

S.S. 554 "Cagliaritana"

Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000

Ex S.S.125 Orientale Sarda – Connessione tra la S.S.554 e la nuova S.S.554

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA352

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

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)

PROGETTISTA:

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

GEOLOGO:

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

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

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

RESPONSABILE SIA:

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

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Francesco Corrias

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:



OPERE D'ARTE MAGGIORI

VIADOTTI E PONTI

VI02 – VIADOTTO SU SP15

Relazione tecnica e di calcolo



CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG. ANNO

D P C A 0 3 5 2 D 1 9

NOME FILE

CA352_P00VI02STRRE01_A

CODICE ELAB.

P 0 0 V I 0 2 S T R R E 0 1

REVISIONE

A

SCALA:

-

D

-

-

-

-

C

-

-

-

-

B

-

-

-

-

A

EMISSIONE

FEB.2020

F.SALUTE

G.PIAZZA

F.NICCHIARELLI

REV.


DESCRIZIONE

DATA

REDATTO


VERIFICATO

APPROVATO


S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

INDICE


1	GENERALITA'	6
1.1	OGGETTO.....	6
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA.....	6
1.2.1	<i>Vita Nominale V_n</i>	6
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i>	6
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i>	7
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	7
1.4	CONSIDERAZIONI SULLE METODOLOGIE COSTRUTTIVE.....	9
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI	10
3	NORME TECNICHE	10
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO	11
4.1	CALCESTRUZZI	11
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	11
4.1.2	<i>Copriferri nominali</i>	12
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i>	14
4.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i>	15
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE	17
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	17
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	17
4.3	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	18
4.3.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	18
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>	19
4.5	GIUNZIONI BULLONATE	19
4.5.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	19

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	


4.5.2	<i>Resistenze di progetto</i>	19
4.6	GIUNZIONI SALDATE	19
5	AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO	21
5.1	ELENCO DELLE AZIONI SUI PONTI STRADALI	21
5.2	ANALISI DEI CARICHI IMPALCATO CARREGGIATA SINISTRA	21
5.2.1	<i>Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1</i>	22
5.2.2	<i>Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2</i>	22
5.2.3	<i>Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3</i>	23
5.2.4	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ε2 e ε3</i>	24
5.2.5	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – ε4</i>	26
5.2.6	<i>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1</i>	26
5.2.7	<i>Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3</i> <i>30</i>	
5.2.8	<i>Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4</i>	30
5.2.9	<i>Azioni di Neve e di Vento – q5</i>	30
5.2.10	<i>Azioni della temperatura – q7</i>	33
5.2.11	<i>Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8</i>	36
5.2.12	<i>Resistenze parassite dei vincoli – q9</i>	39
5.2.13	<i>Azioni sismiche – E</i>	39
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO	44
5.3.1	<i>Combinazioni di carico in esercizio</i>	44
5.3.2	<i>Combinazioni di carico in fase sismica</i>	47
6	ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO CARREGGIATA SINISTRA	48
6.1	CRITERI DI CALCOLO	48
6.1.1	<i>Analisi globale</i>	48
6.1.2	<i>Analisi locali</i>	50
6.2	ANALISI STATICA GLOBALE	50
6.2.1	<i>Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi</i>	50
6.2.2	<i>Applicazione dei carichi al modello</i>	51
6.2.3	<i>Sollecitazioni di progetto</i>	52
6.3	VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI.....	65

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	


6.3.1	Verifiche di resistenza SLU	65
6.3.2	Verifiche SLE "a respiro" delle anime	73
6.3.3	Verifiche agli SLE-RARA delle travi principali	74
6.3.4	Verifiche a fatica	76
6.3.5	Verifiche SLU delle saldature longitudinali	83
6.3.6	Verifiche delle connessioni a pioli.....	84
6.4	VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITÀ DELLA STRUTTURA	87
6.5	VERIFICA DELLA SOLETTA IN C.A.	88
6.5.1	Verifica delle predalles in fase di autoportanza.....	89
6.5.2	Verifiche della soletta in esercizio (2° fase).....	96
7	ANALISI E VERIFICA DELLE SPALLE	127
7.1	ANALISI DELLA PALIFICATA.....	127
7.2	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE	128
7.3	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PALI DI FONDAZIONE	129
7.4	DIMENSIONAMENTO DELLE SINGOLE MEMBRATURE DELLE SPALLE.....	138
7.4.1	Zattera di fondazione	138
7.4.2	Mensola posteriore	138
7.4.3	Muro frontale.....	138
7.4.4	Paraghiaia.....	138
7.4.5	Muri di risvolto.....	140
7.4.6	Verifiche di resistenza a taglio.....	141
8	VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE	142
8.1	APPARECCHI DI APPOGGIO	142
8.1.1	Carichi verticali trasmessi dall'impalcato	142
8.1.2	Carichi orizzontali trasmessi dall'impalcato	142
8.2	ESCURSIONI DEGLI APPARECCHI DI APPOGGIO E DEI GIUNTI DI DILATAZIONE.....	144
8.3	RIEPILOGO CARATTERISTICHE DI PROGETTO DISPOSITIVI DI VINCOLO E GIUNTI	145
9	VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI	147
9.1	CRITERI DI CALCOLO.....	147
9.1.1	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione	148

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

9.1.2	Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione	152
9.1.3	Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione	152
9.1.4	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale	153
9.1.5	Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale	159
9.2	APPLICAZIONE AL CASO IN ESAME	162
9.2.1	Caratteristiche delle opere di fondazione su pali.....	162
9.2.2	Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto.....	162
9.2.3	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento).....	163
9.2.4	Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale	163
10	DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)	165
10.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	165
10.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	165
10.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	165
10.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	165
10.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	165
10.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	166
11	ALLEGATO 1 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI ANALISI.....	167
12	ALLEGATO 2 – IMPALCATO ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI VERIFICA	168
13	ALLEGATO 3 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU	169
14	ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI	170
15	ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE LONGITUDINALI DELLE TRAVI PRINCIPALI	171
16	ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI	172
17	ALLEGATO 7 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPA	173

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

18	ALLEGATO 8 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPB	174
19	ALLEGATO 9 –FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI ASSIALI	175
20	ALLEGATO 10 –FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI.....	176

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del Viadotto "su SP15" dalla progressiva km 3 + 323 alla progressiva km 3+358, previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della "S.S. n.554 "Cagliariatana" - Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554).

Il ponte è composto da 1 campata di luce pari a 35.0 m misurata in asse appoggi spalle.

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico (§art. 26 e 29 D.P.R. 5/10/2010, n°207).

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

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.

S.S. 554 "Cagliaritano" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

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

1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

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

- Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 100 \times 2.0 = 200$ anni.

1.3 Descrizione delle opere


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

L'opera in esame è costituita da **due** impalcati distinti, inclinati di **54°** rispetto all'asse del ponte.

Ogni impalcato ha larghezza complessiva in retto di **15 m** e **13.91 m** in obliquo. La piattaforma stradale ha larghezza **13.50 m** (strada **Extraurbana principale di Categoria B**, ai sensi del DM2001), ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza **0.75 m** in sx e dx.

Gli impalcati sono a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da **tre** travi metalliche principali di altezza costante pari a **2.00 m**.

La distanza trasversale tra le travi è pari a **5.00 m** e gli sbalzi laterali hanno luce massima pari a **2.50 m** in sx e dx.

S.S. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

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

Il graticcio d'impalcato è completato dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata (orientati trasversalmente alle travi principali) ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio (orientati con un'inclinazione di 54° rispetto all'asse dell'impalcato). L'interasse tra i traversi è pari a 6.30 m. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiere saldate.

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

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

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

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

La solidarizzazione della soletta alla trave metallica sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson $\varnothing 22$ con altezza di 220 mm.

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

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

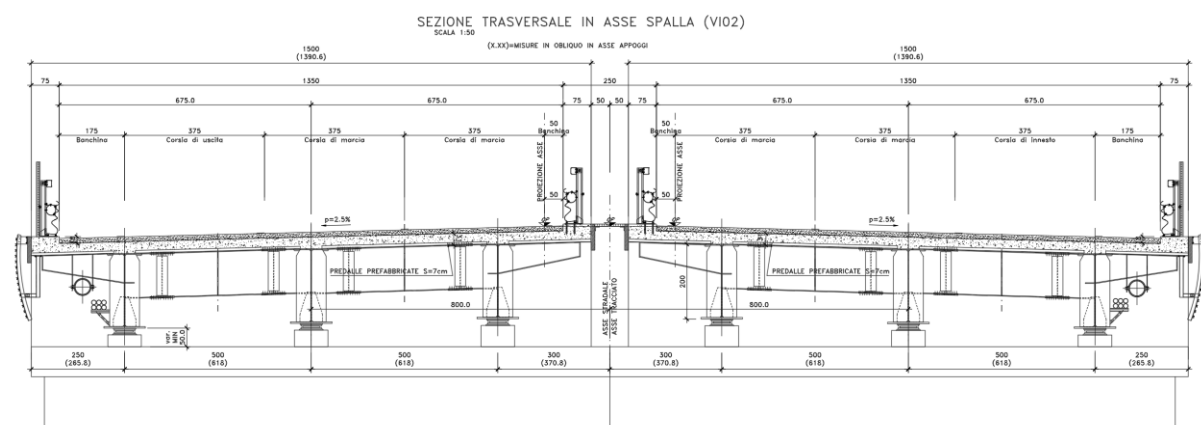



Figura 1.1. Sezione trasversale impalcato in campata

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

Lo schema di vincolo prevede l'adozione di apparecchi di appoggio in acciaio-teflon a disco elastomerico confinato.

L'allineamento fisso per azioni orizzontali longitudinali è stato ubicato sulla spalla SPA.

Di contro, le azioni orizzontali trasversali vengono trasmesse a tutte le sottostrutture.

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 due spalle del ponte sono di tipo tradizionale con:

- muro frontale di altezza pari a **6.0** m per SPA e SPB e spessore pari a **1.80** m;
- paraghiaia di spessore **60** cm, debitamente arretrato rispetto alle travi d'impalcato in modo da garantire un varco di ampiezza adeguata alla manutenzione;
- muri andatori laterali per il contenimento del quarto di cono del rilevato.

Per il dimensionamento dei muri d'ala si rimanda alla specifica relazione di calcolo, comune a tutti i viadotti previsti nell'ambito dei lavori. In questa relazione, sulla base delle azioni in testa pali illustrate nella suddetta relazione di calcolo, sono riportate le verifiche geotecniche dei pali di fondazioni.

Le fondazioni sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a **2.0** m e palificate di pali trivellati di diametro ϕ **1200** in numero di **33** (3 x 11) per la spalla SPA e di **30** (3 x 10) per la spalla SPB.

1.4 Considerazioni sulle metodologie costruttive

La realizzazione delle sottostrutture non pone particolari problematiche.

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.

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

- Fase 1a: getto delle parti di soletta comprese tra le travi e degli sbalzi per **1.0** m dall'asse delle travi;
- Fase 1b: getto di completamento degli sbalzi.

In direzione longitudinale si effettueranno dapprima i getti delle zone di campata e successivamente i getti in corrispondenza delle spalle.

Successivamente, si provvederà alla realizzazione dei cordoli e delle finiture.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</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. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</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] .

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

Analogamente, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma [D_4], che attribuisce alla **Sardegna** un livello di rischio **Nulla**, è stata esclusa l'applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato concentrazioni di solfati (SO_4) nelle acque di falda, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma [D_3].


Di seguito il prospetto di sintesi riportato nel report "Documentazione indagini ambientali", prodotto da TECNOIN (§4.4 – Attacco chimico del calcestruzzo).

Classe di esposizione per le acque

Denominazione		Acqua				Classi di esposizione		
		S01D-PZ	S08-PZ	S07-PZ	S09D-PZ	XA1	XA2	XA3
PARAMETRO	U. M.							
pH	unità pH	7,12	7,65	7,51	7,34	5,5-6,5	4,5-5,5	4,0-4,5
Magnesio	mg/L	66	66,00	67	59	300-1000	1000-3000	>3000
Ammoniaca (ione ammonio)	mg/L	2,25	2,76	3,21	2,49	15-30	30-60	60-100
Solfati (ione solfato)	mg/L	461	498	477	537	200-600	600-3000	3000-6000
Anidride carbonica (CO2)	mg/L	10	11,00	11	9	15-40	40-100	>100

Le concentrazioni di solfati rilevate in larga prevalenza permettono di definire per le membrature di fondazione una classe di esposizione XA1.

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)							
CALCESTRUZZO PER	Magrone	Sottofondazioni Pali trivellati e diaframmi	Fondazioni Spalle, pile e muri andatori *	Elevazioni Spalle, pile, pulvini e muri andatori *	Elevazioni Baggioli	Solette impalcato Predalle prefabbricate	Solette impalcato Getti in opera e cordoli marginali
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	C12/15	C32/40	C32/40	C32/40	C35/45	C35/45	C35/45
Classe di esposizione ambientale	-	XC2-XA1	XC2-XA1	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	-	0.50	0.50	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 ³)	150	340***	340***	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.


*** cemento tipo SR resistente ai solfati secondo EN 197/1.

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

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_0	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

S.S. 554 "Cagliariatana"		 GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 5 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

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

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

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018

Dati generali relativi all'opera	Var	unità	
Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)	TC		3
Vita nominale dell'opera	V _N	anni	100

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm


ambiente	barre da c.a.						cavi da c.a.p.					
	elementi a piastra			altri elementi			elementi a piastra			altri elementi		
	R _{ckmin}	R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}	R _{ck} ≥ R _{ck0}	R _{ckmin} ≤ R _{ck} ≤ R _{ck0}
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35	35	
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45	45	
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50	50	

Elemento	Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle e muri andatori	Elevazioni - Pile, pulvini e baggioi	Solette impalcato predalle	Soletta impalcato getti in opera e cordoli marginali
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)	1	1	1	1	1	1
Elemento a piastra	NO	SI	SI	NO	SI	SI
Classe di esposizione	XC2 - XA1	XC2 - XA1	XC4	XC4	XC4	XC4
Ambiente	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo
R _{ck}	40	40	40	40	45	45
Check R _{ck} min	OK	OK	OK	OK	OK	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	35	30	30	35	30	30
incremento Per V _n =100 (tipo di costruzione 3)	10	10	10	10	10	10
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*	NO	NO	NO	NO	SI	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferri	0	0	0	0	-5	0
Tolleranza di posa	10	10	10	10	5	10
copriferro nominale	55	50	50	55	40	50

Tabella 4.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	


Elemento		Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle e muri andatori	Elevazioni - Pile, pulvini e boggioni	Solette impalcato predalle	Soletta impalcato getti in opera e cordoli marginali
copriferro nominale di progetto	mm	75	50	50	55	40	50

Tabella 4.3 – Valori dei copriferri nominali adottati in progetto

4.1.3 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C32/40:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	C32/40
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	40
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	32
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	3.02
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	2.12
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	3.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346
STATI LIMITE ULTIMI		
	Var	
coefficiente γ_c	γ_c	1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41
STATI LIMITE DI ESERCIZIO		
	Var	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	19.20
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	14.40
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52
ANCORAGGIO DELLE BARRE		
	Var	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	2.22

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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 γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	19.83
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.50

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

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

4.1.4 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 aggressive; per le verifiche a fessurazione della soletta, delle elevazioni delle spalle (classe di esposizione XC4) e per le verifiche a fessurazione delle fondazioni e delle sottofondazioni (classe di esposizione XA1).

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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

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

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

Pertanto, nel caso in esame si ha:

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


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

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

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

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

Tensioni limite in funzione diametro barre			
Diametro barre ϕ [mm]	Tensione max acciaio σ_s [Mpa]		
	$w_3=0.4\text{mm}$	$w_2=0.3\text{mm}$	$w_1=0.2\text{mm}$
	40	160	114
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.

4.2.2 Resistenze di progetto

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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 ≤ 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](#).

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 γ_{m0}		γ_{m0}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature γ_{m1}		γ_{m1}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti γ_{m1}		γ_{m1}		1.10
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori γ_{m2}		γ_{m2}		1.25
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m0}$	Mpa	338.1
Resistenza all'instabilità delle membrature	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	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).

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

4.4.2 Resistenze di progetto

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

4.5 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 trasversi saranno del tipo **ad attrito**.

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

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


4.5.2 Resistenze di progetto

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


4.6 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.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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 impalcato carreggiata sinistra

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

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</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 1.50 che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

Il peso proprio delle solette comprensive delle predalle è pari a:

- Soletta in c.a.: $(15.00 \times 0.31) \times 25.0 = 116.25$ 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	38.75	38.75	38.75

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

- Strutture in carpenteria metallica impalcato : $2.30 \times 15.00 = 34.5$ kN/ml

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

$$Pg1a = 34.5 + 116.25 = 150.75 \text{ kN/m}$$

5.2.1.2 Peso proprio delle sottostrutture e relative fondazioni

Il peso proprio delle spalle 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

Si considera un peso proprio della pavimentazione pari a 3.0 kN/mq.

Sono state prese in considerazione due configurazioni:

- la prima (g2max_tr), relativa alla sezione trasversale d'impalcato con tubazioni di smaltimento e reti di protezioni 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 (g2max_imp), implementata nelle analisi delle sottostrutture, relativa alla sezione trasversale dei due impalcato gravanti sulla singola spalla. Si considerano tubazioni di smaltimento, carter metallici e reti di protezione sugli sbalzi esterni di entrambi gli impalcato.

Le rispettive analisi dei carichi permanenti portati sono appresso illustrate:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

G2max_tr:

<i>Analisi dei carichi</i>		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-7.13	-26.72
cordolo dx	kN/m	3.75	7.13	26.72
pavimentazione	kN/m	40.50	0.00	0.00
guard-rail sx	kN/m	1.50	-7.25	-10.88
guard-rail dx	kN/m	1.50	7.25	10.88
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-7.35	-3.68
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.00	7.35	0.00
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-6.75	-10.13
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	6.75	0.00
veletta sx+carter	kN/m	2.90	-7.50	-21.75
veletta dx	kN/m	1.40	7.50	10.50
Sommano		57.30	-0.44	-25.05

Pertanto, i carichi agenti sulle due travi risultano pari a:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
cordoli	kN/m	2.50	2.50	2.50
pavimentazione	kN/m	13.50	13.50	13.50
guard-rail	kN/m	1.00	1.00	1.00
barriere antirumore/parapetti	kN/m	0.53	0.17	-0.20
Tubazione smaltimento acque di piattaforma	kN/m	1.51	0.50	-0.51
velette	kN/m	2.56	1.43	0.31
Totale permanenti portati	kN/m	21.61	19.10	16.60

G2max_imp:

<i>Analisi dei carichi</i>		Impalcato sx			Impalcato dx		
		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)	p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	13.25	49.69	3.75	-2.75	-10.31
cordolo dx	kN/m	3.75	-1.00	-3.75	3.75	-13.25	-49.69
pavimentazione	kN/m	40.50	6.13	248.06	29.25	-8.00	-234.00
guard-rail sx	kN/m	1.50	13.38	20.06	1.50	-2.63	-3.94
guard-rail dx	kN/m	1.50	-1.13	-1.69	1.50	-13.38	-20.06
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	13.48	6.74	0.00	-2.53	0.00
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.00	-1.23	0.00	0.50	-13.48	-6.74
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	13.25	19.88	0.00	-2.75	0.00
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	-1.00	0.00	1.50	-13.25	-19.88
veletta sx + carter metallico	kN/m	2.90	13.63	39.51	1.40	-2.38	-3.33
veletta dx	kN/m	1.40	-1.38	-1.93	2.90	-13.63	-39.51
Sommano		57.30	6.57	376.58	46.05	-8.41	-387.45

Le eccentricità sono calcolate rispetto al baricentro della spalla.

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:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

peso di volume del materiale da rilevato stradale:

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

angolo d'attrito interno del rilevato stradale:

$$\phi = 35^\circ$$

coefficiente di spinta a riposo :

$$K0 = 1 - \text{sen } \phi = 0.426$$

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

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

5.2.4 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ϵ_2 e ϵ_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:

ϵ_{cs} è la deformazione totale per ritiro

ϵ_{cd} è la deformazione per ritiro da essiccamento

ϵ_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno

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

Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	var	unità	
Modulo elastico calcestruzzo	E_c	MPa	34077
spessore dei getti in opera	h_c	m	0.24
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	A_c	m ²	3.600
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	14.88
coefficiente $h_0 = 2 \times A_c / u$	h_0	mm	484
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	ϵ_c		0.00020
deformazione finale per ritiro autogeno	ϵ_{ca}		0.00006
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{cs}		0.00027

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

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


$$M_r = N_r \times z$$

Essendo:

ϵ_{cs} la deformazione totale finale per ritiro;

A_c l'area del calcestruzzo soggetta a ritiro;

E_a modulo elastico dell'acciaio;

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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:

Effetti dovuti al ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	var	unità	
distanza tra il baricentro della soletta in clt e il baricentro della sezione composta a tinf estremità sx	z	m	0.6589
baricentro della sezione composta a tinf estremità dx	z	m	0.659
Forza assiale d'estremità	N_{cr}	kN	-12796.3
Momento flettente d'estremità sx	M_{crsx}	kNm	8431.2
Momento flettente d'estremità dx	M_{crdx}	kNm	8431.2
Carichi agenti sulle travi		Tr_{sx}	Tr_{dx}
Forza assiale d'estremità sx	kN	-4265.4	-4265.4
Momento flettente d'estremità sx	kNm	2810.4	2810.4
Forza assiale d'estremità dx	kN	-4265.4	-4265.4
Momento flettente d'estremità dx	kNm	2810.4	2810.4

5.2.4.2 Coefficienti di omogeneizzazione acciaio-clt 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 clt a 28 giorni;

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

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

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

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

In ultima analisi si ottiene:

Condizione di carico	Ψ_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	15.06

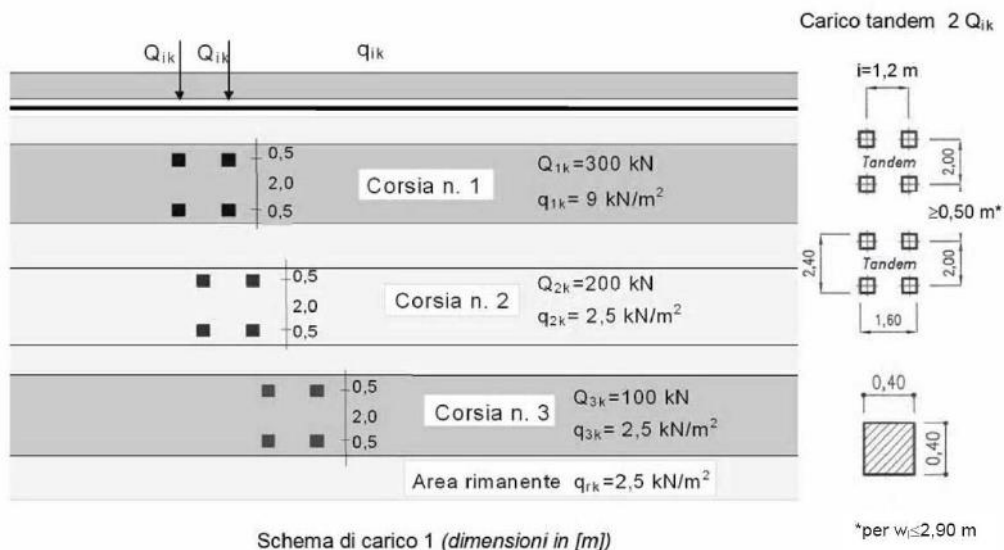
5.2.5 Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – ϵ_4

Trattandosi di impalcati 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 – q1


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

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



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

Le intensità dei carichi concentrati e distribuiti considerate sono quelle richiamate nella Tab. 5.1.II delle NTC2018:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

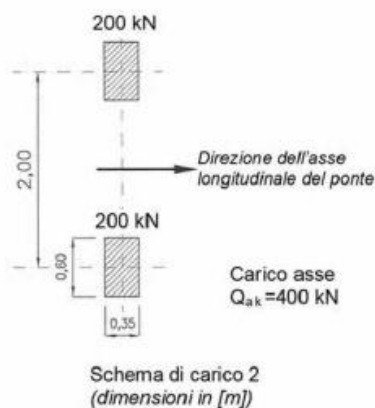
Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

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

I suddetti carichi mobili includono gli effetti dinamici.


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

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



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

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

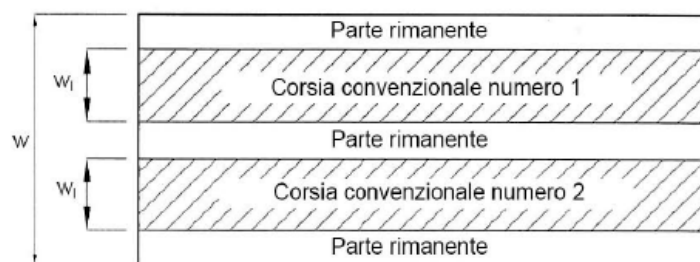


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

Tab. 5.1.I - Numero e larghezza delle corsie

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

Nel caso in esame, di piattaforma carrabile complessivamente larga **13.50 m**, si determinano **3** corsie di larghezza pari a **3.0 m**.

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 e parte rimanente), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- 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 e parte rimanente), disposte a partire dal margine destro della carreggiata.

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

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili sulle due travi per le combinazioni da C1-dx a C4-dx (carichi mobili in DX):

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	-57.50	100.00	257.50
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	-35.83	166.67	369.17
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	5.00	200.00	395.00
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	-5.18	9.00	23.18
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	-4.36	11.50	27.36
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	-1.30	14.00	29.30

La ripartizione dei carichi mobili sulle due travi per le combinazioni da C1-sx e C4-sx è perfettamente simmetrica.

Come è possibile evincere, gli effetti più gravosi per la singola trave, sono relativi al caso di piattaforma impegnata da tre colonne di carico (vedi **Error! Reference source not found.**).

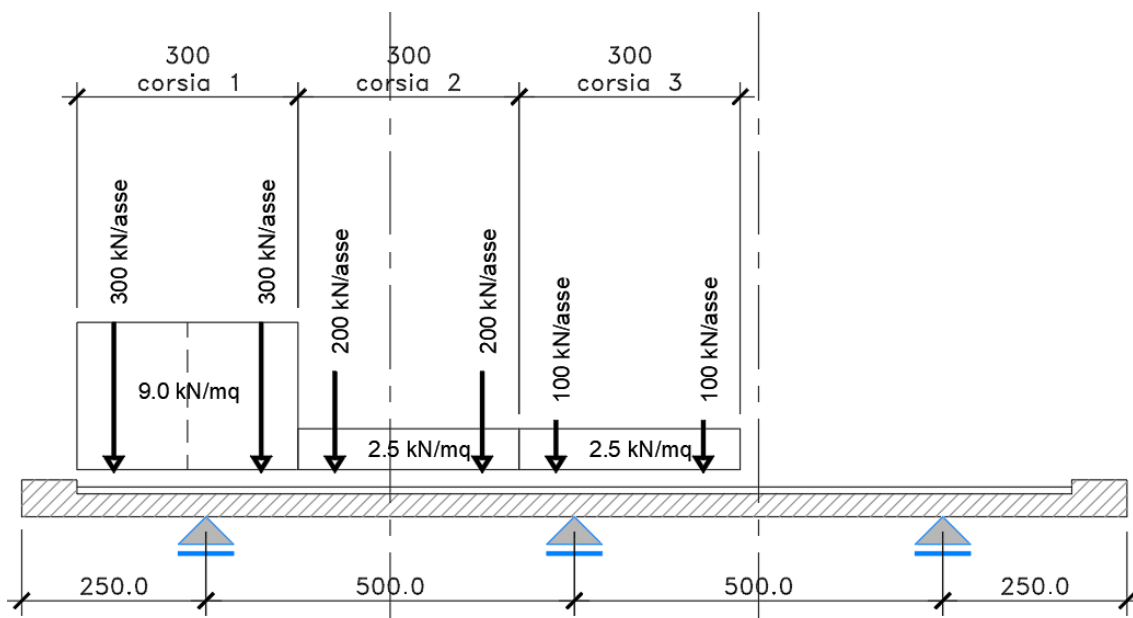



Figura 5.1. Disposizione trasversale carichi mobili per analisi globale travi principali impalcato

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 (con riferimento all'impalcato sinistro, le cui caratteristiche sono riportate nei paragrafi successivi):

- C1: impalcato **sinistro** impegnato da 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata, e carico distribuito qik sulla rimanente larghezza dell'impalcato sinistro e sull'intero impalcato destro, questa configurazione massimizza lo sforzo normale sulle sottostrutture;
- C2: impalcato **sinistro** impegnato da 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata, e carico distribuito qik sulla rimanente larghezza dell'impalcato sinistro. L'impalcato destro è scarico, questa configurazione massimizza la coppia trasversale sulle sottostrutture;
- C3: impalcato **destra** impegnato da 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata, e carico distribuito qik sulla rimanente larghezza dell'impalcato destro e sull'intero impalcato sinistro, questa configurazione massimizza lo sforzo normale sulle sottostrutture;

S.S. 554 "Cagliaritana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

- C4: impalcato **destro** impegnato da **3** colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata, e carico distribuito q_{ik} sulla rimanente larghezza dell'impalcato destro. L'impalcato sinistro è scarico, 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:

$$q_3 = 458.6 \text{ kN}$$

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

Nel caso in esame, il ponte ha una configurazione in rettilineo, per cui si trascurano gli effetti delle forze centrifughe.

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.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

L'azione del vento è stata assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte. Tale azione è stata considerata agente sulla proiezione nel piano verticale delle superfici direttamente investite.

La superficie dei carichi transitanti sul ponte esposte al vento si assimila ad una parete rettangolare continua dell'altezza di 3 m a partire dal piano stradale.

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

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

Dove:

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

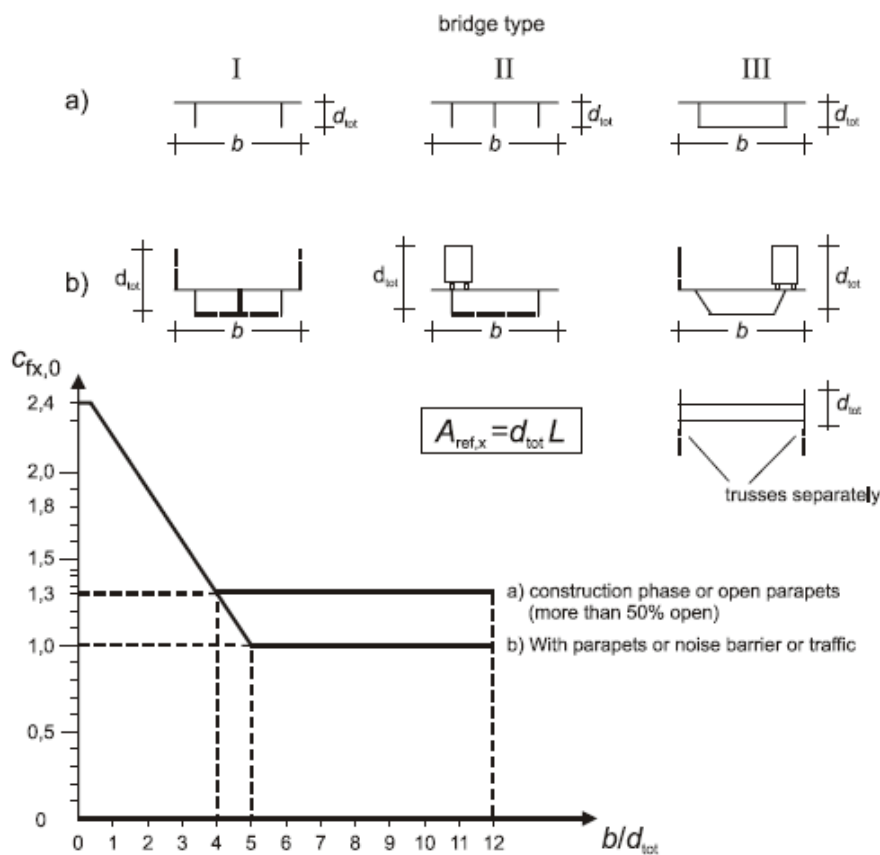


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges, $c_{fx,0}$

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

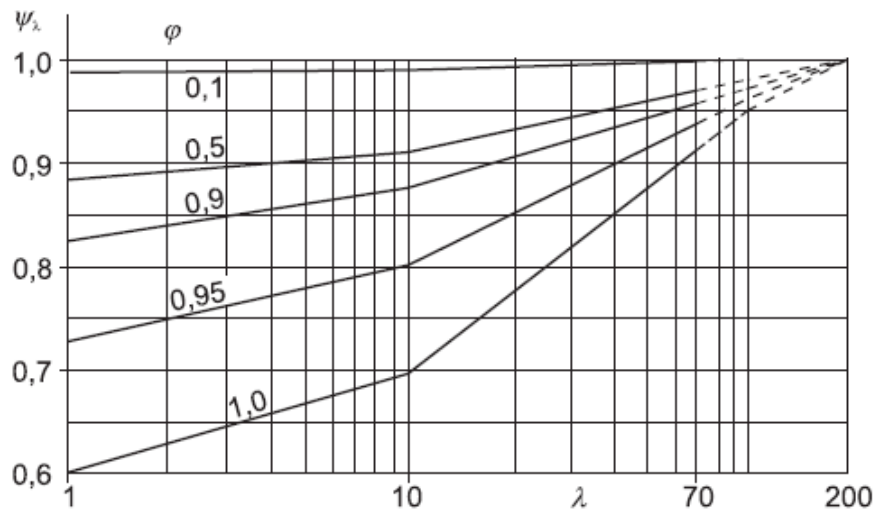



Figure 7.36 — Indicative values of the end-effect factor ψ_λ as a function of solidity ratio ϕ versus slenderness λ

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

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Effetti dovuti al Vento (q5)	var	unità	
parametro vb,0	vb0	m/sec	28
parametro a0	a0	m	750
parametro ka	ka	l/sec)	0.4
altitudine del viadotto s.l.m.	as	m	20
velocità di riferimento vb	vb	m/sec	28.0
pressione cinetica del vento	qb	kN/m2	0.49
Classe di rugosità del terreno			D
Categoria di esposizione del sito			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	10.0
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		2.35
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.39
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.55
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico		kN/m2	1.60
pressione del vento impalcato carico		kN/m2	1.78
pressione del vento pile		kN/m2	1.38
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	36.2
altezza impalcato scarico	Hp1	m	4.51
Altezza impalcato carico	Hp2	m	5.42
Altezza centro di taglio	zg	m	2.16
Carichi dovuti al vento	qt (kN/m)	b (m)	Mt (kNm/m)
Impalcato scarico (braccio al baricentro impalcato)	7.2	0.10	0.7
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	9.7	0.56	5.4
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	7.2	2.26	16.2
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	9.7	2.71	26.2

I momenti Mt determinano i seguenti carichi verticali sulle tre travi:

Carichi verticali agenti sulle travi		Trsx	Trcen	Trdx
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.07	0.00	0.07
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	-1.62	0.00	1.62
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-2.62	0.00	2.62


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°;
- una variazione termica negativa tra soletta e travi metalliche pari a -10°.

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Dati	Var	unità	SP
Distanza tra punto fisso e giunto di dilatazione	DL	m	35.8
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmax	[°]	41.43
Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-7.59
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	25
Zona climatica	Z		II
deformazione totale finale per ritiro	εcs		0.00015

La tipologia d'impalcato fa riferimento alla classificazione della EN 1991-1-5 (tipo 2 per impalcati 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 5.2: Zonizzazione del territorio nazionale per valutazioni azioni climatiche

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

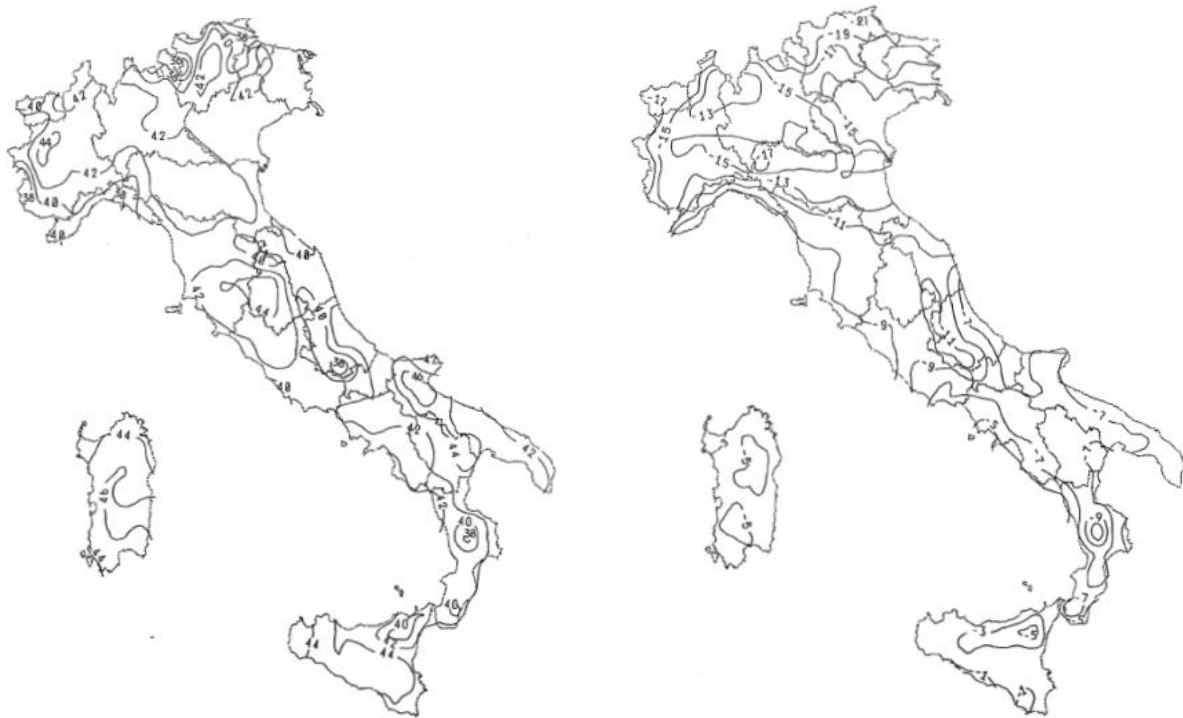


Figura 5.3: Temperature dell'aria massime T_{max} (sx) e minime T_{min} (dx) dell'aria all'ombra al livello del mare

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

Variazioni termiche positive:

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

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


Variazioni termiche negative:

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

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

Essendo:

- α il coefficiente di dilatazione termica;
- A_c l'area della soletta gettata in opera;
- E_a modulo elastico dell'acciaio;
- n_0 coefficiente di omogeneizzazione acciaio-clt relativo alle azioni di breve termine.
- z distanza tra baricentro della soletta e baricentro della sezione composta relativo alle azioni di breve termine.

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

Effetti dovuti alle Variazioni termiche (q7)	var	unità	
variazione termica positiva	$\Delta T+$	°	10.0
variazione termica negativa	$\Delta T-$	°	-10.0
coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
coefficiente di omogeneizzazione a t0	n0		6.16
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a t0 estremità sx	z	m	0.396
baricentro della sezione composta a t0 estremità dx	z	m	0.396
Forza assiale d'estremità DT+	NcdT+	kN	12267.8
Momento flettente d'estremità sx	McdT+sx	kNm	-4855.4
Momento flettente d'estremità dx	McdT+dx	kNm	-4855.4
Forza assiale d'estremità DT-	NcdT-	kN	-12267.8
Momento flettente d'estremità sx	McdT-sx	kNm	4855.4
Momento flettente d'estremità dx	McdT-dx	kNm	4855.4

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità - DT+	kN	4089.3	4089.3
Momento flettente d'estremità sx	kNm	-1618.5	-1618.5
Momento flettente d'estremità dx	kNm	-1618.5	-1618.5
Forza assiale d'estremità - DT-	kN	-4089.3	-4089.3
Momento flettente d'estremità sx	kNm	1618.5	1618.5
Momento flettente d'estremità dx	kNm	1618.5	1618.5


5.2.11 Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8

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

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

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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


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

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

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

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

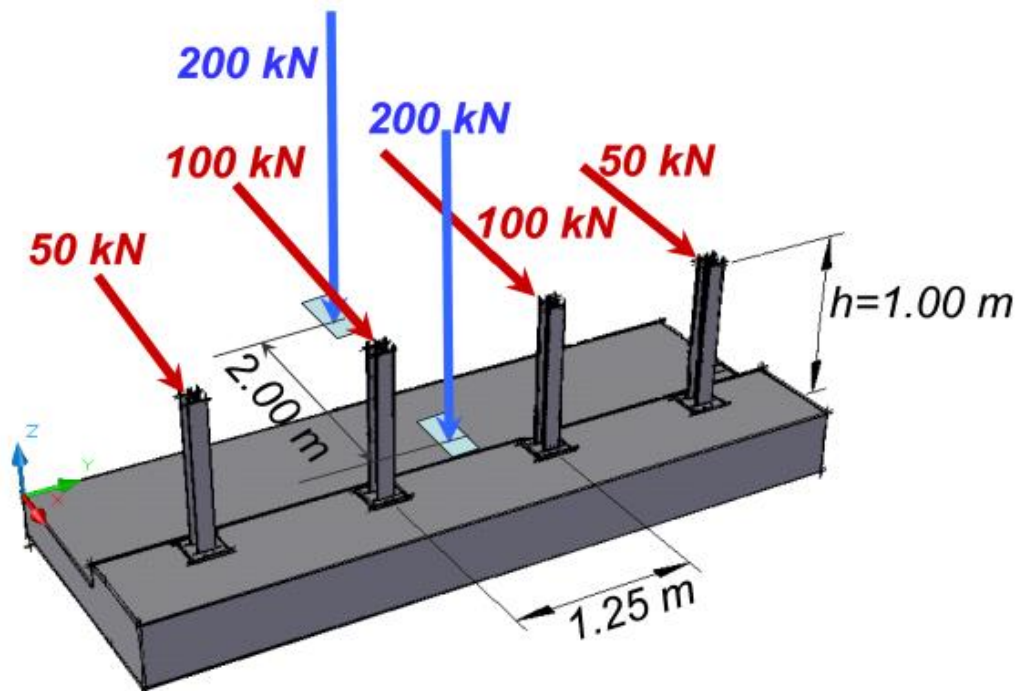



Figura 5.4: Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie"

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

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

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa.

5.2.12 Resistenze parassite dei vincoli – q9

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

5.2.13 Azioni sismiche – E

5.2.13.1 Coordinate di riferimento e parametri sismici fondamentali

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

Vita Nominale	$V_N =$	100	anni
Classe d'uso	$Cl =$	IV	
Coefficiente d'uso	$C.u. =$	2.0	
Periodo di riferimento	$V_R =$	200	anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
SLO	120	0.035	2.743	0.313
SLD	201	0.040	2.837	0.320
SLV	1898	0.073	3.076	0.404
SLC	3899	0.085	3.145	0.416


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

5.2.13.2 Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

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

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


In cui:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

- T è il periodo di vibrazione;
- $S_e(T)$ è l'accelerazione spettrale orizzontale;
- a_g è l'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo rigido, determinata in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} ;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_S \times S_T$, essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica (**Error! Reference source not found.**) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (**Error! Reference source not found.**);
- η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta = 10 / (5 + \xi) \geq 0,55$, dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_C = C_C \cdot T_c^*$ dove T_c^* è definito al § 3.2 e C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (**Error! Reference source not found.**);
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante e vale: $T_B = T_C / 3$
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4.0 \times (a_g / g) + 1.6$

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

Tabella 5.1 – Espressioni per S_S e C_C

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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

Tabella 5.2 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Nel caso in esame si ha:

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

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

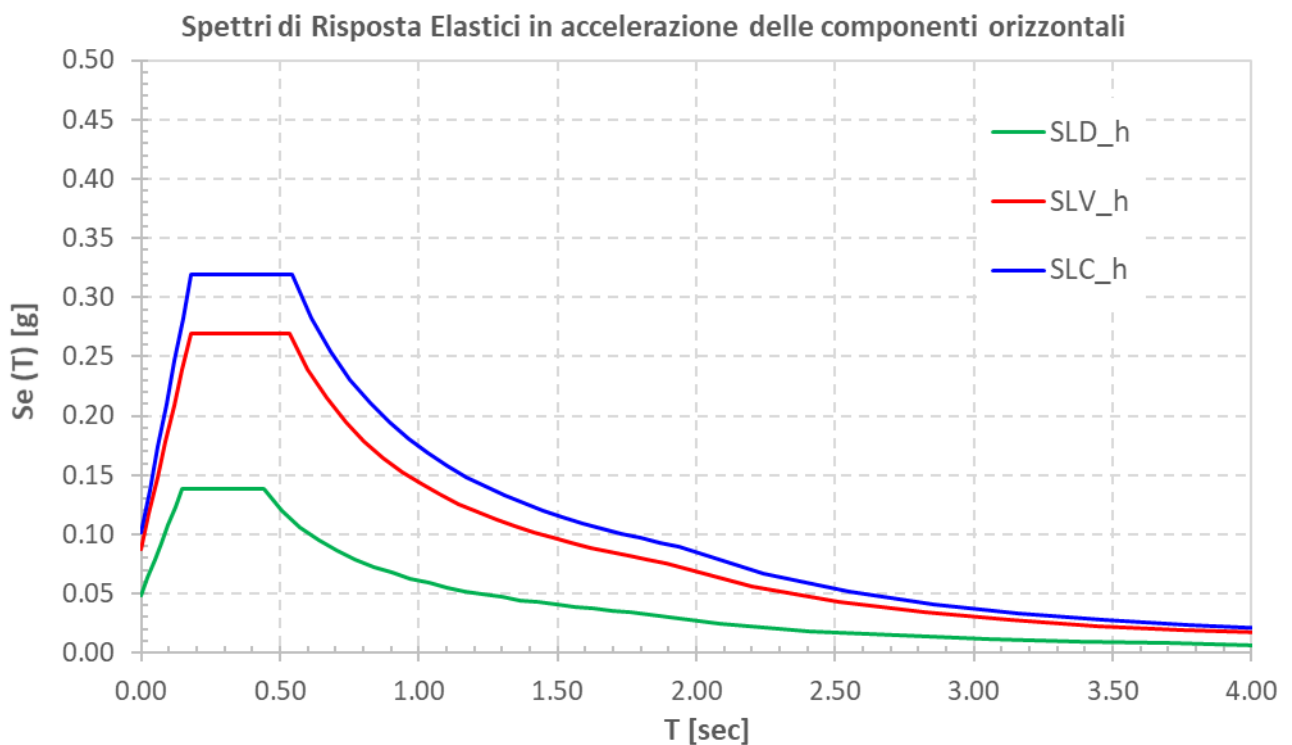



Figura 5.5 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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	0.040	2.837	0.320	0.147	0.442	1.762	1.20	1.00	1.20	1.38	0.009	0.034
SLV	0.073	3.076	0.404	0.178	0.533	1.892	1.20	1.00	1.20	1.32	0.022	0.073
SLC	0.085	3.145	0.416	0.182	0.545	1.938	1.20	1.00	1.20	1.31	0.026	0.087

Tabella 5.3 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

5.2.13.3 Spettri di risposta in accelerazione della componente verticale

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

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

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

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

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

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, F₀, S, η sono quelli precedentemente definiti per le componenti orizzontali del moto sismico; i valori di S_S, T_B, T_C e T_D, sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VI delle NTC2018:

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

Categoria di sottosuolo	S _S	T _B	T _C	T _D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

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

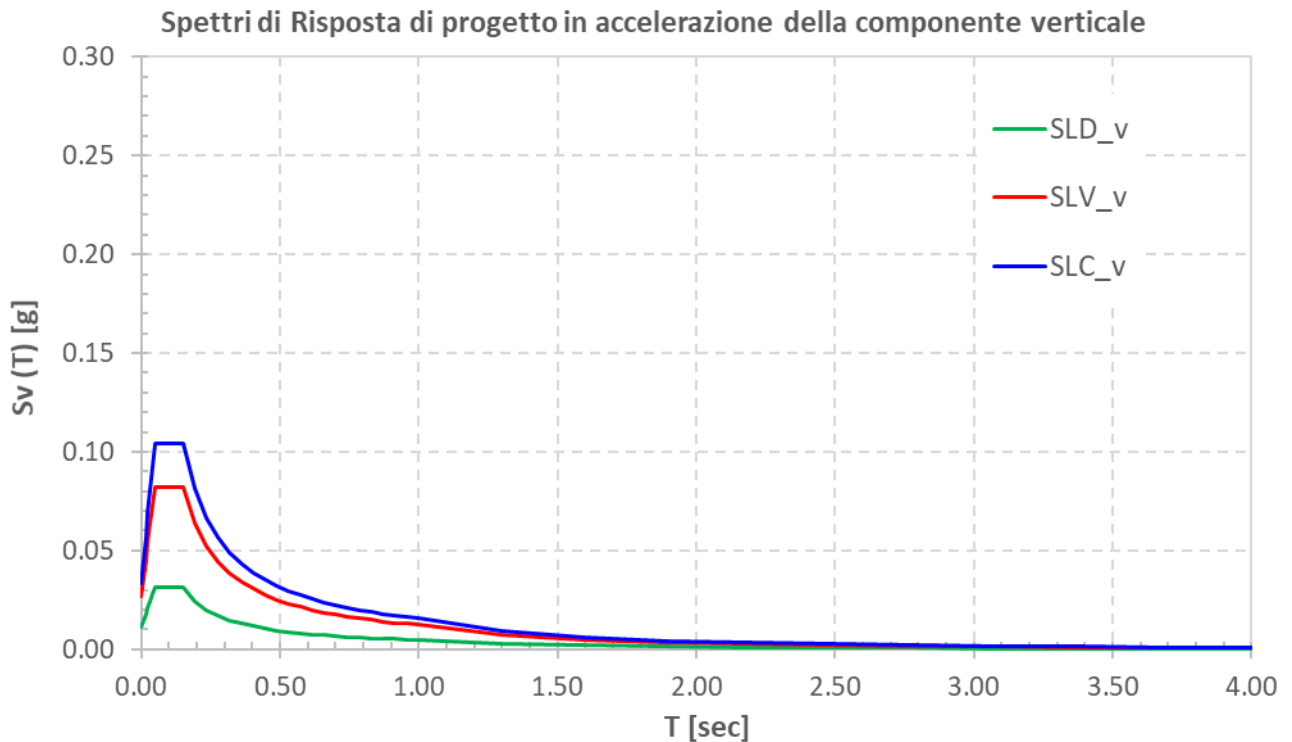


Figura 5.6 – Spettri elastici di risposta in accelerazione della componente verticale

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


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	0.040	2.837	0.771	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLV	0.073	3.076	1.123	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLC	0.085	3.145	1.234	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00

Tabella 5.4 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

5.2.13.4 Masse sismiche

In accordo al punto §5.1.3.12 delle NTC2018, Per determinare gli effetti delle azioni sismiche sulle strutture si è fatto riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti portati, considerando nullo il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

5.3 Combinazioni di Carico

5.3.1 Combinazioni di carico in esercizio


Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, sono state considerate le combinazioni di cui ai gruppi di azioni 1, 2a e 2b della tabella 5.1.IV delle NTC2018:

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

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

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

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

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


⁽²⁾ 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.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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

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

5.3.1.1 Combinazioni per verifiche strutture d'impalcato

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

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

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


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

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

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

Dove:

- G_1 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai pesi propri;
- G_2 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai permanenti portati;
- ε_2 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al ritiro;
- ε_4 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai cedimenti dei vincoli (ove previsti);

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

- q_{7a} sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica positiva;
- q_{7b} sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica negativa;
- Q₁ sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alle azioni variabili da traffico (C carichi concentrati – D carichi distribuiti – F folla);
- Q₅ sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al vento.

5.3.1.2 Combinazioni per sottostrutture

Si rimanda ai capitoli relativi ai dimensionamento 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_{EI} Azione sismica in direzione orizzontale longitudinale;


E_{Et} Azione sismica in direzione orizzontale trasversale;

E_{Ev} Azione sismica in direzione verticale.

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

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

6 ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO CARREGGIATA SINISTRA

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.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

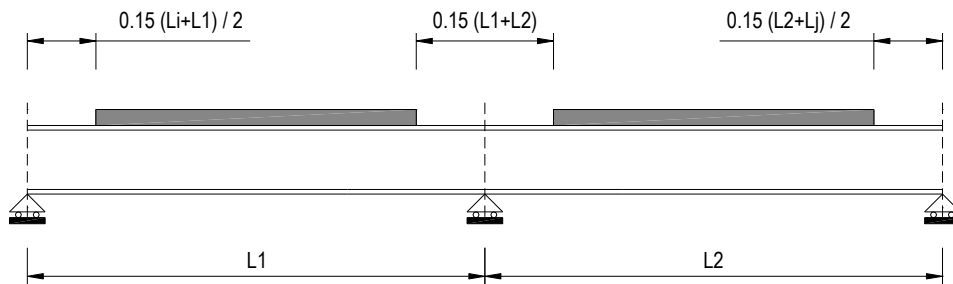


Figura 6.1. Modellazione degli effetti dovuti alla fessurazione

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:

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

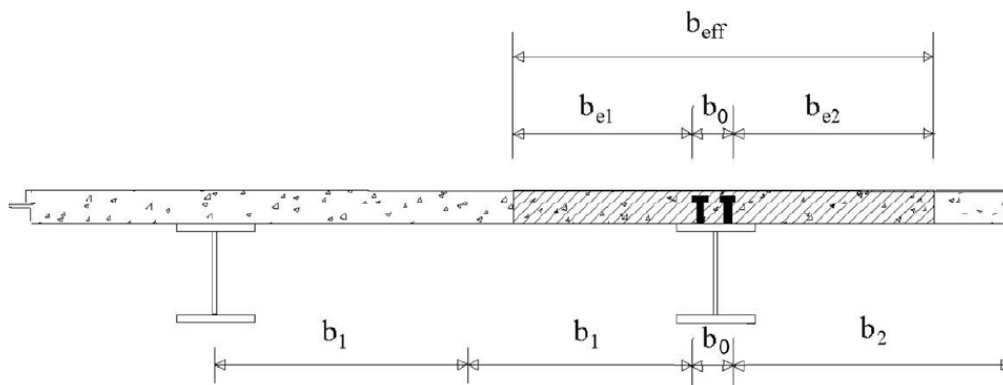



Fig. 4.3.1. - Definizione della larghezza efficace b_{eff} e delle aliquote b_{ei}

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:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

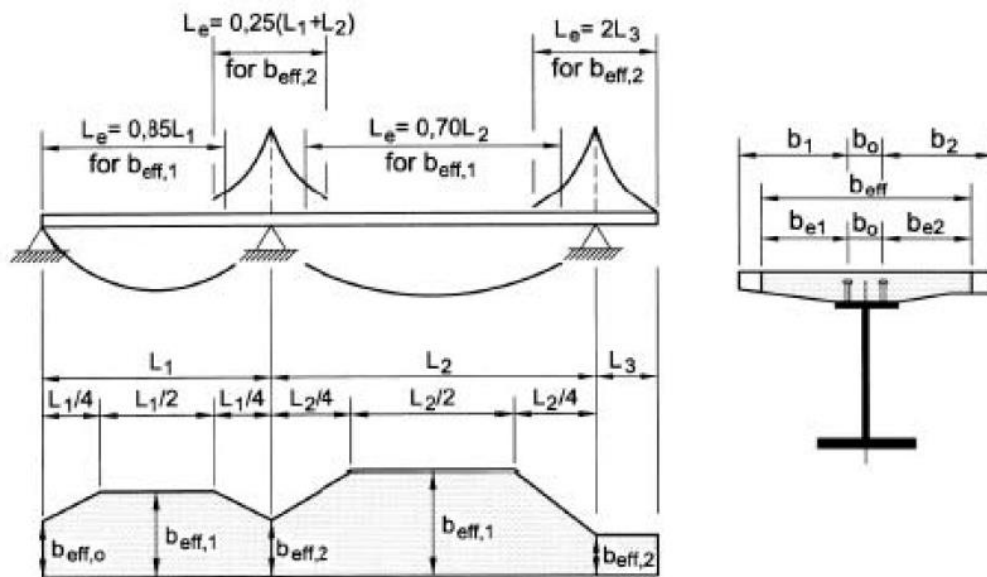


Fig. 4.3.2 - Larghezza efficace, b_{eff} , e luci equivalenti, L_e , per le travi continue

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 mezzzeria (b_{eff1}) così come esposto in precedenza.

6.1.2 Analisi locali

Il calcolo della soletta è stato effettuato mediante un modello agli elementi finiti che la schematizza attraverso elementi tipo SHELL, vincolate in semplice appoggio in corrispondenza delle travi principali.

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.

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

I simboli corrispondono allo schema seguente:

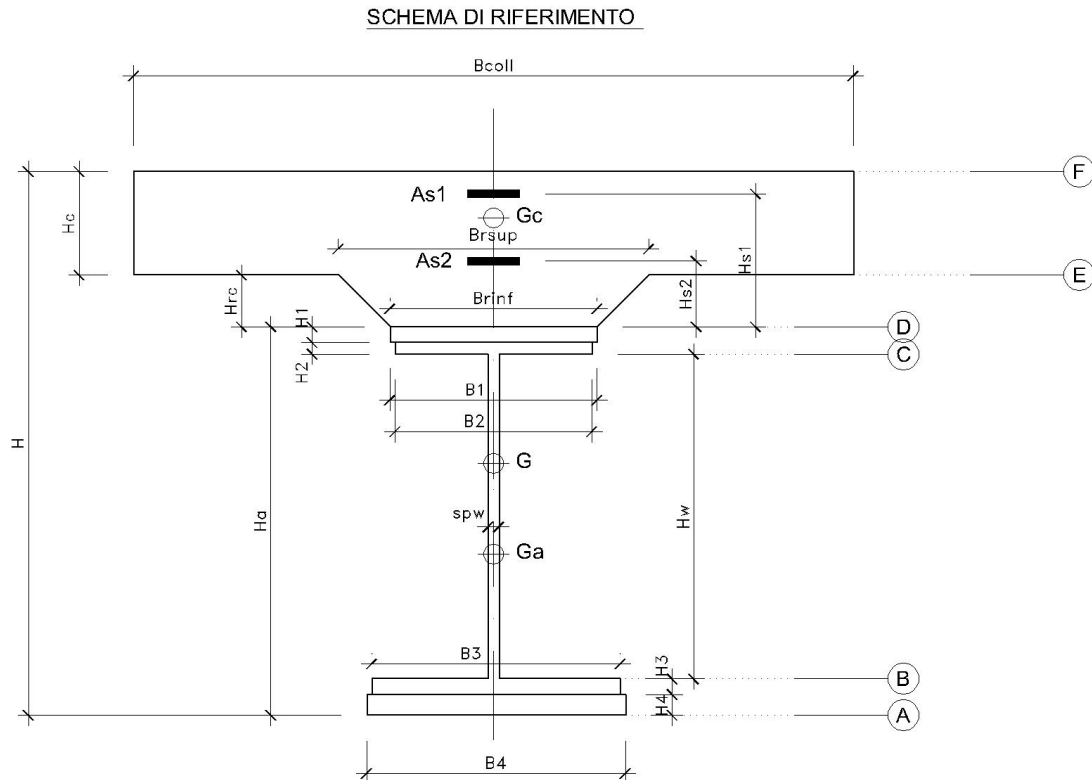


Figura 6.3. Schema di riferimento per la valutazione delle caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni delle travi d'impalcato

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. **Error! Reference source not found.** che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).


Il peso proprio della soletta, specificato al par. **Error! Reference source not found.**, 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. **Error! Reference source not found.**, 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 poggiate, gli effetti legati ai cedimenti degli appoggi sono nulli.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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.

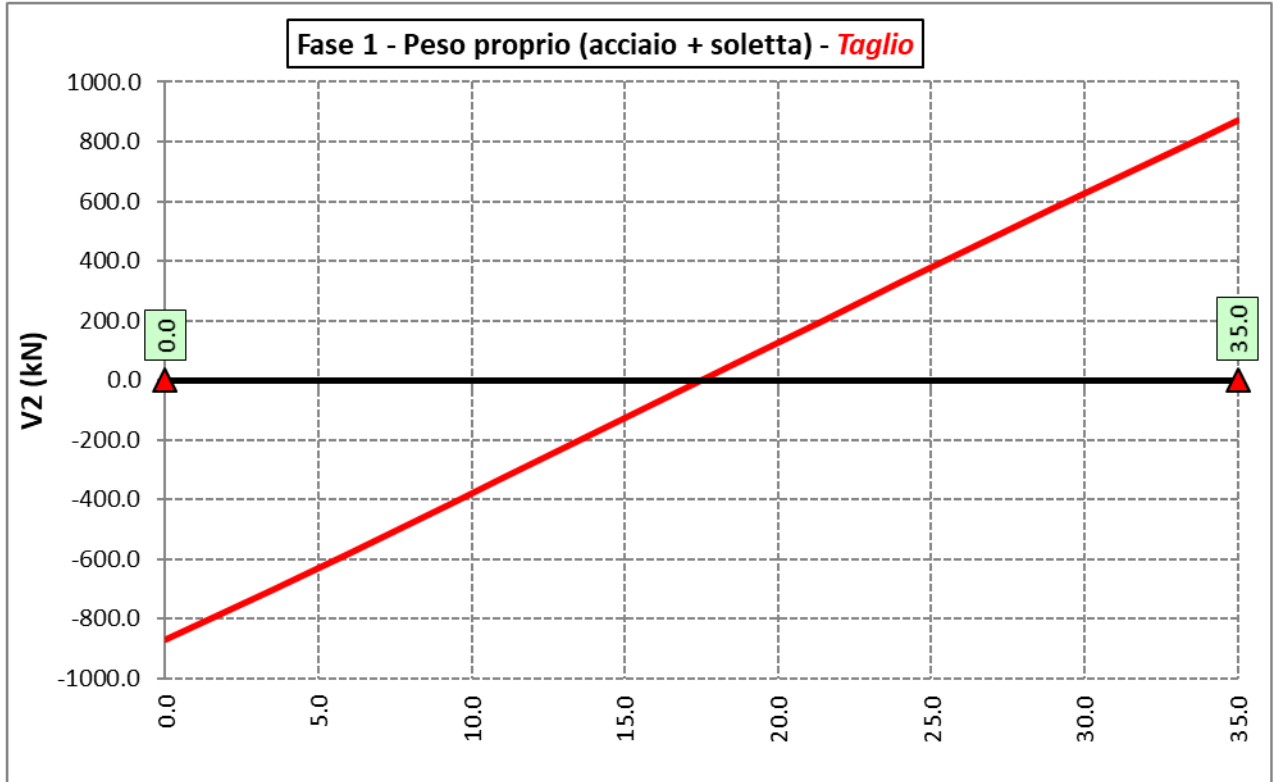
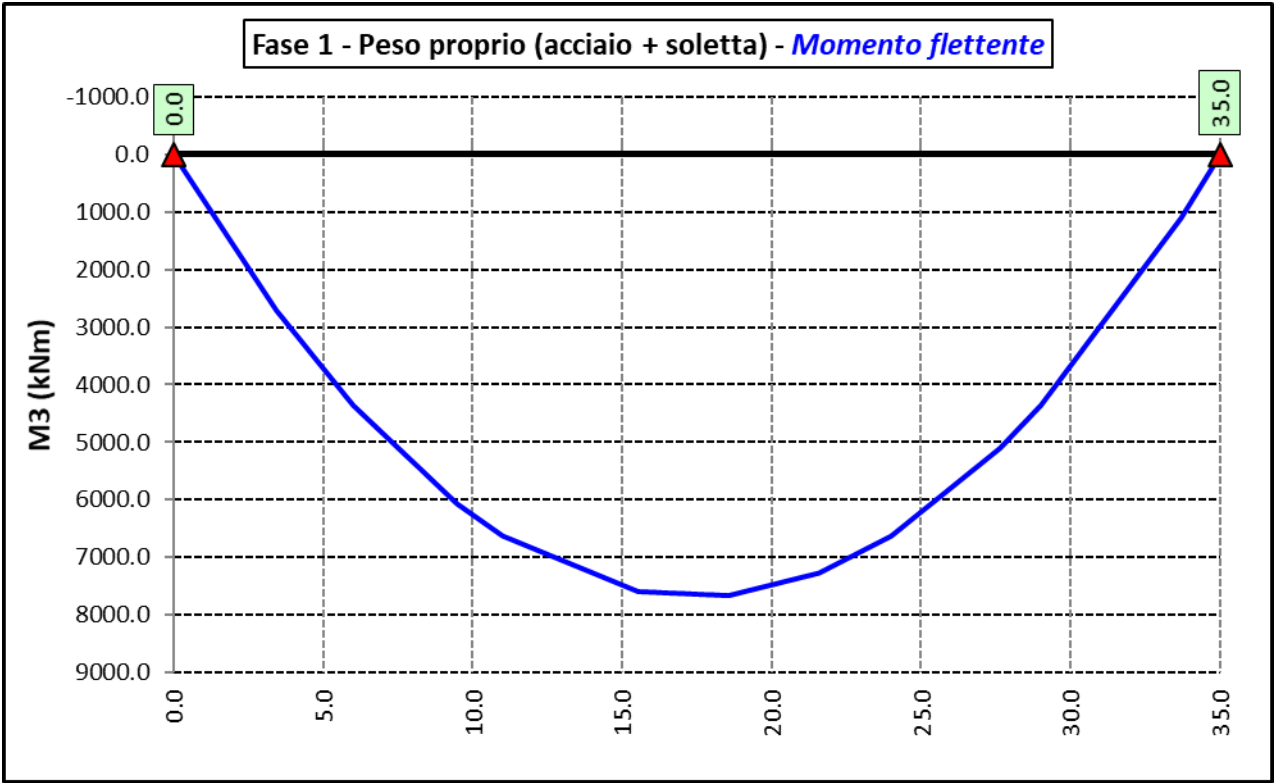
6.2.2.7 Vento trasversale (LOAD Q5-TR, Q5-APP) - fase 3

Le azioni dovute al vento, specificate al par. **Error! Reference source not found.**, sono state applicate quali carichi verticali uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano la trave.

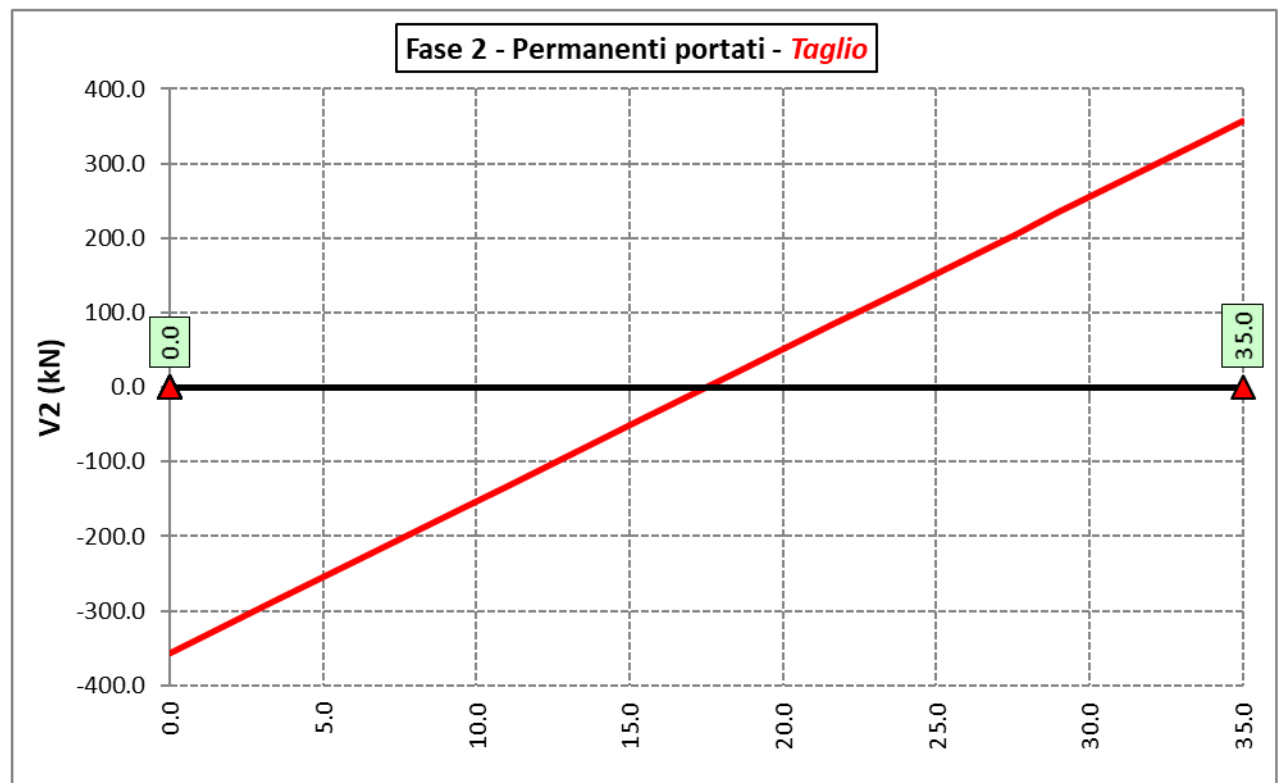
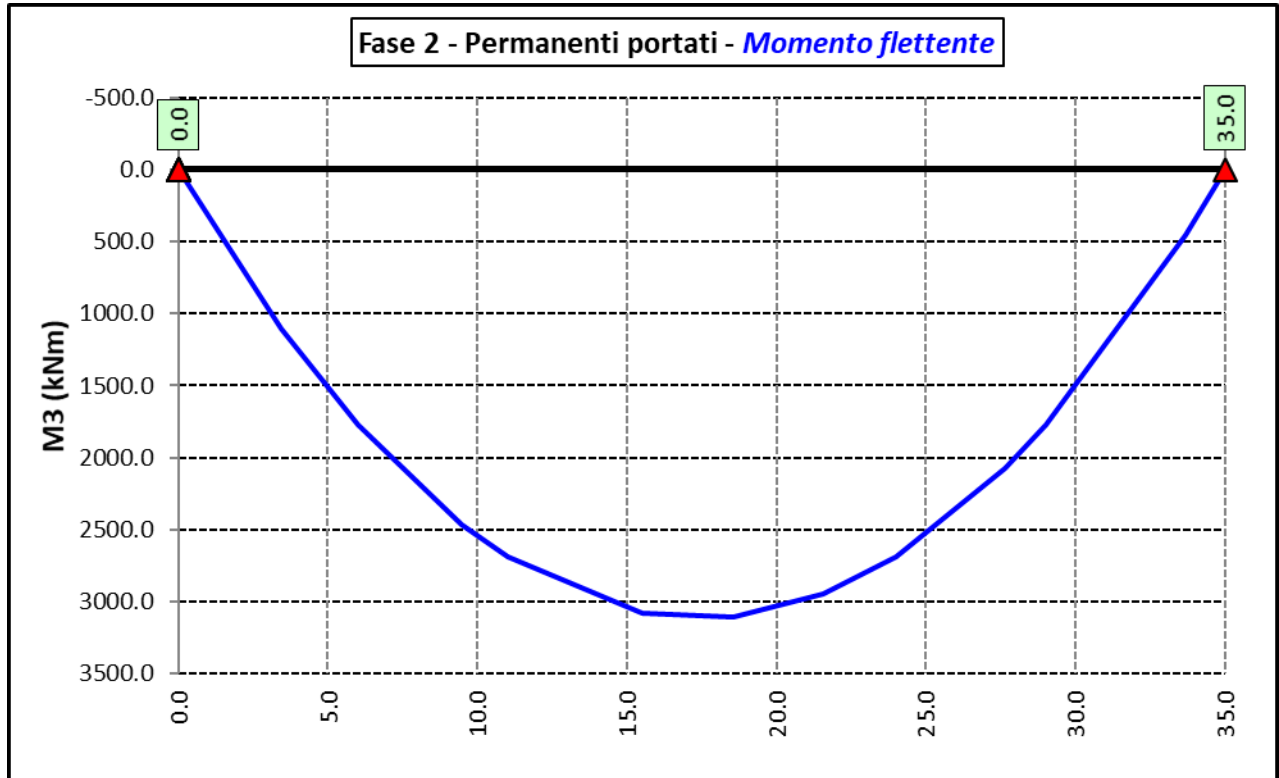
6.2.3 Sollecitazioni di progetto

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:

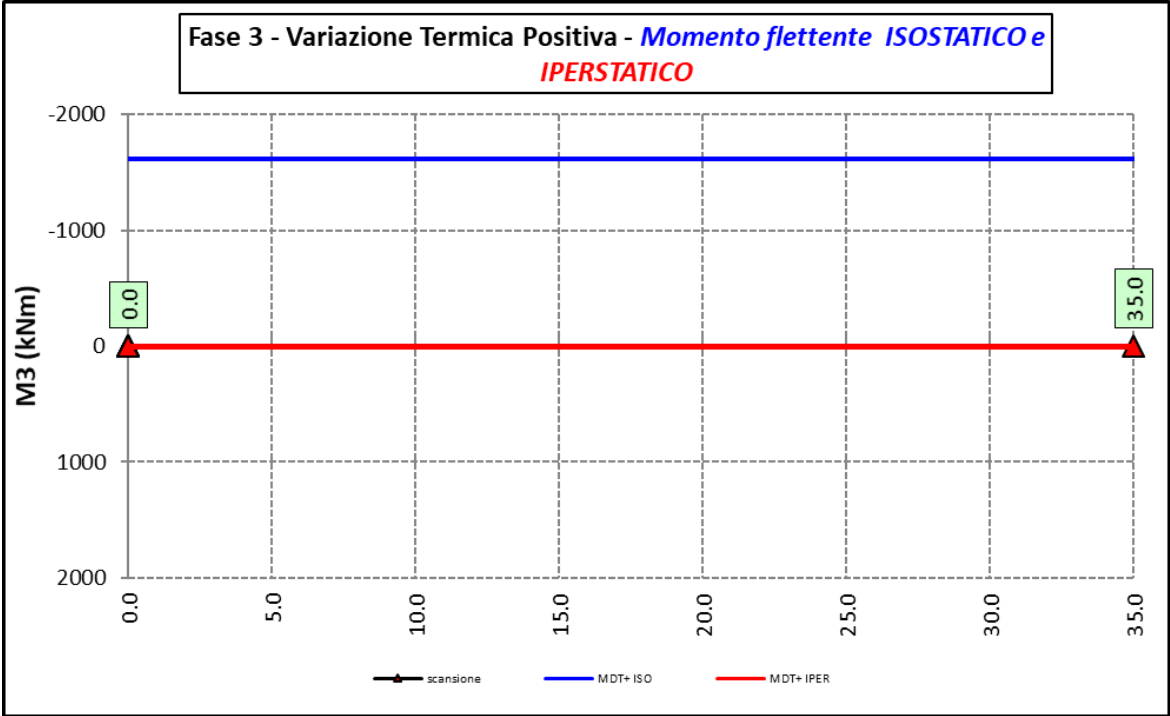
6.2.3.1 Peso proprio (acciaio + soletta) – Modello 1




6.2.3.2 Permanenti portati – Modello 2

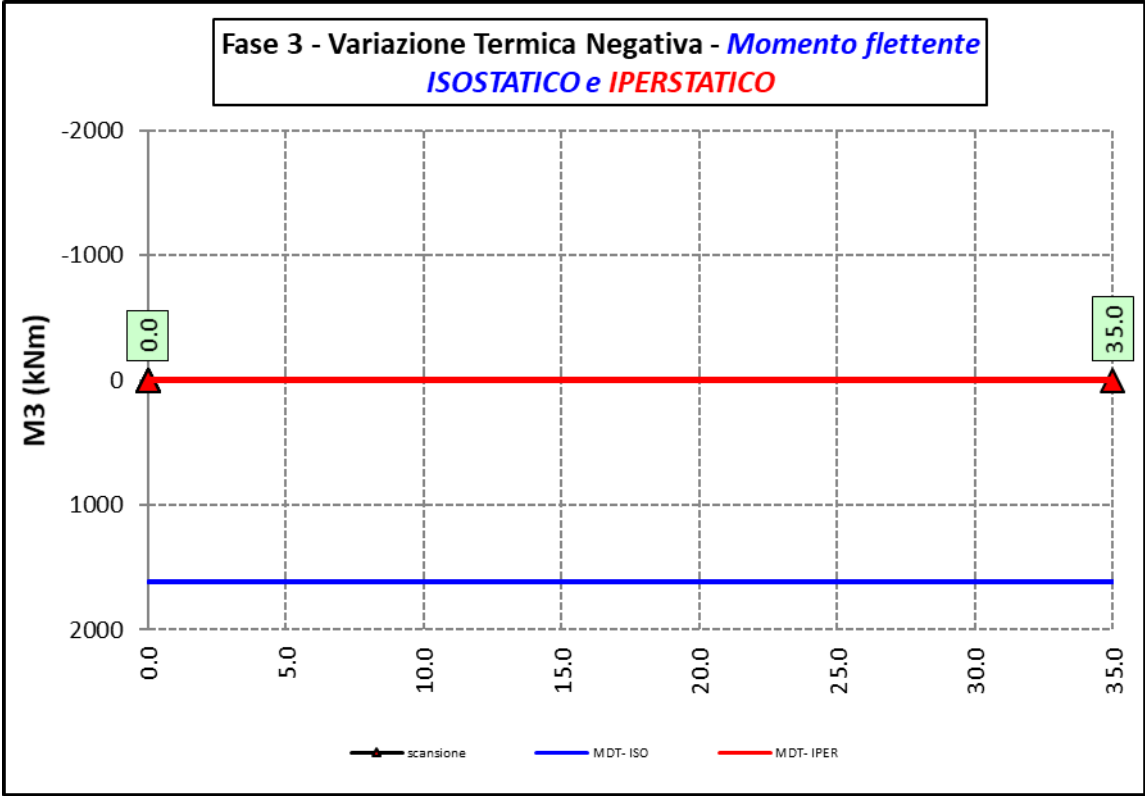


6.2.3.3 Variazioni termiche positive ($\Delta T+$) - Modello 3

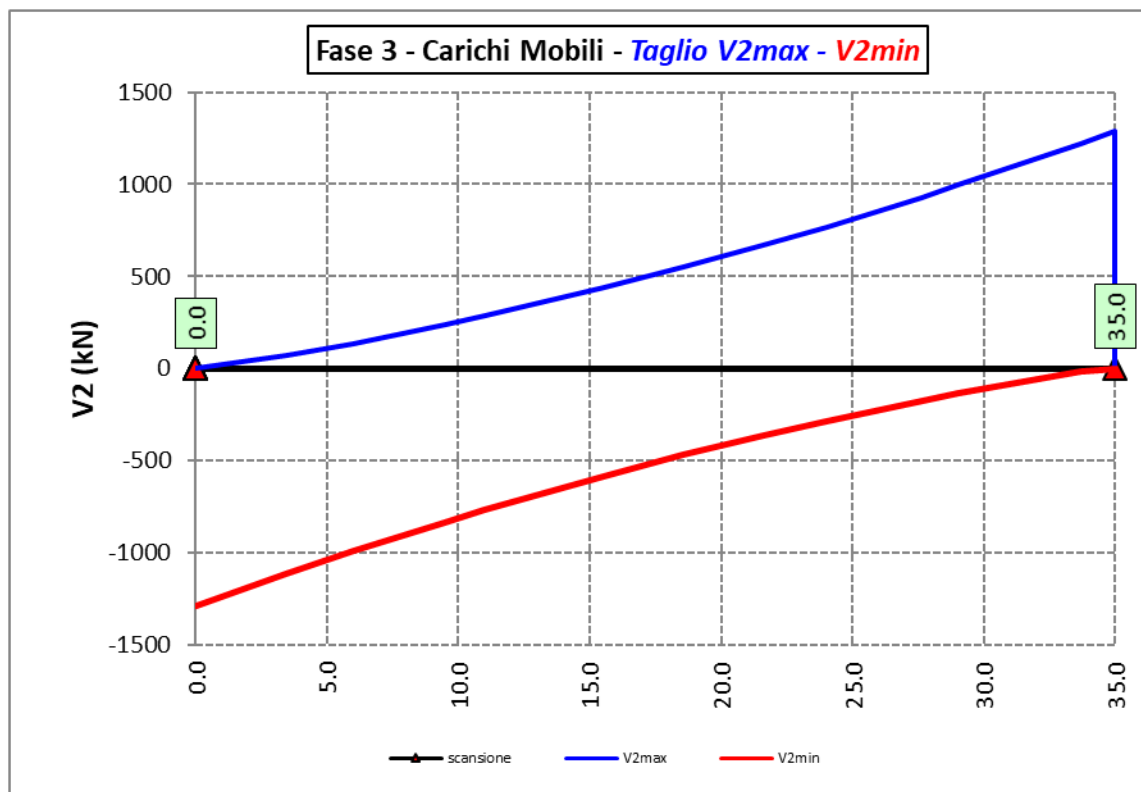
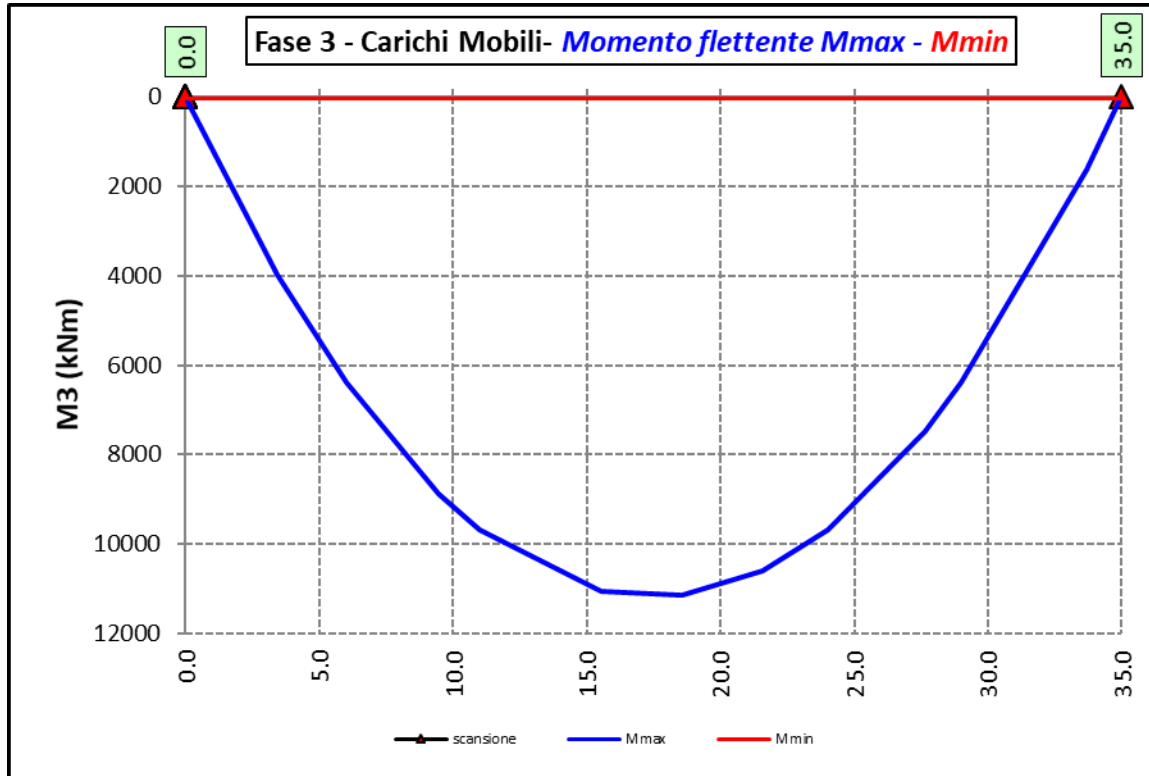


S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

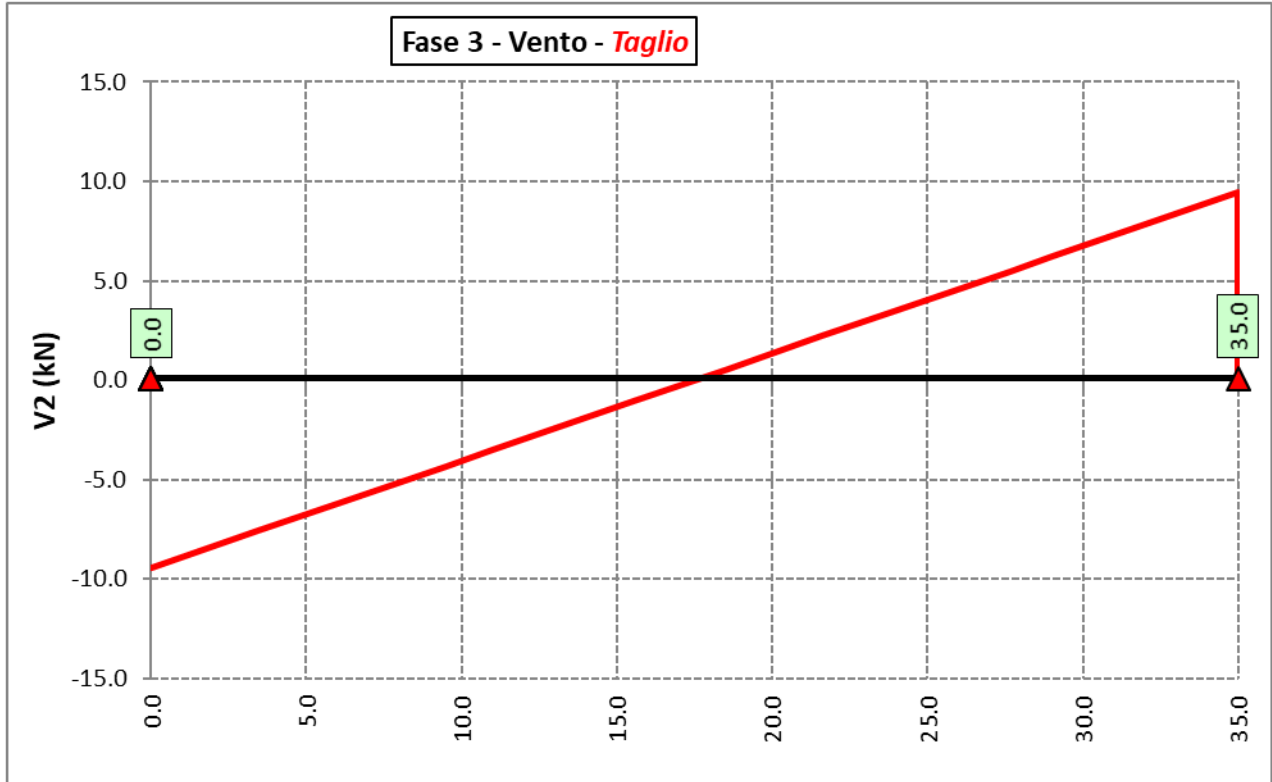
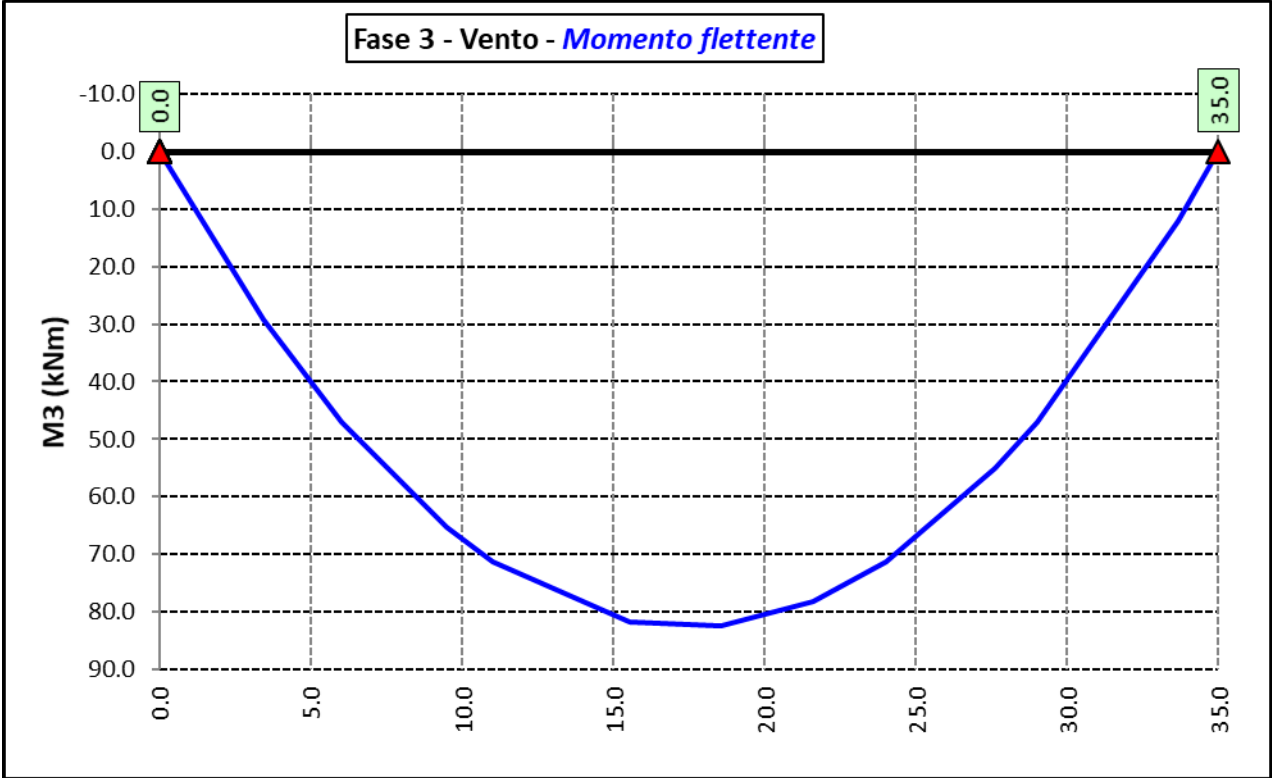
6.2.3.4 Variazioni termiche negative (ΔT) - Modello 3



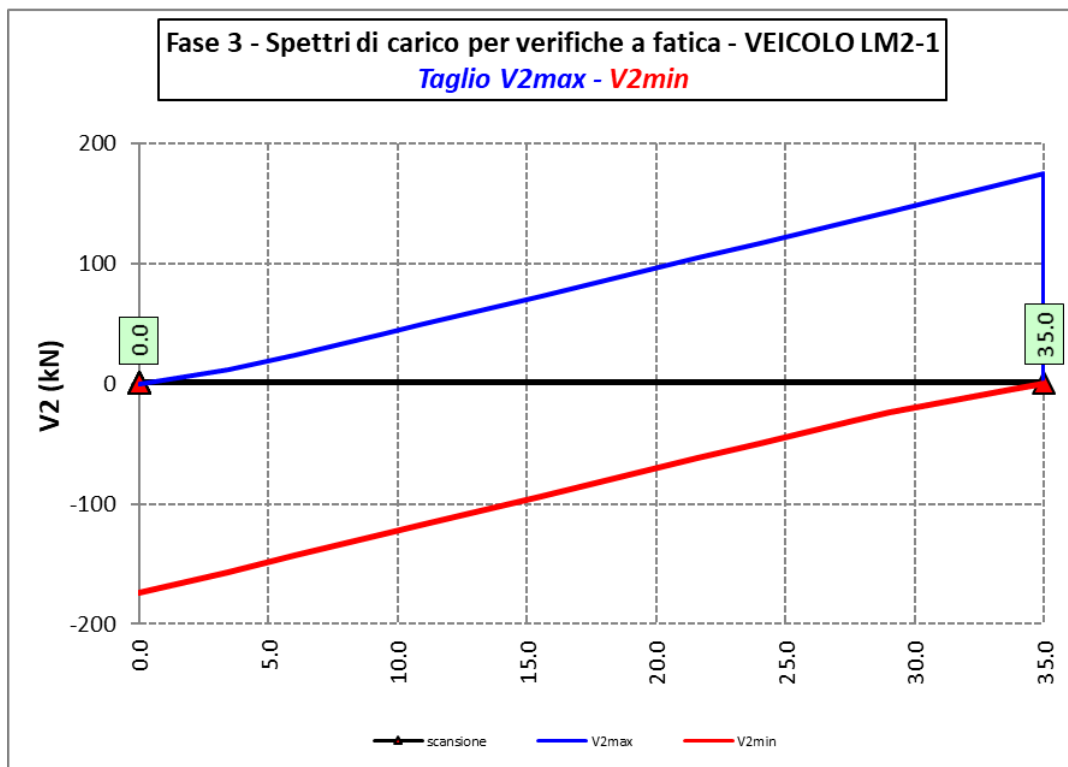
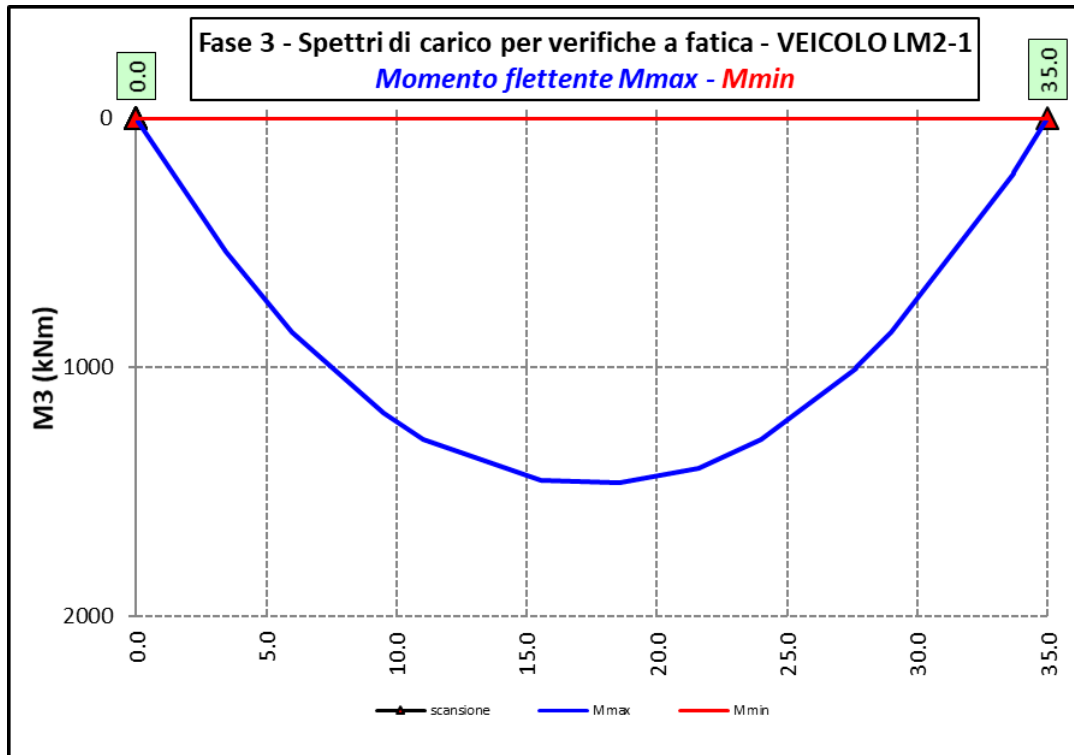
6.2.3.5 Azioni variabili da traffico (Involuppi) – Modello 3

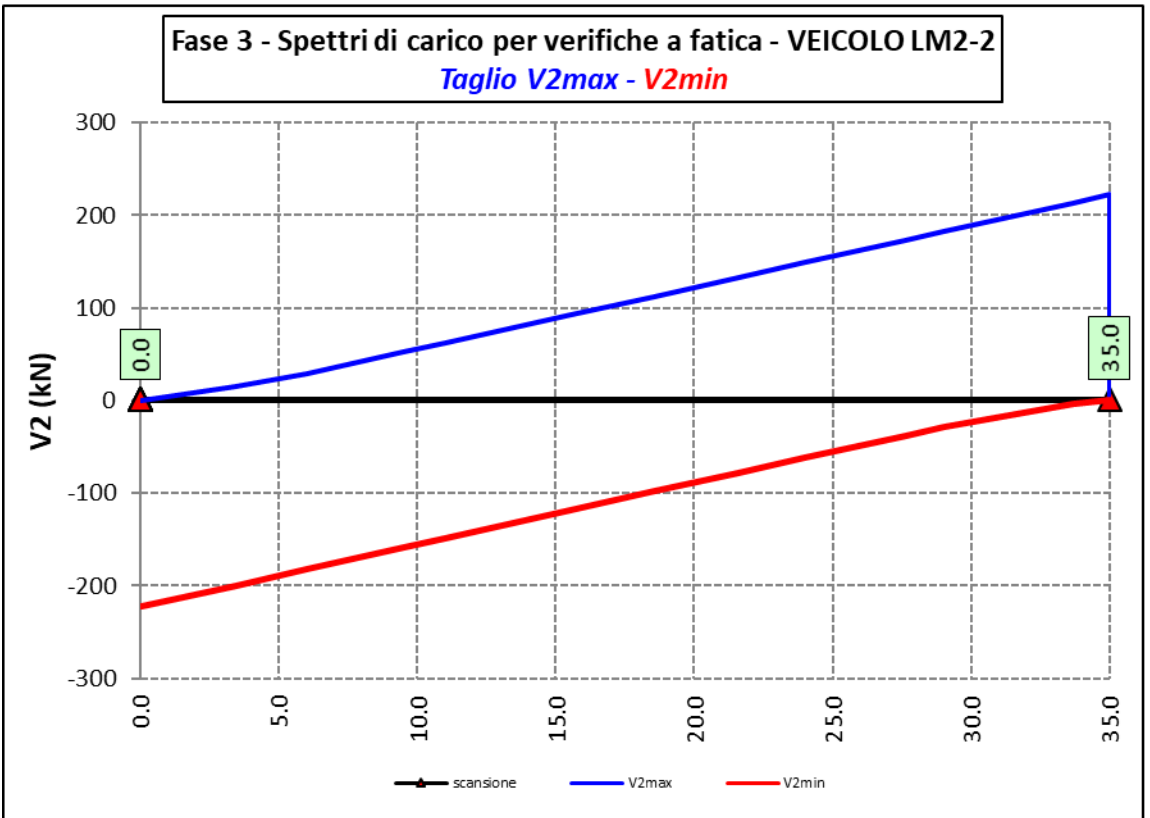
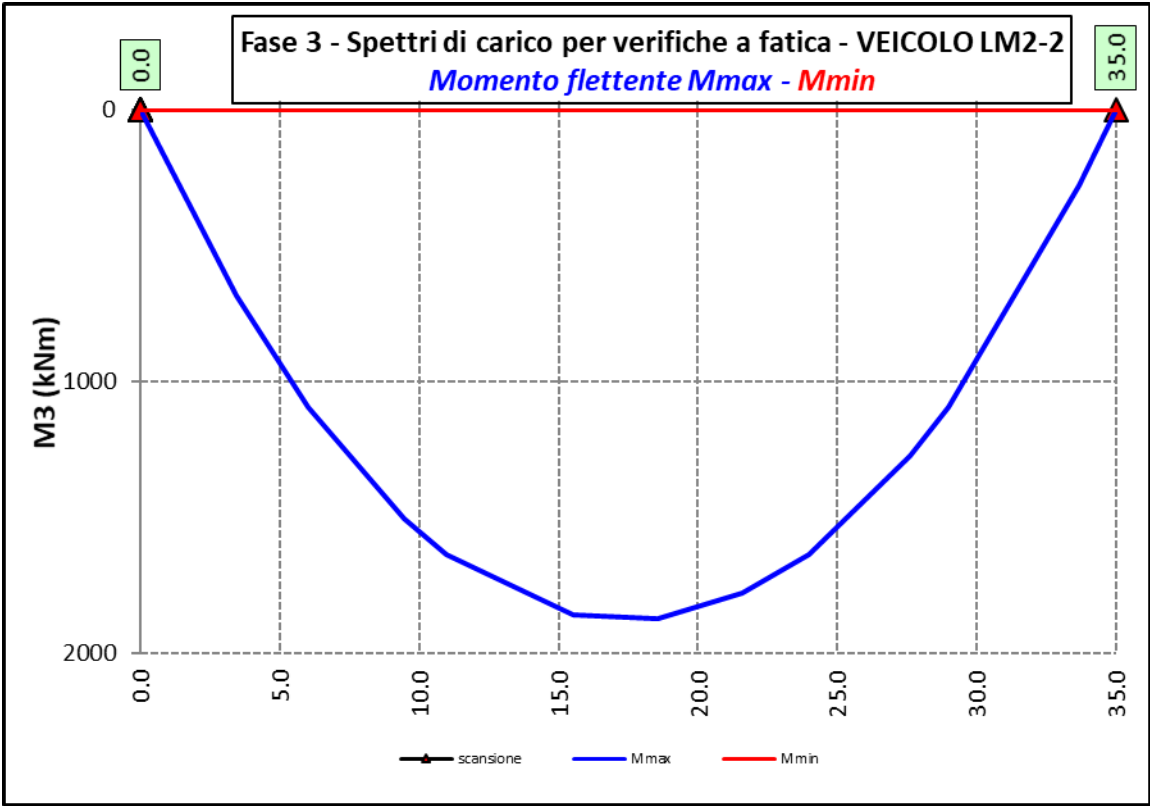


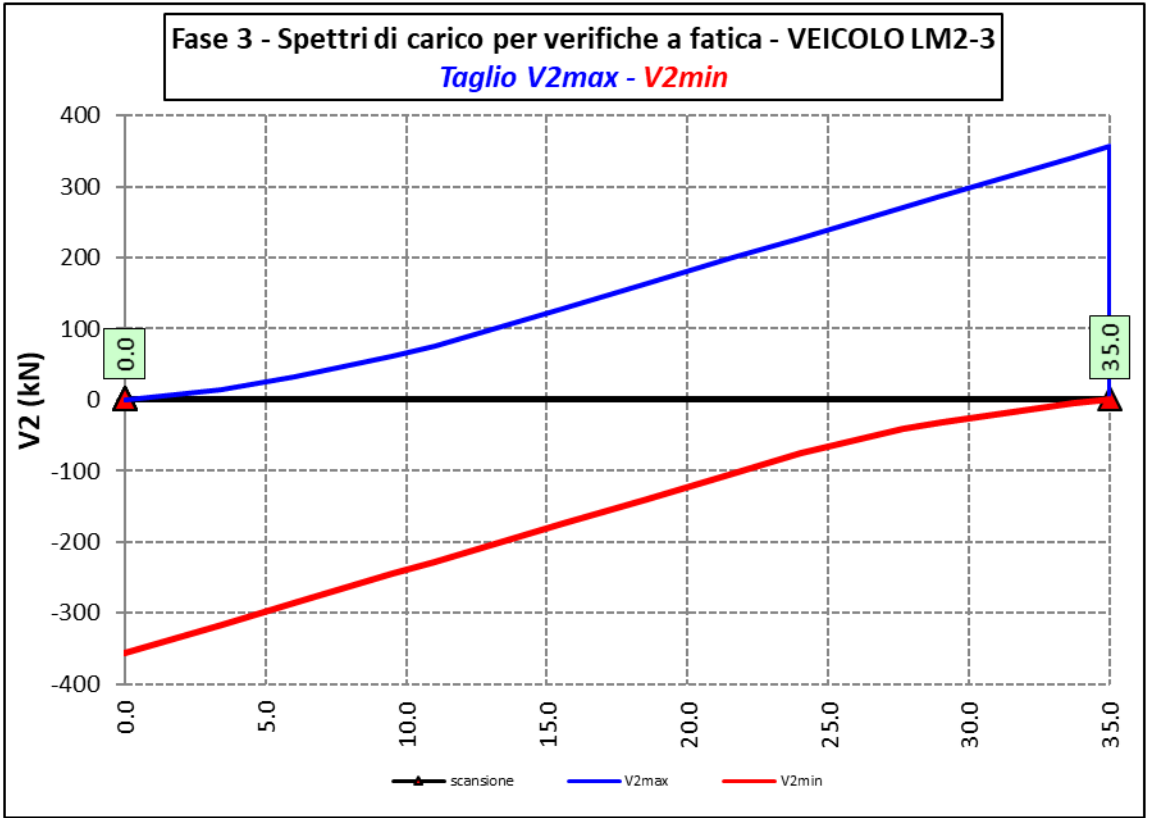
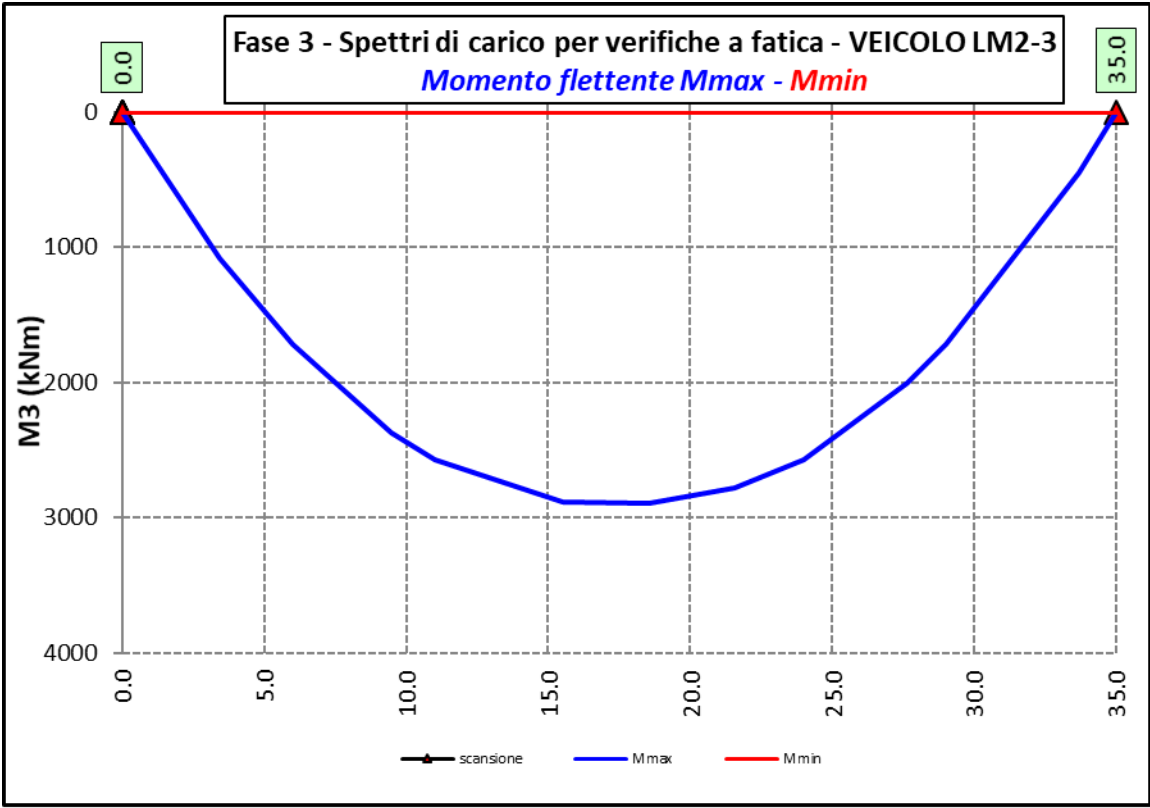
6.2.3.6 Vento – Modello 3

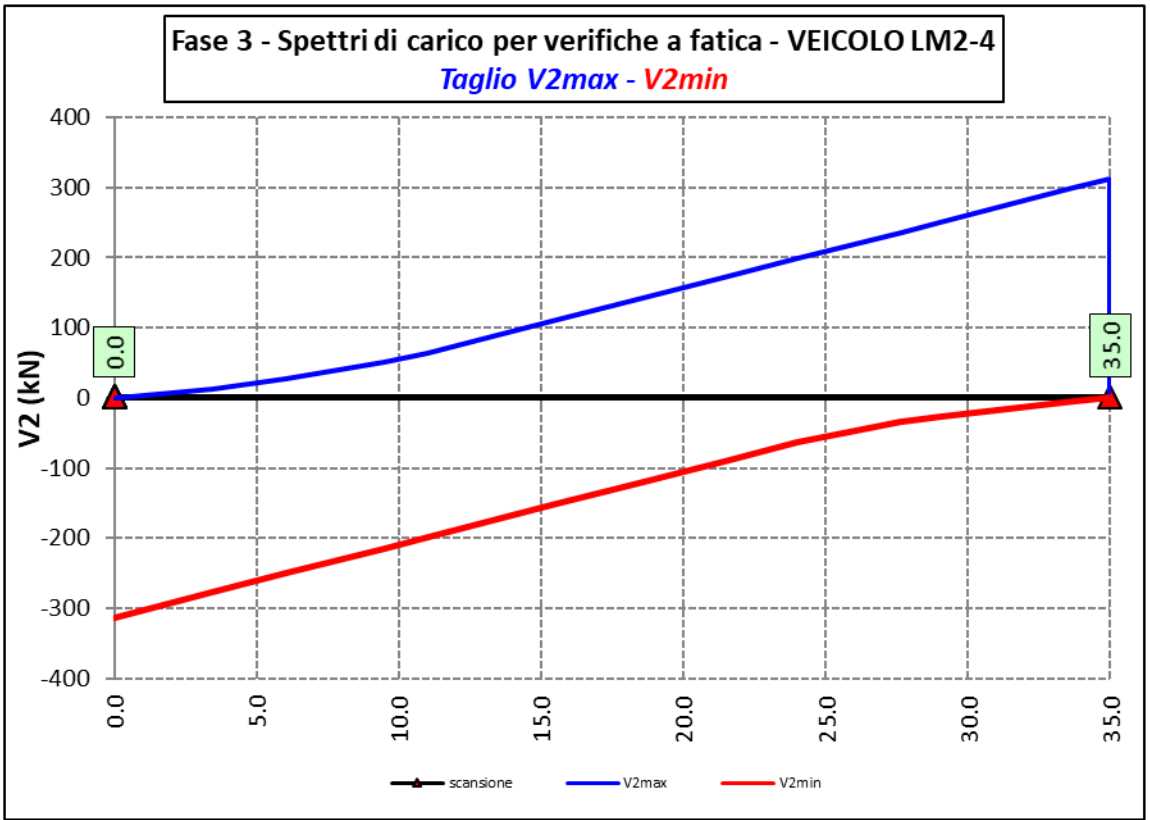
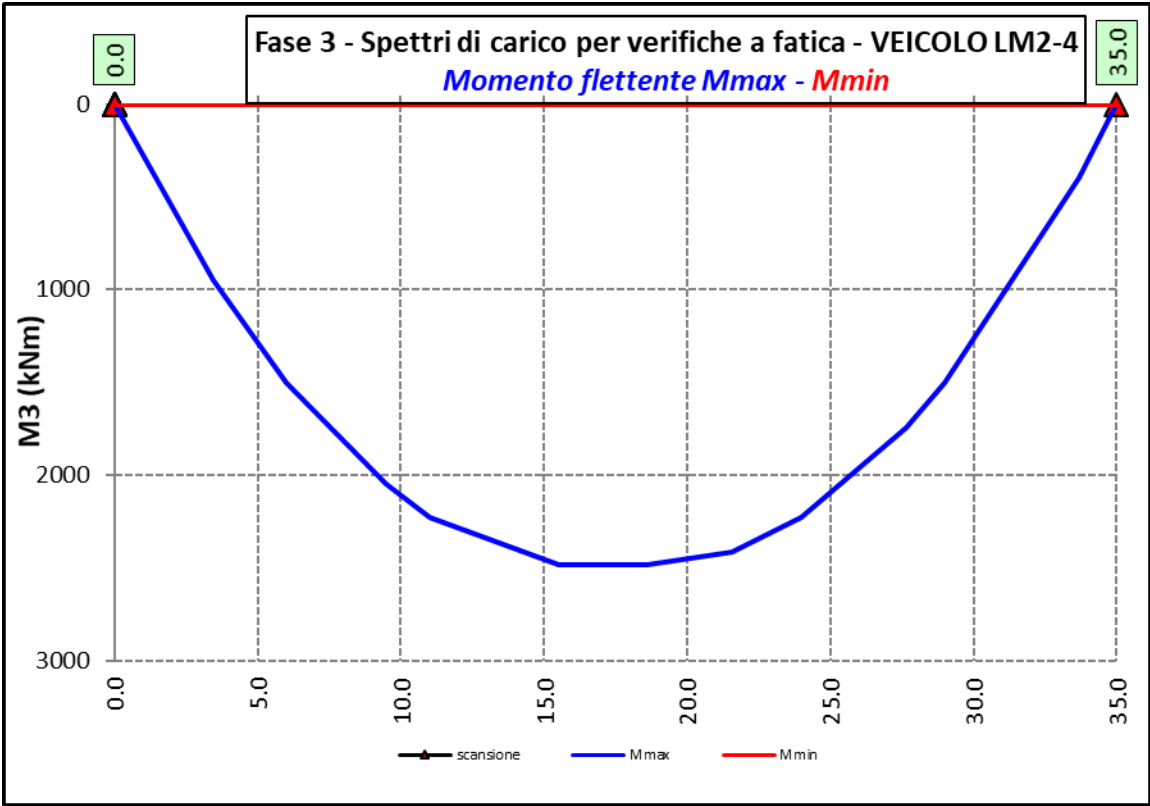


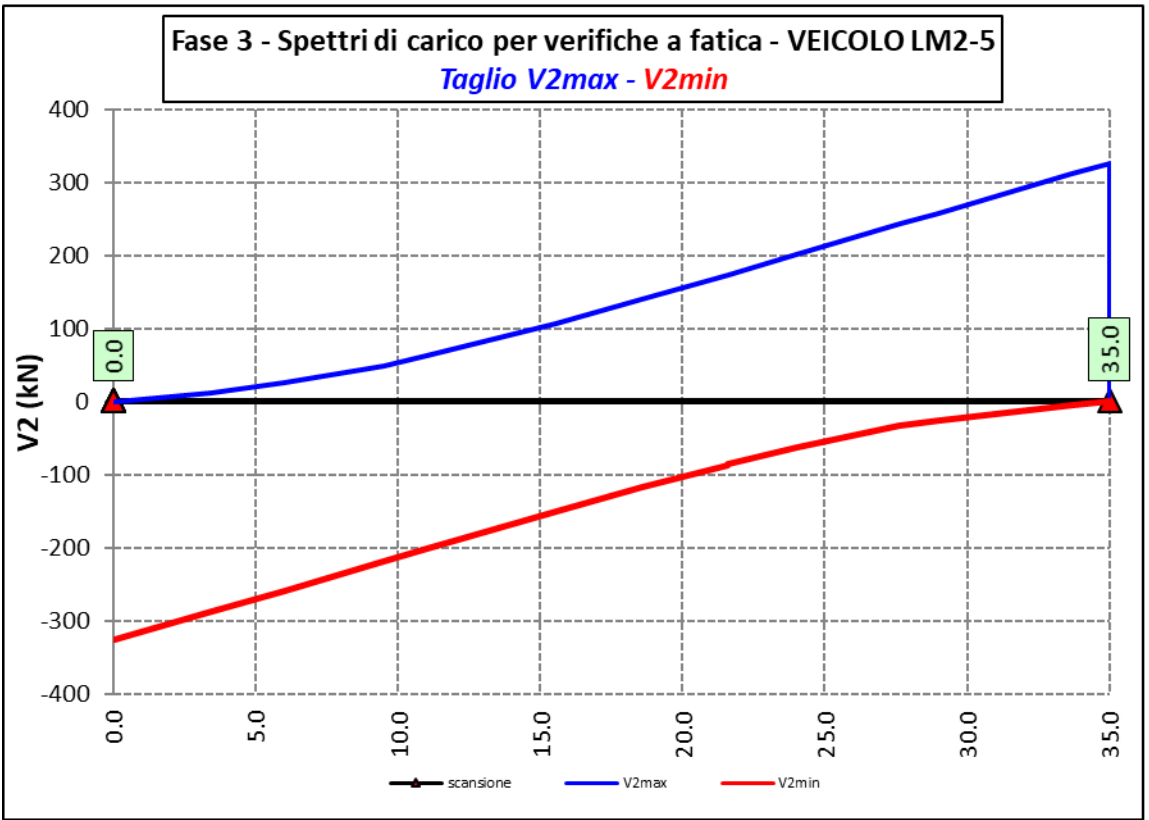
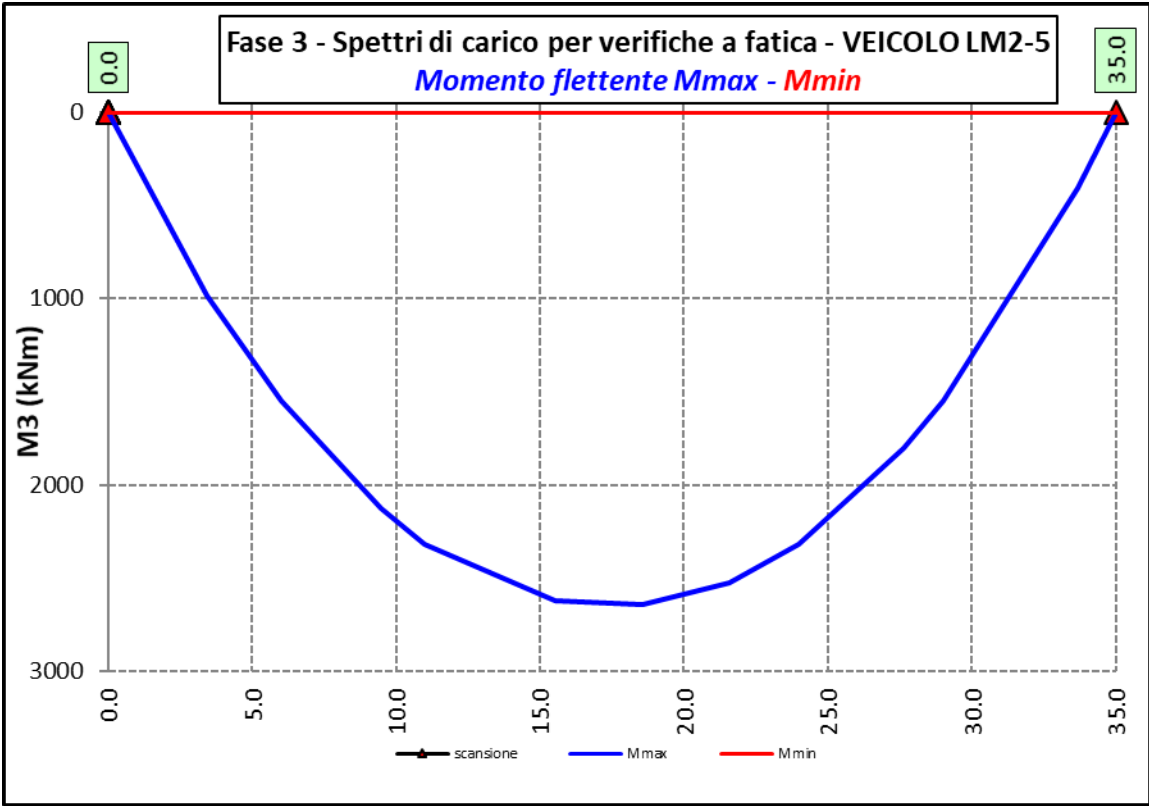
6.2.3.7 Spettri di carico per verifiche a fatica – Modello 3

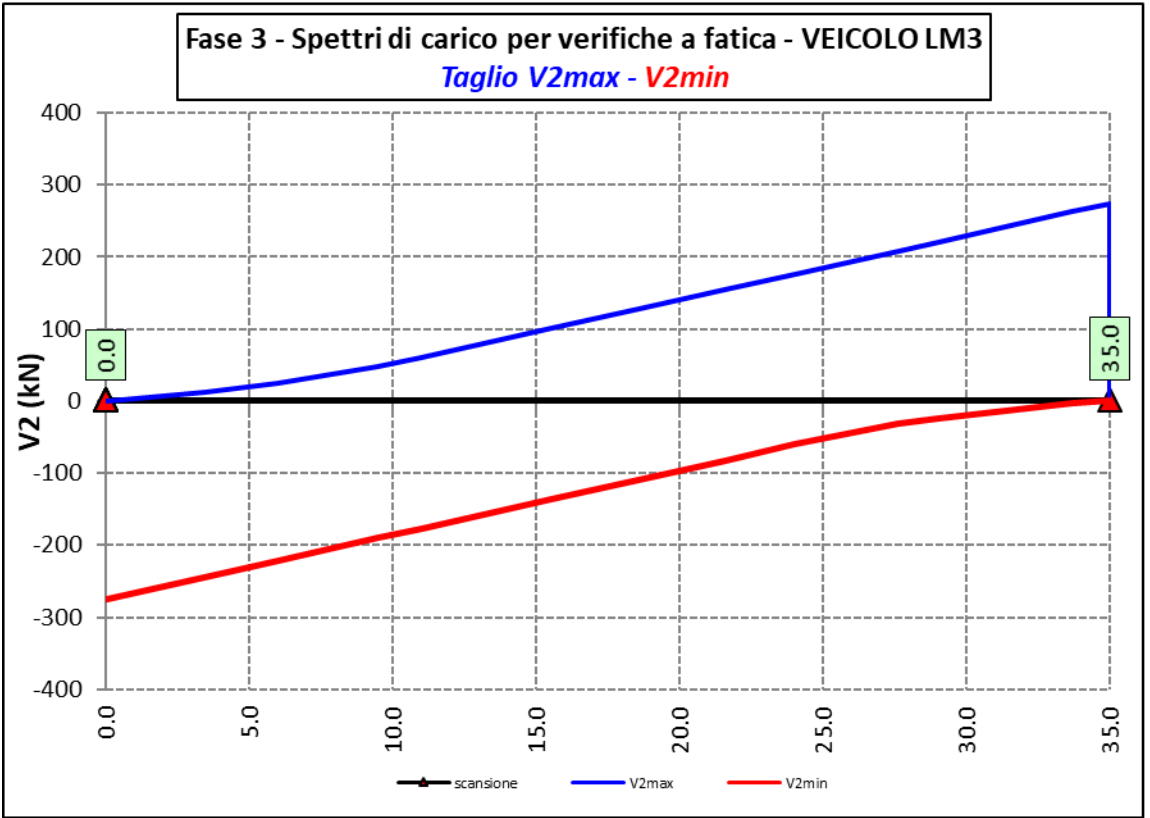
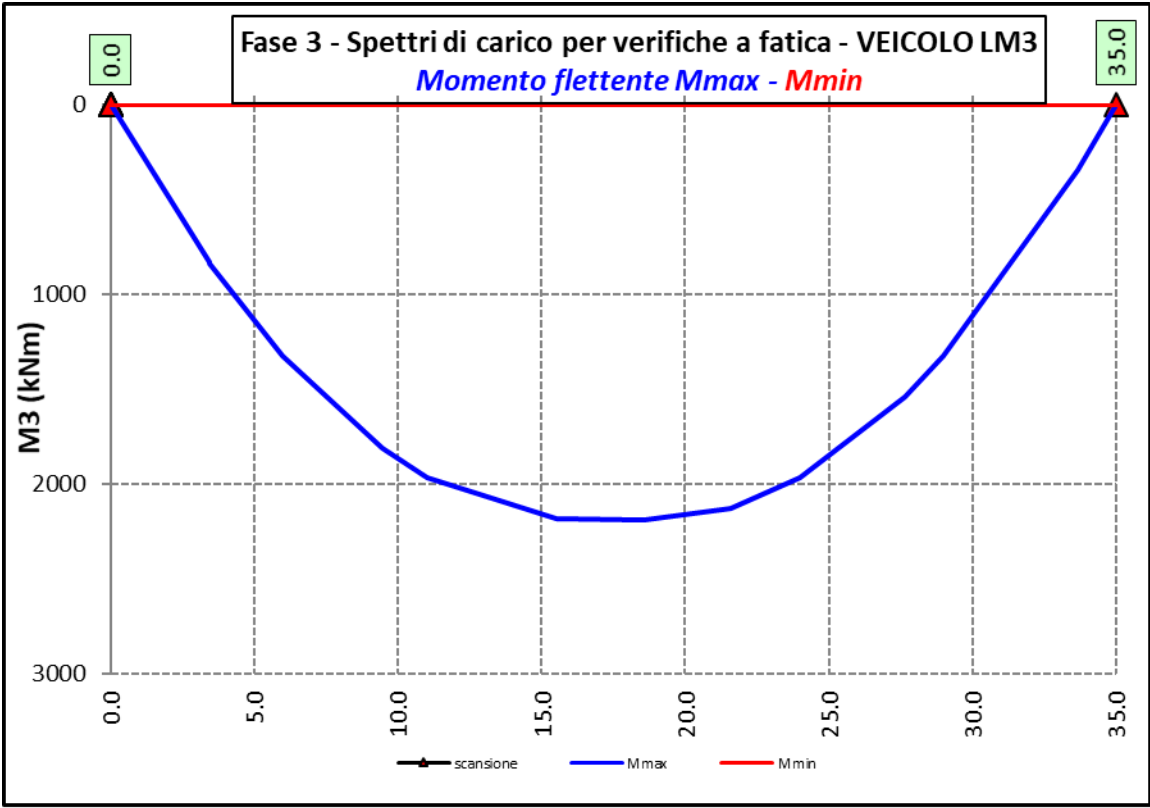













S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Ai fini delle verifiche statiche delle travi principali agli SLU sono state considerate le combinazioni di carico illustrate al paragrafo 5.3.

In allegato si riporta il riepilogo delle caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU.

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_θ definita come:

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

Essendo ϑ_r e ϑ_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:


CA352

Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15

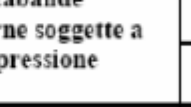
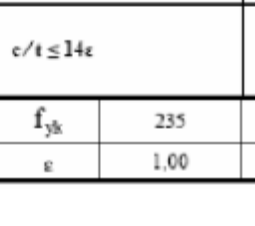




Tab. 4.2.III - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse


		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
	ϵ	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 $\epsilon_y > f_{yk}/E$

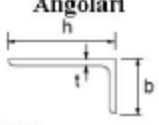
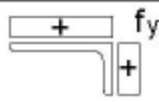
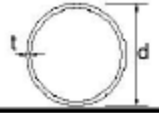
S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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		
1						
	$c/t \leq 9\varepsilon$	$c/t \leq \frac{9e}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{9e}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
2	$c/t \leq 10\varepsilon$	$c/t \leq \frac{10e}{\alpha}$		$c/t \leq \frac{10e}{\alpha\sqrt{\alpha}}$		
3	$c/t \leq 14\varepsilon$	$c/t \leq 21\varepsilon\sqrt{k_e}$ Per k_e vedere EN 1993-1-5				
$\varepsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

Angolari 																			
Riferirsi anche alle piattabande esterne (v. Tab 4.2.II) Non si applica agli angoli in contatto continuo con altri componenti																			
Classe	Sezione in compressione																		
Distribuzione delle tensioni sulla sezione (compressione positiva)																			
3	$h/t \leq 15\varepsilon$ $\frac{b+h}{2t} \leq 11,5\varepsilon$																		
Sezioni Tubolari 																			
Classe	Sezione inflessa e/o compressa																		
1	$d/t \leq 50\varepsilon^2$																		
2	$d/t \leq 70\varepsilon^2$																		
3	$d/t \leq 90\varepsilon^2$ (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 style="text-align: center;">f_{yk}</td> <td>235</td> <td>275</td> <td>355</td> <td>420</td> <td>460</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ε</td> <td>1,00</td> <td>0,92</td> <td>0,81</td> <td>0,75</td> <td>0,71</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ε^2</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	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71	ε^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51
f_{yk}	235	275	355	420	460														
ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71														
ε^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 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. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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;

γ_{M1} è il fattore parziale di sicurezza assunto pari a 1.10;

χ_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. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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

Tabella 6.1 – Fattore χ_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_τ 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:

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

in cui:

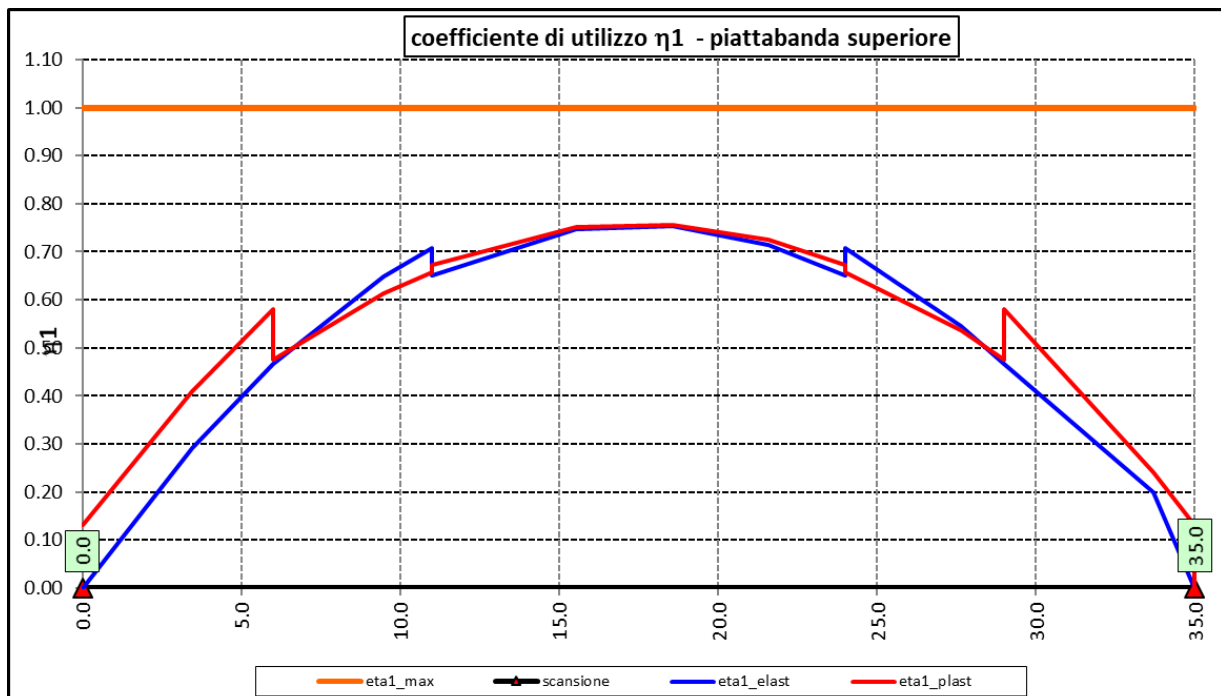
$M_{f,Rd}$ è il momento resistente di progetto delle sole flange efficaci;

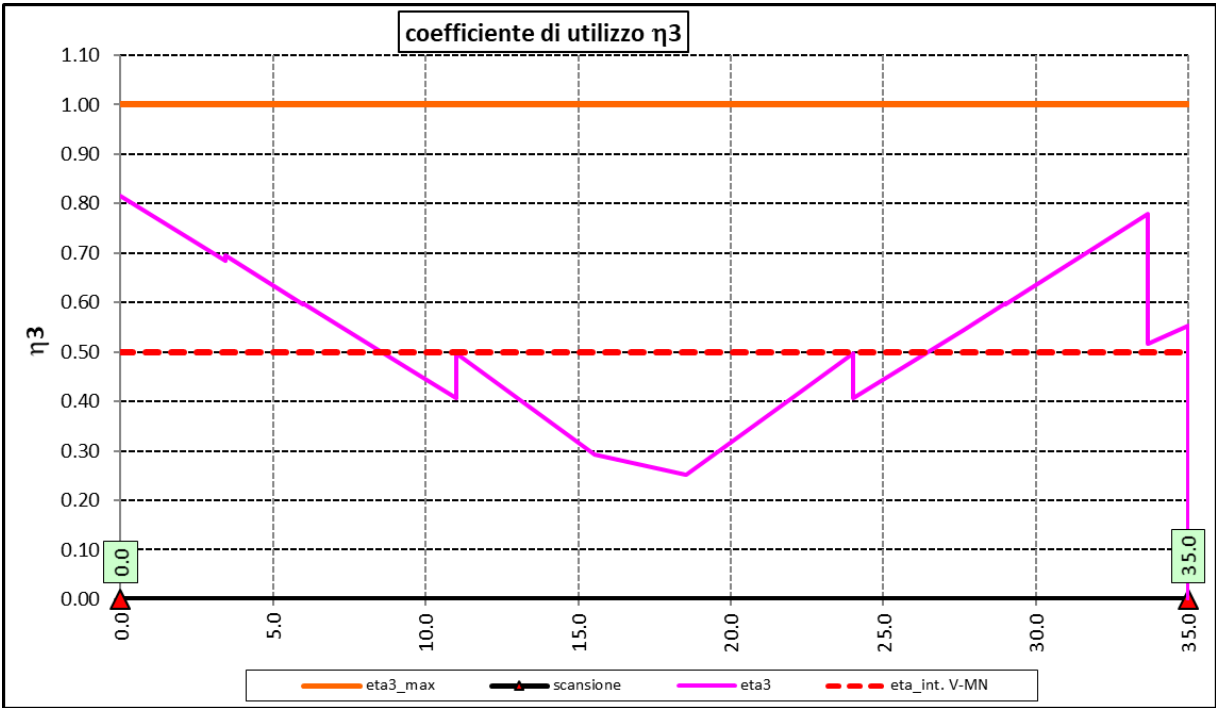
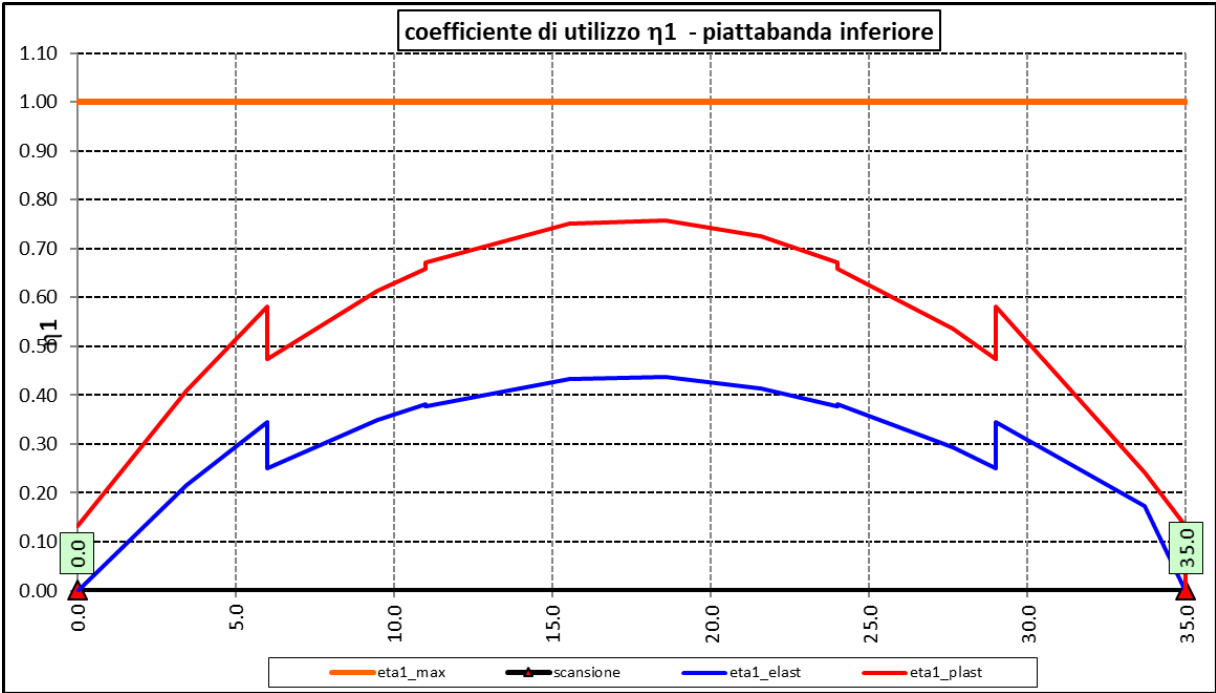
$M_{Pl,Rd}$ è la resistenza plastica della sezione trasversale composta dall'area effettiva delle flange e dall'intera anima senza tener conto della classe di quest'ultima;

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

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'involuppo delle combinazioni di carico precedentemente individuate, che come è possibile evincere sono tutte soddisfatte.





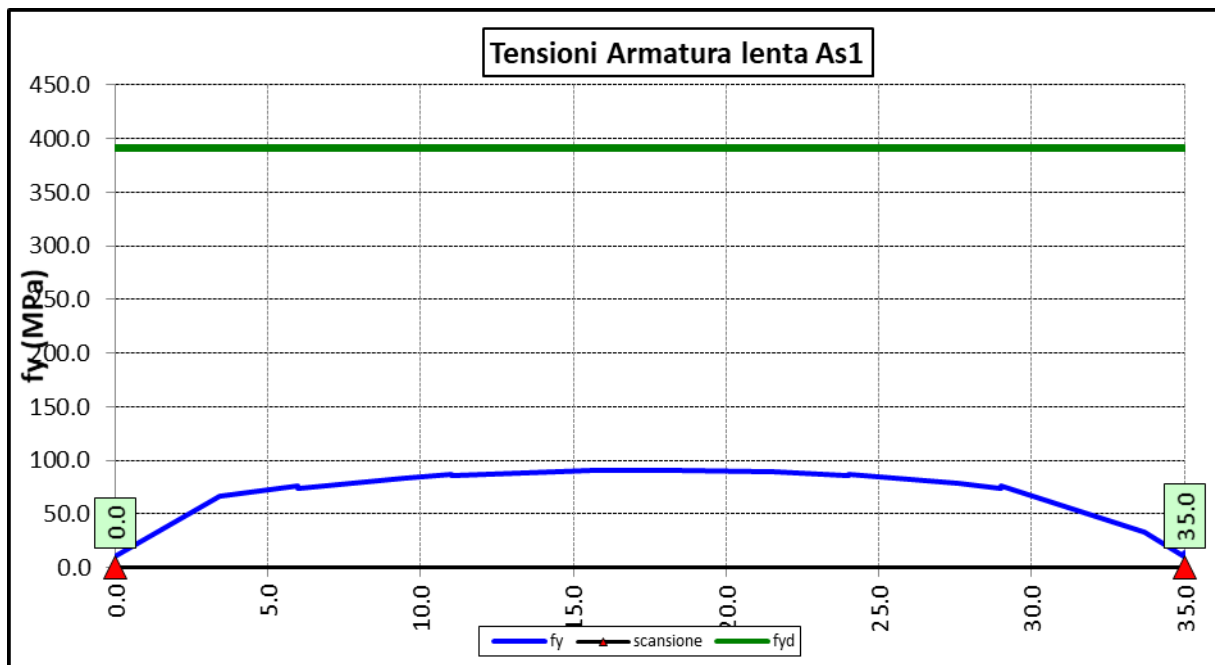
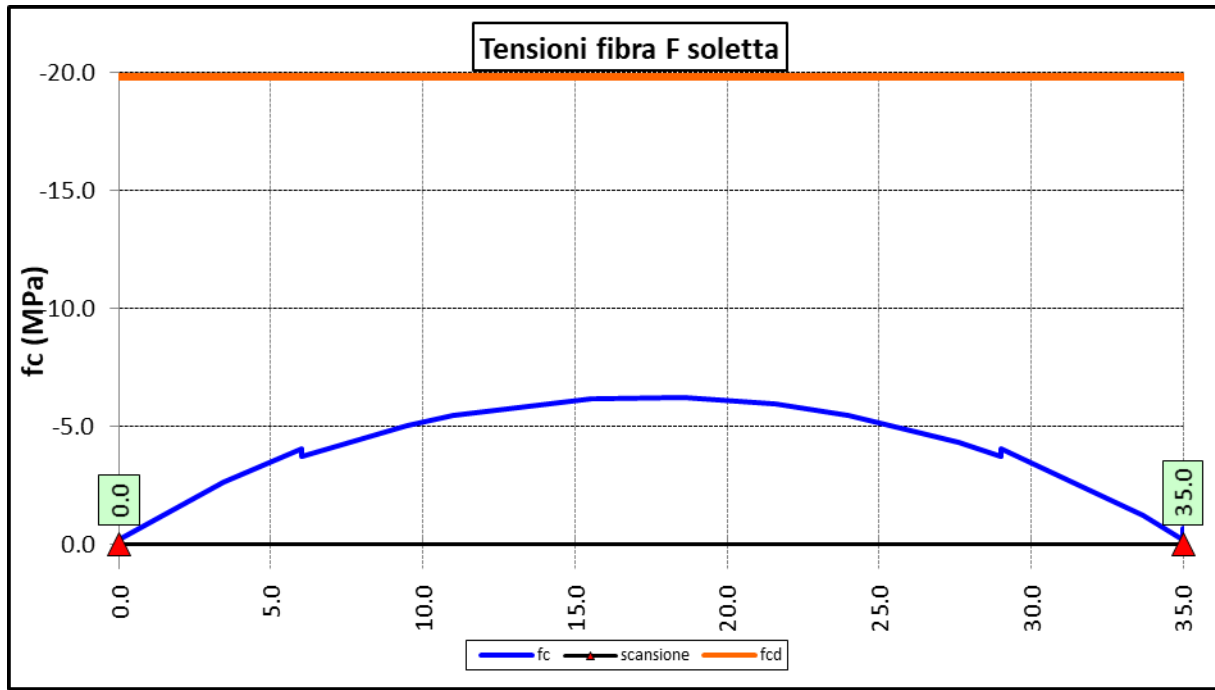
Per quanto attiene la soletta (fibra F) è stato verificato che:

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

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

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


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.

6.3.2 Verifiche SLE "a respiro" delle anime

La verifica è condotta con riferimento alla norma prEN 1993-2: 2006 relativa al progetto dei ponti in acciaio.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

La snellezza dell'anima deve essere limitata per evitare fenomeni di "respiro" ovvero deformazioni laterali fuori dal piano che possono arrecare danneggiamenti per fatica, nella zona di collegamento fra anima e piattabande.

La verifica a respiro può essere trascurata per i pannelli d'anima senza irrigidimenti longitudinali o per pannelli secondari di anime irrigidite, dove è soddisfatto il seguente criterio:

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300 \quad (\text{per ponti stradali})$$

dove L è la lunghezza della campata in m, ma non inferiore a 20 m.

Se la disposizione precedente non è soddisfatta la verifica "a respiro" risulta soddisfatta se:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \cdot \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \cdot \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \cdot \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

dove:

$\sigma_{x,Ed,ser}$ e $\tau_{x,Ed,ser}$ sono le tensioni calcolate per la combinazione di carico frequente;

k_{σ} e k_{τ} sono i coefficienti di imbozzamento in campo elastico;

$$\sigma_E = 190000 \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad [\text{MPa}];$$

b è l'altezza del pannello d'anima.

Nel caso in esame la verifica può essere trascurata essendo sempre soddisfatta la seguente relazione:

$$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$$

6.3.3 Verifiche agli SLE-RARA delle travi principali

Le verifiche agli SLE sono effettuate per la combinazione caratteristica (rara), controllando siano soddisfatte le seguenti relazioni:

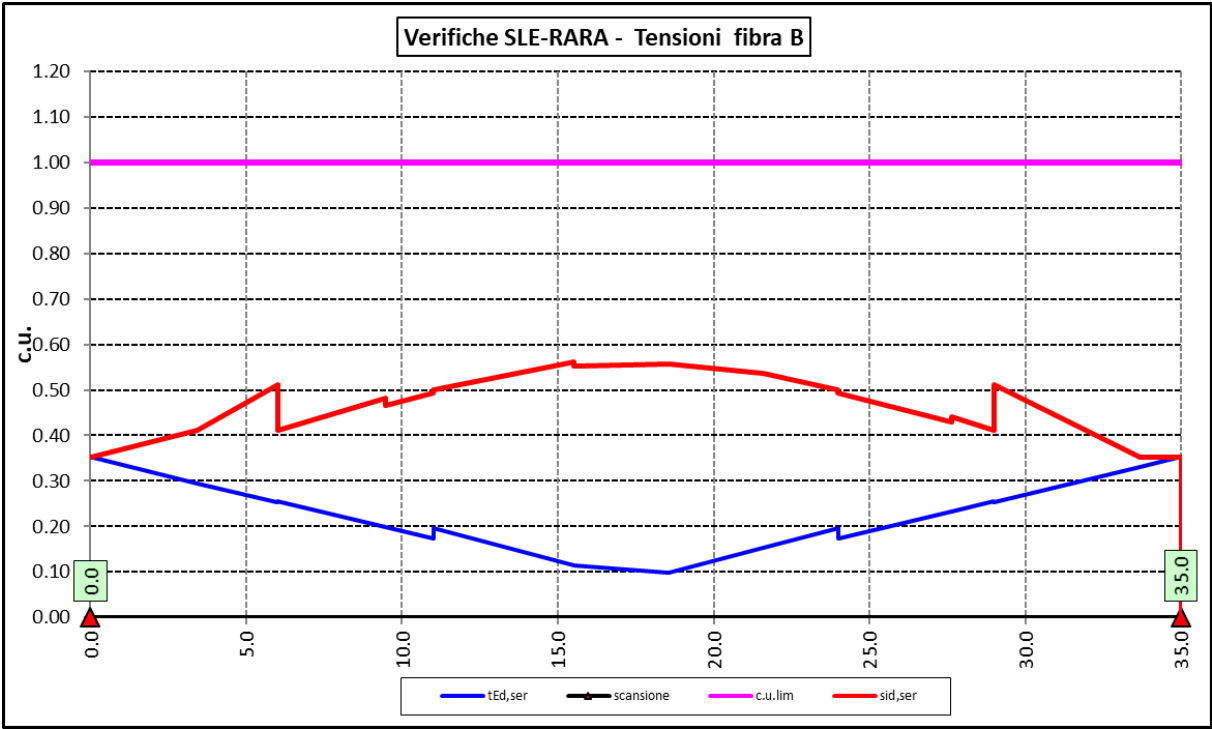
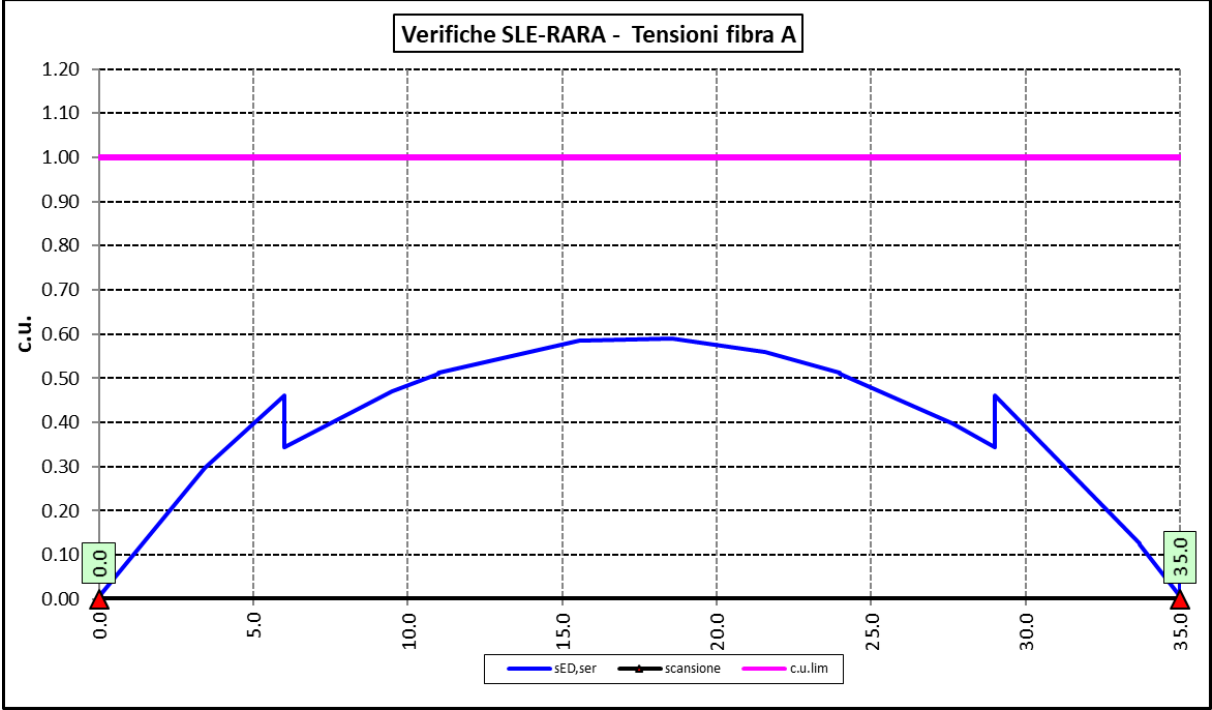
$$\frac{\sigma_{Ed,ser}}{f_{yk} / \gamma_{M,ser}} \leq 1$$

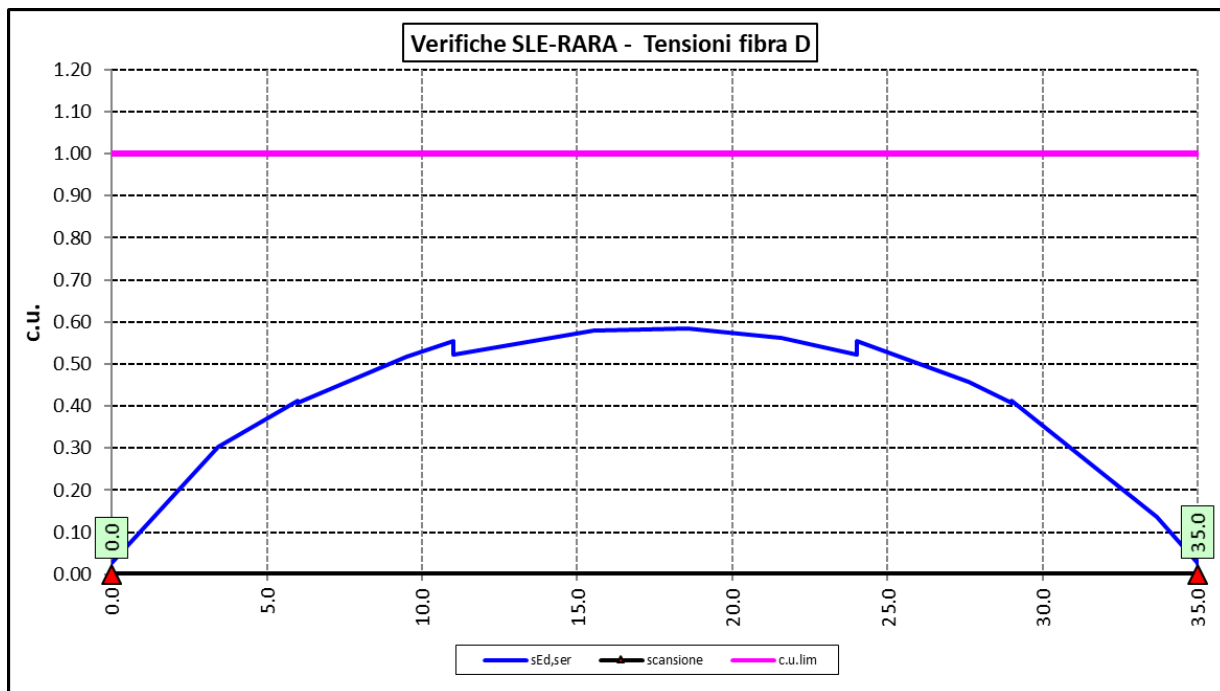
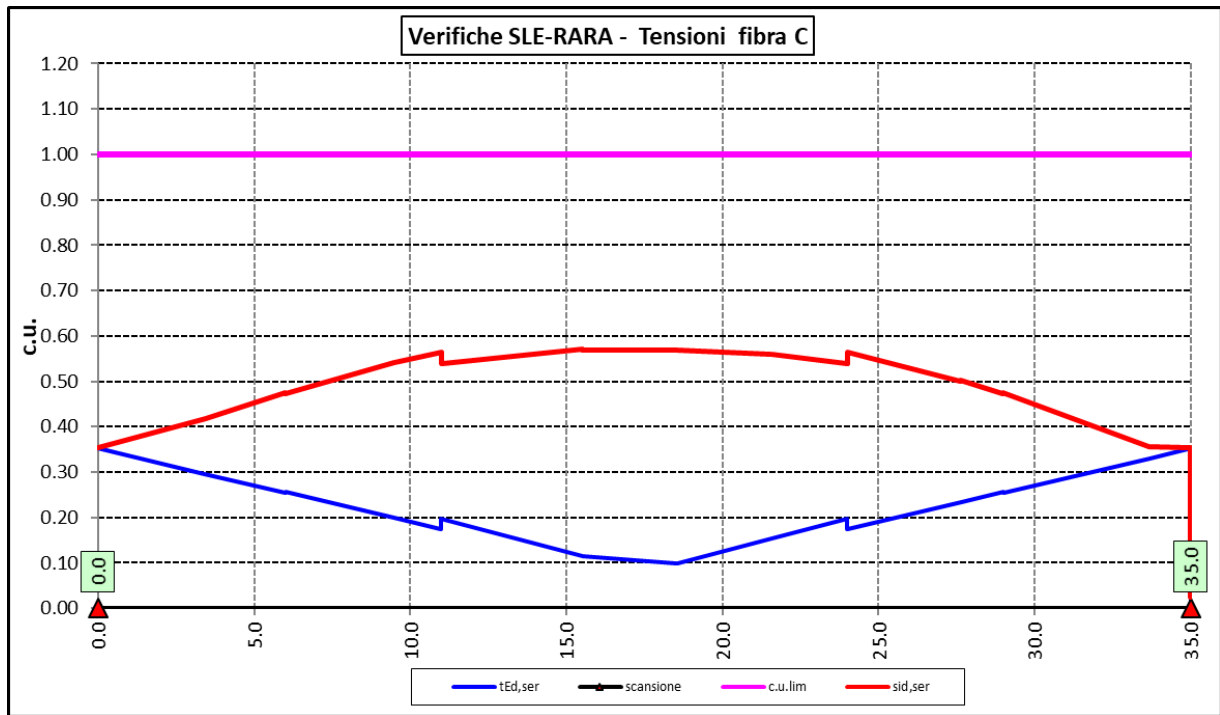
$$\frac{\tau_{Ed,ser}}{f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})} \leq 1$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{Ed,ser}^2 + 3\tau_{Ed,ser}^2}}{f_{yk} / \gamma_{M,ser}} \leq 1$$

Il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_{M,ser}$ è stato assunto come raccomandato in EN 1993-2:2006 (EC3-2) pari a 1.


Le tensioni sono state valutate nelle fibre esterne delle piattabande e dell'anima. Di seguito si presentano i risultati delle verifiche svolte in forma grafica:





6.3.4 Verifiche a fatica

I ponti a sezione composta sono soggetti ad azioni dinamiche variabili nel tempo, e possono manifestare, in tempi più o meno lunghi, problemi legati alla fatica, con conseguente limitazione della funzionalità in esercizio e, nelle situazioni più critiche, il collasso della struttura.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

L'esecuzione delle verifiche di resistenza a fatica dei componenti degli impalcati metallici o a sezione composta prevede l'individuazione dei dettagli maggiormente sensibili e la loro classificazione in base alle curve S-N, nonché alla scelta del relativo coefficiente parziale di sicurezza γ_{Mf} . Il coefficiente γ_{Mf} dipende sia dalla accessibilità per l'ispezione, sia dall'entità delle conseguenze delle crisi per fatica dell'elemento o della struttura. Si possono utilizzare due diversi approcci progettuali:

- *criterio del danneggiamento accettabile per strutture poco sensibili alla rottura per fatica.*
- *criterio della vita utile a fatica per strutture sensibili alla rottura per fatica.*

Criteri di valutazione	Conseguenze moderate (γ_{Mf})	Conseguenze significative (γ_{Mf})
Danneggiamento accettabile	1,00	1,15
Vita utile a fatica (Safe Life)	1,15	1,35

Tabella 6.2. Coefficienti parziali γ_{Mf}

La verifica a fatica può essere condotta controllando che i valori massimi dei delta di tensione sulla struttura siano inferiori ai limiti di fatica per i diversi dettagli costruttivi (verifica per "Vita Illimitata") oppure controllando che, per un definito numero di cicli di tensione, la struttura possa subire delta di tensione in grado di creare danneggiamento ma con effetto complessivo non significativo nella vita di progetto dell'opera (verifica a "Danneggiamento").

I modelli di carico da utilizzarsi per la verifica a fatica degli impalcati stradali sono:

- il modello di carico LM1 costituito da dallo schema di carico 1, ma con valori dei carichi concentrati ridotti del 30 % e carichi distribuiti ridotti del 70 % (utilizzabile per verifiche a vita illimitata)

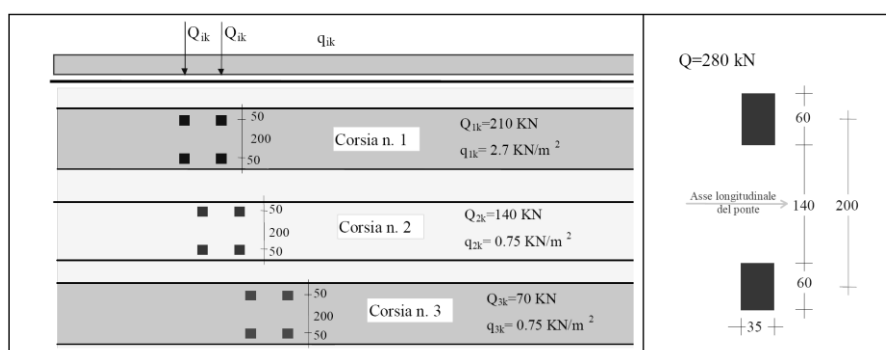


Figura 6.4. Modello di carico a fatica LM1

- il modello di carico LM2 costituito da un set di veicoli con ingombro geometrico e peso definiti (utilizzabile per verifiche a vita illimitata)

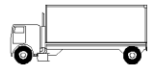
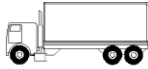
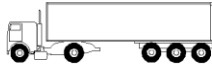
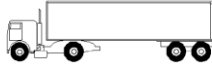
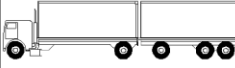
SAGOMA del VEICOLO	Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
	4,5	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120 120	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C

Figura 6.5. Modello di carico a fatica LM2

- il modello di carico LM3, che si compone di un veicolo convenzionale dal peso complessivo di 480 kN (utilizzabile per verifiche a danneggiamento)

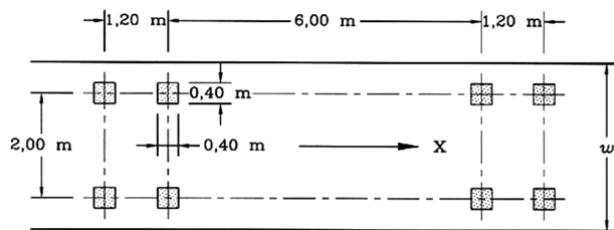



Figura 6.6. Modello di carico a fatica LM3 (4 assi da 120 kN)

- il modello di carico LM4 costituito da un set di veicoli con ingombro geometrico e peso definiti (utilizzabile per verifiche a danneggiamento)

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

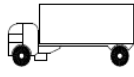
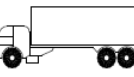
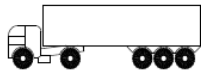
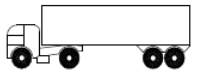
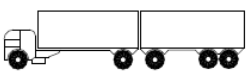
Sagoma del veicolo	Tipo di pneumatico (Tab.5.1-IX)	Interassi [m]	Valori equivalenti dei carichi asse [kN]	Composizione del traffico		
				Lunga percorrenza	Media percorrenza	Traffico locale
	A B	4,50	70 130	20,0	40,0	80,0
	A B B	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0
	A B C C C	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 90 90 90	50,0	30,0	5,0
	A B B B	3,40 6,00 1,80	70 140 90 90	15,0	15,0	5,0
	A B C C C	4,80 3,60 4,40 1,30	70 130 90 80 80	10,0	5,0	5,0

Figura 6.7. Modello di carico a fatica LM4

Le verifiche a fatica per vita illimitata sono condotte, per dettagli caratterizzati da limite di fatica ad ampiezza costante ($\Delta\sigma_D$), controllando che il massimo delta di tensione $\Delta\sigma_{max} = (\sigma_{max} - \sigma_{min})$ indotto nel dettaglio stesso dallo spettro di carico significativo risulti minore del limite di fatica del dettaglio stesso. Ai fini del calcolo del $\Delta\sigma_{max}$ si possono impiegare, in alternativa, i modelli di carico di fatica 1 e 2, disposti sul ponte nelle due configurazioni che determinano la tensione massima e minima, rispettivamente, nel dettaglio considerato.


$$\gamma_F \cdot \Delta\sigma_{max} \leq \frac{\Delta\sigma_D}{\gamma_{Mf}}$$

Le Circolari applicative delle NTC2018 (§[D_2]), definiscono le diverse categorie di dettaglio ed i valori dei delta di tensione resistenti ($\Delta\sigma_D$) per $5 \cdot 10^6$ cicli di carico.

Le verifiche a danneggiamento consistono nel verificare che nel dettaglio considerato lo spettro di carico produca un danneggiamento $D \leq 1$. Il danneggiamento D è valutato mediante la legge di Palmgren-Miner, considerando la curva S-N caratteristica del dettaglio e la vita nominale dell'opera.

$$D = \sum_{i=1}^p D_i = \sum_{i=1}^p \frac{n_i}{N_i} \leq 1$$

Tali verifiche sono condotte considerando lo spettro di tensione indotto nel dettaglio dal modello di fatica semplificato n. 3, o, in alternativa, dallo spettro di carico equivalente costituente il modello di fatica n. 4.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

In alcuni casi è possibile ricondurre la verifica a danneggiamento alla determinazione del delta di tensione equivalente $\Delta\sigma_E$ mediante una serie di coefficienti λ , opportunamente calibrati, funzione della luce della campata, del volume di traffico atteso, della vita di progetto dell'opera e della simultaneità di più veicoli lenti nella carreggiata:

$$\Delta\sigma_E = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \cdot \varphi_{fat} \cdot [\sigma_{FLM,max} - \sigma_{FLM,min}] = \lambda \cdot \varphi_{fat} \cdot \Delta\sigma_{max}$$

con $\lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \leq \lambda_{max}$. Per l'applicazione del metodo si può far riferimento a EN 1994-2.

Il coefficiente dinamico equivalente φ_{fat} per ponti stradali è assunto diverso dall'unità solo nelle prossimità dei giunti di dilatazione. In definitiva, si conduce la verifica a danneggiamento controllando che risulti:

$$\gamma_F \cdot \Delta\sigma_E(\lambda) \leq \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}}$$

Le Circolari applicative delle NTC2018 (§[D_2]), definiscono le diverse categorie di dettaglio ed i valori dei delta di tensione resistenti ($\Delta\sigma_C$) per $2 \cdot 10^6$ cicli di carico ad ampiezza costante.

6.3.4.1 Verifica a vita illimitata

Le verifiche a fatica sono state eseguite con il **metodo a vita illimitata** utilizzando il **carico LM2** in conformità al D.M. 14/01/2018 (carichi di progetto e coefficienti di sicurezza), ed alle indicazioni riportate della Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 Febbraio 2009, n. 617, relative alle metodologie ed i particolari costruttivi (par. C.4.2.4.1.4).


La verifica è poi condotta con il **criterio della vita utile** (Safe Life) assumendo $\gamma_{Mf} = 1.35$.

Il carico LM2 è stato applicato secondo le indicazioni contenute al p.to 4.6.3 dell' Eurocodice ENV 1991-2 il quale precisa che i singoli veicoli che compongono l'LM2 devono essere fatti transitare separatamente lungo il ponte.


Il massimo delta di tensione $\Delta\sigma_{max}$ in ogni sezione sarà pari al valore massimo dei cinque $\Delta\sigma$ dovuti a ciascuno dei veicoli che formano l'LM2.

Ciascun veicolo percorre il ponte da spalla a spalla posizionato trasversalmente in asse alla corsia di marcia lenta della sezione stradale.

Sono stati considerati i particolari da fatica riportati nella tabella seguente:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

	Descrizione del Particolare	$\Delta\sigma_c$ (Mpa)		$\Delta\sigma_D$ (Mpa)		Size Effect
		2·10 ⁶ cicli		5·10 ⁶ cicli (1)		
1	Irrigidimento verticale o montante del traverso in semplice piatto saldato sulle piattabande	80		59		NO
2	Contropiastra saldata alla piattabanda inferiore in corrispondenza degli appoggi per compensazione pendenza longitudinale e collegamento apparecchi di appoggio	56		41,3		NO
3	Terminazione impilaggio con taglio della piattabanda impilata a 90°	56		41,3		NO
4	Arco di scarico sull' anima per consentire l' esecuzione della giunzione saldata di testa delle piattabande	71		52,3		NO
5	Saldatura di testa delle piattabande con <u>Tmin ≤ 25 mm</u> e particolare della saldatura conforme a quello indicato nelle tavole di progetto (2). Tmin = spessore minimo delle piattabande da unire	90		66,3		NO (3)
6	Saldatura di testa delle piattabande con <u>Tmin > 25 mm</u> e particolare della saldatura conforme a quello indicato nelle tavole di progetto (4). Tmin = spessore minimo delle piattabande da unire	Tmin	$\Delta\sigma_c$	Tmin	$\Delta\sigma_D$	SI (5)
		25	112	25	83	
		30	108	30	80	
		35	105	35	77	
		40	102	40	75	
		45	100	45	73	
		50	98	50	72	
		55	96	55	71	
		60	94	60	69	
		65	93	65	68	
		70	91	70	67	
		75	90	75	66	
		80	89	80	65	
		85	88	85	65	
		90	87	90	64	
		95	86	95	63	
		100	85	100	63	
7	Saldatura di testa delle anime a piena	71		52,3		NO (3)

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

	penetrazione tra elementi di spessore differente con assi allineati con $T_{min} \leq 25 \text{ mm}$			
	T_{min} = spessore minimo delle anime da unire			

1. $\Delta\sigma_D = 0,737 \times \Delta\sigma_C$
2. Sovrappessore di saldatura non superiore al 10% della larghezza del cordone
3. Per spessori inferiori a 25 mm non è necessario tener conto dell' effetto dello spessore su $\Delta\sigma_C$
4. Saldatura molata a raso
5. Per spessori superiori a 25 mm è necessario tener conto dell' effetto dello spessore su $\Delta\sigma_C$ secondo la relazione $\Delta\sigma_{C,rid}(T_{min}) = \Delta\sigma_C(25 \text{ mm}) \times K_s$; $K_s = (25 / T_{min})^{0,2}$

Dall'esame della tabella precedente risulta che, con i particolari costruttivi previsti in progetto, la saldatura di testa delle piattabande (anche per spessori considerevoli) presenta un $\Delta\sigma_C$ sempre superiore al particolare n° 7 (Saldatura di testa delle anime a piena penetrazione).

Analogamente, il particolare n°4 (Arco di scarico sull' anima per consentire l'esecuzione della giunzione saldata di testa delle piattabande), presenta un $\Delta\sigma$ uguale al particolare n° 7 (Saldatura di testa delle anime a piena penetrazione).

Pertanto per la verifica a fatica nelle sezioni in cui è prevista la giunzione di testa dei conci sono stati utilizzati i particolari n° 4-7.

Per quanto riguarda i coefficienti γ sono stati utilizzati i seguenti valori:

- $\gamma_F = 1$
- $\gamma_{Mf} = 1,35$ (Coeff. di sicurezza per la verifica a fatica)

Nel seguito sono rappresentati in forma grafica i risultati ottenuti e le verifiche effettuate.

Nelle due figure seguenti sono rappresentate le verifiche a fatica.

Su ciascun grafico sono riportate due curve che rappresentano:

- Il diagramma dell' involuppo dei $\Delta\sigma$ (in Mpa) dovuti ai cinque veicoli che formano il carico LM2 ($\Delta\sigma_E$).
- Il diagramma dei $\Delta\sigma$ "Resistenti ridotti" ($\Delta\sigma_{R,rid}$) pari al valore dei $\Delta\sigma_D$ riportati nella tabella divisi per il coeff. $\gamma_{Mf} = 1,35$.

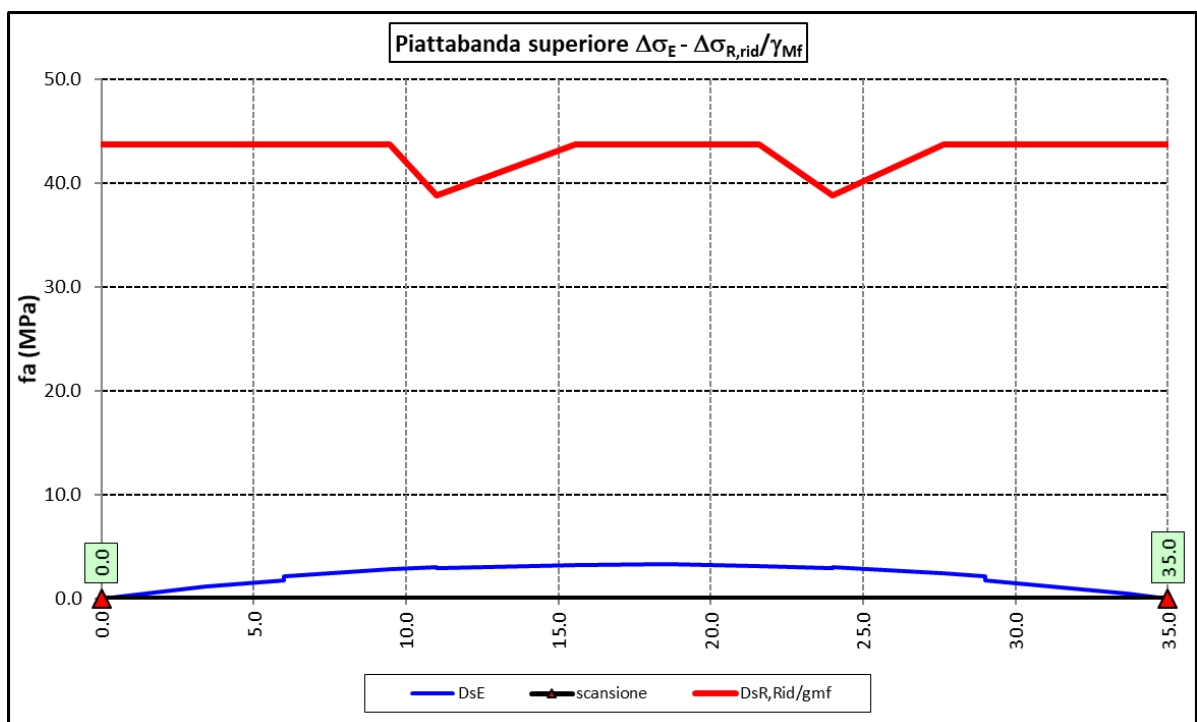
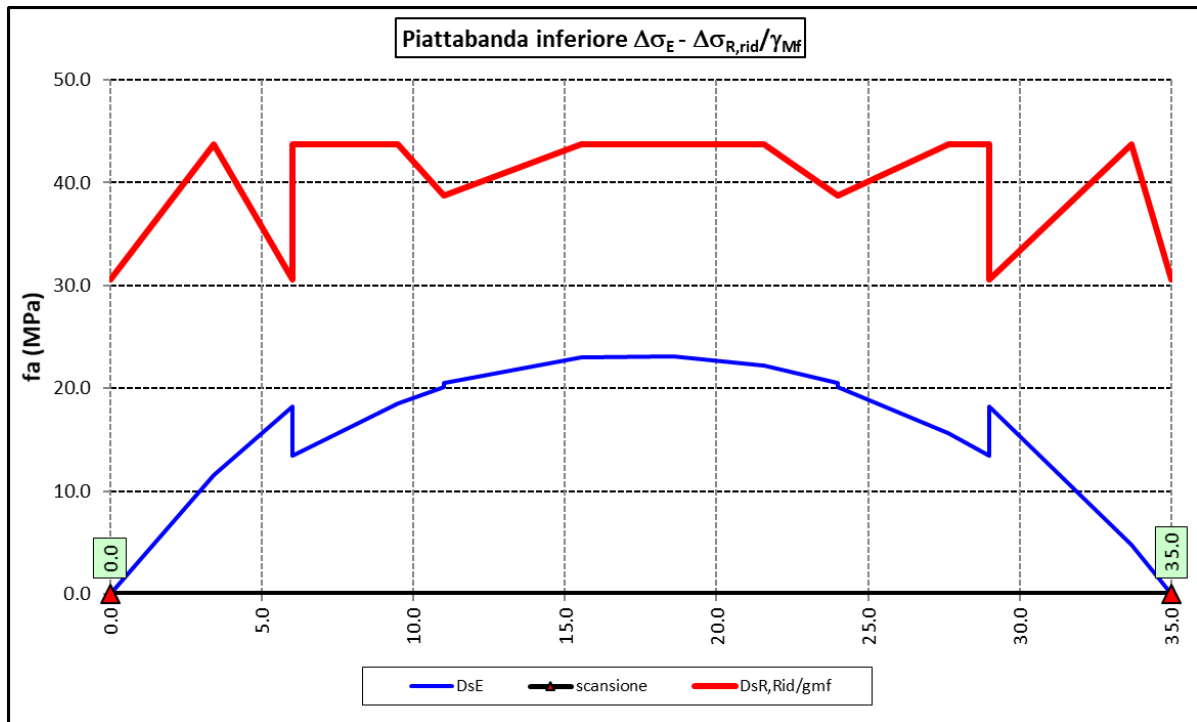
Tale grafico è stato costruito usando come retta di riferimento il valore del particolare n° 1 (presente ad interasse di circa 7 m lungo tutto lo sviluppo della struttura) per il quale si ha:

$$\Delta\sigma_{R,rid} = \Delta\sigma_D / 1,35 = 59/1,35 = 43,7 \text{ Mpa.}$$

I "picchi" verso il basso, rispetto a questa retta di riferimento, rappresentano i seguenti particolari:


- Particolare 2 (contropiastra) $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{Mf} = 41,3/1,35 = 30,6 \text{ Mpa}$
- Particolare 3 (terminazione impilaggio) $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{Mf} = 41,3/1,35 = 30,6 \text{ Mpa}$
- Particolare 7 (saldatura di testa delle anime di spessore non superiore a 25 mm) $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{Mf} = 52,3/1,35 = 38,7 \text{ Mpa}$

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.



6.3.5 Verifiche SLU delle saldature longitudinali

I cordoni d'angolo delle saldature flangia superiore – anima (fibra C) ed anima – flangia inferiore (fibra B) sono stati verificati agli SLU ed allo stato limite di fatica.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Per quanto attiene le verifiche di resistenza SLU, devono essere rispettate simultaneamente le seguenti condizioni (par. 4.2.8.4):

$$\sqrt{\tau_{//}^2 + n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2} \leq \beta_1 f_{yk}$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 f_{yk}$$

Con β_1 e β_2 forniti dalla seguente tabella in funzione del grado di acciaio:

Tabella 4.2.XIV Valori dei coefficienti β_1 e β_2

	S235	S275 - S355	S420 - S460
β_1	0,85	0,70	0,62
β_2	1,0	0,85	0,75

Essendo:

$\tau_{//}$ la tensione tangenziale agente nella sezione di gola parallela all'asse del cordole di saldatura.

n_{\perp} la tensione normale agente nella sezione di gola perpendicolare all'asse del cordone di saldatura;

Nel calcolo della n_{\perp} per il cordone a livello della flangia superiore si tiene conto del peso della soletta, del carico permanente e dell'azione di una ruota dell'asse di carico tandem di schema 1 (Q=150 kN - lunghezza dell'impronta 40 cm), diffusa a 45° nello spessore della pavimentazione e della soletta.

Per quanto riguarda la verifica a fatica, è stata condotta una verifica a [vita illimitata](#) secondo il criterio [della vita utile a fatica](#), ipotizzando [conseguenze significative](#) della rottura; ciò conduce ad un coefficiente parziale di sicurezza pari a $\gamma_{Mf} = 1,35$.

Il valore del delta di tensione tangenziale resistente è definito, tramite l'applicazione del coefficiente parziale di sicurezza γ_{Mf} , a partire dal delta di tensione resistente per 2×10^6 cicli (classe del dettaglio $\Delta \tau_C = 80$ MPa), secondo la seguente relazione:


$$\Delta \tau_R = \frac{\Delta \tau_L}{\gamma_{Mf}} = \frac{0,457 \cdot \Delta \tau_C}{\gamma_{Mf}} = \frac{0,457 \cdot 80}{1,35} = 27 \text{ MPa}$$

In allegato si riportano gli esiti delle verifiche effettuate.

La dimensione dei cordoni d'angolo delle saldature è riportata nelle tabelle allegare e negli elaborati grafici.

6.3.6 Verifiche delle connessioni a pioli

Si adottano pioli tipo Nelson di altezza 220 mm e diametro 22 mm.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

La resistenza di calcolo a taglio SLU del singolo connettore, valutata secondo le espressioni di cui al punto 4.3.4.3.1.2 delle NTC2018 è:

Resistenza dei connettori	Var	unità	
resistenza a rottura dell'acciaio del piolo	ft	Mpa	450
coefficiente di resistenza parziale	γ_v		1.25
Diametro del piolo	d	mm	22
altezza del piolo	hsc	mm	220
resistenza a compressione cilindrica cls soletta	fck	Mpa	35
Modulo elastico cls soletta	Ec	Mpa	34077
coefficiente alpha	α		1.0
Resistenza del piolo (componente acciaio)	$P_{RD,a}$	kN	109.5
Resistenza del piolo (componente cls)	$P_{RD,c}$	kN	122.6
Resistenza del piolo SLU (min ($P_{RD,a}$; $P_{RD,c}$))	$P_{RD,SLU}$	kN	109.5

Agli SLE si considera la seguente resistenza dei connettori:

Coefficiente Ks	Ks		0.75
Resistenza del piolo SLE (ks x Prd)	$P_{RD,SLE}$	kN	82.1

Le verifiche nei confronti dello Stato Limite Ultimo di fatica sono effettuate "a danneggiamento" controllando che sia:

- nelle zone in cui la piattabanda superiore risulta compressa:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2} \leq \Delta\tau_C / \gamma_{Mf,s} \quad \text{controllo sul delta di tensione tangenziale } \Delta\tau$$

Con:

$\Delta\tau_{E,2}$ delta di tensione equivalente sul piolo;

$\Delta\tau_C$ valore di riferimento della resistenza a fatica del piolo pari a 90 MPa;


γ_{Ff} fattore di sicurezza parziale sui carichi pari ad 1.0;

$\gamma_{Mf,s}$ fattore di sicurezza parziale sul materiale costituente il piolo posto pari a 1.15.

- nelle zone in cui la piattabanda superiore risulta tesa:

$$\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2} \leq \Delta\tau_C / \gamma_{Mf,s} \quad \text{controllo sul delta di tensione tangenziale } \Delta\tau$$

$$\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma_{E,2}}{\Delta\sigma_C \cdot \gamma_{Mf}} + \frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\tau_{E,2}}{\Delta\tau_C \cdot \gamma_{Mf,s}} \leq 1,3 \quad \text{controllo sull'interazione fra } \Delta\tau \text{ e } \Delta\sigma$$

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Con:

$\Delta\sigma_{E,2}$ intervallo di tensioni agenti sulla piattabanda superiore;

$\Delta\sigma_C$ valore di riferimento della resistenza a fatica della piattabanda superiore pari a 80 MPa.

Il delta di tensione equivalente sul piolo è pari a:

$$\Delta\tau_{E,2} = \lambda_v \cdot \Delta\tau$$

con λ_v è il fattore di danneggiamento equivalente per la connessione a pioli e $\Delta\tau$ intervallo di tensioni tangenziali prodotte dal carico da fatica.

Pertanto si ha:

Dati per verifiche a fatica - Danneggiamento equivalente	Var		unità
Classe di resistenza a fatica per pioli (scorrimento)	$\Delta\tau_c$	Mpa	90.0
Classe di resistenza a fatica della piat. Sup. per effetto saldatura pioli	$\Delta\sigma_c$	Mpa	80.0
Coefficiente parziale amplificativo dei carichi	γ_{Ff}		1.00
Coefficiente di resistenza parziale (verifica al danneggiamento)	γ_{Mf}		1.15
Resistenza di calcolo a fatica pioli Dtr_rid	$\Delta\tau_c / (\gamma_{Mf} \times \gamma_{Ff})$	Mpa	78.3
Resistenza di calcolo a piattabanda superiore Dse_rid	$\Delta\sigma_c / (\gamma_{Mf} \times \gamma_{Ff})$	Mpa	69.6

Il calcolo dei fattori lambda e lambda v fornisce i seguenti risultati:

Fattori lambda - Danneggiamento equivalente	Var		unità
tipo di traffico:	percorrenza		lunga
Vita di progetto del ponte	t_{Ed}	anni	100
Peso lordo medio degli autocarri sulla corsia lenta	Q_{m1}	kN	445
numero di veicoli di massa superiore a 10 ton transitanti sulla corsia	Nobs		5.0E+05
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda 2	λ_2		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	λ_3		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	λ_4		1.00
fattore lambda v 1	λ_{v1}		1.55
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda v 2	λ_{v2}		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	λ_{v3}		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	λ_{v4}		1.00
fattore lambda v	λ_v		1.437

Infine, si è tenuto conto delle azioni concentrate alle estremità dovute a ritiro e variazioni termiche.

I connettori sono stati disposti ad interasse costante pari a 200 mm lungo l'asse delle travi principali.

I risultati delle verifiche svolte sono riportati in allegato.

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)	fq1 (m)	fcf-t (m)									
1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.000	-0.233	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.070	OK!	0.000
2	3.43	-0.022	-0.004	0.000	0.000	-0.026	-0.026	35.000	-0.233	OK!	-0.005	-0.004	0.000	-0.009	-0.070	OK!	0.028
3	6.00	-0.037	-0.006	0.000	0.000	-0.043	-0.043	35.000	-0.233	OK!	-0.008	-0.007	0.000	-0.015	-0.070	OK!	0.047
4	9.48	-0.053	-0.009	0.000	0.000	-0.062	-0.062	35.000	-0.233	OK!	-0.012	-0.010	0.000	-0.022	-0.070	OK!	0.067
5	11.00	-0.059	-0.009	0.000	0.000	-0.069	-0.069	35.000	-0.233	OK!	-0.013	-0.011	0.000	-0.024	-0.070	OK!	0.075
6	15.53	-0.069	-0.011	0.000	0.000	-0.080	-0.080	35.000	-0.233	OK!	-0.016	-0.013	0.000	-0.029	-0.070	OK!	0.087
7	18.56	-0.070	-0.011	0.000	0.000	-0.081	-0.081	35.000	-0.233	OK!	-0.016	-0.013	0.000	-0.029	-0.070	OK!	0.088
8	21.58	-0.066	-0.011	0.000	0.000	-0.076	-0.076	35.000	-0.233	OK!	-0.015	-0.012	0.000	-0.027	-0.070	OK!	0.083
9	24.00	-0.059	-0.009	0.000	0.000	-0.069	-0.069	35.000	-0.233	OK!	-0.013	-0.011	0.000	-0.024	-0.070	OK!	0.075
10	27.63	-0.044	-0.007	0.000	0.000	-0.051	-0.051	35.000	-0.233	OK!	-0.010	-0.008	0.000	-0.018	-0.070	OK!	0.056
11	29.00	-0.037	-0.006	0.000	0.000	-0.043	-0.043	35.000	-0.233	OK!	-0.008	-0.007	0.000	-0.015	-0.070	OK!	0.047
12	33.68	-0.009	-0.001	0.000	0.000	-0.010	-0.010	35.000	-0.233	OK!	-0.002	-0.002	0.000	-0.004	-0.070	OK!	0.011
13	35.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.000	-0.233	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.070	OK!	0.000

La figura seguente fornisce evidenza dei risultati ottenuti:

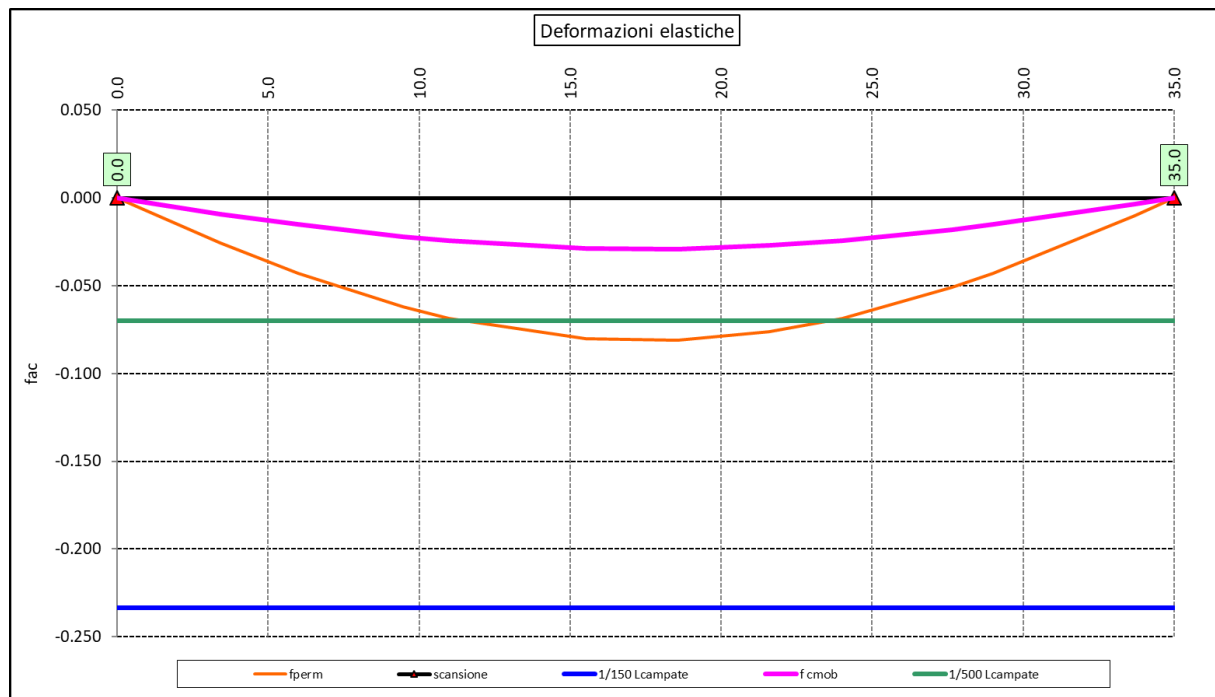



Figura 6.8. Travi principali – Verifiche di deformabilità

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:

S.S. 554 "Cagliaritana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

- 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:

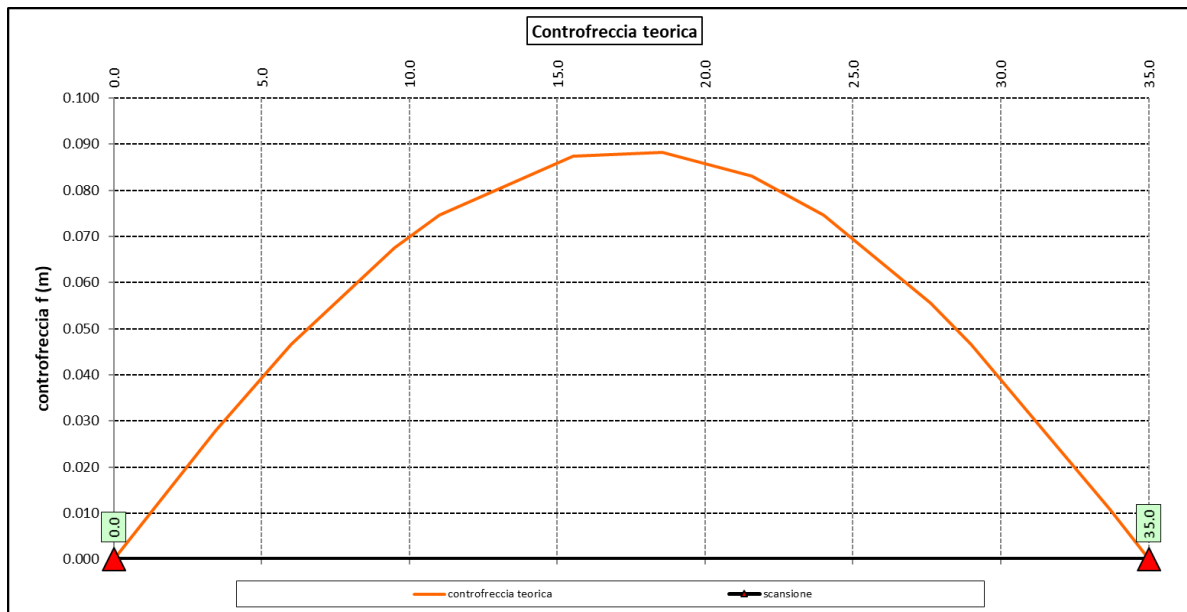


Figura 6.9. Travi principali – controfreccia teorica

6.5 Verifica della Soletta in c.a.


Si prevede che il getto della soletta avvenga su predalle di altezza pari a 7 cm tessute in direzione trasversale all'asse dell'impalcato ed appoggiate sulle ali superiori delle travi principali.

Il getto della soletta dovrà tassativamente avvenire in due fasi in direzione trasversale:

1. dapprima si eseguirà il getto della soletta nella parte centrale compresa tra le tre travi principali, comprendendo il getto degli sbalzi per 1.00 m dall'asse delle travi. I suddetti getti avverranno secondo questa successione:
 - a. getto di tre fasce di larghezza pari a 2.00 m a cavallo delle travi principali;
 - b. completamento del getto della campata compresa tra le travi principali.
 N.B. non è richiesta alcuna maturazione dei getti nel passaggio tra la fase 1a e la fase 1b.
2. successivamente avverrà il completamento della soletta con il getto delle zone rimanenti degli sbalzi. Il getto di seconda fase potrà avvenire solo dopo che il getto di prima fase avrà raggiunto la resistenza di 25 Mpa.

Infine si provvederà a realizzare il getto dei cordoli.

In direzione longitudinale i getti andranno effettuati dapprima i getti delle zone di campata e successivamente i getti delle zone di appoggio.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Nel prosieguo sono presentate le verifiche delle predalle in fase di autoportanza e quelle dell'intera soletta in esercizio.

6.5.1 Verifica delle predalles in fase di autoportanza

Le predalle, di larghezza pari a 2.40 m, saranno armate con tralicci di tipo HD Baustrada 12/16/10 h=195 mm posti ad interasse corrente di 40 cm (n.6 tralicci). Sulla campata interna saranno disposti ulteriori 5 tralicci di rinforzo per ciascuna predalla.

In fase di calcolo è stato considerato un sovraccarico accidentale dovuto ai mezzi d'opera pari a 0.75 kN/m².

Le predalle sono interrotte in corrispondenza delle piattabande superiori delle travi principali per consentire l'alloggiamento dei connettori.

La verifica delle sezioni viene effettuata in mezzeria per la campata interna ed in corrispondenza dell'incastro dello sbalzo.

In accordo alle fasi di getto, si considerano 3 schemi di carico:

1. Peso proprio predalla + getto in corrispondenza della campata interna + peso dei mezzi d'opera posizionati in corrispondenza delle campate interne comprese tra le travi metalliche. In questa fase si verifica il traliccio in corrispondenza della sezione di mezzeria (massimo momento positivo). A favore di sicurezza si trascura il contributo stabilizzante offerto dal peso dei getti di completamento sugli sbalzi eseguiti in fase 1a.
2. Peso proprio predalla + getto dello sbalzo per 1.00 m dall'asse della trave principale + peso dei mezzi d'opera su tutta la lunghezza dello sbalzo. Si verifica il traliccio in corrispondenza dell'incastro dello sbalzo.
3. Peso proprio predalla e della veletta di bordo + peso completamento del getto dello sbalzo + peso dei mezzi d'opera. In questa fase si verifica il traliccio in corrispondenza della sezione a 1.00 m dall'asse della trave di bordo.

Di seguito si illustrano i criteri di calcolo e verifica e successivamente i risultati delle verifiche effettuate per il caso in esame.

6.5.1.1 Criteri di calcolo e verifica


Gli sforzi normali massimi di trazione/compressione N_{Ed} , agenti sui correnti dei tralicci per verifiche SLU di resistenza a trazione e instabilità a compressione, sono determinati dividendo il momento flettente di calcolo agli SLU per il braccio delle forze interne h_u , pari alla distanza verticale tra il corrente superiore e inferiore.

Gli sforzi normali massimi di compressione agenti sulle diagonali dei tralicci si ottengono dividendo il massimo taglio di calcolo V_{max} nella sezione considerata, per il seno dell'angolo α , formato dalla diagonale con l'asse dei correnti nel piano longitudinale, e per il coseno dell'angolo β , formato dalla diagonale con l'asse verticale nel piano trasversale.

Verifica di resistenza dei correnti tesi

Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$c.u. = \frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1.0$$

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

La resistenza a trazione $N_{t,Rd}$ dei correnti tesi è pari a:

$$N_{t,Rd} = \frac{A_s f_{yk}}{\gamma_M}$$

essendo:

A_s l'area totale dei correnti tesi;
 f_{yk} la tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio dei correnti;
 γ_M è il coefficiente di sicurezza pari a **1.15** per acciaio **B450C**.

Verifica all'instabilità dei correnti compressi

Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$c.u. = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1.0$$

La resistenza all'instabilità $N_{b,Rd}$ delle aste compresse dei tralicci è stata valutata in accordo al paragrafo §4.2.4.1.3.1 delle NTC2018:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A_s f_{yk}}{\gamma_M}$$

Essendo:

A_s l'area totale dei correnti compressi;
 f_{yk} la tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio dei correnti;
 γ_M è il coefficiente di sicurezza pari a **1.15** per acciaio **B450C**.
 χ il coefficiente di riduzione dello sforzo normale a compressione fornito dalla seguente espressione:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

dove:

$$\Phi = 0.5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} + 0.2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

α è il fattore di imperfezione assunto pari a **0.49** in accordo alla tab. Tab 4.2.VI;

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_{yk}}{N_{cr}}}$$


è la snellezza adimensionale;

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{L_0^2}$$

è il carico critico euleriano, dipendente dalle proprietà della sezione lorda e dalla

lunghezza libera di inflessione dell'asta $L_0 = \beta L$;


$\beta = 1.0$ nel caso dei correnti e $\beta = 0.9$ nel caso delle diagonali dei tralicci.

S.S. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

L è la lunghezza dell'asta; nel caso dei correnti è pari alla distanza che intercorre tra due successivi nodi dei tralicci in direzione longitudinale, mentre nel caso delle diagonali è pari alla lunghezza effettiva della diagonale.


6.5.1.2 Verifica della predalla in mezzeria della campata tra le travi

DATI GEOMETRICI SOLETTA IN C.A.		Var	unità			
Interasse tra le travi		it	mm	5000		
Lunghezza dello sbalzo sx rispetto ad asse trave		Ls_sx	mm	2500		
Larghezza asola sulla piattabanda superiore sx		Bas_sx	mm	540		
Distanza tra asse trave sx e asse appoggio predalla		Dap_sx	mm	310		
Lunghezza dello sbalzo dx rispetto ad asse trave		Ls_dx	mm	0		
Larghezza asola sulla piattabanda superiore dx		Bas_dx	mm	0		
Distanza tra asse trave dx e asse appoggio predalla		Dap_sx	mm	190		
Altezza complessiva soletta in campata - per carichi		hs1c	mm	310		
Altezza complessiva soletta in campata - per verifiche		hs2	mm	310		
Luce di calcolo della predalla in campata		ls	mm	4500		
DATI PERMANENTI PORTATI		Var	unità			
DATI GEOMETRICI PREDALLE		Var	unità			
n. tralicci per dalla		nt		11		
altezza traliccio		ht	mm	195		
Sezione corrente		n	φ	A	At	di
			mm	mmq	mmq	mm
Armatura superiore tralicci		1	16	201	2212	227
Armatura inferiore tralicci		2	12	226	2488	46
Armatura inferiore nella dalla		0	0		0	40
						I
						mm4
spessore predalla in agli sbalzi per carichi			mm	70		
spessore predalla in campata per carichi			mm	70		
spessore predalla in campata per verifiche			mm	70		
larghezza predalla			mm	2400		

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

CALCOLI STATICI


FASE 1 - POSA IN OPERA DALLE, GETTO DI COMPLETAMENTO						
ANALISI DEI CARICHI		B	H	γ	ρ	ρ
		m	m	kN/mc	kN/mq	kN/ml
peso proprio predalla agli sbalzi	g1a	2.40	0.07	25.0		4.20
peso proprio predalla in campata	g1b	2.40	0.070	25.0		4.20
peso proprio getto di completamento	g1c	2.40	0.240	25.0		14.40
peso mezzi d'opera	q	2.40			0.75	1.80
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE						
	Var	unità				
Reazione all'appoggio sx - permanenti	RA-p	kN	54.74			
ascissa taglio nullo	$x_V(0)$	m	2.44			
Momento massimo in campata - permanenti	Mmax_p	kNm	39.48			
Momento massimo in campata - accidentali	Mmax_q	kNm	4.56			
Taglio massimo all'appoggio - permanenti	Vmax_p	kN	45.38			
Taglio massimo all'appoggio - accidentali	Vmax_q	kN	4.05			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	γ_g		1.30			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	γ_q		1.50			
Verifiche SLU - Momento flettente in mezzzeria	Mmax	kNm	58.2			
Verifiche SLU - Taglio massimo all'appoggio	Vmax	kNm	65.1			
VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI						
	Var	unità				
altezza del traliccio	ht	m	0.181			
Momento flettente	Mmax	kNm	58.16			
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	61.1			
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	12.5			
Sforzo massimo nei correnti	Nmax1	kN	321.3			
Verifica dei correnti compressi						
	Var	unità	cor traliccio			
n. correnti	nc		11			
Diametro corrente compresso	ϕ	mm	16			
Area corrente compresso	A	mmq	201			
Momento d'inerzia corrente compresso	Ik	mm4	3217			
raggio d'inerzia corrente	isup	m	0.0040			
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.20			
coefficiente beta	β		1.00			
snellezza	λ		50.0			
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	166690			
snellezza adimensionale	λ_*		0.74			
fattore di imperfezione alpha	α		0.49			
coefficiente Φ	Φ		0.90			
coefficiente χ	χ		0.70			
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	607			
coefficiente di utilizzo	c.u		0.53			< 1.0
Verifica dei correnti tesi						
	Var	unità	inferiori			
A correnti	A	mmq	2488			
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	974			
coefficiente di utilizzo	c.u		0.33			< 1.0

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

VERIFICA DIAGONALI

altezza del traliccio	ht	m	0.181	
n. diagonali	nd		22	
Taglio massimo	Vmax	kN	65.07	
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	61.1	
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	12.5	
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	76.1	
Diametro diagonale	φ	mm	10.0	
Area diagonale	A	mmq	79	
Momento d'inerzia diagonale	Ix	mm4	491	
raggio d'inerzia diagonale	isup	m	0.0025	
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.21	
coefficiente beta	β		0.90	
snellezza	λ		76.2	
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	28006	
snellezza adimensionale	λ ₋		1.12	
fattore di imperfezione alpha	α		0.49	
coefficiente φ	Φ		1.36	
coefficiente γ	γ		0.47	
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	319	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.24	< 1.0

Come è possibile evincere tutte le verifiche di resistenza ed instabilità delle aste dei tralicci sono soddisfatte.

S.S. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	


6.5.1.3 Verifica della predalle tralicciate in corrispondenza degli sbalzi

Il calcolo viene svolto in due fasi, la prima corrisponde al getto della prima parte dello sbalzo, la seconda al getto di completamento.


DATI GEOMETRICI SOLETTA IN C.A.		Var	unità			
Altezza complessiva soletta alla estremità inc. sbalzo		hss1	mm	310		
Altezza complessiva soletta alla estremità libera sbalzo		hss2	mm	310		
Luce dello sbalzo rispetto all'asse della trave		ls	mm	2750		
Inclinazione del getto in opera - intradosso		incl		0.000		
Larghezza asola sulla piattabanda superiore		Lasol	mm	540		
Distanza tra asse trave e asse appoggio predalla		Dap	mm	310		
Estensione del getto di prima fase dall'asse della trave		Lg1	mm	1000		
DATI GEOMETRICI PREDALLE		Var	unità			
n. tralici per dalla		nt		6		
altezza traliccio all'incastro		ht	mm	195		
Sezione corrente		n	φ	A	At	di
			mm	mmq	mmq	mm
Armatura superiore tralici	1	16	201	1206	227	19302
Armatura inferiore tralici	2	12	226	1357	46	12215
Armatura di rinforzo nella dalla	0	0		0	40	0
Altezza complessiva predalla alla estremità libera			mm	70		
Altezza complessiva predalla alla estremità inc. sbalzo			mm	70		
larghezza lastra			mm	2400		
coefficiente di omogeneizzazione				10		
Area lastra			mm2	16800		
Caratteristiche geometrico-inerziali		Var	unità			
Area totale		At	mm2	19364		
Momento statico rispetto al lembo inferiore		Mstat	mm3	924276		
Y baricentro rispetto al lembo inferiore		Yg	mm	48		
Momento d'inerzia dalla tralicciata		It	mm4	48388114		
Sezione asolata d'estremità		n	φ	A	At	di
			mm	mmq	mmq	mm
Armatura superiore tralici	1	16	201	1206	227	19302
Armatura inferiore tralici	2	12	226	1357	46	12215
Caratteristiche geometrico-inerziali		Var	unità			
Area totale		At	mm2	2564		
Momento statico rispetto al lembo inferiore		Mstat	mm3	336276		
Y baricentro rispetto al lembo inferiore		Yg	mm	131		
Momento d'inerzia		It	mm4	20954896		

CALCOLI STATICI

FASE 1 - POSA IN OPERA DALLE, GETTO DI PRIMA FASE						
ANALISI DEI CARICHI	B	H	γ	p	p	
	m	m	kN/mc	kN/mq	kN/ml	
peso proprio dalla (costante)	g1a	2.40	0.07	25.0		4.20
peso proprio predalla (variabile)	g1b	2.40	0.00	25.0		0.00
peso proprio getto di completamento (costante)	g1c	2.40	0.24	25.0		14.40
peso proprio getto di completamento (variabile)	g1d	2.40	0.00	25.0		0.00
peso mezzi d'opera	p3	2.40			0.75	1.80
	B (m)	H (m)	L (m)	p (kN/ml)	P (kN)	
peso della veletta	P4	2.40		2.00	4.80	
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE	Var	unità				
Momento massimo all'incastro - permanenti	Mmax-p	kNm	27.64			
Momento massimo all'incastro - accidentali	Mmax-q	kNm	5.36			
Taglio massimo - permanenti	Vmax-p	kN	24.98			
Taglio massimo - accidentali	Vmax-q	kN	4.39			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	γg		1.30			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	γq		1.50			
Verifiche SLU - Momento flettente all'incastro	Mmax	kNm	44.0			
Verifiche SLU - Taglio massimo all'incastro	Vmax	kNm	39.1			

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI			
	Var	unità	
altezza del traliccio all'incastro	ht	m	0.177
Momento flettente	Mmax	kNm	43.97
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	60.5
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	9.6
Sforzo massimo nei correnti del traliccio	Nmax	kN	248.4
Verifica dei correnti compressi in corrispondenza asola			
Sforzo normale nei correnti inferiori	Nmax_i	kN	248
n. correnti	nc		12
Diametro corrente compresso	ϕ	mm	12
Area corrente compresso	A	mmq	113
Momento d'inerzia corrente compresso	I	mm4	1018
raggio d'inerzia corrente	isup	m	0.0030
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.20
coefficiente beta	β		1.00
snellezza	λ		67
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	52742
snellezza adimensionale	λ_*		0.98
fattore di imperfezione alpha	α		0.49
coefficiente Φ	Φ		1.17
coefficiente χ	χ		0.55
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	292
coefficiente di utilizzo	c.u		0.85 < 1.0
Verifica dei correnti compressi (sezione corrente)			
A correnti	A	mmq	1357
Resistenza a compressione dell'armatura compressa	Nc,Rd	kN	531
coefficiente di utilizzo	c.u		0.47 < 1.0
Verifica dei correnti tesi			
A correnti	A	mmq	1206
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	472
coefficiente di utilizzo	c.u		0.53 < 1.0
VERIFICA DIAGONALI			
altezza del traliccio	ht	m	0.181
n. diagonali	nd		12
Taglio massimo	Vmax	kN	39.07
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	60.5
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	9.6
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	45.5
Diametro diagonale	ϕ	mm	10
Area diagonale	A	mmq	79
Momento d'inerzia diagonale	I	mm4	491
raggio d'inerzia diagonale	isup	m	0.0025
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.21
coefficiente beta	β		0.90
snellezza	λ		76
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	28251
snellezza adimensionale	λ_*		1.12
fattore di imperfezione alpha	α		0.49
coefficiente Φ	Φ		1.35
coefficiente χ	χ		0.47
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	175
coefficiente di utilizzo	c.u		0.26 < 1.0

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

FASE 1 - GETTO DI SECONDA FASE						
ANALISI DEI CARICHI		B	H	γ	p	p
		m	m	kN/mc	kN/mq	kN/ml
peso proprio dalla (costante)	p1a	2.40	0.07	25.0		4.20
peso proprio predalla (variabile)	p1b	2.40	0.0	25.0		0.00
peso proprio getto di completamento (costante)	p2a	2.40	0.24	25.0		14.40
peso proprio getto di completamento (variabile)	p2b	2.40	0.00	25.0		0.00
peso mezzi d'opera	p3	2.40			0.75	1.80
		B (m)	H (m)	L (m)	p (kN/ml)	P (kN)
peso della veletta	P4	2.40			2.00	4.80
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE		Var	unità			
Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase - permanenti	Mmax-p	kNm	36.88			
Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Mmax-q	kNm	2.76			
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - permanenti	Vmax-p	kN	37.35			
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Vmax-q	kN	3.15			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	γ_g		1.30			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	γ_q		1.50			
Verifiche SLU - Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase	Mmax1	kNm	52.08			
Verifiche SLU - Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase	Vmax1	kN	53.28			
VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI ALL'ESTREMITA' DEL GETTO		Var	unità			
altezza del traliccio	ht	m	0.191			
Momento flettente	Mmax	kNm	52.08			
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	62.4			
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	8.9			
Sforzo massimo nei correnti del traliccio	Nmax	kN	272.7			
Verifica dei correnti tesi	Var	unità	superiori			
A correnti	A	mmq	1206			
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	472			
coefficiente di utilizzo	c.u		0.58	< 1.0		
VERIFICA DIAGONALI		Var	unità			
altezza del traliccio	ht	m	0.191			
n. diagonali	nd		12			
Taglio massimo	Vmax	kN	53.28			
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	62.4			
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	8.9			
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	60.9			
Diametro diagonale	ϕ	mm	10			
Area diagonale	A	mmq	79			
Momento d'inerzia diagonale	I	mm4	491			
raggio d'inerzia diagonale	isup	m	0.0025			
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.22			
coefficiente beta	β		0.90			
snellezza	λ		78.6			
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	26372			
snellezza adimensionale	$\lambda_{\bar{}}$		1.16			
fattore di imperfezione alpha	α		0.49			
coefficiente Φ	Φ		1.40			
coefficiente χ	χ		0.45			
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	168			
coefficiente di utilizzo	c.u		0.36	< 1.0		

Come è possibile evincere tutte le verifiche di resistenza ed instabilità delle aste dei tralicci sono soddisfatte.

6.5.2 Verifiche della soletta in esercizio (2° fase)

Le sollecitazioni agenti sulla soletta in esercizio sono state determinate attraverso un calcolo agli elementi finiti (SAP2000P), in cui la soletta è schematizzata con elementi SHELL.

L'altezza degli elementi shell è pari a 31 cm.

Per tenere conto della altezza effettivamente collaborante in direzione longitudinale, pari a 24 cm, sono state opportunamente ridotte le rigidzze flessionali e taglianti in questa direzione secondo i seguenti rapporti:

$$\text{fac_r_llong} = t_l^3 / t_t^3 = 0.24^3 / 0.31^3 = 0.464$$

$$\text{fac_r_Along} = t_l / t_t = 0.24 / 0.31 = 0.77$$

La soletta è semplicemente appoggiata in corrispondenza delle travi principali.

La figura seguente illustra il modello utilizzato per il calcolo della soletta:

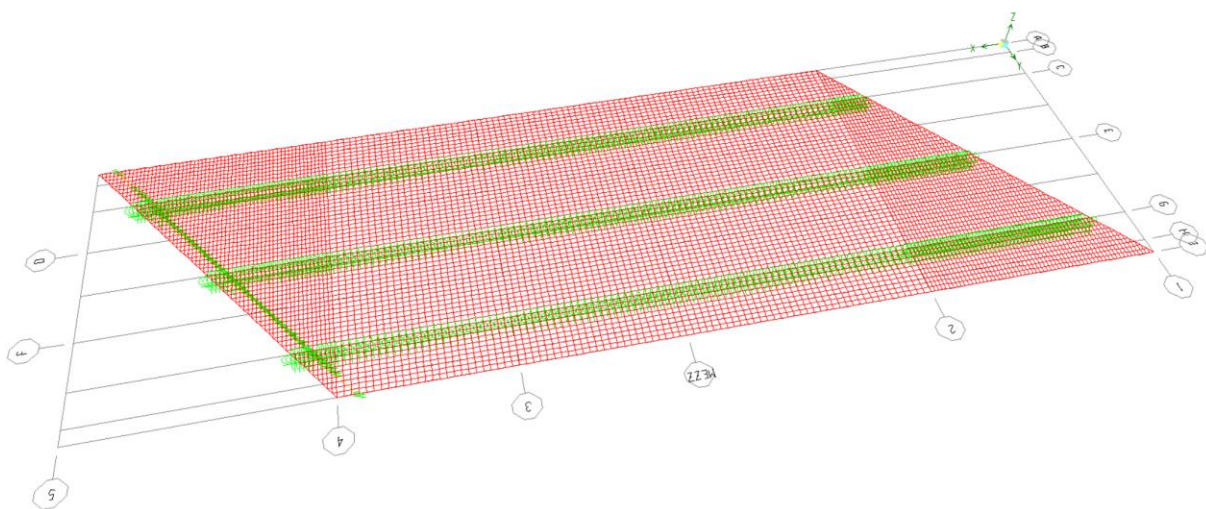


Figura 6.10. Modello di calcolo soletta – vista estrusa del modello agli elementi finiti

6.5.2.1 Analisi dei carichi agenti sulla soletta


I carichi di progetto considerati sono i seguenti:

• peso proprio della soletta	$25.0 \times 0.31 =$	7.75	kNm^{-2}
• peso proprio di ciascuno dei cordoli	$25.0 \times 0.20 =$	5.00	kNm^{-2}
• peso della pavimentazione stradale	$=$	3.00	kNm^{-2}
• peso di ciascuna barriera di sicurezza	$=$	1.50	kNm^{-1}
• peso di ciascuna rete di protezione	$=$	0.50	kNm^{-1}
• peso tubazioni smaltimento acque di piattaforma	$=$	1.50	kNm^{-1}
• peso di ciascuna veletta di bordo	$=$	1.40	kNm^{-1}
• peso del carter	$=$	1.50	kNm^{-1}

I carichi mobili Q_{1k} e q_{1k} (schema di carico 1 di cui al paragrafo 5.1.3.3.5 delle NTC2018) sono disposti come da schemi successivi in modo da massimizzare le sollecitazioni.

Le sollecitazioni sono state determinate per le seguenti disposizioni longitudinali dei carichi tandem:

- carichi disposti nella generica sezione corrente dell'impalcato;
- carichi disposti in prossimità della testata dell'impalcato.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Per ognuna di tali disposizioni i carichi sono stati disposti trasversalmente sull'impalcato nelle configurazioni di carico illustrate nelle figure seguenti:

Configurazione di carico A

- Condizione Q1CA: Carichi concentrati
- Condizione Q1DA: Carichi distribuiti

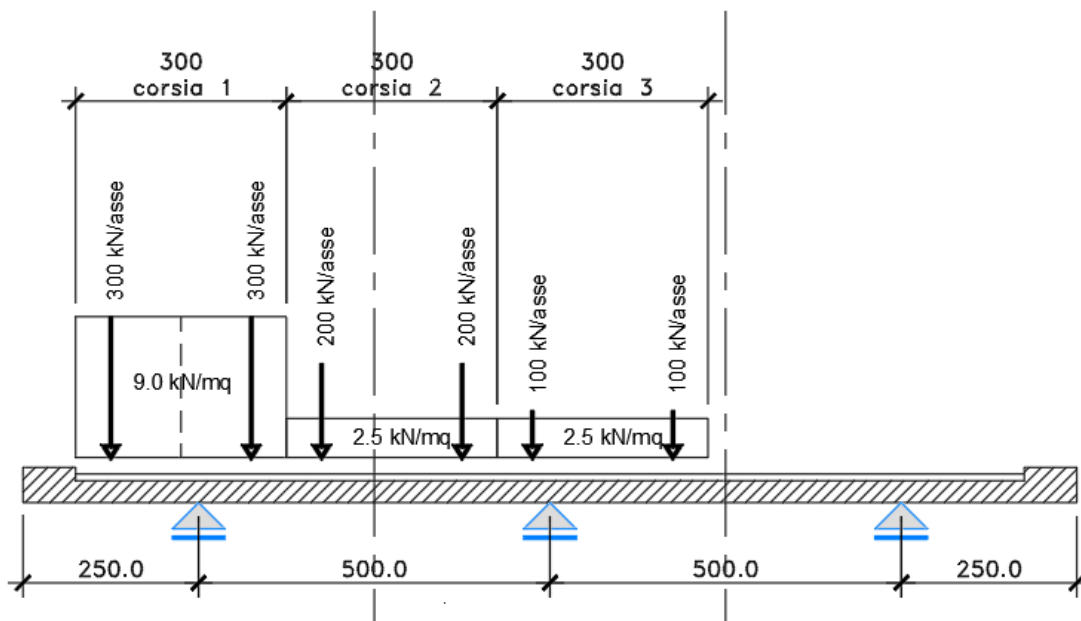



Figura 6.11. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione A

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Configurazione di carico B

- Condizione Q1CB: Carichi concentrati
- Condizione Q1DB: Carichi distribuiti

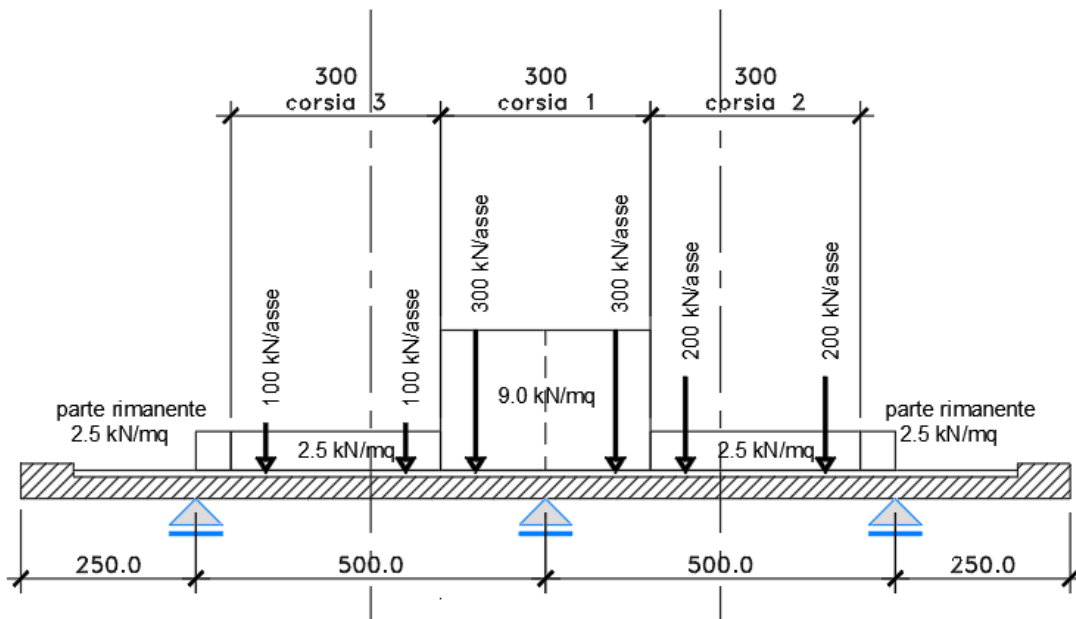
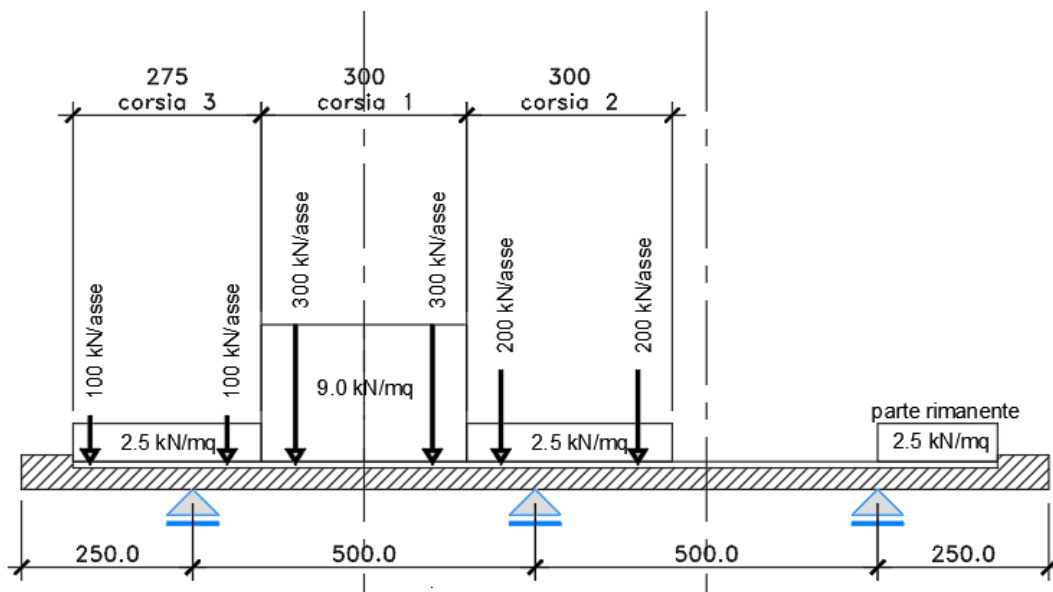


Figura 6.12. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione B

Configurazione di carico C

- Condizione Q1CC: Carichi concentrati
- Condizione Q1DC: Carichi distribuiti




S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Figura 6.13. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione C

Configurazione di carico D

- Condizione Q1CD: Carichi concentrati
- Condizione Q1DD: Carichi distribuiti

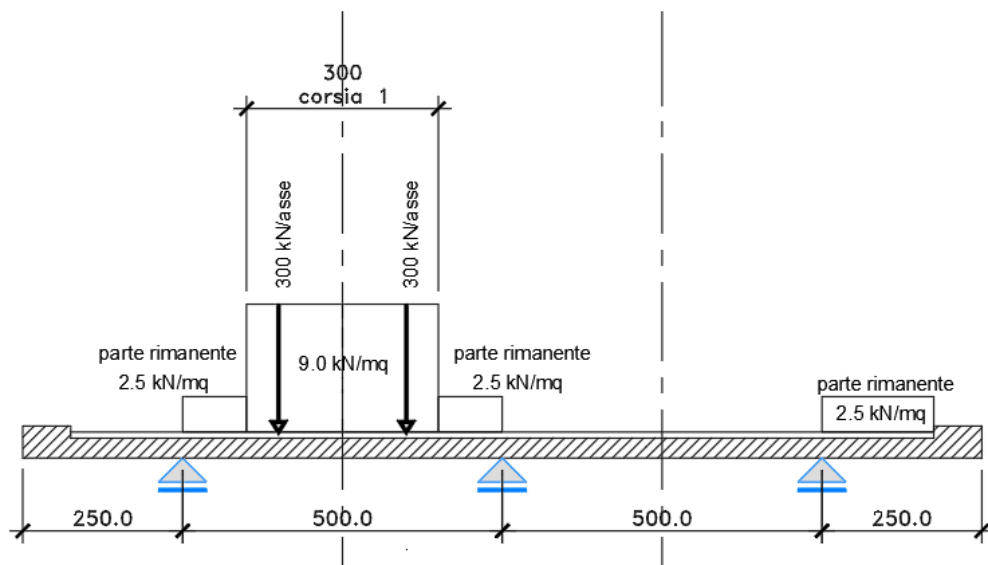


Figura 6.14. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione D

Configurazione di carico E

- Condizione Q1CE: Carichi concentrati
- Condizione Q1DE: Carichi distribuiti

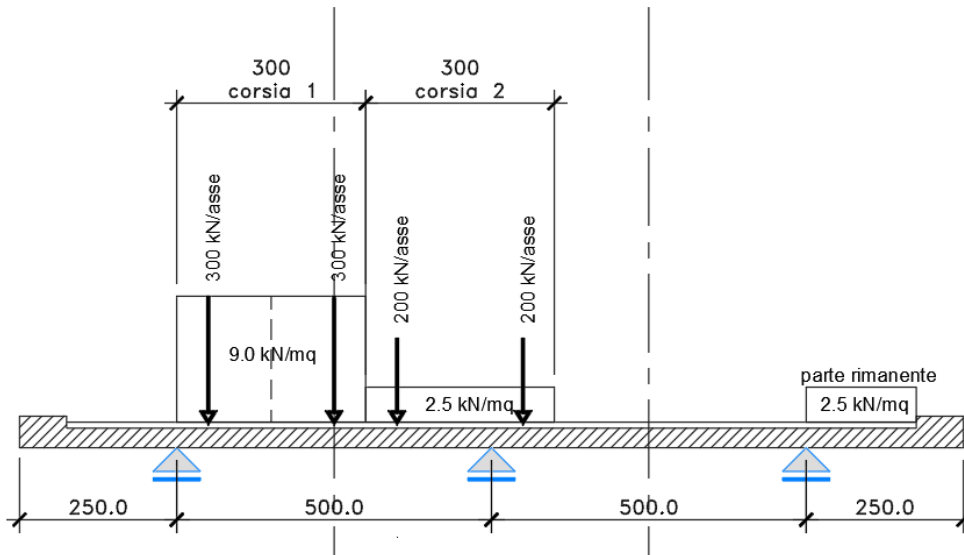


Figura 6.15. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione E

Configurazione di carico F

- Condizione Q1CF: Carichi concentrati
- Condizione Q1DF: Carichi distribuiti

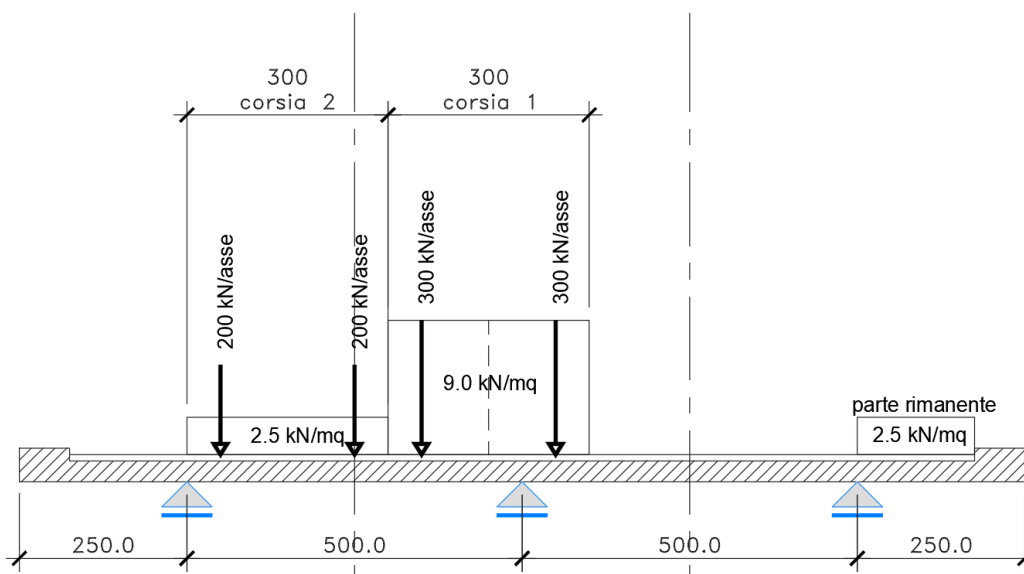



Figura 6.16. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione F

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Configurazione di carico G

- Condizione Q2G: Carichi concentrati

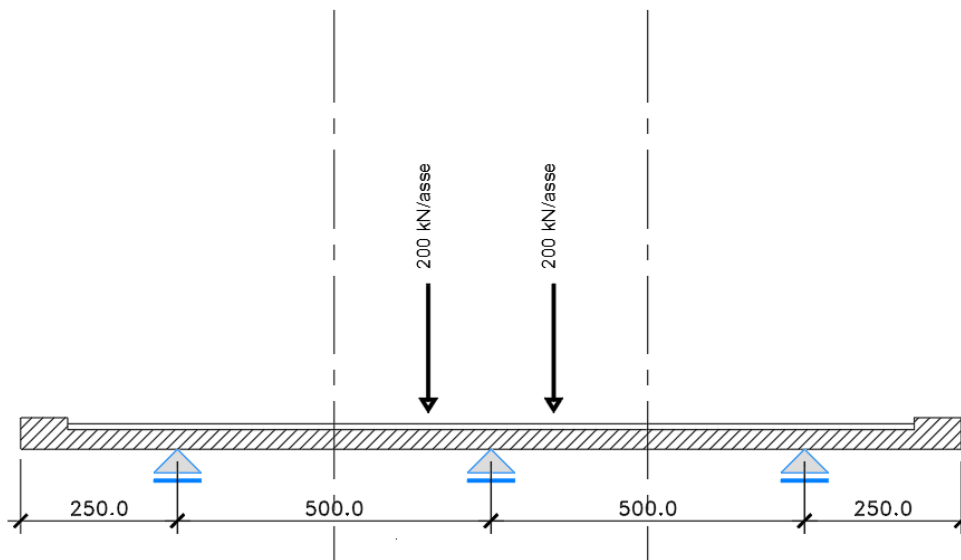


Figura 6.17. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione G

Configurazione di carico H

- Condizione Q2H: Carichi concentrati

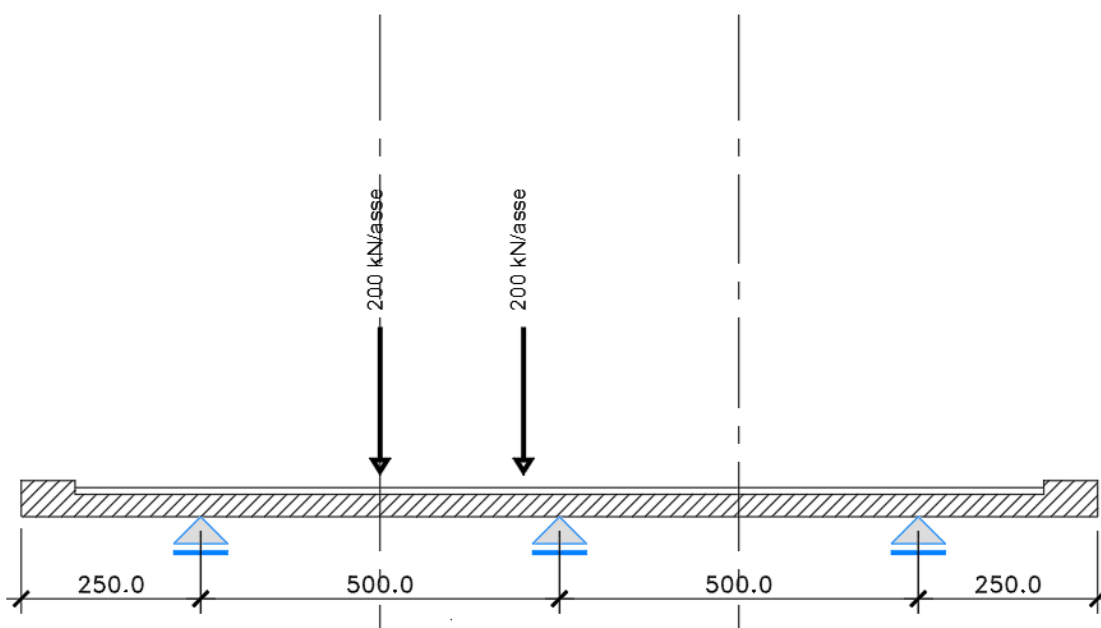



Figura 6.18. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione H

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

Configurazione di carico H

- Condizione Q2H: Carichi concentrati

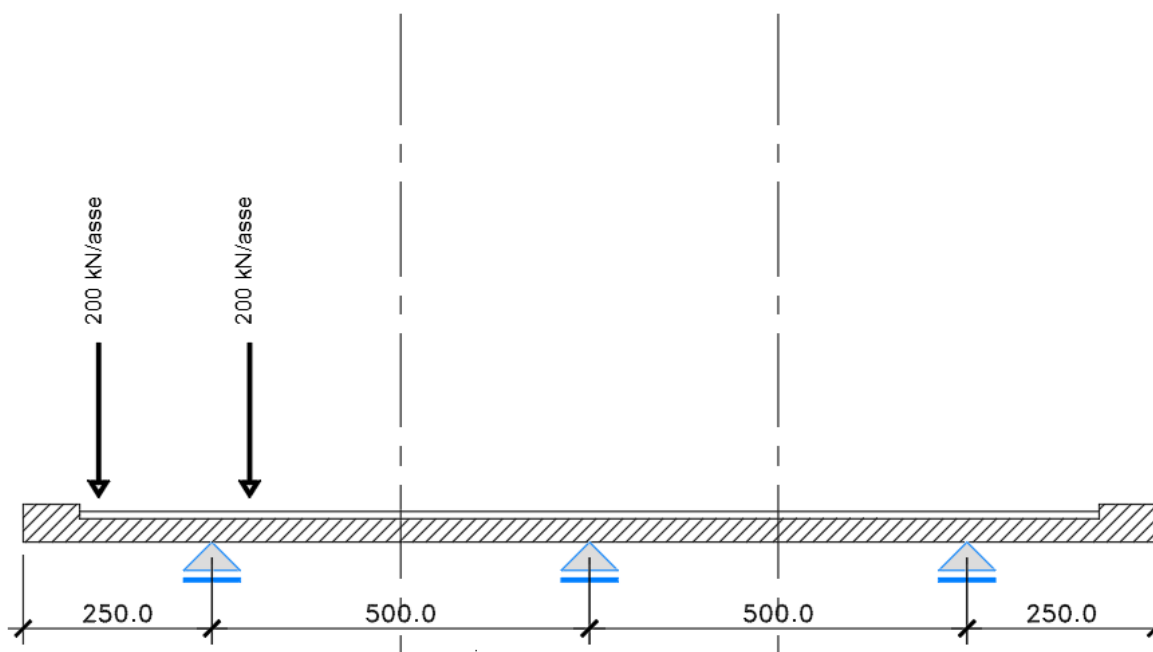


Figura 6.19. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione I


In accordo a quanto prescritto al paragrafo 5.1.3.4 delle NTC 2018 i carichi mobili applicati in corrispondenza della testata sono stati amplificati attraverso un coefficiente dinamico addizionale per tener conto delle discontinuità strutturali rappresentate dai giunti di dilatazione. Detto coefficiente è pari a 1.3 secondo quanto indicato al 4.3.3 degli Eurocodici (EC1 – Parte 2).

E' stata inoltre considerata una condizione di carico eccezionale nella quale alle forze orizzontali d'urto esercitate dal veicolo in svio, esplicitate al par. **Error! Reference source not found.**, agenti alla quota di 1 m sopra il piano stradale (LOAD Q8), è associato un carico verticale isolato costituito dallo Schema di Carico 2, posizionato in adiacenza al sicurvia come prescritto ai paragrafi 5.1.3.10 e 3.6.3.3.2 delle NTC 2018.

6.5.2.2 Combinazioni di carico

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carico:

Inviluppo delle condizioni di carico relative alle Azioni variabili da traffico:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

ENVEMOB1 che fornisce l'involuppo di tutte le condizioni di carico relative ai carichi mobili precedentemente definite, prese con coefficienti parziali unitari;

ENVEMOB2 che fornisce l'involuppo di tutte le condizioni di carico relative ai carichi mobili precedentemente definite, prese con coefficienti parziali pari a 0.75 per i carichi concentrati e a 0.40 per i carichi distribuiti.

Combinazioni per verifiche SLU:

- $SLU1 = 1.35 \times G1 + 1.35 \times G2 + 1.35 \times ENVEMOB1$;
- $SLU2 = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2 + 1.0 \times Q2E + 1.0 \times Q8$;

L'involuppo delle suddette combinazioni è determinato con la combinazione:

- ENVESLU;

Combinazioni per verifiche SLE-RARA:

$ENVSLER = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2 + 1.0 \times ENVEMOB1$

Combinazioni per verifiche SLE-FREQUENTE:

$ENVSLEF = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2 + 1.0 \times ENVEMOB2$

Combinazioni per verifiche SLE-QUASI PERMANENTE:

$SLE-QP = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2$

6.5.2.3 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche di resistenza e fessurazione

Le figure seguenti illustrano le mappe delle caratteristiche della sollecitazioni per verifiche SLU ed SLE:

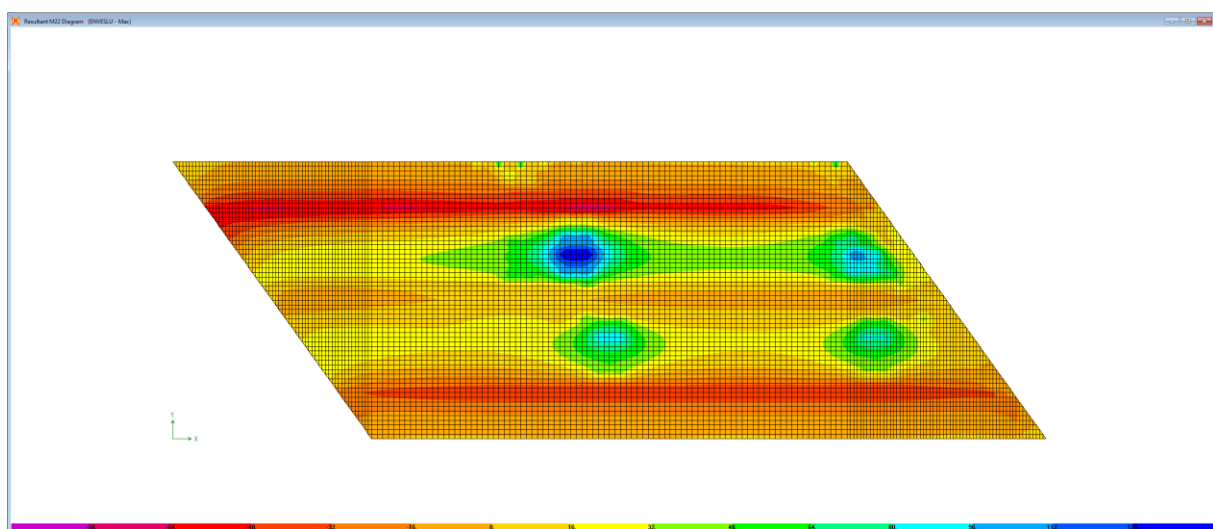


Figura 6.20. Combinazione ENVESLU – M22 max

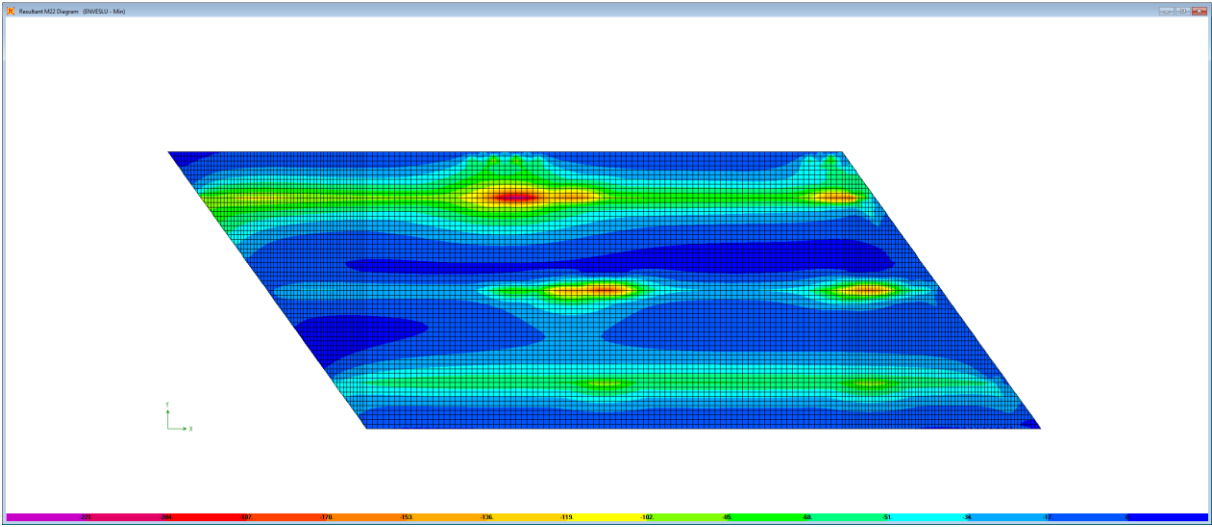


Figura 6.21. Combinazione ENVESLU – M22 min

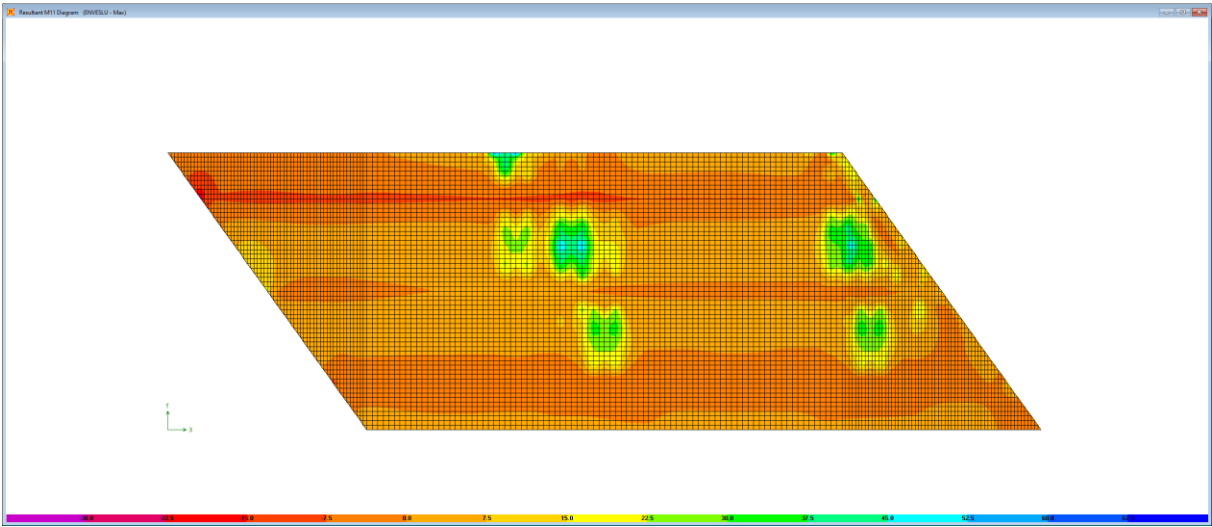


Figura 6.22. Combinazione ENVESLU – M11 max

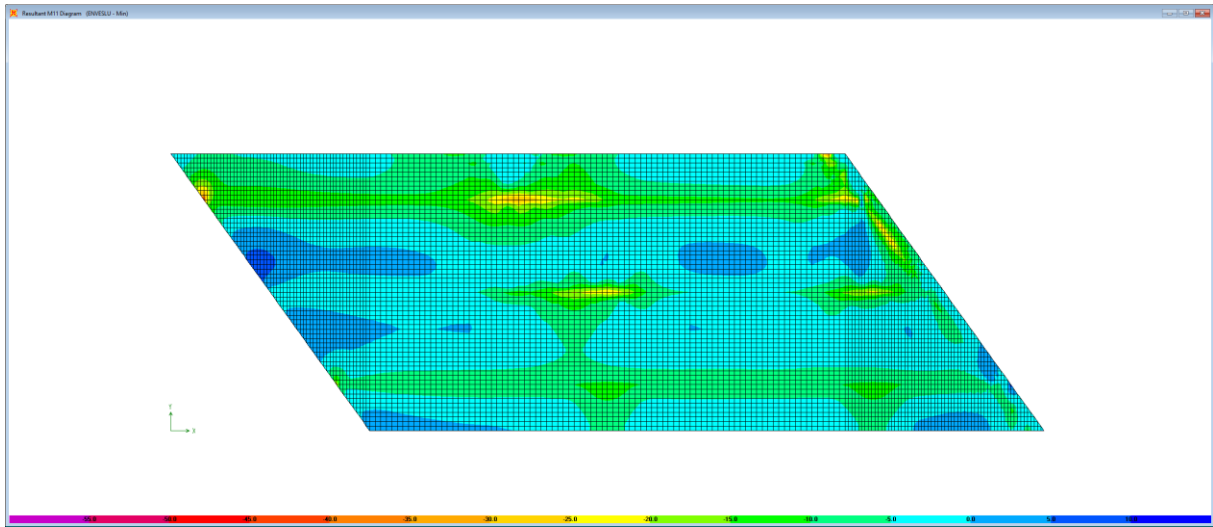


Figura 6.23. Combinazione ENESLU – M11 min

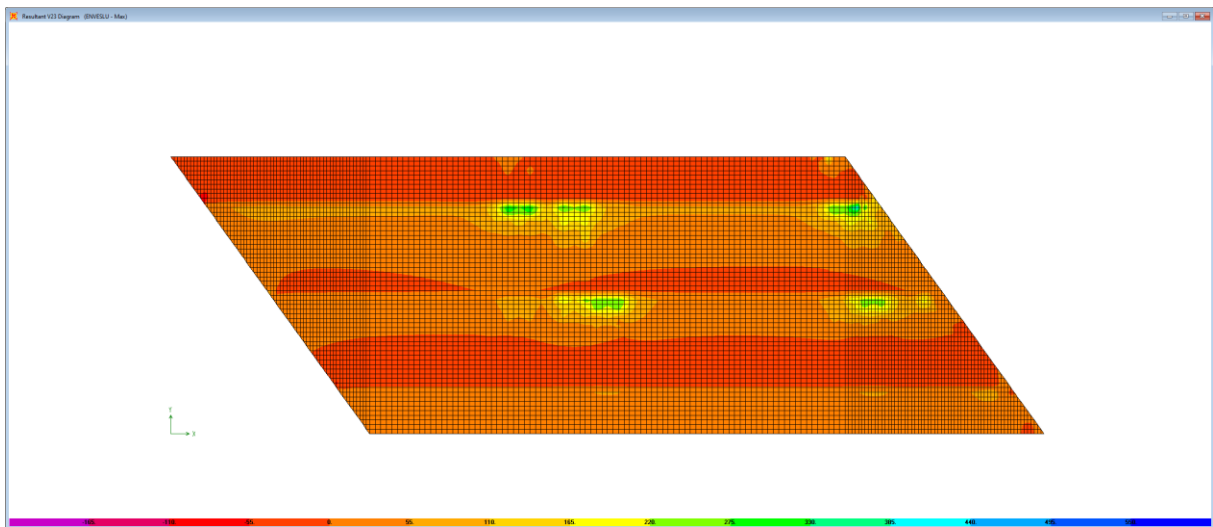


Figura 6.24. Combinazione ENESLU – V23 max

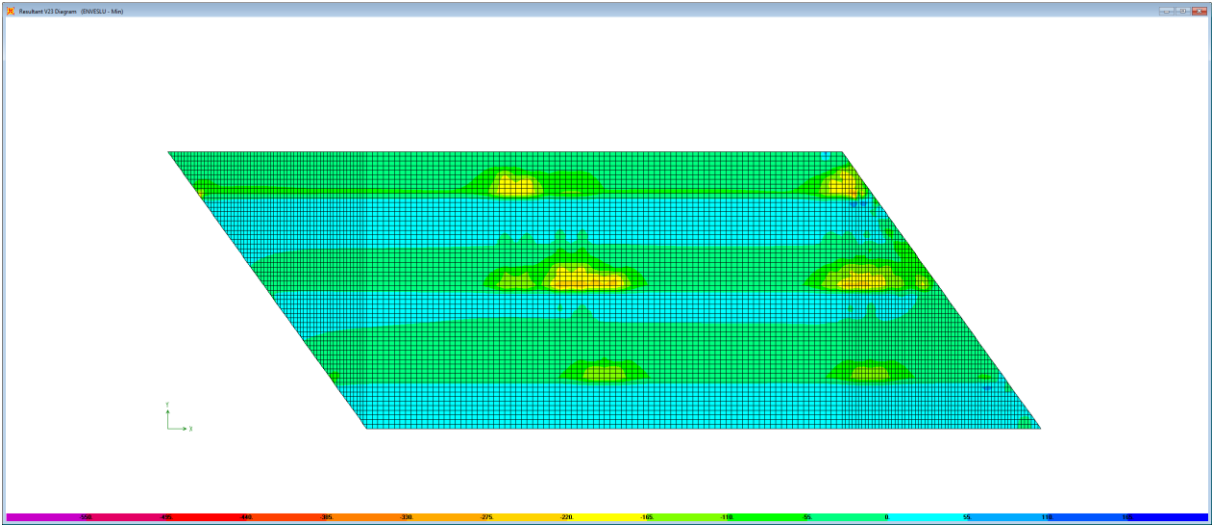


Figura 6.25. Combinazione ENVESLU – V23 min

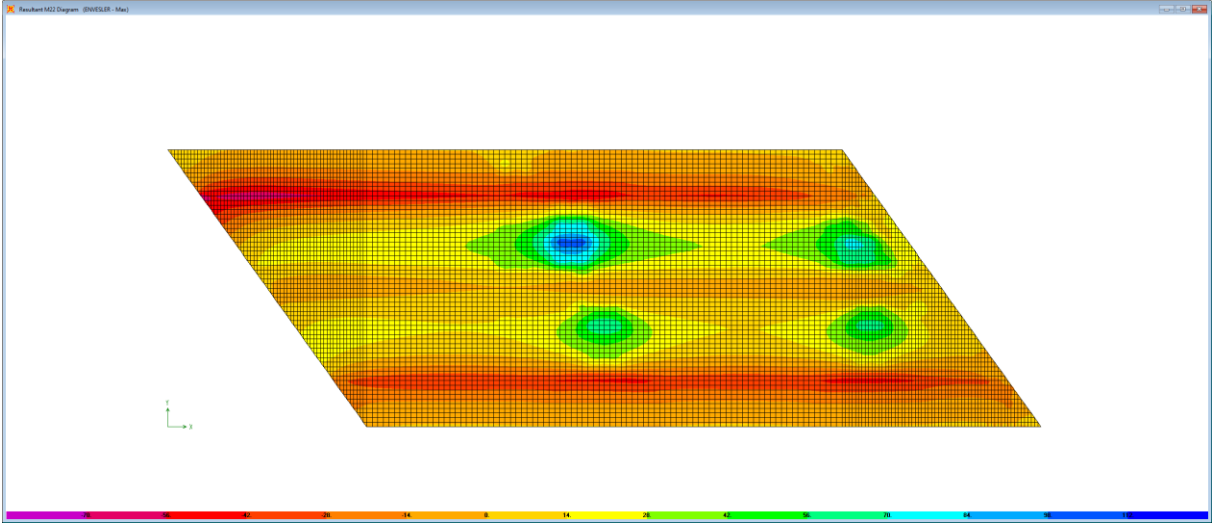


Figura 6.26. Combinazione ENVESLER – M22 max

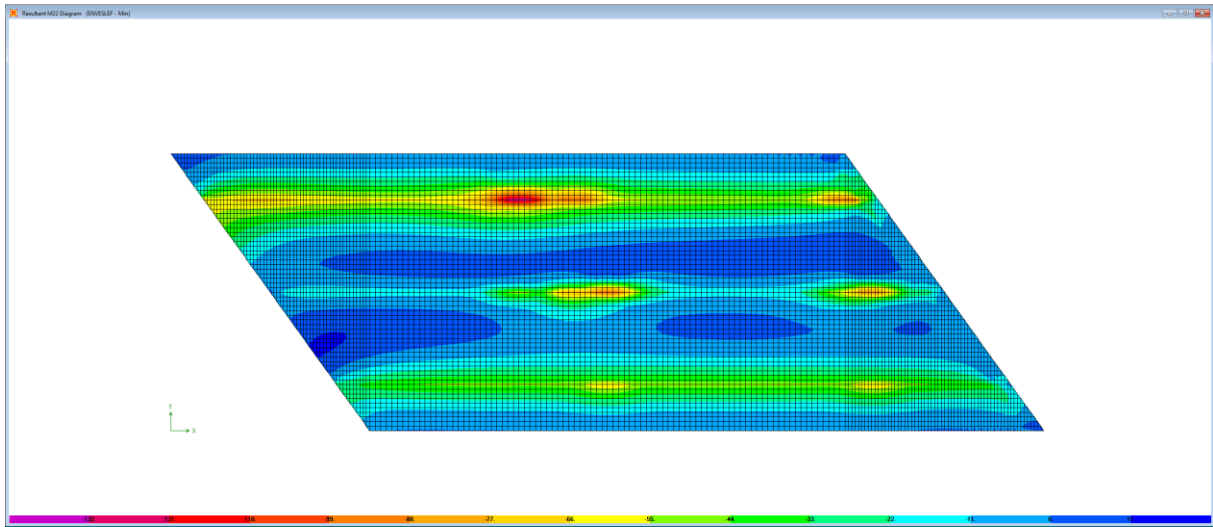


Figura 6.27. Combinazione ENVESLER – M22 min

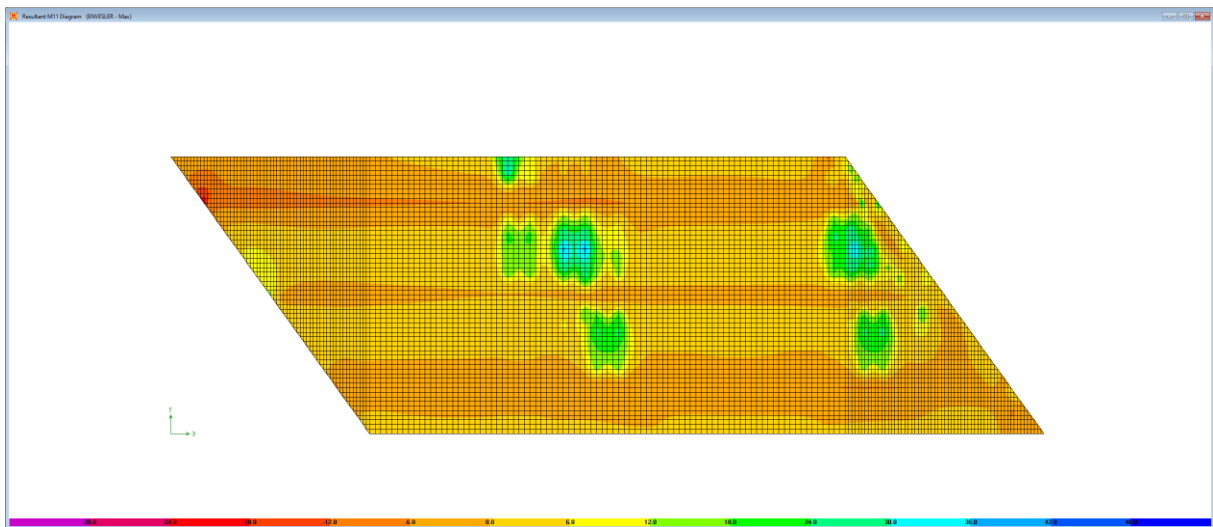


Figura 6.28. Combinazione ENVESLER – M11 max

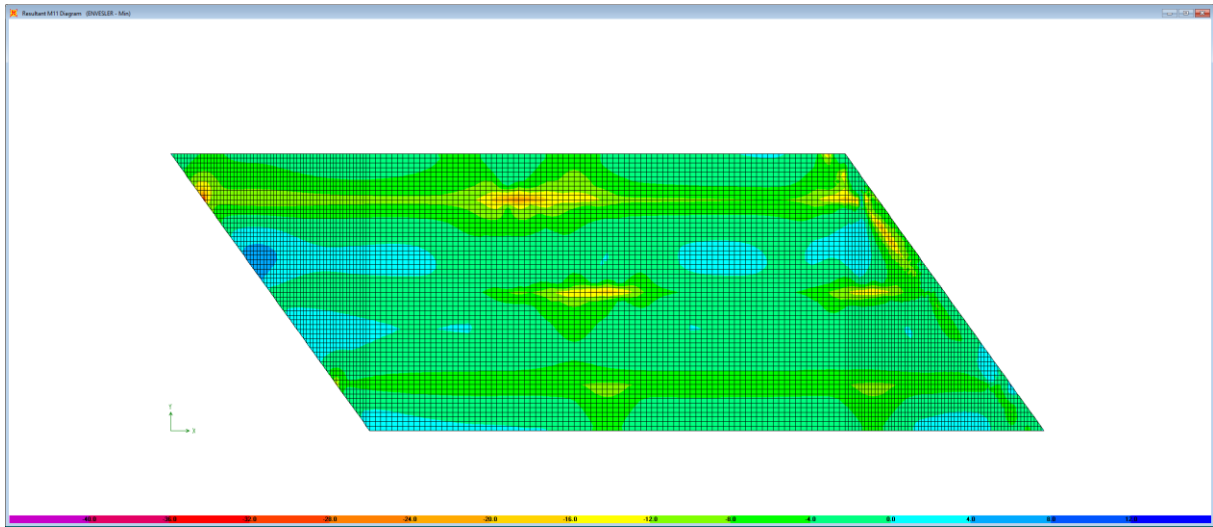


Figura 6.29. Combinazione ENVESLER – M11 min

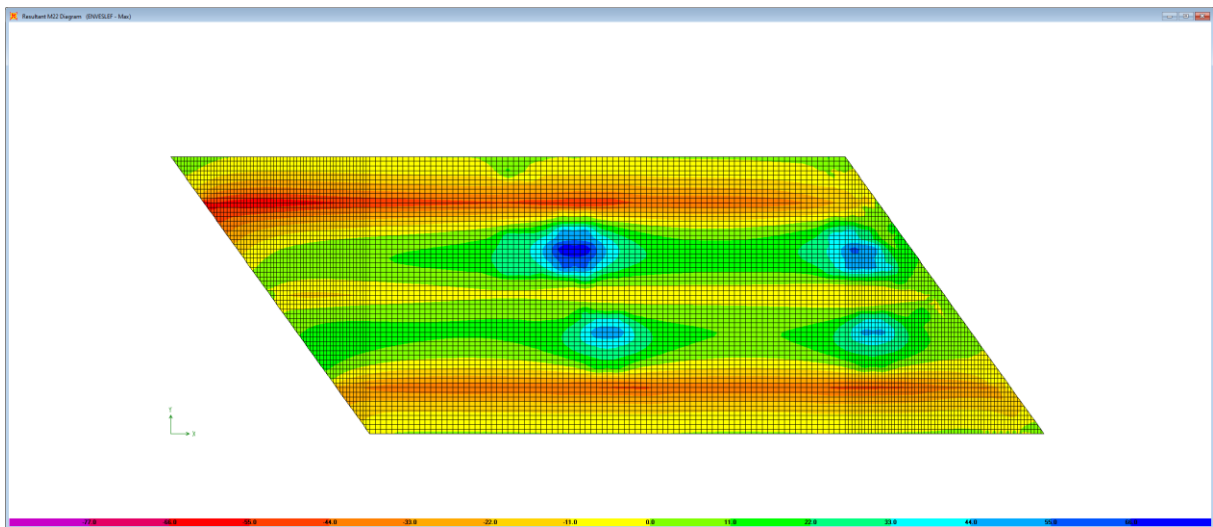


Figura 6.30. Combinazione ENVESLEF – M22 max

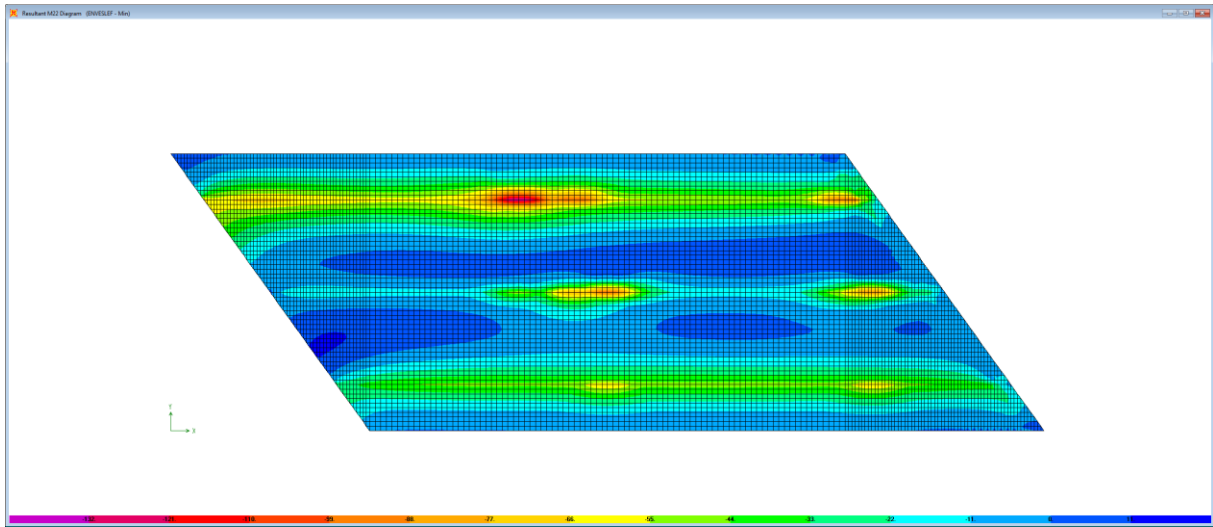


Figura 6.31. Combinazione ENVSLEF – M22 min

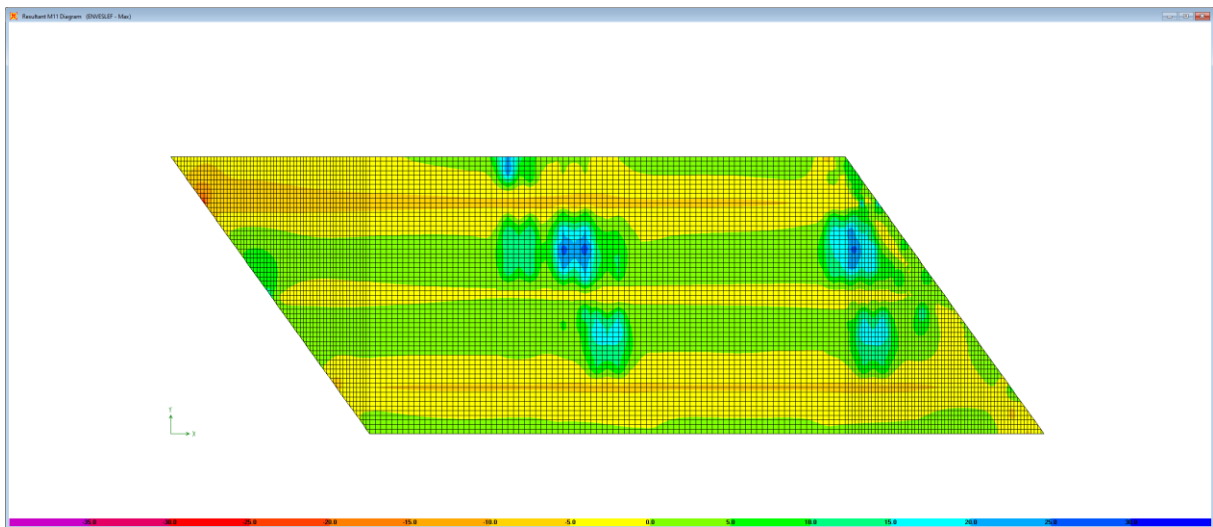



Figura 6.32. Combinazione ENVSLEF – M11 max

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

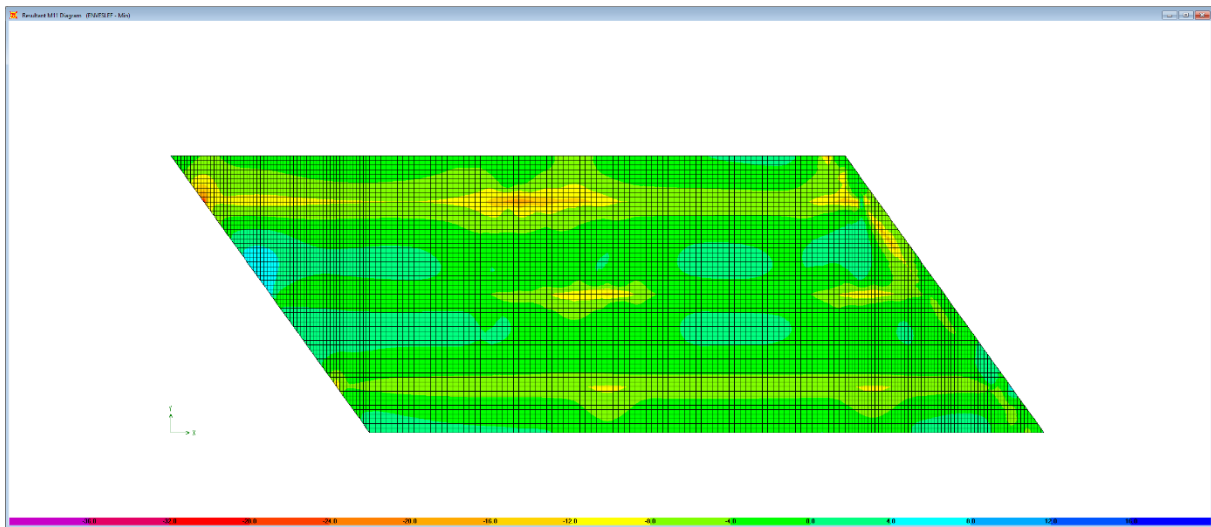


Figura 6.33. Combinazione ENVESLEF – M11 min

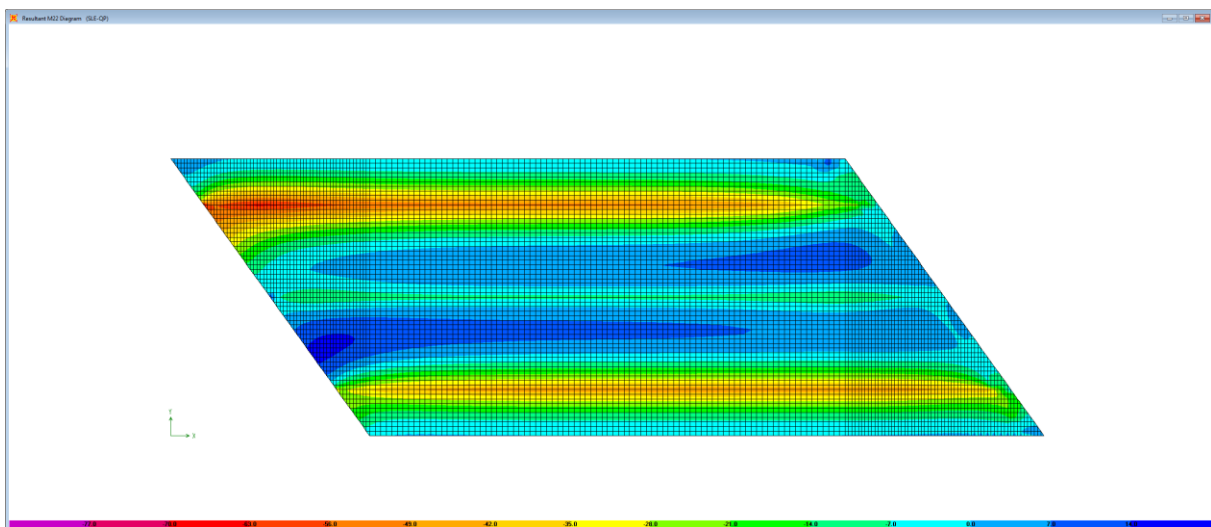



Figura 6.34. Combinazione SLE-QP – M22

Le tabelle seguenti riepilogano le caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU ed SLE:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Caratteristiche della sollecitazione per sezione di larghezza unitaria

	Sezione corrente					Sezione di testata				
	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]
Verifiche SLU	142	-232	67	-40	385	107	-165	67	-25	385
Verifiche SLE-RARA	105	-172	44	-22		78	-122	35	-20	
Verifiche SLE-FR	74	-137	33	-18		56	-94	33	-18	
Verifiche SLE-QP	20	-55	21	-9		20	-83	21	-9	

Caratteristiche della sollecitazione per sezione di larghezza predalla B (m) = **2.40**

	Sezione corrente					Sezione di testata				
	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]
Verifiche SLU	340.8	-556.8			924.0	256.8	-396.0			924.0
Verifiche SLE-RARA	252.5	-412.8				187.2	-292.8			
Verifiche SLE-FR	177.6	-328.8				134.4	-225.6			
Verifiche SLE-QP	48.0	-132.0				48.0	-199.2			

6.5.2.4 Verifiche di resistenza e fessurazione

Le verifiche a flessione semplice delle sezioni in c.a. sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Le verifiche agli SLU ed SLE sono state effettuate trascurando il contributo offerto dai tralicci.

Sezione corrente e di testata – Campata – Verifiche in direzione trasversale (M22+)

Si considera una sezione di larghezza pari a quella delle predalle (B = 2.40 m).

L'altezza della sezione è pari a 31 cm.

L'armatura in zona tesa è costituita da 23 ϕ 20 (nella predalla).


L'armatura in zona compressa è costituita da ϕ 20/20.

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

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-120.0	0.0
2	-120.0	31.0
3	120.0	31.0
4	120.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	Diam ϕ [mm]
1	-110.0	5.5	20
2	110.0	5.5	20

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

3	-110.0	23.0	20
4	110.0	23.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	21	20
2	3	4	10	20

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	0.00	340.80	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	252.50	0.00


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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	177.60 (158.87)	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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	48.00 (158.87)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 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 Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	340.80	0.00	0.00	636.80	0.00	1.87	72.3(12.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.300	-120.0	31.0	-0.00016	-110.0	23.0	-0.00815	-110.0	5.5


POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (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	0.000456939	-0.010665098	0.300	0.815

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)

S.S. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.10	-120.0	31.0	-163.1	100.0	5.5	1560	72.3

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.69	-120.0	31.0	-114.7	100.0	5.5	1560	72.3

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00075	0	0.500	20.0	45	0.00033 (0.00033)	226	0.074 (0.30)	158.87	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.54	-120.0	31.0	-31.0	100.0	5.5	1560	72.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00020	0	0.500	20.0	45	0.00009 (0.00009)	226	0.020 (0.20)	158.87	0.00

Sezione corrente e di testata – Sbalzo – Verifiche in direzione trasversale (M22-)


Si considera una sezione di larghezza pari a quella delle predalle (B = 2.40 m).

L'altezza della sezione di verifica è pari a 31 cm.

L'armatura in zona tesa è costituita da $\phi 20/20 + \phi 24/20$

L'armatura in zona compressa è costituita da 11 $\phi 20$ (nella predalla).

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-120.0	0.0
2	-120.0	31.0
3	120.0	31.0
4	120.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-110.0	5.5	20
2	110.0	5.5	20
3	-115.0	23.0	20
4	105.0	23.0	20
5	-105.0	23.0	24
6	115.0	23.0	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	9	20
2	3	4	10	20
3	5	6	10	24

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	0.00	-556.80	0.00	0.00	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. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

1 0.00 -412.80 0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-328.80 (-154.91)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-132.00 (-154.91)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.8 cm


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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale 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 Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-556.80	0.00	0.00	-701.35	0.49	1.26	92.0(12.1)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 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.)

S.S. 554 "Cagliariatana"		 GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.328	120.0	0.0	0.00098	110.0	5.5	-0.00716	-115.0	23.0

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	0.000000509	-0.000458080	0.003438866	0.328	0.851

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	14.04	120.0	0.0	-236.7	-115.0	23.0	2040	92.0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	11.18	120.0	0.0	-188.6	-115.0	23.0	2040	92.0


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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00148	0	0.500	22.2	40	0.00064 (0.00054)	220	0.140 (0.30)	-154.91	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.49	120.0	0.0	-75.7	-115.0	23.0	2040	92.0

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00060	0	0.500	22.2	40	0.00022 (0.00022)	220	0.048 (0.20)	-154.91	0.00

Sezione corrente – Verifiche in direzione longitudinale (M11+)

Si considera una sezione di larghezza unitaria.

L'altezza della sezione di verifica è pari a 27 cm, ovvero ci si riferisce al giunto tra due predelle successive in cui ha senso investigare i fenomeni di fessurazione in direzione longitudinale.

L'armatura in zona tesa e compressa è costituita da $\phi 20/20$.

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

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	28.0
3	50.0	28.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE


N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.0	20
2	40.0	6.0	20
3	-40.0	22.0	20
4	40.0	22.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	20
2	3	4	3	20

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

				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	0.00	67.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	44.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	33.00 (48.86)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	21.00 (48.86)	0.00 (0.00)


RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	14.0 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

S.S. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

As Tesa		Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]								
N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa	
1	S	0.00	67.00	0.00	0.00	130.08	0.00	1.94	31.4(4.5)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

		Deform. unit. massima del conglomerato a compressione								
		Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45								
		Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
		Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
		Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)								
		Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)								
		Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)								
		Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)								
		Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
		Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.232	-50.0	28.0	-0.00062	-40.0	22.0	-0.01161	-40.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

		Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.								
		Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45								
		Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue								
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.					
1	0.000000000	0.000686605	-0.015724948	0.232	0.730					

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


		S = comb. verificata/ N = comb. non verificata								
		Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]								
		Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)								
		Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]								
		Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)								
		Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre								
		Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure								
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	
1	S	5.29	-50.0	28.0	-147.2	20.0	6.0	700	15.7	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.97	-50.0	28.0	-110.4	20.0	6.0	700	15.7

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

		La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm								
		Esito della verifica								
		Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata								
		Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata								
		= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]								
		= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]								
		= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]								
		= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali								
Ver.	e1	e2	k1	kt	k2	k3				

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00075	0	0.500	20.0	50	0.00032 (0.00032)	322	0.101 (0.30)	48.86	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.52	-50.0	28.0	-70.3	20.0	6.0	700	15.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00048	0	0.500	20.0	50	0.00020 (0.00020)	322	0.065 (0.20)	48.86	0.00

In testata, il diaframma di spalla fornisce appoggio alla soletta in prossimità del giunto. Pertanto, le caratteristiche della sollecitazione in direzione trasversale risultano minori di quelle relative alla sezione corrente. Di seguito si riportano e verifiche relative alla direzione longitudinale.

Sezione di testata – Verifiche in direzione longitudinale (M11-)

Si considera una sezione di larghezza unitaria.

L'altezza della sezione di verifica è pari a 24 cm.

L'armatura in zona tesa è costituita da $\phi 20/20$.

L'armatura in zona compressa è costituita da $\phi 20/20$.


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

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	24.0
3	50.0	24.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	2.0	20

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

2	40.0	2.0	20
3	-40.0	18.0	20
4	40.0	18.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	20
2	3	4	3	20

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	0.00	-25.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-20.00	0.00


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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-18.00 (-38.26)	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)

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-9.00 (-38.26)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 1.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.0 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 Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-25.00	0.00	0.00	-102.15	0.00	4.09	15.7(3.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.137	-50.0	0.0	0.00066	-40.0	2.0	-0.02209	40.0	18.0


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	-0.001421929	0.003500000	0.137	0.700

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.71	-50.0	0.0	-79.7	20.0	18.0	650	15.7

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.44	-50.0	0.0	-71.7	20.0	18.0	650	15.7

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00051	0	0.500	20.0	50	0.00020 (0.00020)	311	0.064 (0.30)	-38.26	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.22	-50.0	0.0	-35.8	20.0	18.0	650	15.7

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


Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00026	0	0.500	20.0	50	0.00010 (0.00010)	311	0.032 (0.20)	-38.26	0.00

Verifiche a taglio in direzione trasversale (V23)

Si considera una sezione di larghezza pari a quella delle predalle $B = 2.40$ m.

L'armatura a taglio è costituita dalle diagonali dei tralicci $\phi 10/10$, posizionati sugli sbalzi a passo 40 cm.


La resistenza a taglio risulta pari a:

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Dati	Var	unità	
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	35
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	19.8
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
Caratteristiche geometriche sezione			
Altezza	H	m	0.31
Larghezza	B	m	2.40
Area calcestruzzo	Ac	m ²	0.74
Larghezza anima	bw	m	2.40
copriferro	c	m	0.082
altezza utile della sezione	d	m	0.23
Compressione agente nella sezione			
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio			
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	3255.8
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diámetro staffe	fsw	mm	10
passo staffe	scp	m	0.10
numero di bracci	nb		12
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	942
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	60
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	20.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0
coefficiente alpha	α_c		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rs d}	kN	2103.7
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	1976.8
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	1976.8

La verifica è soddisfatta essendo VRdu >> VEdu.

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

7 ANALISI E VERIFICA DELLE 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.

La Spalla A risulta maggiormente sollecitata perchè allineamento fisso per azioni orizzontali longitudinali. Tuttavia, si riportano anche i risultati dell'analisi della Spalla B, che presenta dimensioni geometriche differenti.

7.1 Analisi della palificata

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

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

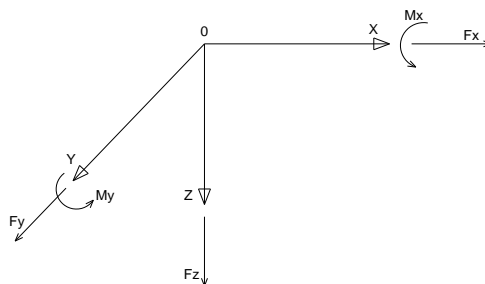



Figura 7.1. Sistema di riferimento

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.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

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

Di seguito si riepilogano gli inviluppi 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	4298	4298	3858	3186	3055	2680
Azione assiale minima	Nmin	443	1921	443	1420	1507	1647
Azione trasversale massima	Vmax	1086	1086	830	805	774	679

Spalla SPB:

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4556	4556	3446	3377	3237	2835
Azione assiale minima	Nmin	1166	2169	1166	1604	1659	1805
Azione trasversale massima	Vmax	1130	1130	735	838	805	706

7.2 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche pali di fondazione

Il momento flettente massimo agente sui pali è stato determinato nell'ipotesi di comportamento elastico lineare del palo e del terreno di fondazione.

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;


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:

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

S.S. 554 "Cagliariatana"		 GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Nel caso in esame, considerando una coesione non drenata pari a 190 kPa, che si colloca tra i valori minimi dei range caratteristici dei terreni più superficiali (litotipo Ma), si ha:

$$k_h = 200 \times 190 / 1.20 \approx 30000 \text{ kN/m}^3$$

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

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	33346
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	210000
Diametro del palo	Dp	m	1.20
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	30000
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	3.98

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

Spalla SPA:

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI P/				SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4298	3858	3186	3055	2680	
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1921	443	1420	1507	1647	
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax_1a	kNm	2162	1653	1603	1540	1351	
Momento AMPLIFICATO DEL 20%	Mmax_1a	kNm	2595	1984	1924	1848	1621	
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax_1a	kN	1086	830	805	774	679	
RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA				SLU	SLV			
Carico verticale massimo agente sulla palificata				104019	73552			
Carico verticale medio agente sui pali				3152	2229			

Spalla SPB:

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI P/				SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4556	3446	3377	3237	2835	
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2169	1166	1604	1659	1805	
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax_1a	kNm	2249	1463	1668	1602	1405	
Momento AMPLIFICATO DEL 20%	Mmax_1a	kNm	2699	1755	2001	1923	1687	
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax_1a	kN	1130	735	838	805	706	
RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA				SLU	SLV			
Carico verticale massimo agente sulla palificata				101536	71684			
Carico verticale medio agente sui pali				3385	2389			

7.3 Verifiche di resistenza dei pali di fondazione

Spalla SPA

I pali di fondazione della spalla SPA saranno armati come segue:


1° gabbia:

- Armature longitudinali: 24φ26+24φ26+24φ26 accoppiati (rinforzo solo per i primi 6.0 m);
- Armature trasversali: spirale φ12/10.

Di seguito si riportano le verifiche a pressoflessione e taglio relative alle prima gabbia. Nelle verifiche si considerano 24 barre di diametro equivalente pari a $d_{eq} = 26 \times 3^{0.5} = 45.03$ mm:

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

Forma del Dominio: Circolare

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Classe Conglomerato: C32/40

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	49.0	24	45.0

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	4298.00	2595.00	0.00	1086.00	0.00
2	1921.00	2595.00	0.00	1086.00	0.00
3	3152.00	2595.00	0.00	1086.00	0.00
4	3858.00	1984.00	0.00	830.00	0.00
5	443.00	1984.00	0.00	830.00	0.00
6	2229.00	1984.00	0.00	830.00	0.00


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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	3186.00	1924.00	0.00
2	1420.00	1924.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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	3055.00	1848.00 (1185.84)	0.00 (0.00)
2	1507.00	1848.00 (994.00)	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	2680.00	1621.00 (1185.89)	0.00 (0.00)
2	1647.00	1621.00 (1034.06)	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	4298.00	2595.00	0.00	4297.81	6755.15	0.00	2.60	382.2(33.9)
2	S	1921.00	2595.00	0.00	1921.29	6340.67	0.00	2.44	382.2(33.9)
3	S	3152.00	2595.00	0.00	3151.80	6568.28	0.00	2.53	382.2(33.9)
4	S	3858.00	1984.00	0.00	3858.04	6693.61	0.00	3.37	382.2(33.9)
5	S	443.00	1984.00	0.00	443.04	6042.66	0.00	3.05	382.2(33.9)
6	S	2229.00	1984.00	0.00	2229.27	6398.59	0.00	3.23	382.2(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Xc max 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.)

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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	0.00270	0.0	49.0	-0.00444	0.0	-49.0
2	0.00350	0.0	60.0	0.00258	0.0	49.0	-0.00558	0.0	-49.0
3	0.00350	0.0	60.0	0.00265	0.0	49.0	-0.00495	0.0	-49.0
4	0.00350	0.0	60.0	0.00268	0.0	49.0	-0.00462	0.0	-49.0
5	0.00350	0.0	60.0	0.00250	0.0	49.0	-0.00643	0.0	-49.0
6	0.00350	0.0	60.0	0.00260	0.0	49.0	-0.00542	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	0.000072811	-0.000868680	----	----
2	0.000000000	0.000083274	-0.001496434	----	----
3	0.000000000	0.000077549	-0.001152935	----	----
4	0.000000000	0.000074463	-0.000967799	----	----
5	0.000000000	0.000091097	-0.001965826	----	----
6	0.000000000	0.000081798	-0.001407854	----	----

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] = proiezi. di Vx e Vy 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.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1086.00	3592.03	1679.29	91.1 75.9	109.2	2.500	1.178	14.6	22.6(0.0)
2	S	1086.00	3372.14	1740.83	91.9 78.7	108.0	2.500	1.080	14.1	22.6(0.0)
3	S	1086.00	3491.29	1708.44	91.4 77.2	108.7	2.500	1.131	14.4	22.6(0.0)
4	S	830.00	3557.89	1687.97	91.1 76.3	109.3	2.500	1.160	11.1	22.6(0.0)
5	S	830.00	3219.99	1778.75	92.3 80.4	107.0	2.500	1.018	10.6	22.6(0.0)
6	S	830.00	3398.12	1734.50	91.9 78.4	107.9	2.500	1.092	10.8	22.6(0.0)

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

Ver S = comb. verificata / N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel 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]

S.S. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.89	0.0	0.0	-97.4	0.0	-49.0	1064	79.6
2	S	9.37	0.0	0.0	-140.9	0.0	-49.0	1422	79.6

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.50	0.0	0.0	-93.7	0.0	-49.0	1064	79.6
2	S	9.05	0.0	0.0	-131.6	0.0	-49.0	1376	79.6

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00056	0	0.500	45.0	87	0.00028 (0.00027)	400	0.110 (0.30)	1185.84	0.00
2	S	-0.00076	0	0.500	45.0	87	0.00042 (0.00038)	430	0.182 (0.30)	994.00	0.00

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


N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.33	0.0	0.0	-82.2	0.0	-49.0	1064	79.6
2	S	8.04	0.0	0.0	-107.1	0.0	-49.0	1330	79.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00049	0	0.500	45.0	87	0.00028 (0.00023)	400	0.111 (0.20)	1185.89	0.00
2	S	-0.00062	0	0.500	45.0	87	0.00038 (0.00031)	425	0.161 (0.20)	1034.06	0.00

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

Spalla SPB

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

I pali di fondazione della spalla SPB 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 $\phi 12/10$.

Di seguito si riportano le verifiche a pressoflessione e taglio relative alle prima gabbia. Nelle verifiche si considerano 24 barre di diametro equivalente pari a $deq = 26 \times 3^{0.5} = 45.03$ mm:

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

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C32/40

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

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

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

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
1	0.0	0.0	49.1	24	45.0

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	4556.00	2699.00	0.00	1130.00	0.00
2	2169.00	2699.00	0.00	1130.00	0.00
3	3385.00	2699.00	0.00	1130.00	0.00
4	3446.00	1755.00	0.00	735.00	0.00
5	1166.00	1755.00	0.00	735.00	0.00
6	2389.00	1755.00	0.00	735.00	0.00

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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	3377.00	2001.00	0.00
2	1604.00	2001.00	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	3237.00	1923.00 (1195.51)	0.00 (0.00)
2	1659.00	1923.00 (1004.12)	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	2835.00	1687.00 (1194.73)	0.00 (0.00)
2	1805.00	1687.00 (1046.43)	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	4556.00	2699.00	0.00	4555.81	6791.13	0.00	2.52	382.2(33.9)
2	S	2169.00	2699.00	0.00	2168.98	6391.86	0.00	2.37	382.2(33.9)

S.S. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

3	S	3385.00	2699.00	0.00	3384.90	6614.80	0.00	2.45 382.2(33.9)
4	S	3446.00	1755.00	0.00	3445.74	6625.64	0.00	3.78 382.2(33.9)
5	S	1166.00	1755.00	0.00	1166.24	6200.99	0.00	3.53 382.2(33.9)
6	S	2389.00	1755.00	0.00	2389.05	6432.99	0.00	3.67 382.2(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	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	0.00271	0.0	49.1	-0.00434	0.0	-49.1
2	0.00350	0.0	60.0	0.00260	0.0	49.1	-0.00545	0.0	-49.1
3	0.00350	0.0	60.0	0.00266	0.0	49.1	-0.00485	0.0	-49.1
4	0.00350	0.0	60.0	0.00266	0.0	49.1	-0.00482	0.0	-49.1
5	0.00350	0.0	60.0	0.00255	0.0	49.1	-0.00599	0.0	-49.1
6	0.00350	0.0	60.0	0.00261	0.0	49.1	-0.00534	0.0	-49.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA


a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (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	0.000071934	-0.000816037	----	----
2	0.000000000	0.000082104	-0.001426266	----	----
3	0.000000000	0.000076529	-0.001091757	----	----
4	0.000000000	0.000076264	-0.001075815	----	----
5	0.000000000	0.000087025	-0.001721488	----	----
6	0.000000000	0.000081063	-0.001363777	----	----

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] = proiezz. 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 ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /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.

S.S. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1130.00	3615.11	1675.53	91.1 75.7	109.2	2.500	1.189	15.3	22.6(0.0)
2	S	1130.00	3395.59	1736.88	91.9 78.5	107.9	2.500	1.090	14.7	22.6(0.0)
3	S	1130.00	3511.85	1704.50	91.5 77.0	108.7	2.500	1.140	15.0	22.6(0.0)
4	S	735.00	3516.53	1703.19	91.5 77.0	108.7	2.500	1.143	9.8	22.6(0.0)
5	S	735.00	3308.43	1757.03	91.9 79.4	108.1	2.500	1.048	9.5	22.6(0.0)
6	S	735.00	3432.66	1725.64	91.5 78.0	108.9	2.500	1.099	9.6	22.6(0.0)

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel 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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	10.29	0.0	0.0	-99.8	0.0	-49.1	1064	79.6
2	S	9.78	0.0	0.0	-143.1	0.0	-49.1	1376	79.6

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.89	0.0	0.0	-96.1	0.0	-49.1	1064	79.6
2	S	9.43	0.0	0.0	-134.5	0.0	-49.1	1376	79.6

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


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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00057	0	0.500	45.0	87	0.00029 (0.00027)	398	0.115 (0.30)	1195.51	0.00
2	S	-0.00077	0	0.500	45.0	87	0.00044 (0.00038)	428	0.187 (0.30)	1004.12	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.67	0.0	0.0	-84.4	0.0	-49.1	1064	79.6
2	S	8.38	0.0	0.0	-109.1	0.0	-49.1	1284	79.6

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00050	0	0.500	45.0	87	0.00029 (0.00024)	398	0.115 (0.20)	1194.73	0.00
2	S	-0.00063	0	0.500	45.0	87	0.00039 (0.00031)	419	0.164 (0.20)	1046.43	0.00

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

7.4 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.

7.4.1 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).

7.4.2 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.

7.4.3 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.

7.4.4 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).

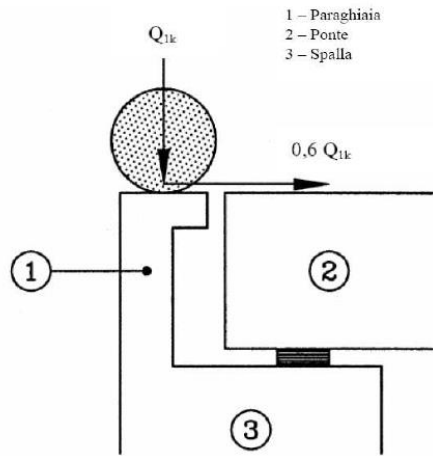


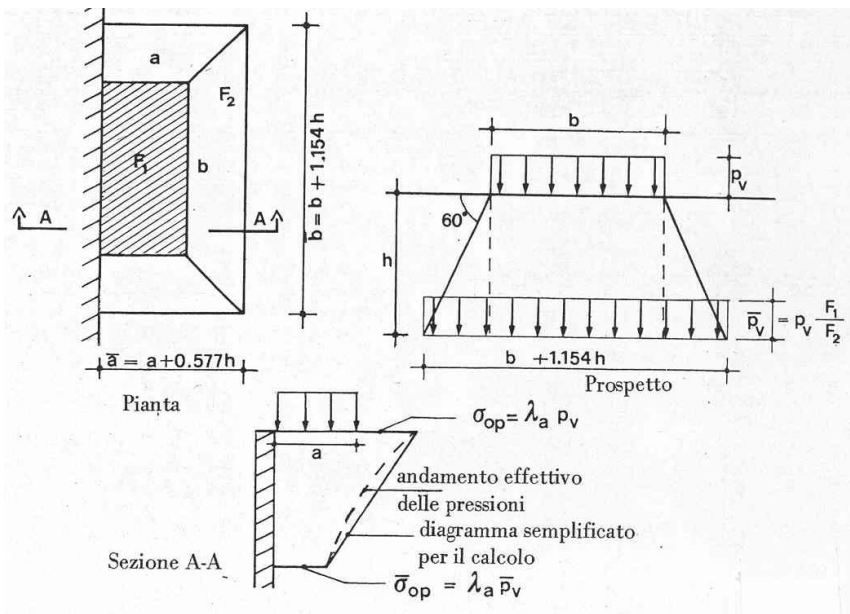
Figura 7.2. Carichi da traffico su muri paraghiaia

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

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

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

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




S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Figura 7.3. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

La pressione dovuta al sovraccarico quindi decresce come indicato nella sezione A-A di Figura 7.3, 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 $(b + 1.154h + 2.00)$.

7.4.5 Muri di risvolto

Il calcolo è relativo al muro di maggiore altezza. Lo schema di calcolo adottato è quello di piastre rettangolari incastrate alla base in corrispondenza della zattera di fondazione e su un lato in corrispondenza del muro frontale. I muri sono soggetti alla spinta delle terre, alle spinte dovute ai sovraccarichi accidentali sul terrapieno in esercizio, ed alle forze inerziali ed all'incremento di spinta delle terre in fase sismica.

Il calcolo delle sollecitazioni generate dalla spinta delle terre, dal sovraccarico accidentale, ipotizzato presente a livello del piano viario, e dal sisma, è stato effettuato utilizzando le tabelle proposte da R. Bares nel testo "Calcolo di Lastre e Piastre con la teoria elastica lineare" (vedi Tab. 1.41 – 1.97). Il calcolo della spinta delle terre è stato condotto con riferimento al coefficiente di spinta a riposo k_0 .

Nel caso in cui è presente una bandiera all'estremità verticale libera del muro si considerano i momenti orizzontali trasmessi al muro di risvolto, valutati con schema di trave a mensola:

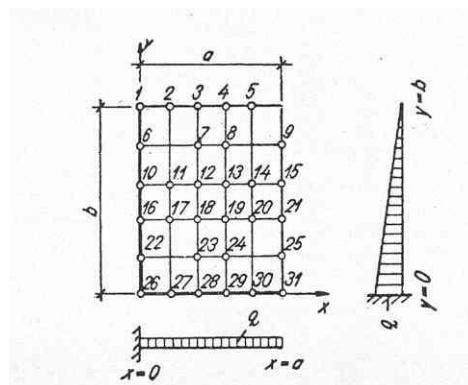


Figura 7.4. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico variabile linearmente con la profondità).

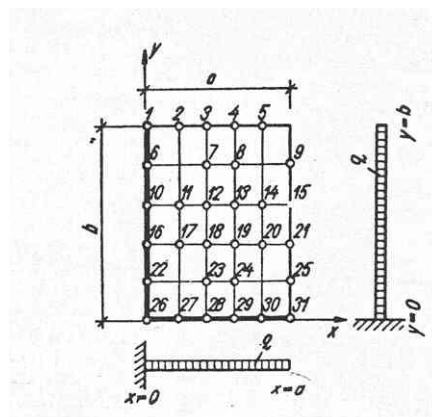



Figura 7.5. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	


7.4.6 Verifiche di resistenza a taglio

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

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

Come è possibile evincere dai tabulati in allegato, le verifiche in assenza di armature trasversali sono positive per la [mensola posteriore della zattera](#), per il [muro frontale](#) ed il [paraghiaia](#), ma negative negli altri casi.

Pertanto, per i [muri di risvolto](#) andranno previste specifiche armature trasversali per soddisfare le verifiche a taglio.

S.S. 554 "Cagliariatana"		 GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

8 VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE

8.1 Apparecchi di appoggio

8.1.1 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:

CARICHI VERTICALI TRASMESSI AGLI APPARECCHI DI APPOGGIO

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	871.9	356.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9	1289.0	0.0
SPB	871.9	356.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.9	1289.0	0.0

Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni

Fattori moltiplicativi										
Combinazione n.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PERMANENTI	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	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
SLU-EQU	0.90	0.90	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	0.90	1.35	1.35

Carichi trasmessi agli appoggi

Combinazione SLE-PERMANENTI												MAX	MIN
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano	
SPA	871.9	356.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1228.6	1228.6	
SPB	871.9	356.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1228.6	1228.6	

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	Sommano	Sommano
SPA	871.9	356.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5	1289.0	0.0	2545.1	1201.1
SPB	871.9	356.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5	1289.0	0.0	2545.1	1201.1

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	Sommano	Sommano
SPA	1177.1	481.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.3	1740.2	0.0	3440.0	1617.3
SPB	1177.1	481.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.3	1740.2	0.0	3440.0	1617.3

Combinazione SLU-SIS


Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili (max)	Carichi mobili (max)	Sommano	Sommano
SPA	871.9	356.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1228.6	1228.6
SPB	871.9	356.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1228.6	1228.6

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

8.1.2 Carichi orizzontali trasmessi dall'impalcato


I carichi orizzontali sono stati valutati con lo specifico foglio di calcolo utilizzato per il dimensionamento delle sottostrutture.

I carichi massimi SLU sugli appoggi reagenti alle azioni orizzontali, sono relativi alla combinazione sismica.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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


CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI TRASMESSI AGLI APPARECCHI DI APPOGGIO						
Carichi trasmessi agli appoggi - Condizioni di carico elementari						
VL	Condizione n.	1	2	3		
		Sisma trasversale	Sisma longitudinale	Forze Parassite		
		Allineamenti				
interno	SPA		711.3	38.0		
	SPB			38.0		
centrale	SPA		711.3	38.0		
	SPB			38.0		
esterno	SPA		711.3	38.0		
	SPB			38.0		
Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni						
Fattori moltiplicativi						
Combinazione n.						
	SLU-SIS X	0.30	1.00	1.00		
Carichi trasmessi agli appoggi						
Combinazione SLU-SIS X						
		Sisma	Sisma	Forze		
		Allineamenti	trasversale	longitudinale	Parassite	Sommano
interno	SPA	0.0	711.3	38.0	749.3	
	SPB	0.0	0.0	38.0	38.0	
centrale	SPA	0.0	711.3	38.0	749.3	
	SPB	0.0	0.0	38.0	38.0	
esterno	SPA	0.0	711.3	38.0	749.3	
	SPB	0.0	0.0	38.0	38.0	

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI TRASMESSI AGLI APPARECCHI DI APPOGGIO					
Carichi trasmessi agli appoggi - Condizioni di carico elementari					
VT	Condizione n.	1	2	3	
		Sisma trasversale	Sisma longitudinale	Forze Parassite	
Allineamenti					
interno		SPA			
		SPB			
centrale		SPA	332.6		
		SPB	332.6		
esterno		SPA			
		SPB			
Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni					
Fattori moltiplicativi					
Combinazione n.					
	SLU-SIS Y	1.00	0.30	1.00	
Carichi trasmessi agli appoggi					
Combinazione SLU-SIS Y					
	Allineamenti	Sisma	Sisma	Forze	Somman
		trasversale	longitudinale	Parassite	o
interno	SPA	0.0	0.0	0.0	0.0
	SPB	0.0	0.0	0.0	0.0
centrale	SPA	332.6	0.0	0.0	332.6
	SPB	332.6	0.0	0.0	332.6
esterno	SPA	0.0	0.0	0.0	0.0
	SPB	0.0	0.0	0.0	0.0

8.2 Escursioni degli apparecchi di appoggio e dei giunti di dilatazione

Le escursioni longitudinali dell'impalcato considerate per il dimensionamento di apparecchi di appoggio e giunti di dilatazione fanno riferimento alla norma EN 1991-1-5. In particolare, si considera un variazione termica aggiuntiva di $\pm 20^\circ$:

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	


Dati	Var	unità	SP
Distanza tra punto fisso e giunto di dilatazione	DL	m	35.75
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmax	[°]	41.43
Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-7.59
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	25
Zona climatica	Z		II
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{CS}		0.00015
Risultati	Var	unità	
Temperatura massima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmax	[°]	41.4
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-7.7
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	45.4
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-3.7
Massima variazione termica in contrazione: $DTN,con = T0 - Te,min$	$\Delta TN,con$	[°]	18.7
Massima variazione termica in espansione: $DTN,exp = Te,max - T0$	$\Delta TN,exp$	[°]	30.4
Variazione termica complessiva: $DTn = Te,max - Te,min$	ΔTN	[°]	49.1
Massima variazione termica in contrazione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,con_g$	[°]	38.7
Massima variazione termica in espansione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,exp_g$	[°]	50.4
Massima contrazione longitudinale per ritiro	$\Delta lrit,con$	mm	-5
Massimo contrazione longitudinale per var. termica uniforme	$\Delta lmax,con$	mm	-14
escursione complessiva di contrazione	$\Delta lmax,con$	mm	-19
Massima espansione longitudinale per var. termica uniforme	$\Delta lmax,exp$	mm	18
escursione complessiva longitudinale	$\Delta ltot$	mm	37
escursione complessiva longitudinale di progetto	$\Delta ltot$	mm	50

In accordo alla normativa EN 1337 si adotta per gli apparecchi di appoggio una corsa minima di 100 mm in direzione longitudinale.

Gli spostamenti precedentemente calcolati sono, nel caso in esame, dimensionanti rispetto a quelli valutati in caso sismico.

8.3 Riepilogo caratteristiche di progetto dispositivi di vincolo e giunti

Di seguito si riepilogano le caratteristiche di progetto prescritte per gli apparecchi di appoggio e per i giunti di dilatazione:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

LEGENDA

APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-TEFLON A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO

VF	APPARECCHIO FISSO
VUT	APPARECCHIO UNI TRASVERSALE
VUL	APPARECCHIO UNI LONGITUDINALE
VM	APPARECCHIO MOBILE

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI APPARECCHI DI APPOGGIO

$N_{s,d}$ SLU	MASSIMO CARICO VERTICALE SLU
V_l SLU	MASSIMO CARICO ORIZZONTALE LONGITUDINALE SLU
V_t SLU	MASSIMO CARICO ORIZZONTALE TRASVERSALE SLU
S_{long}	SCORRIMENTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE
S_{trasv}	SCORRIMENTO IN DIREZIONE TRASVERSALE

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI GIUNTI DI DILATAZIONE

$S_{long\ tot}$	SCORRIMENTO COMPLESSIVO IN DIREZIONE LONGITUDINALE
$S_{trasv\ tot}$	SCORRIMENTO COMPLESSIVO IN DIREZIONE TRASVERSALE
B_{cord_sx} o B_{cord_sx}	LARGHEZZA DEL GIUNTO DI DILATAZIONE DI CORDOLO O MARCIAPIEDE IN CORRISPONDENZA ELEMENTO MARGINALE SX O INTERNO
B_{piat}	LARGHEZZA DEL GIUNTO DI DILATAZIONE IN ELASTOMERO ARMATO DA DISPORRE IN CORRISPONDENZA PIATTAFORMA STRADALE
B_{cord_dx} o B_{cord_est}	LARGHEZZA DEL GIUNTO DI DILATAZIONE DI CORDOLO O MARCIAPIEDE IN CORRISPONDENZA ELEMENTO MARGINALE DX O ESTERNO


VI02 - VIADOTTO SP15 CARREGGiate SINISTRA E DESTRA

APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-TEFLON A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO

Allineamento	Tip	TRAVI INTERNE						TRAVI CENTRALI						TRAVI ESTERNE							
		$N_{s\ slU}$ [kN]	$V_l\ slU$ [kN]	$V_t\ slU$ [kN]	$S_{long\ \pm}$ [mm]	$S_{trasv\ \pm}$ [mm]	rot [rad]	$N_{s\ slU}$ [kN]	$V_l\ slU$ [kN]	$V_t\ slU$ [kN]	$S_{long\ \pm}$ [mm]	$S_{trasv\ \pm}$ [mm]	rot [rad]	$N_{s\ slU}$ [kN]	$V_l\ slU$ [kN]	$V_t\ slU$ [kN]	$S_{long\ \pm}$ [mm]	$S_{trasv\ \pm}$ [mm]	rot [rad]		
SPA	VUT	4500	1000			25	0.010	VF	4500	1000	1000			0.010	VUT	4500	1000			25	0.010
SPB	VM	4500			50	25	0.010	VUL	4500		450	50		0.010	VM	4500			50	25	0.010

GIUNTI DI DILATAZIONE

Allineamento	$S_{long\ tot}$ [mm]	$S_{trasv\ tot}$ [mm]	B_{cord_int} [m]	B_{piat} [m]	B_{cord_est} [m]
SPA	50	50	0.95	13.50	0.95
SPB	50	50	0.95	13.50	0.95

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

9 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) date le buone caratteristiche di rigidità dei terreni di fondazione, si omettono le valutazioni dei cedimenti dei pali soggetti a carichi verticali perchè non significative.

9.1 Criteri di Calcolo

Le verifiche di stabilità globale vengono effettuate seguendo l'Approccio 1 con la combinazione dei coefficienti parziali (A2, M2, R2) definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2018:


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

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

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1} .

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

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

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

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

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

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

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

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

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

Deve essere:

$$F_{cd} \leq R_{cd}$$

Dove:

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

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

$$R_{cd} = R_{bd} + R_{sd} - W_p$$

Essendo:

$R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$ la resistenza alla base di progetto;


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

W_p il peso del palo alleggerito;

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

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

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

S.S. 554 "Cagliaritano" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

ξ_3, ξ_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 ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

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

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

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

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

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

9.1.1.1 Unità a comportamento coesivo (Argille e limi)

La verifica è effettuata in termini di tensioni totali.

La resistenza unitaria alla base viene determinata attraverso la seguente espressione:

$$qb = \sigma_v + 9 cu$$

essendo σ_v la tensione verticale totale alla quota della base del palo e cu la coesione non drenata del terreno di fondazione alla base.

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

$$q_{s_i} = \alpha_i c_{ui}$$

Essendo:


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

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

Tabella 9.1 – Valori di α (AGI 1984)

9.1.1.2 Unità a comportamento incoerente (Sabbie, Sabbie limose e Ghiaie)

La verifica è effettuata in termini di tensioni efficaci.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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

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

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

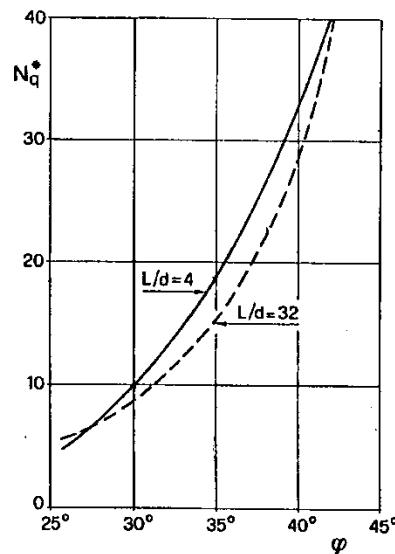


Figura 9.1 – Coefficienti Nq^* (Berezantzev, 1965), corrispondenti all'insorgere delle deformazioni plastiche alla base

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

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

Essendo:

α_N un coefficiente empirico pari a:

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

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


e dalla seguente tabella:

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

La resistenza unitaria laterale $q_{s,i}$ viene determinata in accordo alla seguente espressione:

$$q_{s,i} = \sigma_v'_m Ks_i \tan \delta_i \leq q_{s,max}$$

essendo:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

σ'_m	il valore della tensione verticale determinata alla quota media dello strato considerato;
Ks_i	è un coefficiente adimensionale che esprime il rapporto tra la tensione normale che agisce alla profondità di interesse sulla superficie laterale del palo e la tensione verticale alla stessa profondità. Per pali trivellati si assume $Ks = 1 - \tan \varphi'$;
δ	valore dell'angolo d'attrito tra superficie laterale del palo e terreno che per pali trivellati è assunto pari a φ' ;
qs,max	tensione tangenziale ultima consigliabile.

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

$$qs,max = 3 \times Nspt \text{ (kPa)} \quad \text{per } Nspt \leq 53$$

$$qs,max = 142 + 0,32 \times Nspt \text{ (kPa)} \quad \text{per } Nspt > 53$$

9.1.1.3 Unità a comportamento lapideo

Per pali trivellati di grande diametro in roccia, la resistenza unitaria alla base viene determinata attraverso la seguente espressione riportata sul Canadian Foundation Manual (1978):

$$qb = K_{sp} \times q_u$$

con:

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


Dove:

K_{sp}	coefficiente empirico che dipende dalla spaziatura e include un fattore di sicurezza pari a 3, compreso tra 0.1 e 4;
q_u	valore medio della resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa (determinata su campioni di roccia intatta);
c	spaziatura delle discontinuità;
δ	apertura delle discontinuità;
B	diametro del palo.

La resistenza unitaria laterale qs , relativa alla porzione di palo ammorsato in roccia, viene determinata assumendo il minimo tra i valori ottenuti con le seguenti espressioni:

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

$$qs = 0.05 q_u$$

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

9.1.2 Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione

L'interasse tra i pali è fissato ad un valore non minore di tre volte il loro diametro.

La resistenza ai carichi verticali $R_{cd,gr}$ del gruppo di pali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = \eta n R_{cd}$$

In cui:

η è l'efficienza del gruppo di pali;

n Il numero complessivo di pali del gruppo.

R_{cd} la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo 9.1.1.

Per palificate in terreni incoerenti e lapidei e interassi usuali (non minori di tre volte il diametro dei pali), l'efficienza è sempre maggiore dell'unità e nel progetto viene assunta pari ad uno. In questi casi, la verifica di collasso per carico limite del palo singolo è certamente più gravosa di quella relativa al gruppo che, pertanto, viene omessa.

Per palificate in terreni coesivi, l'efficienza del gruppo di pali risulta minore dell'unità.

Il valore dell'efficienza è stato determinato attraverso la nota formula empirica di Converse-Labarre:

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

In cui:

d diametro dei pali;

i interasse tra i pali;

m numero di file di pali;

n numero di pali per ciascuna fila.

La verifica si ritiene soddisfatta se:

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

Dove:


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

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

Deve essere:

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

Dove:

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

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

$$Rcd = 0.7 Rsd + Wp$$

Essendo:

Rsd = Rsk / γ_s la resistenza laterale di progetto;

Wp il peso del palo alleggerito;

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

Rsk la resistenza laterale caratteristica, valutata secondo quanto illustrato al paragrafo 9.1.1.

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.

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

Deve essere:

$$Ftrd \leq Rtr,d$$

Dove:

Ftrd è il carico orizzontale di progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

Rtr,d la Resistenza di progetto ai carichi orizzontali allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$Rtr,d = Rtr,k / \gamma_T$$


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

$$Rtr,k = \text{Min} [(Rtr,cal)_{media} / \xi_3; (Rtr,cal)_{min} / \xi_4]$$

la resistenza laterale caratteristica ai carichi orizzontali allo SLU;

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

Rtr,cal rappresenta la resistenza di calcolo del palo ai carichi orizzontali *Hlim* valutata in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

S.S. 554 "Cagliaritana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- Terreno omogeneo;
- Comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluente e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione caratteristica D della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

Questa ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione M_y del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

I meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione e dalla resistenza esercitata dal terreno. I possibili meccanismi di rottura sono riportati nella figura seguente e sono solitamente indicati come "palo corto", "intermedio" e "lungo".

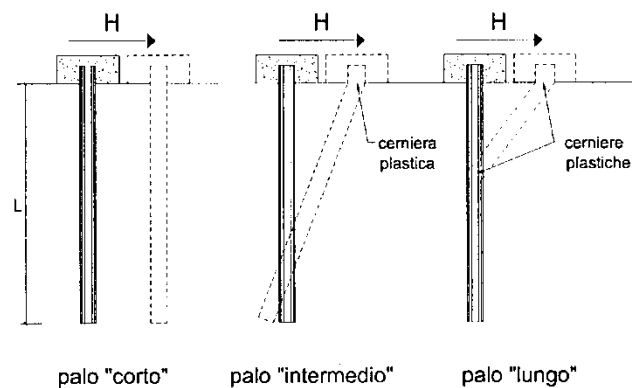



Figura 9.2 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

9.1.4.1 Unità a comportamento coesivo

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

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

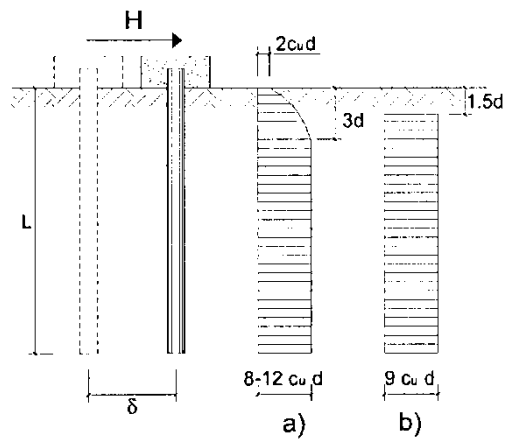


Figura 9.3 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

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

CA352

Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15

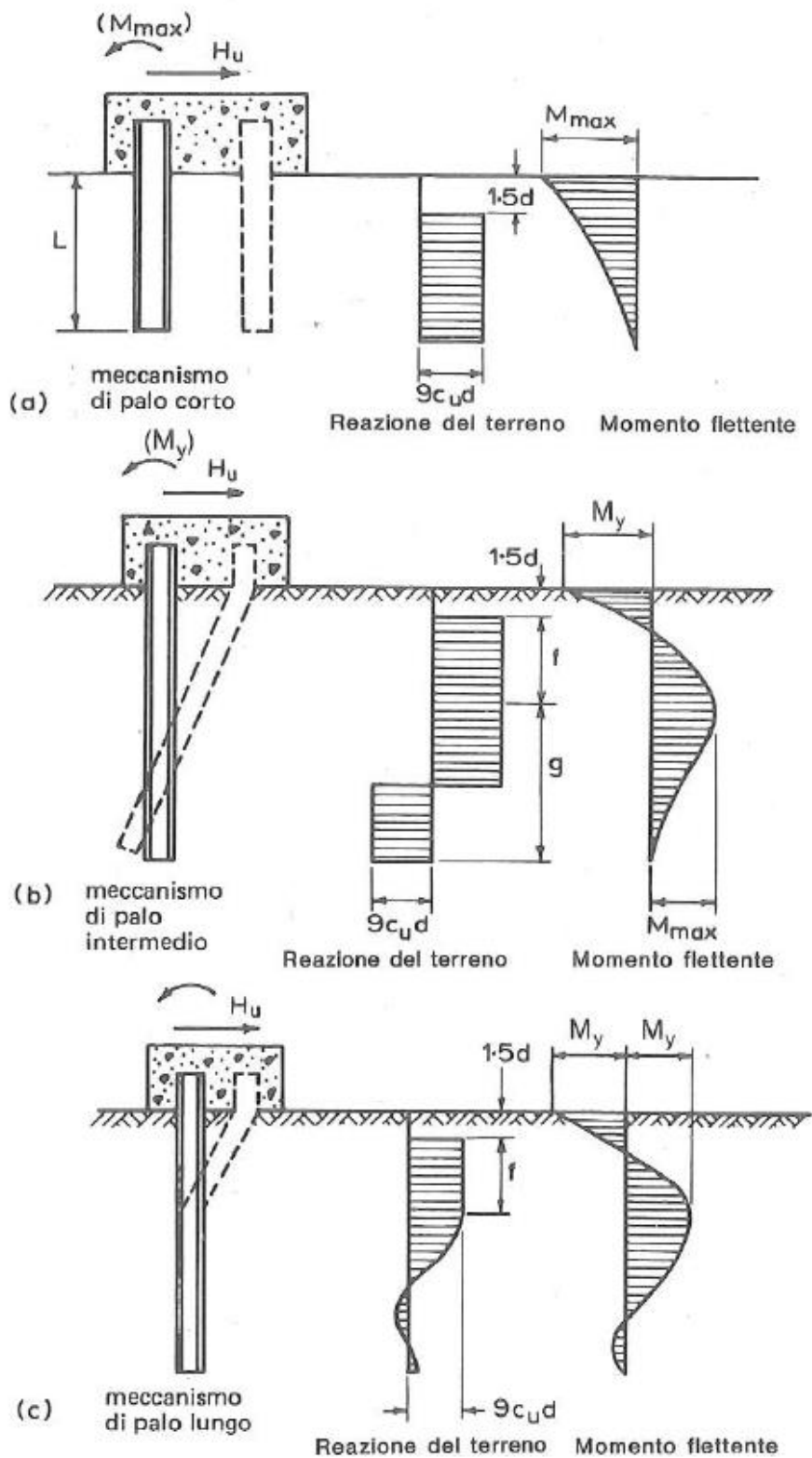



Figura 9.4 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

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

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

$$H \lim = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

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

$$H \lim = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H \lim \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

Essendo:

- f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna
- d_s l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna


9.1.4.2 Unità a comportamento incoerente

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge:

$$p = 3 k_p \gamma z D$$

essendo:

- k_p il coefficiente di spinta passiva;
- z la profondità da piano campagna;
- γ il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume γ' .

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

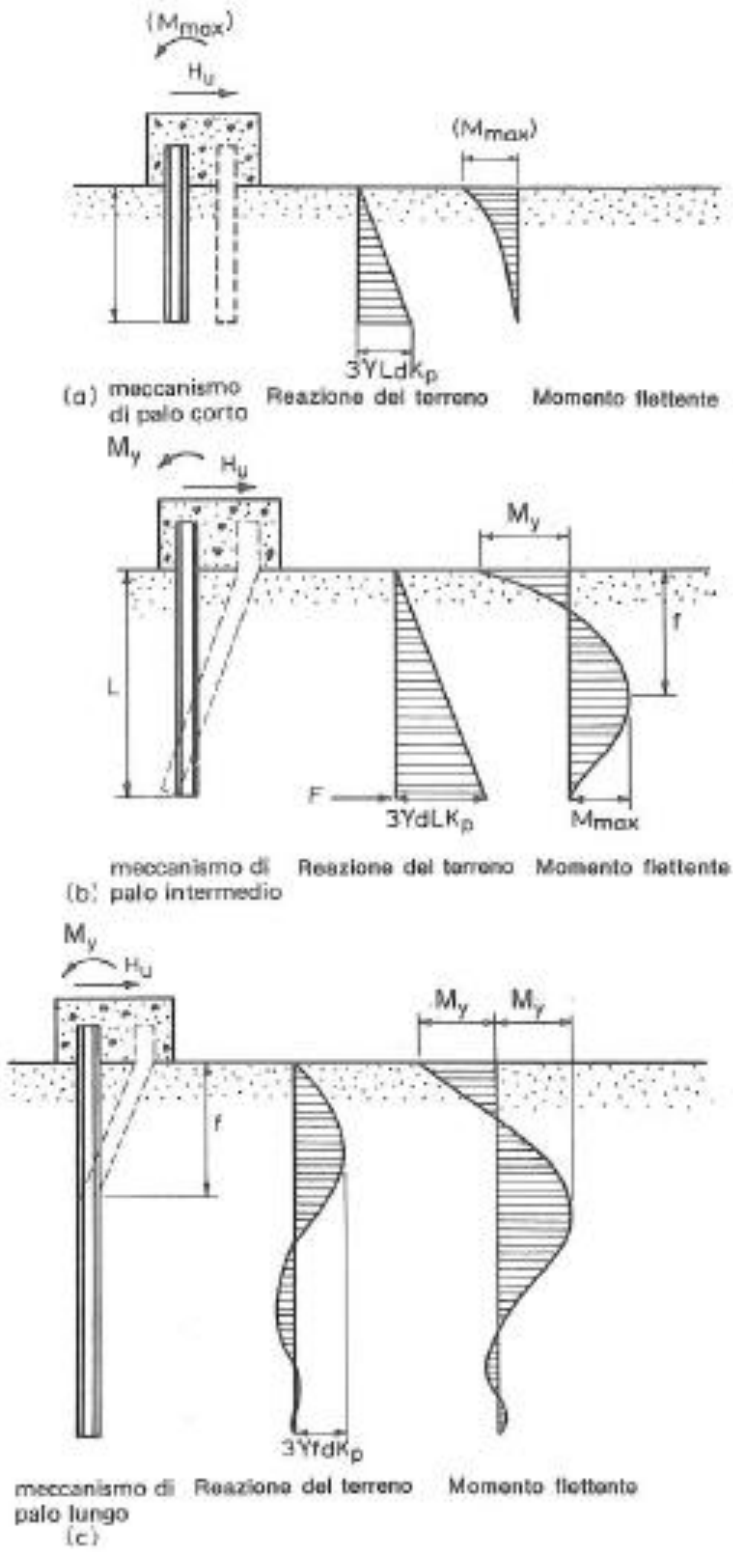



Figura 9.5 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni incoerenti (Broms, 1984).

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

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

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

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

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

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

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

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

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

9.1.5 Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale

La resistenza ai carichi trasversali $R_{cd,gr}$ del gruppo di pali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{tr,dgr} = \eta n R_{tr,d1}$$

In cui:


η_{tr} è l'efficienza del gruppo di pali;

n Il numero complessivo di pali del gruppo.

$R_{tr,d1}$ la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo 9.1.1, 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:

S.S. 554 "Cagliariatana"		 anas GRUPPO FS ITALIANE
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

“Sulla base dei risultati sperimentali disponibili sembra che l'efficienza tenda all'unità per un interasse fra i pali del gruppo pari a cinque volte il diametro dei pali; per interasse minore, l'efficienza diminuisce fino a 0.5.”

È possibile anche affermare che risulta più vantaggioso disporre il gruppo di pali normalmente alla direzione della forza orizzontale ovvero, a parità di numero di pali di un gruppo rettangolare resiste meglio se la forza orizzontale agisce parallelamente al lato corto.

Per il caso di interesse, relativo a pali disposti ad interasse non minore di 3 diametri si ritiene possibile considerare $\eta_{tr} = 80\%$.

Nel caso di gruppo di pali soggetti ad azioni orizzontali possono manifestarsi le due seguenti tipologie di interazione:

- interazione tra pali in linea, caricati in direzione parallela alla fila (Figura 9.6 - Schema A);
- interazione tra pali affiancati, caricati in direzione perpendicolare alla fila (Figura 9.9 - 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.

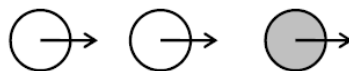


Figura 9.6 – Schema A – Pali in linea

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 9.7.

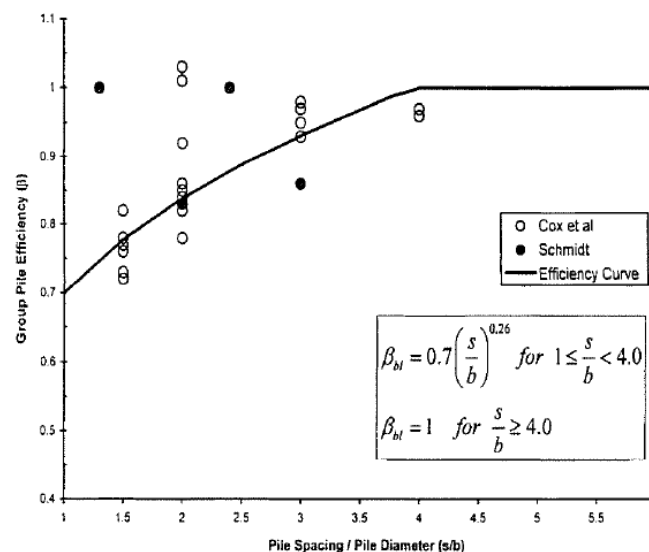


Figura 9.7 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 9.8.

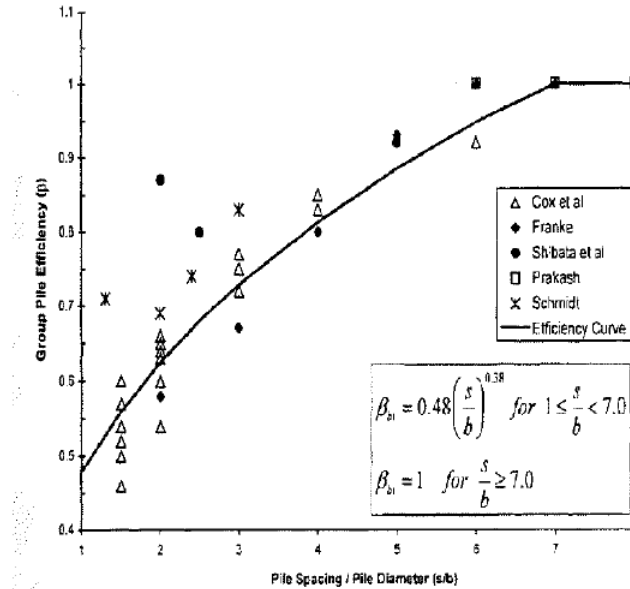


Figura 9.8 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

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

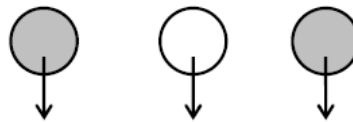


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

Figura 9.9 – 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 9.10.

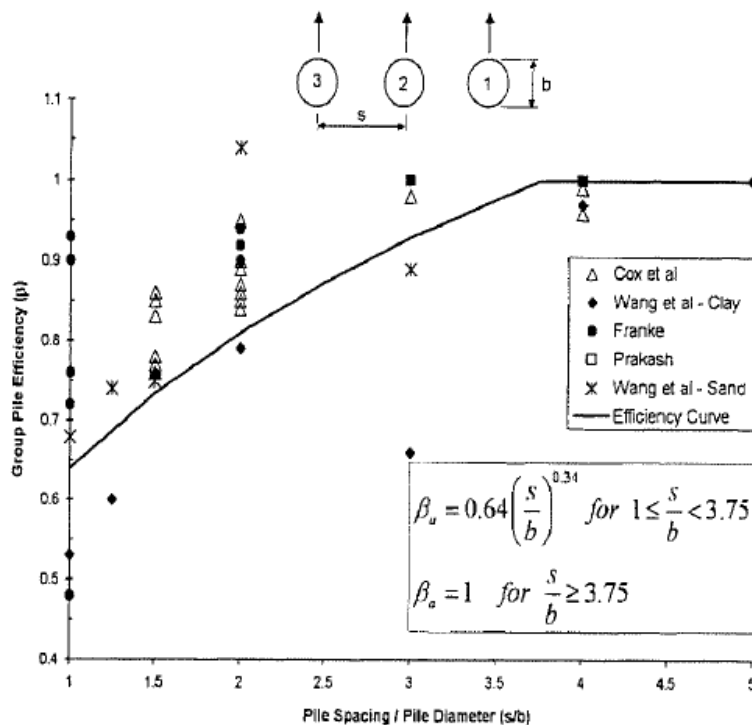


Figura 9.10 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

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%.

9.2 Applicazione al caso in esame

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

9.2.1 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 la spalla SPA sono previsti 33 pali disposti secondo una maglia rettangolare (11 x 3), per la spalla SPB sono previsti 30 pali disposti secondo una maglia rettangolare (10 x 3) garantendo una distanza minima tra gli assi dei pali pari a 3.60 m (3D).

9.2.2 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. 554 "Cagliariatana"		
Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

VIADOTTO: **VI02 - VIADOTTO SU SP15** Numero delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento dei pali **6**

Allineamento: **Spalle**

Profondità falda da piano di campagna zw m **3.0**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	Descrizione	PARAMETRI DI RESISTENZA							
					VALORI MEDI				VALORI MINIMI			
					γ_{med} [kPa]	C_{Umed} [kPa]	C'_{med} [kPa]	ϕ'_{med} [°]	γ_{min} [kPa]	C_{Umin} [kPa]	C'_{min} [kPa]	ϕ'_{min} [°]
1	0.00	12.00	Ma	Marna Alterata	18.0	223.0	29.0	28.1	15.9	191.0	13.6	24.7
2	12.00	20.00	M	Marna	17.6	360.0	20.3	32.8	15.9	294.0	14.7	29.2

Tabella 9.2 – Stratigrafie e parametri geotecnici per il progetto delle fondazioni

9.2.3 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento)

In allegato si riportano le curve Resistenza di progetto Rcd – Lunghezza del palo (Lp), che consentono il dimensionamento della lunghezza del palo in funzione dei carichi di progetto Fcd.

I valori di Fcd, Ftd e Fcd_{gr} considerati nelle verifiche, sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

La 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 COMPRESSIONE									PALI SOGGETTI A TRAZIONE				
			PARAMETRI MEDI			PARAMETRI MINIMI			ENV			MEDI			MINIMI	
Stratigrafia	Allineamenti	Lp [m]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rcd [kN]	Edc [kN]	c.u. %	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Edt [kN]	c.u. %
STR1	SPA	18.0	3721	2019	5593	3884	1863	5562	5562	4298	77%	2752	2904	2752	0	0%
	SPB	18.0	3721	2019	5593	3884	1863	5562	5562	4556	82%	2752	2904	2752	0	0%
	MA H10	12.0	2410	1960	4273	2416	1803	4096	4096	3256	79%	1783	1815	1783	0	0%

Tabella 9.3 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione (sfilamento)

RIEPILOGO RISULTATI						MEDI	MINIMI	ENV		
Stratigrafia	Allineamenti	D [m]	i [m]	npali	η (%)	Rcd,gr med [kN]	Rcd,gr min [kN]	Rcd,gr [kN]	Edc [kN]	c.u. %
STR1	SPA	1.20	3.60	33	68%	125007	124296	124296	104019	84%
	SPB	1.20	3.60	30	68%	113955	113307	113307	101536	90%
	MA H10	1.20	3.60	8	74%	25434	24378	24378	18428	76%


Tabella 9.4 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali di compressione

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

In allegato si riportano le curve Resistenza di progetto Rtr,d – Momento di plasticizzazione testa palo (MRd), che consentono il dimensionamento della lunghezza del palo in funzione dei carichi di progetto Ftr,d.

I valori di Ftr,d considerati nelle verifiche sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

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


S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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	η (%)	Rtr,dgr (kN)	Ftr,dgr (kN)	c.u.gr
STR1	SPA	6341	2349	1086	46%	6568	2349	33	80%	62010	35838	58%
	SPB	6392	2349	1130	48%	6615	2349	30	80%	56373	33900	60%
	MA H10	2598	1135	771	68%	2958	1282	8	80%	8208	6168	75%

Tabella 9.5 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi dei carichi trasversali

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15	

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

10.1 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.

10.2 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

10.3 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.

10.4 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.

10.5 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. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

10.6 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. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE TRAVI
 Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni

Rck = 45 Mpa
 n0 = 6.16
 ninf = 15.06
 nrit = 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	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.640	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
2	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.640	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
3	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.640	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
4	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.640	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
5	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
6	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
7	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
8	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
9	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.640	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
10	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.640	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
11	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.640	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540
12	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.640	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000	2.320	2.320	5.000	0.240	0.070	0.540

Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	Armatura soletta in c.a.				Trave isolata						Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=nr.it.					Trave composta - n=n0											
	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	Ix (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	Ixs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	Ixa (m4)	Iya (m4)	Ja (m4)	Ai (mq)	yG (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Ar (mq)	yG (m)	Ixr (m4)	Iyr (m4)	Ji (m4)	A0 (mq)	yG (m)	Ix0 (m4)	Iy0 (m4)	Ji (m4)
1	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.181795	1.562	0.138287	3.594418	0.000024	0.178248	1.550	0.136863	3.529943	0.000023	0.300488	1.808	0.166806	5.751965	0.000070
2	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.181795	1.562	0.138287	3.594418	0.000024	0.178248	1.550	0.136863	3.529943	0.000023	0.300488	1.808	0.166806	5.751965	0.000070
3	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.197435	1.442	0.171435	3.986271	0.000026	0.193888	1.428	0.16942	3.921796	0.000025	0.316128	1.721	0.213028	6.143818	0.000072
4	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.197435	1.442	0.171435	3.986271	0.000026	0.193888	1.428	0.16942	3.921796	0.000025	0.316128	1.721	0.213028	6.143818	0.000072
5	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.197015	1.460	0.170457	3.975914	0.000027	0.193468	1.446	0.168535	3.911439	0.000027	0.315708	1.732	0.21011	6.133461	0.000073
6	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.197015	1.460	0.170457	3.975914	0.000027	0.193468	1.446	0.168535	3.911439	0.000027	0.315708	1.732	0.21011	6.133461	0.000073
7	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.197015	1.460	0.170457	3.975914	0.000027	0.193468	1.446	0.168535	3.911439	0.000027	0.315708	1.732	0.21011	6.133461	0.000073
8	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.197015	1.460	0.170457	3.975914	0.000027	0.193468	1.446	0.168535	3.911439	0.000027	0.315708	1.732	0.21011	6.133461	0.000073
9	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.197435	1.442	0.171435	3.986271	0.000026	0.193888	1.428	0.16942	3.921796	0.000025	0.316128	1.721	0.213028	6.143818	0.000072
10	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.197435	1.442	0.171435	3.986271	0.000026	0.193888	1.428	0.16942	3.921796	0.000025	0.316128	1.721	0.213028	6.143818	0.000072
11	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.181795	1.562	0.138287	3.594418	0.000024	0.178248	1.550	0.136863	3.529943	0.000023	0.300488	1.808	0.166806	5.751965	0.000070
12	0.540	1.2378	0.185	0.006655847	0.007854	0.250	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.181795	1.562	0.138287	3.594418	0.000024	0.178248	1.550	0.136863	3.529943	0.000023	0.300488	1.808	0.166806	5.751965	0.000070

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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

LAVORO: S5554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE TRAVI

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni interamente reagenti

Rck = 45 Mpa
 n0 = 6.16
 ninf = 15.06
 nr.it. = 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 collaborant																	
										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)
1	1.000	0.000	0.000	1	0.000	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.662
2	1.000	3.431	3.431	1	3.431	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.795
3	2.000	0.000	3.431	1	3.431	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.795
4	2.000	2.569	6.000	1	6.000	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.894
5	3.000	0.000	6.000	1	6.000	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.894
6	3.000	3.481	9.481	1	9.481	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
7	4.000	0.000	9.481	1	9.481	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
8	4.000	1.519	11.000	1	11.000	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
9	5.000	0.000	11.000	1	11.000	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
10	5.000	4.531	15.531	1	15.531	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
11	6.000	0.000	15.531	1	15.531	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
12	6.000	3.025	18.556	1	18.556	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
13	7.000	0.000	18.556	1	18.556	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
14	7.000	3.025	21.581	1	21.581	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
15	8.000	0.000	21.581	1	21.581	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
16	8.000	2.419	24.000	1	24.000	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.915	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.706	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
17	9.000	0.000	24.000	1	24.000	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	5.000
18	9.000	3.631	27.631	1	27.631	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.947
19	10.000	0.000	27.631	1	27.631	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.947
20	10.000	1.369	29.000	1	29.000	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.920	0.800	0.020	0.900	0.035	0.864	0.055	7.688	<4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.894
21	11.000	0.000	29.000	1	29.000	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.894
22	11.000	4.681	33.681	1	33.681	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.713
23	12.000	0.000	33.681	1	33.681	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.713
24	12.000	1.319	35.000	1	35.000	3	15.000	5.000	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.018	1.940	0.000	0.000	0.900	0.035	0.900	0.035	12.600	4	5.000	0.360	5.000	ca	35.000			2.320	2.320	4.662

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	e							Armatura soletta in c.a.						Trave isolata										Trave composta - n=ninf.													
	Hc (m)	Hcr (m)	Brsup (m)	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	lx (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	lxs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	lxa (m4)	lya (m4)	Ja (m4)	Aw (mq)	Sx/lx B (m-1)	Sx/lx C (m-1)	WA (m3)	WB (m3)	WC (m3)	WD (m3)	Ai (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lxi (m4)	lyi (m4)	Ji (m4)	Sx/lx (m-1)	WAI (m3)	WBI (m3)	WCI (m3)
	1	0.240	0.070	0.540	0.540	1.1567	0.185	0.006265	0.007226	0.25	0.007226	0.080	0.014451	0.165	0.000104411	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.034920	0.460080	0.357180	0.067039	0.069956	0.049534	0.048467	0.175153	1.539	0.626	0.135574	3.594418	0.000024	0.432868	0.088120	0.090171
2	0.240	0.070	0.540	0.540	1.1885	0.185	0.006418	0.007226	0.25	0.007226	0.080	0.014451	0.165	0.000104411	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.034920	0.460080	0.357180	0.067039	0.069956	0.049534	0.048467	0.177265	1.546	0.619	0.13647	3.594418	0.000024	0.434800	0.088257	0.090301	0.318323
3	0.240	0.070	0.540	0.540	1.1885	0.185	0.006418	0.007226	0.25	0.007226	0.080	0.014451	0.165	0.000104411	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.034920	0.460080	0.357180	0.067039	0.069956	0.049534	0.048467	0.177265	1.546	0.619	0.13647	3.594418	0.000024	0.434800	0.088257	0.090301	0.318323
4	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2123	0.185	0.006533	0.00754	0.25	0.00754	0.080	0.015080	0.165	0.000108951	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.034920	0.460080	0.357180	0.067039	0.069956	0.049534	0.048467	0.179474	1.554	0.611	0.137367	3.594418	0.000024	0.436749	0.088389	0.090425	0.326381
5	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2123	0.185	0.006533	0.00754	0.25	0.00754	0.080	0.015080	0.165	0.000108951	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.034560	0.505840	0.344993	0.090386	0.097924	0.051229	0.050232	0.195114	1.433	0.732	0.170131	3.986271	0.000026	0.420579	0.118711	0.123449	0.313984
6	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.034560	0.505840	0.344993	0.090386	0.097924	0.051229	0.050232	0.197435	1.442	0.723	0.171435	3.986271	0.000026	0.422502	0.118889	0.123604	0.321623
7	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.034560	0.505840	0.344993	0.090386	0.097924	0.051229	0.050232	0.197435	1.442	0.723	0.171435	3.986271	0.000026	0.422502	0.118889	0.123604	0.321623
8	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.034560	0.505840	0.344993	0.090386	0.097924	0.051229	0.050232	0.197435	1.442	0.723	0.171435	3.986271	0.000026	0.422502	0.118889	0.123604	0.321623
9	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.030640	0.499890	0.380539	0.091613	0.098903	0.055861	0.054525	0.197015	1.460	0.705	0.170457	3.975914	0.000027	0.414859	0.116791	0.121365	0.333903
10	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.030640	0.499890	0.380539	0.091613	0.098903	0.055861	0.054525	0.197015	1.460	0.705	0.170457	3.975914	0.000027	0.414859	0.116791	0.121365	0.333903
11	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.030640	0.499890	0.380539	0.091613	0.098903	0.055861	0.054525	0.197015	1.460	0.705	0.170457	3.975914	0.000027	0.414859	0.116791	0.121365	0.333903
12	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.030640	0.499890	0.380539	0.091613	0.098903	0.055861	0.054525	0.197015	1.460	0.705	0.170457	3.975914	0.000027	0.414859	0.116791	0.121365	0.333903
13	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.030640	0.499890	0.380539	0.091613	0.098903	0.055861	0.054525	0.197015	1.460	0.705	0.170457	3.975914	0.000027	0.414859	0.116791	0.121365	0.333903
14	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.030640	0.499890	0.380539	0.091613	0.098903	0.055861	0.054525	0.197015	1.460	0.705	0.170457	3.975914	0.000027	0.414859	0.116791	0.121365	0.333903
15	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.030640	0.499890	0.380539	0.091613	0.098903	0.055861	0.054525	0.197015	1.460	0.705	0.170457	3.975914	0.000027	0.414859	0.116791	0.121365	0.333903
16	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0991	0.746	0.068362	0.003838	0.000024	0.030640	0.499890	0.380539	0.091613	0.098903	0.055861	0.054525	0.197015	1.460	0.705	0.170457	3.975914	0.000027	0.414859	0.116791	0.121365	0.333903
17	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2378	0.185	0.006656	0.007854	0.25	0.007854	0.080	0.015708	0.165	0.00011349	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.034560	0.505840	0.344993	0.090386	0.097924	0.051229	0.050232	0.197435	1.442	0.723	0.171435	3.986271	0.000026	0.422502	0.118889	0.123604	0.321623
18	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2250	0.185	0.006594	0.00754	0.25	0.00754	0.080	0.015080	0.165	0.000108951	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.034560	0.505840	0.344993	0.090386	0.097924	0.051229	0.050232	0.195956	1.436	0.729	0.170616	3.986271	0.000026	0.421284	0.118780	0.123509	0.316781
19	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2250	0.185	0.006594	0.00754	0.25	0.00754	0.080	0.015080	0.165	0.000108951	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.034560	0.505840	0.344993	0.090386	0.097924	0.051229	0.050232	0.195956	1.436	0.729	0.170616	3.986271	0.000026	0.421284	0.118780	0.123509	0.316781
20	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2123	0.185	0.006533	0.00754	0.25	0.00754	0.080	0.015080	0.165	0.000108951	2.000	0.0996	0.714	0.064576	0.003695	0.000022	0.034560	0.505840	0.344993	0.090386	0.097924	0.051229	0.050232	0.195114	1.433	0.732	0.170131	3.986271	0.000026	0.420579	0.118711	0.123449	0.313984
21	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2123	0.185	0.006533	0.00754	0.25	0.00754	0.080	0.015080	0.165	0.000108951	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.034920	0.460080	0.357180	0.067039	0.069956	0.049534	0.048467	0.179474	1.554	0.611	0.137367	3.594418	0.000024	0.436749	0.088389	0.090425	0.326381
22	0.240	0.070	0.540	0.540	1.1689	0.185	0.006324	0.007226	0.25	0.007226	0.080	0.014451	0.165	0.000104411	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.034920	0.460080	0.357180	0.067039	0.069956	0.049534	0.048467	0.175965	1.542	0.623	0.135921	3.594418	0.000024	0.433619	0.088173	0.090221	0.313566
23	0.240	0.070	0.540	0.540	1.1689	0.185	0.006324	0.007226	0.25	0.007226	0.080	0.014451	0.165	0.000104411	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.034920	0.460080	0.357180	0.067039	0.069956	0.049534	0.048467	0.175965	1.542	0.623	0.135921	3.594418	0.000024	0.433619	0.088173	0.090221	0.313566
24	0.240	0.070	0.540	0.540	1.1567	0.185	0.006265	0.007226	0.25	0.007226	0.080	0.014451	0.165	0.000104411	2.000	0.0839	0.839	0.05626	0.002842	0.000020	0.034920	0.460080	0.357180	0.067039	0.069956	0.049534	0.048467	0.175153	1.539	0.626	0.135574	3.594418	0.000024	0.432868	0.088120	0.090171	0.310612

Sez	Trave composta - n=nrit.															Trave composta - n=n0																			
	WDI (m3)	WAS2l (mc)	WAS1l (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)	WE0 (m3)	WFO (mc)
1	0.293785	0.250380	0.190554	3.842820	2.647348	0.171839	1.526	0.639	0.134145	3.529943	0.000023	0.429682	0.087903	0.089966	0.298801	0.283040	0.242163	0.185297	3.882752	2.694069	0.286068	1.789	0.376	0.164551	5.751965	0.000070	0.484460	0.091972	0.093807	0.885411	0.780429	0.565765	0.357063	3.610665	1.946916
2	0.300784	0.255698	0.193928	3.925522	2.691914	0.173859	1.534	0.631	0.135035	3.529943	0.000023	0.431645	0.088041	0.090097	0.306043	0.289632	0.247213	0.188536	3.964748	2.738898	0.29123	1.796	0.369	0.165391	5.751965	0.000070	0.485606	0.092075	0.093905	0.925300	0.811762	0.582890	0.364503	3.723270	1.983908
3	0.300784	0.255698	0.193928	3.925522	2.691914	0.173859	1.534	0.631	0.135035	3.529943	0.000023	0.431645	0.088041	0.090097	0.306043	0.289632	0.247213	0.188536	3.964748	2.738898	0.29123	1.796	0.369	0.165391	5.751965	0.000070	0.485606	0.092075	0.093905	0.925300	0.811762	0.582890	0.364503	3.723270	1.983908
4	0.308081	0.261214	0.197401	4.011340	2.737694	0.176	1.542	0.623	0.135937	3.529943	0.000023	0.433652	0.088176	0.090224	0.313701	0.296590	0.252515	0.191911	4.050883	2.785533	0.295723	1.802	0.363	0.166088	5.751965	0.000070	0.486563	0.092159	0.093985	0.961082	0.839619	0.597840	0.370887	3.821747	2.015535
5	0.300136	0.263016	0.208278	4.024430	2.922912	0.19164	1.420	0.745	0.168112	3.921796	0.000025	0.417557	0.118429	0.123203	0.302644	0.289610	0.254531	0.202428	4.068985	2.972321	0.311363	1.714	0.451	0.211955	6.143818	0.000072	0.469474	0.123666	0.127767	0.811842	0.740897	0.578987	0.395380	3.668202	2.191268
6	0.307214	0.268694	0.212164	4.112189	2.975218	0.193888	1.428	0.737	0.16942	3.921796	0.000025	0.419536	0.118611	0.123361	0.309936	0.296381	0.259995	0.206200	4.157199	3.025512	0.316128	1.721	0.444	0.213028	6.143818	0.000072	0.470438	0.123778	0.127865	0.838855	0.763675	0.593474	0.402737	3.762084	2.229021
7	0.307214	0.268694	0.212164	4.112189	2.975218	0.193888	1.428	0.737	0.16942	3.921796	0.000025	0.419536	0.118611	0.123361	0.309936	0.296381	0.259995	0.206200	4.157199	3.025512	0.316128	1.721	0.444	0.213028	6.143818	0.000072	0.470438	0.123778	0.127865	0.838855	0.763675	0.593474	0.402737	3.762084	2.229021
8	0.307214	0.268694	0.212164	4.112189	2.975218	0.193888	1.428	0.737	0.16942	3.921796	0.000025	0.419536	0.118611	0.123361	0.309936	0.296381	0.259995	0.206200	4.157199	3.025512	0.316128	1.721	0.444	0.213028	6.143818	0.000072	0.470438	0.123778	0.127865	0.838855	0.763675	0.593474	0.402737	3.762084	2.229021
9	0.315370	0.274710	0.215632	4.206154	3.019231	0.193468	1.446	0.719	0.168535	3.911439	0.000027	0.411762	0.116537	0.121144	0.321752	0.304323	0.265910	0.209672	4.253651	3.071815	0.315708	1.732	0.433	0.21011	6.133461	0.000073	0.465312	0.121286	0.125263	0.884154	0.785049	0.604391	0.405901	3.834863	2.241540
10	0.315370	0.274710	0.215632	4.206154	3.019231	0.193468	1.446	0.719	0.168535	3.911439	0.000027	0.411762	0.116537	0.121144	0.321752	0.304323	0.265910	0.209672	4.253651	3.071815	0.315708	1.732	0.433	0.21011	6.133461	0.000073	0.465312	0.121286	0.125263	0.884154	0.785049	0.604391	0.405901	3.834863	2.241540
11	0.315370	0.274710	0.215632	4.206154	3.019231	0.193468	1.446	0.719	0.168535	3.911439	0.000027	0.411762	0.116537	0.121144	0.321752	0.304323	0.265910	0.209672	4.253651	3.071815	0.315708	1.732	0.433	0.21011	6.133461	0.000073	0.465312	0.121286	0.125263	0.884154	0.785049	0.604391	0.405901	3.834863	2.241540
12	0.315370	0.274710	0.215632	4.206154	3.019231	0.193468	1.446	0.719	0.168535	3.911439	0.000027	0.411762	0.116537	0.121144	0.321752	0.304323	0.265910	0.209672	4.253651	3.071815	0.315708	1.732	0.433	0.21011	6.133461	0.000073	0.465312	0.121286	0.125263	0.884154	0.785049	0.604391	0.405901	3.834863	2.241540
13	0.315370	0.274710	0.215632	4.206154	3.019231	0.193468	1.446	0.719	0.168535	3.911439	0.000027	0.411762	0.116537	0.121144	0.321752	0.304323	0.265910	0.209672	4.253651	3.071815	0.315708	1.732	0.433	0.21011	6.133461	0.000073	0.465312	0.121286	0.125263	0.884154	0.785049	0.604391	0.405901	3.834863	2.241540
14	0.315370	0.274710	0.215632	4.206154	3.019231	0.193468	1.446	0.719	0.168535	3.911439	0.000027	0.411762	0.116537	0.121144	0.321752	0.304323	0.265910	0.209672	4.253651	3.071815	0.315708	1.732	0.433	0.21011	6.133461	0.000073	0.465312	0.121286	0.125263	0.884154	0.785049	0.604391	0.405901	3.834863	2.241540
15	0.315370	0.274710	0.215632	4.206154	3.019231	0.193468	1.446	0.719	0.168535	3.911439	0.000027	0.411762	0.116537	0.121144	0.321752	0.304323	0.265910	0.209672	4.253651	3.071815	0.315708	1.732	0.433	0.21011	6.133461	0.000073	0.465312	0.121286	0.125263	0.884154	0.785049	0.604391	0.405901	3.834863	2.241540
16	0.315370	0.274710	0.215632	4.206154	3.019231	0.193468	1.446	0.719	0.168535	3.911439	0.000027	0.411762	0.116537	0.121144	0.321752	0.304323	0.265910	0.209672	4.253651	3.071815	0.315708	1.732	0.433	0.21011	6.133461	0.000073	0.465312	0.121286	0.125263	0.884154	0.785049	0.604391	0.405901	3.834863	2.241540
17	0.307214	0.268694	0.212164	4.112189	2.975218	0.193888	1.428	0.737	0.16942	3.921796	0.000025	0.419536	0.118611	0.123361	0.309936	0.296381	0.259995	0.206200	4.157199	3.025512	0.316128	1.721	0.444	0.213028	6.143818	0.000072	0.470438	0.123778	0.127865	0.838855	0.763675	0.593474	0.402737	3.762084	2.229021
18	0.302729	0.265099	0.209707	4.056620	2.942155	0.192446	1.423	0.742	0.168593	3.921796	0.000025	0.418273	0.118498	0.123263	0.305283	0.292061	0.256512	0.203799	4.100961	2.991658	0.313423	1.717	0.448	0.212428	6.143818	0.000072	0.469893	0.123717	0.127811	0.823524	0.750762	0.585282	0.398589	3.708984	2.207751
19	0.302729	0.265099	0.209707	4.056620	2.942155	0.192446	1.423	0.742	0.168593	3.921796	0.000025	0.418273	0.118498	0.123263	0.305283	0.292061	0.256512	0.203799	4.100961	2.991658	0.313423	1.717	0.448	0.212428	6.143818	0.000072	0.469893	0.123717	0.127811	0.823524	0.750762	0.585282	0.398589	3.708984	2.207751
20	0.300136	0.263016	0.208278	4.024430	2.922912	0.19164	1.420	0.745	0.168112	3.921796	0.000025	0.417557	0.118429	0.123203	0.302644	0.289610	0.254531	0.202428	4.068985	2.972321	0.311363	1.714	0.451	0.211955	6.143818	0.000072	0.469474	0.123666	0.127767	0.811842	0.740897	0.578987	0.395380	3.668202	2.191268
21	0.308081	0.261214	0.197401	4.011340	2.737694	0.176	1.542	0.623	0.135937	3.529943	0.000023	0.433652	0.088176	0.090224	0.313701	0.296590	0.252515	0.191911	4.050883	2.785533	0.295723	1.802	0.363	0.166088	5.751965	0.000070	0.486563	0.092159	0.093985	0.961082	0.839619	0.597840	0.370887	3.821747	2.015535
22	0.296467	0.252421	0.191852	3.874559	2.664500	0.172615	1.529	0.636	0.134489	3.529943	0.000023	0.430445	0.087957	0.090017	0.301575	0.285567	0.244102	0.186543	3.914223	2.711321	0.288053	1.792	0.373	0.164878	5.751965	0.000070	0.484907	0.092012	0.093845	0.900547	0.792353	0.572320	0.359927	3.653746	1.961172
23	0.296467	0.252421	0.191852	3.874559	2.664500	0.172615	1.529	0.636	0.134489	3.529943	0.000023	0.430445	0.087957	0.090017	0.301575	0.285567	0.244102	0.186543	3.914223	2.711321	0.288053	1.792	0.373	0.164878	5.751965	0.000070	0.484907	0.092012	0.093845	0.900547	0.792353	0.572320	0.359927	3.653746	1.961172
24	0.293785	0.250380	0.190554	3.842820	2.647348	0.171839	1.526	0.639	0.134145	3.529943	0.000023	0.429682	0.087903	0.089966	0.298801	0.283040	0.242163	0.185297	3.882752	2.694069	0.286068	1.789	0.376	0.164551	5.751965	0.000070	0.484460	0.091972	0.093807	0.885411	0.780429	0.565765	0.357063	3.610665	1.946916


S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

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

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE 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	-1177.1	0.0	-481.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1740.3	0.0	-8.5	4933.7	-4933.7	3250.7	0.0	0.0	-3547.5	3547.5	-1404.0	0.0	0.0	3547.5	-3547.5	1404.0	0.0	0.0	
1	3.43	3.43	3652.1	-951.8	1490.0	-387.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5376.4	-1500.3	0.0	0.0	2930.8	92.8	5166.7	-1507.0	26.3	-6.8	5069.4	-5069.4	3301.7	0.0	0.0	-3645.0	3645.0	-1417.2	0.0	0.0	3645.0	-3645.0	1417.2	0.0	0.0
2	0.00	3.43	3652.1	-951.8	1490.0	-387.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5379.7	-1500.1	0.0	0.0	2930.6	92.8	5169.9	-1506.7	26.3	-6.8	5069.4	-5069.4	3301.7	0.0	0.0	-3645.0	3645.0	-1417.2	0.0	0.0	3645.0	-3645.0	1417.2	0.0	0.0
2	2.57	6.00	5880.7	-783.2	2393.6	-316.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8630.8	-1320.4	0.0	0.0	5359.6	184.8	8041.3	-1340.8	42.3	-5.6	5171.0	-5171.0	3327.5	0.0	0.0	-3718.1	3718.1	-1423.9	0.0	0.0	3718.1	-3718.1	1423.9	0.0	0.0
3	0.00	6.00	5880.7	-783.2	2393.6	-316.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8633.2	-1320.2	0.0	0.0	5359.3	184.8	8043.6	-1340.5	42.3	-5.6	5171.0	-5171.0	3959.2	0.0	0.0	-3718.1	3718.1	-1752.1	0.0	0.0	3718.1	-3718.1	1752.1	0.0	0.0
3	3.48	9.48	8194.1	-546.0	3328.3	-220.6	0.0	0.0	0.0	0.0	11982.2	-1076.7	0.0	0.0	8200.3	321.3	10686.6	-1127.5	58.8	-3.9	5279.7	-5279.7	3996.2	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1762.3	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1762.3	0.0	0.0
4	0.00	9.48	8194.1	-546.0	3328.3	-220.6	0.0	0.0	0.0	0.0	11983.6	-543.3	0.0	0.0	8199.9	321.3	10687.6	-1127.2	58.8	-3.9	5279.7	-5279.7	3996.2	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1762.3	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1762.3	0.0	0.0
4	1.52	11.00	8944.8	-442.5	3631.7	-178.8	0.0	0.0	0.0	0.0	13064.2	-437.0	0.0	0.0	9244.6	385.2	11423.2	-1038.4	64.2	-3.2	5279.7	-5279.7	3996.2	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1762.3	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1762.3	0.0	0.0
5	0.00	11.00	8944.8	-442.5	3631.7	-178.8	0.0	0.0	0.0	0.0	13064.2	-437.0	0.0	0.0	9244.6	385.2	11423.2	-1038.4	64.2	-3.2	5279.7	-5279.7	3902.1	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1719.4	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1719.4	0.0	0.0
5	4.53	15.53	10250.9	-134.0	4159.6	-54.2	0.0	0.0	0.0	0.0	14909.6	-653.0	0.0	0.0	11510.7	591.2	12256.5	-789.3	73.5	-1.0	5279.7	-5279.7	3902.1	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1719.4	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1719.4	0.0	0.0
6	0.00	15.53	10250.9	-134.0	4159.6	-54.2	0.0	0.0	0.0	0.0	14909.9	-119.7	0.0	0.0	11510.0	591.2	12255.3	-789.1	73.5	-1.0	5279.7	-5279.7	3902.1	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1719.4	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1719.4	0.0	0.0
6	3.03	18.56	10344.9	71.9	4197.6	29.1	0.0	0.0	0.0	0.0	15032.4	55.5	0.0	0.0	12196.6	741.6	11794.8	-635.7	74.1	0.5	5279.7	-5279.7	3902.1	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1719.4	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1719.4	0.0	0.0
7	0.00	18.56	10344.9	71.9	4197.6	29.1	0.0	0.0	0.0	0.0	15032.1	55.7	0.0	0.0	12195.6	741.6	11792.6	-635.5	74.1	0.5	5279.7	-5279.7	3902.1	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1719.4	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1719.4	0.0	0.0
7	3.03	21.58	9816.0	277.8	3983.8	112.3	0.0	0.0	0.0	0.0	14307.6	267.3	0.0	0.0	12111.1	902.4	10627.1	-492.5	70.4	2.0	5279.7	-5279.7	3902.1	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1719.4	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1719.4	0.0	0.0
8	0.00	21.58	9816.0	277.8	3983.8	112.3	0.0	0.0	0.0	0.0	14306.3	267.6	0.0	0.0	12109.9	902.4	10624.0	-492.3	70.4	2.0	5279.7	-5279.7	3902.1	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1719.4	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1719.4	0.0	0.0
8	2.42	24.00	8944.8	442.5	3631.7	178.8	0.0	0.0	0.0	0.0	13064.2	437.0	0.0	0.0	11423.2	1038.4	9244.6	-385.2	64.2	3.2	5279.7	-5279.7	3902.1	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1719.4	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1719.4	0.0	0.0
9	0.00	24.00	8944.8	442.5	3631.7	178.8	0.0	0.0	0.0	0.0	13064.2	437.0	0.0	0.0	11423.2	1038.4	9244.6	-385.2	64.2	3.2	5279.7	-5279.7	3996.2	0.0	0.0	-3796.3	3796.3	-1762.3	0.0	0.0	3796.3	-3796.3	1762.3	0.0	0.0
9	3.63	27.63	6889.0	689.9	2801.0	278.7	0.0	0.0	0.0	0.0	10099.2	691.0	0.0	0.0	9250.8	1254.9	6549.2	-237.0	49.5	4.9	5225.1	-5225.1	3984.0	0.0	0.0	-3757.0	3757.0	-1758.9	0.0	0.0	3757.0	-3757.0	1758.9	0.0	0.0
10	0.00	27.63	6889.0	689.9	2801.0	278.7	0.0	0.0	0.0	0.0	10096.1	1224.3	0.0	0.0	9248.6	1255.0	6544.6	-236.9	49.5	4.9	5225.1	-5225.1	3984.0	0.0	0.0	-3757.0	3757.0	-1758.9	0.0	0.0	3757.0	-3757.0	1758.9	0.0	0.0
10	1.37	29.00	5880.7	783.2	2393.6	316.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8633.2	1320.2	0.0	0.0	8043.6	1340.5	5359.3	-184.8	42.3	5.6	5171.0	-5171.0	3959.2	0.0	0.0	-3718.1	3718.1	-1752.1	0.0	0.0	3718.1	-3718.1	1752.1	0.0	0.0
11	0.00	29.00	5880.7	783.2	2393.6	316.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8633.2	1320.2	0.0	0.0	8043.6	1340.5	5359.3	-184.8	42.3	5.6	5171.0	-5171.0	3327.5	0.0	0.0	-3718.1	3718.1	-1423.9	0.0	0.0	3718.1	-3718.1	1423.9	0.0	0.0
11	4.68	33.68	1495.5	1090.5	611.1	445.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2212.3	1114.6	0.0	0.0	2179.1	1648.9	773.7	-22.9	10.8	7.9	4985.9	-4985.9	3270.5	0.0	0.0	-3585.0	3585.0	-1409.2	0.0	0.0	3585.0	-3585.0	1409.2	0.0	0.0
12	0.00	33.68	1495.5	1090.5	611.1	445.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2208.1	1648.0	0.0	0.0	2175.1	1649.0	768.3	-22.8	10.8	7.9	4985.9	-4985.9	3270.5	0.0	0.0	-3585.0	3585.0	-1409.2	0.0	0.0	3585.0	-3585.0	1409.2	0.0	0.0
12	1.32	35.00	0.0	1177.1	0.0	481.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1740.3	0.0	0.0	0.0	8.5	4933.7	-4933.7	3250.7	0.0	0.0	-3547.5	3547.5	-1404.0	0.0	0.0	3547.5	-3547.5	1404.0	0.0	0.0	

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

14 ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI

LAVORO: S554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE 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
 γ_{M1}
 η
 pan
 fcd
 fya

unità
 1.10
 1.20
 0
 MPa 19.83
 MPa 450

COMBINAZIONE C1Mmax

Sez	soletta												Armature soletta												piattabanda superiore												anima												piattabanda inferiore												TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA												CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI					
	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	1.000	0.000	0.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-47.7	355.0	355.0	355.0	1.081	4	0.0839	0.839	0.0563	0.0670																																												
2	1.000	3.431	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	141.3	136.3	-138.2	-141.8	-72.6	-85.6	-81.5	355.0	355.0	355.0	2.071	1																																																
3	2.000	0.000	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	141.3	136.3	-138.2	-141.8	-72.6	-85.6	-81.5	355.0	355.0	355.0	2.071	1																																																
4	2.000	2.569	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	220.1	212.9	-189.1	-194.3	-81.2	-98.6	-69.5	355.0	355.0	355.0	2.078	1																																																
5	3.000	0.000	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	164.1	154.3	-187.3	-191.7	-81.6	-96.3	-70.2	355.0	355.0	355.0	1.992	1																																																
6	3.000	3.481	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	224.6	211.7	-238.9	-244.8	-90.3	-108.6	-53.4	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
7	4.000	0.000	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	224.6	211.7	-238.9	-244.8	-90.3	-108.6	-38.0	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
8	4.000	1.519	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	244.3	230.3	-255.8	-262.1	-93.2	-112.7	-30.7	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
9	5.000	0.000	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	245.3	231.8	-239.2	-246.6	-91.8	-111.3	-34.6	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
10	5.000	4.531	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	279.4	264.2	-266.3	-274.6	-96.8	-118.4	-27.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
11	6.000	0.000	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	279.4	264.2	-266.3	-274.6	-96.8	-118.4	-10.1	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
12	6.000	3.025	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	281.8	266.4	-268.2	-276.6	-97.1	-118.8	5.1	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
13	7.000	0.000	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	281.8	266.4	-268.2	-276.6	-97.1	-118.8	5.1	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
14	7.000	3.025	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	268.1	253.5	-257.3	-265.3	-95.1	-116.1	21.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
15	8.000	0.000	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	268.1	253.5	-257.3	-265.3	-95.1	-116.1	21.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
16	8.000	2.419	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	245.3	231.8	-239.2	-246.6	-91.8	-111.3	34.6	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
17	9.000	0.000	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	244.3	230.3	-255.8	-262.1	-93.2	-112.7	30.7	355.0	355.0	355.0	1.994	1																																																
18	9.000	3.631	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	190.5	179.4	-210.0	-215.0	-85.6	-101.9	48.2	355.0	355.0	355.0	1.993	1																																																
19	10.000	0.000	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	190.5	179.4	-210.0	-215.0	-85.6	-101.9	63.6	355.0	355.0	355.0	1.993	1																																																
20	10.000	1.369	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	164.1	154.3	-187.3	-191.7	-81.6	-96.3	70.2	355.0	355.0	355.0	1.992	1																																																
21	11.000	0.000	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	220.2	212.9	-189.1	-194.3	-81.2	-98.6	69.5	355.0	355.0	355.0	2.078	1																																																
22	11.000	4.681	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	59.9	57.7	-64.4	-65.9	-38.0	-44.2	76.1	355.0	355.0	355.0	1.081	4	0.0816	0.819	0.0551	0.0672																																												
23	12.000	0.000	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	59.8	57.6	-64.3	-65.9	-37.9	-44.1	91.4	355.0	355.0	355.0	1.081	4	0.0816	0.819	0.0551	0.0672																																												
24	12.000	1.319	35.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.7	355.0	355.0	355.0	1.081	4	0.0813	0.866	0.0544	0.0629																																												

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	IsI (m4)	κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter		
																																				Ver. stabilità pannelli d'anima	
1	0.0700	0.0495	0.0485	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	13200.4	28580.8	34028	4654.8	-8481.2	26805.3	0.00	0.00	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	1667	0.40	0.49	0.00	
2							141.3	136.3	-138.2	-141.8	0.41	0.41	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15263.8	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	2846	0.68	0.00		
3							141.3	136.3	-138.2	-141.8	0.41	0.41	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15267.1	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2846	0.69	0.00		
4							220.1	212.9	-189.1	-194.3	0.64	0.57	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21698.9	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2426	0.59	0.00		
5							164.1	154.3	-187.3	-191.7	0.47	0.56	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2425	0.59	0.00		
6							224.6	211.7	-238.9	-244.8	0.65	0.72	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29321.9	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1847	0.45	0.00		
7							224.6	211.7	-238.9	-244.8	0.65	0.72	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29323.3	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1314	0.32	0.00		
8							244.3	230.3	-255.8	-262.1	0.70	0.77	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1061	0.26	0.00		
9							245.3	231.8	-239.2	-246.6	0.71	0.72	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1061	0.32	0.00		
10							279.4	264.2	-266.3	-274.6	0.80	0.80	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.0	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	842	0.25	0.00		
11							279.4	264.2	-266.3	-274.6	0.80	0.80	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.3	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	309	0.09	0.00		
12							281.8	266.4	-268.2	-276.6	0.81	0.81	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.5	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	157	0.05	0.00		
13							281.8	266.4	-268.2	-276.6	0.81	0.81	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.1	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	157	0.05	0.00		
14							268.1	253.5	-257.3	-265.3	0.77	0.77	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33799.2	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	659	0.20	0.00		
15							268.1	253.5	-257.3	-265.3	0.77	0.77	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33797.9	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	660	0.20	0.00		
16							245.3	231.8	-239.2	-246.6	0.71	0.72	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1061	0.32	0.00		
17							244.3	230.3	-255.8	-262.1	0.70	0.77	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1061	0.26	0.00		
18							190.5	179.4	-210.0	-215.0	0.55	0.63	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25581.6	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1665	0.41	0.00		
19							190.5	179.4	-210.0	-215.0	0.55	0.63	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25578.5	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2198	0.54	0.00		
20							164.1	154.3	-187.3	-191.7	0.47	0.56	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2425	0.59	0.00		
21							220.2	212.9	-189.1	-194.3	0.64	0.57	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21701.3	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2425	0.59	0.00		
22	0.0702	0.0476	0.0466	3538.8	593.6	-0.020	59.7	57.5	-66.8	-68.4	0.17	0.20	0.17	0.20	13107.5	28580.8	34028	9009.3	-8570.9	26767.6	0.00	0.20	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2658	0.65	0.49	0.53	
23	0.0702	0.0476	0.0466	3535.8	592.8	-0.020	59.7	57.5	-66.7	-68.3	0.17	0.20	0.17	0.20	13107.5	28580.8	34028	9005.1	-8570.9	26767.6	0.00	0.20	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	3192	0.52	0.49	0.49	
24	0.0656	0.0491	0.0480	0.0	0.0	0.026	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	11831.2	27613.6	33148	4654.8	-8481.2	25805.9	0.00	0.00	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	1667	0.27	0.46	0.00	

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE 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
 γ_{M1} 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 SEZIONI											
	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)	fys (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-47.7	355.0	355.0	355.0	1.081	4				
2	1.000	3.431	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	114.7	110.3	-135.6	-138.8	-68.4	-78.9	-35.9	355.0	355.0	355.0	2.071	1				
3	2.000	0.000	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	114.7	110.3	-135.6	-138.8	-68.4	-78.9	-35.9	355.0	355.0	355.0	2.071	1				
4	2.000	2.569	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	184.7	178.1	-185.7	-190.4	-75.7	-89.8	-26.4	355.0	355.0	355.0	2.078	1				
5	3.000	0.000	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	137.6	128.6	-183.2	-187.3	-75.9	-88.1	-26.6	355.0	355.0	355.0	1.992	1				
6	3.000	3.481	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	194.1	182.1	-234.4	-239.8	-83.9	-99.2	-13.0	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
7	4.000	0.000	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	194.1	182.1	-234.4	-239.8	-83.9	-99.2	-13.0	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
8	4.000	1.519	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	213.4	200.5	-251.2	-257.1	-86.8	-103.2	-6.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
9	5.000	0.000	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	213.8	201.3	-234.9	-241.8	-85.5	-101.9	-7.8	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
10	5.000	4.531	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	251.4	237.0	-262.5	-270.3	-91.1	-110.0	13.2	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
11	6.000	0.000	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	251.4	237.0	-262.5	-270.3	-91.1	-110.0	13.2	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
12	6.000	3.025	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	258.4	243.8	-265.0	-273.0	-92.4	-111.9	27.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
13	7.000	0.000	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	258.4	243.8	-265.0	-273.0	-92.4	-111.9	27.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
14	7.000	3.025	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	250.0	235.9	-254.8	-262.5	-91.5	-110.6	42.2	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
15	8.000	0.000	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	250.0	235.9	-254.8	-262.5	-91.5	-110.6	42.2	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
16	8.000	2.419	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	231.8	218.7	-237.4	-244.5	-89.1	-107.3	54.3	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
17	9.000	0.000	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	231.0	217.5	-253.8	-260.0	-90.5	-108.6	48.1	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
18	9.000	3.631	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	183.7	172.7	-208.9	-213.9	-84.1	-99.8	64.5	355.0	355.0	355.0	1.993	1				
19	10.000	0.000	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	183.7	172.7	-208.9	-213.9	-84.1	-99.8	64.5	355.0	355.0	355.0	1.993	1				
20	10.000	1.369	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	159.3	149.7	-186.5	-190.9	-80.6	-94.9	70.8	355.0	355.0	355.0	1.992	1				
21	11.000	0.000	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	213.8	206.6	-188.5	-193.6	-80.2	-97.1	70.0	355.0	355.0	355.0	2.078	1				
22	11.000	4.681	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	59.4	57.2	-64.0	-65.5	-37.5	-43.6	91.4	355.0	355.0	355.0	1.081	4	0.0816	0.819	0.0551	0.0672
23	12.000	0.000	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	59.4	57.2	-63.9	-65.5	-37.5	-43.6	91.4	355.0	355.0	355.0	1.081	4	0.0816	0.819	0.0551	0.0672
24	12.000	1.319	35.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.6	355.0	355.0	355.0	1.081	4	0.0813	0.866	0.0544	0.0629

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)	MPl,Rd (kNm)	NPl,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	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0
2							114.7	110.3	-135.6	-138.8	0.33	0.41	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15263.8	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	1253	0.30	0.00	0.00					
3							114.7	110.3	-135.6	-138.8	0.33	0.41	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15267.1	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	1253	0.31	0.00	0.00					
4							184.7	178.1	-185.7	-190.4	0.54	0.56	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21698.9	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	920	0.22	0.00	0.00					
5							137.6	128.6	-183.2	-187.3	0.39	0.55	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	920	0.23	0.00	0.00					
6							194.1	182.1	-234.4	-239.8	0.56	0.70	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29321.9	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	449	0.11	0.00	0.00					
7							194.1	182.1	-234.4	-239.8	0.56	0.70	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29323.3	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	449	0.11	0.00	0.00					
8							213.4	200.5	-251.2	-257.1	0.61	0.75	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	239	0.06	0.00	0.00					
9							213.8	201.3	-234.9	-241.8	0.61	0.70	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	239	0.07	0.00	0.00					
10							251.4	237.0	-262.5	-270.3	0.72	0.79	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.0	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	404	0.12	0.00	0.00					
11							251.4	237.0	-262.5	-270.3	0.72	0.79	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.3	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	404	0.12	0.00	0.00					
12							258.4	243.8	-265.0	-273.0	0.74	0.80	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.5	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	843	0.25	0.00	0.00					
13							258.4	243.8	-265.0	-273.0	0.74	0.80	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.1	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	843	0.25	0.00	0.00					
14							250.0	235.9	-254.8	-262.5	0.72	0.77	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33799.2	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1294	0.39	0.00	0.00					
15							250.0	235.9	-254.8	-262.5	0.72	0.77	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33797.9	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1294	0.39	0.00	0.00					
16							231.8	218.7	-237.4	-244.5	0.67	0.71	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1663	0.50	0.00	0.00					
17							231.0	217.5	-253.8	-260.0	0.66	0.76	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1663	0.41	0.00	0.00					
18							183.7	172.7	-208.9	-213.9	0.53	0.63	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25581.6	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2228	0.55	0.00	0.00					
19							183.7	172.7	-208.9	-213.9	0.53	0.63	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25578.5	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2229	0.55	0.00	0.00					
20							159.3	149.7	-186.5	-190.9	0.46	0.56	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2446	0.60	0.00	0.00					
21							213.8	206.6	-188.5	-193.6	0.62	0.57	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21701.3	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2446	0.60	0.00	0.00					
22	0.0702	0.0476	0.0466	3514.9	586.7	-0.020	59.3	57.1	-66.4	-67.9	0.17	0.20	0.17	0.20	13107.5	28580.8	34028	9009.3	-8570.9	26767.6	0.00	0.20	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	3192	0.78	0.49	0.65					
23	0.0702	0.0476	0.0466	3512.0	585.9	-0.020	59.3	57.0	-66.3	-67.9	0.17	0.20	0.17	0.20	13107.5	28580.8	34028	9005.1	-8570.9	26767.6	0.00	0.20	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	3193	0.52	0.49	0.49					
24	0.0656	0.0491	0.0480	0.0	0.0	0.026	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	11831.2	27613.6	33148	4654.8	-8481.2	25805.9	0.00	0.00	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	3407	0.55	0.46	0.46					

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE 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 SEZIONI											
	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)	fys (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-97.6	355.0	355.0	355.0	1.081	4				
2	1.000	3.431	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	139.0	134.1	-138.0	-141.5	-72.2	-85.0	-81.7	355.0	355.0	355.0	2.071	1				
3	2.000	0.000	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	139.0	134.1	-138.0	-141.5	-72.2	-85.0	-81.7	355.0	355.0	355.0	2.071	1				
4	2.000	2.569	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	213.8	206.6	-188.5	-193.6	-80.2	-97.1	-70.0	355.0	355.0	355.0	2.078	1				
5	3.000	0.000	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	159.3	149.7	-186.5	-190.9	-80.6	-94.9	-70.8	355.0	355.0	355.0	1.992	1				
6	3.000	3.481	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	214.2	201.6	-237.3	-243.1	-88.1	-105.4	-54.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
7	4.000	0.000	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	214.2	201.6	-237.3	-243.1	-88.1	-105.4	-54.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
8	4.000	1.519	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	231.0	217.5	-253.8	-260.0	-90.5	-108.6	-48.1	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
9	5.000	0.000	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	231.8	218.7	-237.4	-244.5	-89.1	-107.3	-54.3	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
10	5.000	4.531	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	257.5	243.0	-263.3	-271.2	-92.4	-111.8	-31.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
11	6.000	0.000	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	257.5	243.0	-263.3	-271.2	-92.4	-111.8	-31.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
12	6.000	3.025	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	255.1	240.6	-264.6	-272.5	-91.8	-110.9	-17.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
13	7.000	0.000	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	255.0	240.5	-264.6	-272.5	-91.7	-110.9	-17.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
14	7.000	3.025	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	237.8	224.1	-253.1	-260.6	-89.0	-107.0	-3.4	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
15	8.000	0.000	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	237.8	224.1	-253.1	-260.6	-89.0	-107.0	-3.4	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
16	8.000	2.419	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	213.8	201.3	-234.9	-241.8	-85.5	-101.9	7.8	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
17	9.000	0.000	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	213.4	200.5	-251.2	-257.1	-86.8	-103.2	6.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
18	9.000	3.631	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	161.8	151.6	-205.7	-210.3	-79.5	-93.0	21.3	355.0	355.0	355.0	1.993	1				
19	10.000	0.000	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	161.8	151.6	-205.6	-210.3	-79.5	-93.0	21.3	355.0	355.0	355.0	1.993	1				
20	10.000	1.369	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	137.6	128.6	-183.2	-187.3	-75.9	-88.1	26.6	355.0	355.0	355.0	1.992	1				
21	11.000	0.000	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	184.6	178.1	-185.7	-190.4	-75.7	-89.8	26.4	355.0	355.0	355.0	2.078	1				
22	11.000	4.681	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	40.8	39.2	-47.0	-48.1	-18.7	-21.7	43.5	355.0	355.0	355.0	1.081	4	0.0810	0.814	0.0548	0.0673
23	12.000	0.000	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	40.7	39.2	-47.0	-48.1	-18.6	-21.7	43.5	355.0	355.0	355.0	1.081	4	0.0810	0.814	0.0548	0.0673
24	12.000	1.319	35.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.7	355.0	355.0	355.0	1.081	4	0.0813	0.866	0.0544	0.0629

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	l _w	X _w	V _{bw} ,Rd (kN)	V _b ,Rd (kN)	V _{Ed} (kN)	η3	η1_s	η1_inter						
																																				η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd	MPI,Rd
1	0.0700	0.0495	0.0485	0.0	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	13200.4	28580.8	34028	4654.8	-8481.2	26805.3	0.00	0.00	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	3407	0.82	0.49	0.70					
2							139.0	134.1	-138.0	-141.5	0.40	0.41	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15263.8	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	2853	0.68		0.00					
3							139.0	134.1	-138.0	-141.5	0.40	0.41	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15267.1	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2852	0.70		0.00					
4							213.8	206.6	-188.5	-193.6	0.62	0.57	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21698.9	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2446	0.60		0.00					
5							159.3	149.7	-186.5	-190.9	0.46	0.56	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2446	0.60		0.00					
6							214.2	201.6	-237.3	-243.1	0.61	0.71	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29321.9	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1898	0.46		0.00					
7							214.2	201.6	-237.3	-243.1	0.61	0.71	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29323.3	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1898	0.46		0.00					
8							231.0	217.5	-253.8	-260.0	0.66	0.76	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1663	0.41		0.00					
9							231.8	218.7	-237.4	-244.5	0.67	0.71	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1663	0.50		0.00					
10							257.5	243.0	-263.3	-271.2	0.74	0.79	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.0	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	978	0.29		0.00					
11							257.5	243.0	-263.3	-271.2	0.74	0.79	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.3	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	978	0.29		0.00					
12							255.1	240.6	-264.6	-272.5	0.73	0.79	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.5	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	535	0.16		0.00					
13							255.0	240.5	-264.6	-272.5	0.73	0.79	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.1	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	535	0.16		0.00					
14							237.8	224.1	-253.1	-260.6	0.68	0.76	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33799.2	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	104	0.03		0.00					
15							237.8	224.1	-253.1	-260.6	0.68	0.76	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33797.9	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	104	0.03		0.00					
16							213.8	201.3	-234.9	-241.8	0.61	0.70	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	239	0.07		0.00					
17							213.4	200.5	-251.2	-257.1	0.61	0.75	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	239	0.06		0.00					
18							161.8	151.6	-205.7	-210.3	0.46	0.62	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25581.6	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	736	0.18		0.00					
19							161.8	151.6	-205.6	-210.3	0.46	0.62	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25578.5	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	737	0.18		0.00					
20							137.6	128.6	-183.2	-187.3	0.39	0.55	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	920	0.23		0.00					
21							184.6	178.1	-185.7	-190.4	0.54	0.56	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21701.3	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	920	0.22		0.00					
22	0.0703	0.0472	0.0462	2501.7	292.3	-0.025	40.7	39.1	-49.2	-50.4	0.12	0.15	0.12	0.15	13107.5	28580.8	34028	9009.3	-8570.9	26767.6	0.00	0.15	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	1521	0.37	0.49	0.00					
23	0.0703	0.0472	0.0462	2497.8	291.2	-0.025	40.6	39.0	-49.2	-50.3	0.12	0.15	0.12	0.15	13107.5	28580.8	34028	9005.1	-8570.9	26767.6	0.00	0.15	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	1521	0.25	0.49	0.00					
24	0.0656	0.0491	0.0480	0.0	0.0	0.026	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	11831.2	27613.6	33148	4654.8	-8481.2	25805.9	0.00	0.00	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	1667	0.27	0.46	0.00						

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE 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 SEZIONI											
	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	1.000	0.000	0.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.6	14.0	14.2	14.9	16.3	-47.7	355.0	355.0	355.0	2.021	1				
2	1.000	3.431	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	127.2	123.7	-70.2	-72.7	-0.1	-6.1	-81.5	355.0	355.0	355.0	2.071	1				
3	2.000	0.000	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	127.2	123.7	-70.2	-72.7	-0.2	-6.1	-81.5	355.0	355.0	355.0	2.071	1				
4	2.000	2.569	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	206.0	200.2	-121.0	-125.2	-8.7	-19.1	-69.5	355.0	355.0	355.0	2.078	1				
5	3.000	0.000	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	153.2	145.6	-119.0	-122.4	-9.1	-17.1	-70.2	355.0	355.0	355.0	1.992	1				
6	3.000	3.481	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	213.7	203.0	-170.5	-175.4	-17.7	-29.2	-53.4	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
7	4.000	0.000	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	213.7	203.0	-170.5	-175.4	-17.7	-29.2	-38.0	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
8	4.000	1.519	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	233.3	221.6	-187.4	-192.8	-20.7	-33.3	-30.7	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
9	5.000	0.000	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	234.8	223.5	-171.9	-178.1	-20.1	-32.9	-34.6	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
10	5.000	4.531	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	268.9	255.8	-198.9	-206.1	-25.1	-39.9	-27.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
11	6.000	0.000	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	268.9	255.8	-198.9	-206.1	-25.1	-39.9	-10.1	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
12	6.000	3.025	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	271.3	258.1	-200.9	-208.1	-25.4	-40.4	5.1	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
13	7.000	0.000	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	271.3	258.1	-200.9	-208.1	-25.4	-40.4	5.1	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
14	7.000	3.025	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	257.7	245.2	-189.9	-196.8	-23.4	-37.6	21.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
15	8.000	0.000	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	257.6	245.1	-189.9	-196.8	-23.4	-37.6	21.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
16	8.000	2.419	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	234.8	223.5	-171.9	-178.1	-20.1	-32.9	34.6	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
17	9.000	0.000	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	233.3	221.6	-187.4	-192.8	-20.7	-33.3	30.7	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
18	9.000	3.631	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	179.6	170.7	-141.5	-145.6	-12.9	-22.4	48.2	355.0	355.0	355.0	1.993	1				
19	10.000	0.000	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	179.6	170.6	-141.5	-145.6	-12.9	-22.4	63.6	355.0	355.0	355.0	1.993	1				
20	10.000	1.369	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	153.2	145.6	-119.0	-122.4	-9.1	-17.1	70.2	355.0	355.0	355.0	1.992	1				
21	11.000	0.000	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	206.1	200.3	-121.0	-125.2	-8.7	-19.1	69.5	355.0	355.0	355.0	2.078	1				
22	11.000	4.681	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	50.5	49.3	-20.6	-21.5	8.6	7.1	76.1	355.0	355.0	355.0	2.043	1				
23	12.000	0.000	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	50.5	49.2	-20.6	-21.5	8.6	7.1	91.4	355.0	355.0	355.0	2.043	1				
24	12.000	1.319	35.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.6	14.0	14.2	14.9	16.3	47.7	355.0	355.0	355.0	2.021	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. Long	IsI (m4)	κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																																				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)
1							-2.9	-2.6	14.0	14.2	0.01	0.04	0.00	0.00	18514.6	36314.7	56089	4654.8	-8481.2	35484.3	0.13	0.13	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	1667	0.40		0.00									
2							127.2	123.7	-70.2	-72.7	0.37	0.21	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15263.8	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	2846	0.68		0.00									
3							127.2	123.7	-70.2	-72.7	0.37	0.21	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15267.1	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2846	0.69		0.00									
4							206.0	200.2	-121.0	-125.2	0.60	0.36	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21698.9	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2426	0.59		0.00									
5							153.2	145.6	-119.0	-122.4	0.44	0.36	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2425	0.59		0.00									
6							213.7	203.0	-170.5	-175.4	0.62	0.51	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29321.9	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1847	0.45		0.00									
7							213.7	203.0	-170.5	-175.4	0.62	0.51	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29323.3	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1314	0.32		0.00									
8							233.3	221.6	-187.4	-192.8	0.67	0.56	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1061	0.26		0.00									
9							234.8	223.5	-171.9	-178.1	0.68	0.52	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1061	0.32		0.00									
10							268.9	255.8	-198.9	-206.1	0.78	0.60	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.0	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	842	0.25		0.00									
11							268.9	255.8	-198.9	-206.1	0.78	0.60	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.3	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	309	0.09		0.00									
12							271.3	258.1	-200.9	-208.1	0.78	0.60	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.5	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	157	0.05		0.00									
13							271.3	258.1	-200.9	-208.1	0.78	0.60	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.1	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	157	0.05		0.00									
14							257.7	245.2	-189.9	-196.8	0.74	0.57	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33799.2	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	659	0.20		0.00									
15							257.6	245.1	-189.9	-196.8	0.74	0.57	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33797.9	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	660	0.20		0.00									
16							234.8	223.5	-171.9	-178.1	0.68	0.52	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1061	0.32		0.00									
17							233.3	221.6	-187.4	-192.8	0.67	0.56	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1061	0.26		0.00									
18							179.6	170.7	-141.5	-145.6	0.52	0.42	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25581.6	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1665	0.41		0.00									
19							179.6	170.6	-141.5	-145.6	0.52	0.42	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25578.5	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2198	0.54		0.00									
20							153.2	145.6	-119.0	-122.4	0.44	0.36	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2425	0.59		0.00									
21							206.1	200.3	-121.0	-125.2	0.60	0.36	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21701.3	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2425	0.59		0.00									
22							50.5	49.3	-20.6	-21.5	0.15	0.06	0.00	0.00	20075.1	38146.4	57211	9009.3	-8570.9	37290.3	0.24	0.24	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2658	0.65		0.00									
23							50.5	49.2	-20.6	-21.5	0.15	0.06	0.00	0.00	20075.1	38146.4	57211	9005.1	-8570.9	37290.3	0.24	0.24	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	3192	0.52		0.00									
24							-2.9	-2.6	14.0	14.2	0.01	0.04	0.00	0.00	18514.6	36314.7	56089	4654.8	-8481.2	35484.3	0.13	0.13	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	1667	0.27		0.00									

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE 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 SEZIONI											
	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)	fyps (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.6	14.0	14.2	14.9	16.3	-47.7	355.0	355.0	355.0	2.021	1				
2	1.000	3.431	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	100.6	97.6	-67.6	-69.7	4.1	0.8	-35.9	355.0	355.0	355.0	2.071	1				
3	2.000	0.000	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	100.6	97.6	-67.6	-69.7	4.1	0.8	-35.9	355.0	355.0	355.0	2.071	1				
4	2.000	2.569	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	170.5	165.4	-117.6	-121.3	-3.2	-10.3	-26.4	355.0	355.0	355.0	2.078	1				
5	3.000	0.000	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	126.7	119.9	-115.0	-118.0	-3.5	-8.8	-26.6	355.0	355.0	355.0	1.992	1				
6	3.000	3.481	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	183.1	173.4	-166.0	-170.5	-11.3	-19.8	-13.0	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
7	4.000	0.000	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	183.1	173.4	-166.0	-170.5	-11.3	-19.8	-13.0	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
8	4.000	1.519	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	202.5	191.8	-182.9	-187.8	-14.2	-23.8	-6.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
9	5.000	0.000	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	203.3	193.0	-167.6	-173.2	-13.8	-23.5	-7.8	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
10	5.000	4.531	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	240.9	228.7	-195.1	-201.7	-19.4	-31.6	13.2	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
11	6.000	0.000	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	240.9	228.7	-195.1	-201.7	-19.4	-31.6	13.2	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
12	6.000	3.025	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	247.9	235.4	-197.7	-204.5	-20.7	-33.4	27.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
13	7.000	0.000	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	247.9	235.4	-197.7	-204.5	-20.7	-33.4	27.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
14	7.000	3.025	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	239.5	227.6	-187.5	-194.0	-19.8	-32.2	42.2	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
15	8.000	0.000	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	239.5	227.6	-187.5	-194.0	-19.8	-32.2	42.2	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
16	8.000	2.419	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	221.3	210.4	-170.0	-176.0	-17.4	-28.9	54.3	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
17	9.000	0.000	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	220.1	208.8	-185.5	-190.6	-17.9	-29.3	48.1	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
18	9.000	3.631	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	172.7	164.0	-140.5	-144.5	-11.5	-20.3	64.5	355.0	355.0	355.0	1.993	1				
19	10.000	0.000	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	172.7	164.0	-140.5	-144.5	-11.5	-20.3	64.5	355.0	355.0	355.0	1.993	1				
20	10.000	1.369	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	148.4	141.0	-118.3	-121.7	-8.1	-15.6	70.8	355.0	355.0	355.0	1.992	1				
21	11.000	0.000	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	199.7	194.0	-120.4	-124.5	-7.7	-17.5	70.0	355.0	355.0	355.0	2.078	1				
22	11.000	4.681	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	50.2	48.9	-20.6	-21.5	8.7	7.2	91.4	355.0	355.0	355.0	2.043	1				
23	12.000	0.000	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	50.1	48.9	-20.6	-21.5	8.7	7.2	91.4	355.0	355.0	355.0	2.043	1				
24	12.000	1.319	35.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.6	14.0	14.2	14.9	16.3	97.6	355.0	355.0	355.0	2.021	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. Long	Isl (m4)	κτ	(hw/t) max	l _w	X _w	V _{bw} ,Rd (kN)	V _b ,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																																				σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)
1							-2.9	-2.6	14.0	14.2	0.01	0.04	0.00	0.00	18514.6	36314.7	56089	4654.8	-8481.2	35484.3	0.13	0.13	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	1667	0.40		0.00									
2							100.6	97.6	-67.6	-69.7	0.29	0.20	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15263.8	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	1253	0.30		0.00									
3							100.6	97.6	-67.6	-69.7	0.29	0.20	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15267.1	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	1253	0.31		0.00									
4							170.5	165.4	-117.6	-121.3	0.50	0.35	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21698.9	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	920	0.22		0.00									
5							126.7	119.9	-115.0	-118.0	0.36	0.34	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	920	0.23		0.00									
6							183.1	173.4	-166.0	-170.5	0.53	0.50	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29321.9	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	449	0.11		0.00									
7							183.1	173.4	-166.0	-170.5	0.53	0.50	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29323.3	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	449	0.11		0.00									
8							202.5	191.8	-182.9	-187.8	0.58	0.55	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	239	0.06		0.00									
9							203.3	193.0	-167.6	-173.2	0.59	0.50	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	239	0.07		0.00									
10							240.9	228.7	-195.1	-201.7	0.69	0.59	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.0	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	404	0.12		0.00									
11							240.9	228.7	-195.1	-201.7	0.69	0.59	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.3	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	404	0.12		0.00									
12							247.9	235.4	-197.7	-204.5	0.71	0.59	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.5	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	843	0.25		0.00									
13							247.9	235.4	-197.7	-204.5	0.71	0.59	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.1	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	843	0.25		0.00									
14							239.5	227.6	-187.5	-194.0	0.69	0.56	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33799.2	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1294	0.39		0.00									
15							239.5	227.6	-187.5	-194.0	0.69	0.56	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33797.9	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1294	0.39		0.00									
16							221.3	210.4	-170.0	-176.0	0.64	0.51	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1663	0.50		0.00									
17							220.1	208.8	-185.5	-190.6	0.63	0.56	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1663	0.41		0.00									
18							172.7	164.0	-140.5	-144.5	0.50	0.42	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25581.6	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2228	0.55		0.00									
19							172.7	164.0	-140.5	-144.5	0.50	0.42	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25578.5	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2229	0.55		0.00									
20							148.4	141.0	-118.3	-121.7	0.43	0.35	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2446	0.60		0.00									
21							199.7	194.0	-120.4	-124.5	0.58	0.36	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21701.3	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2446	0.60		0.00									
22							50.2	48.9	-20.6	-21.5	0.15	0.06	0.00	0.00	20075.1	38146.4	57211	9009.3	-8570.9	37290.3	0.24	0.24	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	3192	0.78		0.00									
23							50.1	48.9	-20.6	-21.5	0.15	0.06	0.00	0.00	20075.1	38146.4	57211	9005.1	-8570.9	37290.3	0.24	0.24	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	3193	0.52		0.00									
24							-2.9	-2.6	14.0	14.2	0.01	0.04	0.00	0.00	18514.6	36314.7	56089	4654.8	-8481.2	35484.3	0.13	0.13	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	3407	0.55		0.00									

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE 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
 γ_{M1} 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 SEZIONI											
	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	σ_A (Mpa)	σ_B (Mpa)	σ_C (Mpa)	σ_D (Mpa)	σ_{As_inf} (Mpa)	σ_{As_sup} (Mpa)	τ (Mpa)	fys (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.6	14.0	14.2	14.9	16.3	-97.6	355.0	355.0	355.0	2.021	1				
2	1.000	3.431	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	124.9	121.4	-70.0	-72.4	0.3	-5.5	-81.7	355.0	355.0	355.0	2.071	1				
3	2.000	0.000	3.431	4.795	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	124.9	121.5	-70.0	-72.4	0.3	-5.5	-81.7	355.0	355.0	355.0	2.071	1				
4	2.000	2.569	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	199.6	194.0	-120.4	-124.5	-7.7	-17.5	-70.0	355.0	355.0	355.0	2.078	1				
5	3.000	0.000	6.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	148.4	141.0	-118.3	-121.7	-8.1	-15.6	-70.8	355.0	355.0	355.0	1.992	1				
6	3.000	3.481	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	203.2	192.9	-169.0	-173.7	-15.5	-26.0	-54.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
7	4.000	0.000	9.481	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	203.2	192.9	-169.0	-173.7	-15.5	-26.0	-54.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
8	4.000	1.519	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	220.1	208.8	-185.5	-190.6	-17.9	-29.3	-48.1	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
9	5.000	0.000	11.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	221.3	210.4	-170.0	-176.0	-17.4	-28.9	-54.3	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
10	5.000	4.531	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	247.0	234.7	-195.9	-202.7	-20.7	-33.4	-31.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
11	6.000	0.000	15.531	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	247.0	234.6	-195.9	-202.7	-20.7	-33.4	-31.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
12	6.000	3.025	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	244.6	232.2	-197.2	-203.9	-20.0	-32.4	-17.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
13	7.000	0.000	18.556	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	244.5	232.2	-197.2	-203.9	-20.0	-32.4	-17.5	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
14	7.000	3.025	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	227.3	215.8	-185.8	-192.1	-17.3	-28.6	-3.4	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
15	8.000	0.000	21.581	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	227.3	215.7	-185.8	-192.1	-17.3	-28.6	-3.4	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
16	8.000	2.419	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.915	0.016	0.864	0.055	reagente	203.3	193.0	-167.6	-173.2	-13.8	-23.5	7.8	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
17	9.000	0.000	24.000	5.000	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	202.5	191.8	-182.9	-187.8	-14.2	-23.8	6.9	355.0	355.0	355.0	1.994	1				
18	9.000	3.631	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	150.9	142.9	-137.2	-140.9	-6.8	-13.5	21.3	355.0	355.0	355.0	1.993	1				
19	10.000	0.000	27.631	4.947	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	150.9	142.8	-137.2	-140.8	-6.8	-13.5	21.3	355.0	355.0	355.0	1.993	1				
20	10.000	1.369	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.920	0.018	0.864	0.055	reagente	126.7	119.9	-115.0	-118.0	-3.5	-8.8	26.6	355.0	355.0	355.0	1.992	1				
21	11.000	0.000	29.000	4.894	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	170.5	165.4	-117.6	-121.3	-3.2	-10.3	26.4	355.0	355.0	355.0	2.078	1				
22	11.000	4.681	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	34.9	33.9	-19.0	-19.7	11.2	11.1	43.5	355.0	355.0	355.0	2.043	1				
23	12.000	0.000	33.681	4.713	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	34.8	33.9	-19.0	-19.7	11.2	11.1	43.5	355.0	355.0	355.0	2.043	1				
24	12.000	1.319	35.000	4.662	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.940	0.018	0.900	0.035	reagente	-2.9	-2.6	14.0	14.2	14.9	16.3	47.7	355.0	355.0	355.0	2.021	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. Long	IsI (m4)	κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																																				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)
1							-2.9	-2.6	14.0	14.2	0.01	0.04	0.00	0.00	18514.6	36314.7	56089	4654.8	-8481.2	35484.3	0.13	0.13	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	3407	0.82		0.00									
2							124.9	121.4	-70.0	-72.4	0.36	0.21	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15263.8	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	4.525	0	0	6.075	51.8	SI	1.44	0.641	4172	4172	2853	0.68		0.00									
3							124.9	121.5	-70.0	-72.4	0.36	0.21	0.00	0.00	20052.0	38196.7	57600	15267.1	-8714.4	37322.4	0.41	0.41	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2852	0.70		0.00									
4							199.6	194.0	-120.4	-124.5	0.58	0.36	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21698.9	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	2446	0.60		0.00									
5							148.4	141.0	-118.3	-121.7	0.43	0.35	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	2446	0.60		0.00									
6							203.2	192.9	-169.0	-173.7	0.59	0.51	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29321.9	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1898	0.46		0.00									
7							203.2	192.9	-169.0	-173.7	0.59	0.51	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	29323.3	-9076.0	47843.0	0.61	0.61	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1898	0.46		0.00									
8							220.1	208.8	-185.5	-190.6	0.63	0.56	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	1663	0.41		0.00									
9							221.3	210.4	-170.0	-176.0	0.64	0.51	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	1663	0.50		0.00									
10							247.0	234.7	-195.9	-202.7	0.71	0.59	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.0	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	978	0.29		0.00									
11							247.0	234.6	-195.9	-202.7	0.71	0.59	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35015.3	-9076.0	46617.4	0.75	0.75	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	978	0.29		0.00									
12							244.6	232.2	-197.2	-203.9	0.71	0.59	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.5	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	535	0.16		0.00									
13							244.5	232.2	-197.2	-203.9	0.71	0.59	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	35270.1	-9076.0	46617.4	0.76	0.76	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	535	0.16		0.00									
14							227.3	215.8	-185.8	-192.1	0.66	0.56	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33799.2	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	104	0.03		0.00									
15							227.3	215.7	-185.8	-192.1	0.66	0.56	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	33797.9	-9076.0	46617.4	0.73	0.73	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	104	0.03		0.00									
16							203.3	193.0	-167.6	-173.2	0.59	0.50	0.00	0.00	29825.6	47567.7	64215	31326.3	-9076.0	46617.4	0.67	0.67	5.840	0	0	5.770	50.5	SI	1.64	0.586	3347	3347	239	0.07		0.00									
17							202.5	191.8	-182.9	-187.8	0.58	0.55	0.00	0.00	29704.5	48813.8	64357	31463.4	-9076.0	47843.0	0.66	0.66	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	239	0.06		0.00									
18							150.9	142.9	-137.2	-140.9	0.43	0.41	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25581.6	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	736	0.18		0.00									
19							150.9	142.8	-137.2	-140.8	0.43	0.41	0.00	0.00	29672.2	48721.6	63857	25578.5	-8982.1	47757.7	0.54	0.54	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	737	0.18		0.00									
20							126.7	119.9	-115.0	-118.0	0.36	0.34	0.00	0.00	29689.2	48671.9	63606	22661.1	-8889.1	47721.3	0.47	0.47	5.840	0	0	5.772	50.5	SI	1.46	0.635	4087	4087	920	0.23		0.00									
21							170.5	165.4	-117.6	-121.3	0.50	0.35	0.00	0.00	20068.9	38273.4	58318	21701.3	-8889.1	37384.1	0.58	0.58	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	920	0.22		0.00									
22							34.9	33.9	-19.0	-19.7	0.10	0.06	0.00	0.00	20075.1	38146.4	57211	9009.3	-8570.9	37290.3	0.24	0.24	5.840	0	0	5.781	50.5	SI	1.47	0.631	4103	4103	1521	0.37		0.00									
23							34.8	33.9	-19.0	-19.7	0.10	0.06	0.00	0.00	20075.1	38146.4	57211	9005.1	-8570.9	37290.3	0.24	0.24	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	1521	0.25		0.00									
24							-2.9	-2.6	14.0	14.2	0.01	0.04	0.00	0.00	18514.6	36314.7	56089	4654.8	-8481.2	35484.3	0.13	0.13	1.275	0	0	16.363	85.0	SI	0.88	0.948	6170	6170	1667	0.27		0.00									

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE 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	$\eta_{1,plast}$	η_1	η_3	η_{1_inter}
1	1.000	0.000	0.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	0.13	0.82	0.70
2	1.000	3.431	3.431	0.41	0.41	0.22	0.29	0.41	0.41	0.68	0.00
3	2.000	0.000	3.431	0.41	0.41	0.22	0.29	0.41	0.41	0.70	0.00
4	2.000	2.569	6.000	0.64	0.57	0.35	0.47	0.58	0.58	0.60	0.00
5	3.000	0.000	6.000	0.47	0.56	0.25	0.47	0.47	0.47	0.60	0.00
6	3.000	3.481	9.481	0.65	0.72	0.35	0.65	0.61	0.65	0.46	0.00
7	4.000	0.000	9.481	0.65	0.72	0.35	0.65	0.61	0.65	0.46	0.00
8	4.000	1.519	11.000	0.70	0.77	0.38	0.71	0.66	0.71	0.41	0.00
9	5.000	0.000	11.000	0.71	0.72	0.38	0.65	0.67	0.67	0.50	0.00
10	5.000	4.531	15.531	0.80	0.80	0.43	0.75	0.75	0.75	0.29	0.00
11	6.000	0.000	15.531	0.80	0.80	0.43	0.75	0.75	0.75	0.29	0.00
12	6.000	3.025	18.556	0.81	0.81	0.44	0.75	0.76	0.76	0.25	0.00
13	7.000	0.000	18.556	0.81	0.81	0.44	0.75	0.76	0.76	0.25	0.00
14	7.000	3.025	21.581	0.77	0.77	0.41	0.71	0.73	0.73	0.39	0.00
15	8.000	0.000	21.581	0.77	0.77	0.41	0.71	0.73	0.73	0.39	0.00
16	8.000	2.419	24.000	0.71	0.72	0.38	0.65	0.67	0.67	0.50	0.00
17	9.000	0.000	24.000	0.70	0.77	0.38	0.71	0.66	0.71	0.41	0.00
18	9.000	3.631	27.631	0.55	0.63	0.29	0.55	0.54	0.55	0.55	0.00
19	10.000	0.000	27.631	0.55	0.63	0.29	0.55	0.54	0.55	0.55	0.00
20	10.000	1.369	29.000	0.47	0.56	0.25	0.47	0.47	0.47	0.60	0.00
21	11.000	0.000	29.000	0.64	0.57	0.35	0.47	0.58	0.58	0.60	0.00
22	11.000	4.681	33.681	0.17	0.20	0.17	0.20	0.24	0.24	0.78	0.65
23	12.000	0.000	33.681	0.17	0.20	0.17	0.20	0.24	0.24	0.52	0.49
24	12.000	1.319	35.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	0.13	0.55	0.46

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		 GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

**15 ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE
LONGITUDINALI DELLE TRAVI PRINCIPALI**

LAVORO: S554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE TRAVI**Verifica delle saldature longitudinali****Verifica saldature longitudinali**

resistenza a snervamento dell'acciaio delle anime
Coefficiente beta 1
Coefficiente beta 2

Var fy 355 Mpa
β1 0.70
β2 0.85


Calcolo delle azioni per effetti locali

peso proprio soletta Qc1 kN/ml 38.8
permanenti portati Qc2 kN/ml 20.4
Carico accidentale fattorizzato per verifiche SLU Qik kN 150
larghezza di diffusione in dir. longitudinale Ld m 1.20
Carico accidentale distribuito Qik 125.0
Fattore parziale per verifiche SLU γc 1.35
Carico complessivo fattorizzato Qtot 248.6

Classe di resistenza a fatica per saldature longitudinali

Δτc 80.0 Mpa
γMf 1.35
resistenza di calcolo a fatica Δτc/γMf 27.1

Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	X lato (m)	a gola (m)	Vde (kN)	VERIFICHE SLU							VERIFICHE A FATICA							
							fibra B			fibra C				fibra B			fibra C				
							Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver SLU	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	σper (Mpa)	sid (Mpa)	Ver SLU	ΔVde (kN)	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver fat	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver fat
1	1.000	0.000	0.000	0.009	0.006	3407.3	0.46008	123.17	OK!	0.35718	95.62	19.53	97.6	OK!	356.3	0.46008	12.88	OK!	0.43287	12.12	OK!
2	1.000	3.431	3.431	0.009	0.006	2852.7	0.46008	103.12	OK!	0.35718	80.06	19.53	82.4	OK!	330.5	0.46008	11.95	OK!	0.43480	11.29	OK!
3	2.000	0.000	3.431	0.009	0.006	2852.5	0.46008	103.11	OK!	0.35718	80.05	19.53	82.4	OK!	330.4	0.46008	11.94	OK!	0.43480	11.29	OK!
4	2.000	2.569	6.000	0.009	0.006	2445.9	0.46008	88.41	OK!	0.35718	68.64	19.53	71.4	OK!	317.6	0.46008	11.48	OK!	0.43675	10.90	OK!
5	3.000	0.000	6.000	0.009	0.006	2445.7	0.50584	97.20	OK!	0.34499	66.29	19.53	69.1	OK!	317.5	0.50584	12.62	OK!	0.42058	10.49	OK!
6	3.000	3.481	9.481	0.009	0.006	1898.0	0.50584	75.43	OK!	0.34499	51.44	19.53	55.0	OK!	305.7	0.50584	12.15	OK!	0.42250	10.15	OK!
7	4.000	0.000	9.481	0.009	0.006	1897.7	0.50584	75.42	OK!	0.34499	51.44	19.53	55.0	OK!	305.7	0.50584	12.15	OK!	0.42250	10.15	OK!
8	4.000	1.519	11.000	0.009	0.006	1662.9	0.50584	66.09	OK!	0.34499	45.07	19.53	49.1	OK!	303.1	0.50584	12.05	OK!	0.42250	10.06	OK!
9	5.000	0.000	11.000	0.008	0.006	1662.9	0.49989	73.47	OK!	0.38054	55.93	21.97	60.1	OK!	303.1	0.49989	13.39	OK!	0.41486	11.12	OK!
10	5.000	4.531	15.531	0.008	0.006	978.5	0.49989	43.23	OK!	0.38054	32.91	21.97	39.6	OK!	303.2	0.49989	13.40	OK!	0.41486	11.12	OK!
11	6.000	0.000	15.531	0.008	0.006	978.2	0.49989	43.22	OK!	0.38054	32.90	21.97	39.6	OK!	303.1	0.49989	13.39	OK!	0.41486	11.12	OK!
12	6.000	3.025	18.556	0.008	0.006	843.0	0.49989	37.25	OK!	0.38054	28.36	21.97	35.9	OK!	303.2	0.49989	13.40	OK!	0.41486	11.12	OK!
13	7.000	0.000	18.556	0.008	0.006	843.1	0.49989	37.25	OK!	0.38054	28.36	21.97	35.9	OK!	303.1	0.49989	13.39	OK!	0.41486	11.12	OK!
14	7.000	3.025	21.581	0.008	0.006	1294.4	0.49989	57.19	OK!	0.38054	43.54	21.97	48.8	OK!	303.2	0.49989	13.40	OK!	0.41486	11.12	OK!
15	8.000	0.000	21.581	0.008	0.006	1294.5	0.49989	57.20	OK!	0.38054	43.54	21.97	48.8	OK!	303.1	0.49989	13.39	OK!	0.41486	11.12	OK!
16	8.000	2.419	24.000	0.008	0.006	1662.9	0.49989	73.47	OK!	0.38054	55.93	21.97	60.1	OK!	303.1	0.49989	13.39	OK!	0.41486	11.12	OK!
17	9.000	0.000	24.000	0.009	0.006	1662.9	0.50584	66.09	OK!	0.34499	45.07	19.53	49.1	OK!	303.1	0.50584	12.05	OK!	0.42250	10.06	OK!
18	9.000	3.631	27.631	0.009	0.006	2228.5	0.50584	88.57	OK!	0.34499	60.40	19.53	63.5	OK!	310.7	0.50584	12.35	OK!	0.42128	10.28	OK!
19	10.000	0.000	27.631	0.009	0.006	2228.5	0.50584	88.57	OK!	0.34499	60.41	19.53	63.5	OK!	310.7	0.50584	12.35	OK!	0.42128	10.28	OK!
20	10.000	1.369	29.000	0.009	0.006	2445.7	0.50584	97.20	OK!	0.34499	66.29	19.53	69.1	OK!	317.5	0.50584	12.62	OK!	0.42058	10.49	OK!
21	11.000	0.000	29.000	0.009	0.006	2445.7	0.46008	88.40	OK!	0.35718	68.63	19.53	71.4	OK!	317.5	0.46008	11.48	OK!	0.43675	10.90	OK!
22	11.000	4.681	33.681	0.009	0.006	3192.4	0.46008	115.40	OK!	0.35718	89.59	19.53	91.7	OK!	345.3	0.46008	12.48	OK!	0.43362	11.76	OK!
23	12.000	0.000	33.681	0.009	0.006	3192.5	0.46008	115.40	OK!	0.35718	89.59	19.53	91.7	OK!	345.3	0.46008	12.48	OK!	0.43362	11.76	OK!
24	12.000	1.319	35.000	0.009	0.006	3407.3	0.46008	123.17	OK!	0.35718	95.62	19.53	97.6	OK!	356.3	0.46008	12.88	OK!	0.43287	12.12	OK!

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

**16 ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE
 CONNESSIONI A PIOLI**

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - 35 m - IMPALCATO TRE TRAVI

Verifica delle piolature

Resistenza dei connettori	Var	unità	
resistenza a rottura dell'acciaio del piolo	ft	Mpa	450
coefficiente di resistenza parziale	γ_V		1.25
Diametro del piolo	d	mm	22
altezza del piolo	hsc	mm	220
resistenza a compressione cilindrica cls soletta	fck	Mpa	35
Modulo elastico cls soletta	Ec	Mpa	34077
coefficiente alpha	α		1.0
Resistenza del piolo (componente acciaio)	$P_{RD,a}$	kN	109.5
Resistenza del piolo (componente cls)	$P_{RD,c}$	kN	122.6
Resistenza del piolo SLU (min ($P_{RD,a}, P_{RD,c}$))	$P_{RD,SLU}$	kN	109.5
Coefficiente Ks	Ks		0.75
Resistenza del piolo SLE (ks x Prd)	$P_{RD,SLE}$	kN	82.1

Dati per verifiche a fatica - Danneggiamento equivalente	Var	unità	
Classe di resistenza a fatica per pioli (scorrimento)	$\Delta\tau_c$	Mpa	90.0
Classe di resistenza a fatica della piat. Sup. per effetto saldatura pioli	$\Delta\sigma_c$	Mpa	80.0
Coefficiente parziale amplificativo dei carichi	γ_{FF}		1.00
Coefficiente di resistenza parziale (verifica al danneggiamento)	γ_{Mf}		1.15
Resistenza di calcolo a fatica pioli Dtr_rid	$\Delta\tau_c/(\gamma_{Mf} \times \gamma_{FF})$	Mpa	78.3
Resistenza di calcolo a piattabanda superiore Dse_rid	$\Delta\sigma_c/(\gamma_{Mf} \times \gamma_{FF})$	Mpa	69.6

Azioni concentrate alle estremità	kN	Ritiro	Var.Ter.+	Var.Ter.-
Sforzo normale	m	4265.4	-4089.3	4089.3
$\gamma_G-\gamma_{Gc}$	m	0.659	0.396	0.396
$\gamma_G-\gamma_{Ga}$	m2	0.687	0.950	0.950
A trave isolata	m2	0.084	0.084	0.084
A sezione composta	m4	0.172	0.286	0.286
I sezione composta	kN/m	0.13414	0.16455	0.16455
Sforzo assiale trave in acciaio	m	875.5	-415.5	415.5
lunghezza ls	kN	4.662	4.662	4.662
Vmax	m	375.6	-178.3	178.3
lunghezza totale viadotto		35	35	35

Fattori lambda - Danneggiamento equivalente	Var	unità	
tipo di traffico:	percorrenza	lunga	
Vita di progetto del ponte	t_{d}	anni	100
Peso lordo medio degli autocarri sulla corsia lenta	Q_{m1}	kN	445
numero di veicoli di massa superiore a 10 ton transitanti sulla corsia	Nobs		5.0E+05
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda 2	λ_2		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	λ_3		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	λ_4		1.00
fattore lambda v 1	λ_{v1}		1.55
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda v 2	λ_{v2}		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	λ_{v3}		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	λ_{v4}		1.00
fattore lambda v	λ_v		1.437

coeff. Par. 1.20 coeff. Par. 0.90 coeff. Par. 0.90


Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	TC n.inf	TC n.rit	TC n0	Geometria pioli		Verifiche SLU																Sd (kN)	c.u.	Cedimenti vincolari				
							passo pioli (m)	n. effettivo pioli per fila	permanenti portati	Cedimenti vincolari		Ritiro		Var. Ter.+		Var. Ter.-		Carichi mobili				Combinazioni					Involuppi	permanenti portati	Cedimenti vincolari		
										Ced1	Ced2	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	CMmax	CMmin	CVmax	CVmin	Vento	C1	C2					C1 Vmax	C2 Vmax	Sd2 (kN)
1	1.000	0.000	0.000	0.43287	0.42968	0.48446	0.20	4	-208.4	0.0	0.0	193.7	0.0	-77.7	0.0	77.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-843.1	-4.1	58.9	-290.3	58.9	-1133.4	1133.4	0.52	-154.4	0.0	0.0
2	1.000	3.431	3.431	0.43480	0.43164	0.48561	0.20	4	-168.3	0.0	0.0	51.1	0.0	-20.5	0.0	20.5	0.0	-728.6	0.0	45.1	-731.8	-3.3	-828.5	-920.7	-831.8	-924.0	924.0	0.42	-124.7	0.0	0.0
3	2.000	0.000	3.431	0.43480	0.43164	0.48561	0.20	4	-168.3	0.0	0.0	51.1	0.0	-20.5	0.0	20.5	0.0	-728.5	0.0	45.1	-731.7	-3.3	-828.4	-920.6	-831.6	-923.8	923.8	0.42	-124.7	0.0	0.0
4	2.000	2.569	6.000	0.43675	0.43365	0.48656	0.20	4	-138.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-642.5	0.0	89.9	-652.4	-2.7	-783.4	-783.4	-793.3	-793.3	793.3	0.36	-102.4	0.0	0.0
5	3.000	0.000	6.000	0.42058	0.41756	0.46947	0.20	4	-133.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-619.8	0.0	86.8	-629.3	-2.6	-755.5	-755.5	-765.0	-765.0	765.0	0.35	-98.6	0.0	0.0
6	3.000	3.481	9.481	0.42250	0.41954	0.47044	0.20	4	-93.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-506.5	0.0	151.2	-530.4	-1.8	-601.6	-601.6	-625.4	-625.4	625.4	0.29	-69.0	0.0	0.0
7	4.000	0.000	9.481	0.42250	0.41954	0.47044	0.20	4	-93.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-255.6	0.0	151.2	-530.3	-1.8	-350.7	-350.7	-625.3	-625.3	625.3	0.29	-69.0	0.0	0.0
8	4.000	1.519	11.000	0.42250	0.41954	0.47044	0.20	4	-75.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-205.6	0.0	181.2	-488.5	-1.5	-282.6	-282.6	-565.6	-565.6	565.6	0.26	-56.0	0.0	0.0
9	5.000	0.000	11.000	0.41486	0.41176	0.46531	0.20	3	-74.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-203.3	0.0	179.2	-483.2	-1.5	-279.0	-279.0	-558.9	-558.9	558.9	0.34	-55.0	0.0	0.0
10	5.000	4.531	15.531	0.41486	0.41176	0.46531	0.20	3	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-303.9	0.0	275.1	-367.3	-0.4	-326.8	-326.8	-390.2	-390.2	390.2	0.24	-16.6	0.0	0.0
11	6.000	0.000	15.531	0.41486	0.41176	0.46531	0.20	3	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-55.7	0.0	275.1	-367.2	-0.4	-78.6	-78.6	-390.1	-390.1	390.1	0.24	-16.6	0.0	0.0
12	6.000	3.025	18.556	0.41486	0.41176	0.46531	0.20	3	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.8	0.0	345.1	-295.8	0.2	38.1	38.1	357.4	357.4	357.4	0.22	8.9	0.0	0.0
13	7.000	0.000	18.556	0.41486	0.41176	0.46531	0.20	3	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	0.0	345.1	-295.7	0.2	38.2	38.2	357.4	357.4	357.4	0.22	8.9	0.0	0.0
14	7.000	3.025	21.581	0.41486	0.41176	0.46531	0.20	3	46.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	124.4	0.0	419.9	-229.2	0.9	171.9	171.9	467.4	467.4	467.4	0.28	34.5	0.0	0.0
15	8.000	0.000	21.581	0.41486	0.41176	0.46531	0.20	3	46.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	124.5	0.0	419.9	-229.1	0.9	172.0	172.0	467.4	467.4	467.4	0.28	34.5	0.0	0.0
16	8.000	2.419	24.000	0.41486	0.41176	0.46531	0.20	3	74.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	203.3	0.0	483.2	-179.2	1.5	279.0	279.0	558.9	558.9	558.9	0.34	55.0	0.0	0.0
17	9.000	0.000	24.000	0.42250	0.41954	0.47044	0.20	4	75.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	205.6	0.0	488.5	-181.2	1.5	282.6	282.6	565.6	565.6	565.6	0.26	56.0	0.0	0.0
18	9.000	3.631	27.631	0.42128	0.41827	0.46989	0.20	4	117.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	324.7	0.0	589.7	-111.4	2.3	444.4	444.4	709.4	709.4	709.4	0.32	87.0	0.0	0.0
19	10.000	0.000	27.631	0.42128	0.41827	0.46989	0.20	4	117.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	575.3	0.0	589.7	-111.3	2.3	695.0	695.0	709.5	709.5	709.5	0.32	87.0	0.0	0.0
20	10.000	1.369	29.000	0.42058	0.41756	0.46947	0.20	4	133.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	619.8	0.0	629.3	-86.8	2.6	755.5	755.5	705.5	705.5	765.0	0.35	98.6	0.0	0.0
21	11.000	0.000	29.000	0.43675	0.43365	0.48656	0.20	4	138.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	642.4	0.0	652.3	-89.9	2.7	783.3	783.3	793.2	793.2	793.2	0.36	102.4	0.0	0.0
22	11.000	4.681	33.681	0.43362	0.43044	0.48491	0.20	4	193.0	0.0	0.0	-138.9	0.0	55.7	0.0	-55.7	0.0	540.5	0.0	799.6	-11.1	3.8	542.8	793.1	801.8	1052.1	1052.1	0.48	143.0	0.0	0.0
23	12.000	0.000	33.681	0.43362	0.43044	0.48491	0.20	4	193.0	0.0	0.0	-138.9	0.0	55.7	0.0	-55.7	0.0	799.1	0.0	799.6	-11.0	3.8	801.4	1051.7	801.9	1052.2	1052.2	0.48	143.0	0.0	0.0
24	12.000	1.319	35.000	0.43287	0.42968	0.48446	0.20	4	208.4	0.0	0.0	-193.7	0.0	77.7	0.0	-77.7	0.0	0.0	0.0	843.1	0.0	4.1	-58.9	290.3	-58.9	1133.4	1133.4	0.52	154.4	0.0	0.0

Modello di carico di fatica

LM3

coeff. Par. 1.00 coeff. Par. 0.60 coeff. Par. 0.60

Verifiche SLE																	Verifiche a Fatica					Risultati							
Ritiro		Var. Ter.+		Var. Ter.-		Carichi mobili				Combinazioni				Inviluppi															
azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	CMmax	CMmin	CVmax	CVmin	Vento	C1 Mmax	C2 Mmax	C1 Vmax	C2 Vmax	Sd (kN)	c.u.	λ_1	λ_{max}	λ	$\Delta\tau E$	$\Delta\sigma E$	$\Delta\tau E/\Delta\tau_{rid} \leq 1.0$	$\Delta\sigma E/\Delta\sigma_{rid} \leq 1.0$	Interazione ≤ 1.3	c.u.	FS_max	Status	Condizione Dominante	
Sdrit_cod e (kN)	Sdrit3 (kN)	SdDT+_code (kN)	SdDT+3 (kN)	SdDT-_code (kN)	SdDT-3 (kN)	SdCMmax (kN)	SdCMmin (kN)	SdCVmax (kN)	SdCVmin (kN)	Sdq5 (kN)	SdC1 (kN)	SdC2 (kN)	SdC1 (kN)	SdC2 (kN)	Sd (kN)	c.u.													
161.4	0.0	-51.8	0.0	51.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-624.5	-2.7	56.1	-208.9	56.1	-833.5	833.5	0.51	0.00	0.00	0.00	51.9	0.0	0.66	0.00	0.66	0.66	0.66	OK!	Fatica	
42.6	0.0	-13.7	0.0	13.7	0.0	-539.7	0.0	33.4	-542.1	-2.2	-610.3	-680.3	-612.7	-682.6	682.6	0.42	0.00	0.00	0.00	48.5	0.0	0.62	0.00	0.62	0.62	0.62	OK!	Fatica	
42.6	0.0	-13.7	0.0	13.7	0.0	-539.6	0.0	33.4	-542.0	-2.2	-610.2	-680.2	-612.6	-682.6	682.6	0.42	0.00	0.00	0.00	48.5	0.0	0.62	0.00	0.62	0.62	0.62	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-475.9	0.0	66.6	-483.2	-1.8	-580.1	-580.1	-587.4	-587.4	587.4	0.36	0.00	0.00	0.00	46.3	0.0	0.59	0.00	0.59	0.59	0.59	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-459.1	0.0	64.3	-466.2	-1.7	-559.4	-559.4	-566.5	-566.5	566.5	0.34	0.00	0.00	0.00	46.3	0.0	0.59	0.00	0.59	0.59	0.59	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-375.2	0.0	112.0	-392.9	-1.2	-445.5	-445.5	-463.2	-463.2	463.2	0.28	0.00	0.00	0.00	44.8	0.0	0.57	0.00	0.57	0.57	0.57	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-189.3	0.0	112.0	-392.8	-1.2	-259.6	-259.6	-463.1	-463.1	463.1	0.28	0.00	0.00	0.00	44.8	0.0	0.57	0.00	0.57	0.57	0.57	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-152.3	0.0	134.2	-361.9	-1.0	-209.2	-209.2	-418.8	-418.8	418.8	0.26	0.00	0.00	0.00	44.8	0.0	0.57	0.00	0.57	0.57	0.57	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-150.6	0.0	132.8	-357.9	-1.0	-206.6	-206.6	-413.9	-413.9	413.9	0.34	0.00	0.00	0.00	59.7	0.0	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-225.1	0.0	203.8	-272.0	-0.3	-242.0	-242.0	-289.0	-289.0	289.0	0.23	0.00	0.00	0.00	59.8	0.0	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-41.3	0.0	203.8	-272.0	-0.3	-58.2	-58.2	-288.9	-288.9	288.9	0.23	0.00	0.00	0.00	59.7	0.0	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1	0.0	255.6	-219.1	0.2	28.2	28.2	264.7	264.7	264.7	0.21	0.00	0.00	0.00	59.8	0.0	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2	0.0	255.6	-219.0	0.2	28.3	28.3	264.7	264.7	264.7	0.21	0.00	0.00	0.00	59.7	0.0	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.1	0.0	311.0	-169.7	0.6	127.3	127.3	346.1	346.1	346.1	0.28	0.00	0.00	0.00	59.8	0.0	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.2	0.0	311.0	-169.7	0.6	127.3	127.3	346.2	346.2	346.2	0.28	0.00	0.00	0.00	59.7	0.0	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	150.6	0.0	357.9	-132.8	1.0	206.6	206.6	413.9	413.9	413.9	0.34	0.00	0.00	0.00	59.7	0.0	0.76	0.00	0.76	0.76	0.76	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	152.3	0.0	361.9	-134.2	1.0	209.2	209.2	418.8	418.8	418.8	0.26	0.00	0.00	0.00	44.8	0.0	0.57	0.00	0.57	0.57	0.57	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	240.5	0.0	436.8	-82.5	1.5	329.0	329.0	525.3	525.3	525.3	0.32	0.00	0.00	0.00	45.3	0.0	0.58	0.00	0.58	0.58	0.58	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	426.2	0.0	436.8	-82.4	1.5	514.7	514.7	525.4	525.4	525.4	0.32	0.00	0.00	0.00	45.2	0.0	0.58	0.00	0.58	0.58	0.58	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	459.1	0.0	466.2	-64.3	1.7	559.4	559.4	566.5	566.5	566.5	0.34	0.00	0.00	0.00	46.3	0.0	0.59	0.00	0.59	0.59	0.59	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	475.8	0.0	483.1	-66.6	1.8	580.0	580.0	587.3	587.3	587.3	0.36	0.00	0.00	0.00	46.3	0.0	0.59	0.00	0.59	0.59	0.59	OK!	Fatica	
-115.7	0.0	37.2	0.0	-37.2	0.0	400.4	0.0	592.3	-8.2	2.5	-7.3	583.1	-15.6	775.0	775.0	0.47	0.00	0.00	0.00	50.3	0.0	0.64	0.00	0.64	0.64	0.64	OK!	Fatica	
-115.7	0.0	37.2	0.0	-37.2	0.0	591.9	0.0	592.3	-8.2	2.5	-7.3	774.6	-15.5	775.0	775.0	0.47	0.00	0.00	0.00	50.3	0.0	0.64	0.00	0.64	0.64	0.64	OK!	Fatica	
-161.4	0.0	51.8	0.0	-51.8	0.0	0.0	0.0	624.5	0.0	2.7	-56.1	208.9	-56.1	833.5	833.5	0.51	0.00	0.00	0.00	51.9	0.0	0.66	0.00	0.66	0.66	0.66	OK!	Fatica	

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

17 ALLEGATO 7 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPA

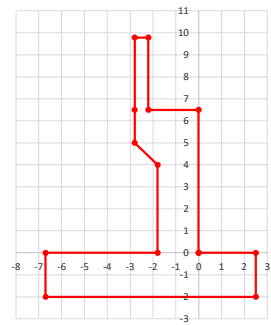
LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

Caratteristiche geometriche elevazione

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Paragliaia - 1	0.60	0.60	38.09	3.28	-2.20	0.00	6.50
Muro frontale - 2	2.80	2.80	38.09	1.50	0.00	0.00	5.00
Muro frontale - 3	2.80	1.80	38.09	1.00	0.00	0.00	4.00
Muro frontale - 4	1.80	1.80	38.09	4.00	0.00	0.00	0.00
Muro risvolto posteriore sx - 1	3.90	3.90	0.60	2.95	-2.80	-18.75	6.50
Muro risvolto posteriore sx - 2	3.90	3.90	0.60	1.50	-2.80	-18.75	5.00
Muro risvolto posteriore sx - 3	3.90	4.90	1.00	1.00	-1.80	-18.55	4.00
Muro risvolto posteriore sx - 4	4.90	4.90	1.00	4.00	-1.80	-18.55	0.00
Muro risvolto posteriore dx - 1	3.90	3.90	0.60	2.93	-2.80	18.75	6.50
Muro risvolto posteriore dx - 2	3.90	3.90	0.60	1.50	-2.80	18.75	5.00
Muro risvolto posteriore dx - 3	3.90	4.90	1.00	1.00	-1.80	18.55	4.00
Muro risvolto posteriore dx - 4	4.90	4.90	1.00	4.00	-1.80	18.55	0.00
Cordolo risvolto sx	3.90	3.90	0.35	0.50	-2.80	-18.27	9.20
Cordolo risvolto dx	3.90	3.90	0.35	0.50	-2.80	18.27	9.18
Orecchia sx - 1	0.00	0.00	0.60	0.00	-6.70	-18.75	9.45
Orecchia sx - 2	0.00	0.00	0.60	0.00	-6.70	-18.75	9.45
Orecchia dx - 1	0.00	0.00	0.60	0.00	-6.70	18.75	9.43
Orecchia dx - 2	0.00	0.00	0.60	0.00	-6.70	18.75	9.43



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	41.59	2.00	-2.50	0.00

Caratteristiche geometriche compressive muro frontale (Paragliaia+Muro frontale)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	9.78
Area sezione trasversale	Afron	mq	15.67
Volume c.a.	Vfron	mc	596.89
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.27
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	4.15
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	0.90

Caratteristiche geometriche compressive elevazione (Paragliaia+Muro frontale+muri risvolto

+Cordoli risvolto+Orecchie+Valette+Speroni)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vele	mc	667.03
Xbaricentro	Xg ele	m	-1.60
Ybaricentro	Yg ele	m	0.00
Zbaricentro	Zg ele	m	4.13

Caratteristiche geometriche compressive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vfon	mc	765.26
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

Descrizione	Unità	Valore	
Angolo d'attrito	fir	deg	35.0
peso di volume	γ	kN/mc	18.0
Coefficiente di spinta attiva (Rankine)	ka		0.271
Coefficiente di spinta a riposo	k0		0.426
Condizioni di spinta: 1 - attiva; 2 - riposo	Tip spinta		2
Coefficiente di spinta di calcolo	K		0.426

Caratteristiche geometriche compressive rinterro

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Rinterro - 1	3.90	3.90	36.89	3.28	-2.80	0.00	6.50
Rinterro - 2	3.90	3.90	36.89	1.50	-2.80	0.00	5.00
Rinterro - 3	3.90	4.90	36.09	1.00	-1.80	0.00	4.00
Rinterro - 4	4.90	4.90	36.09	4.00	-1.80	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume rinterro	Vrin	mc	1554.44
Xbaricentro	Xg rin	m	-6.95
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	6.64

Dati sovraccarico terrapieno

Descrizione	Unità	Valore	
sovraccarico	Q	kN/mq	20.0

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

Descrizione	Unità	Valore	
Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	35807
Momento longitudinale	Myg1	kNm	8323
Momento trasversale	Mxg1	kNm	21.9
Peso terreno su fondazione			
Peso rinterro	Fzg2	kN	27980
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-65664
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	22165
Momento longitudinale	Myg3	kNm	87062
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	4180
Carico verticale	Fzg3	kN	2877
Momento longitudinale	Myg3	kNm	17002
Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore Ss			1.20
Fattore St			1.0
Fattore S	S		1.20

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

Valore di ag/g	ag/g	0.073
fattore bm	βm	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.088
Coefficiente sismico verticale	kv	0.044

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si 2 - no	Tip spost	1
--	-----------	---

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ν	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	11.78
peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.084
angolo teta a	θa	deg	4.8
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.318
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.092
angolo teta b	θb	deg	5.2
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.323
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	17250.0
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	16033.5
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	17250.0
altezza di applicazione	H	kN	5.89
Momento longitudinale	MyDP	kNm	101637

Spinte compressive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:	Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)
Spinta del terreno	Es kN 17250
Momento longitudinale	MyEs kNm 101637

Forze inerziali

Sisma longitudinale					
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	5588		
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	26914		
Sisma trasversale					
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	5588		
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	26914		
Sisma verticale					
Forza verticale	FzE.2z	kN	-2794		
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	2512		
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	1		

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni	9.10
Distanza asse appoggi - asse fondazione	1.20

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	0	0	5502	0	0
g2a	0	0	2091	0	0
e4	0	0	0	0	0
e2	0	0	0	0	0
q1a	0	0	2793	18273	0
q1b	0	0	2177	23201	0
q1c	0	0	2793	-18273	0
q1d	0	0	2177	-23201	0
q3	557	0	0	0	1337
q4a	0	0	0	0	0
q4b	0	0	0	0	0
q5a	0	148	0	333	0
q5b	0	201	0	552	0
q7a	0	0	0	0	0
q7b	0	0	0	0	0
q9	228	0	0	0	0
Ex	4268	0	0	0	9197
Ey	0	665	0	1434	0
Ez	0	0	623	0	0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

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

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	0	0	5502	0	-6603
g1b-sp	0	0	35807	0	-8323
g2a	0	0	2091	0	-2509
g2b-sp	0	0	27980	0	65664
g3-sp	22165	0	0	0	-87062
e4	0	0	0	0	0
e2	0	0	0	0	0
q1a	0	0	2793	18274	-3352
q1b	0	0	2177	23201	-2612
q1c	0	0	2793	-18273	-3352
q1d	0	0	2177	-23200	-2612
q1e-sp	4180	0	2877	0	-17002
q3	557	0	0	0	-6407
q4a	0	0	0	0	0
q4b	0	0	0	0	0
q5a	0	148	0	1678	0
q5b	0	201	0	2379	0
q7a	0	0	0	0	0
q7b	0	0	0	0	0
q9	228	0	0	0	-2073
Ex	4268	0	0	0	-48034
Ey	0	665	0	7487	0
Ez	0	0	623	0	-747
E.1x-sp	17250	0	0	0	-101637
E.2x-sp	5588	0	0	0	-26914
E.2y-sp	0	5588	0	26914	0
E.2z-sp	0	0	-2794	0	-2512

COMBINAZIONI DI CARICO

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

My	-75522	-75522	-74773	-74773	-75522	-75522	-74773	-74773	-75522	-75522	-74773	-74773	-75522	-75522	-74773	-74773				
	S.L.U.								S.L.V.											
	e3								E.x				E.y				E.z			
Fx	34427	34427	34427	34427	34427	34427	34427	34427	27333	27333	8359	8359	8359	8359	1876	1876				
Fy	181	181	181	181	-180	-180	-180	-180	1876	1876	6253	6253	6253	6253	69210	73552				
Fz	102105	102105	101482	101482	102105	102105	101482	101482	70729	72032	70729	72032	70729	72032	69210	73552				
Mx	20644	20644	25633	25633	-20641	-20641	-25630	-25630	10321	10321	34401	34401	34401	34401	10321	10321				
My	-75522	-75522	-74773	-74773	-75522	-75522	-74773	-74773	-131408	-129453	-7798	-5843	-10079	-3562						
	S.L.E.car																			
	q1								q3											
Fx	26572	26572	26572	26572	26572	26572	26572	26572	26084	26084	26084	26084	26084	26084	26084	26084				
Fy	121	121	121	121	-120	-120	-120	-120	121	121	121	121	121	-120	-120	-120				
Fz	77051	77051	76435	76435	77051	77051	76435	76435	75634	75634	75172	75172	75634	75634	75172	75172				
Mx	19702	19702	24629	24629	-19699	-19699	-24627	-24627	15133	15133	18829	18829	18829	-15131	-15131	-18827				
My	-61261	-61261	-60522	-60522	-61261	-61261	-60522	-60522	-62579	-62579	-62025	-62025	-62579	-62579	-62025	-55618				
	S.L.E.car																			
	q4								q5											
Fx	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527				
Fy	121	121	121	121	-120	-120	-120	-120	201	201	201	201	-201	-201	-201	-201				
Fz	75634	75634	75172	75172	75634	75634	75172	75172	75634	75634	75172	75172	75634	75634	75172	75172				
Mx	15133	15133	18829	18829	-15131	-15131	-18827	-18827	16085	16085	19780	19780	-16083	-16083	-19779	-19779				
My	-56172	-56172	-55618	-55618	-56172	-56172	-55618	-55618	-56172	-56172	-55618	-55618	-56172	-56172	-55618	-55618				
	S.L.E.car																			
	e3								S.L.freq											
Fx	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	25527	22392	22392	22392	22392	22392	22392	22392	22392				
Fy	121	121	121	121	-120	-120	-120	-120	0	0	0	0	0	0	0	0				
Fz	75634	75634	75172	75172	75634	75634	75172	75172	71381	71381	71381	71381	71381	71381	71381	71381				
Mx	13706	13706	17401	17401	-13704	-13704	-17400	-17400	1	1	336	-335	1	1	1	1				
My	-56172	-56172	-55618	-55618	-56172	-56172	-55618	-55618	-40907	-40907	-40907	-40907	-40907	-40907	-40907	-40907				

CALCOLO AZIONI SUI PALI

Geometria della palificata

Attenzione: 1° fila sempre posteriore

PALO	Fila	X	Y	Xp	Yp	trasp Jxi	long Jxi	trasp Yp/SJxi	long Xp/SJxi	Plinto	X	Y
1	1	1.00	19.18	-3.60	19.18	367.87	12.9600	0.004	-0.013	0.00	20.80	20.80
2	1	1.00	15.34	-3.60	15.34	235.44	12.9600	0.003	-0.013	9.20	20.80	20.80
3	1	1.00	11.51	-3.60	11.51	132.43	12.96	0.002	-0.013	9.20	-20.80	-20.80
4	1	1.00	7.67	-3.60	7.67	58.86	12.96	0.002	-0.013	0.00	-20.80	-20.80
5	1	1.00	3.84	-3.60	3.84	14.71	12.96	0.001	-0.013	0.00	20.80	20.80
6	1	1.00	0.00	-3.60	0.00	0.00	12.96	0.000	-0.013			
7	1	1.00	-3.84	-3.60	-3.84	14.71	12.96	-0.001	-0.013			
8	1	1.00	-7.67	-3.60	-7.67	58.86	12.96	-0.002	-0.013			
9	1	1.00	-11.51	-3.60	-11.51	132.43	12.96	-0.002	-0.013			
10	1	1.00	-15.34	-3.60	-15.34	235.44	12.96	-0.003	-0.013			
11	1	1.00	-19.18	-3.60	-19.18	367.87	12.96	-0.004	-0.013			
12	2	4.60	19.18	0.00	19.18	367.87	0.00	0.004	0.000			
13	2	4.60	15.34	0.00	15.34	235.44	0.00	0.003	0.000			
14	2	4.60	11.51	0.00	11.51	132.43	0.00	0.002	0.000			
15	2	4.60	7.67	0.00	7.67	58.86	0.00	0.002	0.000			
16	2	4.60	3.84	0.00	3.84	14.71	0.00	0.001	0.000			
17	2	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000			
18	2	4.60	-3.84	0.00	-3.84	14.71	0.00	-0.001	0.000			
19	2	4.60	-7.67	0.00	-7.67	58.86	0.00	-0.002	0.000			
20	2	4.60	-11.51	0.00	-11.51	132.43	0.00	-0.002	0.000			
21	2	4.60	-15.34	0.00	-15.34	235.44	0.00	-0.003	0.000			
22	2	4.60	-19.18	0.00	-19.18	367.87	0.00	-0.004	0.000			
23	3	8.20	19.18	3.60	19.18	367.87	12.96	0.004	0.013			
24	3	8.20	15.34	3.60	15.34	235.44	12.96	0.003	0.013			
25	3	8.20	11.51	3.60	11.51	132.43	12.96	0.002	0.013			
26	3	8.20	7.67	3.60	7.67	58.86	12.96	0.002	0.013			
27	3	8.20	3.84	3.60	3.84	14.71	12.96	0.001	0.013			
28	3	8.20	0.00	3.60	0.00	0.00	12.96	0.000	0.013			
29	3	8.20	-3.84	3.60	-3.84	14.71	12.96	-0.001	0.013			
30	3	8.20	-7.67	3.60	-7.67	58.86	12.96	-0.002	0.013			
31	3	8.20	-11.51	3.60	-11.51	132.43	12.96	-0.002	0.013			
32	3	8.20	-15.34	3.60	-15.34	235.44	12.96	-0.003	0.013			
33	3	8.20	-19.18	3.60	-19.18	367.87	12.96	-0.004	0.013			
33	3					4855.92	285.12					

CARICO ASSIALE		S.L.U.															
PALO	FILA	q1								q3							
1	1	2218	2218	2231	2231	2006	2006	1967	1967	2113	2113	2123	2123	1950	1950	1921	1921
2	1	2197	2197	2205	2205	2027	2027	1993	1993	2097	2097	2103	2103	1966	1966	1941	1941
3	1	2175	2175	2179	2179	2048	2048	2020	2020	2080	2080	2083	2083	1982	1982	1961	1961
4	1	2154	2154	2152	2152	2069	2069	2046	2046	2064	2064	2062	2062	1999	1999	1981	1981
5	1	2133	2133	2126	2126	2091	2091	2073	2073	2048	2048	2042	2042	2015	2015	2002	2002
6	1	2112	2112	2099	2099	2112	2112	2099	2099	2031	2031	2022	2022	2031	2031	2022	2022
7	1	2091	2091	2073	2073	2133	2133	2126	2126	2015	2015	2002	2002	2048	2048	2042	2042
8	1	2069	2069	2046	2046	2154	2154	2152	2152	1999	1999	1981	1981	2064	2064	2062	2062
9	1	2048	2048	2020	2020	2175	2175	2179	2179	1982	1982	1961	1961	2080	2080	2083	2083
10	1	2027	2027	1993	1993	2197	2197	2205	2205	1966	1966	1941	1941	2097	2097	2103	2103
11	1	2006	2006	1967	1967	2218	2218	2231	2231	1950	1950	1921	1921	2113	2113	2123	2123
12	2	3258	3258	3259	3259	3046	3046	2995	2995	3176	3176	3176	3176	3013	3013	2974	2974
13	2	3237	3237	3233	3233	3067	3067	3021	3021	3159	3159	3156	3156	3029	3029	2994	2994
14	2	3216	3216	3206	3206	3089	3089	3048	3048	3143	3143	3136	3136	3045	3045	3014	3014
15	2	3194	3194	3180	3180	3110	3110	3074	3074	3127	3127	3116	3116	3061	3061	3035	3035
16	2	3173	3173	3153	3153	3131	3131	3100	3100	3110	3110	3095	3095	3078	3078	3055	3055
17	2	3152	3152	3127	3127	3152	3152	3127	3127	3094	3094	3075	3075	3084	3084	3094	3094
18	2	3131	3131	3100	3100	3173	3173	3153	3153	3078	3078	3055	3055	3110	3110	3095	3095
19	2	3110	3110	3074	3074	3194	3194	3180	3180	3061	3061	3035	3035	3127	3127	3116	3116
20	2	3089	3089	3048	3048	3216	3216	3206	3206	3045	3045	3014	3014	3143	3143	3136	3136
21	2	3067	3067	3021	3021	3237	3237	3233	3233	3029	3029	2994	2994	3159	3159	3156	3156
22	2	3046	3046	2995	2995	3258	3258	3259	3259	3013	3013	2974	2974	3176	3176	3176	3176
23	3	4298	4298	4287	4287	4086	4086	4022	4022	4238	4238	4230	4230	4075	4075	4027	4027
24	3																

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

30	3	4150	4150	4102	4102	4235	4235	4207	4207	4124	4124	4088	4088	4189	4189	4169	4169
31	3	4129	4129	4075	4075	4256	4256	4234	4234	4108	4108	4068	4068	4206	4206	4189	4189
32	3	4108	4108	4049	4049	4277	4277	4260	4260	4092	4092	4048	4048	4222	4222	4210	4210
33	3	4086	4086	4022	4022	4298	4298	4287	4287	4075	4075	4027	4027	4238	4238	4230	4230
Nmax		4298	4298	4287	4287	4298	4298	4287	4287	4238	4238	4230	4230	4238	4238	4230	4230
Nmin		2006	2006	1967	1967	2006	2006	1967	1967	1950	1950	1921	1921	1950	1950	1921	1921
TAGLIO																	
taglio Vx		1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1066	1066	1066	1066	1066	1066	1066	1066
taglio Vy		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
V		1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1066	1066	1066	1066	1066	1066	1066	1066

CARICO ASSIALE		S.L.U.															
PALO		q4								q5							
1	1	2222	2222	2232	2232	2059	2059	2030	2030	2228	2228	2238	2238	2053	2053	2024	2024
2	1	2206	2206	2212	2212	2075	2075	2050	2050	2210	2210	2217	2217	2071	2071	2046	2046
3	1	2189	2189	2192	2192	2092	2092	2070	2070	2193	2193	2195	2195	2088	2088	2067	2067
4	1	2173	2173	2172	2172	2108	2108	2091	2091	2175	2175	2174	2174	2106	2106	2088	2088
5	1	2157	2157	2151	2151	2124	2124	2111	2111	2158	2158	2152	2152	2123	2123	2110	2110
6	1	2141	2141	2131	2131	2141	2141	2131	2131	2141	2141	2131	2131	2141	2141	2131	2131
7	1	2124	2124	2111	2111	2157	2157	2151	2151	2123	2123	2110	2110	2158	2158	2152	2152
8	1	2108	2108	2091	2091	2173	2173	2172	2172	2106	2106	2088	2088	2175	2175	2174	2174
9	1	2092	2092	2070	2070	2189	2189	2192	2192	2088	2088	2067	2067	2193	2193	2195	2195
10	1	2075	2075	2050	2050	2206	2206	2212	2212	2071	2071	2046	2046	2210	2210	2217	2217
11	1	2059	2059	2030	2030	2222	2222	2232	2232	2053	2053	2024	2024	2228	2228	2238	2238
12	2	3176	3176	3176	3176	3013	3013	2974	2974	3181	3181	3182	3182	3007	3007	2968	2968
13	2	3159	3159	3156	3156	3029	3029	2994	2994	3164	3164	3161	3161	3024	3024	2990	2990
14	2	3143	3143	3136	3136	3045	3045	3014	3014	3146	3146	3139	3139	3042	3042	3011	3011
15	2	3127	3127	3116	3116	3061	3061	3035	3035	3129	3129	3118	3118	3059	3059	3032	3032
16	2	3110	3110	3095	3095	3078	3078	3055	3055	3112	3112	3097	3097	3077	3077	3054	3054
17	2	3094	3094	3075	3075	3094	3094	3075	3075	3094	3094	3075	3075	3094	3094	3075	3075
18	2	3078	3078	3055	3055	3110	3110	3095	3095	3077	3077	3054	3054	3112	3112	3097	3097
19	2	3061	3061	3035	3035	3127	3127	3116	3116	3059	3059	3032	3032	3129	3129	3118	3118
20	2	3045	3045	3014	3014	3143	3143	3136	3136	3042	3042	3011	3011	3146	3146	3139	3139
21	2	3029	3029	2994	2994	3159	3159	3156	3156	3024	3024	2990	2990	3164	3164	3161	3161
22	2	3013	3013	2974	2974	3176	3176	3176	3176	3007	3007	2968	2968	3181	3181	3182	3182
23	3	4129	4129	4121	4121	3966	3966	3918	3918	4135	4135	4126	4126	3960	3960	3912	3912
24	3	4113	4113	4100	4100	3982	3982	3938	3938	4117	4117	4105	4105	3978	3978	3934	3934
25	3	4097	4097	4080	4080	3999	3999	3959	3959	4100	4100	4083	4083	3995	3995	3955	3955
26	3	4080	4080	4060	4060	4015	4015	3979	3979	4083	4083	4062	4062	4013	4013	3977	3977
27	3	4064	4064	4040	4040	4031	4031	3999	3999	4065	4065	4041	4041	4030	4030	3998	3998
28	3	4048	4048	4019	4019	4048	4048	4019	4019	4048	4048	4019	4019	4048	4048	4019	4019
29	3	4031	4031	3999	3999	4064	4064	4040	4040	4030	4030	3998	3998	4065	4065	4041	4041
30	3	4015	4015	3979	3979	4080	4080	4060	4060	4013	4013	3977	3977	4083	4083	4062	4062
31	3	3999	3999	3959	3959	4097	4097	4080	4080	3995	3995	3955	3955	4100	4100	4083	4083
32	3	3982	3982	3938	3938	4113	4113	4100	4100	3978	3978	3934	3934	4117	4117	4105	4105
33	3	3966	3966	3918	3918	4129	4129	4121	4121	3960	3960	3912	3912	4135	4135	4126	4126
Nmax		4129	4129	4121	4121	4129	4129	4121	4121	4135	4135	4126	4126	4135	4135	4126	4126
Nmin		2059	2059	2030	2030	2059	2059	2030	2030	2053	2053	2024	2024	2053	2053	2024	2024
TAGLIO																	
taglio Vx		1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043
taglio Vy		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
V		1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043	1043

CARICO ASSIALE		S.L.U.																S.L.V.			
PALO		q7																E.x	E.y		E.z
1	1	2222	2222	2232	2232	2059	2059	2030	2030	525	589	2181	2245	2011	2225						
2	1	2206	2206	2212	2212	2075	2075	2050	2050	517	581	2154	2218	2003	2216						
3	1	2189	2189	2192	2192	2092	2092	2070	2070	509	573	2126	2191	1994	2208						
4	1	2173	2173	2172	2172	2108	2108	2091	2091	500	565	2099	2163	1986	2200						
5	1	2157	2157	2151	2151	2124	2124	2111	2111	492	556	2072	2136	1978	2192						
6	1	2141	2141	2131	2131	2141	2141	2131	2131	484	548	2045	2109	1970	2184						
7	1	2124	2124	2111	2111	2157	2157	2151	2151	476	540	2018	2082	1962	2176						
8	1	2108	2108	2091	2091	2173	2173	2172	2172	468	532	1991	2055	1954	2168						
9	1	2092	2092	2070	2070	2189	2189	2192	2192	460	524	1963	2027	1946	2159						
10	1	2075	2075	2050	2050	2206	2206	2212	2212	452	516	1936	2000	1937	2151						
11	1	2059	2059	2030	2030	2222	2222	2232	2232	443	508	1909	1973	1929	2143						
12	2	3176	3176	3176	3176	3013	3013	2974	2974	2184	2224	2279	2319	2138	2270						
13	2	3159	3159	3156	3156	3029	3029	2994	2994	2176	2215	2252	2291	2130	2261						
14	2	3143	3143	3136	3136	3045	3045	3014	3014	2168	2207	2225	2264	2122	2253						
15	2	3127	3127	3116	3116	3061	3061	3035	3035	2160	2199	2198	2237	2114	2245						
16	2	3110	3110	3095	3095	3078	3078	3055	3055	2151	2191	2170	2210	2105	2237						
17	2	3094	3094	3075	3075	3094	3094	3075	3075	2143	2183	2143	2183	2097	2229						
18	2	3078	3078	3055	3055	3110	3110	3095	3095	2135	2175	2116	2156	2089	2221						
19	2	3061	3061	3035	3035	3127	3127	3116	3116	2127	2166	2089	2128	2081	2213						
20	2	3045	3045	3014	3014	3143	3143	3136	3136	2119	2158	2062	2101	2073	2204						
21	2	3029	3029	2994	2994	3159	3159	3156	3156	2111	2150	2035	2074	2065	2196						
22	2	3013	3013	2974	2974	3176	3176	3176	3176	2103	2142	2007	2047	2056	2188						
23	3	4129	4129	4121	4121	3966	3966	3918	3918	3843	3858	2378	2392	2265	2315						
24	3	4113	4113	4100	4100	3982	3982	3938	3938	3835	3850	2350	2365	2257	2306						
25	3	4097	4097	4080	4080	3999	3999	3959	3959	3827	3842	2323	2338	2249	2298						
26	3	4080	4080	4060	4060	4015	4015	3979	3979	3819	3834	2296	2311	2241	2296						
27	3	4064	4064	4040	4040	4031	4031	3999	3999	3811	3825	2269	2284	2233	2282						
28	3	4048	4048	401																	

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

15	2	2366	2366	2355	2355	2304	2304	2277	2277	2316	2316	2308	2308	2268	2268	2248	2248
16	2	2350	2350	2336	2336	2319	2319	2297	2297	2304	2304	2293	2293	2280	2280	2263	2263
17	2	2335	2335	2316	2316	2305	2305	2316	2316	2292	2292	2278	2278	2292	2292	2278	2278
18	2	2319	2319	2297	2297	2350	2350	2336	2336	2280	2280	2263	2263	2304	2304	2293	2293
19	2	2304	2304	2277	2277	2366	2366	2355	2355	2268	2268	2248	2248	2316	2316	2308	2308
20	2	2288	2288	2258	2258	2382	2382	2375	2375	2256	2256	2233	2233	2328	2328	2323	2323
21	2	2273	2273	2238	2238	2397	2397	2394	2394	2244	2244	2218	2218	2340	2340	2337	2337
22	2	2257	2257	2219	2219	2413	2413	2413	2413	2232	2232	2204	2204	2352	2352	2352	2352
23	3	3186	3186	3178	3178	3031	3031	2983	2983	3142	3142	3135	3135	3022	3022	2987	2987
24	3	3171	3171	3158	3158	3046	3046	3003	3003	3130	3130	3121	3121	3034	3034	3002	2921
25	3	3155	3155	3139	3139	3062	3062	3022	3022	3118	3118	3106	3106	3046	3046	3016	2936
26	3	3140	3140	3119	3119	3077	3077	3041	3041	3106	3106	3091	3091	3058	3058	3031	2950
27	3	3124	3124	3100	3100	3093	3093	3061	3061	3094	3094	3076	3076	3070	3070	3046	2965
28	3	3108	3108	3080	3080	3108	3108	3080	3080	3082	3082	3061	3061	3082	3082	3061	2980
29	3	3093	3093	3061	3061	3124	3124	3100	3100	3070	3070	3046	3046	3094	3094	3076	2995
30	3	3077	3077	3041	3041	3140	3140	3119	3119	3058	3058	3031	3031	3106	3106	3091	3010
31	3	3062	3062	3022	3022	3155	3155	3139	3139	3046	3046	3016	3016	3118	3118	3106	3025
32	3	3046	3046	3003	3003	3171	3171	3158	3158	3034	3034	3002	3002	3130	3130	3121	3040
33	3	3031	3031	2983	2983	3186	3186	3178	3178	3022	3022	2987	2987	3142	3142	3135	3055
Nmax		3186	3186	3178	3178	3186	3186	3178	3178	3142	3142	3135	3135	3142	3142	3135	3055
Nmin		1484	1484	1455	1455	1484	1484	1455	1455	1442	1442	1420	1420	1442	1442	1420	1501
TAGLIO																	
taglio Vx		805	805	805	805	805	805	805	805	790	790	790	790	790	790	790	774
taglio Vy		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-4
V		805	805	805	805	805	805	805	805	790	790	790	790	790	790	790	774

CARICO ASSIALE		S.L.E.car															
PALO		q4								q5							
1	1	1642	1642	1650	1650	1523	1523	1501	1501	1646	1646	1654	1654	1519	1519	1498	1498
2	1	1630	1630	1635	1635	1535	1535	1516	1516	1634	1634	1638	1638	1532	1532	1513	1513
3	1	1619	1619	1620	1620	1547	1547	1531	1531	1621	1621	1623	1623	1545	1545	1529	1529
4	1	1607	1607	1605	1605	1559	1559	1546	1546	1608	1608	1607	1607	1557	1557	1544	1544
5	1	1595	1595	1591	1591	1571	1571	1561	1561	1595	1595	1591	1591	1570	1570	1560	1560
6	1	1583	1583	1576	1576	1583	1583	1576	1576	1583	1583	1576	1576	1583	1583	1576	1576
7	1	1571	1571	1561	1561	1595	1595	1591	1591	1570	1570	1560	1560	1595	1595	1591	1591
8	1	1559	1559	1546	1546	1607	1607	1605	1605	1557	1557	1544	1544	1608	1608	1607	1607
9	1	1547	1547	1531	1531	1619	1619	1620	1620	1545	1545	1529	1529	1621	1621	1623	1623
10	1	1535	1535	1516	1516	1630	1630	1635	1635	1532	1532	1513	1513	1633	1633	1638	1638
11	1	1523	1523	1501	1501	1642	1642	1650	1650	1519	1519	1498	1498	1646	1646	1654	1654
12	2	2352	2352	2352	2352	2232	2232	2204	2204	2355	2355	2356	2356	2228	2228	2200	2200
13	2	2340	2340	2337	2337	2244	2244	2218	2218	2343	2343	2340	2340	2241	2241	2215	2215
14	2	2328	2328	2323	2323	2256	2256	2233	2233	2330	2330	2325	2325	2254	2254	2231	2231
15	2	2316	2316	2308	2308	2268	2268	2248	2248	2317	2317	2309	2309	2267	2267	2247	2247
16	2	2304	2304	2293	2293	2280	2280	2263	2263	2305	2305	2294	2294	2279	2279	2262	2262
17	2	2292	2292	2278	2278	2292	2292	2278	2278	2292	2292	2278	2278	2292	2292	2278	2278
18	2	2280	2280	2263	2263	2304	2304	2293	2293	2279	2279	2262	2262	2305	2305	2294	2294
19	2	2268	2268	2248	2248	2316	2316	2308	2308	2267	2267	2247	2247	2317	2317	2309	2309
20	2	2256	2256	2233	2233	2328	2328	2323	2323	2254	2254	2231	2231	2330	2330	2325	2325
21	2	2244	2244	2218	2218	2340	2340	2337	2337	2241	2241	2215	2215	2343	2343	2340	2340
22	2	2232	2232	2204	2204	2352	2352	2352	2352	2228	2228	2200	2200	2355	2355	2356	2356
23	3	3061	3061	3055	3055	2941	2941	2906	2906	3065	3065	3058	3058	2938	2938	2902	2902
24	3	3049	3049	3040	3040	2953	2953	2921	2921	3052	3052	3043	3043	2950	2950	2918	2918
25	3	3037	3037	3025	3025	2965	2965	2936	2936	3039	3039	3027	3027	2963	2963	2933	2933
26	3	3025	3025	3010	3010	2977	2977	2950	2950	3027	3027	3011	3011	2976	2976	2949	2949
27	3	3013	3013	2995	2995	2989	2989	2965	2965	3014	3014	2996	2996	2988	2988	2965	2965
28	3	3001	3001	2980	2980	3001	3001	2980	2980	3001	3001	2980	2980	3001	3001	2980	2980
29	3	2989	2989	2965	2965	3013	3013	2995	2995	2988	2988	2965	2965	3014	3014	2996	2996
30	3	2977	2977	2950	2950	3025	3025	3010	3010	2976	2976	2949	2949	3027	3027	3011	3011
31	3	2965	2965	2936	2936	3037	3037	3025	3025	2963	2963	2933	2933	3039	3039	3027	3027
32	3	2953	2953	2921	2921	3049	3049	3040	3040	2950	2950	2918	2918	3052	3052	3043	3043
33	3	2941	2941	2906	2906	3061	3061	3055	3055	2938	2938	2902	2902	3065	3065	3058	3058
Nmax		3061	3061	3055	3055	3061	3061	3055	3055	3065	3065	3058	3058	3065	3065	3058	3058
Nmin		1523	1523	1501	1501	1523	1523	1501	1501	1519	1519	1498	1498	1519	1519	1498	1498
TAGLIO																	
taglio Vx		774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774
taglio Vy		4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	-6
V		774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774	774

CARICO ASSIALE		S.L.E.car															
PALO		q7								q5							
1	1	1642	1642	1650	1650	1523	1523	1501	1501	1646	1646	1654	1654	1519	1519	1498	1498
2	1	1630	1630	1635	1635	1535	1535	1516	1516	1634	1634	1638	1638	1532	1532	1513	1513
3	1	1619	1619	1620	1620	1547	1547	1531	1531	1621	1621	1623	1623	1545	1545	1529	1529
4	1	1607	1607	1605	1605	1559	1559	1546	1546	1608	1608	1607	1607	1557	1557	1544	1544
5	1	1595	1595	1591	1591	1571	1571	1561	1561	1595	1595	1591	1591	1570	1570	1560	1560
6	1	1583	1583	1576	1576	1583	1583	1576	1576	1583	1583	1576	1576	1583	1583	1576	1576
7	1	1571	1571	1561	1561	1595	1595	1591	1591	1570	1570	1560	1560	1595	1595	1591	1591
8	1	1559	1559	1546	1546	1607	1607	1605	1605	1557	1557	1544	1544	1608	1608	1607	1607
9	1	1547	1547	1531	1531	1619	1619	1620	1620	1545	1545	1529	1529	1621	1621	1623	1623
10	1	1535	1535	1516	1516	1630	1630	1635	1635	1532	1532	1513	1513	1633	1633	1638	1638
11	1	1523	1523	1501	1501	1642	1642	1650	1650	1519	1519	1498	1498	1646	1646	1654	1654
12	2	2352	2352	2352	2352	2232	2232	2204	2204	2355	2355	2356	2356	2228	2228	2200	2200
13																	

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Dati e risoluzione della palificata

PALO															
1	1	1637	1637	1644	1644	1529	1529	1507	1507	1647	1647	1648	1645	1647	1647
2	1	1626	1626	1631	1631	1539	1539	1521	1521	1647	1647	1648	1645	1647	1647
3	1	1615	1615	1617	1617	1550	1550	1534	1534	1647	1647	1647	1646	1647	1647
4	1	1604	1604	1603	1603	1561	1561	1548	1548	1647	1647	1647	1646	1647	1647
5	1	1594	1594	1589	1589	1572	1572	1562	1562	1647	1647	1647	1646	1647	1647
6	1	1583	1583	1576	1576	1583	1583	1576	1576	1647	1647	1647	1647	1647	1647
7	1	1572	1572	1562	1562	1594	1594	1589	1589	1647	1647	1646	1647	1647	1647
8	1	1561	1561	1548	1548	1604	1604	1603	1603	1647	1647	1646	1647	1647	1647
9	1	1550	1550	1534	1534	1615	1615	1617	1617	1647	1647	1646	1647	1647	1647
10	1	1539	1539	1521	1521	1626	1626	1631	1631	1647	1647	1645	1648	1647	1647
11	1	1529	1529	1507	1507	1637	1637	1644	1644	1647	1647	1645	1648	1647	1647
12	2	2346	2346	2347	2347	2238	2238	2209	2209	2163	2163	2164	2162	2163	2163
13	2	2335	2335	2333	2333	2249	2249	2223	2223	2163	2163	2164	2162	2163	2163
14	2	2324	2324	2319	2319	2259	2259	2237	2237	2163	2163	2164	2162	2163	2163
15	2	2314	2314	2305	2305	2270	2270	2250	2250	2163	2163	2164	2163	2163	2163
16	2	2303	2303	2292	2292	2281	2281	2264	2264	2163	2163	2163	2163	2163	2163
17	2	2292	2292	2278	2278	2292	2292	2278	2278	2163	2163	2163	2163	2163	2163
18	2	2281	2281	2264	2264	2303	2303	2292	2292	2163	2163	2163	2163	2163	2163
19	2	2270	2270	2250	2250	2314	2314	2305	2305	2163	2163	2163	2164	2163	2163
20	2	2259	2259	2237	2237	2324	2324	2319	2319	2163	2163	2162	2164	2163	2163
21	2	2249	2249	2223	2223	2335	2335	2333	2333	2163	2163	2162	2164	2163	2163
22	2	2238	2238	2209	2209	2346	2346	2347	2347	2163	2163	2162	2164	2163	2163
23	3	3055	3055	3049	3049	2947	2947	2911	2911	2680	2680	2681	2678	2680	2680
24	3	3044	3044	3035	3035	2958	2958	2925	2925	2680	2680	2681	2679	2680	2680
25	3	3034	3034	3021	3021	2969	2969	2939	2939	2680	2680	2680	2679	2680	2680
26	3	3023	3023	3008	3008	2980	2980	2953	2953	2680	2680	2680	2679	2680	2680
27	3	3012	3012	2994	2994	2990	2990	2966	2966	2680	2680	2680	2679	2680	2680
28	3	3001	3001	2980	2980	3001	3001	2980	2980	2680	2680	2680	2680	2680	2680
29	3	2990	2990	2966	2966	3012	3012	2994	2994	2680	2680	2679	2680	2680	2680
30	3	2980	2980	2953	2953	3023	3023	3008	3008	2680	2680	2679	2680	2680	2680
31	3	2969	2969	2939	2939	3034	3034	3021	3021	2680	2680	2679	2680	2680	2680
32	3	2958	2958	2925	2925	3044	3044	3035	3035	2680	2680	2678	2681	2680	2680
33	3	2947	2947	2911	2911	3055	3055	3049	3049	2680	2680	2678	2681	2680	2680
Nmax		3055	3055	3049	3049	3055	3055	3049	3049	2680	2680	2681	2681	2680	2680
Nmin		1529	1529	1507	1507	1529	1529	1507	1507	1647	1647	1645	1645	1647	1647
TAGLIO															
taglio Vx		774	774	774	774	774	774	774	774	679	679	679	679	679	679
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0
V		774	774	774	774	774	774	774	774	679	679	679	679	679	679

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4298	4298	3858	3186	3055	2680
Azione assiale minima	Nmin	443	1921	443	1420	1507	1647
Azione trasversale massima	Vmax	1086	1086	830	805	774	679

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	33346
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	210000
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	30000
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	3.98

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4298	3858	3186	3055
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1921	443	1420	1507
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax_1a	kNm	2162	1603	1540	1351
Momento AMPLIFICATO DEL 20%	Mmax_1a	kNm	2595	1984	1924	1848
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax_1a	kN	1086	830	805	774

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	104019	73552
Carico verticale medio agente sui pali	3152	2229

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

MENSOLA ANTERIORE

Modello di calcolo:

Tirante - puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.00
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	1.50
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	0.00
copriferro	c	m	0.155
larghezza puntone	b	m	3.53
larghezza collaborante	bt	m	3.53
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione caratteristica cls	fck	Mpa	32
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	1.85
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	1.87
fattore lambda ($l1 / 0.9d$) = arctan ψ	λ_1		1.13
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	0.37
fattore lambda ($l2 / 0.9d$) = arctan ψ	λ_2		0.22
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/passi	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	17	26	0.089	9026
secondo strato dal basso	20	17	26	0.155	9026
terzo strato dal basso	20	17	26	0.221	9026
quarto strato dal basso	0	0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.155	27077

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	4298.3	0.0	1086.0	5440.2	13903	7277.2
SLU-SIS	3858.1	0.0	830.2	4738.5	12109	6338.5
				5440.2	13903	7277.2

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	27077	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	10595.5	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		51%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	31375.7	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		23%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

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

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA
Calcolo e verifica zattera di fondazione

SLE-CARATTERISTICA 3186.2 0.0 805.2 4032.9 149

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 41% **OK!**

VERIFICA SLE-FREQUENTE

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

SLE-FREQUENTE 3055.3 0.0 773.5 3868.6 143

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 26.0 σ_{slim} MPa 194.3
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 74% **OK!**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

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

SLE-QUASI PERMANENTE 2679.6 0.0 678.6 3393.0 125

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 26.0 σ_{slim} MPa 155.6
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 81% **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	3.84
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.8
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore mensola posteriore	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dall'alto	10	10	26	0.089	5309
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.155	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.221	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.089	5309

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA
Calcolo e verifica zattera di fondazione

Armatura inferiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passo	φ mm	c m	As mmq
primo strato dal basso	20	5	26	0.089	2655
secondo strato dal basso	20	5	26	0.155	2655
terzo strato dal basso	0	0	26	0.221	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.122	5309

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	259.2	1270	3111.7
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	913.0	4474	10960.1
sommano			5743.6	14071.8

sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	192.0	941	2305.0
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	676.3	3314	8118.6
sommano			4254.5	10423.6

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-1920.6	-2968.3	0.0	0.0	-4889	-8381.0
SLU-STR (MAX)	-2238.0	-3259.1	0.0	0.0	-5497	-9705.8
SLU-SIS (MIN)	-443.4	-2007.4	0.0	0.0	-2451	-2331.3
SLU-SIS (MAX)	-2244.9	-2318.7	0.0	0.0	-4564	-9450.7

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	855	5691
SLU-STR (MAX)	247	4366
SLU-SIS (MIN)	1804	8092
SLU-SIS (MAX)	-309	973

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	223	1482
SLU-STR (MAX)	64	1137
SLU-SIS (MIN)	470	2107
SLU-SIS (MAX)	80	253

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	3131	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	5309	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3573	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		59%	OK!
Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	0	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	5309	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-3511	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		0%	OK!

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA						
	fac	p	V	M		
		kN/ml	kN	kNm		
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	192.0	941	2305.0		
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	676.3	3314	8118.6		
sommano			4254.5	10423.6		
sollecitazioni dovute ai pali					R1	R2
					kN	kN
SLE-CARATTERISTICA (MIN)					-1420.4	-2199.8
SLE-CARATTERISTICA (MAX)					-1653.8	-2413.5
sollecitazioni risultanti			V	M		
			kN	kNm		
SLE-CARATTERISTICA (MIN)			634	4224		
SLE-CARATTERISTICA (MAX)			187	3250		
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria			V	M		
			kN/m	kNm/m		
SLE-CARATTERISTICA (MIN)			165	1100		
SLE-CARATTERISTICA (MAX)			49	846		
Tasso di lavoro armature superiori	σ_{sup}	Mpa	120			
Tasso di lavoro armature inferiori	σ_{inf}	Mpa	0			
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360			
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		33%	OK!		
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		0%	OK!		
VERIFICA SLE-FREQUENTE						
	fac	p	V	M		
		kN/ml	kN	kNm		
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	192.0	941	2305.0		
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	676.3	3314	8118.6		
sommano			4254.5	10423.6		
sollecitazioni dovute ai pali					R1	R2
					kN	kN
SLE-FREQUENTE (MIN)					-1506.9	-2161.7
SLE-FREQUENTE (MAX)					-1647.9	-2346.7
sollecitazioni risultanti			V	M		
			kN	kNm		
SLE-FREQUENTE (MIN)			586	3898		
SLE-FREQUENTE (MAX)			260	3293		
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria			V	M		
			kN/m	kNm/m		
SLE-FREQUENTE (MIN)			153	1015		
SLE-FREQUENTE (MAX)			68	858		

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA
Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tasso di lavoro armature superiori		σ_{sup}	Mpa	111	
Tasso di lavoro armature inferiori		σ_{inf}	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		57%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		0%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	192.0	941	2305.0
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	676.3	3314	8118.6
sommano			4254.5	10423.6

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-1646.5	-2163.1	0.0	0.0	-3810	-7070.5
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-1646.6	-2163.1	0.0	0.0	-3810	-7070.5

sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	445	3353
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	445	3353

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	116	873
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	116	873

Tasso di lavoro armature superiori		sfsup	Mpa	96	
Tasso di lavoro armature inferiori		sfinf	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		61%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		0%	OK!

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Calcolo e Verifica muro frontale

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	1.80
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	F _{zg1}	kN	392
Momento longitudinale	M _{yg1}	kNm	-147
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	F _{xg3}	kN	367
Momento longitudinale	M _{yg3}	kNm	1198
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	F _{xg3}	kN	83
Momento longitudinale	M _{yg3}	kNm	408
Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore S _s			1.20
Fattore S _t			1.00
Fattore S	S		1.20
Valore di ag/g	ag/g		0.073
fattore b _m	β _m		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.088
Coefficiente sismico verticale	kv		0.044

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip_spost	1
---	-----------	---

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ω	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	9.78

peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.084
angolo teta a	θa	deg	4.797
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.318
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.092
angolo teta b	θb	deg	5.234
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.323

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	285.9
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	285.8
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	285.9
altezza di applicazione	H	m	4.9
Momento longitudinale	M _{yDP}	kNm	1398.7

Spinta massima in caso sismico

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

Incremento di spinta del terreno	DP	kN	151
altezza di applicazione	H	m	4.9
Momento longitudinale	M _{yDP}	kNm	738

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:	Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)		
Spinta del terreno	E _s	kN	286
Momento longitudinale	M _{yEs}	kNm	1399

Forze inerziali (q6.2)

Sisma longitudinale			
Forza orizzontale longitudinale	F _{xq6.2x}	kN	34
Momento longitudinale	M _{yq6.2x}	kNm	142

Sisma verticale

Forza verticale	F _{zq6.2z}	kN	-17
Momento longitudinale	M _{yq6.2z}	kNm	6

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + muro frontale	7.10
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.00

		F _x [kN]	F _z [kN]
g1a	Peso proprio impalcato	0	144
g2a	Perm. portati - impalcato	0	55
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0
e2	ritiro	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	73
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	57
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	73
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	57
q3	Frenatura	15	0
q7a	Var. termica positiva	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	6	0
Ex	Sisma longitudinale	112	0
Ez	Sisma verticale	0	16

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE

		F _x [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	144	0

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Calcolo e Verifica muro frontale

g1-sp	Peso proprio spalla	0	392	147
g2a	Perm. portati - impalcato	0	55	0
g3-sp	g3-sp	367	0	-1198
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	73	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	57	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	73	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	57	0
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	83	0	-408
q3	Frenatura	15	0	-104
q7a	Var. termica positiva	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	6	0	-42
Ex	Sisma longitudinale	112	0	-796
Ez	Sisma verticale	0	16	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	286	0	-1399
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	34	0	-142
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-17	-6

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

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

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

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

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

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

Calcolo e Verifica muro frontale

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

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

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	q1				q3			
Fx	616	616	616	616	616	616	616	616
Fz	897	897	875	875	897	897	875	875
My	-2021	-2021	-2021	-2021	-2021	-2021	-2021	-2021

	S.L.U.				S.L.V.			
	q7				E.x		E.z	
Fx	588	588	588	588	438	438	136	136
Fz	872	872	856	856	591	591	590	592
My	-1884	-1884	-1884	-1884	-2234	-2230	-603	-590

	S.L.E.car				q3			
Fx	457	457	457	457	451	451	451	451
Fz	664	664	648	648	646	646	634	634
My	-1502	-1502	-1502	-1502	-1504	-1504	-1504	-1504

	S.L.E.car			
	q7			
Fx	436	436	436	436
Fz	646	646	634	634
My	-1400	-1400	-1400	-1400

	S.L.E.freq				S.L.E.qp	
Fx	436	436	436	436	373	373
Fz	646	646	634	634	591	591
My	-1400	-1400	-1400	-1400	-1094	-1094

Armatura zona tesa muro frontale	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	10	10	26	0.091	5309
secondo strato	20	5	26	0.147	2655
Armatura effettivamente disposta			26	0.110	7964

VERIFICHE AGLI SLU	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	2024
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	2234
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	3753

Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	7964	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	4741	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		47%	OK!

Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	616
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	438

VERIFICHE AGLI SLE-CAR			
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	124

Tensione massima ammissibile	σs,max	MPa	360
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		34% OK!

VERIFICHE AGLI SLE-FR			
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	116

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA
Calcolo e Verifica muro frontale

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	w _{lim}	mm	0.30	w ₂
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	σ _{lim}	MPa	194	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		59%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-QP

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σ _s	Mpa	90	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	w _{lim}	mm	0.20	w ₁
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	σ _{lim}	MPa	156	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		58%	OK!

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA
Calcolo e Verifica del muro paraghiaia

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.28
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Effetti dovuti al sovraccarico accidentale

larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	3.18
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	a ₁	m	2.38
larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} alla base	b ₂	m	6.97
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} alla base	a ₂	m	4.27
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} in sommità	sh ₁	kPa	33.8
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} alla base	sh ₂	kPa	8.6
pressione orizzontale dovuta al carico q _{ik} distribuito	sh _d	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	V _{max}	kNm	339.3
Momento alla base complessivo	M _{max}	kNm	599.1

Effetti dovuti al carico Q_{ik} sul paraghiaia

larghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	2.58
larghezza dell'impronta di carico alla base	b ₂	m	9.14
Carico verticale in testa al paraghiaia	Q _{ik}	kN	300
Azione orizzontale in testa al paraghiaia	H	kN	180

Sollecitazioni alla base del paraghiaia

Condizione	N kN	V kN	M kNm
Peso proprio	49.2	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	41.3	45.1
Spinta dovuta al carico Q _{ik}	0.0	48.7	86.0
Carico Q _{ik} sul paraghiaia	32.8	19.7	66.4
Sisma - forze inerziali	0.0	4.3	7.1
Spinta sismica del terreno	0.0	30.8	50.5

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	0.086	3142
secondo strato	0	0	20	0.136	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.086	3142

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Peso proprio	1.00	1.00
Spinta statica del terreno	1.35	0.00
Spinta dovuta al carico Q _{ik}	1.35	0.00
Carico Q _{ik} sul paraghiaia	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Spinta sismica del terreno	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLU-STR	93.5	148.1	266.6
SLU-SIS	49.2	35.1	57.6

Armatura minima richiesta	A _{fs_min}	mmq/ml	1473	
Armatura effettivamente adottata:	A _{fs}	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	M _{R_sup}	kNm/ml	569	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		47%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

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

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA
Calcolo e Verifica del muro paraghiaia

Spinta dovuta al carico Qik	1.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.00
Sisma - forze inerziali	0.00
Spinta sismica del terreno	0.00

Combinazioni SLE-RARA

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-RARA	82.0	109.7	197.5

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **136**

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

VERIFICHE SLE-FREQUENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-FRE		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.75		
Carico Qik sul paraghiaia	0.75		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

Combinazioni SLE-FREQUENTE

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-FRE	73.8	92.6	159.4

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **110**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 σ_{slim} MPa **222**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **49%** **OK!**

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-QP		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.00		
Carico Qik sul paraghiaia	0.00		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-QP	49.2	41.3	45.1

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **31**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 σ_{slim} MPa **182**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **17%** **OK!**

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	9.45
larghezza muro di risvolto	a	m	4.90
spessore muro di risvolto	s	m	1.00
coefficiente gamma	γ		0.52
spessore pavimentazione	spav	m	0.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Muro con bandiera	band		no
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Momento massimo orizzontale: $M_x = \text{fac}_x \cdot q \cdot a^2$

Momento massimo verticale: $M_y = \text{fac}_y \cdot q \cdot h^2$

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	72.5
direzione orizzontale	γ	0.500	0.750
coefficiente fac _x	fac _{Mx}	0.134	0.082
coefficiente fac _{Vx}	fac _{Vx}	0.462	0.318
Momento flettente in direzione orizzontale	M _{xmax}	kNm	226.0
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M _{xband}	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V _{xmax}	kN	160.5
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V _{xband}	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _y	fac _{My}	0.032	0.055
coefficiente fac _{Vy}	fac _{Vy}	0.483	0.551

Momento flettente in direzione verticale	M _y max	kNm	217.0
Sforzo di taglio in direzione verticale	V _y max	kN	334.3

Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali

larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	2.38
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	a ₁	m	3.09
larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} alla base	b ₂	m	7.84
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} alla base	a ₂	m	8.55
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} in sommità	sh ₁	kPa	34.8
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} alla base	sh ₂	kPa	3.8

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	19.3
direzione orizzontale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _x	fac _{Mx}	0.429	0.351
coefficiente fac _{Vx}	fac _{Vx}	1.114	1.043

Momento flettente in direzione orizzontale	M _x max	kNm	196.0
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M _{xband}	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V _x max	kN	104.9
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V _{xband}	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _x	fac _{My}	0.105	0.208
coefficiente fac _{Vy}	fac _{Vy}	0.874	1.129

Momento flettente in direzione verticale	M _y max	kNm	194.3
Sforzo di taglio in direzione verticale	V _y max	kN	162.9

Effetti dovuti al sisma

forza inerziale	q ₁	kN/mq	2.19
incremento di spinta delle terre	q ₂	kN/mq	14.9
pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	17.1
direzione orizzontale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _x	fac _{Mx}	0.429	0.351

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

coefficiente facVx	facVx	1.114	1.043	1.11
--------------------	-------	-------	-------	------

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	173.5
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	92.9
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.50	0.75	0.52
coefficiente facx	facMy	0.105	0.208	0.113
coefficiente facVy	facVy	0.874	1.129	0.893

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	172.0
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	144.2

Riepilogo sollecitazioni sul muro

Condizione	Mx kNm	My kNm	Vx kN	Vy kN
Spinta del terreno	226.0	217.0	160.5	334.3
Spinta sovraccarichi accidentali	196.0	194.3	104.9	162.9
Spinta dovuta al sisma	173.5	172.0	92.9	144.2

Armatura zona tesa - dir. Orizzontale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passio	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.072	3142
secondo strato	0	0	20	0.122	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.072	3142

Armatura zona tesa - dir. Verticale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passio	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	24	0.094	4524
secondo strato	0	0	24	0.148	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.094	4524

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Spinta del terreno	1.35	1.00
Spinta sovraccarichi accidentali	1.35	0.00
Spinta dovuta al sisma	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	Mx kNm	My kNm	Vx kN	Vy kN
SLU-STR	569.7	555.3	358.2	671.2
SLU-SIS	399.5	389.0	253.3	478.5

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale

Armatura effettivamente adottata:

Momento Resistente dir. Orizzontale

Coefficiente di utilizzo

Afh_min mmq/ml 1743

Afs mmq 3142

MR_h kNm/ml 1027

c.u. 55%

OK!

OK!

Armatura minima richiesta in dir. Verticale

Armatura effettivamente adottata:

Momento Resistente dir. Verticale

Coefficiente di utilizzo

Afh_min mmq/ml 1740

Afs mmq 4524

MR_v kNm/ml 1443

c.u. 38%

OK!

OK!

VERIFICHE SLE-RARA

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

Combinazioni SLE-RARA

Combinazione	Mx kNm	My kNm
SLE-RARA	422.0	411.3

Tasso di lavoro armature orizzontali

Tasso di lavoro armature verticali

 σ_{sh} Mpa 161 σ_{sv} Mpa 112

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPA

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.		45%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		31%	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	373.0	362.7

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	142	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	98	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	σ_{slim}	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		64%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	σ_{slim}	MPa	204	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		48%	OK!

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni			
	SLE-QP			
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	226.0	217.0

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	86	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	59	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	σ_{slim}	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		47%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	σ_{slim}	MPa	164	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		36%	OK!

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - V102 - SPALLA SPA
Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	Zattera - Mensola posteriore	Mfron	Paraghiaia	Mrsv_h	Mrsv_v
Taglio di calcolo	V_{Ed}	kN	469.7	615.8	148.1	358.2	671.2
Dati							
	Var	unità					
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	40	40	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	32	32	32	32	32
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3
Caratteristiche geometriche sezione							
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	2.00	1.80	0.60	0.60	1.00
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	2.00	1.80	0.60	0.60	1.00
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.089	0.110	0.086	0.072	0.094
altezza utile della sezione	d	m	1.91	1.69	0.51	0.53	0.91
Compressione agente nella sezione							
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio							
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata							
	Asl	mmq	5309	7964	3142	3142	4524
Coefficiente k	k	m	1.32	1.34	1.62	1.62	1.47
vmin	vmin		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00278	0.00471	0.00611	0.00595	0.00499
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	628.7	673.5	269.8	273.3	402.5
			OK	OK	OK	N.V.	N.V.
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio							
<i>Verifica del conglomerato</i>							
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	10395.8	9195.4	2796.2	2872.3	4928.6
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>							
diametro staffe	fsw	mm	24	12	10	12	12
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	283	283
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0	0	0	0	0
coefficiente alpha	α_c		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsld}	kN	1585.8	1052.0	222.2	657.2	1127.8
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	5376.9	4756.0	1446.2	1485.6	2549.2
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	1585.8	1052.0	222.2	657.2	1127.8
			OK	OK	OK	OK	OK
lunghezza minima di ancoraggio armature longitudinali	a1	m	2.15	1.90	0.58	0.59	1.02

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

18 ALLEGATO 8 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPB

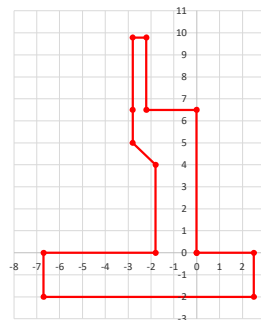
LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB

Dati e risoluzione della palificata

Caratteristiche geometriche elevazione

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Paragliaia - 1	0.60	0.60	37.45	3.28	-2.20	0.00	6.50
Muro frontale - 2	2.80	2.80	37.45	1.50	0.00	0.00	5.00
Muro frontale - 3	2.80	1.80	37.45	1.00	0.00	0.00	4.00
Muro frontale - 4	1.80	1.80	37.45	4.00	0.00	0.00	0.00
Muro risvolto posteriore sx - 1	3.90	3.90	0.60	2.95	-2.80	-18.43	6.50
Muro risvolto posteriore sx - 2	3.90	3.90	0.60	1.50	-2.80	-18.43	5.00
Muro risvolto posteriore sx - 3	3.90	4.90	1.00	1.00	-1.80	-18.23	4.00
Muro risvolto posteriore sx - 4	4.90	4.90	1.00	4.00	-1.80	-18.23	0.00
Muro risvolto posteriore dx - 1	3.90	3.90	0.60	2.95	-2.80	18.43	6.50
Muro risvolto posteriore dx - 2	3.90	3.90	0.60	1.50	-2.80	18.43	5.00
Muro risvolto posteriore dx - 3	3.90	4.90	1.00	1.00	-1.80	18.23	4.00
Muro risvolto posteriore dx - 4	4.90	4.90	1.00	4.00	-1.80	18.23	0.00
Cordolo risvolto sx	3.90	3.90	0.35	0.50	-2.80	-17.95	9.20
Cordolo risvolto dx	3.90	3.90	0.35	0.50	-2.80	17.95	9.20
Orecchia sx - 1	0.00	0.00	0.60	0.00	-6.70	-18.43	9.45
Orecchia sx - 2	0.00	0.00	0.60	0.00	-6.70	-18.43	9.45
Orecchia dx - 1	0.00	0.00	0.60	0.00	-6.70	18.43	9.45
Orecchia dx - 2	0.00	0.00	0.60	0.00	-6.70	18.43	9.45



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	39.31	2.00	-2.50	0.00

Caratteristiche geometriche compressive muro frontale (Paragliaia+Muro frontale)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	9.78
Area sezione trasversale	Afron	mq	15.67
Volume c.a.	Vfron	mc	586.86
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.27
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	4.15
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	0.90

Caratteristiche geometriche compressive elevazione (Paragliaia+Muro frontale+muri risvolto

+Cordoli risvolto+Orecchie+Valette+Speroni)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vele	mc	657.05
Xbaricentro	Xg ele	m	-1.61
Ybaricentro	Yg ele	m	0.00
Zbaricentro	Zg ele	m	4.13

Caratteristiche geometriche compressive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vfon	mc	723.30
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

Descrizione	Unità	Valore	
Angolo d'attrito	fir	deg	35.0
peso di volume	γ	kN/mc	18.0
Coefficiente di spinta attiva (Rankine)	ka		0.271
Coefficiente di spinta a riposo	k0		0.426
Condizioni di spinta: 1 - attiva; 2 - riposo	Tip spinta		2
Coefficiente di spinta di calcolo	K		0.426

Caratteristiche geometriche compressive rinterro

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Rinterro - 1	3.90	3.90	36.25	3.28	-2.80	0.00	6.50
Rinterro - 2	3.90	3.90	36.25	1.50	-2.80	0.00	5.00
Rinterro - 3	3.90	4.90	35.45	1.00	-1.80	0.00	4.00
Rinterro - 4	4.90	4.90	35.45	4.00	-1.80	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume rinterro	Vrin	mc	1527.14
Xbaricentro	Xg rin	m	-6.95
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	6.64

Dati sovraccarico terrapieno

Descrizione	Unità	Valore	
sovraccarico	Q	kN/mq	20.0

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	34509
Momento longitudinale	Myg1	kNm	8113
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0
Peso terreno su fondazione			
Peso rinterro	Fzg2	kN	27488
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-64512
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	20949
Momento longitudinale	Myg3	kNm	82289
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	3951
Carico verticale	Fzg3	kN	2828
Momento longitudinale	Myg3	kNm	15784
Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore Ss			1.20
Fattore St			1.0
Fattore S	S		1.20

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB

Dati e risoluzione della palificata

Valore di ag/g	ag/g	0.073
fattore bm	βm	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.088
Coefficiente sismico verticale	kv	0.044

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si 2 - no	Tip spost	1
--	-----------	---

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ν	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	11.78
peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.084
angolo teta a	θa	deg	4.8
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.318
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.092
angolo teta b	θb	deg	5.2
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.323
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	16304.3
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	15154.6
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	16304.3
altezza di applicazione	H	kN	5.89
Momento longitudinale	MyDP	kNm	96065

Spinte compressive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:	Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)
Spinta del terreno	Es kN 16304
Momento longitudinale	MyEs kNm 96065

Forze inerziali

Sisma longitudinale					
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	5431		
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	26403		
Sisma trasversale					
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	5431		
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	26403		
Sisma verticale					
Forza verticale	FzE.2z	kN	-2715		
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	2470		
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	0		

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni	9.10
Distanza asse appoggi - asse fondazione	1.20

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	5502	0	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	2091	0	0
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	2793	18273	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	2177	23201	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	2793	-18273	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	2177	-23201	0
q3	Frenatura	0	0	0	0
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	148	333	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	201	552	0
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	228	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	0	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	665	1434	0
Ez	Sisma verticale	0	0	623	0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

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

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	5502	0	-6603
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	34509	0	-8113
g2a	Perm. portati - impalcato	0	2091	0	-2509
g2b-sp	Perm.portati - Rinterro	0	27488	0	64512
g3-sp	spinta statiche del terreno	20949	0	0	-82289
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	2793	18274	-3352
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	2177	23201	-2612
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	2793	-18273	-3352
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	2177	-23200	-2612
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	3951	0	2828	0
q3	Frenatura	0	0	0	-15784
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	148	1678	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	201	2379	0
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	228	0	0	-2073
Ex	Sisma longitudinale	0	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	665	0	7487
Ez	Sisma verticale	0	0	623	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	16304	0	0	-96065
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	5431	0	0	-26403
E.2y-sp	Forze inerziali trasversali spalla	0	5431	0	26403
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	0	-2715	0

COMBINAZIONI DI CARICO

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB

Dati e risoluzione della palificata

My	-69117	-69117	-68368	-68368	-69117	-69117	-68368	-68368	-69117	-69117	-68368	-68368	-69117	-69117	-68368	-68368				
	S.L.U.								S.L.V.											
	e3								E.x				E.y				E.z			
Fx	32555	32555	32555	32555	32555	32555	32555	32555	21963	21963	6748	6748	6748	6748	6748	6748				
Fy	181	181	181	181	-180	-180	-180	-180	1829	1829	6096	6096	1829	1829	1829	1829				
Fz	99639	99639	99015	99015	99015	99639	99015	99015	68963	70219	68963	70219	67498	71684	71684	71684				
Mx	20644	20644	25633	25633	-20641	-20641	-25630	-25630	10168	10168	33891	33891	10168	10168	10168	10168				
My	-69117	-69117	-68368	-68368	-69117	-69117	-68368	-68368	-78221	-76290	7507	9438	5255	11690						
	S.L.E.car								q3											
Fx	25128	25128	25128	25128	25128	25128	25128	25128	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140				
Fy	121	121	121	121	-120	-120	-120	-120	121	121	121	121	-201	-201	-120	-120				
Fz	75211	75211	74596	74596	75211	75211	74596	74596	73806	73806	73344	73344	73806	73806	73344	73344				
Mx	19702	19702	24629	24629	-19699	-19699	-24627	-24627	15133	15133	18829	18829	-15131	-15131	-18827	-18827				
My	-56212	-56212	-55473	-55473	-56212	-56212	-55473	-55473	-51428	-51428	-50874	-50874	-51428	-51428	-50874	-50874				
	S.L.E.car								q5											
Fx	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140				
Fy	121	121	121	121	-120	-120	-120	-120	201	201	201	201	-201	-201	-201	-201				
Fz	73806	73806	73344	73344	73806	73806	73344	73344	73806	73806	73344	73344	73806	73806	73344	73344				
Mx	15133	15133	18829	18829	-15131	-15131	-18827	-18827	16085	16085	19780	19780	-16083	-16083	-19779	-19779				
My	-51428	-51428	-50874	-50874	-51428	-51428	-50874	-50874	-51428	-51428	-50874	-50874	-51428	-51428	-50874	-50874				
	S.L.E.car								q1											
Fx	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140				
Fy	121	121	121	121	-120	-120	-120	-120	121	121	121	121	-201	-201	-120	-120				
Fz	73806	73806	73344	73344	73806	73806	73344	73344	73806	73806	73344	73344	73806	73806	73344	73344				
Mx	15133	15133	18829	18829	-15131	-15131	-18827	-18827	16085	16085	19780	19780	-16083	-16083	-19779	-19779				
My	-51428	-51428	-50874	-50874	-51428	-51428	-50874	-50874	-51428	-51428	-50874	-50874	-51428	-51428	-50874	-50874				
	S.L.E.car								S.L.freq											
Fx	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	24140	21177	21177	21177	21177	21177	21177	21177	21177				
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	-29	0	0	0	0				
Fz	73806	73806	73344	73344	73806	73806	73344	73344	69591	69591	69591	69591	69591	69591	69591	69591				
Mx	13706	13706	17401	17401	-13704	-13704	-17400	-17400	1	1	336	-335	1	1	1	1				
My	-51428	-51428	-50874	-50874	-51428	-51428	-50874	-50874	-37076	-37076	-37076	-37076	-37076	-37076	-37076	-37076				

CALCOLO AZIONI SUI PALI

Geometria della palificata

Attenzione: 1° fila sempre posteriore

PALO	Fila	X	Y	Xp	Yp	trav Jxi	long Jyi	trav Yp/SJxi	long Xp/SJyi	Plinto	X	Y
1	1	1.00	18.05	-3.60	18.05	325.62	12.9600	0.005	-0.014		0.00	19.96
2	1	1.00	14.04	-3.60	14.04	196.98	12.9600	0.004	-0.014		9.20	19.96
3	1	1.00	10.03	-3.60	10.03	100.50	12.96	0.003	-0.014		9.20	-19.96
4	1	1.00	6.02	-3.60	6.02	36.18	12.96	0.002	-0.014		0.00	-19.96
5	1	1.00	2.01	-3.60	2.01	4.02	12.96	0.001	-0.014		0.00	19.96
6	1	1.00	-2.01	-3.60	-2.01	4.02	12.96	-0.001	-0.014			
7	1	1.00	-6.02	-3.60	-6.02	36.18	12.96	-0.002	-0.014			
8	1	1.00	-10.03	-3.60	-10.03	100.50	12.96	-0.003	-0.014			
9	1	1.00	-14.04	-3.60	-14.04	196.98	12.96	-0.004	-0.014			
10	1	1.00	-18.05	-3.60	-18.05	325.62	12.96	-0.005	-0.014			
11	2	4.60	18.05	0.00	18.05	325.62	0.00	0.005	0.000			
12	2	4.60	14.04	0.00	14.04	196.98	0.00	0.004	0.000			
13	2	4.60	10.03	0.00	10.03	100.50	0.00	0.003	0.000			
14	2	4.60	6.02	0.00	6.02	36.18	0.00	0.002	0.000			
15	2	4.60	2.01	0.00	2.01	4.02	0.00	0.001	0.000			
16	2	4.60	-2.01	0.00	-2.01	4.02	0.00	-0.001	0.000			
17	2	4.60	-6.02	0.00	-6.02	36.18	0.00	-0.002	0.000			
18	2	4.60	-10.03	0.00	-10.03	100.50	0.00	-0.003	0.000			
19	2	4.60	-14.04	0.00	-14.04	196.98	0.00	-0.004	0.000			
20	2	4.60	-18.05	0.00	-18.05	325.62	0.00	-0.005	0.000			
21	3	8.20	18.05	3.60	18.05	325.62	12.96	0.005	0.014			
22	3	8.20	14.04	3.60	14.04	196.98	12.96	0.004	0.014			
23	3	8.20	10.03	3.60	10.03	100.50	12.96	0.003	0.014			
24	3	8.20	6.02	3.60	6.02	36.18	12.96	0.002	0.014			
25	3	8.20	2.01	3.60	2.01	4.02	12.96	0.001	0.014			
26	3	8.20	-2.01	3.60	-2.01	4.02	12.96	-0.001	0.014			
27	3	8.20	-6.02	3.60	-6.02	36.18	12.96	-0.002	0.014			
28	3	8.20	-10.03	3.60	-10.03	100.50	12.96	-0.003	0.014			
29	3	8.20	-14.04	3.60	-14.04	196.98	12.96	-0.004	0.014			
30	3	8.20	-18.05	3.60	-18.05	325.62	12.96	-0.005	0.014			
30	3					3979.82	259.20					

CARICO ASSIALE

PALO	FILA	S.L.U.								q3							
		q1				q2				q3				q4			
1	1	2456	2456	2473	2473	2213	2213	2169	2169	2455	2455	2467	2467	2268	2268	2235	2235
2	1	2429	2429	2439	2439	2240	2240	2203	2203	2434	2434	2441	2441	2289	2289	2261	2261
3	1	2402	2402	2405	2405	2267	2267	2237	2237	2413	2413	2416	2416	2309	2309	2286	2286
4	1	2375	2375	2372	2372	2294	2294	2270	2270	2393	2393	2390	2390	2330	2330	2312	2312
5	1	2348	2348	2338	2338	2321	2321	2304	2304	2372	2372	2364	2364	2351	2351	2338	2338
6	1	2321	2321	2304	2304	2348	2348	2338	2338	2351	2351	2338	2338	2372	2372	2364	2364
7	1	2294	2294	2270	2270	2375	2375	2372	2372	2330	2330	2312	2312	2393	2393	2390	2390
8	1	2267	2267	2237	2237	2402	2402	2405	2405	2309	2309	2286	2286	2413	2413	2416	2416
9	1	2240	2240	2203	2203	2429	2429	2439	2439	2289	2289	2261	2261	2434	2434	2441	2441
10	1	2213	2213	2169	2169	2456	2456	2473	2473	2268	2268	2235	2235	2455	2455	2467	2467
11	2	3506	3506	3509	3509	3263	3263	3205	3205	3415	3415	3417	3417	3228	3228	3184	3184
12	2	3479	3479	3475	3475	3290	3290	3239	3239	3394	3394	3391	3391	3248	3248	3210	3210
13	2	3452	3452	3441	3441	3317	3317	3273	3273	3373	3373	3365	3365	3269	3269	3236	3236
14	2	3425	3425	3407	3407	3344	3344	3306	3306	3352	3352	3339	3339	3290	3290	3262	3262
15	2	3398	3398	3374	3374	3371	3371	3340	3340	3332	3332	3313	3313	3311	3311	3288	3288
16	2	3371	3371	3340	3340	3398	3398	3374	3374	3311	3311	3288	3288	3332	3332	3313	3313
17	2	3344	3344	3306	3306	3425	3425	3407	3407	3290	3290	3262	3262	3352	3352	3339	3339
18	2	3317	3317	3273	3273	3452	3452	3441	3441	3269	3269	3236	3236	3373	3373	3365	3365
19	2	3290	3290	3239	3239	3479	3479	3475	3475	3248	3248	3210	3210	3394	3394	3391	3391
20	2	3263	3263	3205	3205	3506	3506	3509	3509	3228	32						

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB

Dati e risoluzione della palificata

27	3	3258	3258	3220	3220	3318	3318	3294	3294	3152	3152	3123	3123	3197	3197	3180	3180
28	3	3238	3238	3195	3195	3337	3337	3319	3319	3136	3136	3104	3104	3213	3213	3199	3199
29	3	3218	3218	3170	3170	3357	3357	3344	3344	3121	3121	3085	3085	3228	3228	3218	3218
30	3	3198	3198	3145	3145	3377	3377	3369	3369	3106	3106	3066	3066	3243	3243	3237	3237
Nmax		3377	3377	3369	3369	3377	3377	3369	3369	3243	3243	3237	3237	3243	3243	3237	3237
Nmin		1637	1637	1604	1604	1637	1637	1604	1604	1677	1677	1653	1653	1677	1677	1653	1653
TAGLIO																	
taglio Vx		838	838	838	838	838	838	838	838	805	805	805	805	805	805	805	805
taglio Vy		4	4	4	4	-4	-4	-4	-4	4	4	4	4	-4	-4	-4	-4
V		838	838	838	838	838	838	838	838	805	805	805	805	805	805	805	805

		S.L.E.car															
		q4								q5							
CARICO ASSIALE		PALO															
1	1	1815	1815	1824	1824	1677	1677	1653	1653	1819	1819	1828	1828	1673	1673	1649	1649
2	1	1799	1799	1805	1805	1693	1693	1672	1672	1803	1803	1808	1808	1689	1689	1668	1668
3	1	1784	1784	1786	1786	1708	1708	1691	1691	1786	1786	1788	1788	1705	1705	1688	1688
4	1	1769	1769	1767	1767	1723	1723	1710	1710	1770	1770	1768	1768	1722	1722	1708	1708
5	1	1754	1754	1748	1748	1738	1738	1729	1729	1754	1754	1748	1748	1738	1738	1728	1728
6	1	1738	1738	1729	1729	1754	1754	1748	1748	1738	1738	1728	1728	1754	1754	1748	1748
7	1	1723	1723	1710	1710	1769	1769	1767	1767	1722	1722	1708	1708	1770	1770	1768	1768
8	1	1708	1708	1691	1691	1784	1784	1786	1786	1705	1705	1688	1688	1786	1786	1788	1788
9	1	1693	1693	1672	1672	1799	1799	1805	1805	1689	1689	1668	1668	1803	1803	1808	1808
10	1	1677	1677	1653	1653	1815	1815	1824	1824	1673	1673	1649	1649	1819	1819	1828	1828
11	2	2529	2529	2530	2530	2392	2392	2359	2359	2533	2533	2535	2535	2387	2387	2355	2355
12	2	2514	2514	2511	2511	2407	2407	2378	2378	2517	2517	2515	2515	2403	2403	2375	2375
13	2	2498	2498	2492	2492	2422	2422	2397	2397	2501	2501	2495	2495	2420	2420	2395	2395
14	2	2483	2483	2473	2473	2437	2437	2416	2416	2485	2485	2475	2475	2436	2436	2415	2415
15	2	2468	2468	2454	2454	2453	2453	2435	2435	2468	2468	2455	2455	2452	2452	2435	2435
16	2	2453	2453	2435	2435	2468	2468	2454	2454	2452	2452	2435	2435	2468	2468	2455	2455
17	2	2437	2437	2416	2416	2483	2483	2473	2473	2436	2436	2415	2415	2485	2485	2475	2475
18	2	2422	2422	2397	2397	2498	2498	2492	2492	2420	2420	2395	2395	2501	2501	2495	2495
19	2	2407	2407	2378	2378	2514	2514	2511	2511	2403	2403	2375	2375	2517	2517	2515	2515
20	2	2392	2392	2359	2359	2529	2529	2530	2530	2387	2387	2355	2355	2533	2533	2534	2534
21	3	3243	3243	3237	3237	3106	3106	3066	3066	3247	3247	3241	3241	3102	3102	3062	3062
22	3	3228	3228	3218	3218	3121	3121	3085	3085	3231	3231	3221	3221	3118	3118	3082	3082
23	3	3213	3213	3199	3199	3136	3136	3104	3104	3215	3215	3201	3201	3134	3134	3102	3102
24	3	3197	3197	3180	3180	3152	3152	3123	3123	3199	3199	3181	3181	3150	3150	3121	3121
25	3	3182	3182	3161	3161	3167	3167	3142	3142	3183	3183	3161	3161	3166	3166	3141	3141
26	3	3167	3167	3142	3142	3182	3182	3161	3161	3166	3166	3141	3141	3183	3183	3161	3161
27	3	3152	3152	3123	3123	3197	3197	3180	3180	3150	3150	3121	3121	3199	3199	3181	3181
28	3	3136	3136	3104	3104	3213	3213	3199	3199	3134	3134	3102	3102	3215	3215	3201	3201
29	3	3121	3121	3085	3085	3228	3228	3218	3218	3118	3118	3082	3082	3231	3231	3221	3221
30	3	3106	3106	3066	3066	3243	3243	3237	3237	3102	3102	3062	3062	3247	3247	3241	3241
Nmax		3243	3243	3237	3237	3243	3243	3237	3237	3247	3247	3241	3241	3247	3247	3241	3241
Nmin		1677	1677	1653	1653	1677	1677	1653	1653	1673	1673	1649	1649	1673	1673	1649	1649
TAGLIO																	
taglio Vx		805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805
taglio Vy		4	4	4	4	-4	-4	-4	-4	7	7	7	7	-7	-7	-7	-7
V		805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805	805

		S.L.E.car															
		q7															
CARICO ASSIALE		PALO															
1	1	1815	1815	1824	1824	1677	1677	1653	1653	1819	1819	1828	1828	1673	1673	1649	1649
2	1	1799	1799	1805	1805	1693	1693	1672	1672	1803	1803	1808	1808	1689	1689	1668	1668
3	1	1784	1784	1786	1786	1708	1708	1691	1691	1786	1786	1788	1788	1705	1705	1688	1688
4	1	1769	1769	1767	1767	1723	1723	1710	1710	1770	1770	1768	1768	1722	1722	1708	1708
5	1	1754	1754	1748	1748	1738	1738	1729	1729	1754	1754	1748	1748	1738	1738	1728	1728
6	1	1738	1738	1729	1729	1754	1754	1748	1748	1738	1738	1728	1728	1754	1754	1748	1748
7	1	1723	1723	1710	1710	1769	1769	1767	1767	1722	1722	1708	1708	1770	1770	1768	1768
8	1	1708	1708	1691	1691	1784	1784	1786	1786	1705	1705	1688	1688	1786	1786	1788	1788
9	1	1693	1693	1672	1672	1799	1799	1805	1805	1689	1689	1668	1668	1803	1803	1808	1808
10	1	1677	1677	1653	1653	1815	1815	1824	1824	1673	1673	1649	1649	1819	1819	1828	1828
11	2	2529	2529	2530	2530	2392	2392	2359	2359	2533	2533	2535	2535	2387	2387	2355	2355
12	2	2514	2514	2511	2511	2407	2407	2378	2378	2517	2517	2515	2515	2403	2403	2375	2375
13	2	2498	2498	2492	2492	2422	2422	2397	2397	2501	2501	2495	2495	2420	2420	2395	2395
14	2	2483	2483	2473	2473	2437	2437	2416	2416	2485	2485	2475	2475	2436	2436	2415	2415
15	2	2468	2468	2454	2454	2453	2453	2435	2435	2468	2468	2455	2455	2452	2452	2435	2435
16	2	2453	2453	2435	2435	2468	2468	2454	2454	2452	2452	2435	2435	2468	2468	2455	2455
17	2	2437	2437	2416	2416	2483	2483	2473	2473	2436	2436	2415	2415	2485	2485	2475	2475
18	2	2422	2422	2397	2397	2498	2498	2492	2492	2420	2420	2395	2395	2501	2501	2495	2495
19	2	2407	2407	2378	2378	2514	2514	2511	2511	2403	2403	2375	2375	2517	2517	2515	2515
20	2	2392	2392	2359	2359	2529	2529	2530	2530	2387	2387	2355	2355	2533	2533	2534	2534
21	3	3243	3243	3237	3237	3106	3106	3066	3066	3247	3247	3241	3241	3102	3102	3062	3062
22	3	3228	3228	3218	3218	3121	3121	3085	3085	3231	3231	3221	3221	3118	3118	3082	3082
23	3	3213	3213	3199	3199	3136	3136	3104	3104	3215	3215	3201	3201	3134	3134	3102	3102
24	3	3197	3197	3180	3180	3152	3152	3123	3123	3199	3199	3181	3181	3150	3150	3121	3121
25	3	3182	3182	3161	3161	3167	3167	3142	3142	3183	3183	3161	3161	3166	3166	3141	3141
26	3	3167	3167	3142	3142	3182	3182	3161	3161	3166	3166	3141	3141	3183	3183	3161	3161
27	3	3152	3152	3123	3123	3197	3197	3180	3180	3150	3150	3121	3121	3199	3199	3181	318

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB

Dati e risoluzione della palificata

21	3	3237	3237	3230	3230	3112	3112	3073	3073	2835	2835	2836	2833	2835	2835
22	3	3223	3223	3213	3213	3126	3126	3090	3090	2835	2835	2836	2833	2835	2835
23	3	3209	3209	3195	3195	3140	3140	3108	3108	2835	2835	2835	2834	2835	2835
24	3	3195	3195	3178	3178	3154	3154	3125	3125	2835	2835	2835	2834	2835	2835
25	3	3181	3181	3160	3160	3168	3168	3143	3143	2835	2835	2835	2834	2835	2835
26	3	3168	3168	3143	3143	3181	3181	3160	3160	2835	2835	2834	2835	2835	2835
27	3	3154	3154	3125	3125	3195	3195	3178	3178	2835	2835	2834	2835	2835	2835
28	3	3140	3140	3108	3108	3209	3209	3195	3195	2835	2835	2834	2835	2835	2835
29	3	3126	3126	3090	3090	3223	3223	3213	3213	2835	2835	2833	2836	2835	2835
30	3	3112	3112	3072	3072	3237	3237	3230	3230	2835	2835	2833	2836	2835	2835
Nmax		3237	3237	3230	3230	3237	3237	3230	3230	2835	2835	2836	2836	2835	2835
Nmin		1684	1684	1659	1659	1684	1684	1659	1659	1805	1805	1803	1803	1805	1805
TAGLIO															
taglio Vx		805	805	805	805	805	805	805	805	706	706	706	706	706	706
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0
V		805	805	805	805	805	805	805	805	706	706	706	706	706	706

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI

		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4556	4556	3446	3377	3237	2835
Azione assiale minima	Nmin	1166	2169	1166	1604	1659	1805
Azione trasversale massima	Vmax	1130	1130	735	838	805	706

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	33346
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	210000
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	30000
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	3.98

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI

		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4556	3446	3377	3237
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2169	1166	1604	1659
Momento flettente massimo - 1° gabbia	Mmax_1a	kNm	2249	1463	1668	1602
Momento AMPLIFICATO DEL 20%	Mmax_1a	kNm	2699	1755	2001	1923
Sforzo di taglio massimo - 1° gabbia	Vmax_1a	kN	1130	735	838	805

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	101536	71684
Carico verticale medio agente sui pali	3385	2389

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB
Calcolo e verifica zattera di fondazione

MENSOLA ANTERIORE

Modello di calcolo:

Tirante - puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.00
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	1.50
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	0.00
copriferro	c	m	0.155
larghezza puntone	b	m	3.62
larghezza collaborante	bt	m	3.62
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione caratteristica cls	fck	Mpa	32
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	1.85
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	1.87
fattore lambda (l1 / 0.9d) = arctan ψ	λ1		1.13
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	0.37
fattore lambda (l2 / 0.9d) = arctan ψ	λ2		0.22
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/passio	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	18	26	0.089	9557
secondo strato dal basso	20	18	26	0.155	9557
terzo strato dal basso	20	18	26	0.221	9557
quarto strato dal basso	0	0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.155	28670

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	4555.7	0.0	1129.6	5744.6	14681	7684.4
SLU-SIS	3446.3	0.0	734.6	4225.8	10799	5652.7
				5744.6	14681	7684.4

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	28670	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	11218.8	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		51%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	32131.2	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		24%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

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

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB
Calcolo e verifica zattera di fondazione

SLE-CARATTERISTICA	3377.1	0.0	837.6	4258.6	149	
Tensione massima ammissibile			$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni			c.u.		41%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ_s Mpa
SLE-FREQUENTE	3236.6	0.0	804.7	4083.4	142

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	σ_{slim}	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		73%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ_s Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2834.7	0.0	705.9	3577.4	125

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	σ_{slim}	MPa	155.6	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		80%	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	4.01
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	40
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.8
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA1
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passo	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato dall'alto	10	10	26	0.089	5309
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.155	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.221	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.089	5309

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB
Calcolo e verifica zattera di fondazione

Armatura inferiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passio	φ mm	c m	As mmq
primo strato dal basso	20	5	26	0.089	2655
secondo strato dal basso	20	5	26	0.155	2655
terzo strato dal basso	0	0	26	0.221	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.122	5309

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	270.7	1326	3249.5
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	953.4	4672	11445.4
sommano			5997.9	14694.8

sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	200.5	982	2407.0
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	706.2	3460	8478.0
sommano			4442.9	10885.0

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-2169.3	-3177.8	0.0	0.0	-5347	-9413.5
SLU-STR (MAX)	-2473.6	-3508.5	0.0	0.0	-5982	-10699.7
SLU-SIS (MIN)	-1166.3	-2145.1	0.0	0.0	-3311	-5192.0
SLU-SIS (MAX)	-2625.4	-2494.3	0.0	0.0	-5120	-10987.3

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	651	5281
SLU-STR (MAX)	16	3995
SLU-SIS (MIN)	1131	5693
SLU-SIS (MAX)	-677	-102

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	162	1317
SLU-STR (MAX)	4	996
SLU-SIS (MIN)	282	1420
SLU-SIS (MAX)	169	-25

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	2110	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	5309	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3573	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		40%	OK!

Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	39	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	5309	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-3511	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		1%	OK!

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB
Calcolo e verifica zattera di fondazione

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	200.5	982	2407.0
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	706.2	3460	8478.0
sommano			4442.9	10885.0

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-1604.4	-2355.1	0.0	0.0	-3960	-6963.7
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-1827.9	-2598.2	0.0	0.0	-4426	-7908.4

sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	483	3921
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	17	2977

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	121	978
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	4	742

Tasso di lavoro armature superiori	σ_{sup}	Mpa	107	
Tasso di lavoro armature inferiori	σ_{inf}	Mpa	0	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		30%	OK!
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		0%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	200.5	982	2407.0
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	706.2	3460	8478.0
sommano			4442.9	10885.0

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-1659.3	-2318.2	0.0	0.0	-3978	-7166.9
SLE-FREQUENTE (MAX)	-1817.1	-2523.7	0.0	0.0	-4341	-7843.9

sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	465	3718
SLE-FREQUENTE (MAX)	102	3041

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)	116	927
SLE-FREQUENTE (MAX)	25	758

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB
Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tasso di lavoro armature superiori	σ_{sup}	Mpa	102	
Tasso di lavoro armature inferiori	σ_{inf}	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	194.3
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		52%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	194.3
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		0%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	200.5	982	2407.0
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	706.2	3460	8478.0
sommano			4442.9	10885.0

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-1804.8	-2319.7	0.0	0.0	-4124	-7734.5
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-1804.8	-2319.7	0.0	0.0	-4124	-7734.5

sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	318	3151
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	318	3151

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	79	786
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	79	786

Tasso di lavoro armature superiori	sfsup	Mpa	86	
Tasso di lavoro armature inferiori	sfinf	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	155.6
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		55%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0 (arm.sup)	σ_{lim}	MPa	155.6
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		0%	OK!

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB

Calcolo e Verifica muro frontale

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	1.80
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	F _{zg1}	kN	392
Momento longitudinale	M _{yg1}	kNm	-147
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	F _{xg3}	kN	367
Momento longitudinale	M _{yg3}	kNm	1198
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	F _{xg3}	kN	83
Momento longitudinale	M _{yg3}	kNm	408
Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore S _s			1.20
Fattore S _t			1.00
Fattore S	S		1.20
Valore di ag/g	ag/g		0.073
fattore b _m	β _m		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.088
Coefficiente sismico verticale	kv		0.044

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip_spost	1
---	-----------	---

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ω	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	9.78

peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.084
angolo teta a	θa	deg	4.797
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.318
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.092
angolo teta b	θb	deg	5.234
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.323

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	285.9
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	265.8
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	285.9
altezza di applicazione	H	m	4.9
Momento longitudinale	M _{yDP}	kNm	1398.7

Spinta massima in caso sismico

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

Incremento di spinta del terreno	DP	kN	151
altezza di applicazione	H	m	4.9
Momento longitudinale	M _{yDP}	kNm	738

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:	Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)		
Spinta del terreno	E _s	kN	286
Momento longitudinale	M _{yEs}	kNm	1399

Forze inerziali (q6.2)

Sisma longitudinale			
Forza orizzontale longitudinale	F _{xq6.2x}	kN	34
Momento longitudinale	M _{yq6.2x}	kNm	142

Sisma verticale

Forza verticale	F _{zq6.2z}	kN	-17
Momento longitudinale	M _{yq6.2z}	kNm	6

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + muro frontale	7.10
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.00

		F _x [kN]	F _z [kN]
g1a	Peso proprio impalcato	0	147
g2a	Perm. portati - impalcato	0	56
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0
e2	ritiro	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	75
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	58
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	75
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	58
q3	Frenatura	0	0
q7a	Var. termica positiva	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	6	0
Ex	Sisma longitudinale	0	0
Ez	Sisma verticale	0	17

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE

		F _x [kN]	F _z [kN]	M _y [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	147	0

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB

Calcolo e Verifica muro frontale

g1-sp	Peso proprio spalla	0	392	147
g2a	Perm. portati - impalcato	0	56	0
g3-sp	g3-sp	367	0	-1198
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	75	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	58	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	75	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	58	0
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	83	0	-408
q3	Frenatura	0	0	0
q7a	Var. termica positiva	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	6	0	-43
Ex	Sisma longitudinale	0	0	0
Ez	Sisma verticale	0	17	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	286	0	-1399
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	34	0	-142
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-17	-6

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

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

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

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

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

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB

Calcolo e Verifica muro frontale

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

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

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	q1				q3			
Fx	616	616	616	616	616	616	616	616
Fz	903	903	881	881	903	903	881	881
My	-2022	-2022	-2022	-2022	-2022	-2022	-2022	-2022

	S.L.U.				S.L.V.			
	q7				E.x		E.z	
Fx	588	588	588	588	326	326	102	102
Fz	878	878	861	861	878	878	861	861
My	-1885	-1885	-1885	-1885	-1885	-1885	-1440	-1436

	S.L.E.car				q3			
Fx	457	457	457	457	457	457	457	457
Fz	669	669	653	653	669	669	653	653
My	-1503	-1503	-1503	-1503	-1503	-1503	-1503	-1503

	S.L.E.car			
	q7			
Fx	436	436	436	436
Fz	650	650	638	638
My	-1401	-1401	-1401	-1401

	S.L.E.freq				S.L.E.qp	
Fx	436	436	436	436	373	373
Fz	650	650	638	638	650	638
My	-1401	-1401	-1401	-1401	-1095	-1095

Armatura zona tesa muro frontale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	26	0.091	5309
secondo strato	20	5	26	0.147	2655
Armatura effettivamente disposta			26	0.110	7964

VERIFICHE AGLI SLU

	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	2022
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	1440
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	3397

Armatura effettivamente adottata:

Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	4741
Coefficiente di utilizzo	c.u.		43%

Taglio di calcolo SLU

Taglio di calcolo SLV	VEd_SLU	kN/ml	616
	VEd_SLV	kN/ml	326

VERIFICHE AGLI SLE-CAR

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	124
---------------------------------------	----	-----	-----

Tensione massima ammissibile

coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	σs,max	MPa	360
	c.u.		34%

VERIFICHE AGLI SLE-FR

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	116
---------------------------------------	----	-----	-----

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB
Calcolo e Verifica muro frontale

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	w _{lim}	mm	0.30	w ₂
Tensione limite ammissibile per barre f = 26.0	σ _{lim}	MPa	194	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		60%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-QP

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σ _s	Mpa	90	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	w _{lim}	mm	0.20	w ₁
Tensione limite ammissibile per barre f = 26.0	σ _{lim}	MPa	156	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		58%	OK!

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB
Calcolo e Verifica del muro paraghiaia

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.28
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Effetti dovuti al sovraccarico accidentale

larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	3.18
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	a ₁	m	2.38
larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} alla base	b ₂	m	6.97
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} alla base	a ₂	m	4.27
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} in sommità	sh ₁	kPa	33.8
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} alla base	sh ₂	kPa	8.6
pressione orizzontale dovuta al carico q _{ik} distribuito	sh _d	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	V _{max}	kNm	339.3
Momento alla base complessivo	M _{max}	kNm	599.1

Effetti dovuti al carico Q_{ik} sul paraghiaia

larghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	2.58
larghezza dell'impronta di carico alla base	b ₂	m	9.14
Carico verticale in testa al paraghiaia	Q _{ik}	kN	300
Azione orizzontale in testa al paraghiaia	H	kN	180

Sollecitazioni alla base del paraghiaia

Condizione	N kN	V kN	M kNm
Peso proprio	49.2	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	41.3	45.1
Spinta dovuta al carico Q _{ik}	0.0	48.7	86.0
Carico Q _{ik} sul paraghiaia	32.8	19.7	66.4
Sisma - forze inerziali	0.0	4.3	7.1
Spinta sismica del terreno	0.0	30.8	50.5

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	0.086	3142
secondo strato	0	0	20	0.136	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.086	3142

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Peso proprio	1.00	1.00
Spinta statica del terreno	1.35	0.00
Spinta dovuta al carico Q _{ik}	1.35	0.00
Carico Q _{ik} sul paraghiaia	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Spinta sismica del terreno	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLU-STR	93.5	148.1	266.6
SLU-SIS	49.2	35.1	57.6

Armatura minima richiesta	A _{fs_min}	mmq/ml	1473	
Armatura effettivamente adottata:	A _{fs}	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	M _{R_sup}	kNm/ml	569	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		47%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

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

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB
Calcolo e Verifica del muro paraghiaia

Spinta dovuta al carico Qik	1.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.00
Sisma - forze inerziali	0.00
Spinta sismica del terreno	0.00

Combinazioni SLE-RARA

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-RARA	82.0	109.7	197.5

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **136**

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

VERIFICHE SLE-FREQUENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-FRE		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.75		
Carico Qik sul paraghiaia	0.75		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

Combinazioni SLE-FREQUENTE

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-FRE	73.8	92.6	159.4

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **110**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 σ_{slim} MPa **222**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **49%** **OK!**

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni		
	SLE-QP		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.00		
Carico Qik sul paraghiaia	0.00		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-QP	49.2	41.3	45.1

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **31**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 σ_{slim} MPa **182**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **17%** **OK!**

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	9.45
larghezza muro di risvolto	a	m	4.90
spessore muro di risvolto	s	m	1.00
coefficiente gamma	γ		0.52
spessore pavimentazione	spav	m	0.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	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	72.5
direzione orizzontale	γ	0.500	0.750
coefficiente fac _x	facM _x	0.134	0.082
coefficiente facV _x	facV _x	0.462	0.318
Momento flettente in direzione orizzontale	M _{xmax}	kNm	226.0
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M _{xband}	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V _{xmax}	kN	160.5
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V _{xband}	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _y	facM _y	0.032	0.055
coefficiente facV _y	facV _y	0.483	0.551

Momento flettente in direzione verticale	M _{ymax}	kNm	217.0
Sforzo di taglio in direzione verticale	V _{ymax}	kN	334.3

Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali

larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	2.38
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	a ₁	m	3.09
larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} alla base	b ₂	m	7.84
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} alla base	a ₂	m	8.55
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} in sommità	sh ₁	kPa	34.8
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} alla base	sh ₂	kPa	3.8

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	19.3
direzione orizzontale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _x	facM _x	0.429	0.351
coefficiente facV _x	facV _x	1.114	1.043

Momento flettente in direzione orizzontale	M _{xmax}	kNm	196.0
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M _{xband}	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V _{xmax}	kN	104.9
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V _{xband}	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _x	facM _y	0.105	0.208
coefficiente facV _y	facV _y	0.874	1.129

Momento flettente in direzione verticale	M _{ymax}	kNm	194.3
Sforzo di taglio in direzione verticale	V _{ymax}	kN	162.9

Effetti dovuti al sisma

forza inerziale	q ₁	kN/mq	2.19
incremento di spinta delle terre	q ₂	kN/mq	14.9
pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	17.1
direzione orizzontale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _x	facM _x	0.429	0.351

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB

Calcolo e Verifica dei muri di risvolto

coefficiente facVx facVx 1.114 1.043 1.11

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	173.5
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	92.9
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

direzione verticale γ 0.50 0.75 0.52
 coefficiente facx facMy 0.105 0.208 **0.113**
 coefficiente facVy facVy 0.874 1.129 **0.893**

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	172.0
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	144.2

Riepilogo sollecitazioni sul muro

Condizione	Mx kNm	My kNm	Vx kN	Vy kN
Spinta del terreno	226.0	217.0	160.5	334.3
Spinta sovraccarichi accidentali	196.0	194.3	104.9	162.9
Spinta dovuta al sisma	173.5	172.0	92.9	144.2

Armatura zona tesa - dir. Orizzontale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.072	3142
secondo strato	0	0	20	0.122	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.072	3142

Armatura zona tesa - dir. Verticale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	24	0.094	4524
secondo strato	0	0	24	0.148	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.094	4524

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Spinta del terreno	1.35	1.00
Spinta sovraccarichi accidentali	1.35	0.00
Spinta dovuta al sisma	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	Mx kNm	My kNm	Vx kN	Vy kN
SLU-STR	569.7	555.3	358.2	671.2
SLU-SIS	399.5	389.0	253.3	478.5

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale Afh_min mmq/ml **1743**
 Armatura effettivamente adottata: Afs mmq 3142 **OK!**
 Momento Resistente dir. Orizzontale MR_h kNm/ml **1027**
 Coefficiente di utilizzo c.u. **55%** **OK!**

Armatura minima richiesta in dir. Verticale Afh_min mmq/ml **1740**
 Armatura effettivamente adottata: Afs mmq 4524 **OK!**
 Momento Resistente dir. Verticale MR_v kNm/ml **1443**
 Coefficiente di utilizzo c.u. **38%** **OK!**

VERIFICHE SLE-RARA

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

Combinazioni SLE-RARA

Combinazione	Mx kNm	My kNm
SLE-RARA	422.0	411.3

Tasso di lavoro armature orizzontali σ_{sh} Mpa **161**
 Tasso di lavoro armature verticali σ_{sv} Mpa **112**

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - VI02 - SPALLA SPB

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.		45%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		31%	OK!

VERIFICHE SLE-FREQUENTE


Condizione di carico		fattori parziali per azioni SLE-FRE		
Spinta del terreno			1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali			0.75	
Spinta dovuta al sisma			0.00	
Combinazioni SLE-FREQUENTE		Mx	My	
Combinazione		kNm	kNm	
SLE-FRE		373.0	362.7	
Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	142	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	98	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	σ_{slim}	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		64%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	σ_{slim}	MPa	204	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		48%	OK!

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico		fattori parziali per azioni SLE-QP		
Spinta del terreno			1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali			0.00	
Spinta dovuta al sisma			0.00	
Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE		Mx	My	
Combinazione		kNm	kNm	
SLE-QP		226.0	217.0	
Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	86	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	59	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	σ_{slim}	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		47%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	σ_{slim}	MPa	164	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		36%	OK!

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA - V102 - SPALLA SPB
Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	Zattera - Mensola posteriore	Mfron	Paraghiaia	Mrisv_h	Mrisv_v
Taglio di calcolo	V_{Ed}	kN	282.2	615.9	148.1	358.2	671.2
Dati							
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	40	40	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	32	32	32	32	32
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3
Caratteristiche geometriche sezione							
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	2.00	1.80	0.60	0.60	1.00
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	2.00	1.80	0.60	0.60	1.00
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.089	0.110	0.086	0.072	0.094
altezza utile della sezione	d	m	1.91	1.69	0.51	0.53	0.91
Compressione agente nella sezione							
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio							
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata							
	Asl	mmq	5309	7964	3142	3142	4524
Coefficiente k	k	m	1.32	1.34	1.62	1.62	1.47
vmin	vmin		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00278	0.00471	0.00611	0.00595	0.00499
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	628.7	673.5	269.8	273.3	402.5
			OK	OK	OK	N.V.	N.V.
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio							
<i>Verifica del conglomerato</i>							
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	10395.8	9195.4	2796.2	2872.3	4928.6
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>							
diametro staffe	fsw	mm	24	12	10	12	12
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	283	283
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0	0	0	0	0
coefficiente alpha	α_c		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsld}	kN	1585.8	1052.0	222.2	657.2	1127.8
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	5376.9	4756.0	1446.2	1485.6	2549.2
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	1585.8	1052.0	222.2	657.2	1127.8
			OK	OK	OK	OK	OK
lunghezza minima di ancoraggio armature longitudinali	a1	m	2.15	1.90	0.58	0.59	1.02

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

**19 ALLEGATO 9 –FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO
 PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER
 CARICHI ASSIALI**

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA **OPERA: VIADOTTO VI02** **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)_{media} / ξ3; (Rbc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ3; (Rsc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza laterale caratteristica
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γ _R	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ _b	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γ _s	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ _{st}	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Peso del palo
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:
 Wp(z) = (γ_{cls} - γ_{nat}) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:
 Qb = qb x Ab
 dove:
 Ab: Area della superficie di base del palo
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni coesivi (c<>0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 cu

Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con: α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

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

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

Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci

Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:
 qb = Nq* x σ'v con:
 Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)

In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:
 qbmax1 = Nspt x α_N con:
 α_N = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella

Ghiaie: qb,max = 7500 kPa
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa

Resistenza laterale unitaria
 qs = Ks tanδ σ'v con: Ks assunto pari a 1-sen φ'
 tanδ = tanφ

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):
 qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt per Nspt > 53

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γp	25.00

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σ'v	
Tensione totale in testa palo			54.0
Tensione efficace in testa palo			54.0

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

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	3.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	3.00

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)	6
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	6
coefficiente ξ	1.50

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.) **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	Nspt	ql,max kPa	α _N	Nspt*α _N	qp,max kPa
1	MA	0.0	12.0	C	223		1.00	1.00	223.0	0.0	18.0	100				4000
2	M	12.0	50.0	C	360		1.00	1.00	360.0	0.0	17.6	100				4000
3																
4																
5																
6																

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

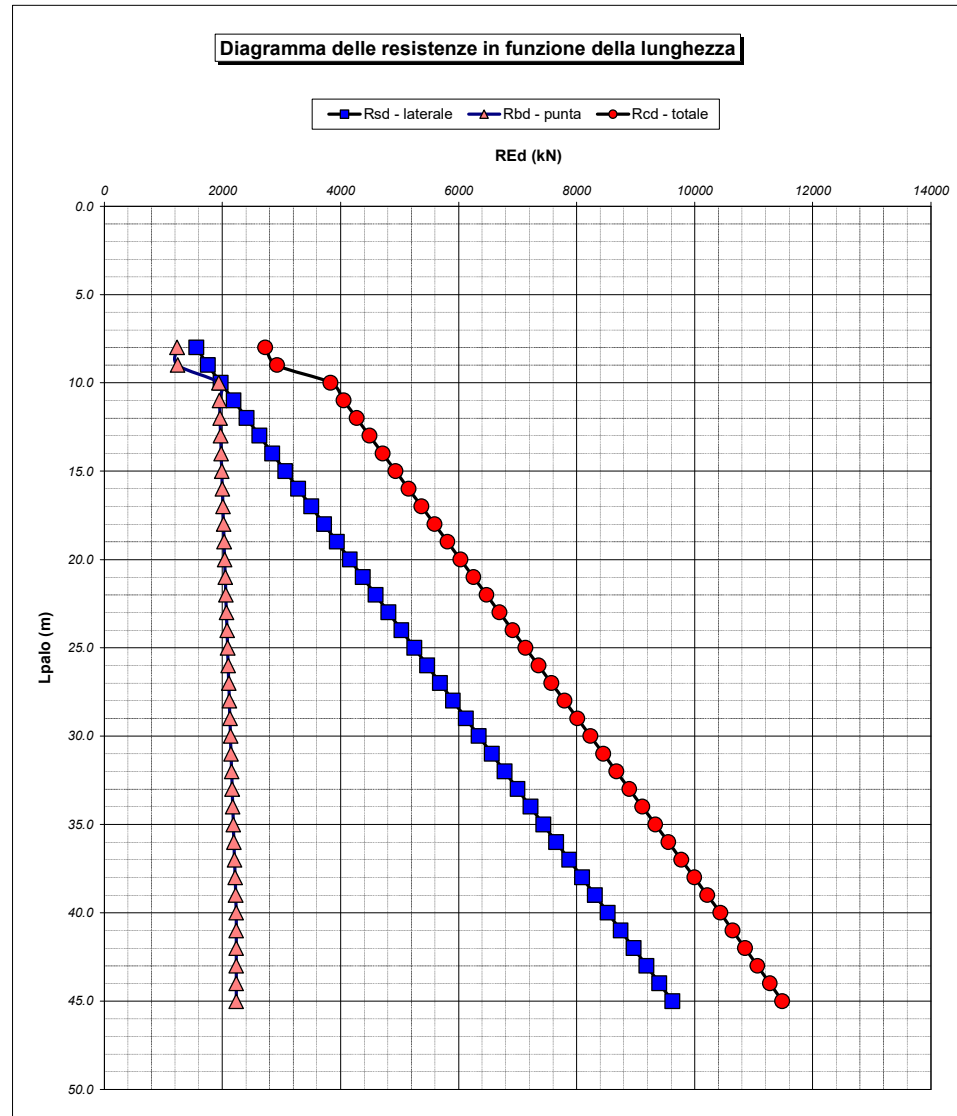
LAVORO: SS554 CAGLIARITANA **OPERA: VIADOTTO VI02** **ALLINEAMENTI:** **SPALLE**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:** **MEDI**

Unità	z m	Lp (m)	cud kPa	ψ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	Ks	σv kPa	σv' kPa	tanδ	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	3.0	0.0			18.0	18.0			54.0	54.0														
1	4.0	1.0	223.0	0.0	18.0	8.2	89.2	1.00	72.0	62.2	0.000	100	89.2	336		2007.0	4000	2079.0	2351	195	1161	8	1348	144
1	5.0	2.0	223.0	0.0	18.0	8.2	89.2	1.00	90.0	70.4	0.000	100	89.2	673		2007.0	4000	2097.0	2372	390	1171	16	1545	289
1	6.0	3.0	223.0	0.0	18.0	8.2	89.2	1.00	108.0	78.6	0.000	100	89.2	1009		2007.0	4000	2115.0	2392	585	1181	24	1742	433
1	7.0	4.0	223.0	0.0	18.0	8.2	89.2	1.00	126.0	86.8	0.000	100	89.2	1345		2007.0	4000	2133.0	2412	780	1191	32	1939	578
1	8.0	5.0	223.0	0.0	18.0	8.2	89.2	1.00	144.0	95.0	0.000	100	89.2	1681		2007.0	4000	2151.0	2433	975	1201	40	2136	722
1	9.0	6.0	223.0	0.0	18.0	8.2	89.2	1.00	162.0	103.1	0.000	100	89.2	2018		2007.0	4000	2169.0	2453	1170	1211	48	2334	866
1	10.0	7.0	223.0	0.0	18.0	8.2	89.2	1.00	180.0	111.3	0.000	100	89.2	2354		2007.0	4000	2187.0	2473	1365	1221	55	2531	1011
1	11.0	8.0	223.0	0.0	18.0	8.2	89.2	1.00	198.0	119.5	0.000	100	89.2	2690		2007.0	4000	2205.0	2494	1560	1232	63	2728	1155
1	12.0	9.0	223.0	0.0	18.0	8.2	89.2	1.00	216.0	127.7	0.000	100	89.2	3026		2007.0	4000	2223.0	2514	1754	1242	71	2925	1299
2	13.0	10.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	233.6	135.5	0.000	100	100.0	3403		3240.0	4000	3473.6	3929	1973	1940	80	3833	1461
2	14.0	11.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	251.2	143.3	0.000	100	100.0	3780		3240.0	4000	3491.2	3948	2192	1950	88	4053	1622
2	15.0	12.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	268.8	151.1	0.000	100	100.0	4157		3240.0	4000	3508.8	3968	2410	1960	96	4273	1783
2	16.0	13.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	286.4	158.9	0.000	100	100.0	4534		3240.0	4000	3526.4	3988	2629	1970	105	4493	1945
2	17.0	14.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	304.0	166.7	0.000	100	100.0	4911		3240.0	4000	3544.0	4008	2847	1979	113	4713	2106
2	18.0	15.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	321.6	174.5	0.000	100	100.0	5288		3240.0	4000	3561.6	4028	3066	1989	121	4933	2267
2	19.0	16.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	339.2	182.2	0.000	100	100.0	5665		3240.0	4000	3579.2	4048	3284	1999	130	5153	2429
2	20.0	17.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	356.8	190.0	0.000	100	100.0	6042		3240.0	4000	3596.8	4068	3503	2009	138	5373	2590
2	21.0	18.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	374.4	197.8	0.000	100	100.0	6419		3240.0	4000	3614.4	4088	3721	2019	147	5593	2752
2	22.0	19.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	392.0	205.6	0.000	100	100.0	6796		3240.0	4000	3632.0	4108	3940	2028	155	5813	2913
2	23.0	20.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	409.6	213.4	0.000	100	100.0	7173		3240.0	4000	3649.6	4128	4158	2038	163	6033	3074
2	24.0	21.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	427.2	221.2	0.000	100	100.0	7550		3240.0	4000	3667.2	4148	4377	2048	172	6253	3236
2	25.0	22.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	444.8	229.0	0.000	100	100.0	7927		3240.0	4000	3684.8	4167	4596	2058	180	6474	3397
2	26.0	23.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	462.4	236.8	0.000	100	100.0	8304		3240.0	4000	3702.4	4187	4814	2068	188	6694	3558
2	27.0	24.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	480.0	244.6	0.000	100	100.0	8681		3240.0	4000	3720.0	4207	5033	2078	197	6914	3720
2	28.0	25.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	497.6	252.4	0.000	100	100.0	9058		3240.0	4000	3737.6	4227	5251	2087	205	7134	3881
2	29.0	26.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	515.2	260.1	0.000	100	100.0	9435		3240.0	4000	3755.2	4247	5470	2097	214	7354	4042
2	30.0	27.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	532.8	267.9	0.000	100	100.0	9812		3240.0	4000	3772.8	4267	5688	2107	222	7574	4204
2	31.0	28.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	550.4	275.7	0.000	100	100.0	10189		3240.0	4000	3790.4	4287	5907	2117	230	7794	4365
2	32.0	29.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	568.0	283.5	0.000	100	100.0	10566		3240.0	4000	3808.0	4307	6125	2127	239	8014	4526
2	33.0	30.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	585.6	291.3	0.000	100	100.0	10943		3240.0	4000	3825.6	4327	6344	2137	247	8234	4688
2	34.0	31.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	603.2	299.1	0.000	100	100.0	11320		3240.0	4000	3843.2	4347	6562	2146	255	8454	4849
2	35.0	32.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	620.8	306.9	0.000	100	100.0	11697		3240.0	4000	3860.8	4366	6781	2156	264	8674	5010
2	36.0	33.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	638.4	314.7	0.000	100	100.0	12074		3240.0	4000	3878.4	4386	7000	2166	272	8894	5172
2	37.0	34.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	656.0	322.5	0.000	100	100.0	12451		3240.0	4000	3896.0	4406	7218	2176	280	9114	5333
2	38.0	35.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	673.6	330.3	0.000	100	100.0	12828		3240.0	4000	3913.6	4426	7437	2186	289	9334	5495
2	39.0	36.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	691.2	338.0	0.000	100	100.0	13205		3240.0	4000	3931.2	4446	7655	2196	297	9554	5656
2	40.0	37.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	708.8	345.8	0.000	100	100.0	13582		3240.0	4000	3948.8	4466	7874	2205	306	9774	5817
2	41.0	38.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	726.4	353.6	0.000	100	100.0	13959		3240.0	4000	3966.4	4486	8092	2215	314	9994	5979
2	42.0	39.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	744.0	361.4	0.000	100	100.0	14336		3240.0	4000	3984.0	4506	8311	2225	322	10214	6140
2	43.0	40.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	761.6	369.2	0.000	100	100.0	14713		3240.0	4000	4000.0	4524	8529	2234	331	10433	6301
2	44.0	41.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	779.2	377.0	0.000	100	100.0	15090		3240.0	4000	4000.0	4524	8748	2234	339	10643	6463
2	45.0	42.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	796.8	384.8	0.000	100	100.0	15467		3240.0	4000	4000.0	4524	8966	2234	347	10853	6624
2	46.0	43.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	814.4	392.6	0.000	100	100.0	15844		3240.0	4000	4000.0	4524	9185	2234	356	11063	6785
2	47.0	44.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	832.0	400.4	0.000	100	100.0	16221		3240.0	4000	4000.0	4524	9404	2234	364	11273	6947
2	48.0	45.0	360.0	0.0	17.6	7.8	144.0	1.00	849.6	408.2	0.000	100	100.0	16598		3240.0	4000	4000.0	4524	9622	2234	373	11484	7108

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

OPERA: VIADOTTO VI02

ALLINEAMENTI: SPALLE
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Fcd (kN)	c.u.c	Rtd (kN)	Ftd (kN)	c.u.t
SPA	18.0	3721	2019	5593	4298	77%	2752	0	0%
SPB	18.0	3721	2019	5593	4556	81%	2752	0	0%
MA H10	12.0	2410	1960	4273	3256	76%	1783	0	0%

RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$$

in cui:

n_{pali}:

η

R_{cd}

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

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

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

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

nella quale:

i

d

m

n

interasse tra i pali
 diametro dei pali
 numero di file
 numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	n _{pali}	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPA	1.20	3.60	33	3	11	0.68	125007	104019	83%
SPB	1.20	3.60	30	3	10	0.68	113955	101536	89%
MA H10	1.20	3.60	8	2	4	0.74	25434	18428	72%

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA **OPERA: VIADOTTO VI02** **ALLINEAMENTI: SPALLE**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:
Rcd = Rbd + Rsd - Wp
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:
Rtd = 0.7 Rsd + Wp
 in cui:
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto
 Rbk = Min [(Rbc,cal)_{media} / ξ3; (Rbc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ3; (Rsc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza laterale caratteristica
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γ _R	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ _b	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γ _s	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ _{st}	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Peso del palo
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:
 Wp(Z) = (γ_{cls} - γ_{nat}) Ap ΔZ

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:
 Qb = qb x Ab
 dove:
 Ab: Area della superficie di base del palo
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni coesivi (c<>0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 cu

Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con: α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

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

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

Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci

Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:
 qb = Nq* x σ'v con:
 Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)

In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:
 qbmax1 = Nspt x α_N con:
 α_N = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella

Ghiaie: qb,max = 7500 kPa
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa

Resistenza laterale unitaria
 qs = Ks tanδ σ'v con: Ks assunto pari a 1-sen φ'
 tanδ = tanφ

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):
 qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt per Nspt > 53

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γp	25.00

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σ'v	
Tensione totale in testa palo			47.7
Tensione efficace in testa palo			47.7

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

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	3.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	3.00

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

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

	MINIMI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	6
coefficiente ξ	1.34

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.) **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	Nspt	ql,max kPa	α _N	Nspt*α _N	qp,max kPa
1	MA	0	12.0	C	191.0		1.00	1.00	191.0	0.0	15.9		100			4000
2	M	12.0	50.0	C	294.0		1.00	1.00	294.0	0.0	15.9		100			4000
3																
4																
5																
6																

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

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA **OPERA: VIADOTTO VI02** **ALLINEAMENTI:** **SPALLE**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:** **MINIMI**

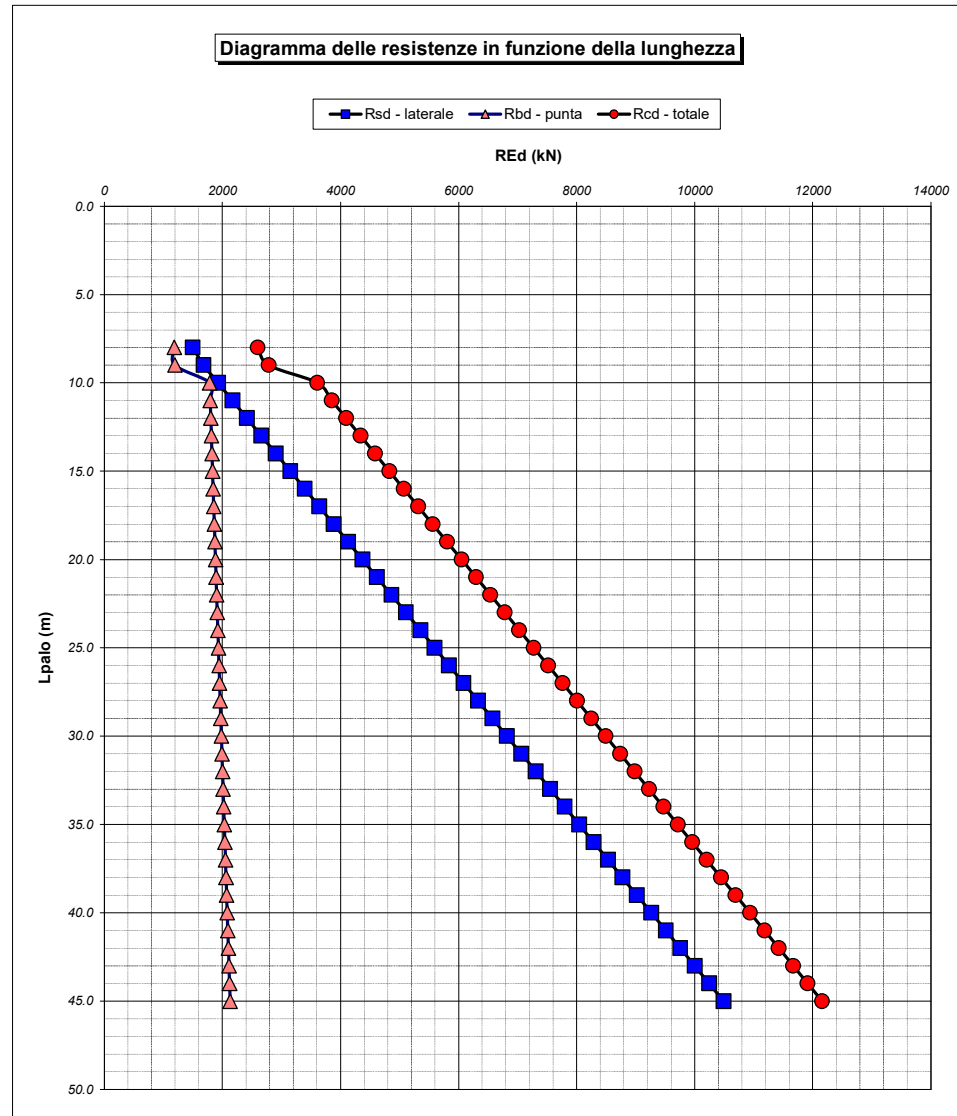
Unità	z m	Lp (m)	cud kPa	ψ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	Ks	σv kPa	σv' kPa	tanδ	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq'	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
1	3.0	0.0			15.9	15.9			47.7	47.7														
1	4.0	1.0	191.0	0.0	15.9	6.1	76.4	1.00	63.6	53.8	0.000	100	76.4	288		1719.0	4000	1782.6	2016	187	1114	10	1291	141
1	5.0	2.0	191.0	0.0	15.9	6.1	76.4	1.00	79.5	59.9	0.000	100	76.4	576		1719.0	4000	1798.5	2034	374	1124	21	1478	282
1	6.0	3.0	191.0	0.0	15.9	6.1	76.4	1.00	95.4	66.0	0.000	100	76.4	864		1719.0	4000	1814.4	2052	561	1134	31	1664	423
1	7.0	4.0	191.0	0.0	15.9	6.1	76.4	1.00	111.3	72.1	0.000	100	76.4	1152		1719.0	4000	1830.3	2070	748	1144	41	1851	565
1	8.0	5.0	191.0	0.0	15.9	6.1	76.4	1.00	127.2	78.2	0.000	100	76.4	1440		1719.0	4000	1846.2	2088	935	1154	51	2037	706
1	9.0	6.0	191.0	0.0	15.9	6.1	76.4	1.00	143.1	84.2	0.000	100	76.4	1728		1719.0	4000	1862.1	2106	1121	1164	62	2224	847
1	10.0	7.0	191.0	0.0	15.9	6.1	76.4	1.00	159.0	90.3	0.000	100	76.4	2016		1719.0	4000	1878.0	2124	1308	1174	72	2410	988
1	11.0	8.0	191.0	0.0	15.9	6.1	76.4	1.00	174.9	96.4	0.000	100	76.4	2304		1719.0	4000	1893.9	2142	1495	1184	82	2597	1129
1	12.0	9.0	191.0	0.0	15.9	6.1	76.4	1.00	190.8	102.5	0.000	100	76.4	2592		1719.0	4000	1909.8	2160	1682	1194	93	2784	1270
2	13.0	10.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	206.7	108.6	0.000	100	100.0	2969		2646.0	4000	2852.7	3226	1927	1783	103	3607	1452
2	14.0	11.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	222.6	114.7	0.000	100	100.0	3346		2646.0	4000	2868.6	3244	2171	1793	113	3852	1633
2	15.0	12.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	238.5	120.8	0.000	100	100.0	3723		2646.0	4000	2884.5	3262	2416	1803	124	4096	1815
2	16.0	13.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	254.4	126.9	0.000	100	100.0	4100		2646.0	4000	2900.4	3280	2661	1813	134	4340	1996
2	17.0	14.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	270.3	133.0	0.000	100	100.0	4477		2646.0	4000	2916.3	3298	2905	1823	144	4585	2178
2	18.0	15.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	286.2	139.1	0.000	100	100.0	4854		2646.0	4000	2932.2	3316	3150	1833	154	4829	2359
2	19.0	16.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	302.1	145.1	0.000	100	100.0	5231		2646.0	4000	2948.1	3334	3395	1843	165	5073	2541
2	20.0	17.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	318.0	151.2	0.000	100	100.0	5608		2646.0	4000	2964.0	3352	3639	1853	175	5317	2722
2	21.0	18.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	333.9	157.3	0.000	100	100.0	5985		2646.0	4000	2979.9	3370	3884	1863	185	5562	2904
2	22.0	19.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	349.8	163.4	0.000	100	100.0	6362		2646.0	4000	2995.8	3388	4129	1873	196	5806	3086
2	23.0	20.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	365.7	169.5	0.000	100	100.0	6739		2646.0	4000	3011.7	3406	4373	1883	206	6050	3267
2	24.0	21.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	381.6	175.6	0.000	100	100.0	7116		2646.0	4000	3027.6	3424	4618	1893	216	6295	3449
2	25.0	22.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	397.5	181.7	0.000	100	100.0	7493		2646.0	4000	3043.5	3442	4862	1903	226	6539	3630
2	26.0	23.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	413.4	187.8	0.000	100	100.0	7870		2646.0	4000	3059.4	3460	5107	1913	237	6783	3812
2	27.0	24.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	429.3	193.9	0.000	100	100.0	8247		2646.0	4000	3075.3	3478	5352	1923	247	7027	3993
2	28.0	25.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	445.2	200.0	0.000	100	100.0	8624		2646.0	4000	3091.2	3496	5596	1933	257	7272	4175
2	29.0	26.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	461.1	206.0	0.000	100	100.0	9001		2646.0	4000	3107.1	3514	5841	1943	268	7516	4356
2	30.0	27.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	477.0	212.1	0.000	100	100.0	9378		2646.0	4000	3123.0	3532	6086	1952	278	7760	4538
2	31.0	28.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	492.9	218.2	0.000	100	100.0	9755		2646.0	4000	3138.9	3550	6330	1962	288	8005	4719
2	32.0	29.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	508.8	224.3	0.000	100	100.0	10132		2646.0	4000	3154.8	3568	6575	1972	298	8249	4901
2	33.0	30.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	524.7	230.4	0.000	100	100.0	10509		2646.0	4000	3170.7	3586	6820	1982	309	8493	5082
2	34.0	31.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	540.6	236.5	0.000	100	100.0	10886		2646.0	4000	3186.6	3604	7064	1992	319	8737	5264
2	35.0	32.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	556.5	242.6	0.000	100	100.0	11263		2646.0	4000	3202.5	3622	7309	2002	329	8982	5446
2	36.0	33.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	572.4	248.7	0.000	100	100.0	11640		2646.0	4000	3218.4	3640	7554	2012	340	9226	5627
2	37.0	34.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	588.3	254.8	0.000	100	100.0	12017		2646.0	4000	3234.3	3658	7798	2022	350	9470	5809
2	38.0	35.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	604.2	260.9	0.000	100	100.0	12394		2646.0	4000	3250.2	3676	8043	2032	360	9715	5990
2	39.0	36.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	620.1	266.9	0.000	100	100.0	12771		2646.0	4000	3266.1	3694	8287	2042	371	9959	6172
2	40.0	37.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	636.0	273.0	0.000	100	100.0	13148		2646.0	4000	3282.0	3712	8532	2052	381	10203	6353
2	41.0	38.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	651.9	279.1	0.000	100	100.0	13525		2646.0	4000	3297.9	3730	8777	2062	391	10447	6535
2	42.0	39.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	667.8	285.2	0.000	100	100.0	13902		2646.0	4000	3313.8	3748	9021	2072	401	10692	6716
2	43.0	40.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	683.7	291.3	0.000	100	100.0	14279		2646.0	4000	3329.7	3766	9266	2082	412	10936	6898
2	44.0	41.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	699.6	297.4	0.000	100	100.0	14656		2646.0	4000	3345.6	3784	9511	2092	422	11180	7079
2	45.0	42.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	715.5	303.5	0.000	100	100.0	15033		2646.0	4000	3361.5	3802	9755	2102	432	11425	7261
2	46.0	43.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	731.4	309.6	0.000	100	100.0	15410		2646.0	4000	3377.4	3820	10000	2112	443	11669	7442
2	47.0	44.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	747.3	315.7	0.000	100	100.0	15787		2646.0	4000	3393.3	3838	10245	2121	453	11913	7624
2	48.0	45.0	294.0	0.0	15.9	6.1	117.6	1.00	763.2	321.8	0.000	100	100.0	16164		2646.0	4000	3409.2	3856	10489	2131	463	12157	7806

LAVORO: SS554 CAGLIARITANA
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

OPERA: VIADOTTO VI02

ALLINEAMENTI:
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

SPALLE
 MINIMI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Fcd (kN)	c.u.c	Rtd (kN)	Ftd (kN)	c.u.t
SPA	18.0	3884	1863	5562	4298	77%	2904	0	0%
SPB	18.0	3884	1863	5562	4556	82%	2904	0	0%
MA H10	12.0	2416	1803	4096	3256	79%	1815	0	0%

RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA


La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo $R_{cd,gr}$ viene determinata in base alla seguente espressione:
 $R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$
 in cui:
 n_{pali} :
 η
 R_{cd} è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata η (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:

nella quale:
 i interasse tra i pali
 d diametro dei pali
 m numero di file
 n numero massimo di pali in ciascuna fila

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

RESISTENZA DELLA PALIFICATA									
ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
SPA	1.20	3.60	33	3	11	0.68	124296	104019	84%
SPB	1.20	3.60	30	3	10	0.68	113307	101536	90%
MA H10	1.20	3.60	8	2	4	0.74	24378	18428	76%

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 (ex SS125 "Orientale Sarda" - Connessione tra la SS554 e la nuova SS554)		
CA352	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI02 – Viadotto su SP15</i>	

**20 ALLEGATO 10 –FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO
 PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER
 CARICHI TRASVERSALI**

LAVORO: SS554
RESISTENZA DI UN PALO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI

OPERA: VI02
ALLINEAMENTI: SPALLE

Il valore di progetto Rod della Resistenza di pali soggetti a carichi trasversali **Rtr,d** è pari a:

$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$ Resistenza ai carichi trasversali di progetto
 $R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$ Resistenza ai carichi trasversali caratteristica
 $R_{tr,cal} = H_{lim}$ Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

Il coefficiente parziale γ_T per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3) γ_T 1.30

La resistenza ai carichi trasversali di calcolo è valutata in accordo a Broms (1984):

Terreni coesivi:
 palo corto: $H_{lim} = 9 cu D (L - 1.5 D)$
 palo intermedio: $H_{lim} = -9 cu D^2 (L/D + 1.5) + 9 cu D^2 (2 (L/D)^2 + 4/9 My / (cu D^3) + 4.5)^{0.5}$
 palo lungo: $H_{lim} = -13.5 cu D^2 + cu D^2 (182.25 + 36 My / (cu D^3))^{0.5}$

Terreni incoerenti:
 palo corto: $H_{lim} = 1.5 L^2 Kp \gamma' D$
 palo intermedio: $H_{lim} = 0.5 L^2 Kp \gamma' D + My / L$
 palo lungo: $H_{lim} = Kp \gamma' D^3 ((3.681 My / (Kp \gamma' D^4))^{1/3})$

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

Diametro del palo	D	m	1.20
Lunghezza minima del palo	L	m	12.00

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	6
coefficiente ξ_3	1.50
coefficiente ξ_4	1.34

PARAMETRI GEOTECNICI

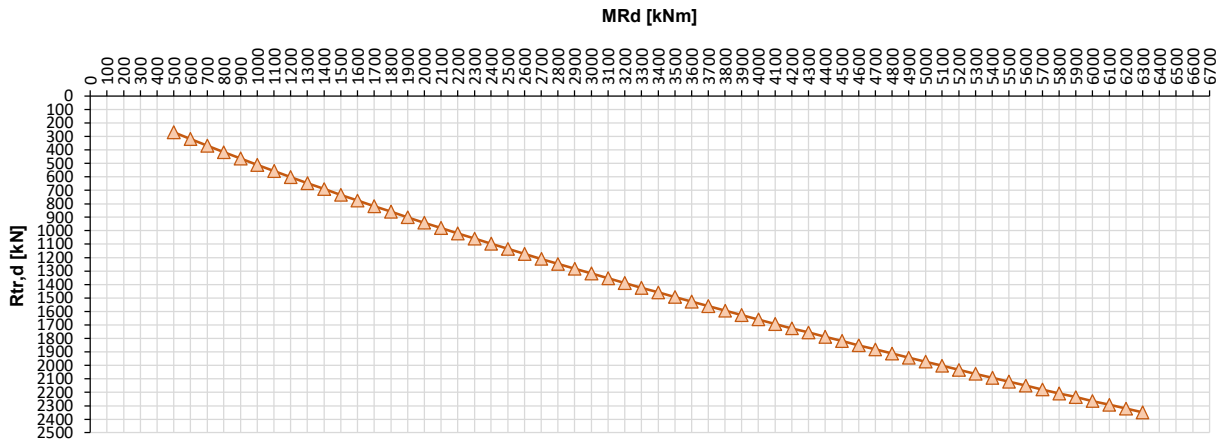
DESCRIZIONE	TERRENI COESIVI		TERRENI INCOERENTI					
	cu,med kPa	cu,min kPa	γ',med kN/m ³	ϕ',med deg	kp,med	γ',min kN/m ³	ϕ',min deg	kp,min
MA	223.0	191.0			1.00			1.00

* Per terreni incoerenti impostare cu,med = cu,min = ""

My=MRd (kNm)	PARAMETRI MEDI					PARAMETRI MINIMI					
	palo corto	palo intermedio	palo lungo			palo corto	palo intermedio	palo lungo			
	H _{lim1,med} (kN)	H _{lim2,med} (kN)	H _{lim3,med} (kN)	H _{lim} (kN)	Rtr,d _{med} (kN)	H _{lim1,min} (kN)	H _{lim2,min} (kN)	H _{lim3,min} (kN)	H _{lim} (kN)	Rtr,d _{min} (kN)	Rtr,d (kN)
500	24566	8151	524	524	269	21041	6990	519	519	298	269
600	24566	8163	622	622	319	21041	7002	616	616	353	319
700	24566	8175	718	718	368	21041	7013	710	710	408	368
800	24566	8186	813	813	417	21041	7025	802	802	461	417
900	24566	8198	905	905	464	21041	7037	893	893	512	464
1000	24566	8210	997	997	511	21041	7048	981	981	563	511
1100	24566	8221	1086	1086	557	21041	7060	1068	1068	613	557
1200	24566	8233	1174	1174	602	21041	7071	1154	1154	662	602
1300	24566	8244	1261	1261	647	21041	7083	1238	1238	711	647
1400	24566	8256	1346	1346	690	21041	7095	1321	1321	758	690
1500	24566	8268	1431	1431	734	21041	7106	1402	1402	805	734
1600	24566	8279	1514	1514	776	21041	7118	1482	1482	851	776
1700	24566	8291	1595	1595	818	21041	7129	1561	1561	896	818
1800	24566	8302	1676	1676	859	21041	7141	1638	1638	941	859
1900	24566	8314	1756	1756	900	21041	7153	1715	1715	985	900
2000	24566	8326	1834	1834	941	21041	7164	1791	1791	1028	941
2100	24566	8337	1912	1912	980	21041	7176	1865	1865	1071	980
2200	24566	8349	1988	1988	1020	21041	7187	1938	1938	1113	1020
2300	24566	8360	2064	2064	1059	21041	7199	2011	2011	1154	1059
2400	24566	8372	2139	2139	1097	21041	7210	2083	2083	1196	1097
2500	24566	8384	2213	2213	1135	21041	7222	2153	2153	1236	1135
2600	24566	8395	2286	2286	1172	21041	7234	2223	2223	1276	1172
2700	24566	8407	2358	2358	1209	21041	7245	2292	2292	1316	1209
2800	24566	8418	2430	2430	1246	21041	7257	2361	2361	1355	1246
2900	24566	8430	2501	2501	1282	21041	7268	2428	2428	1394	1282
3000	24566	8441	2571	2571	1318	21041	7280	2495	2495	1432	1318
3100	24566	8453	2640	2640	1354	21041	7291	2561	2561	1470	1354
3200	24566	8465	2709	2709	1389	21041	7303	2627	2627	1508	1389
3300	24566	8476	2777	2777	1424	21041	7314	2691	2691	1545	1424

LAVORO: SS554					OPERA: VI02						
RESISTENZA DI UN PALO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI					ALLINEAMENTI: SPALLE						
3400	24566	8488	2845	2845	1459	21041	7326	2755	2755	1582	1459
3500	24566	8499	2911	2911	1493	21041	7337	2819	2819	1618	1493
3600	24566	8511	2977	2977	1527	21041	7349	2882	2882	1654	1527
3700	24566	8522	3043	3043	1561	21041	7361	2944	2944	1690	1561
3800	24566	8534	3108	3108	1594	21041	7372	3006	3006	1725	1594
3900	24566	8545	3172	3172	1627	21041	7384	3067	3067	1761	1627
4000	24566	8557	3236	3236	1660	21041	7395	3127	3127	1795	1660
4100	24566	8568	3300	3300	1692	21041	7407	3187	3187	1830	1692
4200	24566	8580	3363	3363	1724	21041	7418	3247	3247	1864	1724
4300	24566	8591	3425	3425	1756	21041	7430	3306	3306	1898	1756
4400	24566	8603	3487	3487	1788	21041	7441	3365	3365	1931	1788
4500	24566	8614	3548	3548	1820	21041	7453	3423	3423	1965	1820
4600	24566	8626	3609	3609	1851	21041	7464	3480	3480	1998	1851
4700	24566	8637	3669	3669	1882	21041	7475	3537	3537	2031	1882
4800	24566	8649	3729	3729	1912	21041	7487	3594	3594	2063	1912
4900	24566	8660	3789	3789	1943	21041	7498	3650	3650	2095	1943
5000	24566	8672	3848	3848	1973	21041	7510	3706	3706	2127	1973
5100	24566	8683	3907	3907	2003	21041	7521	3761	3761	2159	2003
5200	24566	8695	3965	3965	2033	21041	7533	3816	3816	2191	2033
5300	24566	8706	4023	4023	2063	21041	7544	3871	3871	2222	2063
5400	24566	8718	4080	4080	2092	21041	7556	3925	3925	2253	2092
5500	24566	8729	4137	4137	2122	21041	7567	3979	3979	2284	2122
5600	24566	8741	4194	4194	2151	21041	7579	4032	4032	2315	2151
5700	24566	8752	4250	4250	2180	21041	7590	4086	4086	2345	2180
5800	24566	8764	4306	4306	2208	21041	7602	4138	4138	2376	2208
5900	24566	8775	4362	4362	2237	21041	7613	4191	4191	2406	2237
6000	24566	8787	4417	4417	2265	21041	7624	4243	4243	2436	2265
6100	24566	8798	4472	4472	2293	21041	7636	4294	4294	2465	2293
6200	24566	8810	4526	4526	2321	21041	7647	4346	4346	2495	2321
6300	24566	8821	4580	4580	2349	21041	7659	4397	4397	2524	2349

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
SPA	6341.0	2349	1086.0	46%	6568.3	2349	33.0	80%	62010	35838.0	58%
SPB	6392.0	2349	1130.0	48%	6615.0	2349	30.0	80%	56373	33900.0	60%
MA H10	2598.0	1135	771.0	68%	2958.0	1282	8.0	80%	8208	6168.0	75%