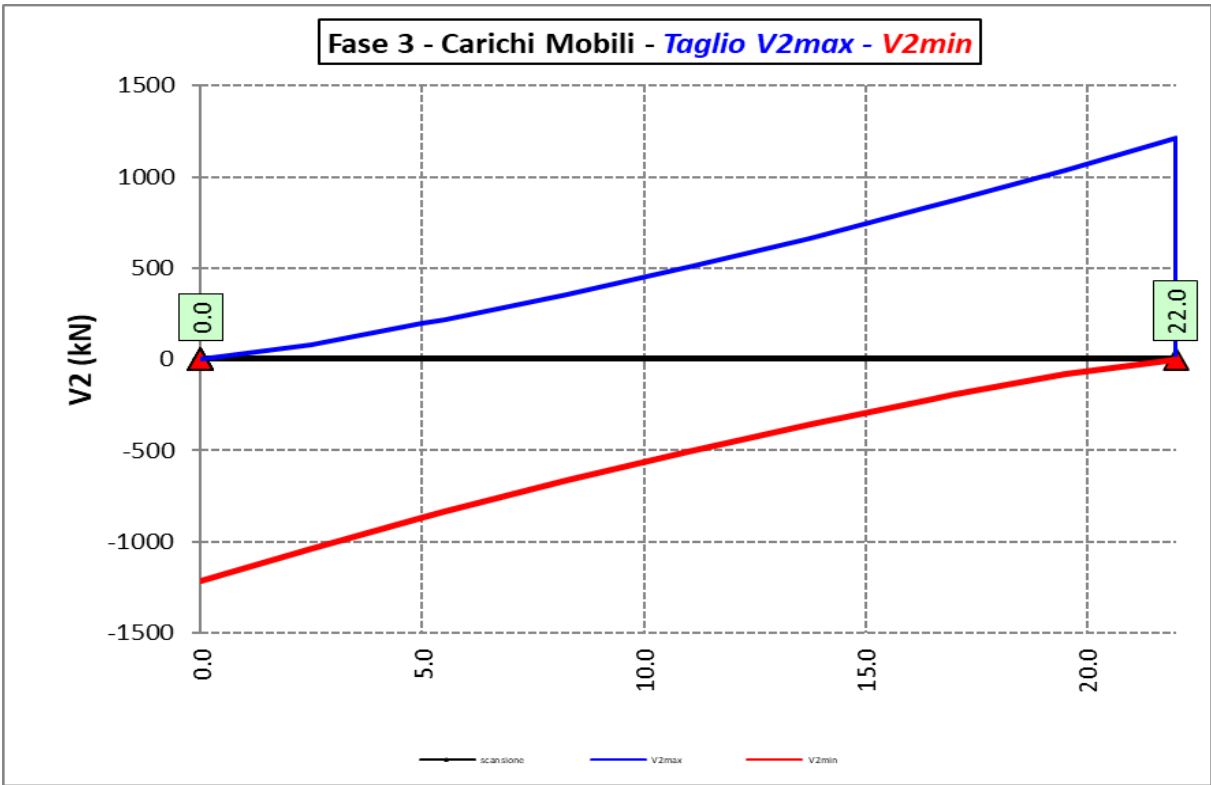
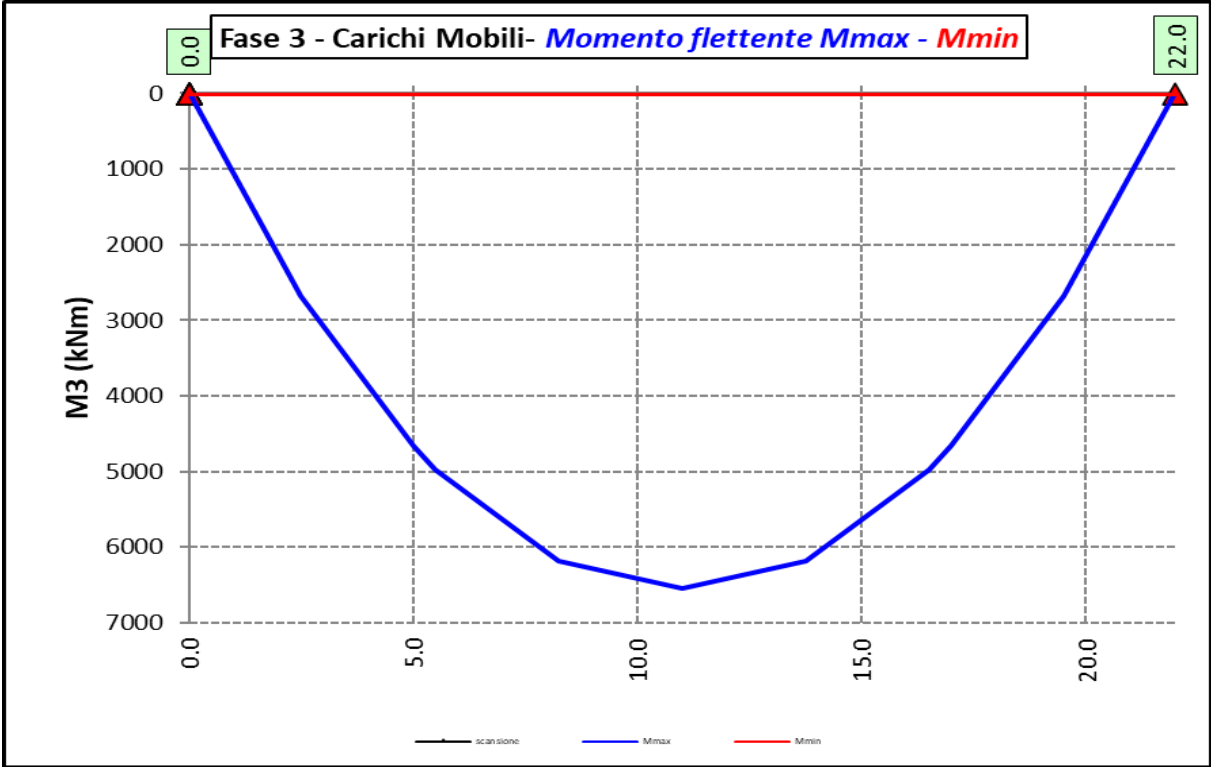


### 6.2.3.4 Variazioni termiche negative ( $\Delta T-$ ) - Modello 3

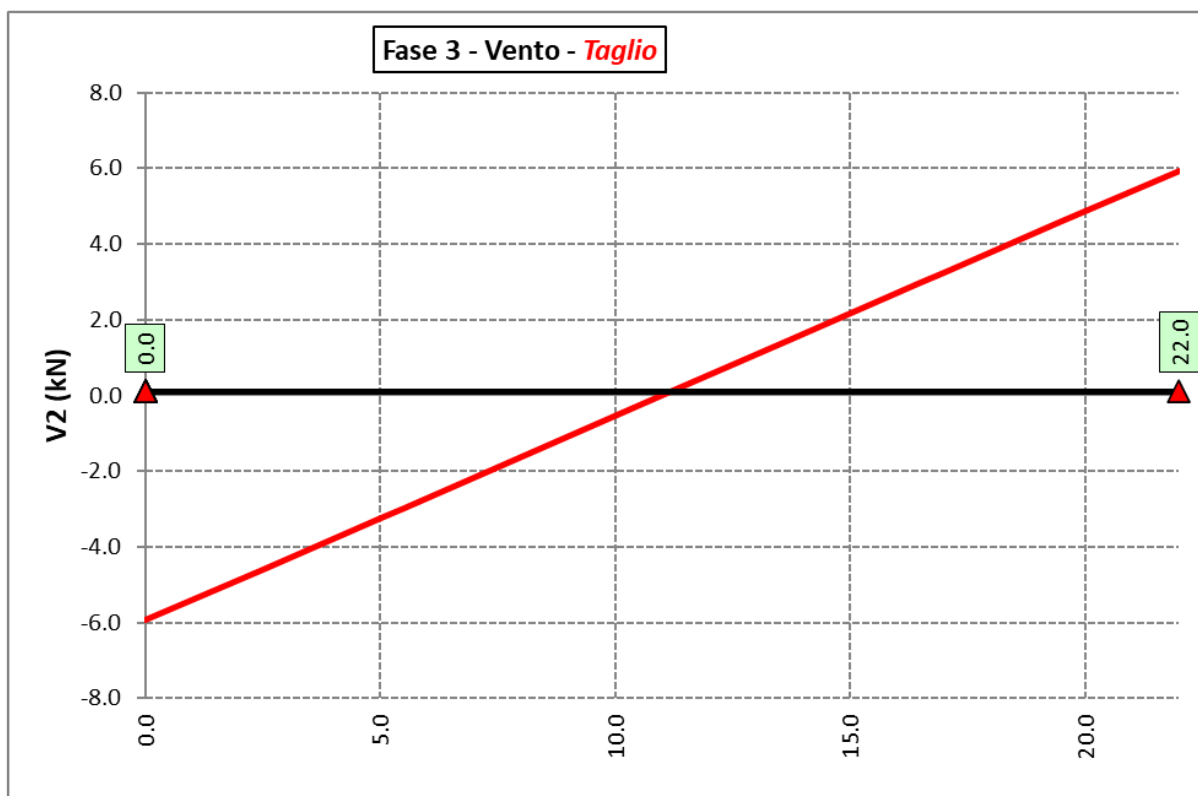
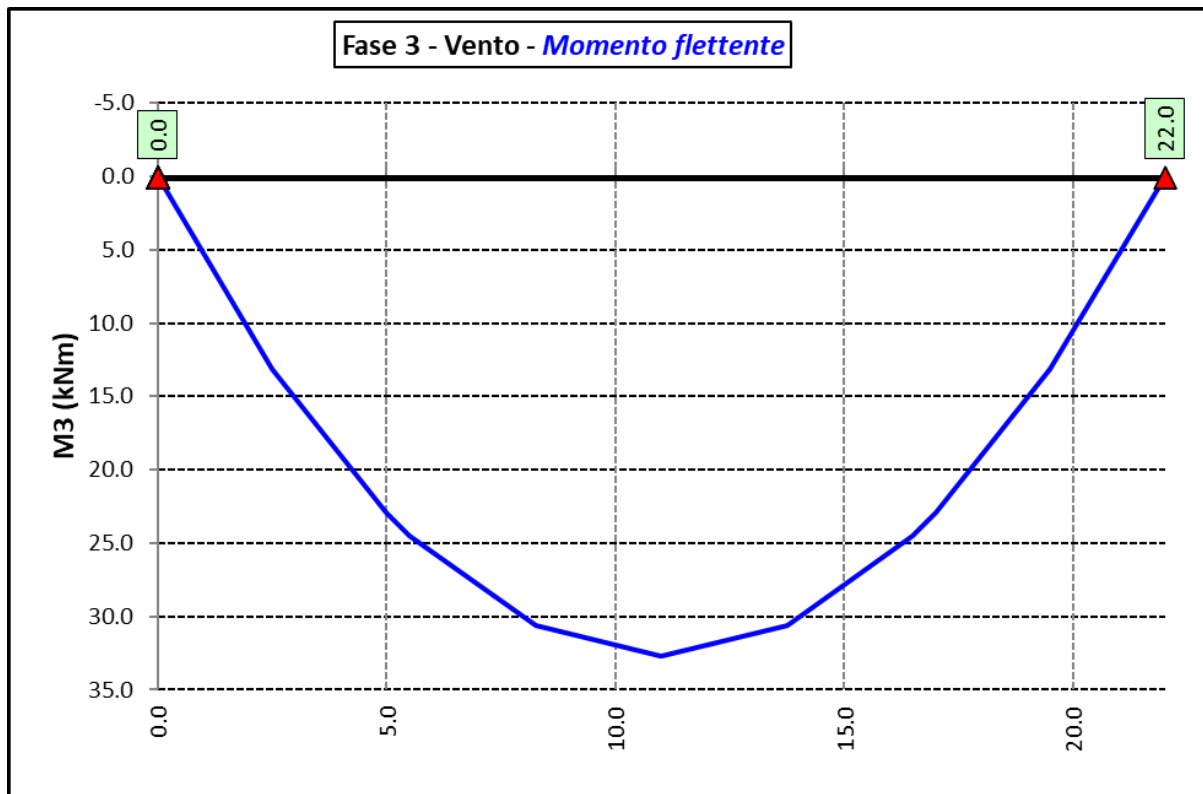


S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

6.2.3.5 Azioni variabili da traffico (Inviluppi) – Modello 3



6.2.3.6 Vento – Modello 3



S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## 6.3 Verifiche delle travi principali

### 6.3.1 Verifiche di resistenza SLU

#### 6.3.1.1 Classificazione delle sezioni resistenti

In base al par. 4.2.3.1 delle NTC2018 le sezioni trasversali degli elementi strutturali in acciaio si classificano in funzione della loro capacità rotazionale  $C_\theta$  definita come:

$$C_\theta = \vartheta_r / \vartheta_y - 1$$

Essendo  $\vartheta_r$  e  $\vartheta_y$  le curvature corrispondenti rispettivamente al raggiungimento della deformazione ultima ed allo snervamento. Si distinguono le seguenti classi di sezioni:

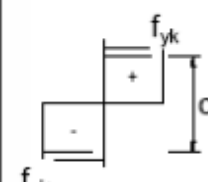
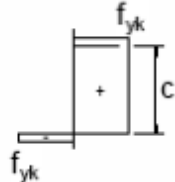
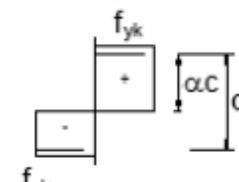
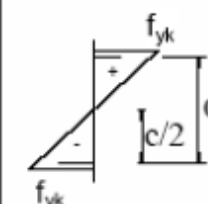
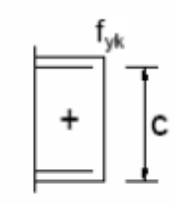
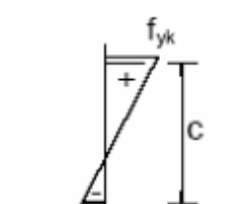
- Classe 1: quando la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico di cui al §4.2.3.2 senza subire riduzioni della resistenza. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale  $C_\theta \geq 3$ ;
- Classe 2: quando la sezione è in grado di sviluppare il proprio momento resistente plastico, ma con capacità rotazionale limitata. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale  $C_\theta \geq 1,5$ ;
- Classe 3: quando nella sezione le tensioni calcolate nelle fibre estreme compresse possono raggiungere la tensione di snervamento, ma l'instabilità locale impedisce lo sviluppo del momento resistente plastico;
- Classe 4: quando, per determinarne la resistenza flettente, tagliante o normale, è necessario tener conto degli effetti dell'instabilità locale in fase elastica nelle parti compresse che compongono la sezione. In tal caso nel calcolo della resistenza la sezione geometrica effettiva può sostituirsi con una sezione efficace.

Le sezioni di classe 1 e 2 si definiscono compatte, quelle di classe 3 moderatamente snelle e quelle di classe 4 snelle. Per i casi più comuni delle forme delle sezioni e delle modalità di sollecitazione, le Tab. 4.2.III, 4.2.IV e 4.2.IV delle NTC2018, di seguito riportate, forniscono indicazioni per la classificazione delle sezioni:

RM8401

Relazione tecnica e di calcolo PO02

Tab. 4.2.III - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

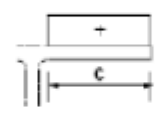
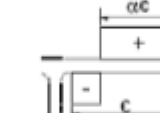
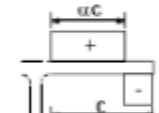
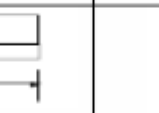
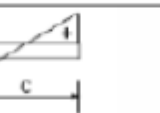
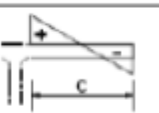
		Parti interne compresse				
		Inflessione intorno all'asse		Inflessione intorno all'asse		
Classe	Parte soggetta a flessione	Parte soggetta a compressione	Parte soggetta a flessione e a compressione			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	quando $\psi > -1: c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ quando $\psi \leq -1: c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{-\psi}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	$f_{yk}$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71


\*)  $\psi \leq -1$  si applica se la tensione di compressione  $\sigma \leq f_{yk}$  o la deformazione a trazione  $\epsilon_y > f_{yk}/E$

RM8401

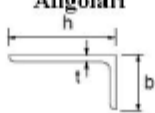
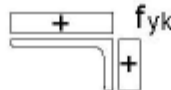

Relazione tecnica e di calcolo PO02

Tab. 4.2.IV - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

Piattabande esterne						
Profilati laminati a caldo			Sezioni saldate			
Classe	Piattabande esterne soggette a compressione	Piattabande esterne soggette a flessione e a compressione				
		Con estremità in compressione		Con estremità in trazione		
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_e}$ Per $k_e$ vedere EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	$f_{yk}$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

**Tab. 4.2.V - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse**

<b>Angolari</b> 																			
Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II) Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti																			
<b>Classe</b>	<b>Sezione in compressione</b>																		
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)																			
<b>3</b>	$h/t \leq 15\varepsilon$ $\frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$																		
<b>Sezioni Tubolari</b> 																			
<b>Classe</b>	<b>Sezione inflessa e/o compressa</b>																		
<b>1</b>	$d/t \leq 50\varepsilon^2$																		
<b>2</b>	$d/t \leq 70\varepsilon^2$																		
<b>3</b>	$d/t \leq 90\varepsilon^2$ (Per $d/t > 90 \varepsilon^2$ vedere EN 1993-1-6)																		
$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><math>f_{yk}</math></td> <td>235</td> <td>275</td> <td>355</td> <td>420</td> <td>460</td> </tr> <tr> <td><math>\varepsilon</math></td> <td>1,00</td> <td>0,92</td> <td>0,81</td> <td>0,75</td> <td>0,71</td> </tr> <tr> <td><math>\varepsilon^2</math></td> <td>1,00</td> <td>0,85</td> <td>0,66</td> <td>0,56</td> <td>0,51</td> </tr> </table>	$f_{yk}$	235	275	355	420	460	$\varepsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71	$\varepsilon^2$	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51
$f_{yk}$	235	275	355	420	460														
$\varepsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71														
$\varepsilon^2$	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51														

La classe di una sezione composta corrisponde al valore di classe più alto tra quelli degli elementi componenti.

Il sistema di classificazione utilizzato per le travi in acciaio vale anche per le sezioni composte. La classe di una sezione composta è la più alta classe tra quella degli elementi in acciaio compressi che la compongono.

È possibile che una sezione trasversale con anima in classe 3 e flange in classe classe 1 o 2, venga riclassificata in classe 2 equivalente come definito in EN 1993-2.

### 6.3.1.2 Resistenza alla flessione

Le sezioni in classe 1 o 2 possono essere verificate utilizzando sia la loro resistenza a flessione plastica che elastica. Le sezioni di classe 3 possono attingere alla sola resistenza elastica, o eventualmente essere riclassificate in classe 2 equivalente e poi verificate con la resistenza a flessione plastica. Le sezioni in classe 4 attingono alla sola resistenza elastica, ma utilizzando la sola sezione trasversale efficace, ridotta per tener conto dell'instabilità. Tutti i metodi di verifica sono basati sulle ipotesi di:

- conservazione delle sezioni piane (connessione rigida)
- perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo;
- resistenza a trazione del calcestruzzo trascurabile.

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

Per le sezioni di classe 1 e 2 le verifiche a pressoflessione agli SLU sono state condotte controllando che il momento di progetto  $M_{Ed}$  sia minore del momento resistente plastico di progetto, ridotto per effetto dello sforzo normale di progetto  $M_{NR,d}$ , ovvero in termini adimensionali verificando che:

$$\eta_{1,plast} = \frac{M_{Ed}}{M_{NR,d}} \leq 1,0$$

Per le sezioni di classe 3 e 4 la verifica a pressoflessione è condotta in campo elastico verificando che le tensioni normali nelle fibre estreme della sezione risultino non superiori alle resistenze tensionali di progetto. Per le sezioni di classe 4 si tiene conto degli effetti dell'instabilità locale nella definizione delle proprietà efficaci della sezione trasversale, secondo le indicazioni dell'EN 1993-1-5. Anche in questo caso i risultati delle verifiche sono presentati in forma adimensionale, controllando che risulti:

$$\eta_{1,elast} \leq 1,0$$

### 6.3.1.3 Resistenza al taglio

La resistenza di progetto a taglio è definita considerando il solo contributo fornito dall'anima  $V_{bw,Rd}$ , e trascurando a favore di sicurezza il contributo fornito dalle flange  $V_{bf,Rd}$  di entità estremamente ridotta:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yk} \cdot h_w \cdot t_w}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

Tenuto conto del rapporto  $h_w/t_w$  che caratterizza le travi di ponte, si ricade nella seguente fattispecie, relativa ad anime dotate di irrigidimenti verticali:

$$\frac{h_w}{t_w} \geq \frac{31\varepsilon}{\eta} \cdot \sqrt{k_\tau}$$

Pertanto, la resistenza al taglio dell'anima deve essere valutata in termini di resistenza all'instabilità:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw}}{\gamma_{M1} \cdot \sqrt{3}} h_w \cdot t_w$$

dove:

$\eta = 1,20$  per gradi di acciaio inferiori a S460;

$h_w$  e  $t_w$  sono rispettivamente l'altezza e lo spessore dell'anima;

$\gamma_{M1}$  è il fattore parziale di sicurezza assunto pari a 1.10;

$\chi_w$  è un fattore di resistenza all'instabilità dell'anima a taglio fornito dalla seguente tabella in funzione del parametro di snellezza adimensionale  $\bar{\lambda}_w$ :



S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

	Rigid end post	Non-rigid end post
$\bar{\lambda}_w < 0,83/\eta$	$\eta$	$\eta$
$0,83/\eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83/\bar{\lambda}_w$	$0,83/\bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37/(0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83/\bar{\lambda}_w$

*Tabella 6.1 – Fattore  $\chi_w$  di resistenza all'instabilità dell'anima a taglio*

$$\bar{\lambda}_w = 0.76 \cdot \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}}$$

Dove:

$$\tau_{cr} = k_\tau \cdot \sigma_E$$

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot t_w^2}{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot h_w^2}$$

Per anime dotate di irrigidimenti trasversali e senza irrigidimenti longitudinali, il fattore di  $k_\tau$  è fornito dalle seguenti espressioni in funzione del rapporto tra l'interasse degli irrigidimenti trasversali  $a$  e l'altezza dell'anima  $h_w$ :

per  $a / h_w \geq 1$ :

$$k_\tau = 5.34 + 4.0 \cdot \left(\frac{h_w}{a}\right)^2$$

per  $a / h_w < 1$ :

$$k_\tau = 4.0 + 5.34 \cdot \left(\frac{h_w}{a}\right)^2$$

La verifica è posta in forma adimensionale come rapporto tra le azioni sollecitanti e la capacità resistente:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1,0$$

dove  $V_{Ed}$  è la sollecitazione tagliante di progetto.

#### 6.3.1.4 Interazione taglio-momento flettente

Per valori di  $\bar{\eta}_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}} \leq 0.50$  non è necessario controllare l'interazione tra le sollecitazioni normali e tangenziali.

Per valori di  $\bar{\eta}_3 > 0.50$  superiori:

- per sezioni di classe 1 e 2 la tensione di snervamento dell'anima, considerata nel calcolo del momento resistente plastico della sezione, viene ridotta in accordo alla norma EN 1994-2;
- Per sezioni di classe 3 e 4 si adotta la seguente espressione del dominio di resistenza:

S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

$$\bar{\eta}_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{Pl,Rd}}\right) \cdot (2 \cdot \bar{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1,0$$

in cui:

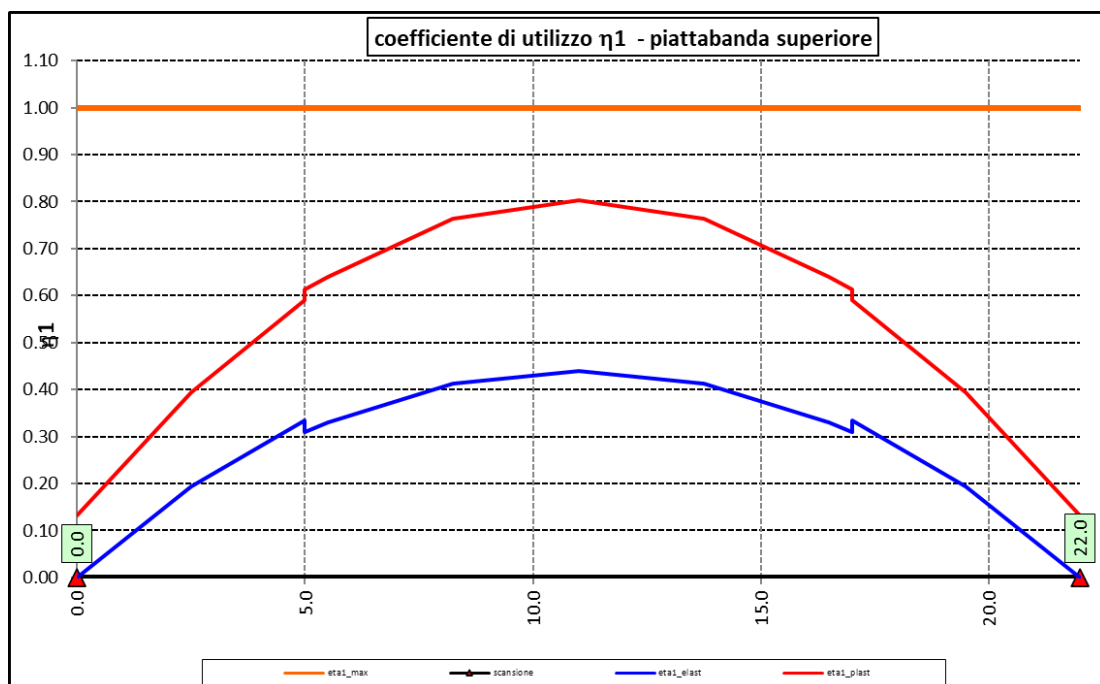
$M_{f,Rd}$  è il momento resistente di progetto delle sole flange efficaci;

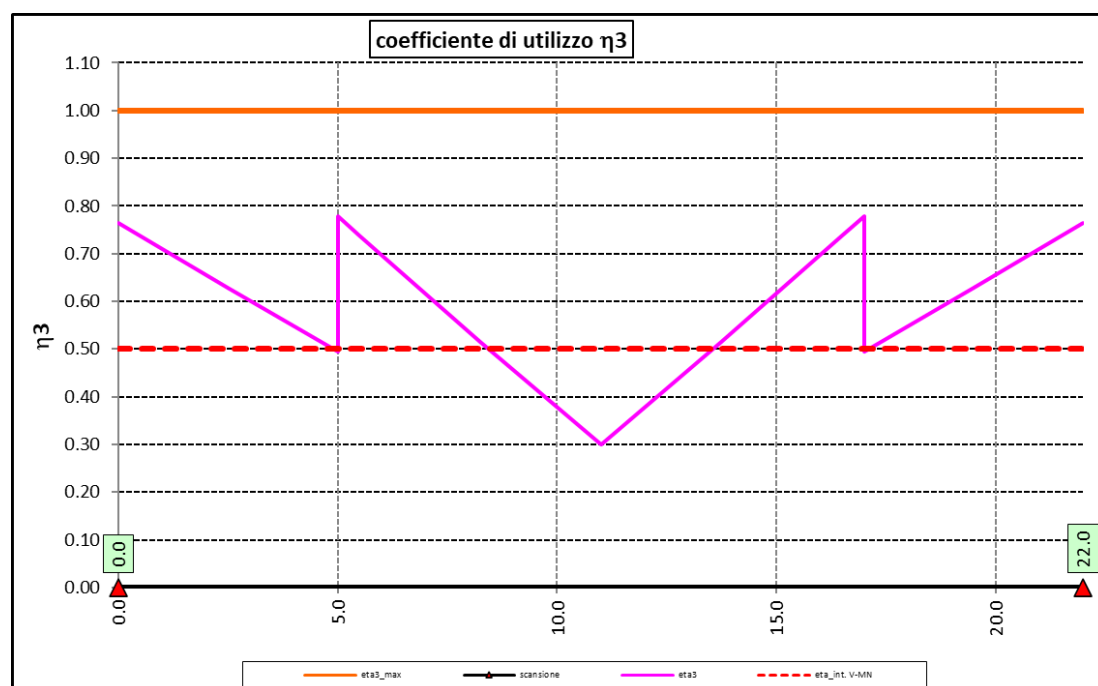
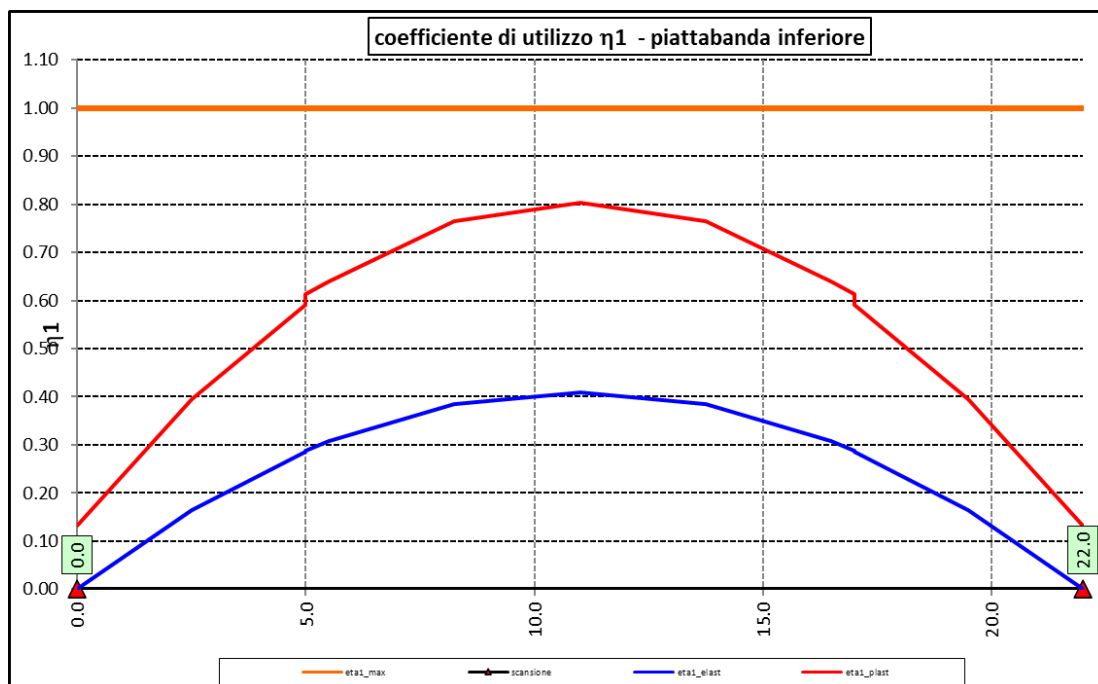
$M_{Pl,Rd}$  è la resistenza plastica della sezione trasversale composta dall'area effettiva delle flange e dall'intera anima senza tener conto della classe di quest'ultima;

$$\bar{\eta}_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{Pl,Rd}}$$

### 6.3.1.5 Risultati verifiche travi principali agli SLU per pressoflessione, taglio e interazione taglio-momento

Si riportano nel seguito le rappresentazioni grafiche delle verifiche per l'inviluppo delle combinazioni di carico precedentemente individuate, che come è possibile evincere sono tutte soddisfatte.






Per quanto attiene la soletta (fibra F) è stato verificato che:

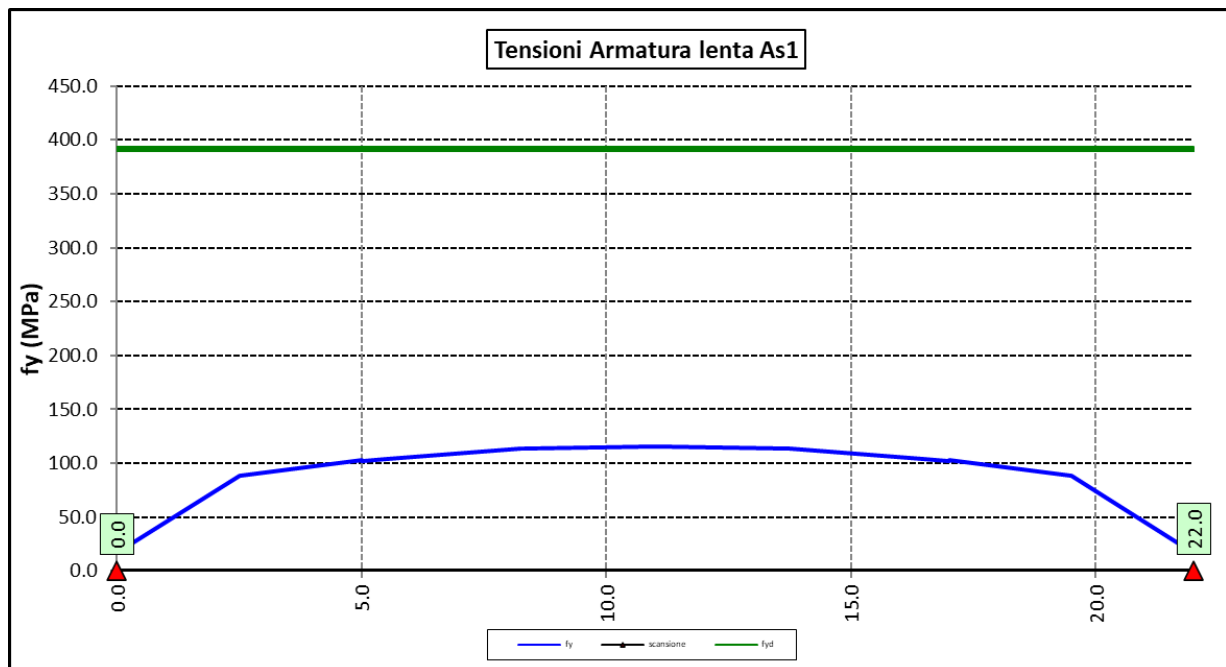
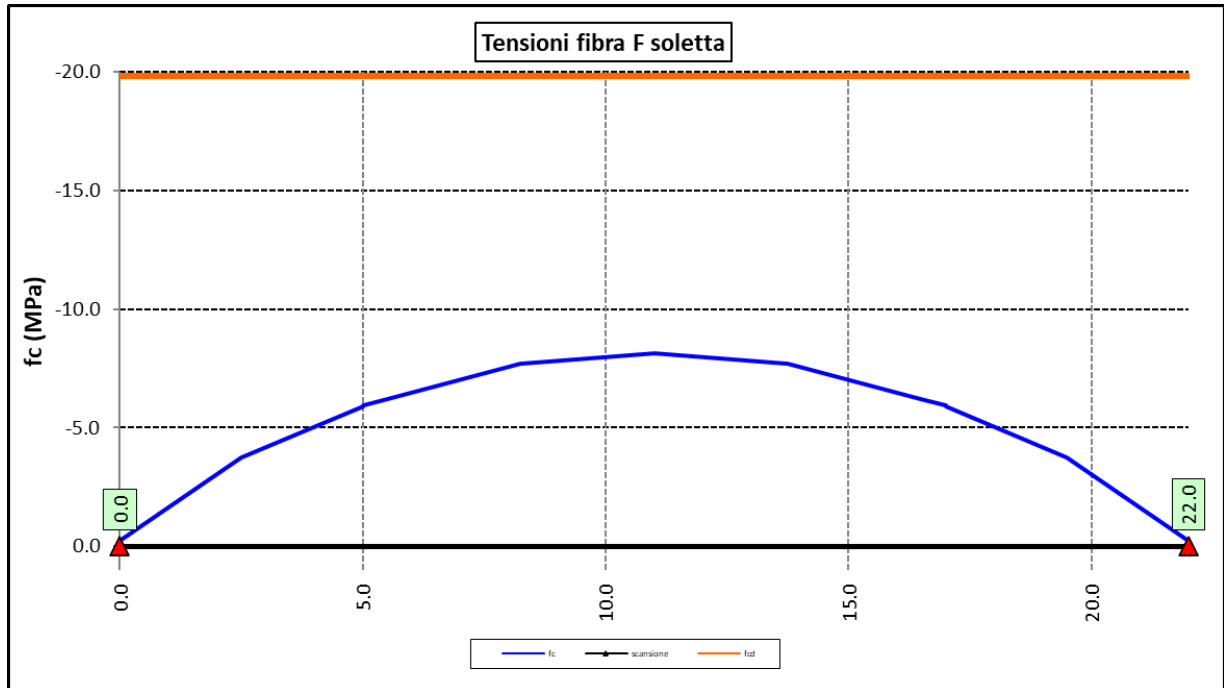
$$f_{Ed} \leq f_{ck} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c$$

Per le armature longitudinali della soletta (fibra As1) è stato verificato che:


$$f_{Ed} \leq f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s$$

S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche svolte in forma grafica. Per ciascuna fibra si riportano i valori delle tensioni di calcolo di progetto ed i valori delle resistenze di progetto.



Come è possibile evincere le verifiche sono sempre soddisfatte.

<b>S.S.4 "SALARIA"</b> Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
<b>RM8401</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

#### 6.4 Verifiche SLE di deformabilità della struttura

E' stato verificato che la somma delle deflessioni dovute ai carichi permanenti fosse inferiore di 1/150 della luce delle campate.

Inoltre, è stato effettuato un controllo delle deflessioni generate in fase di esercizio dai carichi mobili, verificando che queste risultano sempre non maggiori di 1/500 la luce delle campate.

I risultati a delle verifiche svolte sono riepilogati nella seguente tabella:

Nodo	Progr (m)	peso proprio	permanenti portati	Ritiro iperstatico	Totale permanenti	Luce campate (m)	1/150 L	Verifica	Carichi mobili - C	Carichi mobili - D	Carichi mobili - F	Carichi mobili	1/500 L	Verifica	Controfreccia teorica
		fg1 (m)	fg2 (m)	fr (m)	fperm (m)	L(m)							fg1 (m)		fCF-t (m)
1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	22	-0.147	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.044	OK!	0.000
2	2.50	-0.012	-0.002	0.000	-0.014	22	-0.147	OK!	-0.005	-0.003	0.000	-0.007	-0.044	OK!	0.016
3	5.00	-0.022	-0.004	0.000	-0.026	22	-0.147	OK!	-0.009	-0.005	0.000	-0.014	-0.044	OK!	0.029
4	5.50	-0.023	-0.004	0.000	-0.028	22	-0.147	OK!	-0.010	-0.005	0.000	-0.015	-0.044	OK!	0.031
5	8.25	-0.030	-0.005	0.000	-0.036	22	-0.147	OK!	-0.013	-0.007	0.000	-0.020	-0.044	OK!	0.041
6	11.00	-0.033	-0.006	0.000	-0.039	22	-0.147	OK!	-0.014	-0.007	0.000	-0.021	-0.044	OK!	0.044
7	13.75	-0.030	-0.005	0.000	-0.036	22	-0.147	OK!	-0.013	-0.007	0.000	-0.020	-0.044	OK!	0.041
8	16.50	-0.023	-0.004	0.000	-0.028	22	-0.147	OK!	-0.010	-0.005	0.000	-0.015	-0.044	OK!	0.031
9	17.00	-0.022	-0.004	0.000	-0.026	22	-0.147	OK!	-0.009	-0.005	0.000	-0.014	-0.044	OK!	0.029
10	19.50	-0.012	-0.002	0.000	-0.014	22	-0.147	OK!	-0.005	-0.003	0.000	-0.007	-0.044	OK!	0.016
11	22.00	0.000	0.000	0.000	0.000	22	-0.147	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.044	OK!	0.000

La figura seguente fornisce evidenza dei risultati ottenuti:

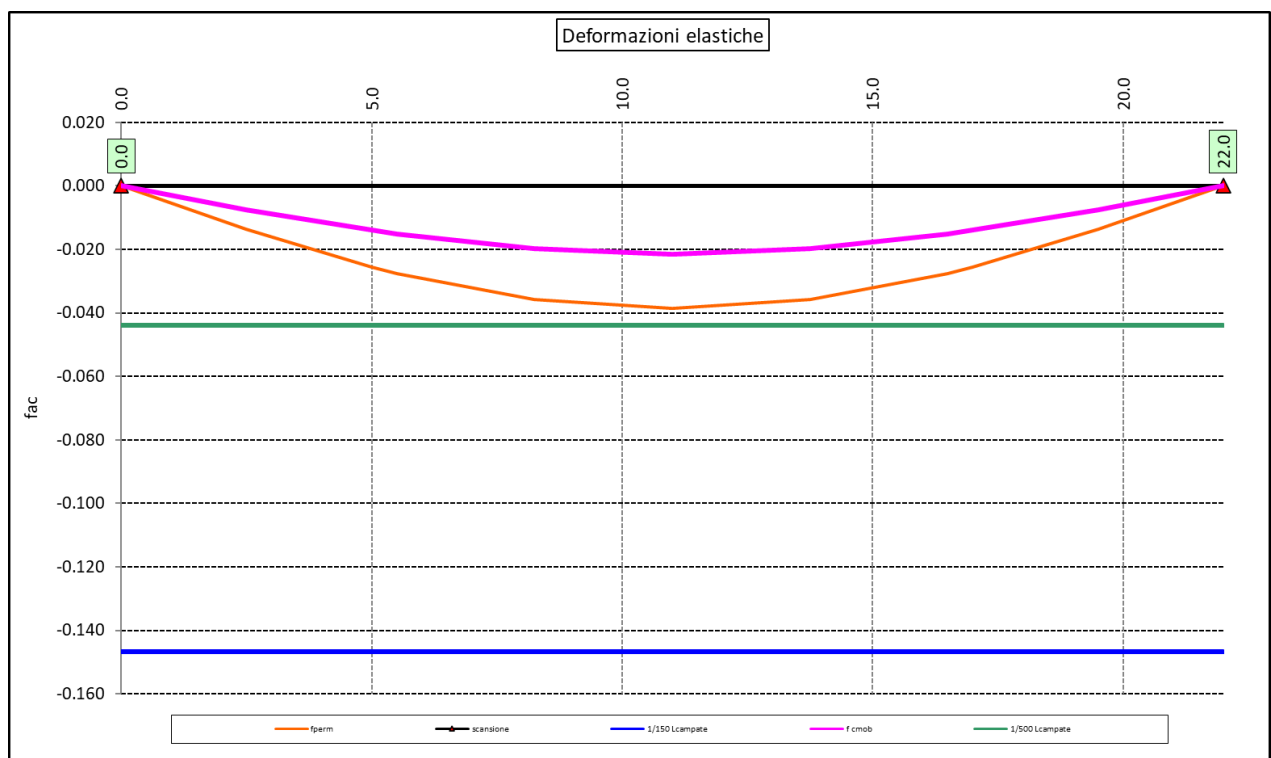


Figura 6.4. Travi principali – Verifiche di deformabilità

S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

Le deflessioni delle travi dovute ai carichi permanenti saranno recuperate mediante opportune controfreccie di montaggio. La contro freccia teorica  $f_{cf}$  è stabilita pari a:

$$f_{cf} = f_{G1} + f_{G2} + f_{rit} + 25\% f_{Cmob}$$

essendo:

$f_{G1}$ : la deflessione dovuta ai pesi propri;

$f_{G2}$ : la deflessione dovuta ai permanenti portati;

$f_{rit}$ : la deflessione dovuta al ritiro iperstatico;

$f_{Cmob}$ : la deflessione dovuta ai carichi mobili.

La figura seguente riporta l'andamento della contro freccia teorica in base alla quale sarà costruita la controfreccia di montaggio:

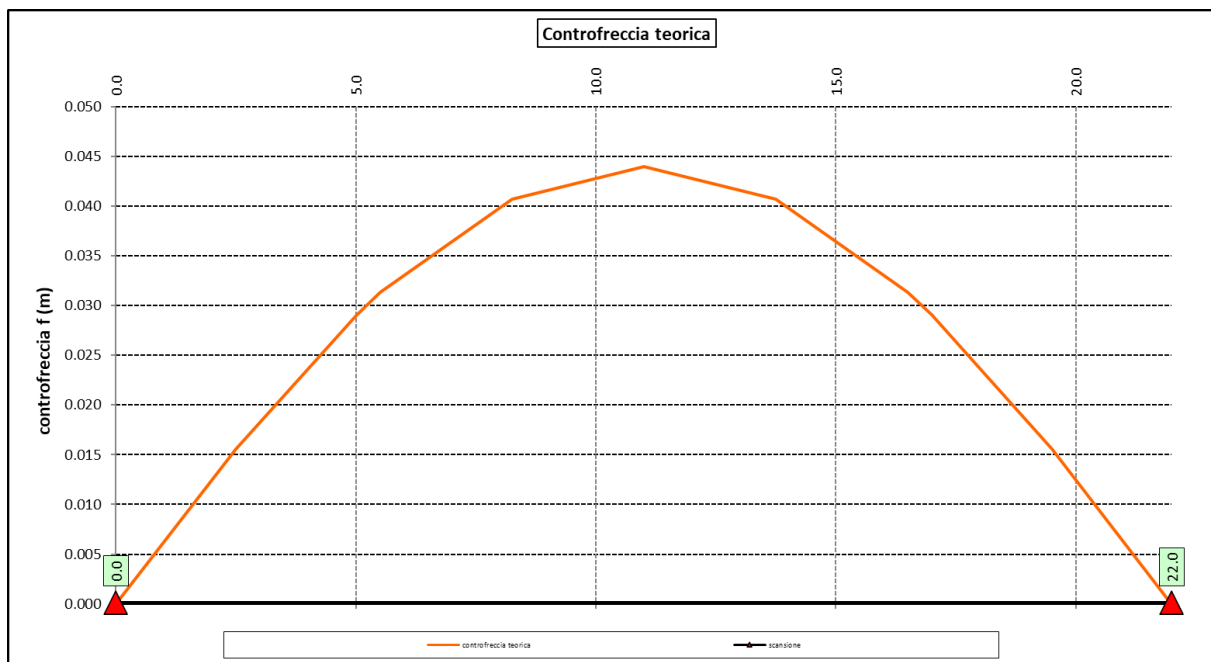



Figura 6.5. Travi principali – controfreccia teorica

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## 7 AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO ALLE SOTTOSTRUTTURE

Le azioni verticali trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture per effetto dei carichi verticali relativi al peso proprio, ai permanenti portati ed ai carichi mobili, sono state determinate attraverso la seguente espressione:

$$P = p \times L_{aff} \times fac$$

Dove:

$p$  rappresenta il carico unitario agente sulla larghezza dell'impalcato, relativo all'azione verticale presa in considerazione;

$L_{aff}$  rappresenta la luce delle campate afferenti alla sottostruttura considerata;

$fac$  è un fattore amplificativo che tiene conto dello schema di trave continua, assegnato con criterio cautelativo in rapporto ai risultati forniti dai modelli di analisi dell'impalcato precedentemente descritti.

A partire dalle azioni verticali  $P$ , sono state valutati i relativi momenti trasversali, moltiplicando  $P$  per la relativa eccentricità del punto di applicazione rispetto all'asse della sottostruttura considerata.

Le reazioni orizzontali longitudinali sui dispositivi di isolamento, generate dal ritiro e dalle variazioni termiche uniformi agenti sulle strutture d'impalcato, sono state determinate moltiplicando lo spostamento orizzontale in corrispondenza dell'iesimo allineamento di vincolo per la rigidezza orizzontale degli isolatori relativi.

La rigidezza dei dispositivi è influenzata dalle caratteristiche geometriche e dalle caratteristiche delle mescole elastomeriche previste.

Inoltre, il modulo di elasticità tangenziale  $G$  delle mescole elastomeriche diminuisce all'aumentare del livello di deformazione. Si può assumere che al di sotto del 50% della deformazione massima di progetto il valore di  $G$  risulta circa 2.5 volte superiore al valore corrispondente alla deformazione massima. Pertanto, nelle analisi in condizioni statiche e sismiche, sono stati considerati valori differenti per le rigidezze orizzontali equivalenti relative agli isolatori dipendenti dal livello di deformazione a taglio.

Gli effetti della frenatura si distribuiscono sulle sottostrutture in misura proporzionale alle rigidezze del sistema di isolamento.

Infine, anche le azioni orizzontali trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture per effetto delle azioni del vento, sono state determinate secondo il medesimo criterio precedentemente descritto relativamente agli effetti dei carichi verticali.

Le azioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture sono riportate negli allegati di calcolo relativi alle singole sottostrutture.

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## 7.1 Analisi in fase sismica

Per la determinazione degli effetti indotti dalle azioni sismiche sulle sottostrutture sono state effettuate **analisi statiche lineari** su modelli separati:

- Il primo relativo all'impalcato più sistema di isolamento;
- Il secondo relativo alle singole sottostrutture (spalle).

L'azione sismica relativa al primo modello è caratterizzata dal coefficiente di smorzamento equivalente del sistema isolamento; quella relativa al secondo modello, da un coefficiente di smorzamento equivalente pari al 5%, tipico di strutture non isolate.

La risoluzione del primo modello, relativo ad un oscillatore semplice aventi le seguenti caratteristiche:

- Massa pari a quella dell'impalcato;
- Rigidezza pari a quella complessiva del sistema di isolamento;

permette di valutare la forza complessiva trasmessa dal sistema di isolamento alle sottostrutture, e successivamente, la forza trasmessa in corrispondenza di ciascun allineamento di vincolo in misura proporzionale alla rigidezza dei relativi dispositivi di isolamento.

Nel caso in esame si ha:

Viadotto/Ponte Carreggiata			PO02
Dati impalcato			Analisi SLV
Lunghezza dell'impalcato	Limp	[m]	23.2
Peso dell'impalcato al metro lineare	Pv	[kN]	213.9
Peso complessivo dell'impalcato	Pv	[kN]	4963.1
Massa dell'impalcato	M	[kN / (m/sec <sup>2</sup> )]	505.9
Dati Sistema di isolamento			
Fattore di smorzamento viscoso	ζ	[%]	10%
Fattore η	η	[-]	0.82
Isolatori tipo 1	Tipiso_1	[-]	SI-N400/200
Numero isolatori tipo 1	niso_1	[-]	6
Rigidezza isolatori tipo 1	Kh iso_1	[kN/m]	1010
Rigidezza equivalente	Kh tot	[kN/m]	<b>6060</b>
Periodo equivalente della struttura isolata	T <sub>is</sub>	[sec]	<b>1.82</b>



S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
<b>RM8401</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

<b>Dati Sisma</b>			<b>SLV</b>
Accelerazione al suolo	$a_g$	[g]	0.266
Parametro $F_0$	$F_0$	[-]	2.391
Tempo $T^*_C$	$T^*_C$	[sec]	0.349
accelerazione al suolo	$a_g$	[m/sec <sup>2</sup> ]	2.61
Categoria di Sottosuolo	Cat_S	[-]	C
Parametro $S_S$	$S_S$	[-]	1.32
Parametro $C_C$	$C_C$	[-]	1.49
Categoria topografica	Cat_T	[-]	T1
Parametro $S_T$	$S_T$	[-]	1.00
Parametro S	S	[-]	1.32
Periodo $T_B$	$T_B$	[sec]	0.173
Periodo $T_C$	$T_C$	[sec]	0.519
Periodo $T_D$	$T_D$	[sec]	2.664
Accelerazione spettrale per $T=T_B$	$a_g S \eta F_0$	$Se(T_B)$	[m/sec <sup>2</sup> ] 6.72
Accelerazione spettrale per $T=T_C$	$a_g S \eta F_0$	$Se(T_C)$	[m/sec <sup>2</sup> ] 6.72
Accelerazione spettrale per $T=T_D$	$a_g S \eta 2.5 T_C/T_D$	$Se(T_D)$	[m/sec <sup>2</sup> ] 1.31
Spostamento assoluto orizzontale massimo del terreno	dg	[m]	0.119
Spostamento relativo massimo del terreno tra 2 punti indipendenti	dijmax	[m]	0.210
Distanza tra due punti oltre la quale il moto può considerarsi indipendente			Lg
Lunghezza dell'impalcato continuo oltre la quale considerare gli effetti della var. spaziale del moto			Llim
Spostamento relativo orizzontale massimo del terreno	dri	[m]	0.000

<b>Risultati</b>			
accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$Se(T_{is})$	[m/sec <sup>2</sup> ]	1.92
Forza complessiva trasmessa alle sottostrutture	$F_{sis}$	[kN]	971
Rapporto tra Forza orizzontale e peso dell'impalcato	$F_{sis}/P_{imp}$	[%]	20%
spostamento del centro di rigidità	$d_{dc}$	[m]	0.160
Distanza massima da asse sistema isolamento	Lmax	[m]	11.00
Coefficiente di dilatazione termica impalcato	$\alpha$		1.00E-05
Allungamento per dilatazione termica positiva	$d_{\Delta T+}$	[m]	0.006
Contrazione per dilatazione termica negativa	$d_{\Delta T-}$	[m]	-0.004
deformazione totale finale per ritiro			0.00027
Area soletta soggetta a ritiro			3.110
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (ritiro)	$n_{rit}$		15.8
Area sezione resistente omogeneizzata all'acciaio			0.470
Contrazione complessiva per ritiro del cls			-0.00011
Contrazione per ritiro	$d_{cr}$	[m]	-0.001
spost. di progetto iso: $d_{Ed} = (d_{dc}^2 + dri^2)^{0.5} + \max[\text{ass}(d_{cr} + 0.5d_{\Delta T-}); 0.5d_{\Delta T+}]$	$d_{Ed}$	m	0.164
Azioni trasmesse agli isolatori di tipo 1	Fsis_1	kN	161.8

Pertanto, le azioni trasmesse alle sottostrutture dal sistema di isolamento per analisi agli SLV sono pari a:

- Spalle:  $F_h = 161.8 \times 3 = 485.4$  kN

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## 8 VERIFICHE SPALLE

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

I tabulati di calcolo sono riportati in allegato.

Si riportano le verifiche della spalla SPA. I risultati si estendono anche alla spalla SPB.

### 8.1 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 ponte), 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.

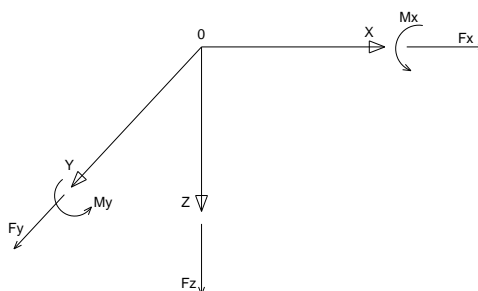


Figura 8.1. Sistema di riferimento

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

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

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

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

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:

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

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

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

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

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

Essendo:

$F_x, F_y, F_z, M_x, M_y$  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 involuipi delle azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione:

### Spalla SPA

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4548	4024	4548	2980	2837	2431
Azione assiale minima	Nmin	-734	1766	-734	1309	1368	1473
Azione trasversale massima	Vmax	1240	764	1240	566	543	474

## 8.2 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:

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

$$E_s = 1.5 k_h d;$$

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

La costante di reazione orizzontale è stata assunta in accordo a Broms (1964), che ha correlato  $k_h$  al modulo secante  $E_{50}$  a metà tensione limite in una prova non drenata:

$$k_h = 1.67 E_{50} / d$$

Usando un valore di  $E_{50}$  compreso tra 50 e 200 volte la resistenza al taglio non drenata  $c_u$  (Skempton 1951), si ha:

$$k_h = (80 \div 320) c_u / d$$

Nel caso in esame, considerando una coesione non drenata pari a **110 kPa**, che si colloca tra i valori minimi dei range caratteristici dei terreni più superficiali (litotipo **SLm**), si ha:

$$k_h = 200 \times 110 / 1.20 = 18333 \text{ kN/m}^3$$

#### LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	$E_c$	Mpa	<b>31476</b>
Modulo di Poisson del terreno	$\nu$		<b>0.30</b>
Diametro del palo	$D_p$	m	<b>1.20</b>
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	$I_c$	m <sup>4</sup>	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	$k_t$	kN/mc	<b>18333</b>
Lunghezza libera d'inflessione	$L_0$	m	<b>4.44</b>

#### Spalla SPA:

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SU			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	$N_{max}$	kN	4024	4548	2980	2837	2431
Sforzo normale minimo	$N_{min}$	kN	1766	-734	1309	1368	1473
Momento flettente massimo - 1° gabbia	$M_{max\_1a}$	kNm	<b>1696</b>	<b>2752</b>	<b>1256</b>	<b>1205</b>	<b>1051</b>
Momento amplificato del 20%	$M_{max\_1a}$	kNm	<b>2035</b>	<b>3302</b>	<b>1507</b>	<b>1446</b>	<b>1261</b>
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	$V_{max\_1a}$	kN	<b>764</b>	<b>1240</b>	<b>566</b>	<b>543</b>	<b>474</b>

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	43729	32268
Carico verticale medio agente sui pali	2915	2151

### 8.3 Verifiche di resistenza dei pali di fondazione

#### Spalla SPA

I pali di fondazione delle spalle saranno armati come segue:

1° gabbia:

- Armature longitudinali: **24 $\phi$ 26+24 $\phi$ 26+24 $\phi$ 26 accoppiati (rinforzo solo per i primi 6.0 m);**
- Armature trasversali: **spirale  $\phi$ 12/10 (per i primi 6 m) + spirale  $\phi$ 12/20**

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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

Nelle verifiche si considerano 24 barre di diametro equivalente pari a  $d_{eq} = 26 \times 3^{0.5} = 45$  mm:

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

Forma del Dominio: Circolare  
Classe Conglomerato: C25/30

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

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	49.0	24	45

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
Passo staffe: 10.0 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	4024.00	1729.00	0.00	764.00	0.00
2	1766.00	1729.00	0.00	764.00	0.00
3	2915.00	1729.00	0.00	764.00	0.00
4	4540.00	2799.00	0.00	1236.00	0.00
5	-726.00	2799.00	0.00	1236.00	0.00
6	2151.00	2799.00	0.00	1236.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
<b>RM8401</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

1	2980.00	1281.00	0.00
2	1309.00	1281.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2837.00	1229.00 (1183.25)	0.00 (0.00)
2	1368.00	1229.00 (893.49)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2431.00	1072.00 (1170.34)	0.00 (0.00)
2	1473.00	1072.00 (943.96)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.3 cm
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 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	4024.00	1729.00	0.00	4024.09	6121.33	0.00	3.54	381.7(33.9)
2	S	1766.00	1729.00	0.00	1765.85	5889.36	0.00	3.41	381.7(33.9)
3	S	2915.00	1729.00	0.00	2914.88	6010.95	0.00	3.48	381.7(33.9)
4	S	4540.00	2799.00	0.00	4540.28	6156.15	0.00	2.20	381.7(33.9)
5	S	-726.00	2799.00	0.00	-726.27	5453.02	0.00	1.95	381.7(33.9)
6	S	2151.00	2799.00	0.00	2150.84	5930.91	0.00	2.12	381.7(33.9)

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
--------	---

<b>S.S.4 "SALARIA"</b> Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>RM8401</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

	Deform. unit. massima del conglomerato 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	0.00350	0.0	60.0	0.00279	0.0	49.0	-0.00358	0.0	-49.0
2	0.00350	0.0	60.0	0.00269	0.0	49.0	-0.00455	0.0	-49.0
3	0.00350	0.0	60.0	0.00274	0.0	49.0	-0.00404	0.0	-49.0
4	0.00350	0.0	60.0	0.00281	0.0	49.0	-0.00338	0.0	-49.0
5	0.00350	0.0	60.0	0.00254	0.0	49.0	-0.00605	0.0	-49.0
6	0.00350	0.0	60.0	0.00271	0.0	49.0	-0.00437	0.0	-49.0

#### 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	0.000000000	0.000064988	-0.000399289	----	----
2	0.000000000	0.000073815	-0.000928921	----	----
3	0.000000000	0.000069206	-0.000652356	----	----
4	0.000000000	0.000063092	-0.000285501	----	----
5	0.000000000	0.000087641	-0.001758473	----	----
6	0.000000000	0.000072242	-0.000834501	----	----

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 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 resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(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] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore $L/d_{max}$ con $L=lungh.legat.proietta$ - ta sulla direz. del taglio e $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	764.00	2446.62	1632.32	91.1  73.8	108.7	2.500	1.250	10.6	22.6(0.0)
2	S	764.00	2255.54	1684.61	91.1  76.1	109.3	2.500	1.110	10.3	22.6(0.0)
3	S	764.00	2358.28	1658.92	91.1  75.0	109.0	2.500	1.182	10.4	22.6(0.0)
4	S	1236.00	2423.30	1619.23	91.1  73.2	108.5	2.500	1.250	17.3	22.6(0.0)
5	S	1236.00	2096.81	1758.35	91.9  79.5	108.1	2.500	1.000	15.9	22.6(0.0)
6	S	1236.00	2290.87	1676.20	91.1  75.8	109.2	2.500	1.134	16.7	22.6(0.0)

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.83	0.0	150.0	-46.7	0.0	-49.0	1468	79.5	12.8	1.00
2	S	6.36	0.0	0.0	-84.5	0.0	-49.0	2316	111.3	12.8	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.55	0.0	150.0	-45.2	0.0	-49.0	1468	79.5	12.8	0.50
2	S	6.13	0.0	0.0	-78.3	0.0	-49.0	2264	111.3	12.8	0.50

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

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.7	0	0.125	45	88	0.537	0.00012 (0.00009)	242	0.048 (0.40)	1183.25	0.00
2	S	-3.5	0	0.125	45	88	0.736	0.00027 (0.00015)	246	0.115 (0.40)	893.49	0.00

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (DM96)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.70	0.0	150.0	-40.3	0.0	-49.0	1515	79.5	12.8	0.50
2	S	5.43	0.0	0.0	-61.4	0.0	-49.0	2108	111.3	12.8	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.3	0	0.125	45	88	0.404	0.00008 (0.00008)	243	0.032 (0.30)	1170.34	0.00
2	S	-2.9	0	0.125	45	88	0.612	0.00018 (0.00012)	243	0.074 (0.30)	943.96	0.00

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



S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## 8.4 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.**

### 8.4.1 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).

### 8.4.2 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.

### 8.4.3 Muro frontale


Il dimensionamento del muro frontale è stato effettuato considerando il modello di trave a mensola incastrata alla quota di estradosso della zattera di fondazione.

Le analisi e le verifiche sono relative ad una sezione di larghezza unitaria.

Per semplicità ed a favore di sicurezza, le verifiche del muro frontale sono state condotte a flessione semplice trascurando il contributo stabilizzante offerto dallo sforzo normale.

### 8.4.4 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 Qik da 300 kN supposto agente in testa al paraghiaia e da una forza di frenatura convenzionale pari a 180 kN (60% di Qik) sempre applicata in testa al paraghiaia (vedi figura seguente).

S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

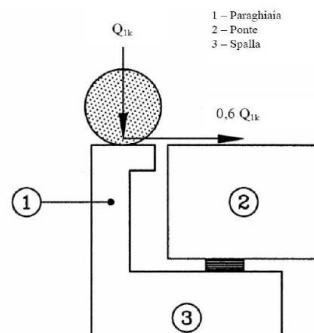


Figura 8.2. Carichi da traffico su muri paraghiaia

Inoltre, sono state valutate le sollecitazioni relative alla fase sismica, generate dalle forze inerziali, dall'incremento di spinta delle terre e dalle azioni direttamente trasmesse dal ritegno longitudinale.

La spinta delle terre in condizioni di esercizio, è stata valutata con riferimento al coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ .

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

Questo carico è stato supposto diffuso a  $30^\circ$  lungo il terrapieno fino alla base del paraghiaia.

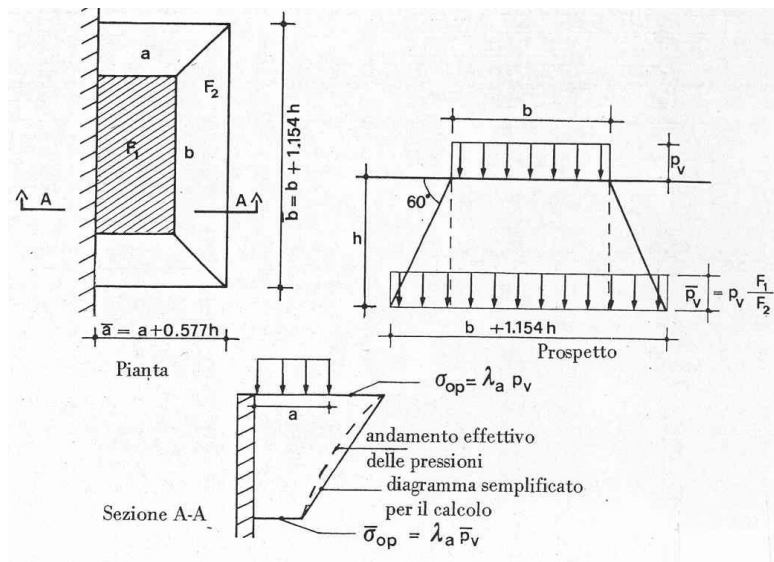


Figura 8.3. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

La pressione dovuta al sovraccarico quindi decresce come indicato nella sezione A-A di Figura 8.3 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  $(b + 1.154h + 2.00)$ .

#### 8.4.5 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

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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:

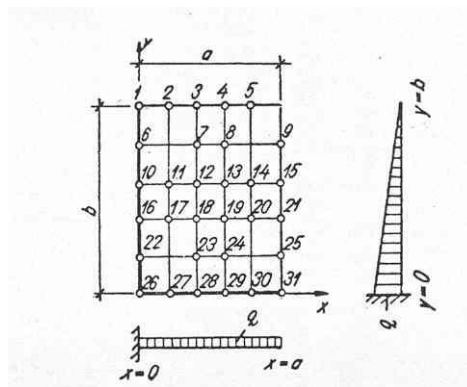


Figura 8.4. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico variabile linearmente con la profondità).

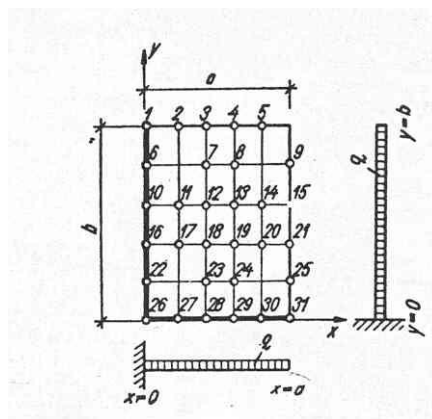


Figura 8.5. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).

#### 8.4.6 Verifiche di resistenza a taglio

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

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

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## 9 VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E ISOLAMENTO E GIUNTI DI DILATAZIONE

### 9.1 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 elastomerici prescelti:

#### PO02 - CITTADUCALE

Allineamento	CARATTERISTICHE ISOLATORI ELASTOMERICI						
	$\xi$ [%]	$s_{max} \pm$ [mm]	Ned [kN]	Fzd [kN]	Ke [kN/mm]	Kv [kN/mm]	n iso
SPA	10	200	1180	3720	1.01	912	3
SPB	10	200	1180	3720	1.01	912	3

Essendo:

$\xi$	Coefficiente di smorzamento viscoso equivalente
$s_{max}$	spostamento massimo di progetto $d_2$ per azioni sismiche agli SLC (par. 7.10.6.2.2 NTC2018)
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

#### 9.1.1 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:

<b>S.S.4 "SALARIA"</b> Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>RM8401</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

**Carichi trasmessi agli appoggi - Condizioni di carico elementari**

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	570.3	246.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	1213.3	0.0
SPB	570.3	246.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6	1213.3	0.0

**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	Sommano	Sommano
SPA	570.3	246.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	816.7	816.7	816.7	816.7
SPB	570.3	246.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	816.7	816.7	816.7	816.7

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	Sommano	Sommano
SPA	570.3	246.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	1213.3	0.0	2039.3	807.3	2039.3	807.3
SPB	570.3	246.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	1213.3	0.0	2039.3	807.3	2039.3	807.3

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	Sommano	Sommano
SPA	769.9	332.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	1638.0	0.0	2754.5	1088.5	2754.5	1088.5
SPB	769.9	332.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	1638.0	0.0	2754.5	1088.5	2754.5	1088.5

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	Carichi mobili	MAX		MIN	
											Sommano	Sommano	Sommano	Sommano
SPA	570.3	246.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	816.7	816.7	816.7	816.7
SPB	570.3	246.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	816.7	816.7	816.7	816.7

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	Carichi mobili	MAX		MIN	
											Sommano	Sommano	Sommano	Sommano
SPA	570.3	246.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	910.0	0.0	1726.6	816.7	1726.6	816.7
SPB	570.3	246.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	910.0	0.0	1726.6	816.7	1726.6	816.7


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

### 9.1.2 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:

- 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:

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

**Tabella - Distanza oltre cui il moto può ritenersi indipendente**

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

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

Essendo la lunghezza d'impalcato massima pari a **23.2** minore della lunghezza limite  $L_{min}= 266.7$  m, si trascurano gli effetti dovuti alla variabilità spaziale del moto.

Il modello di riferimento è di SDOF:

Viadotto/Ponte Carreggiata			PO02
Dati impalcato			Analisi SLC
Lunghezza dell'impalcato	Limp	[m]	23.2
Peso dell'impalcato al metro lineare	Pv	[kN]	213.9
Peso complessivo dell'impalcato	Pv	[kN]	4963.1
Massa dell'impalcato	M	[kN / (m/sec <sup>2</sup> )]	505.9
Dati Sistema di isolamento			
Fattore di smorzamento viscoso	$\zeta$	[%]	10%
Fattore $\eta$	$\eta$	[-]	0.82
Isolatori tipo 1	Tipiso_1	[-]	SI-N400/200
Numero isolatori tipo 1	niso_1	[-]	6
Rigidezza isolatori tipo 1	Kh iso_1	[kN/m]	1010
Rigidezza equivalente	Kh tot	[kN/m]	<b>6060</b>
Periodo equivalente della struttura isolata	$T_{is}$	[sec]	<b>1.82</b>

S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
<b>RM8401</b>	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

<b>Dati Sisma</b>			<b>SLC</b>
Accelerazione al suolo	$a_g$	[g]	0.331
Parametro $F_0$	$F_0$	[-]	2.424
Tempo $T^*_C$	$T^*_C$	[sec]	0.362
accelerazione al suolo	$a_g$	[m/sec <sup>2</sup> ]	3.25
Categoria di Sottosuolo	Cat_S	[-]	C
Parametro $S_S$	$S_S$	[-]	1.22
Parametro $C_C$	$C_C$	[-]	1.47
Categoria topografica	Cat_T	[-]	T1
Parametro $S_T$	$S_T$	[-]	1.00
Parametro S	S	[-]	1.22
Periodo $T_B$	$T_B$	[sec]	0.177
Periodo $T_C$	$T_C$	[sec]	0.532
Periodo $T_D$	$T_D$	[sec]	2.924
Accelerazione spettrale per $T=T_B$ $a_g S \eta F_0$	$Se(T_B)$	[m/sec <sup>2</sup> ]	7.83
Accelerazione spettrale per $T=T_C$ $a_g S \eta F_0$	$Se(T_C)$	[m/sec <sup>2</sup> ]	7.83
Accelerazione spettrale per $T=T_D$ $a_g S \eta 2.5 T_C/T_D$	$Se(T_D)$	[m/sec <sup>2</sup> ]	1.42
Spostamento assoluto orizzontale massimo del terreno	$d_g$	[m]	0.154
Spostamento relativo massimo del terreno tra 2 punti indipendenti	$d_{ijmax}$	[m]	0.272
Distanza tra due punti oltre la quale il moto può considerarsi indipendente			400.0
Lunghezza dell'impalcato continuo oltre la quale considerare gli effetti della var. spaziale del moto			266.7
Spostamento relativo orizzontale massimo del terreno	$d_{ri}$	[m]	0.000

<b>Risultati</b>			
accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$Se(T_{is})$	[m/sec <sup>2</sup> ]	<b>2.29</b>
Forza complessiva trasmessa alle sottostrutture	$F_{sis}$	[kN]	1160
Rapporto tra Forza orizzontale e peso dell'impalcato	$F_{sis}/P_{imp}$	[%]	23%
spostamento del centro di rigidezza	$d_{dc}$	[m]	<b>0.191</b>
Distanza massima da asse sistema isolamento	$L_{max}$	[m]	11.00
Coefficiente di dilatazione termica impalcato	$\alpha$		1.00E-05
Allungamento per dilatazione termica positiva	$d_{\Delta T+}$	[m]	0.006
Contrazione per dilatazione termica negativa	$d_{\Delta T-}$	[m]	-0.004
deformazione totale finale per ritiro			0.00027
Area soletta soggetta a ritiro			3.110
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (ritiro)	$\eta_{rit}$		15.760
Area sezione resistente omogeneizzata all'acciaio			0.470
Contrazione complessiva per ritiro del cls			-0.00011
Contrazione per ritiro	$d_{cr}$	[m]	-0.001
spost. di progetto iso: $d_{Ed} = (d_{dc}^2 + d_{ri}^2)^{0.5} + \max[ass(d_{cr} + 0.5d_{\Delta T-}); 0.5d_{\Delta T+}]$	$d_{Ed}$	m	<b>0.195</b>

Il massimo spostamento dell'isolatore è pari a **195** mm, inferiore quindi al massimo spostamento di progetto, pari a  $\pm 400$  mm.

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
<b>RM8401</b>	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## 9.2 Giunti di dilatazione

Alle estremità dell'impalcato saranno disposti giunti di dilatazione in elastomero armato in grado di garantire una escursione complessiva di 400 mm in direzione longitudinale e di 400 mm in direzione trasversale (valori calcolati allo SLC).

Allineamento	CARATTERISTICHE GIUNTI DI DILATAZIONE				
	sl_tot [mm]	str_tot [mm]	Bcord_sx [m]	Bpiat [m]	Bcord_dx [m]
<b>SPA</b>	400	400	0.75	15.3	0.75
<b>SPB</b>	400	400	0.75	14.9	0.75



S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

## 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 $\gamma_E$ (o $\gamma_{E'}$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$ .

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

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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

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

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Le altre verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento geotecnico (carico limite della palificatane nei riguardi dei carichi assiali, trasversali e di sfilamento), sono state effettuate riferendosi all'Approccio 2 con i gruppi parziali A1, M1, R3 definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II, precedentemente illustrate, 6.4.II e 6.4.VI:

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

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	$\gamma_R$	(R3)	(R3)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale <sup>o)</sup>	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

<sup>o)</sup> da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

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

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

### 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;

$\gamma_b, \gamma_s$  coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle 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;

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

$\xi_3, \xi_4$  coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

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

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

$R_{b,cal}$  ed  $R_{s,cal}$  rappresentano le resistenze alla base e laterale di calcolo del palo valutate con la seguenti espressioni:

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

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

$i$  è lo strato  $i$ -esimo 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  $\sigma_v$  la tensione verticale totale alla quota della base del palo e  $cu$  la coesione non drenata del terreno di fondazione alla base.

Relativamente alla resistenza laterale, il valore di  $q_{s_i}$  viene determinato come:

$$q_{s_i} = \alpha_i cu_i$$

Essendo:


$\alpha$  un coefficiente riduttivo della coesione non drenata  $c_u$ , variabile secondo quanto suggerito da AGI (1984) per pali trivellati:

Tipo di palo	Valori di $c_u$ [kPa]	Valori di $\alpha$
Trivellato	$c_u < 25$	0.9
	$25 \leq c_u < 50$	0.8
	$50 \leq c_u < 75$	0.6
	$c_u \geq 75$	0.4

Tabella 10.1 – Valori di  $\alpha$  (AGI 1984)

#### 10.1.1.2 Unità a comportamento incoerente (Sabbie, Sabbie limose e Ghiaie)

La verifica è effettuata in termini di tensioni efficaci.

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

Per pali trivellati di grande diametro la resistenza unitaria alla base viene determinata attraverso la seguente espressione:

$$q_b = N_q^* \times \sigma_v'$$

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

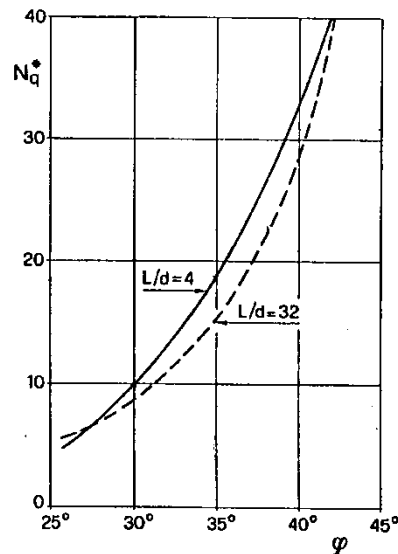


Figura 10.1 – Coefficienti  $N_q^*$  (Berezantzev, 1965), corrispondenti all'insorgere delle deformazioni plastiche alla base

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:

$\alpha_N$  un coefficiente empirico pari a:

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

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

e dalla seguente tabella:

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

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:

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

- $\sigma'_m$  il valore della tensione verticale determinata alla quota media dello strato considerato;
- $\beta$  coefficiente empirico;
- $q_{s,max}$  tensione tangenziale ultima consigliabile.

In accordo a Reese e O'Neill (1988) e O'Neill&Hassan (1994) al coefficiente empirico  $\beta$  possono essere assegnati i seguenti valori:

$$1.2 \geq \beta = 1.5 - 0.42 z^{0.34} \geq 0.25 \text{ per i depositi sabbiosi}$$

$$1.8 \geq \beta = 2.0 - 0.15 z^{0.75} \geq 0.25 \text{ per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi}$$

In accordo a Reese & Wright (1977) nel caso di pali trivellati a fango, il valore di  $q_{s,max}$  è ricavabile dalle seguenti espressioni:

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

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

### 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:

$$q_{b,amm} = K_{sp} \times q_u$$


con:

$$K_{sp} = \frac{3 + c/B}{10 \cdot \sqrt{1 + 300 \cdot \frac{\delta}{c}}}$$

Dove:

- $K_{sp}$  coefficiente empirico compreso tra 0.1 e 0.4, che dipende dalla spaziatura e include un fattore di sicurezza pari a 3;
- $q_u$  valore medio della resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa (determinata su campioni di roccia intatta);
- $c$  spaziatura delle discontinuità;
- $\delta$  apertura delle discontinuità;
- $B$  diametro del palo.

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.

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

Sulla base di quanto sopra, la resistenza unitaria alla base è stata assunta pari a:

$$q_{b_{amm}} = 3 K \times q_u$$

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

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

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

### 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:

$\eta$  è l'efficienza del gruppo di pali;

$n$  Il numero complessivo di pali del gruppo.

$R_{cd}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato 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:

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

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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:

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

Dove:

$F_{td}$  è il carico assiale di trazione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

$R_{td}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$R_{cd} = 0.7 R_{sd} + W_p$$

Essendo:

$R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$  la resistenza laterale di progetto;

$W_p$  il peso del palo alleggerito;

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

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

Come è possibile evincere per le verifiche a carichi di trazione si assume una resistenza laterale pari al 70% della corrispondente valutata per pali in compressione.

### 10.1.4 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale

Deve essere:

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

Dove:

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

$R_{tr,d}$  la Resistenza di progetto ai carichi orizzontali allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$  la resistenza caratteristica ai carichi orizzontali;

$\gamma_T$  coefficiente di sicurezza parziale per le verifiche agli stati limite ultimi di apli soggetti a carichi trasversali, fornito dalla Tab. 6.4.VI delle NTC2018, precedentemente illustrata;

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

$R_{tr,k} = \text{Min} [ (R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4 ]$  la resistenza laterale caratteristica ai carichi orizzontali allo SLU;

$\xi_3, \xi_4$  coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle 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).

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 influente 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".

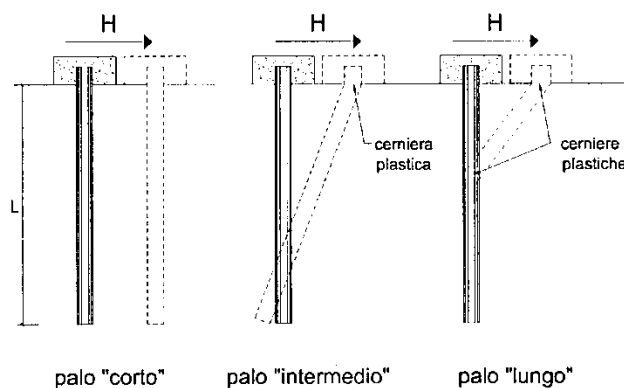


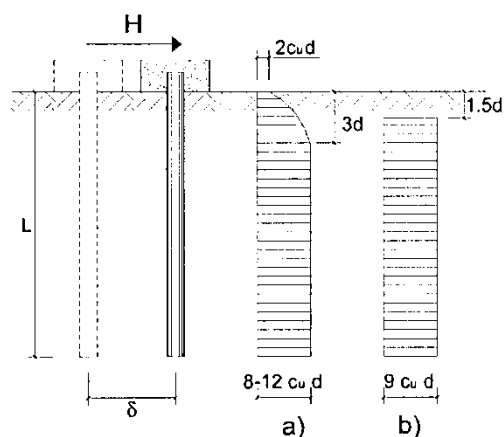
Figura 10.2 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).



S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

#### 10.1.4.1 Unità a comportamento coesivo

Il diagramma di distribuzione della resistenza  $p$  offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato nella figura seguente (a). Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a  $1.5 D$  e costante con valore  $9 c_u D$  per profondità maggiori.



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

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

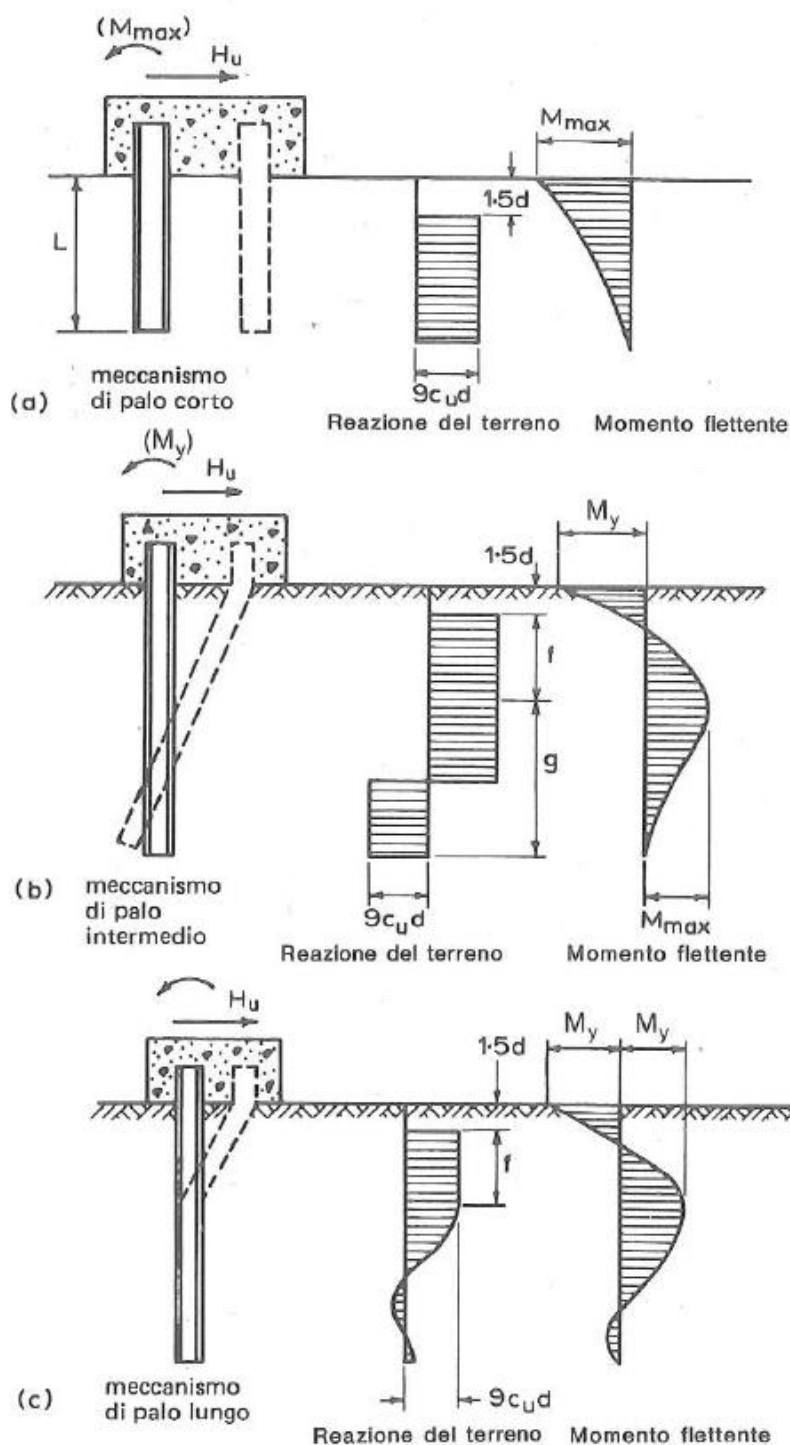


Figura 10.4 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a  $M_y$ , è possibile calcolare il carico limite orizzontale corrispondente ai tre meccanismi di rottura:

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

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

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;

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

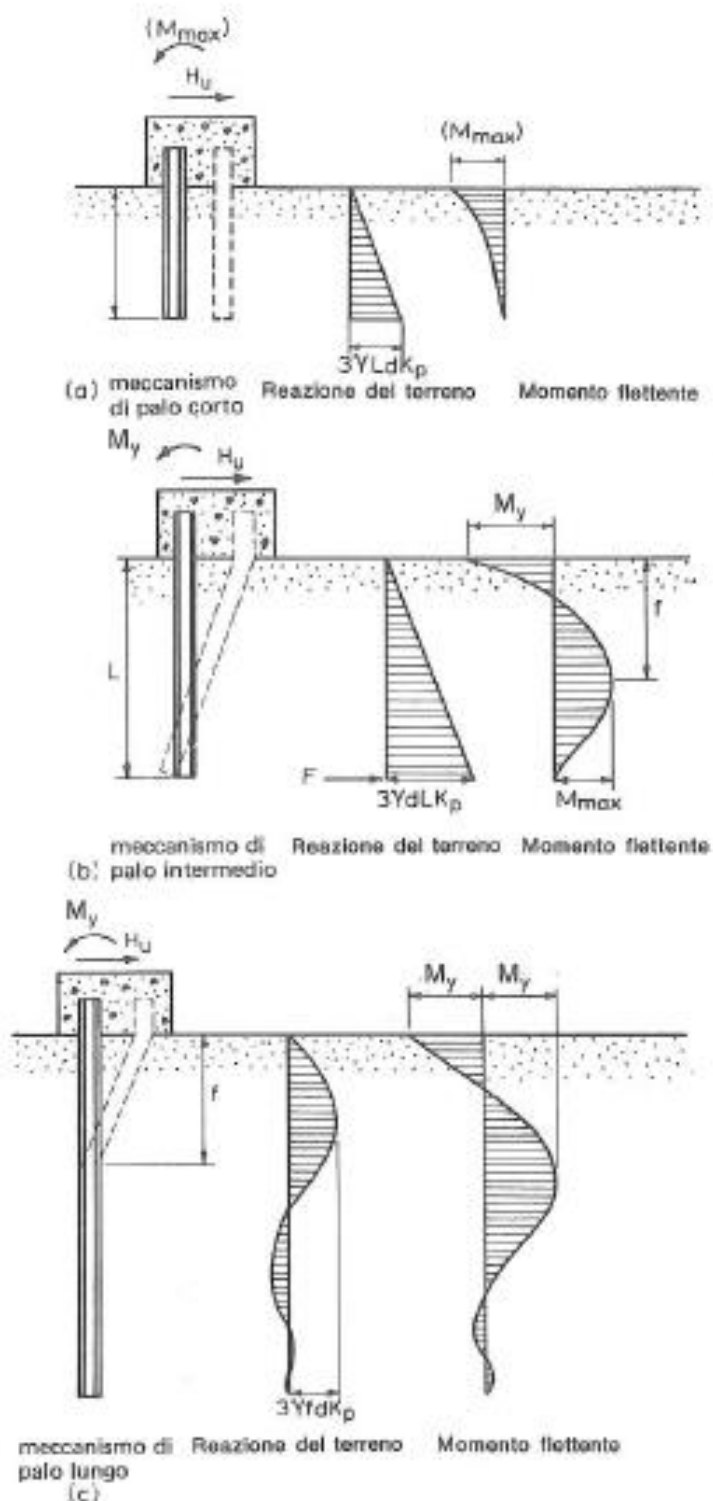


Figura 10.5 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni incoerenti (Broms, 1984).

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

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

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

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

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

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

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

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

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:

$\eta_{tr}$  è l'efficienza del gruppo di pali;

$n$  Il numero complessivo di pali del gruppo.

$R_{tr,d1}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato 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."*

S.S.4 "SALARIA"		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

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.

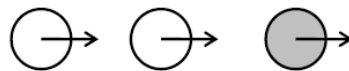


Figura 10.6 – Schema A – Pali in linea

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.

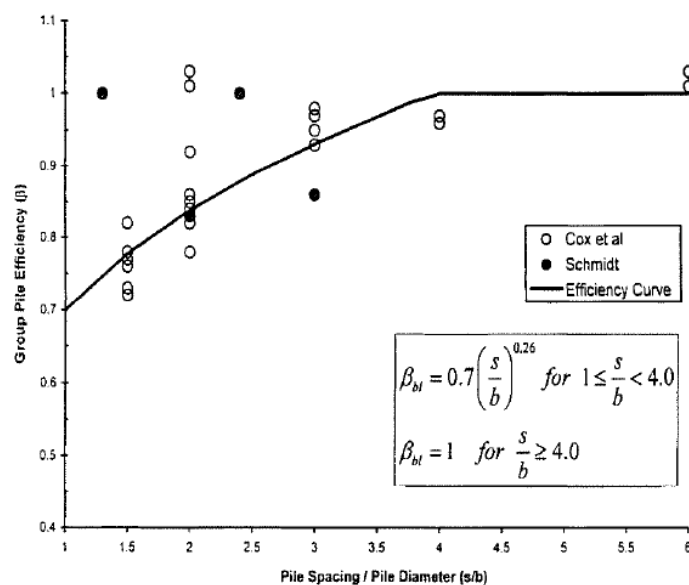


Figura 10.7 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

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

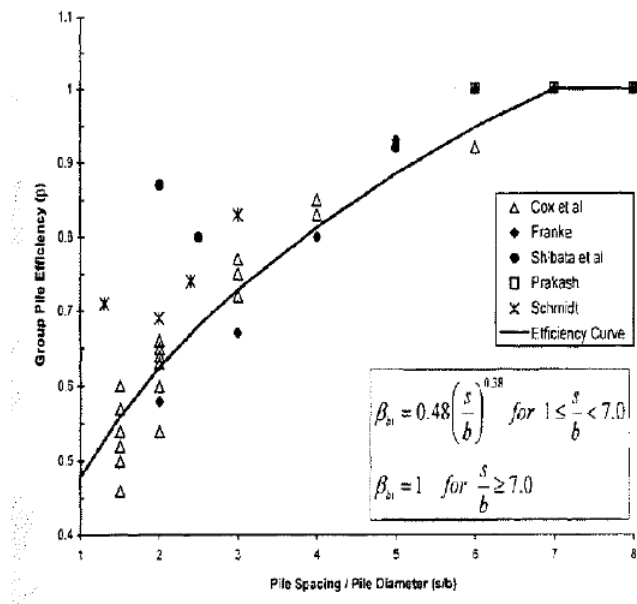


Figura 10.8 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

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

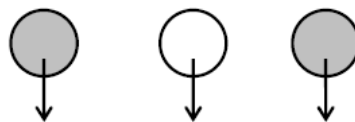


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

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.

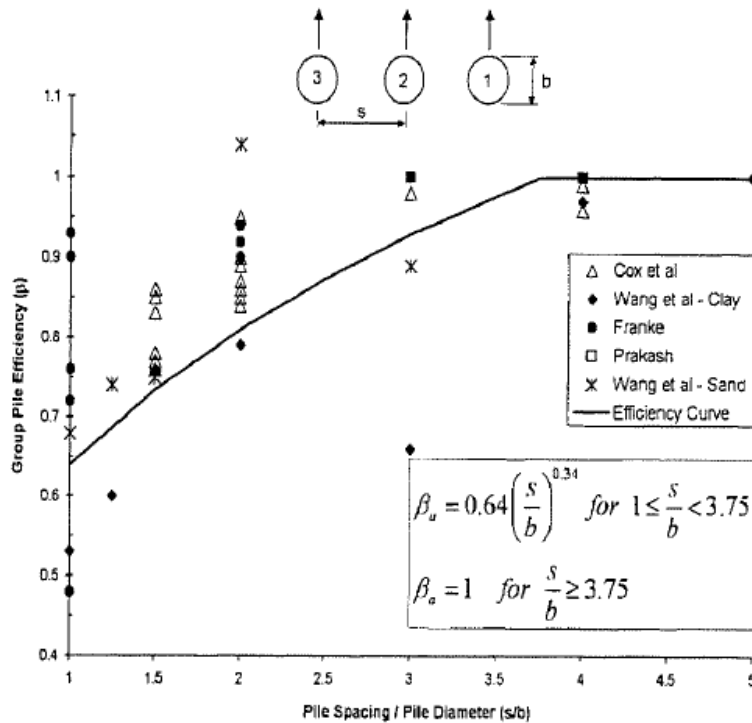


Figura 10.10 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

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%.

## 10.2 Applicazione al caso in esame

Si omettono le verifiche di stabilità globale delle fondazioni su pali del ponte, che ricadono su aree in piano o a pendenza estremamente modesta.

### 10.2.1 Caratteristiche delle opere di fondazione su pali

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

Per le spalle 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: 15 (5 x 3);
- Spalla B: 15 (5 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.



S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 GRUPPO FS ITALIANE
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

VIADOTTO: **PO02** Numero delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento dei pali **1**

Allineamento: **SPA - SPB**

Profondità falda da piano di campagna zw m **0.0**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA				
				VALORI MEDI				
				$\gamma_{med}$ [kPa]	$c_{u\ med}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	NSPT
1	0.00	3.00	SLm	18.5	110			
2	3.00	23.00	G	19.5			38.0	100
3	23.00	60.00	SG	20.5			36.0	65

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 (Lp), che consentono il dimensionamento della lunghezza del palo in funzione dei carichi di progetto Fcd.

I valori di Fcd, Ftd e Fcd<sub>gr</sub> considerati nelle verifiche, sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Le tabelle seguenti illustrano i risultati delle verifiche effettuate in termini di coefficienti di utilizzo, dati dal rapporto tra le azioni agenti e le resistenze di calcolo; affinché le verifiche siano soddisfatte è necessario che il valore del coefficiente di utilizzo sia non maggiore di uno.

RIEPILOGO RISULTATI							PALI SOGGETTI A TRAZIONE				
Stratigrafia	Allineamenti	Lp [m]	PARAMETRI MEDI				Edc [kN]	c.u. %	MEDI		
			Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rtd [kN]			Edt [kN]	c.u. %	
STR1	SPALLE	25.0	3180	1774	4805	4550	95%	2376	726	31%	

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		
Stratigrafia	Allineamenti	D [m]	i [m]	npali	$\eta$ (%)	Rcd,gr med [kN]	Edc [kN]	c.u. %	
STR1	SPALLE	1.20	3.60	15	70%	50418	43750	87%	

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.

S.S.4 "SALARIA"		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<b>Relazione tecnica e di calcolo PO02</b>	

Per la verifica del palo singolo, come illustrato in precedenza, si considera un valore della forza trasversale di progetto SLU amplificata del 20% rispetto a quella fornita dalla risoluzione della palificata.

Il momento ultimo, considerato per la valutazione della resistenza media della palificata è quello corrispondente allo sforzo normale medio.

La tabella seguente illustra i risultati delle verifiche effettuate in termini di coefficienti di utilizzo, dati dal rapporto tra le azioni e le resistenze di calcolo; affinché le verifiche siano soddisfatte è necessario che il valore del coefficiente di utilizzo sia non maggiore di uno.

RIEPILOGO RISULTATI		PALO SINGOLO				PALIFICATA						
Stratigrafia	Allineamenti	My (kNm)	Rtr,d (kN)	Ftr,d (kN)	c.u.1	My (kNm)	Rtr,d1 (kN)	npali	$\eta$ (%)	Rtr,dgr (kN)	Ftr,dgr (kN)	c.u.gr
STR1	SPALLE	5453	1520	1236	81%	5931	1616	15	80%	19396	18540	96%

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

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## **11 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)**

### **11.1 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.

### **11.2 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

### **11.3 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.

### **11.4 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.

### **11.5 Informazioni generali sull'elaborazione**

Il codice di calcolo SAP2000 consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

S.S.4 "SALARIA"		
Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
RM8401	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

### **11.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, il Progettista delle Strutture asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>RM8401</b>	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

**12 ALLEGATO 1 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE –  
 CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI ANALISI**

LAVORO: SS4 - CITTADUCALE L=22 m - 3 Travi  
 Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni

Rck = 45 Mpa  
 n0 = 6.16  
 ninf = 15.07  
 nr1t = 15.74

eps = 0.81 (c/t)max = 11.39      eps = 0.81 (c/t)max = 11.39

Sez	n.travi impalcato	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave- asse impalcato	soletta	Piattabanda superiore								Anima		Piattabanda inferiore								Soletta in c.a. - larghezza collaborante										
					B1 (m)	H1 (m)	B2 (m)	H2 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	spw (m)	Hw (m)	B3 (m)	H3 (m)	B4 (m)	H4 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	Int tr sx (m)	bconn (m)	Int tr dx (m)	tipo campata	Lcampata (m)	b1 (m)	b2 (m)	bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Brsup (m)
1	3	16.50	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.367	<4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.800	0.035	0.800	0.035	11.171	<4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000	3.070	2.320	5.430	0.240	0.070	0.560
2	3	16.50	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.367	<4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.800	0.035	0.800	0.035	11.171	<4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000	3.070	2.320	5.430	0.240	0.070	0.560
3	3	16.50	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	9.800	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.800	0.035	0.800	0.035	11.229	<4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000	3.070	2.320	5.430	0.240	0.070	0.560
4	3	16.50	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	9.800	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.800	0.035	0.800	0.035	11.229	<4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000	3.070	2.320	5.430	0.240	0.070	0.560
5	3	16.50	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	9.800	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.800	0.035	0.800	0.035	11.229	<4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000	3.070	2.320	5.430	0.240	0.070	0.560
6	3	16.50	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	9.800	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.800	0.035	0.800	0.035	11.229	<4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000	3.070	2.320	5.430	0.240	0.070	0.560
7	3	16.50	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	9.800	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.800	0.035	0.800	0.035	11.229	<4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000	3.070	2.320	5.430	0.240	0.070	0.560
8	3	16.50	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	9.800	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.800	0.035	0.800	0.035	11.229	<4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000	3.070	2.320	5.430	0.240	0.070	0.560
9	3	16.50	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.367	<4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.800	0.035	0.800	0.035	11.171	<4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000	3.070	2.320	5.430	0.240	0.070	0.560
10	3	16.50	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.367	<4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.800	0.035	0.800	0.035	11.171	<4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000	3.070	2.320	5.430	0.240	0.070	0.560

Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	Armatura soletta in c.a.											Trave isolata					Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=nrit.					Trave composta - n=n0					
	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	Ix (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	Ixs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	Ixa (m4)	Iya (m4)	Ja (m4)	Ai (mq)	yG (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Ar (mq)	yG (m)	Ixr (m4)	Iyr (m4)	Ji (m4)	A0 (mq)	yG (m)	Ix0 (m4)	Iy0 (m4)	Ji (m4)
1	0.560	1.3424	0.185	0.007185645	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0712	0.589	0.022237	0.002351	0.000020	0.177302	1.124	0.056886	3.770984	0.000024	0.173455	1.116	0.056352	3.685168	0.000023	0.306029	1.276	0.067321	6.642746	0.000069
2	0.560	1.3424	0.185	0.007185645	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0712	0.589	0.022237	0.002351	0.000020	0.177302	1.124	0.056886	3.770984	0.000024	0.173455	1.116	0.056352	3.685168	0.000023	0.306029	1.276	0.067321	6.642746	0.000069
3	0.560	1.3424	0.185	0.007185645	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0697	0.618	0.023109	0.002494	0.000023	0.175792	1.140	0.055186	3.733376	0.000026	0.171945	1.132	0.054696	3.647561	0.000026	0.304519	1.286	0.064742	6.605138	0.000072
4	0.560	1.3424	0.185	0.007185645	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0697	0.618	0.023109	0.002494	0.000023	0.175792	1.140	0.055186	3.733376	0.000026	0.171945	1.132	0.054696	3.647561	0.000026	0.304519	1.286	0.064742	6.605138	0.000072
5	0.560	1.3424	0.185	0.007185645	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0697	0.618	0.023109	0.002494	0.000023	0.175792	1.140	0.055186	3.733376	0.000026	0.171945	1.132	0.054696	3.647561	0.000026	0.304519	1.286	0.064742	6.605138	0.000072
6	0.560	1.3424	0.185	0.007185645	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0697	0.618	0.023109	0.002494	0.000023	0.175792	1.140	0.055186	3.733376	0.000026	0.171945	1.132	0.054696	3.647561	0.000026	0.304519	1.286	0.064742	6.605138	0.000072
7	0.560	1.3424	0.185	0.007185645	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0697	0.618	0.023109	0.002494	0.000023	0.175792	1.140	0.055186	3.733376	0.000026	0.171945	1.132	0.054696	3.647561	0.000026	0.304519	1.286	0.064742	6.605138	0.000072
8	0.560	1.3424	0.185	0.007185645	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0697	0.618	0.023109	0.002494	0.000023	0.175792	1.140	0.055186	3.733376	0.000026	0.171945	1.132	0.054696	3.647561	0.000026	0.304519	1.286	0.064742	6.605138	0.000072
9	0.560	1.3424	0.185	0.007185645	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0712	0.589	0.022237	0.002351	0.000020	0.177302	1.124	0.056886	3.770984	0.000024	0.173455	1.116	0.056352	3.685168	0.000023	0.306029	1.276	0.067321	6.642746	0.000069
10	0.560	1.3424	0.185	0.007185645	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0712	0.589	0.022237	0.002351	0.000020	0.177302	1.124	0.056886	3.770984	0.000024	0.173455	1.116	0.056352	3.685168	0.000023	0.306029	1.276	0.067321	6.642746	0.000069

S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>RM8401</b>	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

**13 ALLEGATO 2 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE –  
 CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI VERIFICA**



LAVORO: SS4 - CITTADUCALE L=22 m - 3 Travi

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni interamente reagenti

Rck = 45 Mpa  
 n0 = 6.16  
 ninf = 15.07  
 nrit = 15.74

eps= 0.814 (c/t)max= 11.39


eps= 0.814 (c/t)max= 11.39

Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	n.campata	X campata (m)	n.travi impalcato	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave-asse impalcato	soletta	Piattabanda superiore				Anima		Piattabanda inferiore				Soletta in c.a. - larghezza collaborante																			
										B1 (m)	H1 (m)	B2 (m)	H2 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	spw (m)	Hw (m)	B3 (m)	H3 (m)	B4 (m)	H4 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	Int tr sx (m)	bconn (m)	Int tr dx (m)	tipo campata	Lsx (m)	Lcampata	Ldx (m)	b1 (m)	b2 (m)	bcoll (m)	Hc (m)	
1	1	0.000	0.000	1	0.000	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	4.191	0.240
2	1	2.500	2.500	1	2.500	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	4.754	0.240
3	2	0.000	2.500	1	2.500	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	4.754	0.240
4	2	2.500	5.000	1	5.000	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.317	0.240
5	3	0.000	5.000	1	5.000	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.317	0.240
6	3	0.500	5.500	1	5.500	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.430	0.240
7	4	0.000	5.500	1	5.500	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.430	0.240
8	4	2.750	8.250	1	8.250	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.430	0.240
9	5	0.000	8.250	1	8.250	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.430	0.240
10	5	2.750	11.000	1	11.000	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.430	0.240
11	6	0.000	11.000	1	11.000	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.430	0.240
12	6	2.750	13.750	1	13.750	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.430	0.240
13	7	0.000	13.750	1	13.750	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.430	0.240
14	7	2.750	16.500	1	16.500	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.430	0.240
15	8	0.000	16.500	1	16.500	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.430	0.240
16	8	0.500	17.000	1	17.000	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.035	0.000	0.000	0.700	0.035	10.000	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.657	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.317	0.240
17	9	0.000	17.000	1	17.000	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	5.317	0.240
18	9	2.500	19.500	1	19.500	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	4.754	0.240
19	10	0.000	19.500	1	19.500	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	4.754	0.240
20	10	2.500	22.000	1	22.000	3	16.500	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.018	1.235	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	6.500	0.360	5.000	ca	22.000				3.070	2.320	4.191	0.240

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	Armatura soletta in c.a.						Trave isolata											Trave composta - n=ninf.																				
	Hcr (m)	Brsup (m)	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	Ix (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	Ixs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	Ixa (m4)	Iya (m4)	Ja (m4)	Aw (mq)	Sx/Ix B (m-1)	Sx/Ix C (m-1)	WA (m3)	WB (m3)	WC (m3)	WD (m3)	Ai (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Sx/Ix 1 (m-1)	WAI (m3)	WBI (m3)	WCI (m3)	WDI (m3)	WAs2i (mc)
1	0.070	0.560	0.560	1.0451	0.184	0.005751	0.006283	0.260	0.006283	0.080	0.012566	0.170	0.000101788	1.300	0.0747	0.563	0.023329	0.002984	0.000022	0.022230	0.735998	0.650309	0.041468	0.044219	0.032977	0.031635	0.156668	1.043	0.427	0.056854	3.859117	0.000025	0.632056	0.054487	0.056378	0.250950	0.221606	0.168930
2	0.070	0.560	0.560	1.1802	0.185	0.006403	0.007226	0.260	0.007226	0.080	0.014451	0.170	0.000117056	1.300	0.0747	0.563	0.023329	0.002984	0.000022	0.022230	0.735998	0.650309	0.041468	0.044219	0.032977	0.031635	0.167523	1.072	0.398	0.058907	3.859117	0.000025	0.646463	0.054942	0.056796	0.297742	0.258539	0.191352
3	0.070	0.560	0.560	1.1802	0.185	0.006403	0.007226	0.260	0.007226	0.080	0.014451	0.170	0.000117056	1.300	0.0747	0.563	0.023329	0.002984	0.000022	0.022230	0.735998	0.650309	0.041468	0.044219	0.032977	0.031635	0.167523	1.072	0.398	0.058907	3.859117	0.000025	0.646463	0.054942	0.056796	0.297742	0.258539	0.191352
4	0.070	0.560	0.560	1.3154	0.185	0.007055	0.008168	0.26	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.300	0.0747	0.563	0.023329	0.002984	0.000022	0.022230	0.735998	0.650309	0.041468	0.044219	0.032977	0.031635	0.178379	1.097	0.373	0.060716	3.859117	0.000025	0.658235	0.055328	0.057151	0.351719	0.299645	0.214828
5	0.070	0.560	0.560	1.3154	0.185	0.007055	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.176869	1.113	0.357	0.059166	3.821509	0.000027	0.647932	0.053154	0.054880	0.389501	0.316562	0.221677
6	0.070	0.560	0.560	1.3424	0.185	0.007186	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.179292	1.118	0.352	0.05951	3.821509	0.000027	0.650365	0.053223	0.054943	0.405162	0.327195	0.227242
7	0.070	0.560	0.560	1.3424	0.185	0.007186	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.179292	1.118	0.352	0.05951	3.821509	0.000027	0.650365	0.053223	0.054943	0.405162	0.327195	0.227242
8	0.070	0.560	0.560	1.3424	0.185	0.007186	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.179292	1.118	0.352	0.05951	3.821509	0.000027	0.650365	0.053223	0.054943	0.405162	0.327195	0.227242
9	0.070	0.560	0.560	1.3424	0.185	0.007186	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.179292	1.118	0.352	0.05951	3.821509	0.000027	0.650365	0.053223	0.054943	0.405162	0.327195	0.227242
10	0.070	0.560	0.560	1.3424	0.185	0.007186	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.179292	1.118	0.352	0.05951	3.821509	0.000027	0.650365	0.053223	0.054943	0.405162	0.327195	0.227242
11	0.070	0.560	0.560	1.3424	0.185	0.007186	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.179292	1.118	0.352	0.05951	3.821509	0.000027	0.650365	0.053223	0.054943	0.405162	0.327195	0.227242
12	0.070	0.560	0.560	1.3424	0.185	0.007186	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.179292	1.118	0.352	0.05951	3.821509	0.000027	0.650365	0.053223	0.054943	0.405162	0.327195	0.227242
13	0.070	0.560	0.560	1.3424	0.185	0.007186	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.179292	1.118	0.352	0.05951	3.821509	0.000027	0.650365	0.053223	0.054943	0.405162	0.327195	0.227242
14	0.070	0.560	0.560	1.3424	0.185	0.007186	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.179292	1.118	0.352	0.05951	3.821509	0.000027	0.650365	0.053223	0.054943	0.405162	0.327195	0.227242
15	0.070	0.560	0.560	1.3424	0.185	0.007186	0.008482	0.260	0.008482	0.080	0.016965	0.170	0.000137414	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.179292	1.118	0.352	0.05951	3.821509	0.000027	0.650365	0.053223	0.054943	0.405162	0.327195	0.227242
16	0.070	0.560	0.560	1.3154	0.185	0.007055	0.008168	0.26	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.300	0.0732	0.590	0.024312	0.003127	0.000024	0.017220	0.741152	0.698323	0.041240	0.043843	0.035993	0.034220	0.176869	1.113	0.357	0.059166	3.821509	0.000027	0.647932	0.053154	0.054880	0.389501	0.316562	0.221677
17	0.070	0.560	0.560	1.3154	0.185	0.007055	0.008168	0.260	0.008168	0.080	0.016336	0.170	0.000132324	1.300	0.0747	0.563	0.023329	0.002984	0.000022	0.022230	0.735998	0.650309	0.041468	0.044219	0.032977	0.031635	0.178379	1.097	0.373	0.060716	3.859117	0.000025	0.658235	0.055328	0.057151	0.351719	0.299645	0.214828
18	0.070	0.560	0.560	1.1802	0.185	0.006403	0.007226	0.260	0.007226	0.080	0.014451	0.170	0.000117056	1.300	0.0747	0.563	0.023329	0.002984	0.000022	0.022230	0.735998	0.650309	0.041468	0.044219	0.032977	0.031635	0.167523	1.072	0.398	0.058907	3.859117	0.000025	0.646463	0.054942	0.056796	0.297742	0.258539	0.191352
19	0.070	0.560	0.560	1.1802	0.185	0.006403	0.007226	0.260	0.007226	0.080	0.014451	0.170	0.000117056	1.300	0.0747	0.563	0.023329	0.002984	0.000022	0.022230	0.735998	0.650309	0.041468	0.044219	0.032977	0.031635	0.167523	1.072	0.398	0.058907	3.859117	0.000025	0.646463	0.054942	0.056796	0.297742	0.258539	0.191352
20	0.070	0.560	0.560	1.0451	0.184	0.005751	0.006283	0.260	0.006283	0.080	0.012566	0.170	0.000101788	1.300	0.0747	0.563	0.023329	0.002984	0.000022	0.022230	0.735998	0.650309	0.041468	0.044219	0.032977	0.031635	0.156668	1.043	0.427	0.056854	3.859117	0.000025	0.632056	0.054487	0.056378	0.250950	0.221606	0.168930

Sez	Trave composta - n=nrit.																	Trave composta - n=n0																
	WAs1i (mc)	WEI (m3)	WFi (mc)	Ar (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lXr (m4)	lYr (m4)	Ji (m4)	Sx/lx (m-1)	WAr (m3)	WBr (m3)	WCr (m3)	WDr (m3)	WAs2r (mc)	WAs1r (mc)	WER (m3)	WFr (mc)	A0 (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lX0 (m4)	lY0 (m4)	Ji (m4)	Sx/lx (m-1)	WAO (m3)	WBO (m3)	WCO (m3)	WDO (m3)	WAs20 (mc)	WAs10 (mc)	WEO (m3)	WFO (mc)	
1	0.110064	2.622864	1.511788	0.153673	1.035	0.435	0.056245	3.773301	0.000025	0.627494	0.054351	0.056253	0.239192	0.212128	0.162960	0.107103	2.642314	1.539714	0.256884	1.215	0.255	0.069279	6.730879	0.000071	0.704179	0.057001	0.058691	1.268537	0.818771	0.420858	0.201033	2.761273	1.081892	
2	0.120749	2.979505	1.649973	0.164141	1.064	0.406	0.0583	3.773301	0.000025	0.642285	0.054811	0.056676	0.282535	0.246672	0.184292	0.117459	2.996342	1.680106	0.280699	1.239	0.231	0.071025	6.730879	0.000071	0.711242	0.057345	0.059012	2.258443	1.155840	0.502123	0.220952	3.329731	1.178328	
3	0.120749	2.979505	1.649973	0.164141	1.064	0.406	0.0583	3.773301	0.000025	0.642285	0.054811	0.056676	0.282535	0.246672	0.184292	0.117459	2.996342	1.680106	0.280699	1.239	0.231	0.071025	6.730879	0.000071	0.711242	0.057345	0.059012	2.258443	1.155840	0.502123	0.220952	3.329731	1.178328	
4	0.131242	3.355096	1.784317	0.17461	1.089	0.381	0.060116	3.773301	0.000025	0.654392	0.055203	0.057036	0.332129	0.284907	0.206583	0.127634	3.368337	1.816711	0.304514	1.258	0.212	0.072516	6.730879	0.000071	0.716748	0.057640	0.059289	6.090139	1.730404	0.594849	0.240194	3.993320	1.269884	
5	0.132391	3.469562	1.793789	0.1731	1.105	0.365	0.058612	3.735694	0.000027	0.643929	0.053043	0.054778	0.366306	0.300561	0.213128	0.128815	3.482265	1.827355	0.303004	1.268	0.202	0.070047	6.693271	0.000073	0.709279	0.055239	0.056807	#####	2.193938	0.625824	0.239946	4.235003	1.262441	
6	0.134675	3.559324	1.822643	0.175445	1.110	0.360	0.058959	3.735694	0.000027	0.646441	0.053113	0.054842	0.380543	0.310418	0.218420	0.131039	3.571264	1.856831	0.308019	1.272	0.198	0.070311	6.693271	0.000073	0.710337	0.055291	0.056856	#####	2.479624	0.648890	0.243834	4.405341	1.280574	
7	0.134675	3.559324	1.822643	0.175445	1.110	0.360	0.058959	3.735694	0.000027	0.646441	0.053113	0.054842	0.380543	0.310418	0.218420	0.131039	3.571264	1.856831	0.308019	1.272	0.198	0.070311	6.693271	0.000073	0.710337	0.055291	0.056856	#####	2.479624	0.648890	0.243834	4.405341	1.280574	
8	0.134675	3.559324	1.822643	0.175445	1.110	0.360	0.058959	3.735694	0.000027	0.646441	0.053113	0.054842	0.380543	0.310418	0.218420	0.131039	3.571264	1.856831	0.308019	1.272	0.198	0.070311	6.693271	0.000073	0.710337	0.055291	0.056856	#####	2.479624	0.648890	0.243834	4.405341	1.280574	
9	0.134675	3.559324	1.822643	0.175445	1.110	0.360	0.058959	3.735694	0.000027	0.646441	0.053113	0.054842	0.380543	0.310418	0.218420	0.131039	3.571264	1.856831	0.308019	1.272	0.198	0.070311	6.693271	0.000073	0.710337	0.055291	0.056856	#####	2.479624	0.648890	0.243834	4.405341	1.280574	
10	0.134675	3.559324	1.822643	0.175445	1.110	0.360	0.058959	3.735694	0.000027	0.646441	0.053113	0.054842	0.380543	0.310418	0.218420	0.131039	3.571264	1.856831	0.308019	1.272	0.198	0.070311	6.693271	0.000073	0.710337	0.055291	0.056856	#####	2.479624	0.648890	0.243834	4.405341	1.280574	
11	0.134675	3.559324	1.822643	0.175445	1.110	0.360	0.058959	3.735694	0.000027	0.646441	0.053113	0.054842	0.380543	0.310418	0.218420	0.131039	3.571264	1.856831	0.308019	1.272	0.198	0.070311	6.693271	0.000073	0.710337	0.055291	0.056856	#####	2.479624	0.648890	0.243834	4.405341	1.280574	
12	0.134675	3.559324	1.822643	0.175445	1.110	0.360	0.058959	3.735694	0.000027	0.646441	0.053113	0.054842	0.380543	0.310418	0.218420	0.131039	3.571264	1.856831	0.308019	1.272	0.198	0.070311	6.693271	0.000073	0.710337	0.055291	0.056856	#####	2.479624	0.648890	0.243834	4.405341	1.280574	
13	0.134675	3.559324	1.822643	0.175445	1.110	0.360	0.058959	3.735694	0.000027	0.646441	0.053113	0.054842	0.380543	0.310418	0.218420	0.131039	3.571264	1.856831	0.308019	1.272	0.198	0.070311	6.693271	0.000073	0.710337	0.055291	0.056856	#####	2.479624	0.648890	0.243834	4.405341	1.280574	
14	0.134675	3.559324	1.822643	0.175445	1.110	0.360	0.058959	3.735694	0.000027	0.646441	0.053113	0.054842	0.380543	0.310418	0.218420	0.131039	3.571264	1.856831	0.308019	1.272	0.198	0.070311	6.693271	0.000073	0.710337	0.055291	0.056856	#####	2.479624	0.648890	0.243834	4.405341	1.280574	
15	0.134675	3.559324	1.822643	0.175445	1.110	0.360	0.058959	3.735694	0.000027	0.646441	0.053113	0.054842	0.380543	0.310418	0.218420	0.131039	3.571264	1.856831	0.308019	1.272	0.198	0.070311	6.693271	0.000073	0.710337	0.055291	0.056856	#####	2.479624	0.648890	0.243834	4.405341	1.280574	
16	0.132391	3.469562	1.793789	0.1731	1.105	0.365	0.058612	3.735694	0.000027	0.643929	0.053043	0.054778	0.366306	0.300561	0.213128	0.128815	3.482265	1.827355	0.303004	1.268	0.202	0.070047	6.693271	0.000073	0.709279	0.055239	0.056807	#####	2.193938	0.625824	0.239946	4.235003	1.262441	
17	0.131242	3.355096	1.784317	0.17461	1.089	0.381	0.060116	3.773301	0.000025	0.654392	0.055203	0.057036	0.332129	0.284907	0.206583	0.127634	3.368337	1.816711	0.304514	1.258	0.212	0.072516	6.730879	0.000071	0.716748	0.057640	0.059289	6.090139	1.730404	0.594849	0.240194	3.993320	1.269884	
18	0.120749	2.979505	1.649973	0.164141	1.064	0.406	0.0583	3.773301	0.000025	0.642285	0.054811	0.056676	0.282535	0.246672	0.184292	0.117459	2.996342	1.680106	0.280699	1.239	0.231	0.071025	6.730879	0.000071	0.711242	0.057345	0.059012	2.258443	1.155840	0.502123	0.220952	3.329731	1.178328	
19	0.120749	2.979505	1.649973	0.164141	1.064	0.406	0.0583	3.773301	0.000025	0.642285	0.054811	0.056676	0.282535	0.246672	0.184292	0.117459	2.996342	1.680106	0.280699	1.239	0.231	0.071025	6.730879	0.000071	0.711242	0.057345	0.059012	2.258443	1.155840	0.502123	0.220952	3.329731	1.178328	
20	0.110064	2.622864	1.511788	0.153673	1.035	0.435	0.056245	3.773301	0.000025	0.627494	0.054351	0.056253	0.239192	0.212128	0.162960	0.107103	2.642314	1.539714	0.256884	1.215	0.255	0.069279	6.730879	0.000071	0.704179	0.057001	0.058691	1.268537	0.818771	0.420858	0.201033	2.761273	1.081892	

S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>RM8401</b>	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

**14 ALLEGATO 3 – IMPALCATO - TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU**

LAVORO: SS4 - CITTADUCALE L=22 m - 3 Travi  
 RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE - VERIFICHE SLU

Coefficienti parziali verifiche SLU (STR)

FRAME	LOC (m)	Progr. (m)	1.35		1.35		1.20				1.35						0.90		1.20			0.90			0.90										
			peso proprio		perm. Portati		Ced Max		Ced Min		Mmax		Mmin		Vmax		Vmin		Azione del vento		Ritiro: Effetti isostatici			Ritiro: effetti iperstatici		Var.Term.-: Effetti isostatici			V.T.+.: effetti iperstatici		Var.Term.-: Effetti isostatici			V.T.-.: effetti iperstatici	
			M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	N (kN)	M (kNm)	M (kN)	V (kN)	N (kN)	N (kN)	M (kNm)	M (kN)	V (kN)	N (kN)	N (kN)	M (kNm)	M (kN)	V (kN)
1	0.00	0.00	0.0	-769.9	0.0	-332.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1638.0	0.0	-5.3	4458.0	-4458.0	2003.1	0.0	0.0	-3205.2	3205.2	-861.6	0.0	0.0	3205.2	-3205.2	861.6	0.0	0.0	
1	2.50	2.50	1705.5	-594.5	737.1	-257.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3620.6	-1393.4	0.0	0.0	2119.4	108.7	3499.3	-1399.6	11.8	-4.1	5034.5	-5034.5	2120.5	0.0	0.0	-3619.7	3619.7	-891.5	0.0	0.0	3619.7	-3619.7	891.5	0.0	0.0
2	0.00	2.50	1705.5	-594.5	737.1	-257.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3620.6	-1393.4	0.0	0.0	2119.4	108.7	3499.3	-1399.6	11.8	-4.1	5034.5	-5034.5	2120.5	0.0	0.0	-3619.7	3619.7	-891.5	0.0	0.0	3619.7	-3619.7	891.5	0.0	0.0
2	2.50	5.00	2972.7	-419.2	1285.2	-181.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6292.1	-1148.7	0.0	0.0	4460.5	262.4	5868.5	-1173.6	20.7	-2.9	5611.0	-5611.0	2224.1	0.0	0.0	-4034.2	4034.2	-916.9	0.0	0.0	4034.2	-4034.2	916.9	0.0	0.0
3	0.00	5.00	2972.7	-419.2	1285.2	-181.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6292.1	-1148.7	0.0	0.0	4460.5	262.4	5868.5	-1173.6	20.7	-2.9	5611.0	-5611.0	2134.4	0.0	0.0	-4034.2	4034.2	-876.7	0.0	0.0	4034.2	-4034.2	876.7	0.0	0.0
3	0.50	5.50	3173.6	-384.3	1372.1	-166.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6712.4	-1099.8	0.0	0.0	4861.2	294.6	6215.0	-1129.9	22.1	-2.7	5726.3	-5726.3	2149.7	0.0	0.0	-4117.1	4117.1	-880.3	0.0	0.0	4117.1	-4117.1	880.3	0.0	0.0
4	0.00	5.50	3173.6	-384.3	1372.1	-166.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6712.4	-1099.8	0.0	0.0	4861.2	294.6	6215.0	-1129.9	22.1	-2.7	5726.3	-5726.3	2149.7	0.0	0.0	-4117.1	4117.1	-880.3	0.0	0.0	4117.1	-4117.1	880.3	0.0	0.0
4	2.75	8.25	3966.2	-192.1	1715.2	-83.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8346.0	-831.0	0.0	0.0	6612.2	480.8	7413.2	-898.8	27.6	-1.3	5726.3	-5726.3	2149.7	0.0	0.0	-4117.1	4117.1	-880.3	0.0	0.0	4117.1	-4117.1	880.3	0.0	0.0
5	0.00	8.25	3966.2	-192.1	1715.2	-83.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8346.6	-236.9	0.0	0.0	6611.4	480.8	7412.7	-898.5	27.6	-1.3	5726.3	-5726.3	2149.7	0.0	0.0	-4117.1	4117.1	-880.3	0.0	0.0	4117.1	-4117.1	880.3	0.0	0.0
5	2.75	11.00	4230.4	0.0	1829.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8832.2	-561.8	0.0	0.0	7504.5	682.1	7505.3	-682.5	29.4	0.0	5726.3	-5726.3	2149.7	0.0	0.0	-4117.1	4117.1	-880.3	0.0	0.0	4117.1	-4117.1	880.3	0.0	0.0
6	0.00	11.00	4230.4	0.0	1829.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8832.1	-32.3	0.0	0.0	7503.4	682.1	7503.4	-682.1	29.4	0.0	5726.3	-5726.3	2149.7	0.0	0.0	-4117.1	4117.1	-880.3	0.0	0.0	4117.1	-4117.1	880.3	0.0	0.0
6	2.75	13.75	3966.2	192.1	1715.2	83.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8347.9	236.5	0.0	0.0	7414.3	898.4	6614.6	-481.2	27.6	1.3	5726.3	-5726.3	2149.7	0.0	0.0	-4117.1	4117.1	-880.3	0.0	0.0	4117.1	-4117.1	880.3	0.0	0.0
7	0.00	13.75	3966.2	192.1	1715.2	83.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8346.6	236.9	0.0	0.0	7412.7	898.5	6611.4	-480.8	27.6	1.3	5726.3	-5726.3	2149.7	0.0	0.0	-4117.1	4117.1	-880.3	0.0	0.0	4117.1	-4117.1	880.3	0.0	0.0
7	2.75	16.50	3173.6	384.3	1372.1	166.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6715.2	505.7	0.0	0.0	6217.1	1129.9	4865.6	-294.9	22.1	2.7	5726.3	-5726.3	2149.7	0.0	0.0	-4117.1	4117.1	-880.3	0.0	0.0	4117.1	-4117.1	880.3	0.0	0.0
8	0.00	16.50	3173.6	384.3	1372.1	166.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6712.4	506.1	0.0	0.0	6215.0	1129.9	4861.2	-294.6	22.1	2.7	5726.3	-5726.3	2149.7	0.0	0.0	-4117.1	4117.1	-880.3	0.0	0.0	4117.1	-4117.1	880.3	0.0	0.0
8	0.50	17.00	2972.7	419.2	1285.2	181.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6292.1	1148.7	0.0	0.0	5868.5	1173.6	4460.5	-262.4	20.7	2.9	5611.0	-5611.0	2134.4	0.0	0.0	-4034.2	4034.2	-876.7	0.0	0.0	4034.2	-4034.2	876.7	0.0	0.0
9	0.00	17.00	2972.7	419.2	1285.2	181.4	0.0	0.0	0.0	0.0	6292.1	1148.7	0.0	0.0	5868.5	1173.6	4460.5	-262.4	20.7	2.9	5611.0	-5611.0	2224.1	0.0	0.0	-4034.2	4034.2	-916.9	0.0	0.0	4034.2	-4034.2	916.9	0.0	0.0
9	2.50	19.50	1705.5	594.5	737.1	257.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3620.6	1393.4	0.0	0.0	3499.3	1399.6	2119.4	-108.7	11.8	4.1	5034.5	-5034.5	2120.5	0.0	0.0	-3619.7	3619.7	-891.5	0.0	0.0	3619.7	-3619.7	891.5	0.0	0.0
10	0.00	19.50	1705.5	594.5	737.1	257.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3620.6	1393.4	0.0	0.0	3499.3	1399.6	2119.4	-108.7	11.8	4.1	5034.5	-5034.5	2120.5	0.0	0.0	-3619.7	3619.7	-891.5	0.0	0.0	3619.7	-3619.7	891.5	0.0	0.0
10	2.50	22.00	0.0	769.9	0.0	332.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1638.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	4458.0	-4458.0	2003.1	0.0	0.0	-3205.2	3205.2	-861.6	0.0	0.0	3205.2	-3205.2	861.6	0.0	0.0

S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>RM8401</b>	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

## **15 ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI**

**LAVORO: SS4 - CITTADUCALE L=22 m - 3 Travi**  
**Verifica di resistenza sezioni in Classe 4**

**Dati**  
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità  
 coefficiente eta  
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)  
 Resistenza di progetto soletta  
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

**Var**      **unità**  
 γM1            **1.10**  
 η                **1.20**  
 pan              **0**  
 fcd              MPa    **19.83**  
 fya              MPa    **450**

COMBINAZIONE **C1Mmax**

Sez	soletta		Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZI											
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1	0.000	0.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-49.8	355.0	355.0	355.0	0.765	4	0.0721	0.582	0.0225	0.0387
2	1	2.500	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	128.6	122.1	-107.3	-112.8	-67.9	-88.2	-101.2	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
3	2	0.000	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	128.6	122.1	-107.3	-112.8	-67.9	-88.2	-101.2	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
4	2	2.500	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	215.3	205.3	-147.1	-155.6	-74.3	-102.7	-78.8	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
5	3	0.000	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	220.9	211.0	-137.1	-147.0	-73.0	-102.0	-101.8	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
6	3	0.500	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	234.9	224.5	-142.5	-152.9	-73.6	-103.8	-96.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
7	4	0.000	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	234.9	224.5	-142.5	-152.9	-73.6	-103.8	-61.5	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
8	4	2.750	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	290.2	277.6	-165.2	-177.8	-77.7	-113.1	-64.3	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
9	5	0.000	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	290.2	277.6	-165.2	-177.8	-77.7	-113.1	-29.8	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
10	5	2.750	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	307.6	294.3	-172.8	-186.1	-78.9	-115.9	-32.6	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
11	6	0.000	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	307.6	294.3	-172.8	-186.1	-78.9	-115.9	-1.9	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
12	6	2.750	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	290.3	277.7	-165.2	-177.8	-77.7	-113.1	29.8	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
13	7	0.000	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	290.2	277.6	-165.2	-177.8	-77.7	-113.1	29.8	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
14	7	2.750	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	235.0	224.5	-142.5	-152.9	-73.6	-103.8	61.5	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
15	8	0.000	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	234.9	224.5	-142.5	-152.9	-73.6	-103.8	61.5	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
16	8	0.500	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	220.9	211.0	-137.1	-147.0	-73.0	-102.0	101.8	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
17	9	0.000	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	215.3	205.3	-147.1	-155.6	-74.3	-102.7	78.8	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
18	9	2.500	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	128.6	122.1	-107.3	-112.8	-67.9	-88.2	101.2	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
19	10	0.000	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	128.6	122.1	-107.3	-112.8	-67.9	-88.2	101.2	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
20	10	2.500	22.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.8	355.0	355.0	355.0	0.765	4	0.0721	0.582	0.0225	0.0387

ONI EFFICACI				Analisi elastica										Analisi plastica										Ver. stabilità pannelli d'anima												
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κτ	(hw/t) max	Iw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter	
																																				0.0
1	0.0412	0.0328	0.0314	0.0	0.0	0.020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	8413.1	16827.8	29303	2864.7	-7663.2	15677.0	0.00	0.00	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1108	0.31	0.54	0.00
2							128.6	122.1	-107.3	-112.8	0.37	0.33	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2249	0.63	0.00	0.00
3							128.6	122.1	-107.3	-112.8	0.37	0.33	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2249	0.63	0.00	0.00
4							215.3	205.3	-147.1	-155.6	0.62	0.45	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1752	0.49	0.00	0.00
5							220.9	211.0	-137.1	-147.0	0.64	0.42	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1752	0.77	0.00	0.00
6							234.9	224.5	-142.5	-152.9	0.68	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1653	0.72	0.00	0.00
7							234.9	224.5	-142.5	-152.9	0.68	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1059	0.46	0.00	0.00
8							290.2	277.6	-165.2	-177.8	0.84	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1108	0.49	0.00	0.00
9							290.2	277.6	-165.2	-177.8	0.84	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	514	0.23	0.00	0.00
10							307.6	294.3	-172.8	-186.1	0.89	0.53	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.6	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	562	0.25	0.00	0.00
11							307.6	294.3	-172.8	-186.1	0.89	0.53	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.5	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	32	0.01	0.00	0.00
12							290.3	277.7	-165.2	-177.8	0.84	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17086.9	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	513	0.22	0.00	0.00
13							290.2	277.6	-165.2	-177.8	0.84	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.6	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	514	0.23	0.00	0.00
14							235.0	224.5	-142.5	-152.9	0.68	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14313.1	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1059	0.46	0.00	0.00
15							234.9	224.5	-142.5	-152.9	0.68	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1059	0.46	0.00	0.00
16							220.9	211.0	-137.1	-147.0	0.64	0.42	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1752	0.77	0.00	0.00
17							215.3	205.3	-147.1	-155.6	0.62	0.45	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1752	0.49	0.00	0.00
18							128.6	122.1	-107.3	-112.8	0.37	0.33	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2249	0.63	0.00	0.00
19							128.6	122.1	-107.3	-112.8	0.37	0.33	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2249	0.63	0.00	0.00
20	0.0412	0.0328	0.0314	0.0	0.0	0.020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	8413.1	16827.8	29303	2864.7	-7663.2	15677.0	0.00	0.00	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1108	0.31	0.54	0.00



**LAVORO: SS4 - CITTADUCALE L=22 m - 3 Travi**  
**Verifica di resistenza sezioni in Classe 4**

**Dati**  
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità  
 coefficiente eta  
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)  
 Resistenza di progetto soletta  
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

**Var**      **unità**  
 γM1            1.10  
 η                1.20  
 pan             0  
 fcd            MPa    19.83  
 fya            MPa    450

COMBINAZIONE    **C1Vmax**

Sez	soletta		Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZI											
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1	0.000	0.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-49.8	355.0	355.0	355.0	0.765	4	0.0721	0.582	0.0225	0.0387
2	1	2.500	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	102.4	96.6	-106.6	-111.5	-64.9	-81.4	-33.6	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
3	2	0.000	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	102.4	96.6	-106.6	-111.5	-64.9	-81.4	-33.6	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
4	2	2.500	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	183.5	174.4	-146.8	-154.6	-71.2	-95.1	-15.3	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
5	3	0.000	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	187.8	178.8	-137.2	-146.2	-70.1	-94.3	-19.8	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
6	3	0.500	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	201.4	191.9	-142.7	-152.2	-70.8	-96.2	-15.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
7	4	0.000	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	201.4	191.9	-142.7	-152.2	-70.8	-96.2	-15.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
8	4	2.750	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	258.9	247.1	-165.4	-177.1	-75.0	-106.0	12.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
9	5	0.000	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	258.9	247.1	-165.4	-177.1	-75.0	-106.0	12.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
10	5	2.750	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	283.6	271.0	-172.9	-185.5	-76.9	-110.5	39.6	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
11	6	0.000	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	283.6	271.0	-172.9	-185.5	-76.9	-110.5	39.6	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
12	6	2.750	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	273.4	261.2	-165.3	-177.4	-76.2	-109.3	68.2	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
13	7	0.000	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	273.4	261.2	-165.3	-177.4	-76.2	-109.3	68.2	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
14	7	2.750	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	226.0	215.8	-142.5	-152.7	-72.9	-101.8	97.7	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
15	8	0.000	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	225.9	215.7	-142.5	-152.7	-72.9	-101.8	97.7	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
16	8	0.500	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	213.3	203.6	-137.2	-146.8	-72.4	-100.2	103.2	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
17	9	0.000	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	207.9	198.1	-147.0	-155.4	-73.6	-100.9	79.9	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
18	9	2.500	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	126.4	120.0	-107.2	-112.7	-67.7	-87.7	101.5	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
19	10	0.000	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	126.4	120.0	-107.2	-112.7	-67.7	-87.7	101.5	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
20	10	2.500	22.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	123.5	355.0	355.0	355.0	0.765	4	0.0721	0.582	0.0225	0.0387

ONI EFFICACI				Analisi elastica										Analisi plastica										Ver. stabilità pannelli d'anima												
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter	
																																				0.0412
2							102.4	96.6	-106.6	-111.5	0.29	0.32	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	747	0.21	0.00	
3							102.4	96.6	-106.6	-111.5	0.29	0.32	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	747	0.21	0.00	
4							183.5	174.4	-146.8	-154.6	0.53	0.45	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	341	0.10	0.00	
5							187.8	178.8	-137.2	-146.2	0.54	0.42	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	341	0.15	0.00	
6							201.4	191.9	-142.7	-152.2	0.58	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	259	0.11	0.00	
7							201.4	191.9	-142.7	-152.2	0.58	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	259	0.11	0.00	
8							258.9	247.1	-165.4	-177.1	0.75	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	207	0.09	0.00	
9							258.9	247.1	-165.4	-177.1	0.75	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	207	0.09	0.00	
10							283.6	271.0	-172.9	-185.5	0.82	0.53	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.6	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	682	0.30	0.00	
11							283.6	271.0	-172.9	-185.5	0.82	0.53	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.5	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	682	0.30	0.00	
12							273.4	261.2	-165.3	-177.4	0.79	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17086.9	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1175	0.51	0.00	
13							273.4	261.2	-165.3	-177.4	0.79	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.6	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1175	0.51	0.00	
14							226.0	215.8	-142.5	-152.7	0.65	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14313.1	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1683	0.74	0.00	
15							225.9	215.7	-142.5	-152.7	0.65	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1683	0.74	0.00	
16							213.3	203.6	-137.2	-146.8	0.62	0.42	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1777	0.78	0.00	
17							207.9	198.1	-147.0	-155.4	0.60	0.45	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1777	0.49	0.00	
18							126.4	120.0	-107.2	-112.7	0.36	0.33	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2255	0.63	0.00	
19							126.4	120.0	-107.2	-112.7	0.36	0.33	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2255	0.63	0.00	
20	0.0412	0.0328	0.0314	0.0	0.0	0.020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	8413.1	16827.8	29303	2864.7	-7663.2	15677.0	0.00	0.00	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2746	0.76	0.54	0.67

**LAVORO: SS4 - CITTADUCALE L=22 m - 3 Travi**  
**Verifica di resistenza sezioni in Classe 4**

**Dati**  
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità  
 coefficiente eta  
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)  
 Resistenza di progetto soletta  
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

**Var**      **unità**  
 γM1            **1.10**  
 η                **1.20**  
 pan             **0**  
 fcd             MPa    **19.83**  
 fya             MPa    **450**

COMBINAZIONE **C1Vmin**

Sez	soletta		Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZI											
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1	0.000	0.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-123.5	355.0	355.0	355.0	0.765	4	0.0721	0.582	0.0225	0.0387
2	1	2.500	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	126.4	120.0	-107.2	-112.7	-67.7	-87.7	-101.5	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
3	2	0.000	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	126.4	120.0	-107.2	-112.7	-67.7	-87.7	-101.5	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
4	2	2.500	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	207.9	198.1	-147.0	-155.4	-73.6	-100.9	-79.9	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
5	3	0.000	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	213.3	203.6	-137.2	-146.8	-72.4	-100.2	-103.2	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
6	3	0.500	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	225.9	215.7	-142.5	-152.7	-72.9	-101.8	-97.7	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
7	4	0.000	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	225.9	215.7	-142.5	-152.7	-72.9	-101.8	-97.7	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
8	4	2.750	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	273.4	261.2	-165.3	-177.4	-76.2	-109.3	-68.3	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
9	5	0.000	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	273.4	261.2	-165.3	-177.4	-76.2	-109.3	-68.2	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
10	5	2.750	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	283.6	271.0	-172.9	-185.5	-76.9	-110.5	-39.6	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
11	6	0.000	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	283.6	271.0	-172.9	-185.5	-76.9	-110.5	-39.6	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
12	6	2.750	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	258.9	247.2	-165.4	-177.1	-75.0	-106.0	-12.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
13	7	0.000	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	258.9	247.1	-165.4	-177.1	-75.0	-106.0	-12.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
14	7	2.750	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	201.5	192.0	-142.7	-152.2	-70.8	-96.3	15.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
15	8	0.000	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	201.4	191.9	-142.7	-152.2	-70.8	-96.2	15.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
16	8	0.500	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	187.8	178.8	-137.2	-146.2	-70.1	-94.3	19.8	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
17	9	0.000	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	183.5	174.4	-146.8	-154.6	-71.2	-95.1	15.3	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
18	9	2.500	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	102.4	96.6	-106.6	-111.5	-64.9	-81.4	33.6	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
19	10	0.000	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	102.4	96.6	-106.6	-111.5	-64.9	-81.4	33.6	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
20	10	2.500	22.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.8	355.0	355.0	355.0	0.765	4	0.0721	0.582	0.0225	0.0387

ONI EFFICACI				Analisi elastica										Analisi plastica										Ver. stabilità pannelli d'anima												
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter	
																																				0.0
1	0.0412	0.0328	0.0314	0.0	0.0	0.020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	8413.1	16827.8	29303	2864.7	-7663.2	15677.0	0.00	0.00	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2746	0.76	0.54	0.67
2							126.4	120.0	-107.2	-112.7	0.36	0.33	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2255	0.63		0.00
3							126.4	120.0	-107.2	-112.7	0.36	0.33	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2255	0.63		0.00
4							207.9	198.1	-147.0	-155.4	0.60	0.45	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1777	0.49		0.00
5							213.3	203.6	-137.2	-146.8	0.62	0.42	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1777	0.78		0.00
6							225.9	215.7	-142.5	-152.7	0.65	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1683	0.74		0.00
7							225.9	215.7	-142.5	-152.7	0.65	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1683	0.74		0.00
8							273.4	261.2	-165.3	-177.4	0.79	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1175	0.52		0.00
9							273.4	261.2	-165.3	-177.4	0.79	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1175	0.51		0.00
10							283.6	271.0	-172.9	-185.5	0.82	0.53	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.6	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	682	0.30		0.00
11							283.6	271.0	-172.9	-185.5	0.82	0.53	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.5	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	682	0.30		0.00
12							258.9	247.2	-165.4	-177.1	0.75	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17086.9	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	207	0.09		0.00
13							258.9	247.1	-165.4	-177.1	0.75	0.51	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.6	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	207	0.09		0.00
14							201.5	192.0	-142.7	-152.2	0.58	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14313.1	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	258	0.11		0.00
15							201.4	191.9	-142.7	-152.2	0.58	0.44	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	259	0.11		0.00
16							187.8	178.8	-137.2	-146.2	0.54	0.42	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	341	0.15		0.00
17							183.5	174.4	-146.8	-154.6	0.53	0.45	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	341	0.10		0.00
18							102.4	96.6	-106.6	-111.5	0.29	0.32	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	747	0.21		0.00
19							102.4	96.6	-106.6	-111.5	0.29	0.32	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	747	0.21		0.00
20	0.0412	0.0328	0.0314	0.0	0.0	0.020	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	8413.1	16827.8	29303	2864.7	-7663.2	15677.0	0.00	0.00	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1108	0.31	0.54	0.00

**LAVORO: SS4 - CITTADUCALE L=22 m - 3 Travi**  
**Verifica di resistenza sezioni in Classe 4**

**Dati**  
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità  
 coefficiente eta  
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)  
 Resistenza di progetto soletta  
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

**Var**      **unità**  
 γM1            1.10  
 η                1.20  
 pan             0  
 fcd            MPa    19.83  
 fya            MPa    450

COMBINAZIONE    **C2Mmax**

Sez	soletta		Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZI											
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1	0.000	0.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.6	-2.2	13.2	13.5	14.5	16.8	-49.8	355.0	355.0	355.0	1.334	1				
2	1	2.500	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	115.2	110.9	-42.5	-46.2	3.6	-5.6	-101.2	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
3	2	0.000	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	115.2	110.9	-42.5	-46.2	3.6	-5.6	-101.2	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
4	2	2.500	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	201.8	194.0	-81.4	-88.1	-1.8	-19.0	-78.8	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
5	3	0.000	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	208.0	200.2	-72.3	-80.1	-1.2	-19.0	-101.8	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
6	3	0.500	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	222.0	213.7	-77.6	-85.9	-1.7	-20.8	-96.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
7	4	0.000	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	222.0	213.7	-77.6	-85.9	-1.7	-20.8	-61.5	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
8	4	2.750	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	277.3	266.8	-100.4	-110.8	-5.7	-30.1	-64.3	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
9	5	0.000	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	277.3	266.9	-100.4	-110.8	-5.7	-30.1	-29.8	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
10	5	2.750	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	294.7	283.5	-107.9	-119.1	-7.0	-33.0	-32.6	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
11	6	0.000	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	294.7	283.5	-107.9	-119.1	-7.0	-33.0	-1.9	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
12	6	2.750	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	277.3	266.9	-100.4	-110.8	-5.7	-30.1	29.8	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
13	7	0.000	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	277.3	266.9	-100.4	-110.8	-5.7	-30.1	29.8	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
14	7	2.750	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	222.0	213.7	-77.6	-85.9	-1.7	-20.8	61.5	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
15	8	0.000	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	222.0	213.7	-77.6	-85.9	-1.7	-20.8	61.5	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
16	8	0.500	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	208.0	200.2	-72.3	-80.1	-1.2	-19.0	101.8	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
17	9	0.000	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	201.8	194.0	-81.4	-88.1	-1.8	-19.0	78.8	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
18	9	2.500	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	115.2	110.9	-42.5	-46.2	3.6	-5.6	101.2	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
19	10	0.000	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	115.2	110.9	-42.5	-46.2	3.6	-5.6	101.2	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
20	10	2.500	22.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.6	-2.2	13.2	13.5	14.5	16.8	49.8	355.0	355.0	355.0	1.334	1				

ONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																								Long	Isl (m4)																				
1							-2.6	-2.2	13.2	13.5	0.01	0.04	0.00	0.00	13306.4	22094.7	50031	2864.7	-7663.2	21576.3	0.13	0.13	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1108	0.31	0.00										
2							115.2	110.9	-42.5	-46.2	0.33	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2249	0.63	0.00										
3							115.2	110.9	-42.5	-46.2	0.33	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2249	0.63	0.00										
4							201.8	194.0	-81.4	-88.1	0.59	0.25	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1752	0.49	0.00										
5							208.0	200.2	-72.3	-80.1	0.60	0.23	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1752	0.77	0.00										
6							222.0	213.7	-77.6	-85.9	0.64	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1653	0.72	0.00										
7							222.0	213.7	-77.6	-85.9	0.64	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1059	0.46	0.00										
8							277.3	266.8	-100.4	-110.8	0.80	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1108	0.49	0.00										
9							277.3	266.9	-100.4	-110.8	0.80	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.6	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	514	0.23	0.00										
10							294.7	283.5	-107.9	-119.1	0.86	0.34	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.6	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	562	0.25	0.00										
11							294.7	283.5	-107.9	-119.1	0.86	0.34	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.5	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	32	0.01	0.00										
12							277.3	266.9	-100.4	-110.8	0.80	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17086.9	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	513	0.22	0.00										
13							277.3	266.9	-100.4	-110.8	0.80	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.6	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	514	0.23	0.00										
14							222.0	213.7	-77.6	-85.9	0.64	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14313.1	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1059	0.46	0.00										
15							222.0	213.7	-77.6	-85.9	0.64	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1059	0.46	0.00										
16							208.0	200.2	-72.3	-80.1	0.60	0.23	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1752	0.77	0.00										
17							201.8	194.0	-81.4	-88.1	0.59	0.25	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1752	0.49	0.00										
18							115.2	110.9	-42.5	-46.2	0.33	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2249	0.63	0.00										
19							115.2	110.9	-42.5	-46.2	0.33	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2249	0.63	0.00										
20							-2.6	-2.2	13.2	13.5	0.01	0.04	0.00	0.00	13306.4	22094.7	50031	2864.7	-7663.2	21576.3	0.13	0.13	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1108	0.31	0.00										

**LAVORO: SS4 - CITTADUCALE L=22 m - 3 Travi**  
**Verifica di resistenza sezioni in Classe 4**

**Dati**  
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità  
 coefficiente eta  
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)  
 Resistenza di progetto soletta  
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

**Var**      **unità**  
 γM1            1.10  
 η                1.20  
 pan             0  
 fcd            MPa    19.83  
 fya            MPa    450

COMBINAZIONE    **C2Vmax**

Sez	soletta		Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZI											
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1	0.000	0.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.6	-2.2	13.2	13.5	14.5	16.8	-49.8	355.0	355.0	355.0	1.334	1				
2	1	2.500	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	89.1	85.5	-41.8	-44.9	6.6	1.3	-33.6	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
3	2	0.000	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	89.1	85.5	-41.8	-44.9	6.6	1.3	-33.6	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
4	2	2.500	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	170.0	163.1	-81.1	-87.1	1.3	-11.4	-15.3	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
5	3	0.000	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	174.8	168.0	-72.4	-79.3	1.8	-11.4	-19.8	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
6	3	0.500	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	188.5	181.1	-77.8	-85.2	1.2	-13.2	-15.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
7	4	0.000	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	188.5	181.1	-77.8	-85.2	1.2	-13.2	-15.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
8	4	2.750	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	245.9	236.3	-100.5	-110.1	-3.1	-23.0	12.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
9	5	0.000	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	245.9	236.3	-100.5	-110.1	-3.1	-23.0	12.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
10	5	2.750	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	270.7	260.2	-108.1	-118.5	-4.9	-27.5	39.6	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
11	6	0.000	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	270.6	260.2	-108.1	-118.5	-4.9	-27.5	39.6	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
12	6	2.750	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	260.4	250.5	-100.4	-110.4	-4.3	-26.3	68.2	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
13	7	0.000	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	260.4	250.4	-100.4	-110.4	-4.3	-26.3	68.2	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
14	7	2.750	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	213.0	205.0	-77.7	-85.7	-0.9	-18.8	97.7	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
15	8	0.000	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	213.0	204.9	-77.7	-85.7	-0.9	-18.8	97.7	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
16	8	0.500	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	200.3	192.8	-72.4	-79.9	-0.5	-17.3	103.2	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
17	9	0.000	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	194.4	186.8	-81.4	-87.9	-1.1	-17.2	79.9	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
18	9	2.500	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	113.1	108.8	-42.5	-46.1	3.9	-5.1	101.5	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
19	10	0.000	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	113.1	108.8	-42.5	-46.1	3.9	-5.1	101.5	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
20	10	2.500	22.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.6	-2.2	13.2	13.5	14.5	16.8	123.5	355.0	355.0	355.0	1.334	1				

ONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																								Long	Isl (m4)																				
1							-2.6	-2.2	13.2	13.5	0.01	0.04	0.00	0.00	13306.4	22094.7	50031	2864.7	-7663.2	21576.3	0.13	0.13	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1108	0.31	0.00										
2							89.1	85.5	-41.8	-44.9	0.26	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	747	0.21	0.00										
3							89.1	85.5	-41.8	-44.9	0.26	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	747	0.21	0.00										
4							170.0	163.1	-81.1	-87.1	0.49	0.25	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	341	0.10	0.00										
5							174.8	168.0	-72.4	-79.3	0.51	0.22	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	341	0.15	0.00										
6							188.5	181.1	-77.8	-85.2	0.55	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	259	0.11	0.00										
7							188.5	181.1	-77.8	-85.2	0.55	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	259	0.11	0.00										
8							245.9	236.3	-100.5	-110.1	0.71	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	207	0.09	0.00										
9							245.9	236.3	-100.5	-110.1	0.71	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	207	0.09	0.00										
10							270.7	260.2	-108.1	-118.5	0.79	0.34	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.6	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	682	0.30	0.00										
11							270.6	260.2	-108.1	-118.5	0.78	0.34	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.5	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	682	0.30	0.00										
12							260.4	250.5	-100.4	-110.4	0.76	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17086.9	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1175	0.51	0.00										
13							260.4	250.4	-100.4	-110.4	0.76	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.6	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1175	0.51	0.00										
14							213.0	205.0	-77.7	-85.7	0.62	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14313.1	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1683	0.74	0.00										
15							213.0	204.9	-77.7	-85.7	0.62	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1683	0.74	0.00										
16							200.3	192.8	-72.4	-79.9	0.58	0.23	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1777	0.78	0.00										
17							194.4	186.8	-81.4	-87.9	0.56	0.25	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1777	0.49	0.00										
18							113.1	108.8	-42.5	-46.1	0.33	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2255	0.63	0.00										
19							113.1	108.8	-42.5	-46.1	0.33	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2255	0.63	0.00										
20							-2.6	-2.2	13.2	13.5	0.01	0.04	0.00	0.00	13306.4	22094.7	50031	2864.7	-7663.2	21576.3	0.13	0.13	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2746	0.76	0.00										



**LAVORO: SS4 - CITTADUCALE L=22 m - 3 Travi**  
**Verifica di resistenza sezioni in Classe 4**

**Dati**  
 coefficiente di sicurezza per la resistenza all'instabilità  
 coefficiente eta  
 pannelli irrigiditi (0) - non irrigiditi (1)  
 Resistenza di progetto soletta  
 Tensione di snervamento acciaio armature soletta

**Var**      **unità**  
 γM1            **1.10**  
 η                **1.20**  
 pan             **0**  
 fcd             MPa    **19.83**  
 fya             MPa    **450**


COMBINAZIONE    **C2Vmin**

Sez	soletta		Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZI											
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1	0.000	0.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.6	-2.2	13.2	13.5	14.5	16.8	-123.5	355.0	355.0	355.0	1.334	1				
2	1	2.500	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	113.1	108.8	-42.5	-46.1	3.9	-5.1	-101.5	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
3	2	0.000	2.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	113.1	108.8	-42.5	-46.1	3.9	-5.1	-101.5	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
4	2	2.500	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	194.4	186.8	-81.4	-87.9	-1.1	-17.2	-79.9	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
5	3	0.000	5.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	200.3	192.8	-72.4	-79.9	-0.5	-17.3	-103.2	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
6	3	0.500	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	213.0	204.9	-77.7	-85.7	-0.9	-18.8	-97.7	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
7	4	0.000	5.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	213.0	204.9	-77.7	-85.7	-0.9	-18.8	-97.7	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
8	4	2.750	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	260.4	250.4	-100.4	-110.4	-4.3	-26.3	-68.3	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
9	5	0.000	8.250	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	260.4	250.4	-100.4	-110.4	-4.3	-26.3	-68.2	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
10	5	2.750	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	270.7	260.2	-108.1	-118.5	-4.9	-27.5	-39.6	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
11	6	0.000	11.000	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	270.6	260.2	-108.1	-118.5	-4.9	-27.5	-39.6	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
12	6	2.750	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	246.0	236.4	-100.5	-110.1	-3.1	-23.0	-12.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
13	7	0.000	13.750	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	245.9	236.3	-100.5	-110.1	-3.1	-23.0	-12.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
14	7	2.750	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	188.6	181.2	-77.8	-85.2	1.2	-13.3	15.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
15	8	0.000	16.500	5.430	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	188.5	181.1	-77.8	-85.2	1.2	-13.2	15.0	355.0	355.0	355.0	1.380	1				
16	8	0.500	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.035	1.230	0.014	0.900	0.035	reagente	174.8	168.0	-72.4	-79.3	1.8	-11.4	19.8	355.0	355.0	355.0	1.436	1				
17	9	0.000	17.000	5.317	0.240	0.070	0.560	0.008	0.260	0.008	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	170.0	163.1	-81.1	-87.1	1.3	-11.4	15.3	355.0	355.0	355.0	1.431	1				
18	9	2.500	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	89.1	85.5	-41.8	-44.9	6.6	1.3	33.6	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
19	10	0.000	19.500	4.754	0.240	0.070	0.560	0.007	0.260	0.007	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	89.1	85.5	-41.8	-44.9	6.6	1.3	33.6	355.0	355.0	355.0	1.402	1				
20	10	2.500	22.000	4.191	0.240	0.070	0.560	0.006	0.260	0.006	0.080	0.700	0.030	1.235	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.6	-2.2	13.2	13.5	14.5	16.8	49.8	355.0	355.0	355.0	1.334	1				

ONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																								Long	Isl (m4)																				
1							-2.6	-2.2	13.2	13.5	0.01	0.04	0.00	0.00	13306.4	22094.7	50031	2864.7	-7663.2	21576.3	0.13	0.13	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2746	0.76	0.00										
2							113.1	108.8	-42.5	-46.1	0.33	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2255	0.63	0.00										
3							113.1	108.8	-42.5	-46.1	0.33	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	2255	0.63	0.00										
4							194.4	186.8	-81.4	-87.9	0.56	0.25	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1777	0.49	0.00										
5							200.3	192.8	-72.4	-79.9	0.58	0.23	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1777	0.78	0.00										
6							213.0	204.9	-77.7	-85.7	0.62	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1683	0.74	0.00										
7							213.0	204.9	-77.7	-85.7	0.62	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1683	0.74	0.00										
8							260.4	250.4	-100.4	-110.4	0.76	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1175	0.52	0.00										
9							260.4	250.4	-100.4	-110.4	0.76	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.0	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	1175	0.51	0.00										
10							270.7	260.2	-108.1	-118.5	0.79	0.34	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.6	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	682	0.30	0.00										
11							270.6	260.2	-108.1	-118.5	0.78	0.34	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17951.5	-9843.4	22351.8	0.80	0.80	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	682	0.30	0.00										
12							246.0	236.4	-100.5	-110.1	0.71	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17086.9	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	207	0.09	0.00										
13							245.9	236.3	-100.5	-110.1	0.71	0.31	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	17085.6	-9843.4	22351.8	0.76	0.76	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	207	0.09	0.00										
14							188.6	181.2	-77.8	-85.2	0.55	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14313.1	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	258	0.11	0.00										
15							188.5	181.1	-77.8	-85.2	0.55	0.24	0.00	0.00	14746.4	23014.3	58018	14310.3	-9843.4	22351.8	0.64	0.64	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	259	0.11	0.00										
16							174.8	168.0	-72.4	-79.3	0.51	0.22	0.00	0.00	14721.0	22768.4	57236	13581.7	-9645.2	22121.9	0.61	0.61	5.500	0	0	5.540	49.5	SI	1.23	0.711	2282	2282	341	0.15	0.00										
17							170.0	163.1	-81.1	-87.1	0.49	0.25	0.00	0.00	14473.5	23880.3	57747	13711.7	-9645.2	23214.1	0.59	0.59	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	341	0.10	0.00										
18							89.1	85.5	-41.8	-44.9	0.26	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	747	0.21	0.00										
19							89.1	85.5	-41.8	-44.9	0.26	0.13	0.00	0.00	14424.0	23633.0	54329	9087.2	-8654.2	23033.4	0.39	0.39	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	747	0.21	0.00										
20							-2.6	-2.2	13.2	13.5	0.01	0.04	0.00	0.00	13306.4	22094.7	50031	2864.7	-7663.2	21576.3	0.13	0.13	5.500	0	0	5.542	49.5	SI	0.96	0.867	3591	3591	1108	0.31	0.00										

**LAVORO: SS4 - CITTADUCALE L=22 m - 3 Travi****Verifica di resistenza sezioni in Classe 4**

Sez	INVILUPPI										
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	$\eta_{1,inf}$	$\eta_{1,sup}$	$\eta_{1,inf}$ grafico	$\eta_{1,sup}$ grafico	$\eta_{1,plast}$	$\eta_1$	$\eta_3$	$\eta_{1\_inter}$
1	1	0.000	0.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	<b>0.13</b>	<b>0.76</b>	<b>0.67</b>
2	1	2.500	2.500	0.37	0.33	0.16	0.19	0.39	<b>0.39</b>	<b>0.63</b>	<b>0.00</b>
3	2	0.000	2.500	0.37	0.33	0.16	0.19	0.39	<b>0.39</b>	<b>0.63</b>	<b>0.00</b>
4	2	2.500	5.000	0.62	0.45	0.28	0.33	0.59	<b>0.59</b>	<b>0.49</b>	<b>0.00</b>
5	3	0.000	5.000	0.64	0.42	0.29	0.31	0.61	<b>0.61</b>	<b>0.78</b>	<b>0.00</b>
6	3	0.500	5.500	0.68	0.44	0.31	0.33	0.64	<b>0.64</b>	<b>0.74</b>	<b>0.00</b>
7	4	0.000	5.500	0.68	0.44	0.31	0.33	0.64	<b>0.64</b>	<b>0.74</b>	<b>0.00</b>
8	4	2.750	8.250	0.84	0.51	0.38	0.41	0.76	<b>0.76</b>	<b>0.52</b>	<b>0.00</b>
9	5	0.000	8.250	0.84	0.51	0.38	0.41	0.76	<b>0.76</b>	<b>0.51</b>	<b>0.00</b>
10	5	2.750	11.000	0.89	0.53	0.41	0.44	0.80	<b>0.80</b>	<b>0.30</b>	<b>0.00</b>
11	6	0.000	11.000	0.89	0.53	0.41	0.44	0.80	<b>0.80</b>	<b>0.30</b>	<b>0.00</b>
12	6	2.750	13.750	0.84	0.51	0.38	0.41	0.76	<b>0.76</b>	<b>0.51</b>	<b>0.00</b>
13	7	0.000	13.750	0.84	0.51	0.38	0.41	0.76	<b>0.76</b>	<b>0.51</b>	<b>0.00</b>
14	7	2.750	16.500	0.68	0.44	0.31	0.33	0.64	<b>0.64</b>	<b>0.74</b>	<b>0.00</b>
15	8	0.000	16.500	0.68	0.44	0.31	0.33	0.64	<b>0.64</b>	<b>0.74</b>	<b>0.00</b>
16	8	0.500	17.000	0.64	0.42	0.29	0.31	0.61	<b>0.61</b>	<b>0.78</b>	<b>0.00</b>
17	9	0.000	17.000	0.62	0.45	0.28	0.33	0.59	<b>0.59</b>	<b>0.49</b>	<b>0.00</b>
18	9	2.500	19.500	0.37	0.33	0.16	0.19	0.39	<b>0.39</b>	<b>0.63</b>	<b>0.00</b>
19	10	0.000	19.500	0.37	0.33	0.16	0.19	0.39	<b>0.39</b>	<b>0.63</b>	<b>0.00</b>
20	10	2.500	22.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	<b>0.13</b>	<b>0.76</b>	<b>0.67</b>

S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>RM8401</b>	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

**16 ALLEGATO 5 – SOTTOSTRUTTURE: SPA**

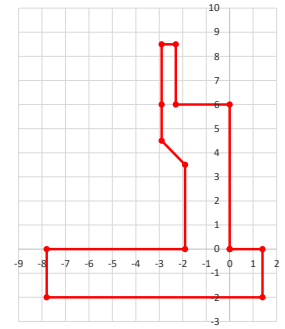
## LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A

## Dati e risoluzione della palificata

## Caratteristiche geometriche elevazione

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Paragliaia - 1	0.60	0.60	15.45	2.50	-2.30	0.00	6.00
Muro frontale - 2	2.90	2.90	15.45	1.50	0.00	0.00	4.50
Muro frontale - 3	2.90	1.90	15.45	1.00	0.00	0.00	3.50
Muro frontale - 4	1.90	1.90	15.45	3.50	0.00	0.00	0.00
Muro risolto posteriore sx - 1	4.90	4.90	0.75	2.15	-2.90	-7.35	6.00
Muro risolto posteriore sx - 2	4.90	4.90	0.75	1.50	-2.90	-7.35	4.50
Muro risolto posteriore sx - 3	4.90	5.90	0.75	1.00	-1.90	-7.35	3.50
Muro risolto posteriore sx - 4	5.90	5.90	0.75	3.50	-1.90	-7.35	0.00
Muro risolto posteriore dx - 1	4.90	4.90	0.75	3.15	-2.90	7.35	6.00
Muro risolto posteriore dx - 2	4.90	4.90	0.75	1.50	-2.90	7.35	4.50
Muro risolto posteriore dx - 3	4.90	5.90	0.75	1.00	-1.90	7.35	3.50
Muro risolto posteriore dx - 4	5.90	5.90	0.75	3.50	-1.90	7.35	0.00
Cordolo risolto sx	4.90	4.90	0.00	0.00	-2.90	-6.97	8.15
Cordolo risolto dx	4.90	4.90	0.00	0.00	-2.90	6.97	9.15
Orecchia sx - 1	0.00	0.00	0.75	0.00	-7.80	-7.35	8.15
Orecchia sx - 2	0.00	0.00	0.75	0.00	-7.80	-7.35	8.15
Orecchia dx - 1	0.00	0.00	0.75	0.00	-7.80	7.35	9.15
Orecchia dx - 2	0.00	0.00	0.75	0.00	-7.80	7.35	9.15



## 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	16.79	2.00	-1.40	0.00

## Caratteristiche geometriche complessive muro frontale (Paragliaia+Muro frontale)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	8.50
Area sezione trasversale	Afron	mq	14.90
Volume c.a.	Vfron	mc	230.21
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.31
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	3.69
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	0.95

## Caratteristiche geometriche complessive elevazione (Paragliaia+Muro frontale+muri risolto

+Cordoli risolto+Orecchie+Valette+Speroni)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vele	mc	299.78
Xbaricentro	Xg ele	m	-2.17
Ybaricentro	Yg ele	m	0.09
Zbaricentro	Zg ele	m	3.80

## Caratteristiche geometriche complessive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vfon	mc	308.94
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	$\gamma$	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	4.90	4.90	13.95	2.50	-2.90	0.00	6.00
Rinterro - 2	4.90	4.90	13.95	1.50	-2.90	0.00	4.50
Rinterro - 3	4.90	5.90	13.95	1.00	-1.90	0.00	3.50
Rinterro - 4	5.90	5.90	13.95	3.50	-1.90	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume rinterro	Vrin	mc	636.82
Xbaricentro	Xg rin	m	-6.44
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	6.05

## 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	15218
Momento longitudinale	Myg1	kNm	7703
Momento trasversale	Mxg1	kNm	675.3

## Peso terreno su fondazione

Peso rinterro	Fzg2	kN	11463
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-21046
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

## Spinta statica del terreno

Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	7104
Momento longitudinale	Myg3	kNm	24865

## Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato

Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	1384
Carico verticale	Fzg3	kN	1367
Momento longitudinale	Myg3	kNm	4324

## Azioni sismiche

parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		C

## LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A

## Dati e risoluzione della palificata

Fattore Ss		1.3
Fattore St		1.0
Fattore S	S	1.3
Valore di ag/g	ag/g	0.266
fattore bm	βm	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.333
Coefficiente sismico verticale	kv	0.166

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	10.50
peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.285
angolo teta a	θa	deg	15.9
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.465
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.399
angolo teta b	θb	deg	21.7
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.580
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	9027.8
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	8052.0
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	9027.8
altezza di applicazione	H	kN	5.25
Momento longitudinale	MyDP	kNm	47396

## Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate: <b>Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)</b>				
Spinta del terreno	Es	kN	9028	
Momento longitudinale	MyEs	kNm	47396	

## Forze inerziali

## Sisma longitudinale

Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	8871
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	40086

## Sisma trasversale

Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	8871
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	40086

## Sisma verticale

Forza verticale	FzE.2z	kN	-4436
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	2218
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	-112

fattore conversione angoli	x	0.017453293
----------------------------	---	-------------

## AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni	8.75
Distanza asse appoggi - asse fondazione	2.20

	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	1832	0	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	767	0	0
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	1744	5917	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	1329	6562	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	1744	-5917	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	1329	-6562	0
q3	Frenatura	212	0	0	0
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	42	79	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	59	138	0
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	485	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	485	705	0
Ez	Sisma verticale	0	0	1448	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	Fy	Fz	Mx	My
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	1832	0	-4031
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	15218	0	-7703
g2a	Perm. portati - impalcato	0	767	0	-1688
g2b-sp	Perm. portati - Rinterro	0	11463	0	21046
g3-sp	spinta statiche del terreno	7104	0	0	-24865
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	1744	5918	-3838
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	1329	6562	-2925
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	1744	-5917	-3838
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	1329	-6562	-2925
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	1384	0	1367	-4324
q3	Frenatura	212	0	0	-1853
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	42	444	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	59	651	0
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0

**LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A****Dati e risoluzione della palificata**

Ex	Sisma longitudinale	485	0	0	0	-4239
Ey	Sisma trasversale	0	485	0	4944	0
Ez	Sisma verticale	0	0	1448	0	-3185
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	9028	0	0	0	-47396
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	8871	0	0	0	-40086
E.2y-sp	Forze inerziali trasversali spalla	0	8871	0	40086	0
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	0	-4436	0	-2218

**COMBINAZIONI DI CARICO****MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI**

	S.L.U.								S.L.U.								
	q1				q3				q1				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	1,35	1,35	1,35
g1b-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g2a	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g2b-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g3-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
e4	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
e2	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
q1a	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
q1b	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
q1c	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,01	0,00	0,00
q1d	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,01
q1e-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
q3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
q4a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q4b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q5a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q5b	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
q7a	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
q7b	0,00	0,90	0,00	0,90	0,00	0,90	0,00	0,90	0,00	0,90	0,90	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
Ex	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ey	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ez	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.1x-sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.2x-sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.2y-sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.2z-sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	S.L.U.								S.L.U.								
	q4				q5				q4				q5				
g1a	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g1b-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g2a	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g2b-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g3-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
e4	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
e2	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
q1a	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
q1b	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
q1c	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,01	0,00	0,00
q1d	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,01
q1e-sp	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
q3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q4a	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
q4b	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
q5a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q5b	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
q7a	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
q7b	0,00	0,90	0,00	0,90	0,00	0,90	0,00	0,90	0,00	0,90	0,90	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
Ex	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ey	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ez	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.1x-sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.2x-sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.2y-sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E.2z-sp	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

	S.L.U.								S.L.V.					
	q7				E.x				E.y		E.z			
g1a	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g1b-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g2a	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g2b-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g3-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
e4	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
e2	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
q1a	1,01	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q1b	0,00	0,00	1,01	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q1c	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q1d	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q1e-sp	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	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
q4a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q4b	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q5a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
q5b	0,90	0,90	0,90	0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90						





LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - POO2 - SPALLA A  
 Dati e risoluzione della palificata

SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

				S.L.U.				S.L.U.				S.L.U.				
				q1				q3				q3				
Fx	11458	11458	11458	11458	11458	11458	11458	11277	11277	11277	11277	11277	11277	11277	11277	11277
Fy	53	53	53	53	-53	-53	-53	53	53	53	53	53	-53	-53	-53	-53
Fz	43729	43729	43169	43169	43729	43729	43169	42679	42679	42258	42258	42679	42679	42258	42258	42258
Mx	8576	8576	9446	9446	-8573	-8573	-9444	6578	6578	7231	7231	-6576	-6576	-7229	-7229	-7229
My	-34293	-34293	-33061	-33061	-34293	-34293	-33061	-34039	-34039	-33115	-33115	-34039	-34039	-33115	-33115	-33115
				q4				q5				q5				
Fx	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991
Fy	53	53	53	53	-53	-53	-53	88	88	88	88	-88	-88	-88	-88	-88
Fz	42679	42679	42258	42258	42679	42679	42258	42679	42679	42258	42258	42679	42679	42258	42258	42258
Mx	6578	6578	7231	7231	-6576	-6576	-7229	6969	6969	7622	7622	-6967	-6967	-7620	-7620	-7620
My	-31538	-31538	-30614	-30614	-31538	-31538	-30614	-31538	-31538	-30614	-30614	-31538	-31538	-30614	-30614	-30614
				S.L.U.				S.L.V.				S.L.V.				
				e3				E.x		E.y		E.z		E.z		
Fx	10991	10991	10991	10991	10991	10991	10991	18384	18384	5515	5515	5515	5515	2807	2807	
Fy	53	53	53	53	-53	-53	-53	2807	2807	9356	9356	2807	2807	28384	28384	
Fz	42679	42679	42258	42258	42679	42679	42258	28384	30176	28384	30176	26292	32268	13510	13510	
Mx	6579	6579	7231	7231	-6576	-6576	-7229	13510	13510	45031	45031	13510	13510	-85718	-82476	
My	-31538	-31538	-30614	-30614	-31538	-31538	-30614	-85718	-82476	-21513	-18271	-25296	-14489			
				S.L.E.car				q3				q3				
Fx	8488	8488	8488	8488	8488	8488	8488	8354	8354	8354	8354	8354	8354	8354	8354	8142
Fy	35	35	35	35	-35	-35	-35	35	35	35	35	-35	-35	-35	-35	-35
Fz	32392	32392	31977	31977	32392	32392	31977	31614	31614	31303	31303	31614	31614	31303	31303	31303
Mx	6309	6309	6953	6953	-6307	-6307	-6952	4829	4829	5313	5313	-4828	-4828	-5311	-5311	-5311
My	-25402	-25402	-24489	-24489	-25402	-25402	-24489	-25214	-25214	-24530	-24530	-25214	-25214	-24530	-24530	-22677
				S.L.E.car				q5				q5				
Fx	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142
Fy	35	35	35	35	-35	-35	-35	59	59	59	59	-58	-58	-58	-58	-58
Fz	31614	31614	31303	31303	31614	31614	31303	31614	31614	31303	31303	31614	31614	31303	31303	31303
Mx	4829	4829	5313	5313	-4828	-4828	-5311	5090	5090	5573	5573	-5088	-5088	-5572	-5572	-5572
My	-23362	-23362	-22677	-22677	-23362	-23362	-22677	-23362	-23362	-22677	-22677	-23362	-23362	-22677	-22677	-22677
				S.L.E.car				e3				S.L.ap				
Fx	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142
Fy	35	35	35	35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35	-35
Fz	31614	31614	31303	31303	31614	31614	31303	31614	31614	31303	31303	31614	31614	31303	31303	31303
Mx	4830	4830	5313	5313	-4828	-4828	-5311	-5311	-5311	-5311	-5311	-5311	-5311	-5311	-5311	-5311
My	-23362	-23362	-22677	-22677	-23362	-23362	-22677	-23362	-23362	-22677	-22677	-23362	-23362	-22677	-22677	-22677
				S.L.freq				e3		q5		7104		7104		
Fx	8142	8142	8142	8142	8142	8142	8142	7104	7104	7104	7104	7104	7104	7104	7104	7104
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	-8	0	0	0	0	0
Fz	31614	31614	31303	31303	31614	31614	31303	29280	29280	29280	29280	29280	29280	29280	29280	29280
Mx	4439	4439	4922	4922	-4437	-4437	-4921	1	1	89	-88	0	0	0	0	0
My	-23362	-23362	-22677	-22677	-23362	-23362	-22677	-17240	-17240	-17240	-17240	-17240	-17240	-17240	-17240	-17240

CALCOLO AZIONI SUI PALI

Geometria della palificata

Attenzione: 1° fila sempre posteriore

PALO	Fila	X	Y	Xp	Yp	trasv	long	trasv	long	Plinto	X	Y
						Yp/Sjxi	Xp/Sjyi					
1	1	1,00	7,34	-3,60	7,34	53,88	12,9600	0,018	-0,028	0,00	8,55	
2	1	1,00	3,67	-3,60	3,67	13,47	12,9600	0,009	-0,028	9,20	8,55	
3	1	1,00	0,00	-3,60	0,00	0,00	12,96	0,000	-0,028	9,20	-8,55	
4	1	1,00	-3,67	-3,60	-3,67	13,47	12,96	-0,009	-0,028	0,00	-8,55	
5	1	1,00	-7,34	-3,60	-7,34	53,88	12,96	-0,018	-0,028	0,00	8,55	
6	2	4,60	7,34	0,00	7,34	53,88	0,00	0,018	0,000			
7	2	4,60	3,67	0,00	3,67	13,47	0,00	0,009	0,000			
8	2	4,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000			
9	2	4,60	-3,67	0,00	-3,67	13,47	0,00	-0,009	0,000			
10	2	4,60	-7,34	0,00	-7,34	53,88	0,00	-0,018	0,000			
11	3	8,20	7,34	3,60	7,34	53,88	12,96	0,018	0,028			
12	3	8,20	3,67	3,60	3,67	13,47	12,96	0,009	0,028			
13	3	8,20	0,00	3,60	0,00	0,00	12,96	0,000	0,028			
14	3	8,20	-3,67	3,60	-3,67	13,47	12,96	-0,009	0,028			
15	3	8,20	-7,34	3,60	-7,34	53,88	12,96	-0,018	0,028			
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000			
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000			
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000			
15	3			404,07	129,60							

		S.L.U.											
		q1						q3					
PALO	FILA												
1	1	2118	2118	2131	2131	1807	1807	1788	1788	2019	2019	2029	2029
2	1	2041	2041	2045	2045	1885	1885	1874	1874	1959	1959	1963	1963
3	1	1963	1963	1960	1960	1963	1963	1960	1960	1900	1900	1897	1897
4	1	1885	1885	1874	1874	2041	2041	2045	2045	1840	1840	1832	1832
5	1	1807	1807	1788	1788	2118	2118	2131	2131	1780	1780	1766	1766
6	2	3071	3071	3049	3049	2760	2760	2706	2706	2965	2965	2949	2949
7	2	2993	2993	2964	2964	2837	2837	2792	2792	2905	2905	2883	2883
8	2	2915	2915	2878	2878	2915	2915	2878	2878	2845	2845	2817	2817
9	2	2837	2837	2792	2792	2993	2993	2964	2964	2785	2785	2752	2752
10	2	2759	2759	2706	2706	3071	3071	3049	3049	2726	2726	2686	2686
11	3	4024	4024	3968	3968	3712	3712	3625	3625	3910	3910	3868	3868
12	3	3946	3946	3882	3882	3790	3790	3710	3710	3851	3851	3803	3803
13	3	3868	3868	3796	3796	3868	3868	3796	3796	3791	3791	3737	3737
14	3	3790	3790	3710	3710	3946	3946	3882	3882	3731	3731	3671	3671
15	3	3712	3712	3625	3625	4024	4024	3968	3968	3671	3671	3606	3606
16	0	2915	2915	2878	2878	2915	2915	2878	2878	2845	2845	2817	2817
17	0	2915	2915	2878	2878	2915	2915	2878	2878	2845	2845	2817	2817
18	0	2915	2915	2878	2878	2915	2915	2878	2878	2845	2845	2817	2817
Nmax		4024	4024	3968	3968	4024	4024	3968	3968	3910	3910	3868	3868
Nmin		1807	1807	1788	1788	1807	1807	1788	1788	1780	1780	1766	1766
TAGLIO													
taglio Vx		764	764	764	764	764	764	764	764	752	752	752	752
taglio Vy		4	4	4	4	-4	-4	-4	-4	4	4	-4	-4
V		764	764	764	764	764	764	764	764	752	752	752	752

## LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A

## Dati e risoluzione della palificata

		S.L.U.															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1	1	2089	2089	2098	2098	1850	1850	1836	1836	2096	2096	2105	2105	1843	1843	1828	1828
2	1	2029	2029	2033	2033	1909	1909	1901	1901	2032	2032	2036	2036	1906	1906	1898	1898
3	1	1969	1969	1967	1967	1969	1969	1967	1967	1969	1969	1967	1967	1969	1969	1967	1967
4	1	1909	1909	1901	1901	2029	2029	2032	2032	1906	1906	1898	1898	2032	2032	2036	2036
5	1	1850	1850	1835	1835	2089	2089	2098	2098	1843	1843	1828	1828	2096	2096	2105	2105
6	2	2965	2965	2949	2949	2726	2726	2686	2686	2972	2972	2956	2956	2719	2719	2679	2679
7	2	2905	2905	2883	2883	2786	2786	2752	2752	2909	2909	2886	2886	2782	2782	2748	2748
8	2	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817
9	2	2785	2785	2752	2752	2905	2905	2883	2883	2782	2782	2748	2748	2909	2909	2886	2886
10	2	2726	2726	2686	2686	2965	2965	2949	2949	2719	2719	2679	2679	2972	2972	2956	2956
11	3	3841	3841	3799	3799	3602	3602	3536	3536	3848	3848	3806	3806	3595	3595	3529	3529
12	3	3781	3781	3733	3733	3662	3662	3602	3602	3785	3785	3737	3737	3658	3658	3598	3598
13	3	3721	3721	3668	3668	3721	3721	3668	3668	3721	3721	3668	3668	3721	3721	3668	3668
14	3	3662	3662	3602	3602	3781	3781	3733	3733	3658	3658	3598	3598	3785	3785	3737	3737
15	3	3602	3602	3536	3536	3841	3841	3799	3799	3595	3595	3529	3529	3848	3848	3806	3806
16	0	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817
17	0	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817
18	0	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817
Nmax		3841	3841	3799	3799	3841	3841	3799	3799	3848	3848	3806	3806	3848	3848	3806	3806
Nmin		1850	1850	1835	1835	1850	1850	1836	1836	1843	1843	1828	1828	1843	1843	1828	1828
TAGLIO																	
taglio Vx		733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733
taglio Vy		4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6
V		733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733	733

		S.L.U.								S.L.V.						
CARICO ASSIALE		q7								E.x		E.y		E.z		
PALO																
1	1	2089	2089	2098	2098	1850	1850	1836	1836	-243	-34	2113	2322	1296	1994	
2	1	2029	2029	2033	2033	1909	1909	1901	1901	-366	-157	1704	1913	1173	1871	
3	1	1969	1969	1967	1967	1969	1969	1967	1967	-489	-279	1295	1504	1050	1749	
4	1	1909	1909	1901	1901	2029	2029	2032	2032	-612	-402	886	1095	927	1626	
5	1	1850	1850	1835	1835	2089	2089	2098	2098	-734	-525	477	686	805	1503	
6	2	2965	2965	2949	2949	2726	2726	2686	2686	2138	2257	2710	2830	1998	2397	
7	2	2905	2905	2883	2883	2786	2786	2752	2752	2015	2134	2301	2421	1876	2274	
8	2	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	1892	2012	1892	2012	1753	2151	
9	2	2785	2785	2752	2752	2905	2905	2883	2883	1770	1889	1483	1603	1630	2028	
10	2	2726	2726	2686	2686	2965	2965	2949	2949	1647	1766	1074	1194	1507	1906	
11	3	3841	3841	3799	3799	3602	3602	3536	3536	4519	4548	3308	3337	2701	2799	
12	3	3781	3781	3733	3733	3662	3662	3602	3602	4396	4425	2899	2928	2578	2676	
13	3	3721	3721	3668	3668	3721	3721	3668	3668	4273	4303	2490	2519	2455	2554	
14	3	3662	3662	3602	3602	3781	3781	3733	3733	4151	4180	2081	2110	2333	2431	
15	3	3602	3602	3536	3536	3841	3841	3799	3799	4028	4057	1672	1701	2210	2308	
16	0	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	1892	2012	1892	2012	1753	2151	
17	0	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	1892	2012	1892	2012	1753	2151	
18	0	2845	2845	2817	2817	2845	2845	2817	2817	1892	2012	1892	2012	1753	2151	
Nmax		3841	3841	3799	3799	3841	3841	3799	3799	4519	4548	3308	3337	2701	2799	
Nmin		1850	1850	1835	1835	1850	1850	1836	1836	-734	-525	477	686	805	1503	
TAGLIO																
taglio Vx		733	733	733	733	733	733	733	733	1226	1226	368	368	368	368	
taglio Vy		4	4	4	4	4	4	4	4	187	187	624	624	187	187	
V		733	733	733	733	733	733	733	733	1240	1240	724	724	413	413	

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q1								q3							
PALO																	
1	1	1568	1568	1578	1578	1339	1339	1325	1325	1495	1495	1502	1502	1319	1319	1309	1360
2	1	1511	1511	1515	1515	1397	1397	1388	1388	1451	1451	1454	1454	1363	1363	1357	1409
3	1	1454	1454	1452	1452	1454	1454	1452	1452	1407	1407	1405	1405	1407	1407	1405	1457
4	1	1397	1397	1388	1388	1511	1511	1515	1515	1363	1363	1357	1357	1451	1451	1454	1505
5	1	1339	1339	1325	1325	1568	1568	1578	1578	1319	1319	1309	1309	1495	1495	1502	1553
6	2	2274	2274	2258	2258	2045	2045	2005	2005	2195	2195	2183	2183	2020	2020	1990	1990
7	2	2217	2217	2195	2195	2102	2102	2069	2069	2151	2151	2135	2135	2064	2064	2039	2039
8	2	2159	2159	2132	2132	2159	2159	2132	2132	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087
9	2	2102	2102	2069	2069	2217	2217	2195	2195	2064	2064	2039	2039	2151	2151	2135	2135
10	2	2045	2045	2005	2005	2274	2274	2258	2258	2020	2020	1990	1990	2099	2099	2183	2183
11	3	2980	2980	2938	2938	2750	2750	2686	2686	2896	2896	2865	2865	2720	2720	2672	2620
12	3	2922	2922	2875	2875	2808	2808	2749	2749	2852	2852	2816	2816	2764	2764	2720	2669
13	3	2865	2865	2812	2812	2865	2865	2812	2812	2808	2808	2768	2768	2808	2808	2768	2717
14	3	2808	2808	2749	2749	2922	2922	2875	2875	2764	2764	2720	2720	2852	2852	2816	2765
15	3	2750	2750	2686	2686	2980	2980	2938	2938	2720	2720	2672	2672	2896	2896	2865	2813
16	0	2159	2159	2132	2132	2159	2159	2132	2132	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087
17	0	2159	2159	2132	2132	2159	2159	2132	2132	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087
18	0	2159	2159	2132	2132	2159	2159	2132	2132	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087
Nmax		2980	2980	2938	2938	2980	2980	2938	2938	2896	2896	2865	2865	2896	2896	2865	2813
Nmin		1339	1339	1325	1325	1339	1339	1325	1325	1319	1319	1309	1309	1319	1319	1309	1360
TAGLIO																	
taglio Vx		566	566	566	566	566	566	566	566	557	557	557	557	557	557	557	543
taglio Vy		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
V		566	566	566	566	566	566	566	566	557	557	557	557	557	557	557	543

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1	1	1546	1546	1553	1553	1371	1371	1360	1360	1551	1551	1558	1558	1366	1366	1356	1356
2	1	1503	1503	1505	1505	1415	1415	1409	1409	1505	1505	1508	1508	1412	1412	1406	1406
3	1	1459	1459	1457	1457	1459	1459	1457	1457	1459	1459	1457	1457	1459	1459	1457	1457
4	1	1415	1415	1409	1409	1502	1502	1505	1505	1412	1412	1406	1406	1505	1505	1508	1508
5	1	1371	1371	1360													

## LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A

## Dati e risoluzione della palificata

V	543	543	543	543	543	543	543	543	543	543	543	543	543	543	543	543
<b>S.L.E.car</b>																
<b>CARICO ASSIALE</b>																
<b>PALO</b>																
1	1	1546	1546	1553	1553	1371	1371	1360	1360							
2	1	1503	1503	1505	1505	1415	1415	1409	1409							
3	1	1459	1459	1457	1457	1459	1459	1457	1457							
4	1	1415	1415	1409	1409	1502	1502	1505	1505							
5	1	1371	1371	1360	1360	1546	1546	1553	1553							
6	2	2195	2195	2183	2183	2020	2020	1990	1990							
7	2	2151	2151	2135	2135	2064	2064	2039	2039							
8	2	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087							
9	2	2064	2064	2039	2039	2151	2151	2135	2135							
10	2	2020	2020	1990	1990	2195	2195	2183	2183							
11	3	2844	2844	2813	2813	2669	2669	2620	2620							
12	3	2800	2800	2765	2765	2713	2713	2669	2669							
13	3	2757	2757	2717	2717	2757	2757	2717	2717							
14	3	2713	2713	2669	2669	2800	2800	2765	2765							
15	3	2669	2669	2620	2620	2844	2844	2813	2813							
16	0	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087							
17	0	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087							
18	0	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087							
<b>Nmax</b>		<b>2844</b>	<b>2844</b>	<b>2813</b>	<b>2813</b>	<b>2844</b>	<b>2844</b>	<b>2813</b>	<b>2813</b>							
<b>Nmin</b>		<b>1371</b>	<b>1371</b>	<b>1360</b>	<b>1360</b>	<b>1371</b>	<b>1371</b>	<b>1360</b>	<b>1360</b>							
<b>TAGLIO</b>																
taglio Vx		543	543	543	543	543	543	543	543							
taglio Vy		2	2	2	2	-2	-2	-2	-2							
<b>V</b>		<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>							

<b>S.L.freq</b>										<b>S.L.qp</b>							
<b>CARICO ASSIALE</b>										<b>q1</b>		<b>q7</b>		<b>q5</b>		<b>S.L.qp</b>	
<b>PALO</b>																	
1	1	1539	1539	1546	1546	1378	1378	1368	1368	1473	1473	1475	1472	1473	1473	1473	1473
2	1	1499	1499	1502	1502	1418	1418	1412	1412	1473	1473	1474	1472	1473	1473	1473	1473
3	1	1459	1459	1457	1457	1459	1459	1457	1457	1473	1473	1473	1473	1473	1473	1473	1473
4	1	1418	1418	1412	1412	1499	1499	1502	1502	1473	1473	1472	1474	1473	1473	1473	1473
5	1	1378	1378	1368	1368	1539	1539	1546	1546	1473	1473	1471	1475	1473	1473	1473	1473
6	2	2188	2188	2176	2176	2027	2027	1997	1997	1952	1952	1954	1950	1952	1952	1952	1952
7	2	2148	2148	2132	2132	2067	2067	2042	2042	1952	1952	1953	1951	1952	1952	1952	1952
8	2	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087	1952	1952	1952	1952	1952	1952	1952	1952
9	2	2067	2067	2042	2042	2148	2148	2132	2132	1952	1952	1951	1953	1952	1952	1952	1952
10	2	2027	2027	1997	1997	2188	2188	2176	2176	1952	1952	1950	1954	1952	1952	1952	1952
11	3	2837	2837	2806	2806	2676	2676	2627	2627	2431	2431	2433	2429	2431	2431	2431	2431
12	3	2797	2797	2761	2761	2716	2716	2672	2672	2431	2431	2432	2430	2431	2431	2431	2431
13	3	2757	2757	2717	2717	2757	2757	2717	2717	2431	2431	2431	2431	2431	2431	2431	2431
14	3	2716	2716	2672	2672	2797	2797	2761	2761	2431	2431	2430	2432	2431	2431	2431	2431
15	3	2676	2676	2627	2627	2837	2837	2806	2806	2431	2431	2429	2433	2431	2431	2431	2431
16	0	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087	1952	1952	1952	1952	1952	1952	1952	1952
17	0	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087	1952	1952	1952	1952	1952	1952	1952	1952
18	0	2108	2108	2087	2087	2108	2108	2087	2087	1952	1952	1952	1952	1952	1952	1952	1952
<b>Nmax</b>		<b>2837</b>	<b>2837</b>	<b>2806</b>	<b>2806</b>	<b>2837</b>	<b>2837</b>	<b>2806</b>	<b>2806</b>	<b>2431</b>	<b>2431</b>	<b>2433</b>	<b>2433</b>	<b>2431</b>	<b>2431</b>	<b>2431</b>	<b>2431</b>
<b>Nmin</b>		<b>1378</b>	<b>1378</b>	<b>1368</b>	<b>1368</b>	<b>1378</b>	<b>1378</b>	<b>1368</b>	<b>1368</b>	<b>1473</b>	<b>1473</b>	<b>1471</b>	<b>1472</b>	<b>1473</b>	<b>1473</b>	<b>1473</b>	<b>1473</b>
<b>TAGLIO</b>																	
taglio Vx		543	543	543	543	543	543	543	543	474	474	474	474	474	474	474	474
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0
<b>V</b>		<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>543</b>	<b>474</b>	<b>474</b>	<b>474</b>	<b>474</b>	<b>474</b>	<b>474</b>	<b>474</b>	<b>474</b>

<b>RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI</b>		<b>ENV</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE-CAR</b>	<b>SLE-FR</b>	<b>SLE-QP</b>
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4548	4024	4548	2980	2837	2431
Azione assiale minima	Nmin	-734	1766	-734	1309	1368	1473
Azione trasversale massima	Vmax	1240	764	1240	566	543	474

**LUNGHEZZA LIBERA D'INFESSIONE PALI DI FONDAZIONE**

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diámetro del palo	Dp	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	Ic	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	18333
Lunghezza libera d'infezione	L0	m	4.44

<b>RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI I</b>		<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE-CAR</b>	<b>SLE-FR</b>	<b>SLE-QP</b>
Sforzo normale massimo	Nmax	4024	4548	2980	2837	2431
Sforzo normale minimo	Nmin	1766	-734	1309	1368	1473
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax_1a	kNm	1696	2752	1256	1051
Momento amplificato del 20%	Mmax_1a	kNm	2035	3302	1507	1446
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax_1a	kN	764	1240	566	543

**RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA**

	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>
Carico verticale massimo agente sulla palificata	43729	32268
Carico verticale medio agente sui pali	2915	2151

## LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A

### 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	0.42
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	
copriferro	c	m	0.112
larghezza puntone	b	m	2.02
larghezza collaborante	bt	m	2.02
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	0.80
fattore lambda ( $l1 / 0.9d$ ) = arctan $\psi$	$\lambda_1$		0.47
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	0.38
fattore lambda ( $l2 / 0.9d$ ) = arctan $\psi$	$\lambda_2$		0.22
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XC2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Ordinarie

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/pass	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	10	26	0.079	5309
secondo strato dal basso	20	10	26	0.145	5309
terzo strato dal basso	0	0	26	0.211	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.112	10619

#### VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	4023.6	0.0	763.9	2463.7	6296	5798.1
SLU-SIS	4548.2	0.0	1239.8	3161.2	8079	7439.6
				3161.2	8079	7439.6

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	10619	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	4155.1	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		76%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	19563.3	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		38%	OK!

#### VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	$\sigma$
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-CARATTERISTICA	2979.7	0.0	565.8	1824.6	172

## LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		48%	OK!

#### VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma_s$ Mpa
SLE-FREQUENTE	2837.1	0.0	542.8	1741.4	164

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.40	w3
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{slim}$	MPa	220.0	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		75%	OK!

#### VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma_s$ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2430.9	0.0	473.6	1500.6	141

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{slim}$	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		73%	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		XC2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Ordinarie

Armatura superiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passi	$\phi$ mm	c m	As mmq
primo strato dall'alto	10	10	26	0.079	5309
secondo strato dall'alto	10	10	26	0.145	5309
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.211	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.112	10619

Armatura inferiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passi	$\phi$ mm	c m	As mmq
--	-------------	----------------------	--------------	--------	-----------

## LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

primo strato dal basso	20	5	26	0.079	2655
secondo strato dal basso	0	0	26	0.145	0
terzo strato dal basso	0	0	26	0.211	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.277	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.079	2655

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	243.0	1434	4229.4
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	743.6	4387	12942.0
sommano			5820.8	17171.4
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	180.0	1062	3132.9
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	550.8	3250	9586.7
sommano			4311.7	12719.6

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-1766.0	-2678.8	0.0	0.0	-4445	-7691.1
SLU-STR (MAX)	-2131.1	-3071.0	0.0	0.0	-5202	-9232.7
SLU-SIS (MIN)	734.2	-1074.2	0.0	0.0	-340	2541.2
SLU-SIS (MAX)	-2322.2	-2829.8	0.0	0.0	-5152	-9905.7

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	1376	9480
SLU-STR (MAX)	619	7939
SLU-SIS (MIN)	3972	15261
SLU-SIS (MAX)	-840	2814

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	382	2633
SLU-STR (MAX)	172	2205
SLU-SIS (MIN)	1103	4239
SLU-SIS (MAX)	233	782

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	6376	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	10619	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	7060	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		60%	OK!

Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	0	
Si dispongono f26/20				
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	2655	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-1796	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		0%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
-----------------------------	-----	------------	---------	----------

## LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	180.0	1062	3132.9
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	550.8	3250	9586.7
sommano			<b>4311.7</b>	<b>12719.6</b>

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-1308.9	-1985.6	0.0	0.0	-3295	-5700.6
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-1577.8	-2274.0	0.0	0.0	-3852	-6835.8

#### sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	<b>1017</b>	<b>7019</b>
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	<b>460</b>	<b>5884</b>

#### sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	<b>283</b>	<b>1950</b>
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	<b>128</b>	<b>1634</b>

Tasso di lavoro armature superiori	$\sigma_{sup}$	Mpa	<b>108</b>	
Tasso di lavoro armature inferiori	$\sigma_{inf}$	Mpa	<b>0</b>	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		<b>30%</b>	<b>OK!</b>
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		<b>0%</b>	<b>OK!</b>

#### VERIFICA SLE-FREQUENTE

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	180.0	1062	3132.9
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	550.8	3250	9586.7
sommano			<b>4311.7</b>	<b>12719.6</b>

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-1367.5	-1950.4	0.0	0.0	-3318	-5918.4
SLE-FREQUENTE (MAX)	-1546.3	-2188.2	0.0	0.0	-3735	-6687.2

#### sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	<b>994</b>	<b>6801</b>
SLE-FREQUENTE (MAX)	<b>577</b>	<b>6032</b>

#### sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)	<b>276</b>	<b>1889</b>
SLE-FREQUENTE (MAX)	<b>160</b>	<b>1676</b>

Tasso di lavoro armature superiori	$\sigma_{sup}$	Mpa	<b>105</b>
Tasso di lavoro armature inferiori	$\sigma_{inf}$	Mpa	<b>0</b>

## LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.40	w3	
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{slim}$	MPa	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.	48%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{slim}$	MPa	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.	0%	OK!

#### VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	180.0	1062	3132.9
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	550.8	3250	9586.7
sommano			4311.7	12719.6

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-1473.1	-1952.0	0.0	0.0	-3425	-6330.7
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-1473.1	-1952.0	0.0	0.0	-3425	-6330.8

#### sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	887	6389
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	887	6389

#### sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	246	1775
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	246	1775

Tasso di lavoro armature superiori	sfsup	Mpa	98		
Tasso di lavoro armature inferiori	sfinf	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)	$\sigma_{slim}$	MPa	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.	51%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{slim}$	MPa	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.	0%	OK!



**LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	1.90
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE**

<b>Peso proprio spalla</b>			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	373
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-132
<b>Spinta statica del terreno</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	277
Momento longitudinale	Myg3	kNm	786
<b>Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	72
Momento longitudinale	Myg3	kNm	308
<b>Azioni sismiche</b>			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		C
Fattore Ss			1.25
Fattore St			1.00
Fattore S	S		1.25
Valore di ag/g	ag/g		0.266
fattore bm	βm		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.333
Coefficiente sismico verticale	kv		0.166

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	8.50
peso specifico del terreno			
	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.285
angolo teta a	θa	deg	15.913
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.465
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.399
angolo teta b	θb	deg	21.742
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-b		0.580
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	352.4
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	314.3
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	<b>352.4</b>
altezza di applicazione	H	m	4.3
Momento longitudinale	MyDP	kNm	<b>1497.5</b>

Spinta massima in caso sismico

**Spinte del terreno in caso sismico Wood) - ipotesi struttura che non ammette spostamenti (q6.1)**

Incremento di spinta del terreno	DP	kN	432
altezza di applicazione	H	m	4.3
Momento longitudinale	MyDP	kNm	<b>1838</b>

**Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo**

Condizioni di spinta adottate: <b>Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)</b>			
Spinta del terreno	Es	kN	<b>352</b>
Momento longitudinale	MyEs	kNm	<b>1498</b>

**Forze inerziali (q6.2)**

<b>Sisma longitudinale</b>			
Forza orizzontale longitudinale	Fxq6.2x	kN	124
Momento longitudinale	Myq6.2x	kNm	457
<b>Sisma verticale</b>			
Forza verticale	Fzq6.2z	kN	-62
Momento longitudinale	Myq6.2z	kNm	22

**AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)**

Altezza appoggi + muro frontale	6.75
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.00

	Fx [kN]	Fz [kN]
g1a	0	119
g2a	0	50
e4	0	0
e2	0	0
q1a	0	113
q1b	0	86
q1c	0	113
q1d	0	86
q3	14	0
q7a	0	0
q7b	0	0
q9	0	0
Ex	31	0
Ez	0	94

**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE**

**LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

		<b>Fx</b>	<b>Fz</b>	<b>My</b>
		<b>[kN]</b>	<b>[kN]</b>	<b>[kNm]</b>
g1a	Peso proprio impalcato	0	119	0
g1-sp	Peso proprio spalla	0	373	132
g2a	Perm. portati - impalcato	0	50	0
g3-sp	g3-sp	277	0	-786
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	113	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	86	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	113	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	86	0
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	72	0	-308
q3	Frenatura	14	0	-93
q7a	Var. termica positiva	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	31	0	-212
Ez	Sisma verticale	0	94	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	352	0	-1498
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	124	0	-457
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-62	-22

**COMBINAZIONI DI CARICO**

**MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI**

					<b>q1</b>				<b>S.L.U.</b>				<b>q3</b>				
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
q7a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00
q1a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	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
q1d	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
q1e-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

					<b>S.L.U.</b>				<b>S.L.V.</b>			
					<b>e3</b>				<b>Ex</b>		<b>Ez</b>	
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7b	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
q1a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q1e-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00

					<b>S.L.E.car</b>				<b>q1</b>				<b>q3</b>				
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q1a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**S.L.E.car**  
**e3**

**LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

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

	S.L.freq								S.L.qp	
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	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
g3-sp	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
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	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
Ex	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
E.1x-sp	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
E.2z-sp	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

**SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1				q3				q3				q3			
Fx	472	472	472	472	472	472	472	472	466	466	466	466	466	466	466	466
Fz	882	882	846	846	882	882	846	846	844	844	817	817	844	844	817	817
My	-1298	-1298	-1298	-1298	-1298	-1298	-1298	-1298	-1319	-1319	-1319	-1319	-1319	-1319	-1319	-1319

	S.L.U.				S.L.V.				E.x		E.z	
	q7				q7				q7		q7	
Fx	448	448	448	448	448	448	448	448	508	508	152	152
Fz	844	844	817	817	844	844	817	817	550	531	573	509
My	-1194	-1194	-1194	-1194	-1194	-1194	-1194	-1194	-2041	-2028	-540	-496

	S.L.E.car								S.L.E.car							
	q1				q3				q3				q3			
Fx	350	350	350	350	350	350	350	350	345	345	345	345	345	345	345	345
Fz	654	654	627	627	654	654	627	627	625	625	605	605	625	625	605	605
My	-961	-961	-961	-961	-961	-961	-961	-961	-977	-977	-977	-977	-977	-977	-977	-977

	S.L.E.car							
	q7							
Fx	332	332	332	332	332	332	332	332
Fz	625	625	605	605	625	625	605	605
My	-884	-884	-884	-884	-884	-884	-884	-884

	S.L.E.freq								S.L.E.qp	
Fx	332	332	332	332	332	332	332	332	277	277
Fz	625	625	605	605	625	625	605	605	541	541
My	-884	-884	-884	-884	-884	-884	-884	-884	-653	-653

Armatura zona tesa muro frontale	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/passco	mm	m	mmq
primo strato	10	10	26	0.081	5309
secondo strato	0	0	26	0.137	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.081	5309

VERIFICHE AGLI SLU	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	1319
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	2041
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	3186
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	5309
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3401
Coefficiente di utilizzo	c.u.		60%
Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	472
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	508

VERIFICHE AGLI SLE-CAR			
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	112

**LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

---

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		31%	OK!

**VERIFICHE AGLI SLE-FR**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	102	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	$\sigma_{slim}$	MPa	194	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		52%	OK!

**VERIFICHE AGLI SLE-QP**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	75	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	$\sigma_{slim}$	MPa	156	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		48%	OK!

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

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.15
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**Effetti dovuti al sovraccarico accidentale**

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	6.84
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	4.22
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	8.9
pressione orizzontale dovuta al carico qik distribuito	shd	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	Vmax	kNm	322.2
Momento alla base complessivo	Mmax	kNm	545.5

**Effetti dovuti al carico Qik sul paraghiaia**

larghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	b1	m	2.6
larghezza dell'impronta di carico alla base	b2	m	8.9
Carico verticale in testa al paraghiaia	Qik	kN	300
Azione orizzontale in testa al paraghiaia	H	kN	180

**Sollecitazioni alla base del paraghiaia**

Condizione	N kN	V kN	M kNm
Peso proprio	47.3	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	38.1	40.0
Spinta dovuta al carico Qik	0.0	47.1	79.8
Carico Qik sul paraghiaia	33.7	20.2	65.7
Sisma - forze inerziali	0.0	15.7	24.7
Spinta sismica del terreno	0.0	41.5	65.4

**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 Qik	1.35	0.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Spinta sismica del terreno	0.00	1.00

**Combinazioni SLU-STR**

Combinazione	N kN	V kN	M kNm
SLU-STR	92.8	142.3	250.4
SLU-SIS	47.3	57.2	90.1

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	1357	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	580	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		43%	OK!

**VERIFICHE SLE-RARA**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-RARA	
Peso proprio	1.00	

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

Spinta statica del terreno	1.00
Spinta dovuta al carico Qik	1.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.00
Sisma - forze inerziali	0.00
Spinta sismica del terreno	0.00

**Combinazioni SLE-RARA**

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-RARA	81.0	105.4	185.5

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **125**

Tensione massima ammissibile  $\sigma_{s,max}$  MPa **360**

coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni c.u. **35%** **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	72.5	88.6	149.1

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **101**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile  $w_{lim}$  mm 0.30 w2

Tensione limite ammissibile per barre f 20.0  $\sigma_{slim}$  MPa **222**

coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **45%** **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	47.3	38.1	40.0

Tasso di lavoro armature  $\sigma_s$  Mpa **27**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile  $w_{lim}$  mm 0.20 w1

Tensione limite ammissibile per barre f 20.0  $\sigma_{slim}$  MPa **182**

coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **15%** **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	8.15
larghezza muro di risvolto	a	m	5.90
spessore muro di risvolto	s	m	0.75
coefficiente gamma	$\gamma$		0.72
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Muro con bandiera	band		no
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Momento massimo orizzontale:  $M_x = fac_x \cdot q \cdot a^2$

Momento massimo verticale:  $M_y = fac_y \cdot q \cdot h^2$

N.B. i coefficienti  $fac_x$  e  $fac_y$  sono ricavati da: "Calcolo di lastre e piastre" - Richard Bares - Ed. CittàStudi

**Effetti dovuti alla spinta delle terre**

pressione orizzontale alla base	q	kN/mq	62.6
direzione orizzontale	$\gamma$	0.500	0.750
coefficiente $fac_x$	facMx	0.134	0.082
coefficiente $fac_vx$	facVx	0.462	0.318

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	189.5
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	122.8
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente $fac_y$	facMy	0.055	0.090
coefficiente $fac_vy$	facVy	0.483	0.551

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	357.1
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	277.1

**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	7.11
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	7.81
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	4.6

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	19.5
direzione orizzontale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente $fac_x$	facMx	0.360	0.234
coefficiente $fac_vx$	facVx	1.114	1.043

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	167.9
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	120.9
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente $fac_x$	facMy	0.105	0.208
coefficiente $fac_vy$	facVy	0.874	1.129

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	255.1
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	175.2

**Effetti dovuti al sisma**

forza inerziale	q1	kN/mq	6.23
incremento di spinta delle terre	q2	kN/mq	48.8
pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	55.0
direzione orizzontale	$\gamma$	0.50	0.75
coefficiente $fac_x$	facMx	0.360	0.234

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

coefficiente facVx	facVx	1.114	1.043	<b>1.05</b>
--------------------	-------	-------	-------	-------------

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	<b>473.5</b>
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	<b>0.0</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	<b>341.0</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	<b>0.0</b>

direzione verticale	$\gamma$	0.50	0.75	0.72
coefficiente facx	facMy	0.105	0.208	<b>0.197</b>
coefficiente facVy	facVy	0.874	1.129	<b>1.102</b>

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	<b>719.5</b>
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	<b>494.2</b>

<b>Riepilogo sollecitazioni sul muro</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Vx</b>	<b>Vy</b>
<b>Condizione</b>	<b>kNm</b>	<b>kNm</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>
Spinta del terreno	189.5	357.1	122.8	277.1
Spinta sovraccarichi accidentali	167.9	255.1	120.9	175.2
Spinta dovuta al sisma	473.5	719.5	341.0	494.2

<b>Armatura zona tesa - dir. Orizzontale</b>	<b>passo</b>	<b>n.barre</b>	$\phi$	<b>c</b>	<b>As</b>
<b>sezione di larghezza unitaria</b>	<b>cm</b>	<b>1.0/passo</b>	<b>mm</b>	<b>m</b>	<b>mmq</b>
primo strato	10	10	20	0.062	3142
secondo strato	10	10	20	0.112	3142
Armatura effettivamente disposta			20	0.087	<b>6283</b>

<b>Armatura zona tesa - dir. Verticale</b>	<b>passo</b>	<b>n.barre</b>	$\phi$	<b>c</b>	<b>As</b>
<b>sezione di larghezza unitaria</b>	<b>cm</b>	<b>1.0/passo</b>	<b>mm</b>	<b>m</b>	<b>mmq</b>
primo strato	10	10	24	0.084	4524
secondo strato	20	5	24	0.138	2262
Armatura effettivamente disposta			24	0.102	<b>6786</b>

**VERIFICHE SLU**

<b>Condizione di carico</b>	<b>fattori parziali per azioni</b>	
	<b>SLU-STR</b>	<b>SLU-SIS</b>
Spinta del terreno	1.35	1.00
Spinta sovraccarichi accidentali	1.35	0.00
Spinta dovuta al sisma	0.00	1.00

<b>Combinazioni SLU-STR</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Vx</b>	<b>Vy</b>
<b>Combinazione</b>	<b>kNm</b>	<b>kNm</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>
SLU-STR	482.4	826.5	329.0	610.5
SLU-SIS	663.0	1076.7	463.8	771.2

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale	Afh_min	mmq/ml	2840	
Armatura effettivamente adottata:	<b>Afs</b>	<b>mmq</b>	6283	<b>OK!</b>
Momento Resistente dir. Orizzontale	<b>MR_h</b>	<b>kNm/ml</b>	1467	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		45%	<b>OK!</b>
Armatura minima richiesta in dir. Verticale	Afh_min	mmq/ml	4718	
Armatura effettivamente adottata:	<b>Afs</b>	<b>mmq</b>	6786	<b>OK!</b>
Momento Resistente dir. Verticale	<b>MR_v</b>	<b>kNm/ml</b>	1549	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		70%	<b>OK!</b>

**VERIFICHE SLE-RARA**

<b>Condizione di carico</b>	<b>fattori parziali per azioni</b>	
	<b>SLE-RARA</b>	
Spinta del terreno		1.00
Spinta sovraccarichi accidentali		1.00
Spinta dovuta al sisma		0.00

<b>Combinazioni SLE-RARA</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>
<b>Combinazione</b>	<b>kNm</b>	<b>kNm</b>
SLE-RARA	357.4	612.2

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	<b>95</b>
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	<b>155</b>



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

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature orizzontali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		26%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		43%	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	315.4	548.4

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	84	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	139	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	$\sigma_{slim}$	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		38%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{slim}$	MPa	204	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		68%	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	189.5	357.1

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	51	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{sv}$	Mpa	90	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	$\sigma_{slim}$	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		28%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{slim}$	MPa	164	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		55%	OK!

**LAVORO: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A**  
**Verifica bandiera muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza bandiera - parte a lunghezza costante	h1	m	0.00
Altezza bandiera - parte a lunghezza variabile	h2	m	0.00
spessore bandiera	sban	m	0.75
lunghezza bandiera	Lban	m	0.00
copriferro	c	m	0.07
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**Effetti dovuti alla spinta delle terre**

pressione alla base della parte a lunghezza costante	sht1	kPa	0.00
pressione alla base della parte a lunghezza variabile	sht2	kPa	0.00
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	6.23
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	0.00
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: SS4 - SPALLA SU PALI - PO02 - SPALLA A**  
**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	241	
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	$\sigma_s$	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	$\sigma_s$	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{slim}$	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	$\sigma_s$	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{slim}$	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
<b>Taglio di calcolo</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1103.2</b>	<b>507.6</b>	<b>142.3</b>	<b>463.8</b>	<b>771.2</b>
<b>Dati</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>					
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 $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.2	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>							
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	2.00	1.90	0.60	0.75	0.75
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	2.00	1.90	0.60	0.75	0.75
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.112	0.081	0.076	0.087	0.102
altezza utile della sezione	d	m	1.89	1.82	0.52	0.66	0.65
<b>Compressione agente nella sezione</b>							
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>							
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata	Asl	mmq	10619	5309	3142	6283	6786
Coefficiente k	k	m	1.33	1.33	1.62	1.55	1.56
vmin	vmin		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00562	0.00292	0.00600	0.00948	0.01047
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>724.8</b>	<b>612.1</b>	<b>272.3</b>	<b>384.4</b>	<b>390.0</b>
			<b>N.V.</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>N.V.</b>	<b>N.V.</b>
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>							
<i>Verifica del conglomerato</i>							
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rod</sub>	kN	8024.0	9895.4	2850.6	3606.7	3525.1
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>							
diametro staffe	fsw	mm	24	12	10	14	14
passo staffe	scp	m	1.20	0.40	0.40	0.20	0.20
numero di bracci	nb		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1131	283	196	385	385
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0	0	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	1566.8	1132.1	226.5	1123.3	1097.9
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	4150.1	5118.0	1474.4	1865.4	1823.2
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1566.8</b>	<b>1132.1</b>	<b>226.5</b>	<b>1123.3</b>	<b>1097.9</b>
			<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
<b>RM8401</b>	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

**17 ALLEGATO 6 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER  
 CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI  
 ASSIALI**

**LAVORO: SS4 CITTADUCALE**      **OPERA: PO02**      **ALLINEAMENTI: SPALLE**  
**RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE**      **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:  
**Rcd = Rbd + Rsd - Wp**  
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:  
**Rtd = 0.7 Rsd + Wp**  
 in cui:  
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto  
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto  
 Rbk = Min [(Rbc,cal)<sub>media</sub> / ξ<sub>3</sub>; (Rbc,cal)<sub>min</sub> / ξ<sub>4</sub>] Resistenza alla punta caratteristica  
 Rsk = Min [(Rsc,cal)<sub>media</sub> / ξ<sub>3</sub>; (Rsc,cal)<sub>min</sub> / ξ<sub>4</sub>] Resistenza laterale caratteristica  
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo  
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo  
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γ <sub>R</sub>	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ <sub>b</sub>	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γ <sub>s</sub>	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ <sub>st</sub>	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**Peso del palo**  
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:  
 Wp(z) = (γ<sub>cls</sub> - γ<sub>nat</sub>) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:  
 Qb = qb x Ab  
 dove:  
 Ab: Area della superficie di base del palo  
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari  
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:  
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)  
 dove:  
 As: Area della superficie laterale del palo  
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato  
 dzi: altezza dell'iesimo strato

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

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

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

**Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)**  
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci  
**Resistenza unitaria alla base**  
 In accordo alla teoria di Berenzantsev<sup>(1)</sup>:  
 qb = Nq\* x σ'v con:  
 Nq\*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)  
 In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:  
 qbmax1 = Nspt x α<sub>N</sub> con:  
 α<sub>N</sub> = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella  
 Ghiaie: qb,max = 7500 kPa  
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa  
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa  
**Resistenza laterale unitaria**  
 ql = β σ'v con:  
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z<sup>0.34</sup> >= 0.25 per i depositi sabbiosi  
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z<sup>0.75</sup> >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi  
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):  
 qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53  
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt per Nspt > 53

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO**

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m <sup>2</sup>	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m <sup>2</sup>	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m <sup>3</sup>	γp	25.00

**SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO**

	kPa	σ <sub>vi</sub>	
Tensione totale in testa palo			46.3
Tensione efficace in testa palo			46.3

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

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	2.50
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	2.50

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)	1
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	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m <sup>3</sup>	Nspt side	ql,max kPa	α <sub>N</sub>	Nspt*α <sub>N</sub>	qp,max kPa	Nspt base
1	SLm	0.0	3.0	C	110		1.00	1.00	110.0	0.0	18.5		100			4000	
2	G	3.0	23.0	S		38.0	1.00	1.00	0.0	38.0	19.5	100	174	120	12000	5800	100
3	SG	23.0	60.0	S		36.0	1.00	1.00	0.0	36.0	20.5	65	163	120	3600	3600	30
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

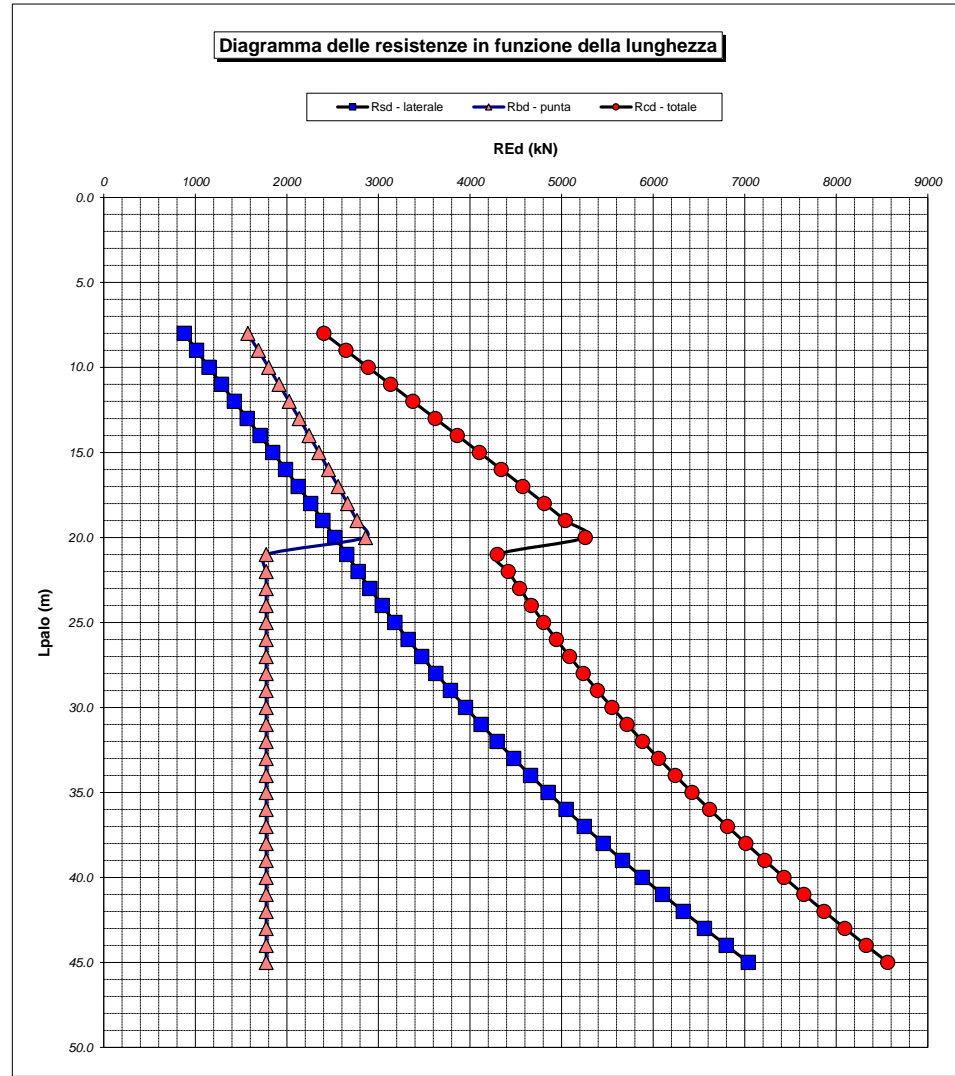
Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

**LAVORO: SS4 CITTADUCALE**      **OPERA: PO02**      **ALLINEAMENTI:**      **SPALLE**  
**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	C	2.5	0.0			18.5	18.5		46.3	46.3												0		
2	S	3.5	1.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	65.8	55.9	0.857	174	43.8	165	26.7		5800	1494.8	1691	84	737	6	815	65
2	S	4.5	2.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	85.3	65.6	0.800	174	48.6	348	26.6		5800	1745.1	1974	178	860	12	1026	137
2	S	5.5	3.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	104.8	75.3	0.750	174	52.9	548	26.5		5800	1992.8	2254	280	982	19	1244	215
2	S	6.5	4.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	124.3	85.0	0.706	174	56.6	761	26.3		5800	2238.0	2531	389	1103	25	1467	297
2	S	7.5	5.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	143.8	94.7	0.667	174	59.9	987	26.2		5800	2480.7	2806	505	1222	31	1696	384
2	S	8.5	6.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	163.3	104.4	0.631	174	62.8	1224	26.1		5800	2720.9	3077	626	1341	37	1929	475
2	S	9.5	7.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	182.8	114.1	0.597	174	65.2	1469	25.9		5800	2958.5	3346	752	1458	44	2166	570
2	S	10.5	8.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	202.3	123.8	0.566	174	67.3	1723	25.8		5800	3193.5	3612	881	1574	50	2405	667
2	S	11.5	9.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	221.8	133.5	0.536	174	69.0	1983	25.7		5800	3426.0	3875	1014	1688	56	2647	766
2	S	12.5	10.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	241.3	143.2	0.509	174	70.4	2248	25.5		5800	3656.0	4135	1150	1802	62	2890	867
2	S	13.5	11.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	260.8	152.8	0.482	174	71.4	2518	25.4		5800	3883.4	4392	1288	1914	68	3133	970
2	S	14.5	12.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	280.3	162.5	0.457	174	72.1	2789	25.3		5800	4108.3	4646	1427	2025	75	3377	1073
2	S	15.5	13.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	299.8	172.2	0.433	174	72.6	3063	25.1		5800	4330.6	4898	1567	2134	81	3620	1178
2	S	16.5	14.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	319.3	181.9	0.411	174	72.7	3337	25.0		5800	4550.4	5146	1707	2242	87	3862	1282
2	S	17.5	15.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	338.8	191.6	0.389	174	72.6	3611	24.9		5800	4767.6	5392	1847	2349	93	4103	1386
2	S	18.5	16.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	358.3	201.3	0.367	174	72.2	3883	24.8		5800	4982.3	5635	1986	2455	100	4342	1490
2	S	19.5	17.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	377.8	211.0	0.347	174	71.5	4152	24.6		5800	5194.5	5875	2124	2560	106	4578	1593
2	S	20.5	18.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	397.3	220.7	0.327	174	70.6	4418	24.5		5800	5404.1	6112	2260	2663	112	4811	1694
2	S	21.5	19.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	416.8	230.4	0.308	174	69.5	4680	24.4		5800	5611.1	6346	2394	2765	118	5041	1794
2	S	22.5	20.0	0.0	38.0	19.5	9.7	0.0	436.3	240.1	0.289	174	68.1	4937	24.2		5800	5800.0	6560	2525	2858	124	5259	1892
3	S	23.5	21.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	456.8	250.7	0.271	163	66.6	5188	18.9		3600	3600.0	4072	2654	1774	129	4298	1987
3	S	24.5	22.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	477.3	261.4	0.254	163	65.0	5433	18.8		3600	3600.0	4072	2779	1774	135	4419	2080
3	S	25.5	23.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	497.8	272.1	0.250	163	66.7	5685	18.7		3600	3600.0	4072	2908	1774	140	4542	2175
3	S	26.5	24.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	518.3	282.8	0.250	163	69.4	5946	18.6		3600	3600.0	4072	3041	1774	145	4671	2274
3	S	27.5	25.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	538.8	293.5	0.250	163	72.0	6218	18.4		3600	3600.0	4072	3180	1774	150	4805	2376
3	S	28.5	26.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	559.3	304.2	0.250	163	74.7	6499	18.3		3600	3600.0	4072	3324	1774	155	4944	2482
3	S	29.5	27.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	579.8	314.9	0.250	163	77.4	6791	18.2		3600	3600.0	4072	3474	1774	160	5088	2592
3	S	30.5	28.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	600.3	325.6	0.250	163	80.1	7093	18.1		3600	3600.0	4072	3628	1774	165	5237	2705
3	S	31.5	29.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	620.8	336.3	0.250	163	82.7	7405	18.0		3600	3600.0	4072	3788	1774	170	5391	2822
3	S	32.5	30.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	641.3	347.0	0.250	163	85.4	7727	17.9		3600	3600.0	4072	3952	1774	175	5551	2942
3	S	33.5	31.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	661.8	357.6	0.250	163	88.1	8059	17.8		3600	3600.0	4072	4122	1774	180	5716	3066
3	S	34.5	32.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	682.3	368.3	0.250	163	90.7	8401	17.6		3600	3600.0	4072	4297	1774	185	5886	3193
3	S	35.5	33.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	702.8	379.0	0.250	163	93.4	8753	17.5		3600	3600.0	4072	4477	1774	191	6061	3325
3	S	36.5	34.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	723.3	389.7	0.250	163	96.1	9115	17.4		3600	3600.0	4072	4663	1774	196	6241	3459
3	S	37.5	35.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	743.8	400.4	0.250	163	98.8	9488	17.3		3600	3600.0	4072	4853	1774	201	6426	3598
3	S	38.5	36.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	764.3	411.1	0.250	163	101.4	9870	17.2		3600	3600.0	4072	5049	1774	206	6617	3740
3	S	39.5	37.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	784.8	421.8	0.250	163	104.1	10262	17.2		3600	3600.0	4072	5249	1774	211	6812	3885
3	S	40.5	38.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	805.3	432.5	0.250	163	106.8	10665	17.2		3600	3600.0	4072	5455	1774	216	7013	4035
3	S	41.5	39.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	825.8	443.2	0.250	163	109.5	11078	17.2		3600	3600.0	4072	5666	1774	221	7219	4188
3	S	42.5	40.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	846.3	453.9	0.250	163	112.1	11500	17.2		3600	3600.0	4072	5883	1774	226	7430	4344
3	S	43.5	41.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	866.8	464.5	0.250	163	114.8	11933	17.2		3600	3600.0	4072	6104	1774	231	7647	4504
3	S	44.5	42.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	887.3	475.2	0.250	163	117.5	12376	17.2		3600	3600.0	4072	6330	1774	236	7868	4668
3	S	45.5	43.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	907.8	485.9	0.250	163	120.1	12829	17.2		3600	3600.0	4072	6562	1774	241	8095	4835
3	S	46.5	44.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	928.3	496.6	0.250	163	122.8	13292	17.2		3600	3600.0	4072	6799	1774	247	8326	5006
3	S	47.5	45.0	0.0	36.0	20.5	10.7	0.0	948.8	507.3	0.250	163	125.5	13765	17.2		3600	3600.0	4072	7041	1774	252	8563	5180

LAVORO: SS4 CITTADUCALE OPERA: PO02  
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI: SPALLE  
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI



RESISTENZA A COMPRESSIONE 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
SPALLE	25.0	3180	1774	4805	4550	95%	2376	726	31%

**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:

$\eta$

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

L'efficienza della palificata  $\eta$  è la Resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

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

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

nella quale:

i

interasse tra i pali

d

diametro dei pali

m

numero di file

n

numero massimo di pali in ciascuna fila

**RESISTENZA DELLA PALIFICATA**

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	$\eta$	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPALLE	1.20	3.60	15	3	5	0.70	50418	43750	87%



S.S.4 "SALARIA" Adeguamento nel tratto tra Rieti e Sigillo - 3° Lotto 1° Stralcio - Tratto di adeguamento in sede e in variante dal km 83+400 al km 87+400		
<b>RM8401</b>	<i>Relazione tecnica e di calcolo PO02</i>	

**18 ALLEGATO 7 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI**

**LAVORO: SS4 CITTADUCALE**  
**RESISTENZA DI UN PALO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI**
**OPERA: PO02**  
**ALLINEAMENTI: SPALLE**

 Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi trasversali  $R_{tr,d}$  è pari a:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$$

$$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$$

$$R_{tr,cal} = H_{lim}$$

Resistenza ai carichi trasversali di progetto  
 Resistenza ai carichi trasversali caratteristica  
 Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

 Il coefficiente parziale  $\gamma_T$  per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

$$\text{Coefficiente parziale (R3)} \quad \gamma_T \quad 1.30$$

La resistenza ai carichi trasversali di calcolo è valutata in accordo a Broms (1984):

**Terreni coesivi:**

palo corto:  $H_{lim} = 9 \text{ cu D (L - 1.5 D)}$

palo intermedio:  $H_{lim} = -9 \text{ cu D}^2 (L/D + 1.5) + 9 \text{ cu D}^2 (2 (L/D)^2 + 4/9 \text{ My} / (\text{cu D}^3) + 4.5)^{0.5}$

palo lungo:  $H_{lim} = -13.5 \text{ cu D}^2 + \text{cu D}^2 (182.25 + 36 \text{ My} / (\text{cu D}^3))^{0.5}$

**Terreni incoerenti:**

palo corto:  $H_{lim} = 1.5 L^2 K_p \gamma' D$

palo intermedio:  $H_{lim} = 0.5 L^2 K_p \gamma' D + \text{My} / L$

palo lungo:  $H_{lim} = K_p \gamma' D^3 ((3.681 \text{ My} / (K_p \gamma' D^4))^{2/3})^{1/3}$

 I Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO**

Diametro del palo	D	m	1.20
Lunghezza minima del palo	L	m	25.00

**FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA**

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	1
coefficiente $\xi_3$	1.70
coefficiente $\xi_4$	1.70

**PARAMETRI GEOTECNICI**

DESCRIZIONE	TERRENI COESIVI		TERRENI INCOERENTI					
	cu,med kPa		$\gamma',\text{med}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi',\text{med}$ deg	kp,med	$\gamma',\text{min}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi',\text{min}$ deg	kp,min
SLm	110.0				1.00			1.00

 \* Per terreni incoerenti impostare  $cu,med = cu,min = ""$ 

My=MRd (kNm)	PARAMETRI MEDI					PARAMETRI MINIMI					Rtr,d (kN)
	palo corto		palo intermedio	palo lungo		palo corto		palo intermedio	palo lungo		
	H <sub>lim1,med</sub> (kN)	H <sub>lim2,med</sub> (kN)	H <sub>lim3,med</sub> (kN)	H <sub>lim</sub> (kN)	Rtr,d <sub>med</sub> (kN)	H <sub>lim1,min</sub> (kN)	H <sub>lim2,min</sub> (kN)	H <sub>lim3,min</sub> (kN)	H <sub>lim</sub> (kN)	Rtr,d <sub>min</sub> (kN)	
500	27562	10301	498	498	225	27562	10301	498	498	225	225
600	27562	10306	586	586	265	27562	10306	586	586	265	265
700	27562	10312	672	672	304	27562	10312	672	672	304	304
800	27562	10318	755	755	342	27562	10318	755	755	342	342
900	27562	10323	836	836	378	27562	10323	836	836	378	378
1000	27562	10329	915	915	414	27562	10329	915	915	414	414
1100	27562	10334	992	992	449	27562	10334	992	992	449	449
1200	27562	10340	1067	1067	483	27562	10340	1067	1067	483	483
1300	27562	10346	1140	1140	516	27562	10346	1140	1140	516	516
1400	27562	10351	1212	1212	548	27562	10351	1212	1212	548	548
1500	27562	10357	1282	1282	580	27562	10357	1282	1282	580	580
1600	27562	10363	1351	1351	611	27562	10363	1351	1351	611	611
1700	27562	10368	1418	1418	642	27562	10368	1418	1418	642	642
1800	27562	10374	1485	1485	672	27562	10374	1485	1485	672	672
1900	27562	10380	1550	1550	701	27562	10380	1550	1550	701	701
2000	27562	10385	1614	1614	730	27562	10385	1614	1614	730	730
2100	27562	10391	1676	1676	759	27562	10391	1676	1676	759	759
2200	27562	10396	1738	1738	786	27562	10396	1738	1738	786	786
2300	27562	10402	1799	1799	814	27562	10402	1799	1799	814	814
2400	27562	10408	1859	1859	841	27562	10408	1859	1859	841	841
2500	27562	10413	1918	1918	868	27562	10413	1918	1918	868	868
2600	27562	10419	1976	1976	894	27562	10419	1976	1976	894	894
2700	27562	10425	2033	2033	920	27562	10425	2033	2033	920	920
2800	27562	10430	2090	2090	946	27562	10430	2090	2090	946	946
2900	27562	10436	2146	2146	971	27562	10436	2146	2146	971	971
3000	27562	10441	2201	2201	996	27562	10441	2201	2201	996	996
3100	27562	10447	2255	2255	1020	27562	10447	2255	2255	1020	1020
3200	27562	10453	2309	2309	1045	27562	10453	2309	2309	1045	1045
3300	27562	10458	2362	2362	1069	27562	10458	2362	2362	1069	1069

**LAVORO: SS4 CITTADUCALE**

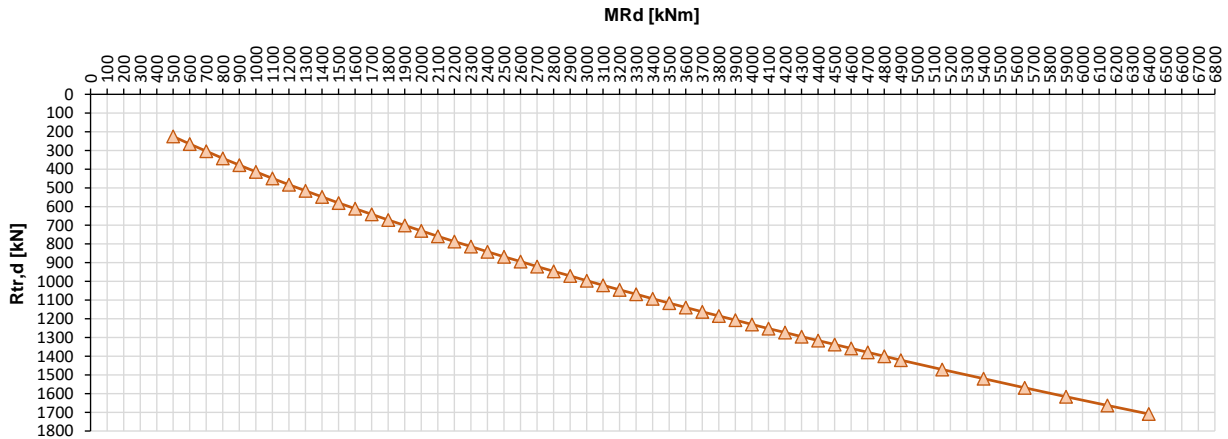
**OPERA: PO02**

**RESISTENZA DI UN PALO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI**

**ALLINEAMENTI: SPALLE**

3400	27562	10464	2415	2415	1093	27562	10464	2415	2415	1093	1093
3500	27562	10469	2466	2466	1116	27562	10469	2466	2466	1116	1116
3600	27562	10475	2518	2518	1139	27562	10475	2518	2518	1139	1139
3700	27562	10481	2569	2569	1162	27562	10481	2569	2569	1162	1162
3800	27562	10486	2619	2619	1185	27562	10486	2619	2619	1185	1185
3900	27562	10492	2668	2668	1207	27562	10492	2668	2668	1207	1207
4000	27562	10498	2718	2718	1230	27562	10498	2718	2718	1230	1230
4100	27562	10503	2766	2766	1252	27562	10503	2766	2766	1252	1252
4200	27562	10509	2814	2814	1274	27562	10509	2814	2814	1274	1274
4300	27562	10514	2862	2862	1295	27562	10514	2862	2862	1295	1295
4400	27562	10520	2910	2910	1317	27562	10520	2910	2910	1317	1317
4500	27562	10526	2956	2956	1338	27562	10526	2956	2956	1338	1338
4600	27562	10531	3003	3003	1359	27562	10531	3003	3003	1359	1359
4700	27562	10537	3049	3049	1380	27562	10537	3049	3049	1380	1380
4800	27562	10542	3094	3094	1400	27562	10542	3094	3094	1400	1400
4900	27562	10548	3140	3140	1421	27562	10548	3140	3140	1421	1421
5150	27562	10562	3251	3251	1471	27562	10562	3251	3251	1471	1471
5400	27562	10576	3360	3360	1520	27562	10576	3360	3360	1520	1520
5650	27562	10590	3467	3467	1569	27562	10590	3467	3467	1569	1569
5900	27562	10604	3572	3572	1616	27562	10604	3572	3572	1616	1616
6150	27562	10618	3675	3675	1663	27562	10618	3675	3675	1663	1663
6400	27562	10632	3776	3776	1709	27562	10632	3776	3776	1709	1709

**Resistenza di progetto del palo singolo alle azioni trasversali  
Palo impedito di ruotare in testa (incastro)**



ALLINEAMENTO	PALO SINGOLO				PALIFICATA						
	My (kNm)	Rtr,d (kN)	Ftr,d (kN)	c.u.1	My (kNm)	Rtr,d1 (kN)	npali	η (%)	Rtr,dgr (kN)	Ftr,dgr (kN)	c.u.gr
SPALLE	5453.0	1520	1236.0	81%	5931.0	1616	15.0	80%	19396	18540.0	96%