

Nuova S.S.125/133bis "Olbia-Palau"
Tratta Arzachena Nord – Palau,
Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 – 1° stralcio, fino a Palau.

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA366

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

RESPONSABILI D'AREA:

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

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

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:

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

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma A15138)

RESPONSABILE SIA:

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

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Francesco Ruggieri

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:



OPERE D'ARTE MAGGIORI

VIADOTTI E PONTI

VI06

Relazione tecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA366_P00VI06STRRE01_A			
DPCA0366	D 22	CODICE ELAB.	P00VI06STRRE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	FEB 2024	L. STARNA	G.PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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.....	8
1.4	CONSIDERAZIONI SULLE METODOLOGIE COSTRUTTIVE.....	9
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI	11
3	NORME TECNICHE	11
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO	12
4.1	CALCESTRUZZI	12
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	12
4.1.2	<i>Copriferri nominali</i>	13
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i>	15
4.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i>	17
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE	19
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	19
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	20
4.3	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	20
4.3.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	20
4.3.2	<i>Resistenze di progetto</i>	21
4.4	CONNETTORI A PIOLO TIPO NELSON	21
4.4.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	21
4.4.2	<i>Resistenze di progetto</i>	21
4.5	GIUNZIONI BULLONATE	21
4.5.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	21

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

4.5.2	<i>Resistenze di progetto</i>	22
4.6	GIUNZIONI SALDATE	22
5	AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO	23
5.1	ELENCO DELLE AZIONI SUI PONTI STRADALI.....	23
5.2	ANALISI DEI CARICHI	23
5.2.1	<i>Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1</i>	24
5.2.2	<i>Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2</i>	25
5.2.3	<i>Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3</i>	25
5.2.4	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ε_2 e ε_3</i>	26
5.2.5	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – ε_4</i>	28
5.2.6	<i>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1</i>	28
5.2.7	<i>Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3</i>	32
5.2.8	<i>Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4</i>	32
5.2.9	<i>Azioni di Neve e di Vento – q5</i>	32
5.2.10	<i>Azioni della temperatura – q7</i>	35
5.2.11	<i>Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8</i>	39
5.2.12	<i>Resistenze parassite dei vincoli – q9</i>	41
5.2.13	<i>Azioni sismiche – E</i>	41
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	45
5.3.1	<i>Combinazioni di carico in esercizio</i>	45
5.3.2	<i>Combinazioni di carico in fase sismica</i>	49
6	ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO.....	50
6.1	CRITERI DI CALCOLO	50
6.1.1	<i>Analisi globale</i>	50
6.1.2	<i>Analisi locali</i>	52
6.2	ANALISI STATICA GLOBALE	52
6.2.1	<i>Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi</i>	53
6.2.2	<i>Applicazione dei carichi al modello</i>	53
6.2.3	<i>Sollecitazioni di progetto</i>	54
6.3	VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI.....	65

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

6.3.1	<i>Verifiche di resistenza SLU</i>	65
6.3.2	<i>Verifiche SLE “a respiro” delle anime</i>	74
6.3.3	<i>Verifiche agli SLE-RARA delle travi principali</i>	75
6.3.4	<i>Verifiche a fatica</i>	78
6.3.5	<i>Verifiche SLU delle saldature longitudinali</i>	85
6.3.6	<i>Verifiche delle connessioni a pioli.....</i>	86
6.4	VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITÀ DELLA STRUTTURA	88
6.5	VERIFICHE DEI TRASVERSI	89
6.5.1	<i>Verifiche dei trasversi di campata.....</i>	89
6.5.2	<i>Verifiche dei trasversi di appoggio.....</i>	91
6.6	VERIFICHE LOCALI DEI TRASVERSI SPALLA	94
6.6.1	<i>Analisi dei carichi direttamente trasmessi dalla soletta.....</i>	94
6.6.2	<i>Combinazioni di Carico.....</i>	97
6.6.3	<i>Analisi del trasverso di spalla</i>	97
6.6.4	<i>Verifiche di resistenza SLU</i>	102
6.6.5	<i>Verifiche SLU delle connessioni a pioli</i>	104
6.7	VERIFICA DELLA SOLETTA IN C.A.	104
6.7.1	<i>Verifica delle predalles in fase di autoportanza.....</i>	105
6.7.1	<i>Verifiche della soletta in esercizio (2° fase).....</i>	112
7	VERIFICHE SPALLE	144
7.1	ANALISI DELLA PALIFICATA.....	144
7.2	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE MICROPALI DI FONDAZIONE	145
7.3	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI MICROPALI DI FONDAZIONE	146
7.3.1	<i>Verifiche a pressoflessione e taglio.....</i>	146
7.3.2	<i>Verifiche dei maniglioni di ancoraggio in testa ai micropali.....</i>	150
7.4	DIMENSIONAMENTO DELLE SINGOLE MEMBRATURE DELLE SPALLE.....	151
7.4.1	<i>Zattera di fondazione.....</i>	151
7.4.2	<i>Mensola posteriore</i>	151
7.4.3	<i>Muro frontale.....</i>	152
7.4.4	<i>Paraghiaia.....</i>	152

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

7.4.5	<i>Muri di risvolto</i>	153
7.4.6	<i>Muri andatori</i>	154
7.4.7	<i>Verifiche di resistenza a taglio</i>	154
8	APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE	155
8.1	CARICHI VERTICALI TRASMESSI DALL'IMPALCATO	155
8.2	CARICHI ORIZZONTALI TRASMESSI DALL'IMPALCATO	156
8.3	CALCOLO DEGLI SCORRIMENTI DI PROGETTO	158
8.4	GIUNTI DI DILATAZIONE	159
9	VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU MICROPALI	160
9.1	CRITERI DI CALCOLO	160
9.1.1	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione</i>	161
9.1.2	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione</i>	165
9.1.3	<i>Verifiche SLU di collasso per sfilamento del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione</i>	166
9.1.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico trasversale</i>	166
9.1.5	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale</i> 172	
9.2	APPLICAZIONE AL CASO IN ESAME	175
9.2.1	<i>Caratteristiche delle opere di fondazione su micropali</i>	175
9.2.2	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento)</i>	176
9.2.3	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico trasversale</i>	176
9.2.4	<i>Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata</i>	177
10	DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)	178
10.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	178
10.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	178
10.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	178
10.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	178

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i>	

10.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	178
10.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	179
11	ALLEGATO 1 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI ANALISI.....	180
12	ALLEGATO 2 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI VERIFICA	181
13	ALLEGATO 3 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU	182
14	ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI	183
15	ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE LONGITUDINALI DELLE TRAVI PRINCIPALI	184
16	ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI 185	
17	ALLEGATO 7 – TRAVERSI DI CAMPATA DI	186
18	ALLEGATO 8 – TRAVERSI DI APPOGGIO – SPALLA.....	187
19	ALLEGATO 9 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – CARATTERISTICHE GEOMETRICO INERZIALI IN FASE DI ANALISI.....	188
20	ALLEGATO 10 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – CARATTERISTICHE GEOMETRICO INERZIALI IN FASE DI VERIFICA.....	189
21	ALLEGATO 11 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU	190
22	ALLEGATO 12 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – VERIFICHE SLU	191
23	ALLEGATO 13– ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI.....	192
24	ALLEGATO 14 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPA	193
25	ALLEGATO 15 – FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO PER CARICHI ASSIALI.....	194
26	ALLEGATO 16 – FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI.....	195

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del Viadotto "VI06 – Viadotto Maltineddu" che si sviluppa dalla progressiva km 3+595.0 alla progressiva km 3+635, della Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.

Il viadotto, è composto da 1 campata per una lunghezza complessiva pari a 40 m misurata in asse appoggi spalle.

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

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

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

1.2.1 Vita Nominale V_N

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

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

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

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

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

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

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

1.2.2 Classi d'Uso

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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

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

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

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

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

1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèddu</i>	

1.3 Descrizione delle opere

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa **in curva (R=270 m)**.

La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a **12.00 m**; la piattaforma stradale ha larghezza pari a **10.50 m** ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza **0.75 m** in sx e dx.

L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da **due** travi metalliche principali di altezza pari a **2.30 m**.

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

L'interasse trasversale tra le travi è pari a **6.50 m**. Gli sbalzi laterali hanno luce pari a **2.75 m**.

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

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

Il graticcio d'impalcato è completato dai traversi, **del tipo ad anima piena**, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è variabile da **6.60** a **6.70 m**. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiere saldate.

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

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

I controventi a croce hanno esclusiva funzione di irrigidimento della struttura in fase di montaggio.

La soletta di impalcato, solidarizzata alle travi principali, ha spessore pari a **31 cm**.

E' previsto l'impiego di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a **7 cm** tessute in direzione trasversale.

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

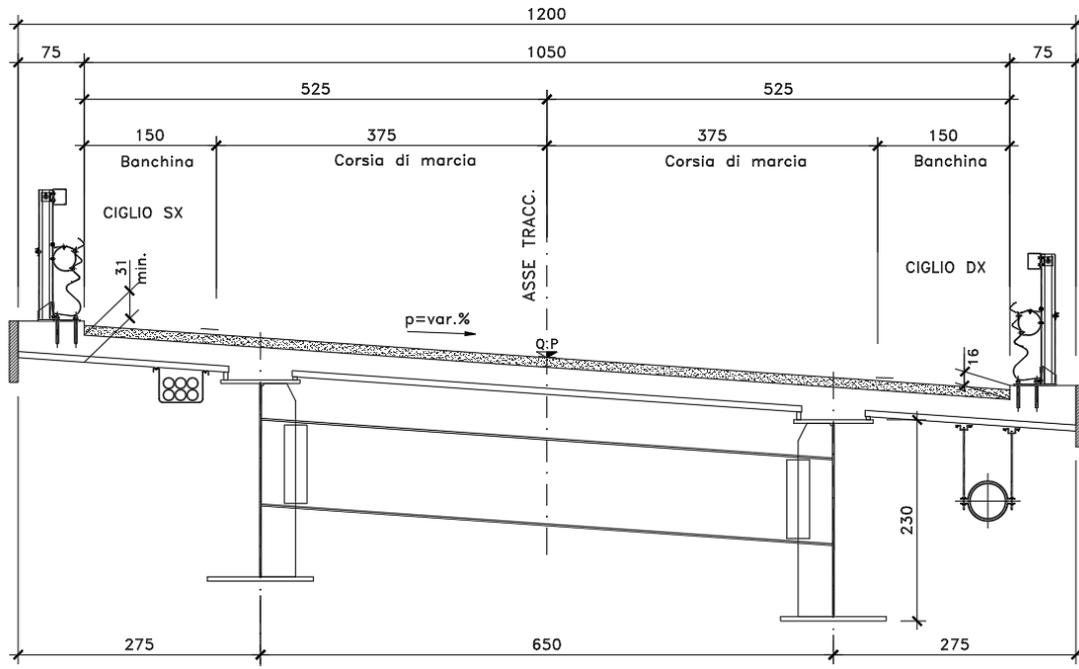


Figura 1.1. Sezione trasversale impalcato

Lo schema di vincolo è di tipo tradizionale, e prevede l'adozione di apparecchi di appoggio in acciaio-PTFE a disco elastomerico confinato.

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

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

Le spalle sono di tipo tradizionale con muro frontale di altezza a pari a 2.0 m. I muri paraghiaia avranno spessore pari a 60 cm e sono previsti debitamente arretrati rispetto alle travi d'impalcato in modo da garantire varchi di ampiezza adeguata alla manutenzione.

Le fondazioni sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a 2.0 m e palificate da 45 (9 x 5) micropali.

1.4 Considerazioni sulle metodologie costruttive

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

Macrofase 1: Realizzazione sottostrutture

- Fase 1b: Scavo fino a quota intradosso magrone;
- Fase 1c: Realizzazione micropali di fondazione a quota magrone;
- Fase 1d: Realizzazione zattere di fondazione;
- Fase 1e: Realizzazione elevazioni;
- Fase 1f: Realizzazione cuneo di transizione;
- Fase 1g: Completamento rilevato di approccio.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

Macrofase 2: Realizzazione impalcato, finiture e protezioni

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

La struttura in carpenteria metallica sarà montata a terra per macroconci, successivamente varati in quota con l'ausilio di autogru di adeguata portata. Le travi principali di ciascun macroconcio, 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 1: getto delle parti di soletta comprese tra le travi e degli sbalzi per 1.25 m dall'asse delle travi;
- Fase 2: getto di completamento degli sbalzi.

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèddu	

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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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 EN206 e UNI 11104.

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla “Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano” contenuta nell’appendice A alla norma, che attribuisce alla **Sardegna** un livello di rischio **Nullo**, è stata esclusa l’applicazione della classe **XF** (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe **XD** (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall’acqua di mare).

Relativamente all’applicazione della classe **XA** (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, non hanno evidenziato acidità nei terreni e concentrazioni di CO₂ nell’acqua, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma. Non si riscontra quindi la presenza di un ambiente aggressivo.

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

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)						
CALCESTRUZZO PER	Magrone di sottofondazione	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle, pile, pulvini e muri andatori	Baggioli	Predalle prefabbricate	Getti in opera e cordoli marginali
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	C12/15	C25/30	C32/40	C35/45	C35/45	C35/45
Classe di esposizione ambientale	-	XC2	XC4	XC4	XC4	XC4
φ max inerti (mm)	Dupper	32	25	25	12	25
	Dlower	20	16	16	8	16
Classe di consistenza	-	S4	S4	S5	S5	S5
Rapporto max acqua/cemento	-	0.6	0.5	0.45	0.45	0.45
Contenuto massimo di cloruri	-	CEM I+V	CEM I+V	CEM I+V	CEM I+V	CEM I+V
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)	150	300	340	360	360	360

Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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

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

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

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

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRINI NOMINALI SECONDO NTC2018

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

Tabella C4.1.IV Copriferrini minimi in mm

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

Elemento	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - baggioli	Solette Impalcato predalle	Soletta Impalcato getti in opera e cordoli marginali
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)	1	1	1	1	1
Elemento a piastra	SI	SI	NO	SI	SI
Classe di esposizione	XC2	XC4	XC4	XC4	XC4
Ambiente	ordinario	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa	30	40	45	45
Check Rck min	OK	OK	OK	OK	OK
copriferrino minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	20	30	35	30
incremento Per $V_N=100$ (tipo di costruzione 3)	mm	0	0	0	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferrini*	NO	NO	NO	SI	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferrini	0	0	0	-5	0
Tolleranza di posa	10	10	10	5	10
copriferrino nominale	mm	30	40	45	30

Tabella 4.2 – Valori dei copriferrini nominali in base alle NTC2018

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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

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

Elemento		Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - Spalle, pile e muri andatori	Elevazioni - baggioli	Solette Impalcato predalle	Soletta Impalcato getti in opera e cordoli marginali
copriferro nominale di progetto	mm	40	40	45	30	40

Tabella 4.3 – Valori dei copriferri nominali adottati in progetto

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinieddu	

4.1.3 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C25/30:

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

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

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

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	2.69
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	1.89

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

Calcestruzzo C32/40:

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

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

Calcestruzzo C35/45:

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

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

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

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

4.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni **ordinarie**: per le verifiche a fessurazione delle opere di fondazione (XC2).
- Condizioni **aggressive**: per le verifiche a fessurazione delle opere in elevazione (XC4).

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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 **Ordinarie** – Armatura poco sensibile:
 - o Combinazione di azioni frequente: $w_k \leq w_3 = 0.4$ mm
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: $w_k \leq w_2 = 0.3$ mm
- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
 - o Combinazione di azioni frequente: $w_k \leq w_2 = 0.3$ mm
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: $w_k \leq w_1 = 0.2$ mm

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

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

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

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

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

4.2 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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i>	

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	540
Modulo elastico	Es	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	ϕ_{min}	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	ϕ_{max}	mm	40	10
STATI LIMITE ULTIMI				
	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

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

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

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

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

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

Acciaio per armature tubolari micropali:

Acciaio per laminati a caldo con profili a sezione cava:

- Acciaio **S355J0H – UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1;**

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	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		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	319.0
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	304.5
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd} = 0.9 f_{tk} / \gamma_{m2}$	Mpa	408.0

4.4 Connettori a piolo tipo Nelson

4.4.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio secondo UNI EN ISO 13918.

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

4.4.2 Resistenze di progetto

CONNETTORI A PIOLO	Var	unità	
Qualità dell'acciaio			ex ST37-3K (S235J2+C)
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	Mpa	≥ 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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

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

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

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

4.5.2 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 conci delle travi principali**, sia quelle da eseguire in officina che quelle da eseguire in cantiere, **saranno di tipo saldato a completa penetrazione di 1° classe**.

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

5 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

5.1 Elenco delle azioni sui ponti stradali

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

Azioni permanenti:

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

Distorsioni e deformazioni impresse:

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

Azioni Variabili da traffico:

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

Altre Azioni Variabili:

- Azioni di Neve e di Vento: q5
- Azioni idrodinamiche: q6
- Azioni della temperatura: q7
- Azioni sui parapetti e urto di veicolo in svio: q8
- Resistenze parassite dei vincoli: q9

Azioni sismiche:

E

Azioni eccezionali:

A

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

5.2 Analisi dei carichi

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</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 che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.). Tale coefficiente si ottiene dal rapporto tra il peso totale di tutti gli elementi che costituiscono l'impalcato e il peso delle sole travi principali.

RIEPILOGO PESI		
Elemento	%	p (kg)
Travi principali		77221
Traversi di campata D1		5583
Traversi di appoggio		4713
Sommano		87517
Irrigidimenti, controventi, cunei, piastrame coprigiunti	20%	17503
Sommano		105020
Bulloni	2.0%	2100
Piolature	1.5%	1575
Sommano		108696
Saldature	2.0%	2174
Totale		110870

Figura 5.1: Riepilogo pesi acciaio impalcato

$$c_s = 110870 \text{ kg} / 77221 \text{ kg} = 1.44$$

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

- Soletta in c.a.: $(12.0 \times 0.31) \times 25.0 = 93.0 \text{ kN/ml}$

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

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Peso soletta in c.a.	kN/m	46.50	46.50

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

- Strutture in carpenteria metallica impalcato : $2.3 \times 12.0 = 27.6 \text{ kN/ml}$

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

$$Pg1a = 93 + 27.6 = 120.6 \text{ kN/m}$$

5.2.1.2 Peso proprio delle sottostrutture e relative fondazioni

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

5.2.2 Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2

5.2.2.1 Carichi permanenti agenti sulle strutture d'impalcato

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

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

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

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

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

<i>Analisi dei carichi</i>		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-5.63	-21.09
cordolo dx	kN/m	3.75	5.63	21.09
pavimentazione	kN/m	31.50	0.00	0.00
barriera integrata/guard-rail sx	kN/m	1.50	-5.75	-8.63
barriera integrata/guard-rail dx	kN/m	1.50	5.75	8.63
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-5.85	-2.93
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	5.85	2.93
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	0.00	-5.25	0.00
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	1.50	5.25	7.88
veletta sx	kN/m	1.40	-6.00	-8.40
veletta dx	kN/m	1.40	6.00	8.40
Sommano		47.30	0.17	7.88

Pertanto, i carichi agenti sulle travi risultano pari a:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
cordoli	kN/m	3.75	3.75
pavimentazione	kN/m	15.75	15.75
guard-rail	kN/m	1.50	1.50
barriere antirumore/parapetti	kN/m	0.50	0.50
Tubazione smaltimento acque di piattaforma	kN/m	-0.46	1.96
velette	kN/m	1.40	1.40
Totale permanenti portati	kN/m	22.44	24.86

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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

Sono stati considerati i seguenti parametri:

peso di volume del materiale da rilevato stradale:	$\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$
angolo d'attrito interno del rilevato stradale:	$\phi = 35^\circ$
coefficiente di spinta a riposo :	$K0 = 1 - \text{sen } \phi = 0.426$

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

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

5.2.4 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – 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	2.880
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	12.58
coefficiente $h_0 = 2 \times A_c / u$	h_0	mm	458
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	ϵ_c		0.00021
deformazione finale per ritiro autogeno	ϵ_{ca}		0.00006
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{cs}		0.00027

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

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

$$M_r = N_r \times z$$

Essendo:

ϵ_{cs} la deformazione totale finale per ritiro;

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

- Ac l'area del calcestruzzo soggetta a ritiro;
- Ea modulo elastico dell'acciaio;
- n_r coefficiente di omogeneizzazione acciaio-clt relativo alle azioni del ritiro.
- 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 (ε₂)	var	unità	
distanza tra il baricentro della soletta in clt e il baricentro della sezione composta a tinf estremità sx	z	m	0.732
baricentro della sezione composta a tinf estremità dx	z	m	0.732
Forza assiale d'estremità	Ncr	kN	-10289.2
Momento flettente d'estremità sx	Mcrsx	kNm	7529.4
Momento flettente d'estremità dx	Mcrdx	kNm	7529.4

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità sx	kN	-5144.6	-5144.6
Momento flettente d'estremità sx	kNm	3764.7	3764.7
Forza assiale d'estremità dx	kN	-5144.6	-5144.6
Momento flettente d'estremità dx	kNm	3764.7	3764.7

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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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

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

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

In ultima analisi si ottiene:

Viscosità del calcestruzzo (ϵ_3)	var	unità
coefficiente finale di viscosità per carichi permanenti	ϕ_c (inf,60)	1.32
coefficiente correttivo per azioni permanenti	ψ_L	1.10
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (permanententi)	ninf	15.10

5.2.5 Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – ϵ_4

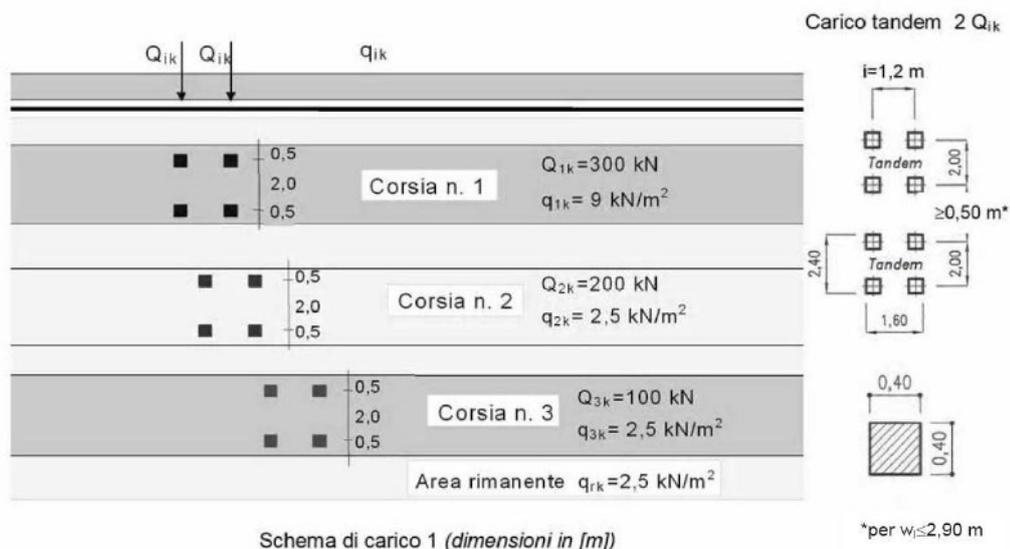
Sono stati considerati cedimenti vincolari pari a 1/5000 della luce della campata afferente agli appoggi.

Si ottengono valori pari a 8 mm per le Spalle.

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

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

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



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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

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

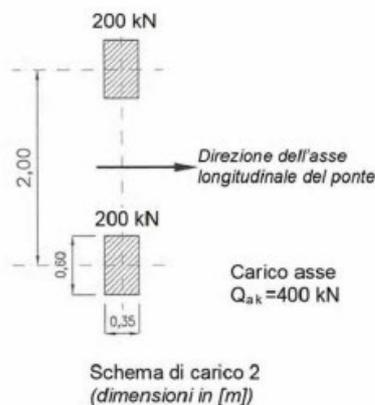
Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

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

I suddetti carichi mobili includono gli effetti dinamici.

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

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



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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

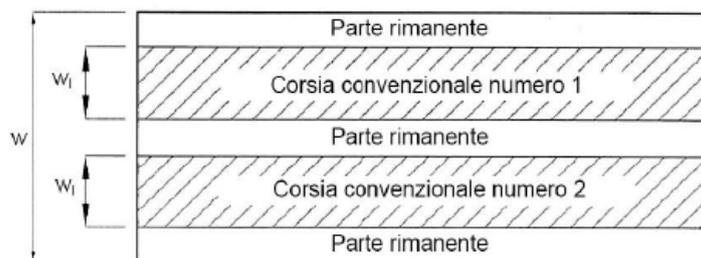


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

Tab. 5.1.I - Numero e larghezza delle corsie

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

5.2.6.1 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali impalcato

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

Sono state esaminate le seguenti configurazioni:

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	323.08	-23.08
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	446.15	53.85
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	461.54	138.46
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	29.08	-2.08
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	33.69	0.81
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	34.85	7.15
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	34.89	5.86
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.79	0.21

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

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	-23.08	323.08
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	53.85	446.15
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	138.46	461.54
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	-2.08	29.08
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	0.81	33.69
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	7.15	34.85
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	5.86	34.89
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.21	0.79

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

5.2.6.2 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali sottostrutture

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

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

5.2.6.3 Disposizione longitudinale dei carichi mobili

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

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

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

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

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

Nel caso in esame si ha:

$$q_3 = 472.1 \text{ kN}$$

5.2.8 Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4

Nei ponti con asse curvo di raggio R (in metri), l'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente come indicato nella Tab. 5.1.III delle NTC2018, essendo $Q_v = \sum_i 2Q_{ik}$ il carico totale dovuto agli assi tandem dello schema di carico 1 agenti sul ponte.

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

Tab. 5.1.III - Valori caratteristici delle forze centrifughe

Raggio di curvatura [m]	q_4 [kN]
$R < 200$	$0,2 Q_v$
$200 \leq R \leq 1500$	$40 Q_v/R$
$1500 \leq R$	0

Nel caso in esame la parte finale del viadotto ricade lungo una curva di raggio $R=270$ m, per cui $q_4= 34.3$ kN per ciascuna colonna di carico.

5.2.9 Azioni di Neve e di Vento – q5

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

Le azioni da vento sono state valutate secondo quanto specificato nel par. 3.3 delle NTC2018.

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

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

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:

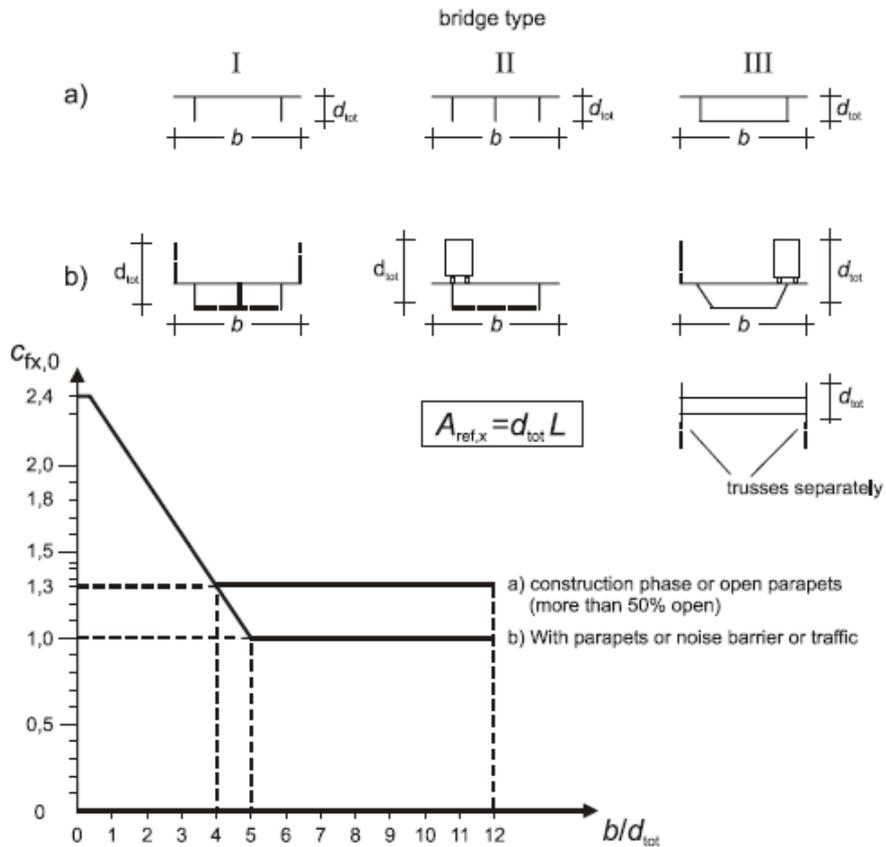


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges, $c_{fx,0}$

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

Effetti dovuti al Vento (q5)	var	unità	
parametro vb,0	vb0	m/sec	28
parametro a0	a0	m	750
parametro ka	ka	l/sec)	0.02
altitudine del viadotto s.l.m.	as	m	3
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	7.0
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		2.13
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.76
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.88
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico		kN/m2	1.84
pressione del vento impalcato carico		kN/m2	1.96
pressione del vento pile		kN/m2	1.25
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	41.2
altezza impalcato scarico	Hp1	m	4.81
Altezza impalcato carico	Hp2	m	5.71
Altezza centro di taglio	zg	m	2.46
Carichi dovuti al vento	qt (kN/m)	b (m)	Mt (kNm/m)
Impalcato scarico (braccio al baricentro impalcato)	8.8	0.05	0.4
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	11.2	0.40	4.5
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	8.8	2.41	21.3
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	11.2	2.86	32.0
Carichi verticali agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.1	0.1
Vento ad impalcato carico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.69	0.7
Vento ad impalcato scarico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-3.3	3.3
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-4.93	4.9

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

Nel caso in esame si ha:

$$F_{w,z} = \pm q_b \times c_e \times c_{f,z} \times A_{ref,z} = \pm 0.49 \times 2.13 \times 0.9 \times 12.0 \times 20 = \pm 225.5 \text{ kN}$$

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

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

$$e = b / 4 = 12.0 / 4 = 3.0 \text{ m}$$

e pertanto, si sviluppa un momento torcente pari a:

$$M_{tw,z} = \pm 225.5 \times 3.0 = \pm 676.4 \text{ kNm}$$

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

$$R_{F_{w,z}} = 225.5/2 + 676.4 \times 0.154 = 216.9 \text{ kN}$$

Le reazioni generate dai carichi permanenti è pari complessivamente a:

$$R_{G1+G2} = 1482 \text{ kN}$$

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

5.2.10 Azioni della temperatura – q7

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

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

Dati	Var	unità
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 140
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	[°] 41.2
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°] -8.4
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°] 45.2
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°] -4.4
Massima variazione termica in contrazione: DTN,con = T0 - Te,min	$\Delta TN,con$	[°] 19.4
Massima variazione termica in espansione: DTN,exp = Te,max - T0	$\Delta TN,exp$	[°] 30.2
Variazione termica complessiva: DTn = Te,max - Te,min	ΔTN	[°] 49.5
Massima variazione termica in contrazione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,con_g$	[°] 39.4
Massima variazione termica in espansione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,exp_g$	[°] 50.2

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

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

Al fine della valutazione della temperatura dell'aria all'ombra a quote diverse da quella del mare, il territorio italiano è suddiviso in 4 zone climatiche:

- zona I (Valle d'Aosta, Piemonte Lombardia, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige);
- zona II (Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata);
- zona III (Marche, Abruzzo, Molise, Puglia);
- zona IV (Calabria, Sicilia).



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèddu</i>	

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:



Figura 5.3: Temperature dell'aria massime Tmax (sx) e minime Tmin (dx) dell'aria all'ombra al livello del mare

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

Variazioni termiche positive:

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

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

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;

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

n_0 coefficiente di omogeneizzazione acciaio-clt relativo alle azioni di breve termine.

z distanza tra baricentro della soletta e baricentro della sezione composta relativo alle azioni di breve termine.

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

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 t_0	n_0		6.16
distanza tra il baricentro della soletta in clt e il baricentro della sezione composta a t_0 estremità sx	z	m	0.440
baricentro della sezione composta a t_0 estremità dx	z	m	0.440
Forza assiale d'estremità DT+	NcdT+	kN	9814.2
Momento flettente d'estremità sx	McdT+sx	kNm	-4320.5
Momento flettente d'estremità dx	McdT+dx	kNm	-4320.5
Forza assiale d'estremità DT-	NcdT-	kN	-9814.2
Momento flettente d'estremità sx	McdT-sx	kNm	4320.5
Momento flettente d'estremità dx	McdT-dx	kNm	4320.5

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità - DT+	kN	4907.1	4907.1
Momento flettente d'estremità sx	kNm	-2160.3	-2160.3
Momento flettente d'estremità dx	kNm	-2160.3	-2160.3
Forza assiale d'estremità - DT-	kN	-4907.1	-4907.1
Momento flettente d'estremità sx	kNm	2160.3	2160.3
Momento flettente d'estremità dx	kNm	2160.3	2160.3

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

5.2.11 Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8

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

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

In assenza delle suddette valutazioni, il sistema di forze orizzontali può essere determinato con riferimento alla resistenza caratteristica degli elementi strutturali principali coinvolti nel meccanismo d'insieme della barriera e deve essere applicato ad una quota h , misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h_1 e h_2 , dove $h_1 = (\text{altezza della barriera} - 0,10\text{m})$ e $h_2 = 1,00\text{ m}$.

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

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

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

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

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

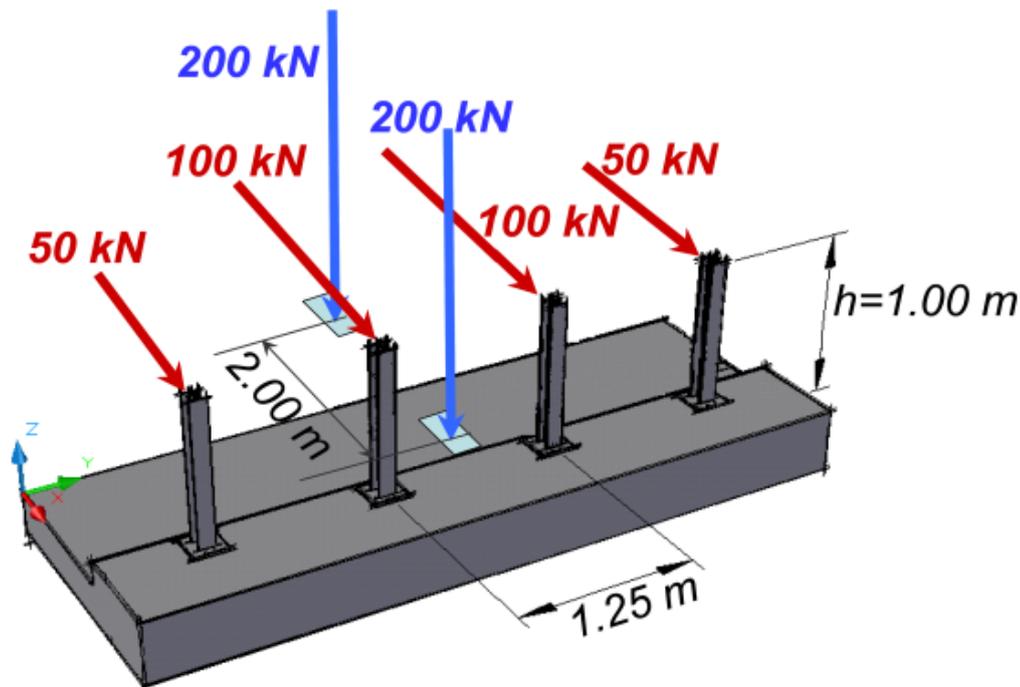


Figura 5.4: Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie"

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

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

- **forze trasversali:** si assumono quattro forze orizzontali in corrispondenza dei montanti della barriera, il cui interasse è stabilito in 1.25 m; le due forze applicate ai paletti di estremità della zona considerata sono pari a 50 kN e le altre due, applicate ai montanti interni, sono pari a 100 kN. 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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

di impalcato interessata dall'applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa.

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

PARAMETRI SISMICI

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

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

5.2.13.2 Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

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

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

In cui:

T è il periodo di vibrazione;

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

- $S_e(T)$ è l'accelerazione spettrale orizzontale;
- a_g è l'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo rigido, determinata in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} ;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_S \times S_T$, essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica (Tabella 5.1) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (Tabella 5.2);
- η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta = 10 / (5 + \xi) \geq 0,55$, dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_C = C_C \times T_C^*$ dove T_C^* è definito al § 3.2 e C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (Tabella 5.1);
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante e vale:
 $T_B = T_C / 3$
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4.0 \times (a_g/g) + 1.6$

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

Tabella 5.1 – Espressioni per S_S e C_C

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

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:

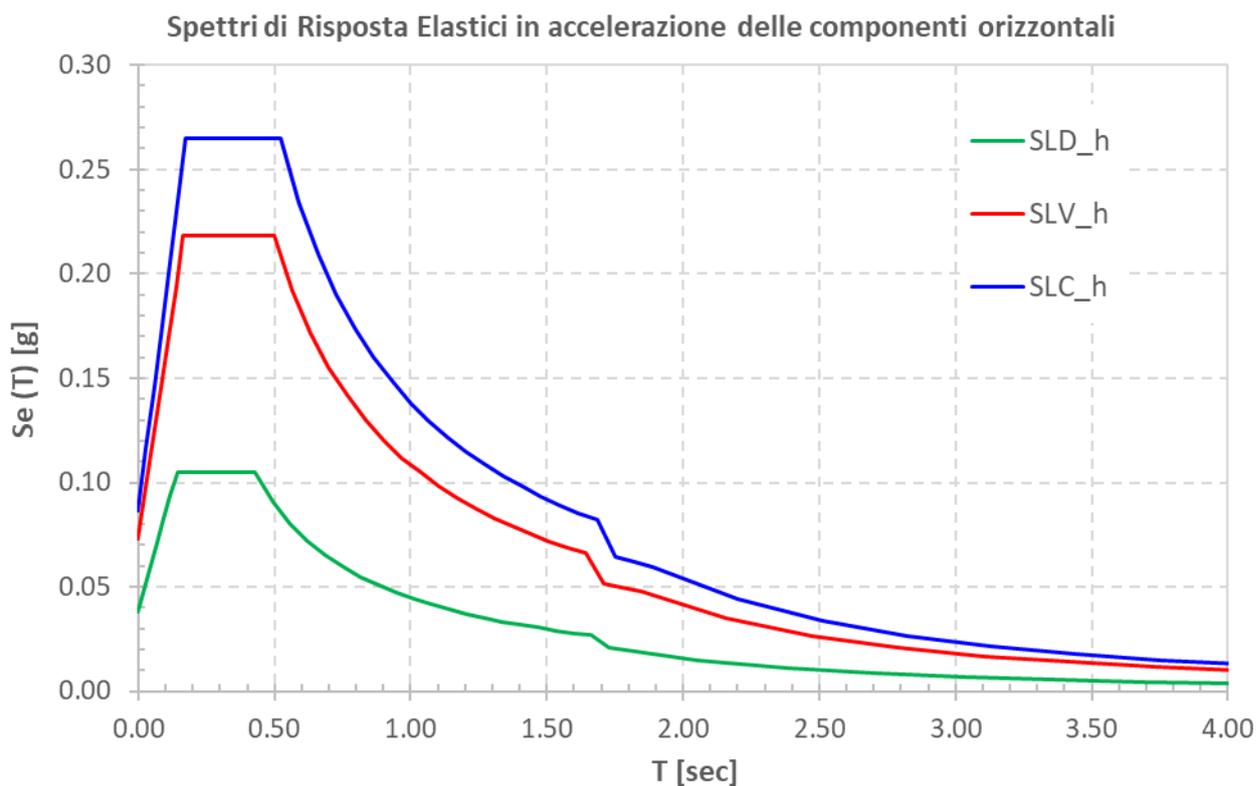


Figura 5.5 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

STATO LIMITE	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [sec]	T_B [sec]	T_C [sec]	T_D [sec]	S_S [-]	S_T [-]	S [-]	C_C [-]	d_g [m]	v_g [m/s]
SLD	0.032	2.729	0.307	0.143	0.428	1.728	1.20	1.00	1.20	1.39	0.007	0.026
SLV	0.061	2.976	0.371	0.166	0.497	1.844	1.20	1.00	1.20	1.34	0.016	0.057
SLC	0.072	3.061	0.393	0.174	0.521	1.888	1.20	1.00	1.20	1.33	0.021	0.071

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 , F_0 , S , η sono quelli precedentemente definiti per le componenti orizzontali del moto sismico; i valori di S_S , T_B , T_C e T_D , sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VI delle NTC2018:

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i>	

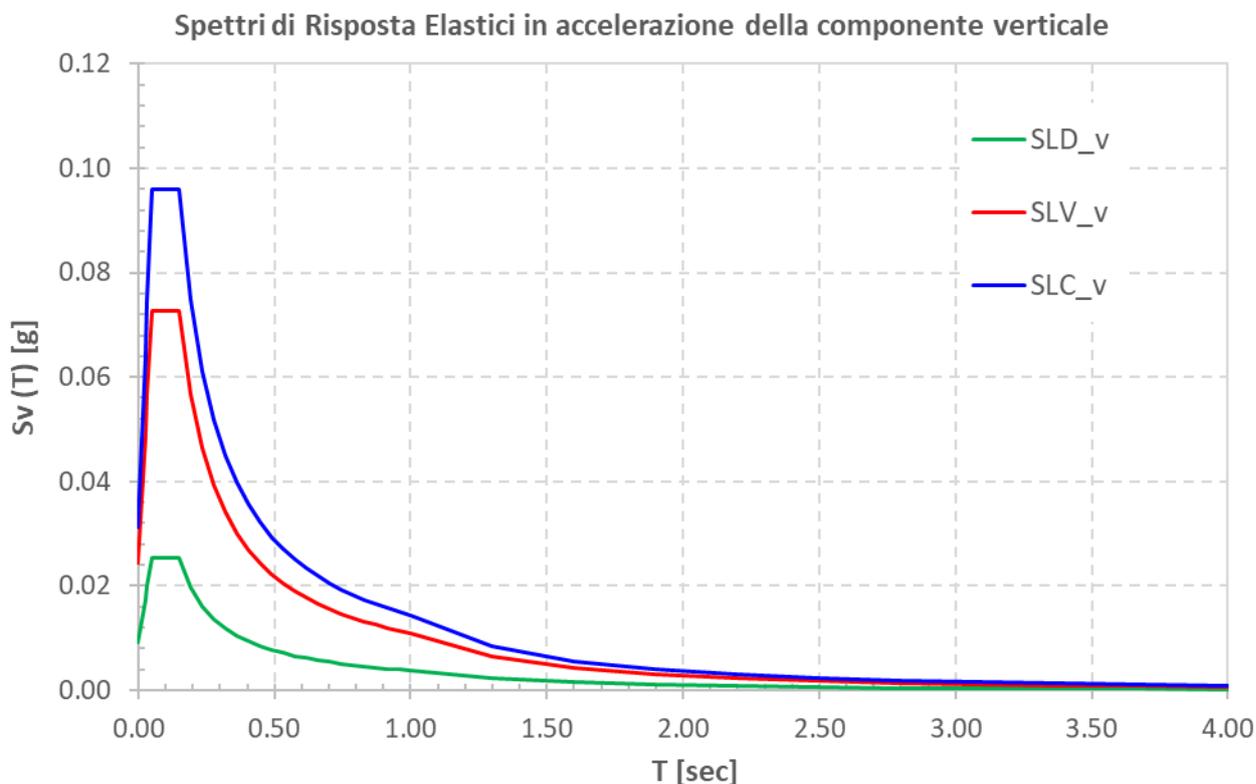


Figura 5.6 – Spettri elastici di risposta in accelerazione della componente verticale

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

STATO LIMITE	a_g [g]	F_0 [-]	F_V [-]	T_B [sec]	T_C [sec]	T_D [sec]	S_s [-]	S_T [-]	S [-]
SLD	0.032	2.729	0.659	0.050	0.150	1.000	1.00	1.20	1.20
SLV	0.061	2.976	0.993	0.050	0.150	1.000	1.00	1.20	1.20
SLC	0.072	3.061	1.110	0.050	0.150	1.000	1.00	1.20	1.20

Tabella 5.4 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

5.2.13.4 Masse sismiche

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

5.3 Combinazioni di Carico

5.3.1 Combinazioni di carico in esercizio

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

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:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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

5.3.1.1 Combinazioni per verifiche strutture d'impalcato

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

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

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

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

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

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

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);

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

- 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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

6 ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO

6.1 Criteri di calcolo

6.1.1 Analisi globale

6.1.1.1 Definizione del modello di calcolo

L'impalcato ha uno [schema statico di trave continua](#) con luce 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 continua 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: Carichi permanenti e cedimenti vincolari.
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, Variazioni termiche, Vento.

Nei modelli 2, 3 e 4 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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

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:

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

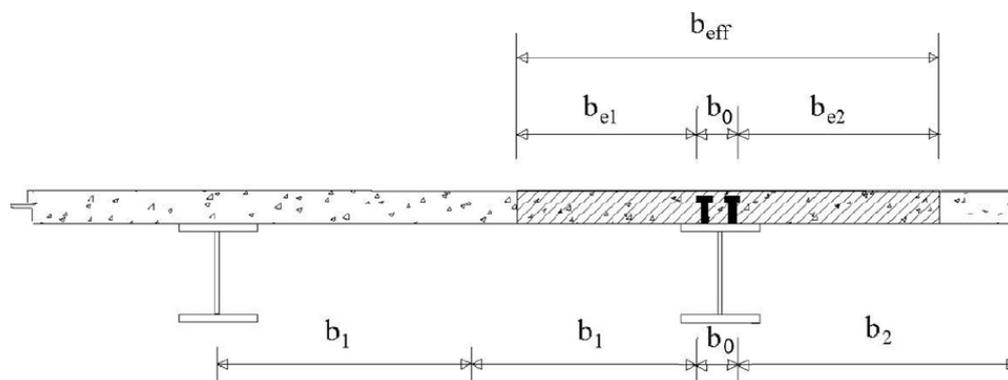


Fig. 4.3.1. - *Definizione della larghezza efficace b_{eff} e delle aliquote b_{ei}*

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:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

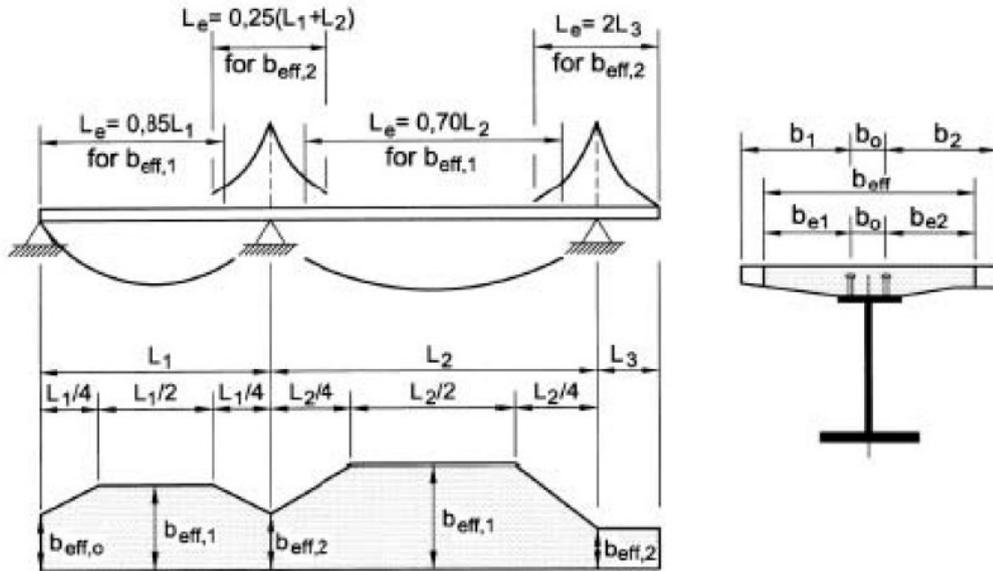


Fig. 4.3.2 - Larghezza efficace, b_{eff} e luci equivalenti, L_e per le travi continue

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 mezzera (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.

Il dimensionamento dei traversi è stato invece eseguito a mezzo di schemi a telaio in modo tale da garantire da un alto la rigidità necessaria ad impedire fenomeni d'instabilità delle piattabande compresse delle travi principali, dall'altro la resistenza nei confronti delle azioni sismiche e del vento.

6.2 Analisi statica globale

L'analisi statica globale della trave continua è stata condotta con l'ausilio del noto programma agli elementi finiti SAP2000P®.

La figura seguente illustra la geometria del modello di calcolo:



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

Figura 6.2. Geometria del modello di calcolo

6.2.1 Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi

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

I simboli corrispondono allo schema seguente:

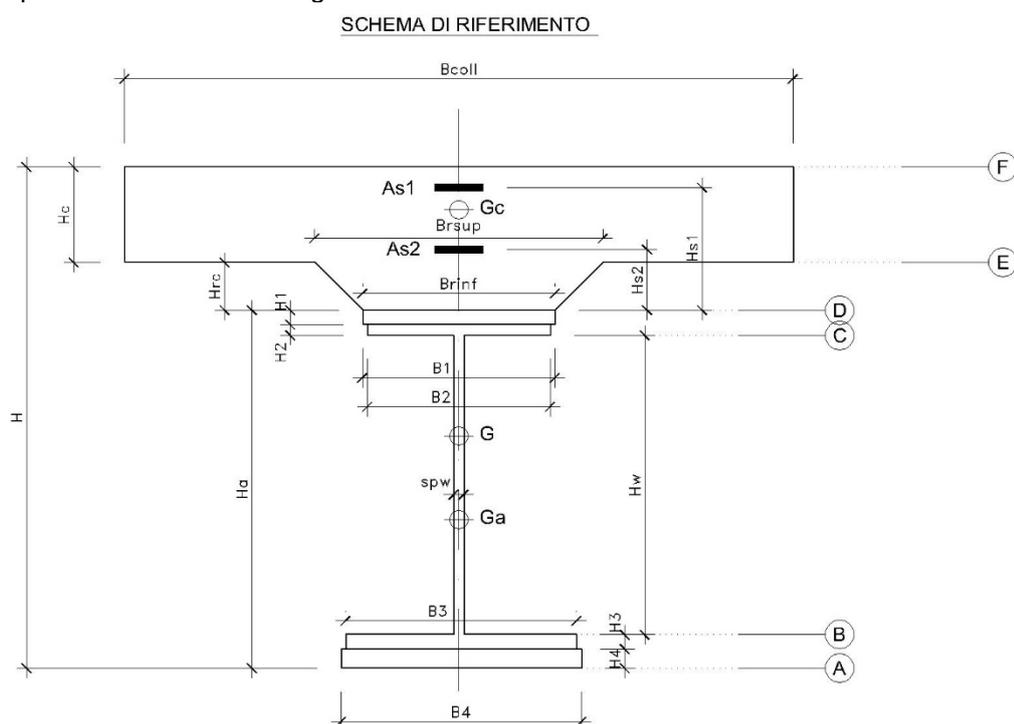


Figura 6.3. Schema di riferimento per la valutazione delle caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni delle travi d'impalcato

6.2.2 Applicazione dei carichi al modello

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

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

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

6.2.2.2 Carichi permanenti portati (Load G2) – fase 2

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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

I cedimenti vincolari, specificati al par.5.2.5, sono stati applicati quali spostamenti imposti ai vincoli fissi che schematizzano le spalle.

Sono state considerate 3 condizioni di carico:

- CED1: che prevede il cedimento degli allineamenti dispari;
- CED2: che prevede il cedimento degli allineamenti pari;
- CED3: che prevede il cedimento delle sole spalle.

6.2.2.4 Ritiro (LOAD RIT) - fase 2

Per poter valutare gli effetti del ritiro iperstatico, sono state applicate alle estremità della struttura coppie concentrate di intensità specificata al par. 5.2.4.1.

Gli effetti dovuti alle azioni isostatiche non sono applicati al modello ma sono conteggiati direttamente in fase di verifica delle sezioni.

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

Per poter valutare gli effetti iperstatici generati dalle variazioni termiche tra soletta e struttura metallica, sono state applicate alle estremità della struttura coppie concentrate di intensità specificata al par.5.2.10.

Gli effetti dovuti alle azioni isostatiche non sono applicati al modello ma sono conteggiati direttamente in fase di verifica delle sezioni.

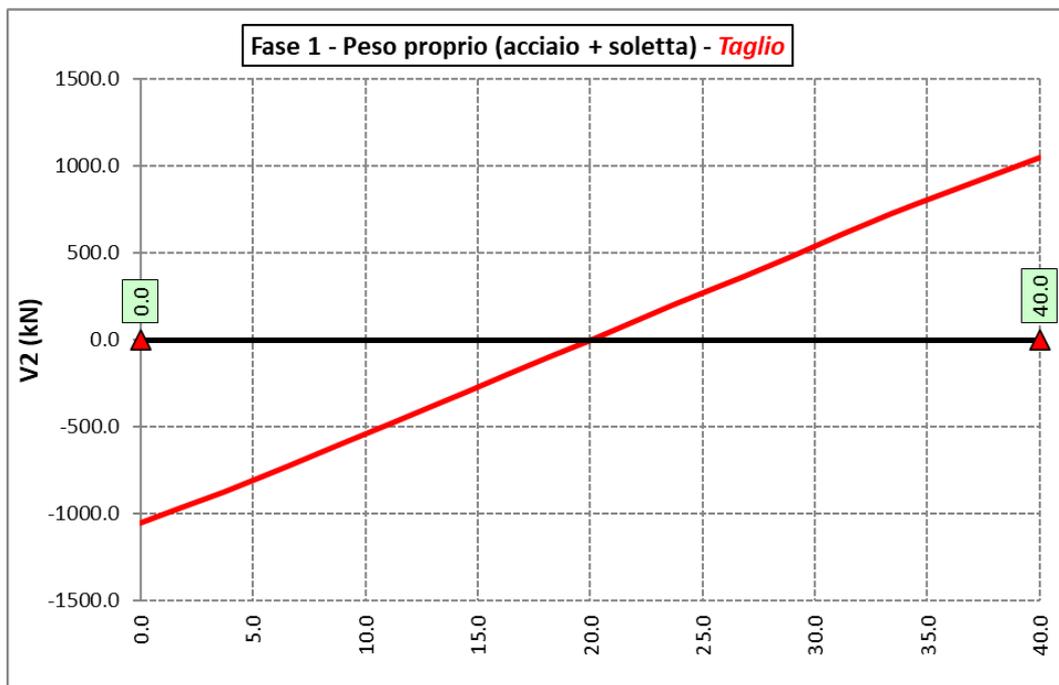
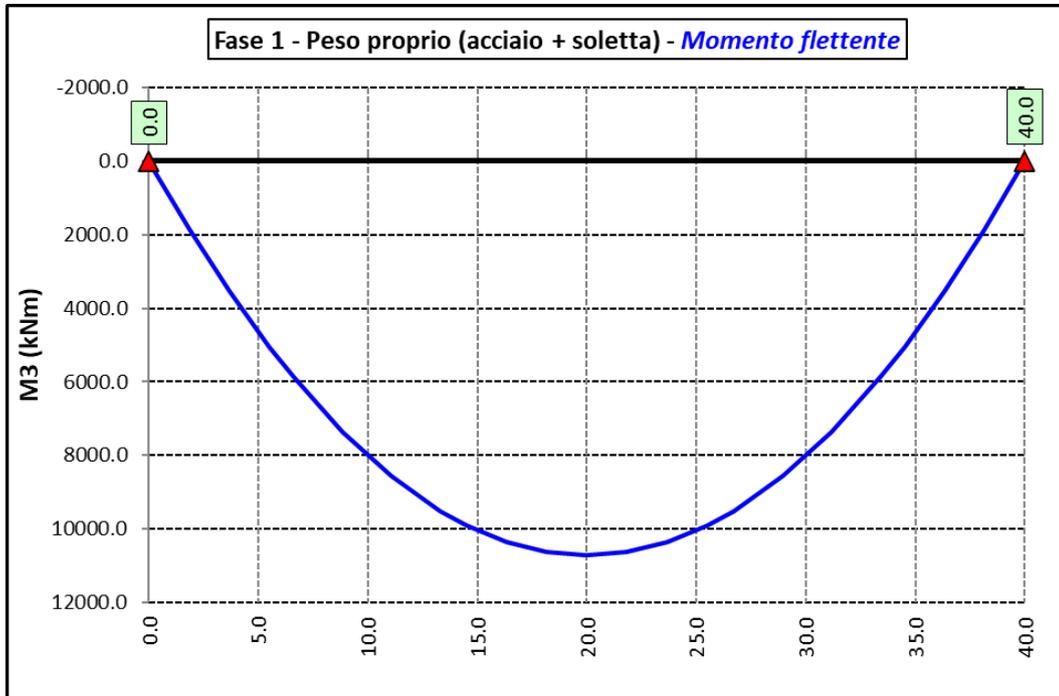
6.2.2.7 Vento trasversale (LOAD Q5-TR, Q5-APP) - fase 3

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

6.2.3 Sollecitazioni di progetto

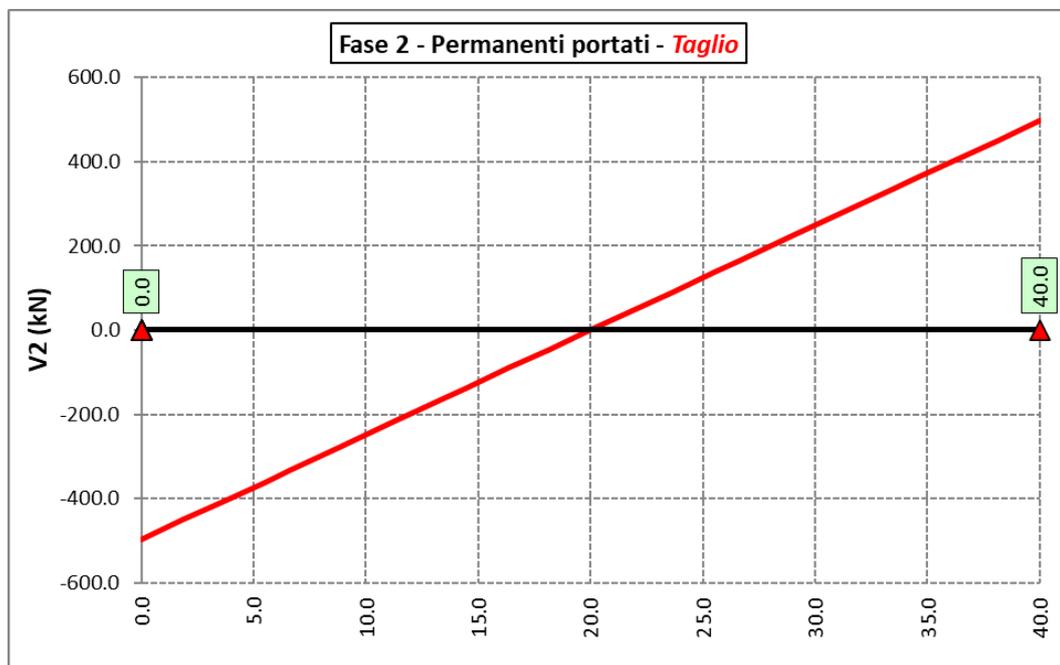
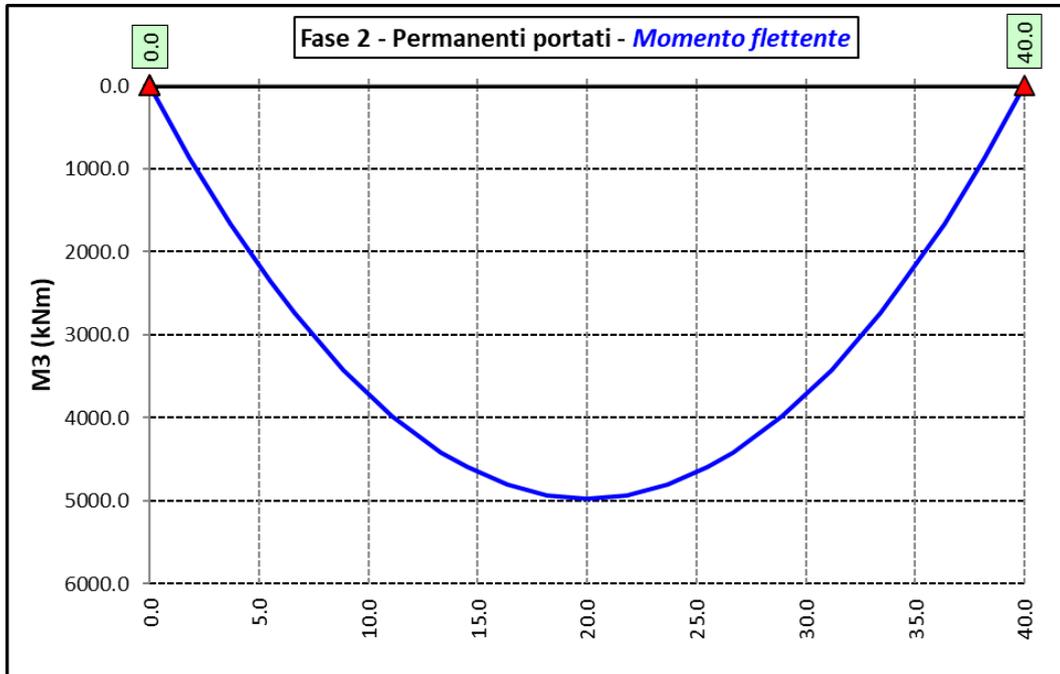
Le figure seguenti rappresentano le sollecitazioni agenti sulla trave principale maggiormente sollecitata, in termini di Momento flettente M3 e sforzo di taglio V2 per ciascuna condizione di carico esaminata:

6.2.3.1 Peso proprio (acciaio + soletta) – Modello 1

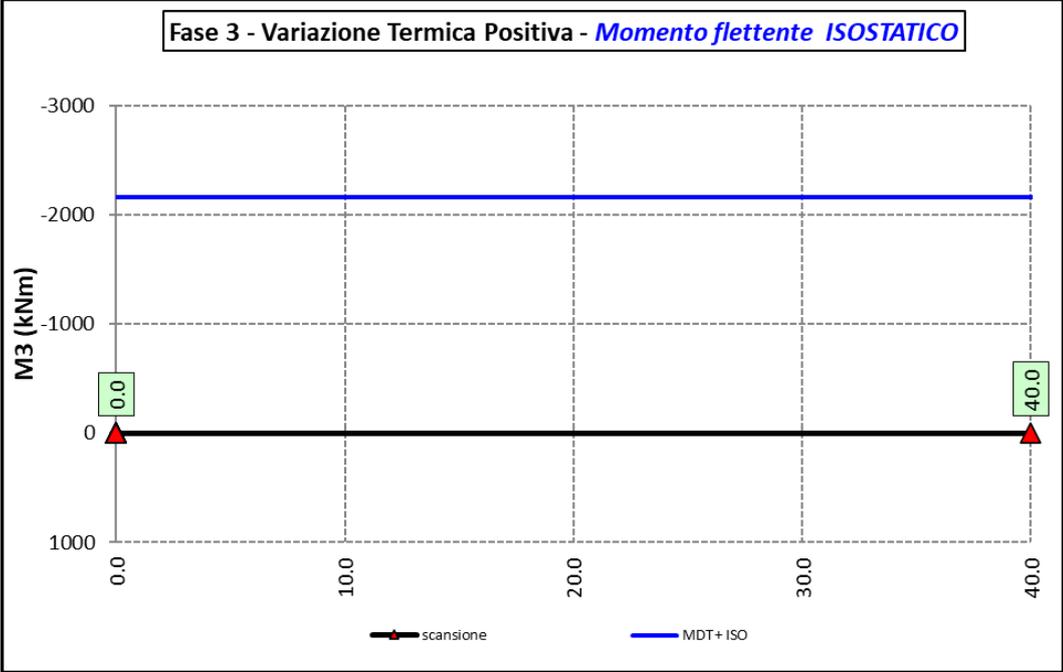


Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

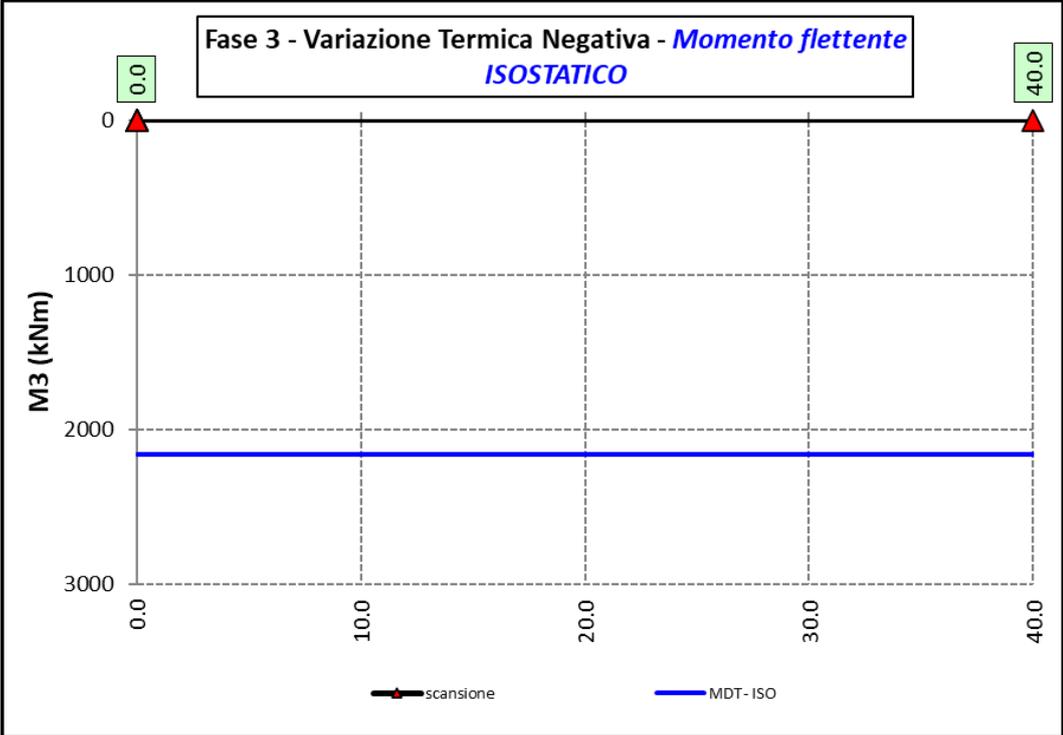
6.2.3.2 Permanenti portati – Modello 2



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

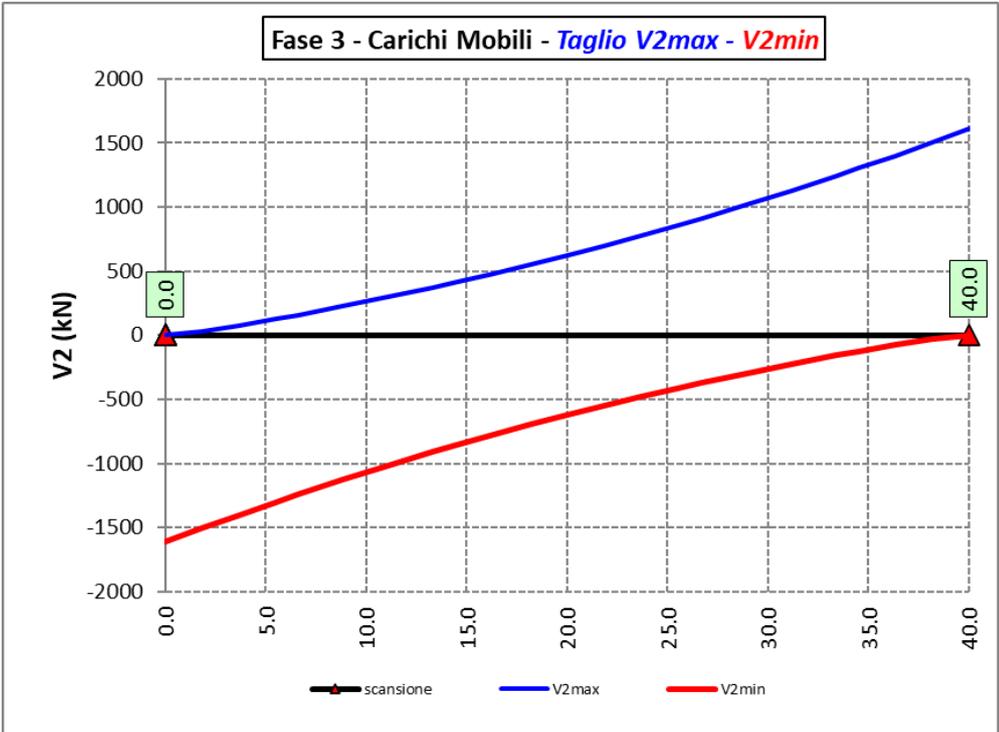
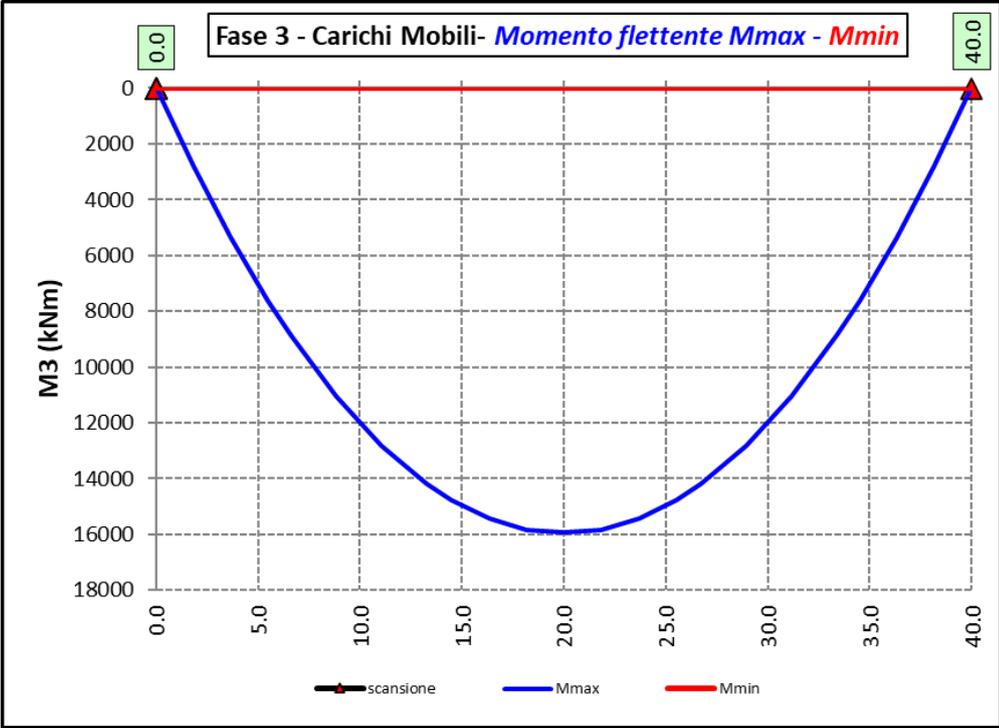


6.2.3.4 Variazioni termiche negative ($\Delta T-$) - Modello 3

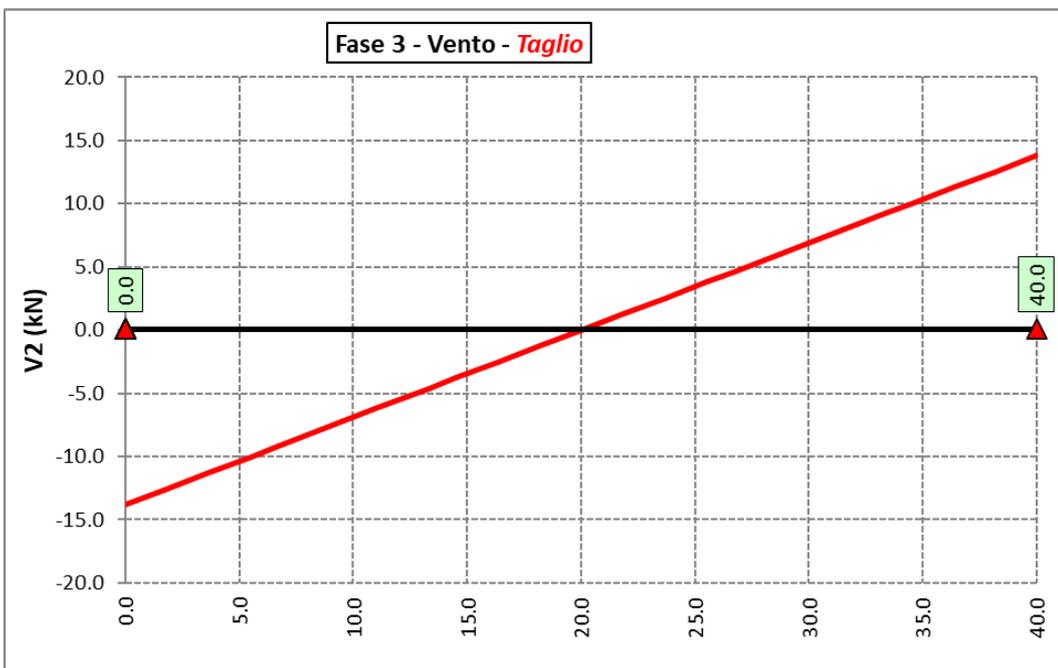
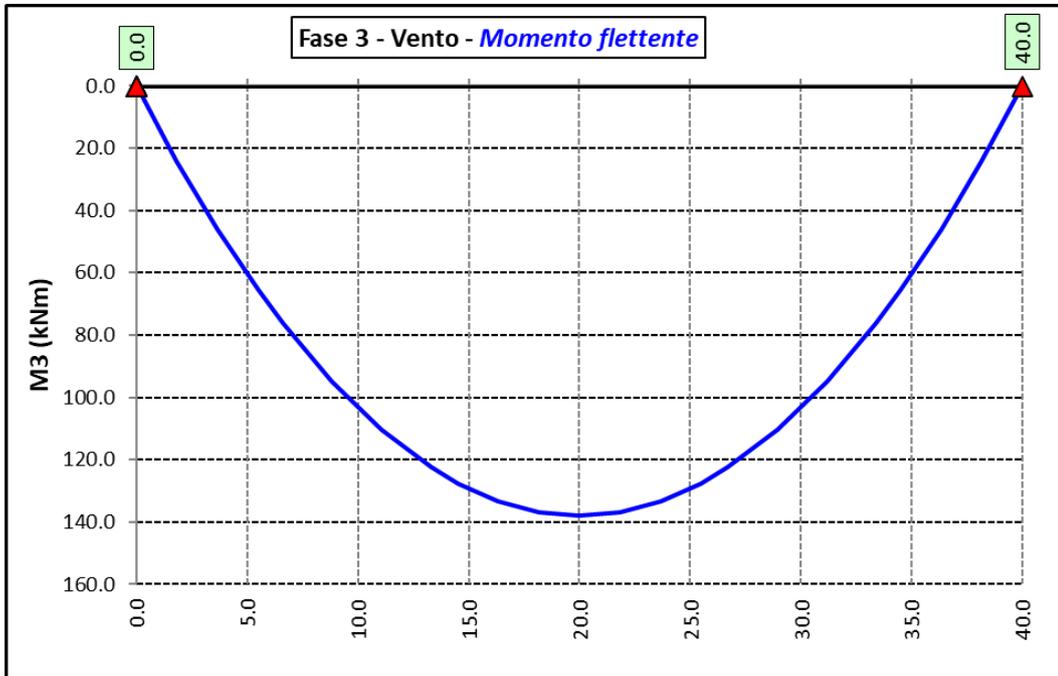


Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

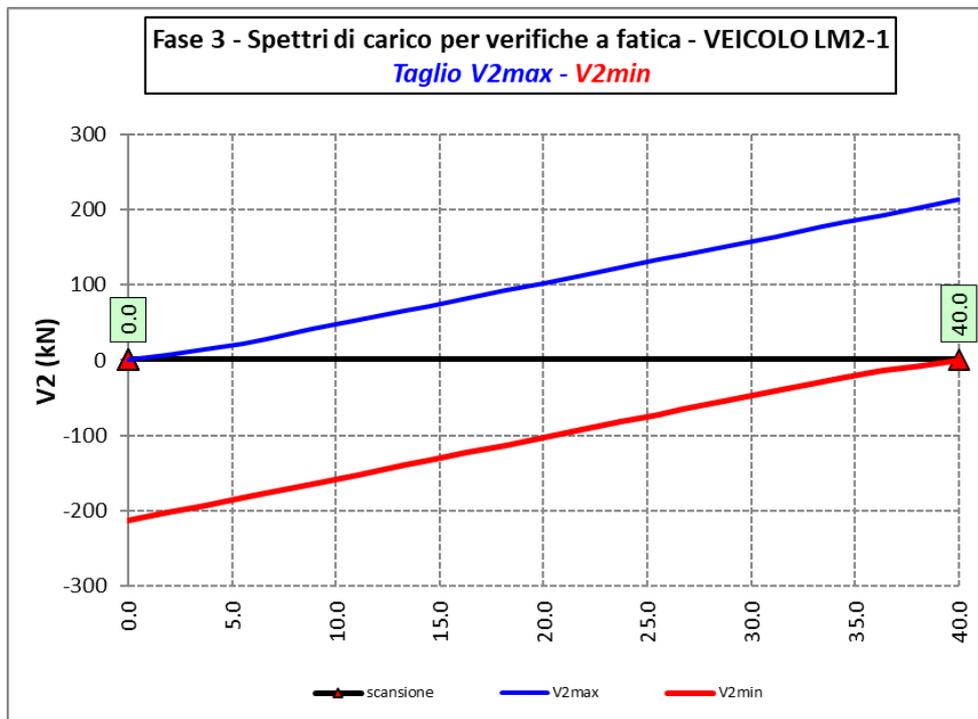
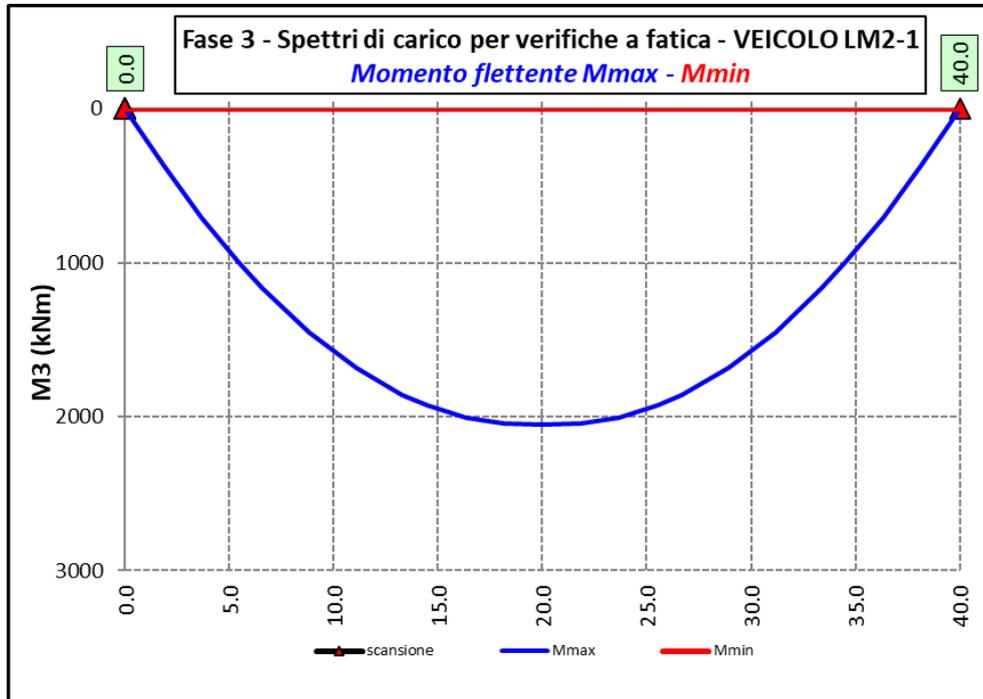
6.2.3.5 Azioni variabili da traffico (Inviluppi) – Modello 3

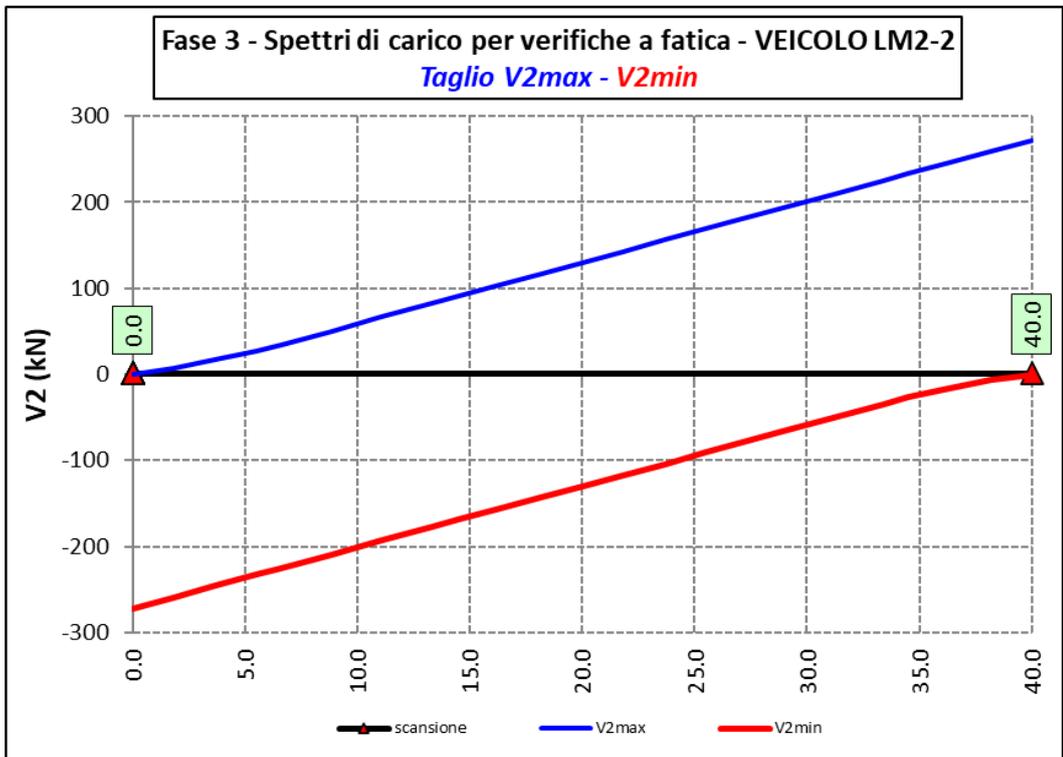
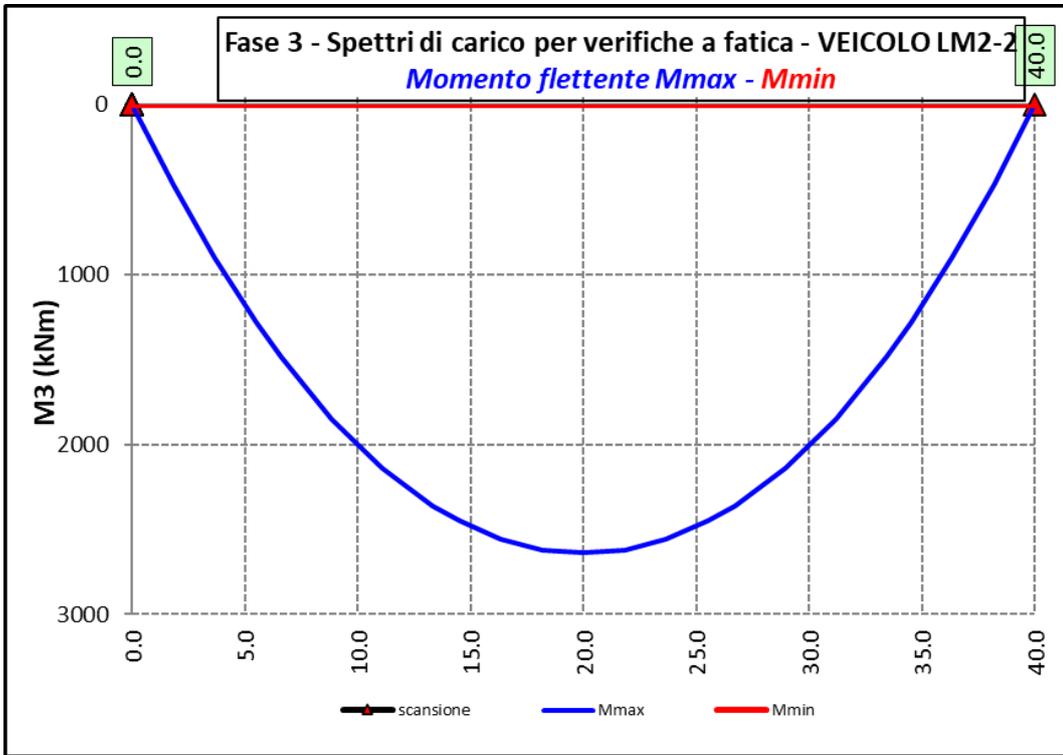


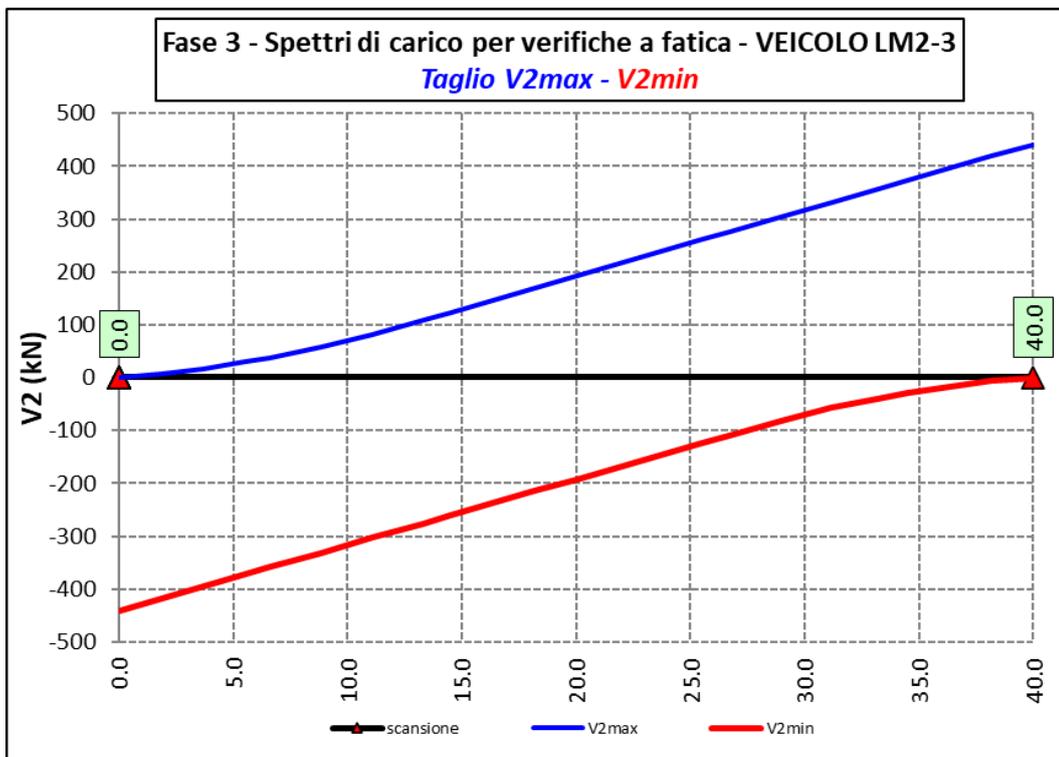
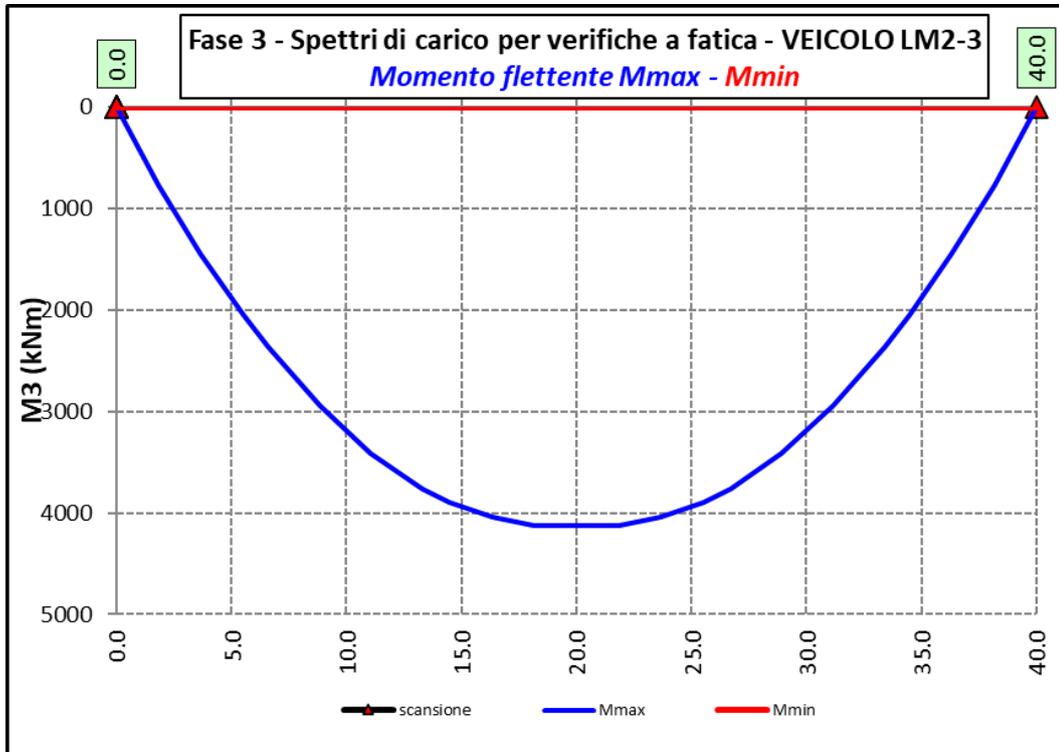
6.2.3.6 Vento – Modello 3

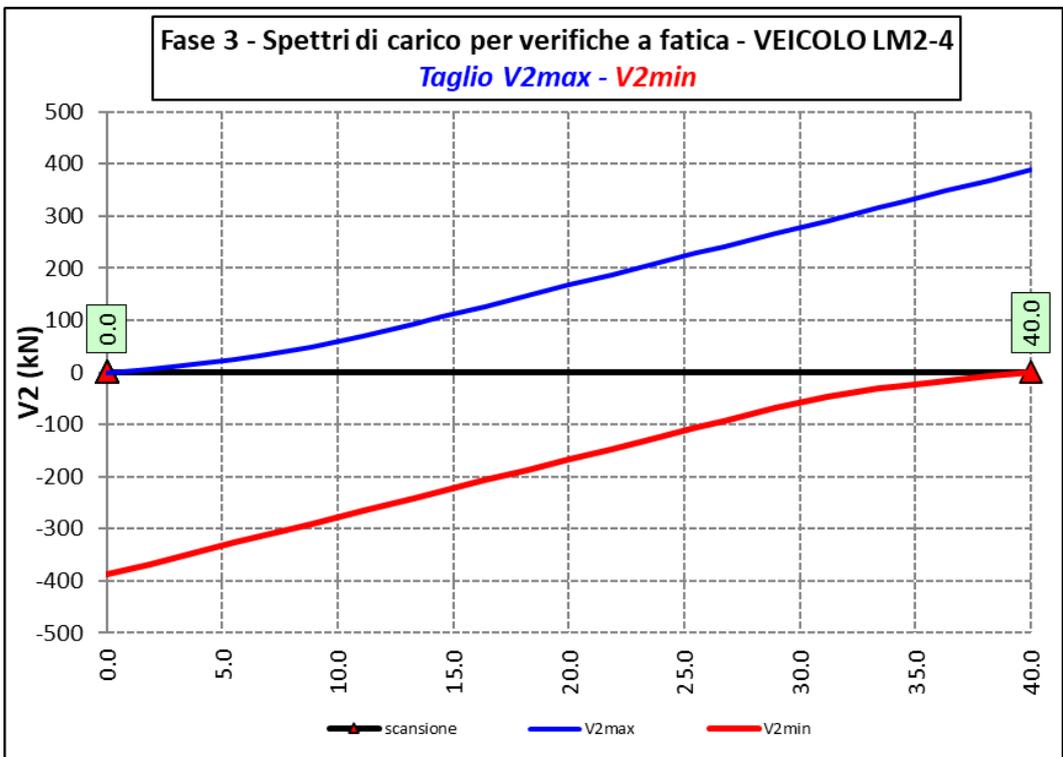
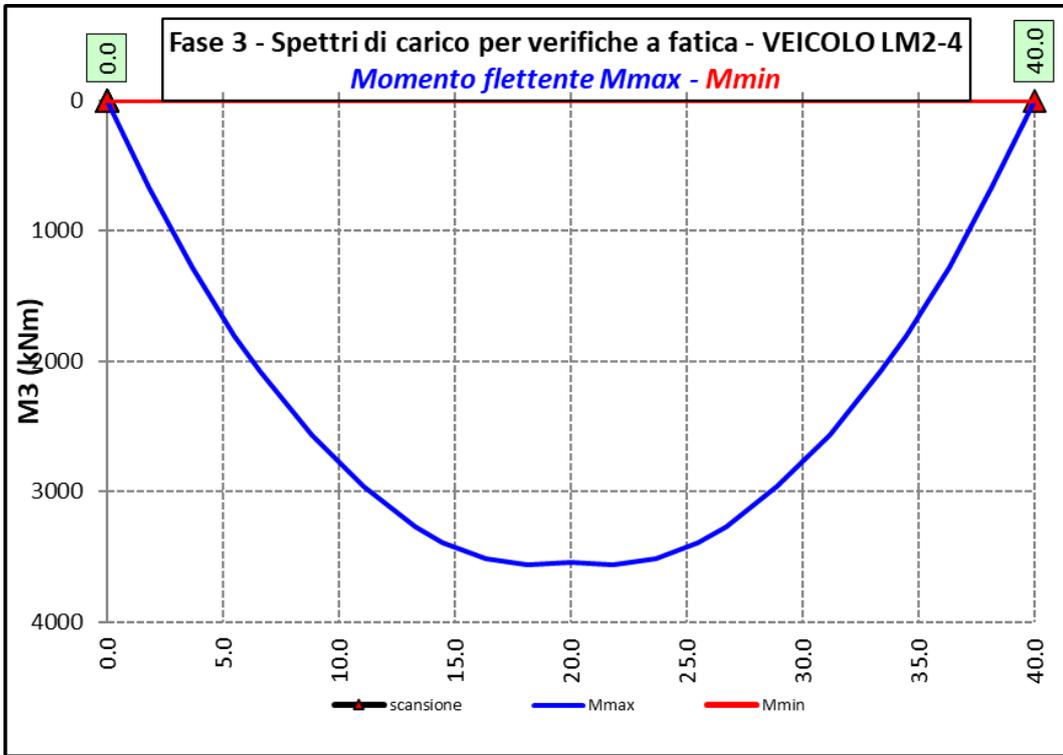


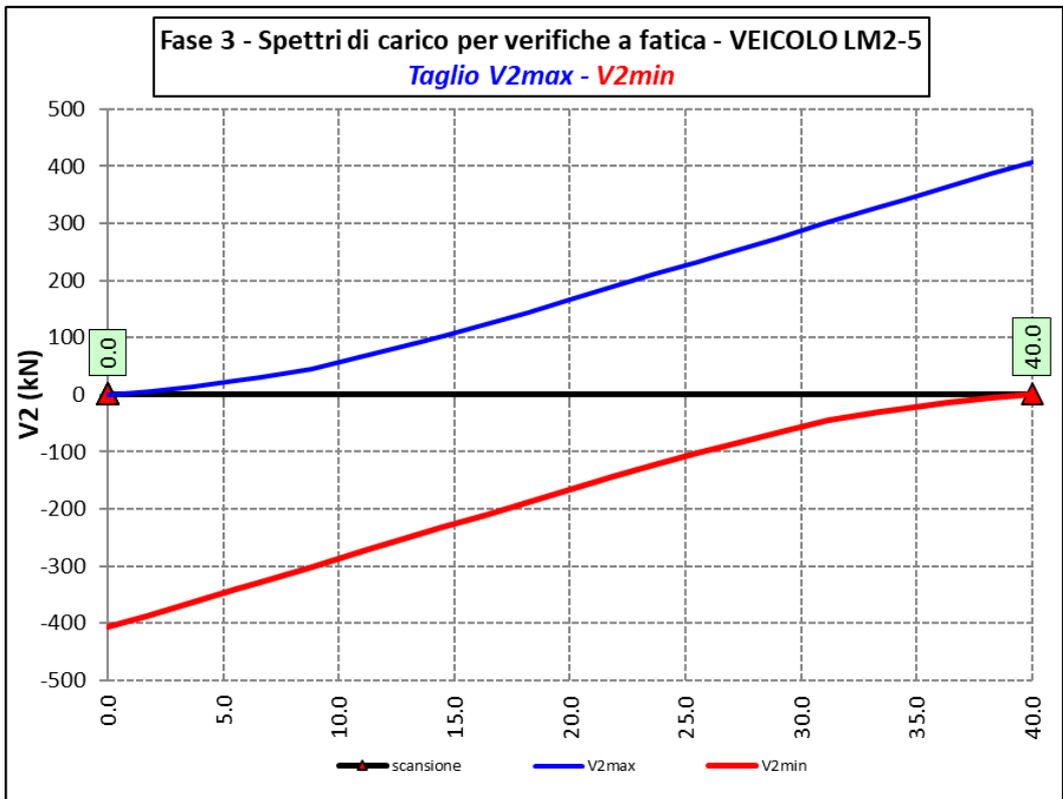
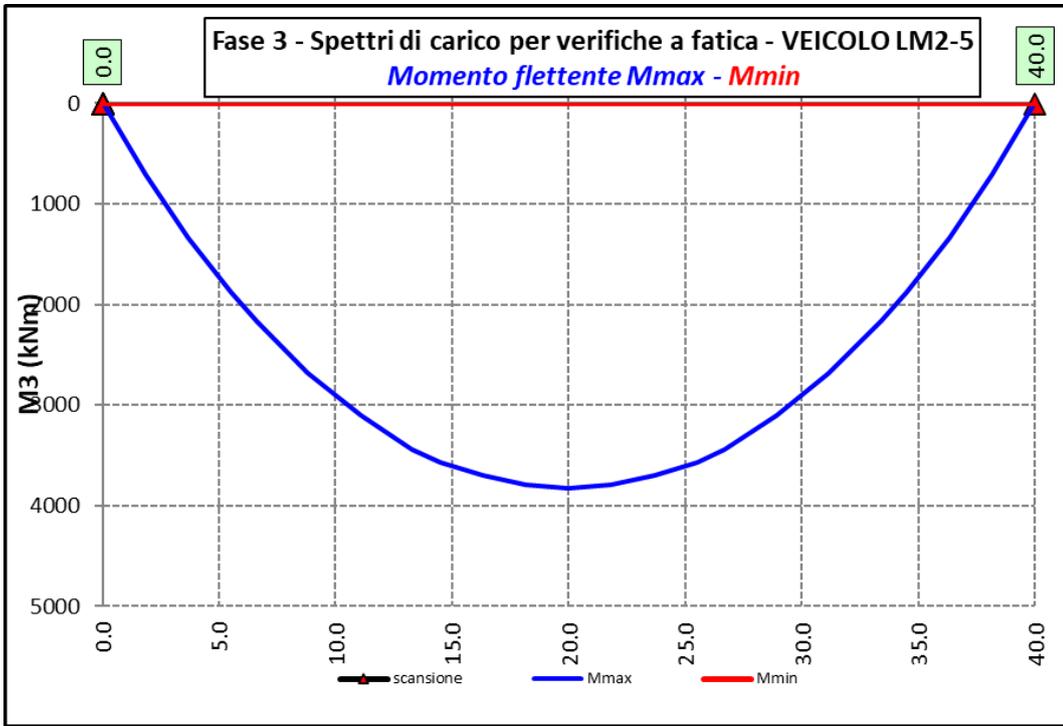
6.2.3.7 Spettri di carico per verifiche a fatica – Modello 3











Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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:

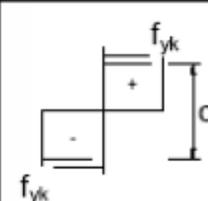
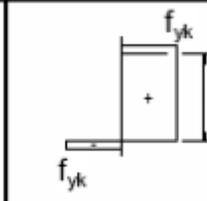
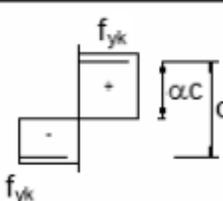
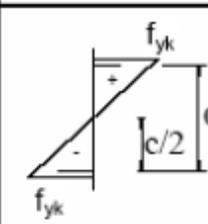
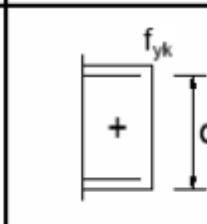
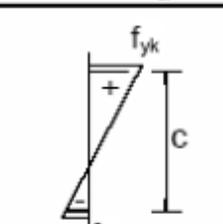
- Classe 1: quando la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico di cui al §4.2.3.2 senza subire riduzioni della resistenza. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità 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:

CA366

Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu

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

		Parti interne compresse				
		Inflexione intorno all'asse		Inflexione 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 $\epsilon_y > f_{yk}/E$

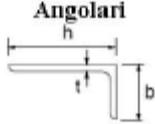
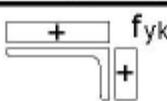
Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèddu</i>	

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 $\bar{\lambda}_w$:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

	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:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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

in cui:

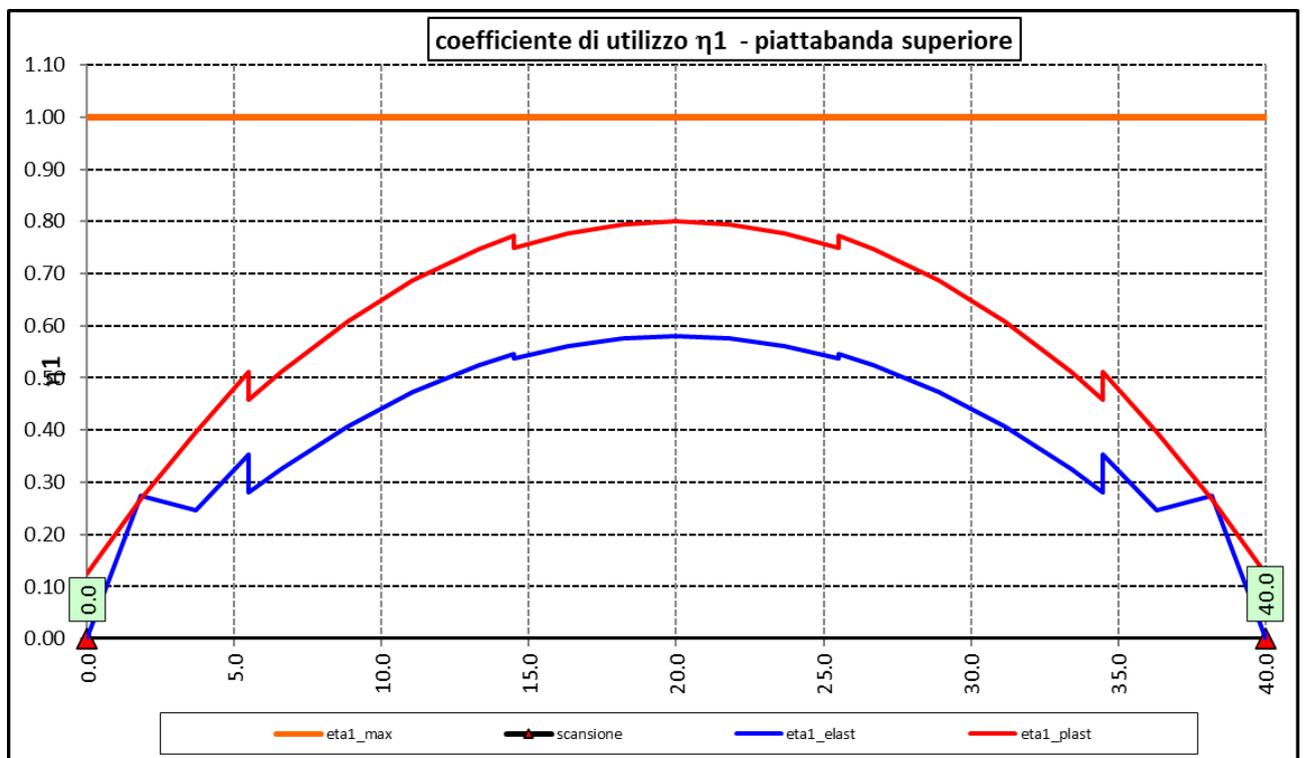
$M_{f,Rd}$ è il momento resistente di progetto delle sole flange efficaci;

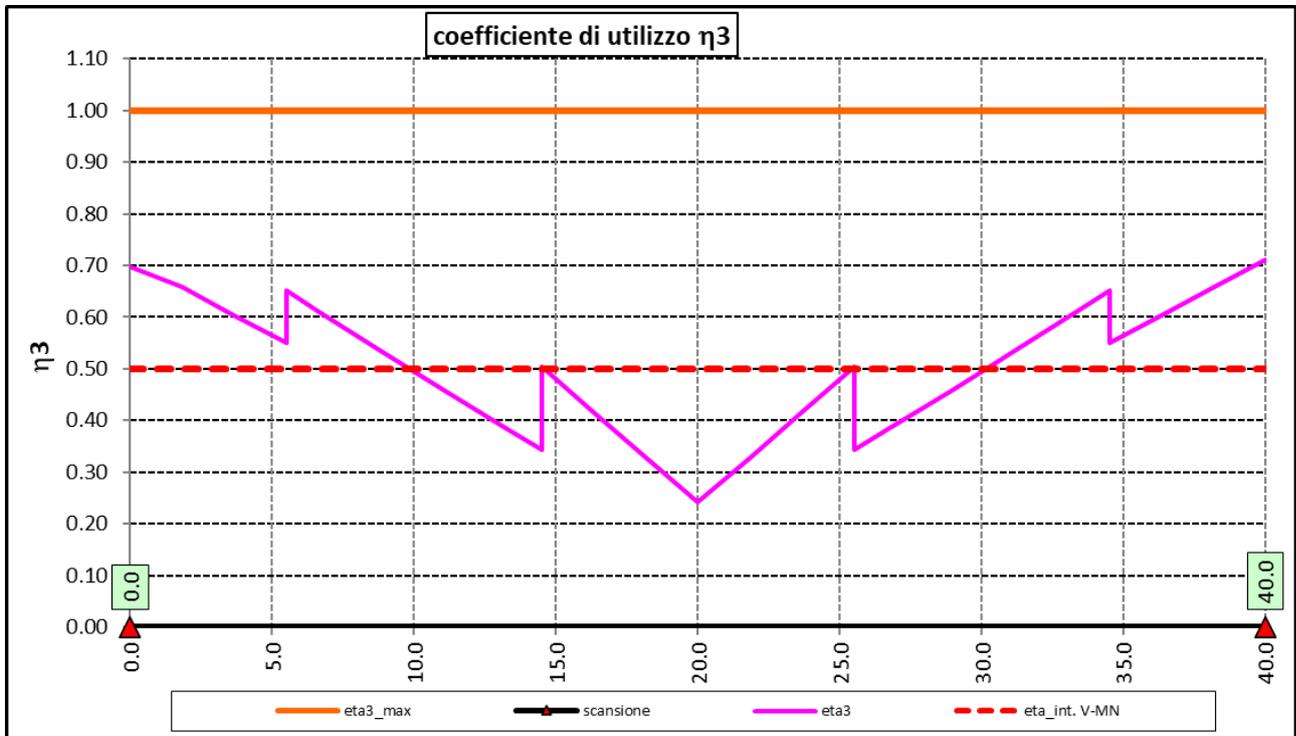
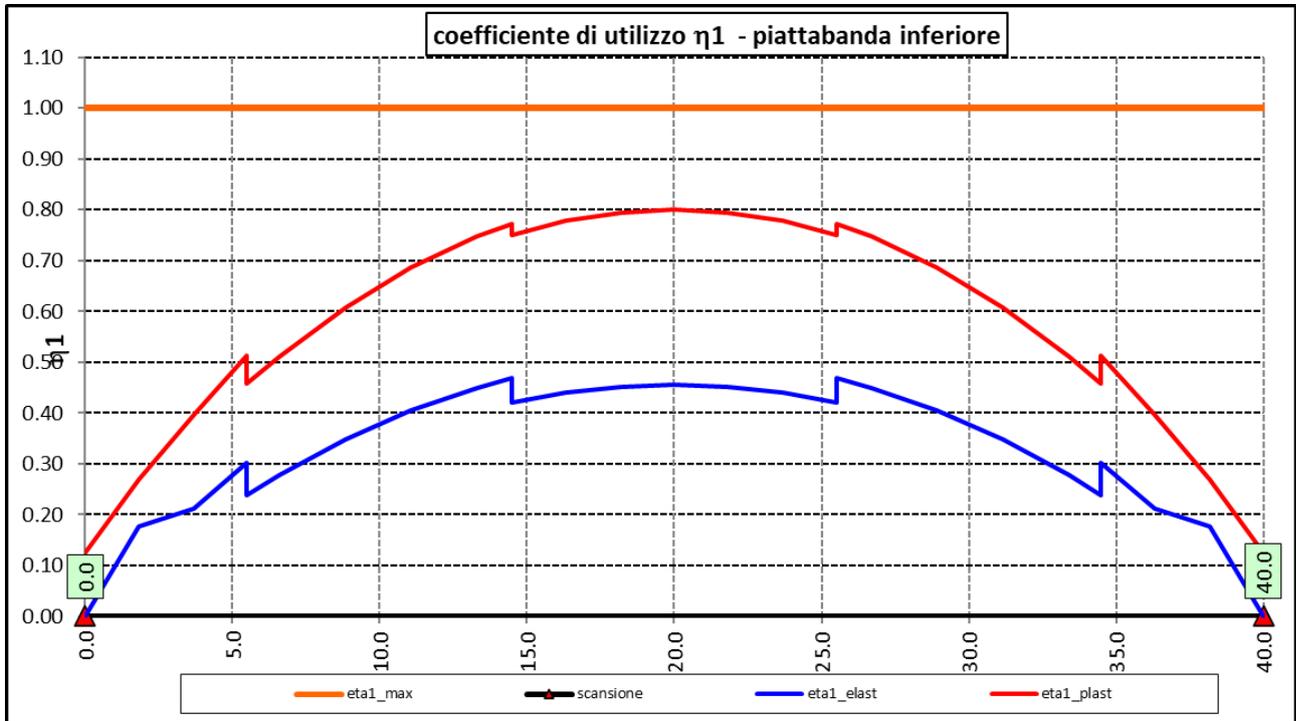
$M_{Pl,Rd}$ è la resistenza plastica della sezione trasversale composta dall'area effettiva delle flange e dall'intera anima senza tener conto della classe di quest'ultima;

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

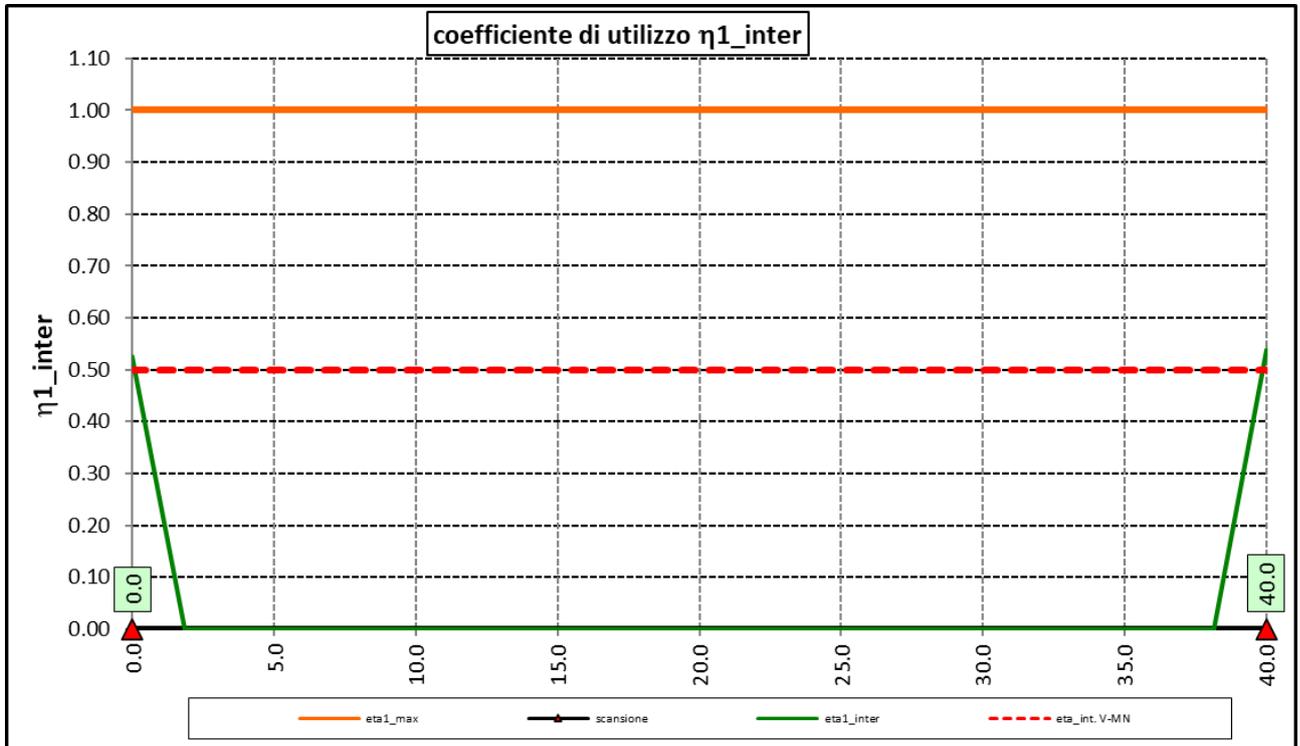
6.3.1.5 Risultati verifiche travi principali agli SLU per pressoflessione, taglio e interazione taglio-momento

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.





Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	



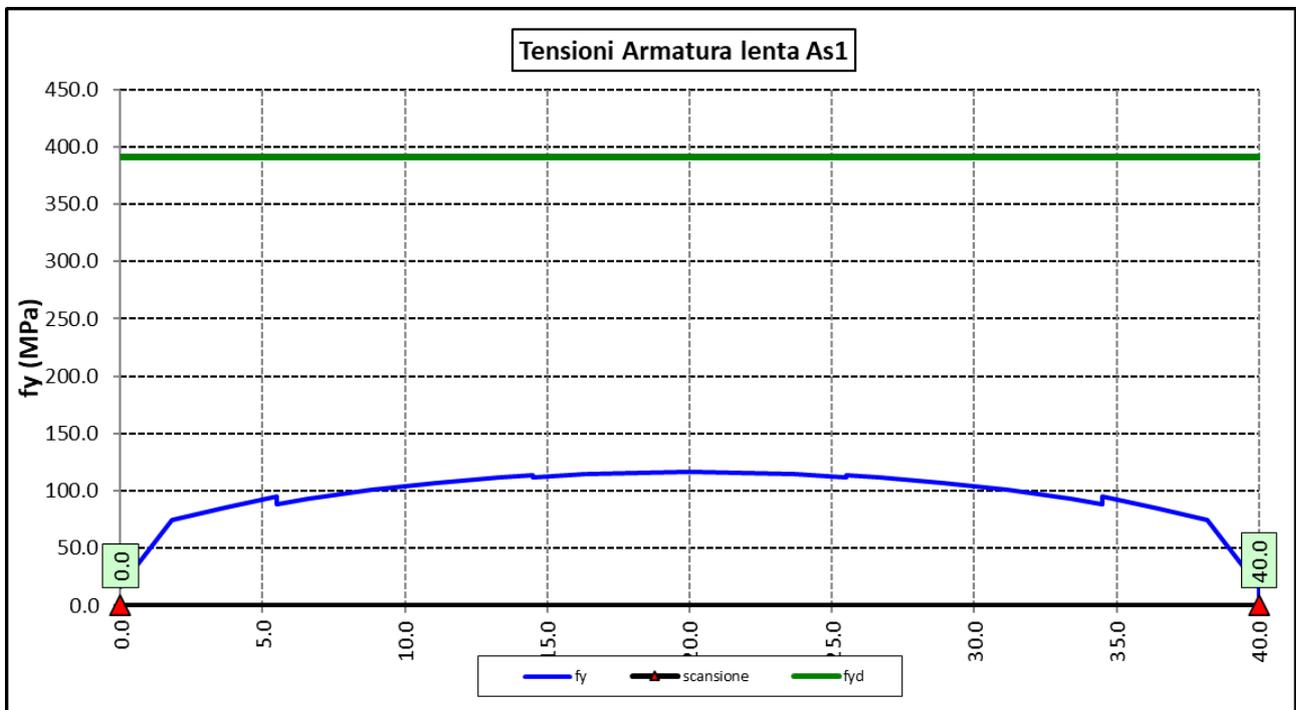
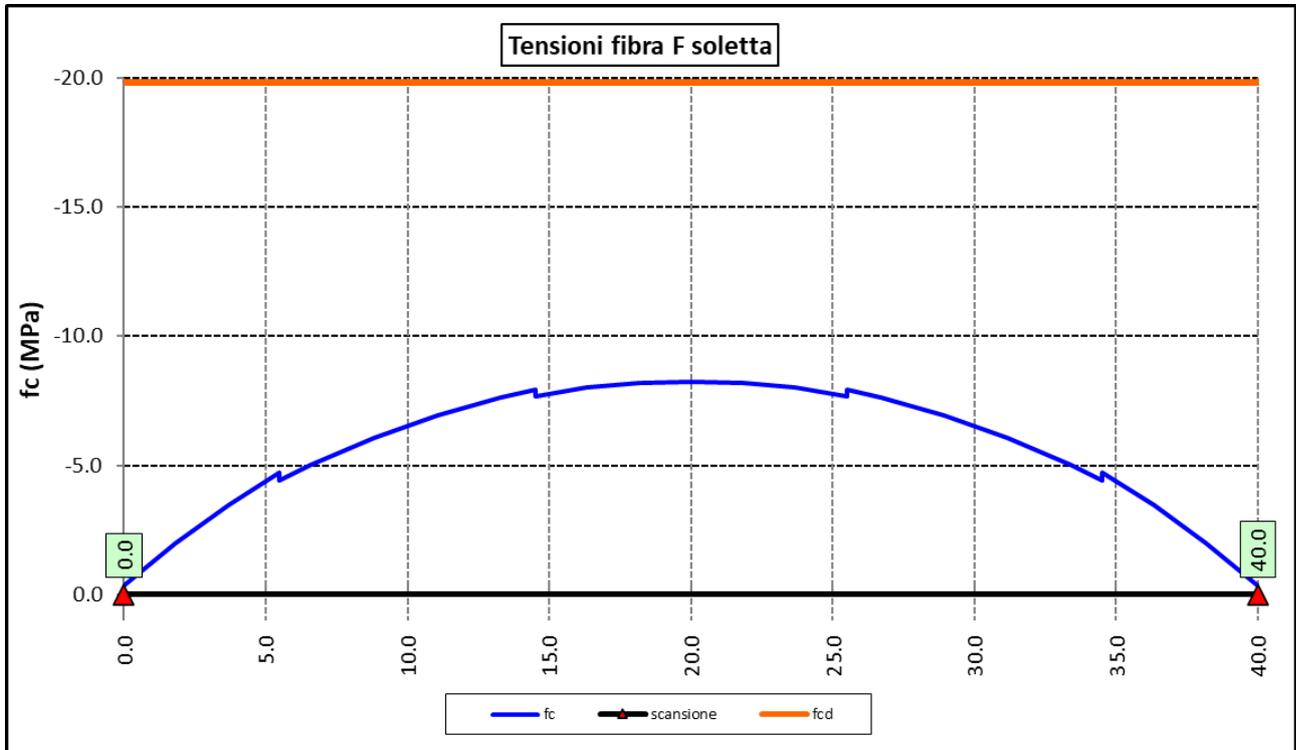
Per quanto attiene la soletta (fibra F) è stato verificato che:

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

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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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:

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

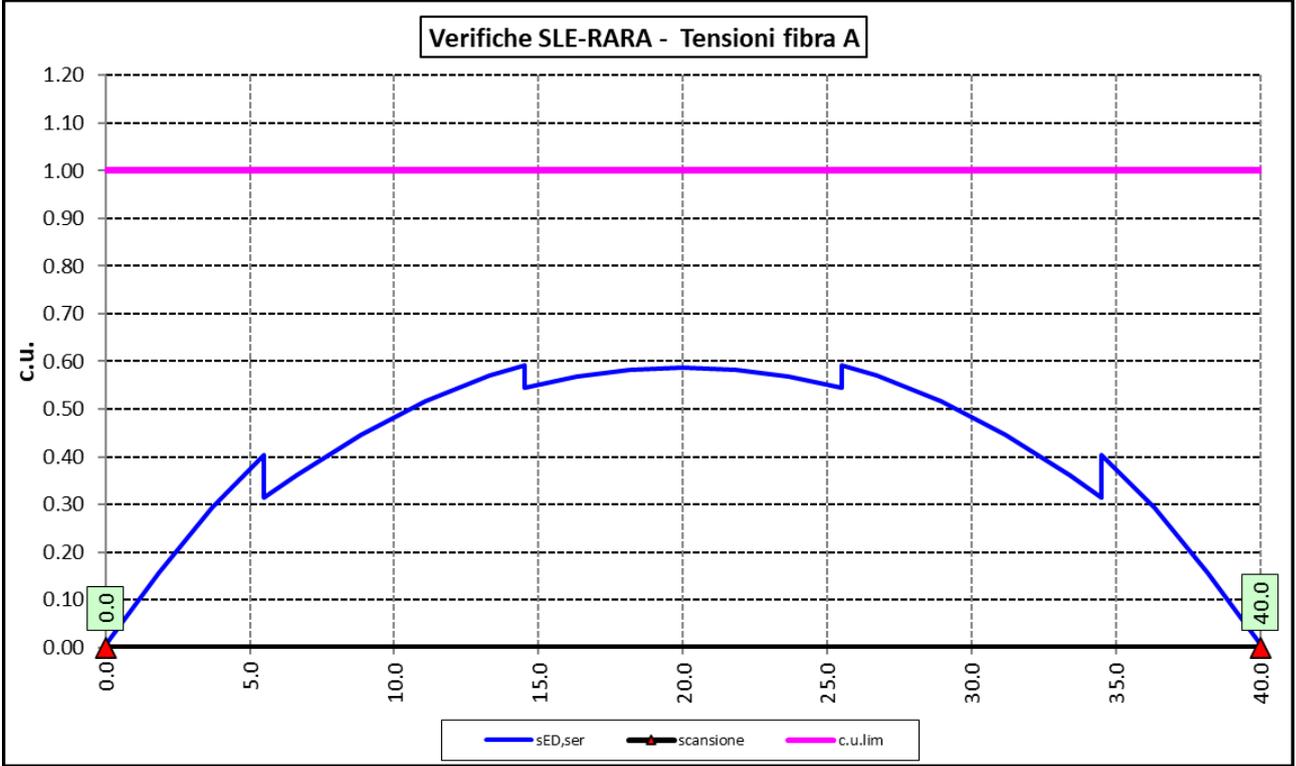
$$\frac{\tau_{Ed,ser}}{f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})} \leq 1$$

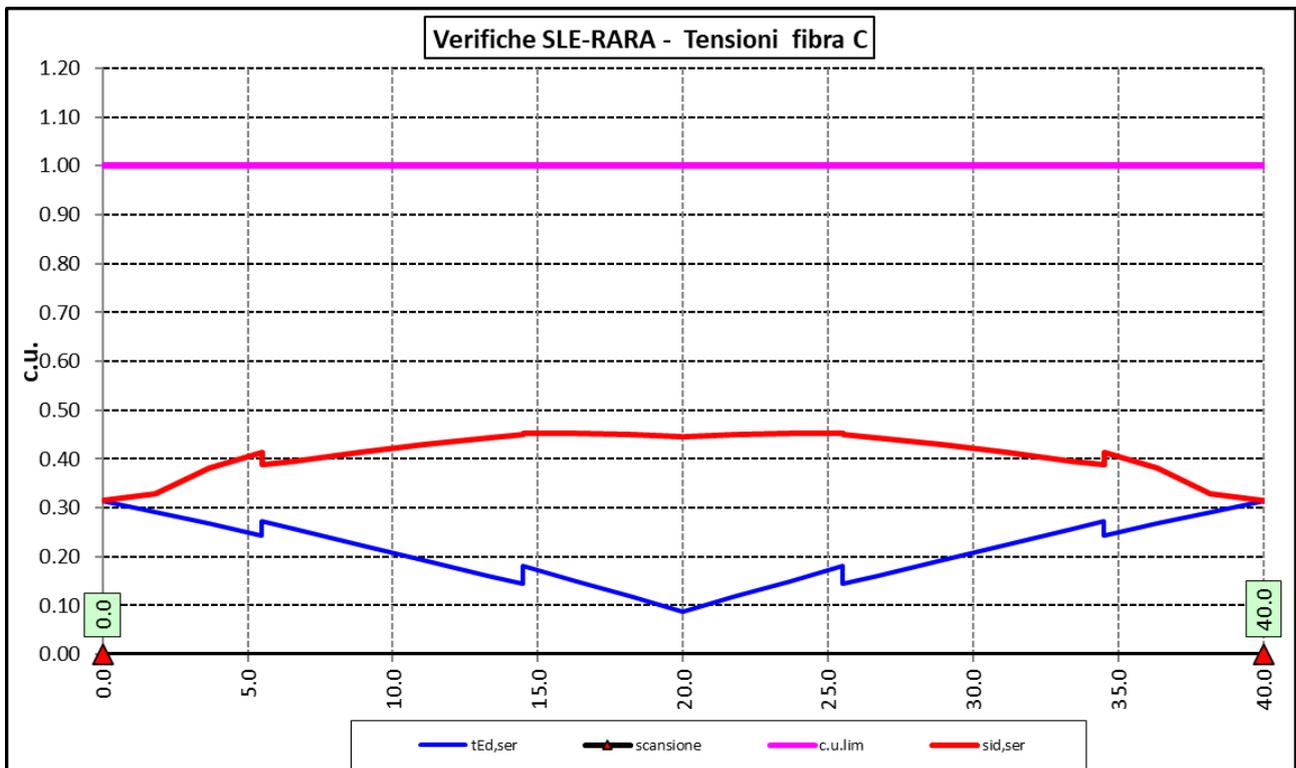
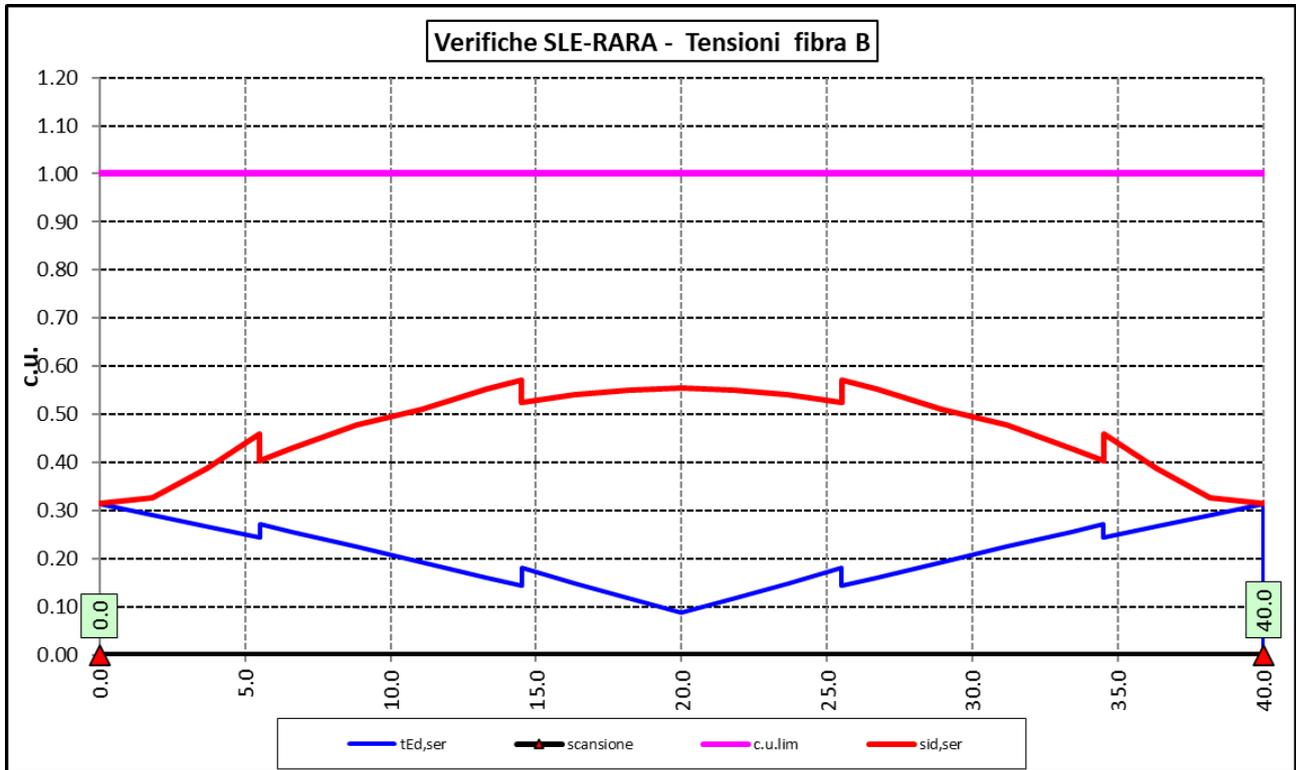
$$\frac{\sqrt{\sigma_{Ed,ser}^2 + 3\tau_{Ed,ser}^2}}{f_{yk} / \gamma_{M,ser}} \leq 1$$

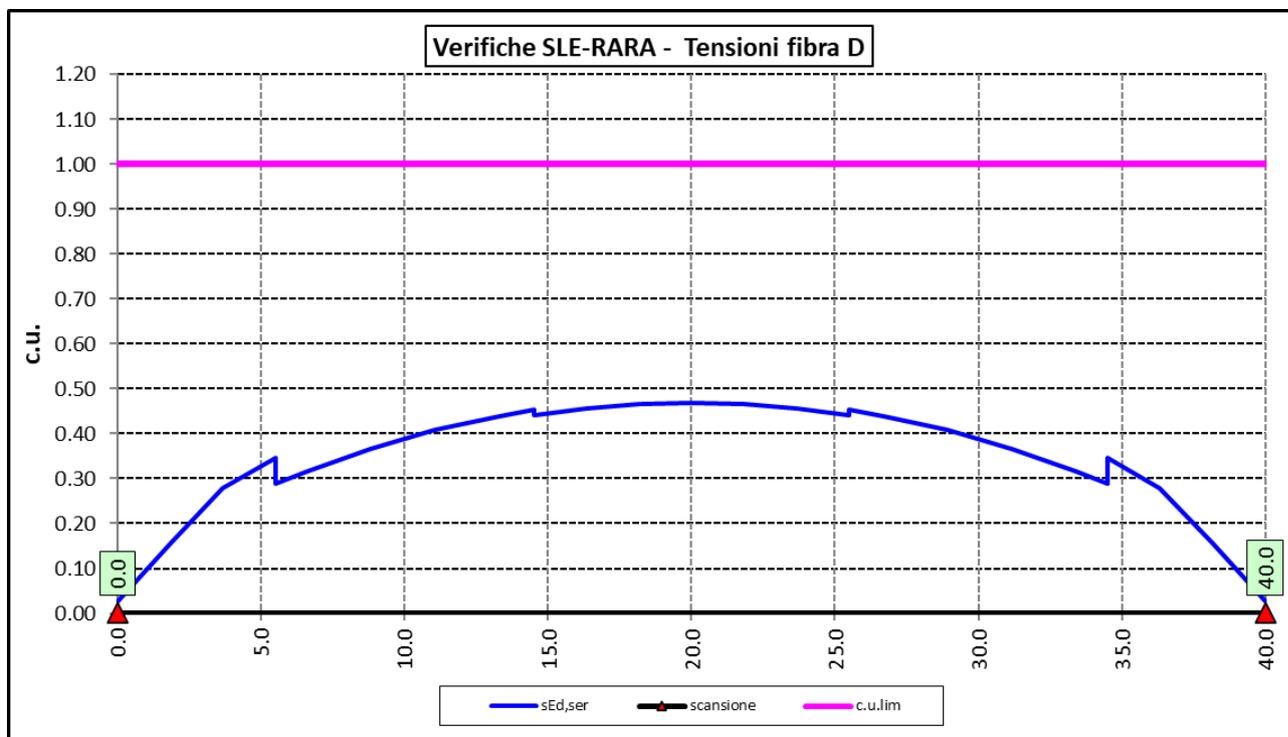
Il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_{M,ser}$ è stato assunto come raccomandato in EN 1993-2:2006 (EC3-2) pari a 1.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

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.

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}

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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)

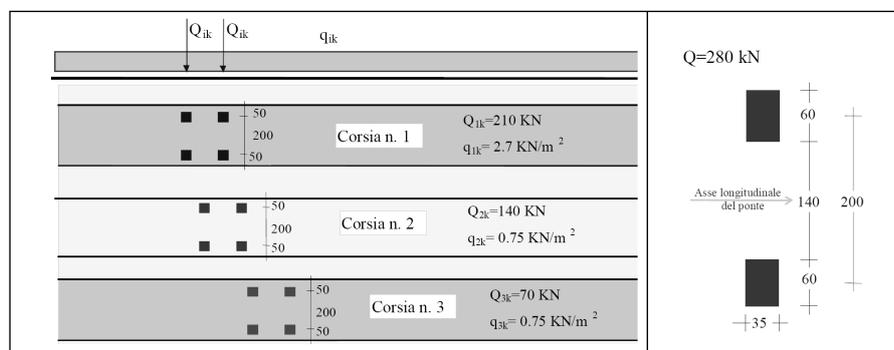
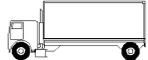


Figura 6.4. Modello di carico a fatica LM1

- 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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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)

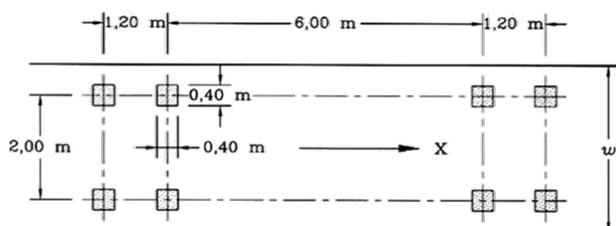


Figura 6.6. Modello di carico a fatica LM3 (4 assi da 120 kN)

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

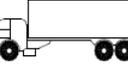
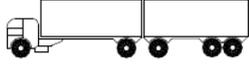
Sagoma del veicolo	Tipo di pneumatico (Tab.5.1-IX)	Interassi [m]	Valori equivalenti dei carichi asse [kN]	Composizione del traffico		
				Lunga percorrenza	Media percorrenza	Traffico locale
	A B	4,50	70 130	20,0	40,0	80,0
	A B B	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0
	A B C C C	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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

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.

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 viadotto.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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:

	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			

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

		85	88	85	65	
		90	87	90	64	
		95	86	95	63	
		100	85	100	63	
7	Saldatura di testa delle anime a piena penetrazione tra elementi di spessore differente con assi allineati con $T_{min} \leq 25$ mm <small>Tmin = spessore minimo delle anime da unire</small>	71		52,3		NO (3)

1. $\Delta\sigma_D = 0,737 \times \Delta\sigma_C$
2. Sovrasspessore 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:

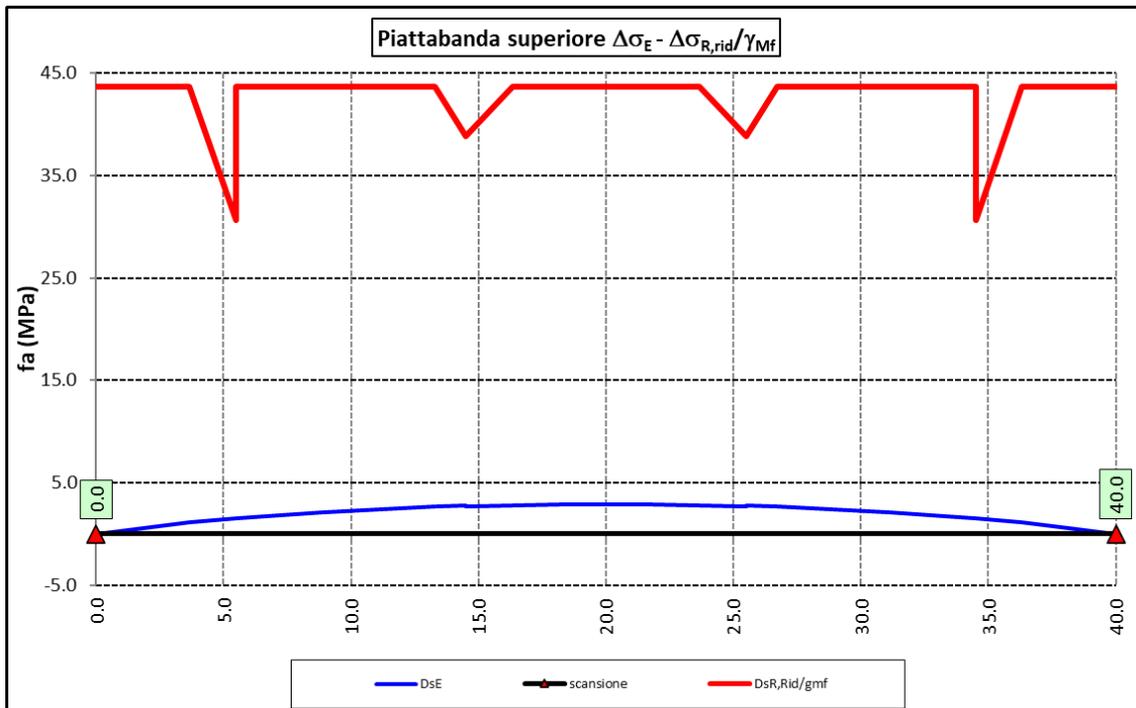
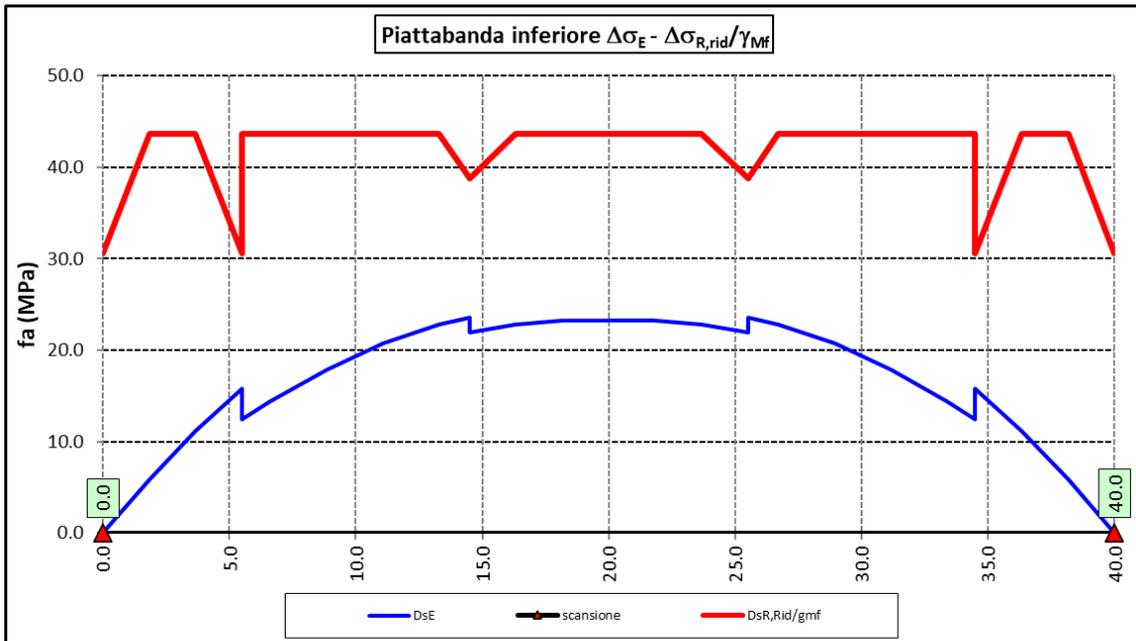
- Il diagramma dell' involuppo dei $\Delta\sigma$ (in Mpa) dovuti ai cinque veicoli che formano il carico LM2 ($\Delta\sigma_E$).
- Il diagramma dei $\Delta\sigma$ "Resistenti ridotti" ($\Delta\sigma_{R,rid}$) pari al valore dei $\Delta\sigma_D$ riportati nella tabella divisi per il coeff. $\gamma_{Mf}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

Tale grafico è stato costruito usando come retta di riferimento il valore del particolare n° 1 (presente ad interasse di circa 5 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)..... $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{MF} = 41,3/1,35 = 30,6$ Mpa
- Particolare 3 (terminazione impilaggio) $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{MF} = 41,3/1,35 = 30,6$ Mpa
- Particolare 7 (saldatura di testa delle anime di spessore non superiore a 25 mm) $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{MF} = 52,3/1,35 = 38,8$ Mpa



Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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.

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 allegate e negli elaborati grafici.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

6.3.6 Verifiche delle connessioni a pioli

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

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:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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

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

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	$\Delta\tau_C / (\gamma_{Mf} \times \gamma_f)$	Mpa	78.3
Resistenza di calcolo a piattabanda superiore Dse_rid	$\Delta\sigma_C / (\gamma_{Mf} \times \gamma_f)$	Mpa	69.6

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

Fattori lambda - Danneggiamento equivalente	Var	unità
tipo di traffico:	percorrenza	lunga
Vita di progetto del ponte	t_{Ld}	anni 100
Peso lordo medio degli autocarri sulla corsia lenta	Qm1	kN 445
numero	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.

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

Nodo	Progr (m)	peso proprio		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)												
1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	40.000	-0.267	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.080	OK!	0.000
2	1.83	-0.008	-0.002	0.000	-0.010	40.000	-0.267	OK!	-0.002	-0.002	0.000	-0.004	-0.080	OK!	0.011
3	3.67	-0.016	-0.004	0.000	-0.019	40.000	-0.267	OK!	-0.004	-0.004	0.000	-0.008	-0.080	OK!	0.021
4	5.50	-0.023	-0.005	0.000	-0.028	40.000	-0.267	OK!	-0.006	-0.006	0.000	-0.012	-0.080	OK!	0.031
5	6.60	-0.027	-0.006	0.000	-0.033	40.000	-0.267	OK!	-0.007	-0.007	0.000	-0.014	-0.080	OK!	0.037
6	8.83	-0.034	-0.008	0.000	-0.042	40.000	-0.267	OK!	-0.009	-0.009	0.000	-0.019	-0.080	OK!	0.047
7	11.07	-0.041	-0.010	0.000	-0.050	40.000	-0.267	OK!	-0.011	-0.011	0.000	-0.022	-0.080	OK!	0.056
8	13.30	-0.046	-0.011	0.000	-0.056	40.000	-0.267	OK!	-0.013	-0.012	0.000	-0.025	-0.080	OK!	0.063
9	14.50	-0.048	-0.011	0.000	-0.059	40.000	-0.267	OK!	-0.013	-0.013	0.000	-0.026	-0.080	OK!	0.066
10	16.33	-0.050	-0.012	0.000	-0.062	40.000	-0.267	OK!	-0.014	-0.014	0.000	-0.028	-0.080	OK!	0.069
11	18.17	-0.052	-0.012	0.000	-0.064	40.000	-0.267	OK!	-0.015	-0.014	0.000	-0.029	-0.080	OK!	0.071
12	20.00	-0.052	-0.012	0.000	-0.065	40.000	-0.267	OK!	-0.015	-0.014	0.000	-0.029	-0.080	OK!	0.072
13	21.83	-0.052	-0.012	0.000	-0.064	40.000	-0.267	OK!	-0.015	-0.014	0.000	-0.029	-0.080	OK!	0.071
14	23.67	-0.050	-0.012	0.000	-0.062	40.000	-0.267	OK!	-0.014	-0.014	0.000	-0.028	-0.080	OK!	0.069
15	25.50	-0.048	-0.011	0.000	-0.059	40.000	-0.267	OK!	-0.013	-0.013	0.000	-0.026	-0.080	OK!	0.066
16	26.70	-0.046	-0.011	0.000	-0.056	40.000	-0.267	OK!	-0.013	-0.012	0.000	-0.025	-0.080	OK!	0.063
17	28.93	-0.041	-0.010	0.000	-0.050	40.000	-0.267	OK!	-0.011	-0.011	0.000	-0.022	-0.080	OK!	0.056
18	31.17	-0.034	-0.008	0.000	-0.042	40.000	-0.267	OK!	-0.009	-0.009	0.000	-0.019	-0.080	OK!	0.047
19	33.40	-0.027	-0.006	0.000	-0.033	40.000	-0.267	OK!	-0.007	-0.007	0.000	-0.014	-0.080	OK!	0.037
20	34.50	-0.023	-0.005	0.000	-0.028	40.000	-0.267	OK!	-0.006	-0.006	0.000	-0.012	-0.080	OK!	0.031
21	36.33	-0.016	-0.004	0.000	-0.019	40.000	-0.267	OK!	-0.004	-0.004	0.000	-0.008	-0.080	OK!	0.021
22	38.17	-0.008	-0.002	0.000	-0.010	40.000	-0.267	OK!	-0.002	-0.002	0.000	-0.004	-0.080	OK!	0.011
23	40.00	0.000	0.000	0.000	0.000	40.000	-0.267	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.080	OK!	0.000

La figura seguente fornisce evidenza dei risultati ottenuti:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

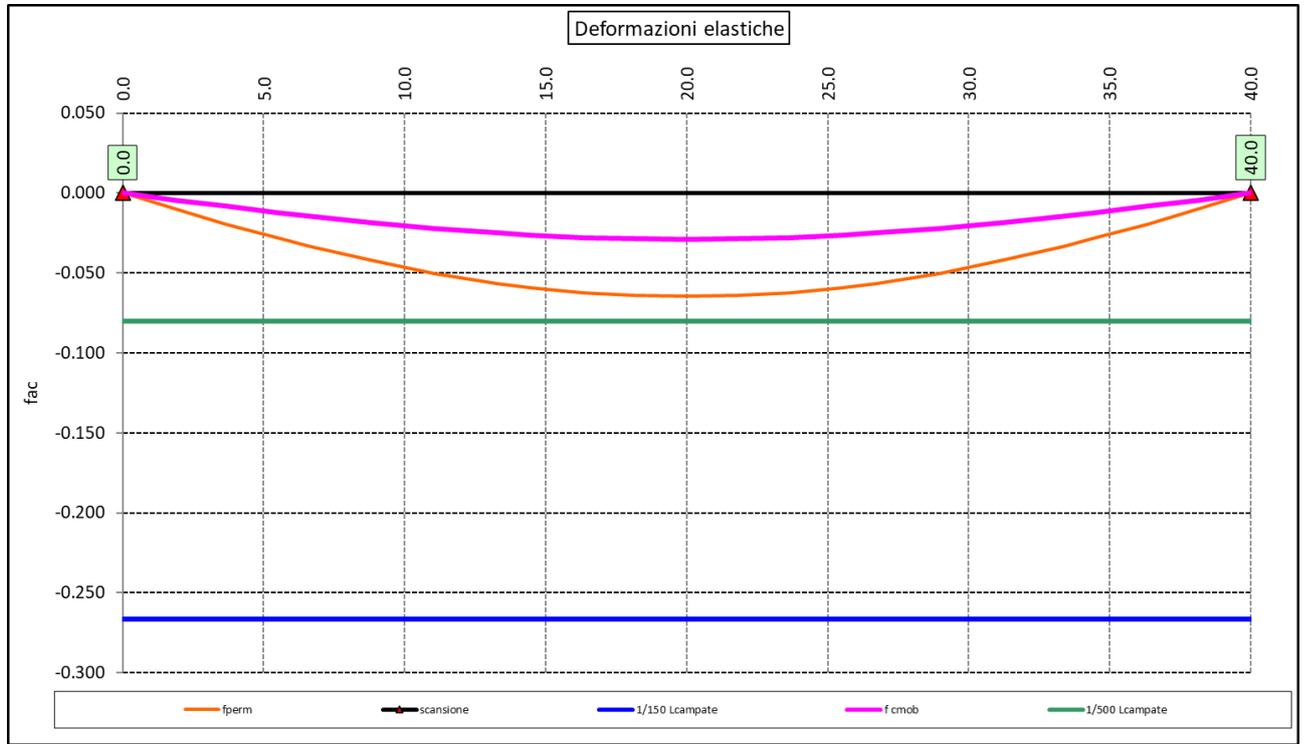


Figura 6.8. Travi principali – Verifiche di deformabilità

6.5 Verifiche dei trasversi

6.5.1 Verifiche dei trasversi di campata

Ai trasversi correnti è affidato il compito di :

- impedire l'instabilità delle piattabande inferiori compresse delle travi principali;
- resistere alle azioni trasversali generate dal vento, trasferendole alla soletta di impalcato.

Le sollecitazioni sono state determinate con l'ausilio di un modello a telaio che schematizza il trasverso ed i montanti, con sezione a "T" formata dall'irrigidimento verticale e da una porzione dell'anima delle travi principali di larghezza pari a $b_w = 2 \cdot 15 \cdot \varepsilon \cdot t + t_{st}$.

In allegato si riepilogano le caratteristiche geometriche-inerziali delle sezioni che compongono il trasverso di campata e i montanti considerate in fase di analisi.

Sono stati considerate le seguenti azioni:

1. Azioni orizzontali trasversali trasmesse dal vento agli SLU, agenti sulla superficie laterale della trave di bordo e relative ad una larghezza di influenza pari all'interasse tra i trasversi (**Load Hvento**);

Tenendo conto che tale azione è considerata concomitante agli effetti dei carichi mobili (azione dominante), è stato assunto un coefficiente parziale per verifiche SLU pari a **0.90**.

Sono state considerate le seguenti combinazioni per verifiche SLU:

- SLU1: Hvento;

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

La figura seguente illustra il modello di calcolo implementato:

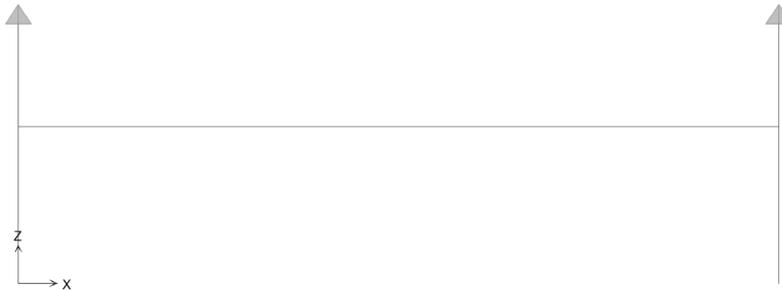


Figura 6.9. Modello di calcolo - Trasverso di campata D11

6.5.1.1 Carichi agenti sul trasverso

- Azioni orizzontali trasmesse dal vento agli SLU:
 $H_{vento} = 1.96 \times 6.7 \times (0.6 \times 1.5) = 12.8 \text{ kN/m.}$

6.5.1.2 Sollecitazioni di progetto

Le figure seguenti illustrano gli le sollecitazioni per verifiche agli SLU:

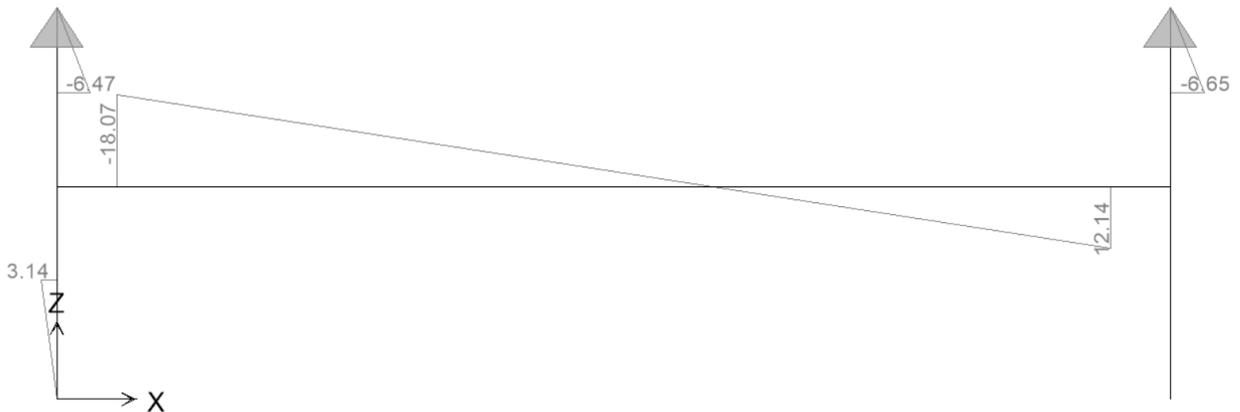


Figura 6.10. Trasverso di campata – Momento flettente SLU

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	



Figura 6.11. Trasverso di campata – Sforzo normale SLU



Figura 6.12. Trasverso di campata – Sforzo di taglio SLU

6.5.1.3 Verifiche di resistenza ed instabilità SLU

Le verifiche di resistenza SLU del trasverso e del montante sono state condotte in campo elastico.

La verifica di instabilità flessio-torsionale agli SLU del trasverso è stata condotta in accordo al § 4.2.4.1.3.2 delle NTC18.

Si rimanda allo specifico allegato.

6.5.2 Verifiche dei trasversi di appoggio

I trasversi di appoggio, presenti in corrispondenza delle spalle, garantiscono il trasferimento delle azioni verticali e orizzontali alle sottostrutture.

Gli sforzi normali agenti sui montanti sono pari alle reazioni vincolari fornite dalle analisi delle travi principali.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

Le sollecitazioni flettenti e taglianti sono state determinate con l'ausilio di un modello a telaio che schematizza il trasverso ed i montanti. La sezione resistente dei montanti è costituita dalle 3 coppie di irrigidimenti verticali previste, e da una larghezza di anima pari alla somma della distanza tra le coppie di irrigidimenti più esterne alla larghezza collaborante $2 \cdot 15 \cdot \varepsilon \cdot t + t_{st}$.

In allegato si riepilogano le caratteristiche geometriche-inerziali delle sezioni che compongono il trasverso di campata e i montanti considerate in fase di analisi.

Sono stati considerate le seguenti azioni:

1. Azioni orizzontali trasversali trasmesse dalla soletta ai due montanti per effetto del sisma agli SLV, applicate come forze concentrate in testa ai montanti;
2. Azioni orizzontali trasversali trasmesse dalla soletta ai due montanti per effetto del vento fattorizzate, applicate come forze concentrate in testa ai montanti;

Tenendo conto che tale azione è considerata concomitante agli effetti dei carichi mobili (azione dominante), è stato assunto un coefficiente parziale per verifiche SLU pari a **0.90**.

Le azioni orizzontali relative al sisma SLV agente in direzione trasversale ad al vento hanno entità pari azioni orizzontali agenti sugli apparecchi di appoggio determinate nell'ambito delle analisi delle sottostrutture.

6.5.2.1 Trasversi di spalla

La figura seguente illustra il modello di calcolo implementato:



Figura 6.13. Modello di calcolo - Trasverso di appoggio – spalla

Azioni agenti sui trasversi di appoggio

- Azioni orizzontali in testa ai montanti – sisma SLV:
 $H_t\text{-SLV} = 1589/2 = 794 \text{ kN}$
- Azioni orizzontali trasmesse dal vento agli SLU:
 $H_t\text{-vento} = 236.3 \times 0.9 / 2 = 106.3 \text{ kN/m.}$

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

Sollecitazioni di progetto

Le figure seguenti illustrano le sollecitazioni per verifiche agli SLU:

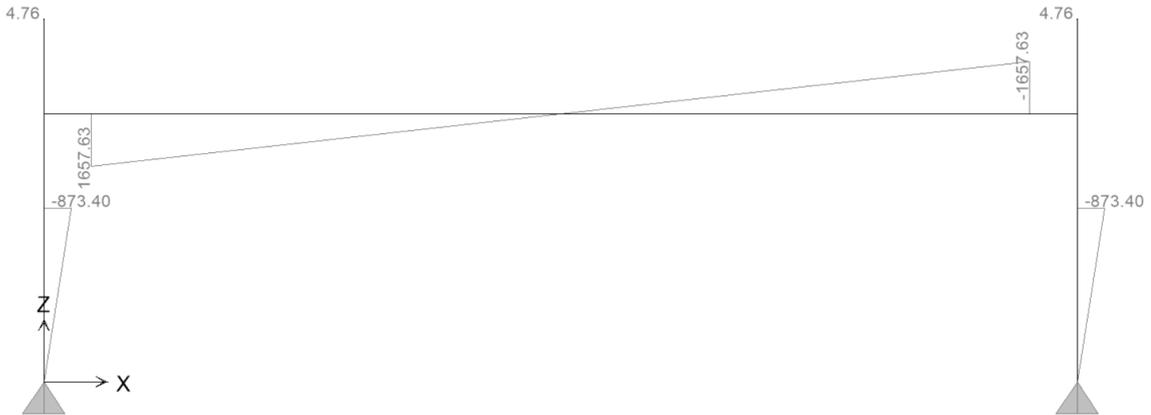


Figura 6.14. Trasverso di appoggio spalla – Momento flettente Ht-SLV

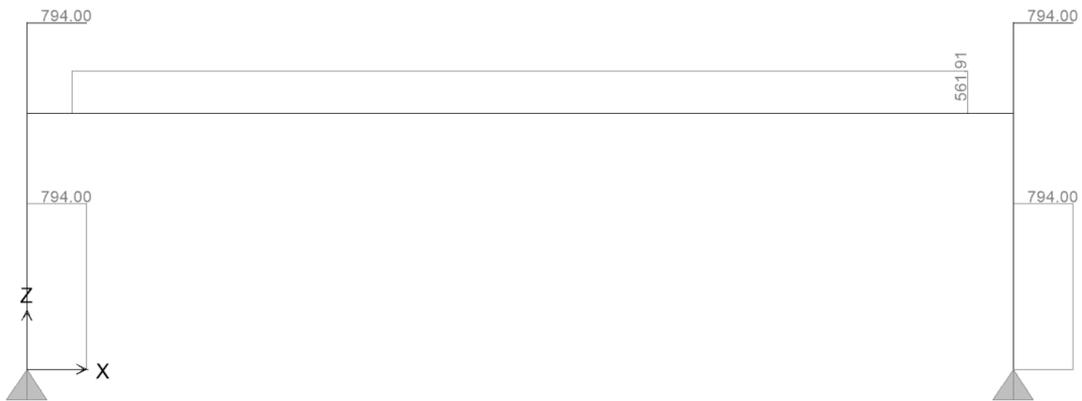


Figura 6.15. Trasverso di appoggio spalla – Sforzo di taglio Ht-SLV

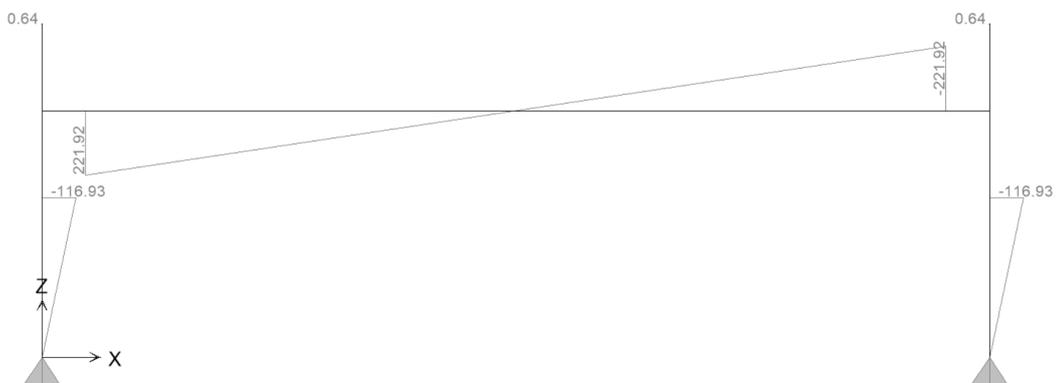


Figura 6.16. Trasverso di appoggio spalla – Momento flettente Ht-vento

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	



Figura 6.17. Trasverso di appoggio spalla – Sforzo di taglio Ht-vento

Gli sforzi normali agenti concomitanti sui montanti sono pari a:

- Verifiche SLV: NEd = 1482 kN
- Verifiche SLU: NEd = 4258 kN

Verifiche di resistenza ed instabilità SLU

Le verifiche sono state condotte secondo quanto specificato al par.6.3.

Si rimanda allo specifico allegato.

6.6 Verifiche locali dei trasversi spalla

E' previsto che i trasversi di spalla, siano collegati alla soletta di impalcato mediante piolatura, per fornire sostegno alla soletta medesima in direzione longitudinale, in prossimità del giunto. In questo paragrafo si illustrano le verifiche dei trasversi per azioni dirette esercitate dai carichi mobili (verifiche locali).

6.6.1 Analisi dei carichi direttamente trasmessi dalla soletta

6.6.1.1 Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1

Nell'ambito dell'analisi della trave, il peso proprio della carpenteria metallica è stato computato in automatico dal codice di calcolo utilizzato, a partire dalle aree degli elementi che rappresentano il trasverso, considerando un coefficiente maggiorativo pari a 1.20 che tiene conto dell'incidenza delle unioni bullonate.

Il peso proprio trasmesso dalla soletta è stato valutato con riferimento ad una larghezza pari a due volte lo sbalzo di testata:

- Soletta in c.a.: $2.0 \times 0.31 \times 25.0 = 15.5$ kN/ml

6.6.1.2 Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2

I permanenti portati agenti sulla sezione di impalcato sono quelli illustrati al par. 5.2.2.1.

Si considera una larghezza della soletta gravante pari a due volte lo sbalzo di testata:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

- Cordoli in c.a.: $2.0 \times 0.20 \times 25.0 = 10.0$ kN/ml
- pavimentazione: $2.0 \times 3.0 = 6.0$ kN/ml
- Guard-rail: $2.0 \times 1.50 = 3.0$ kN
- Parapetti laterali: $2.0 \times 0.50 = 1.0$ kN
- Vele di estremità: $2.0 \times 1.40 = 2.8$ kN
- Tubazione di raccolta acque di piattaforma: $2.0 \times 1.50 = 3.0$ kN

I carichi che eccedono la lunghezza del traverso di spalla sono applicati come carico assiale e momento equivalente.

6.6.1.3 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ϵ_2 e ϵ_3

La deformazione da ritiro a tempo infinito è la seguente:

Ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	var	unità	
Modulo elastico calcestruzzo	Ec	MPa	34077
spessore dei getti in opera	hc	m	0.26
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	Ac	m ²	0.520
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	1.85
coefficiente $h_0 = 2 \times Ac / u$	h0	mm	562
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}		0.00026

Nelle verifiche sono state considerate le sollecitazioni equivalenti agli effetti isostatici.

6.6.1.4 Azioni variabili da traffico - Carichi verticali compressivi degli effetti dinamici – q1

I carichi mobili presi in considerazione sono quelli descritti al paragrafo 5.2.6.

Le azioni direttamente agenti sul trasverso sono state determinate analizzando lo schema di trave semplicemente appoggiata, costituita dalla soletta in direzione longitudinale compressiva di sbalzo di testata.

Le azioni trasmesse al trasverso sono fornite dalle seguenti espressioni:

- Carichi concentrati dello schema di carico 1:

$$R_{t,Q} = \frac{[(l + l_{sb}) \cdot 2 - 1.20]}{l} \cdot \varphi \cdot Q = \frac{[(6.6 + 1.0) \cdot 2 - 1.20]}{6.6} \cdot 1.3 \cdot Q = 2.76Q$$

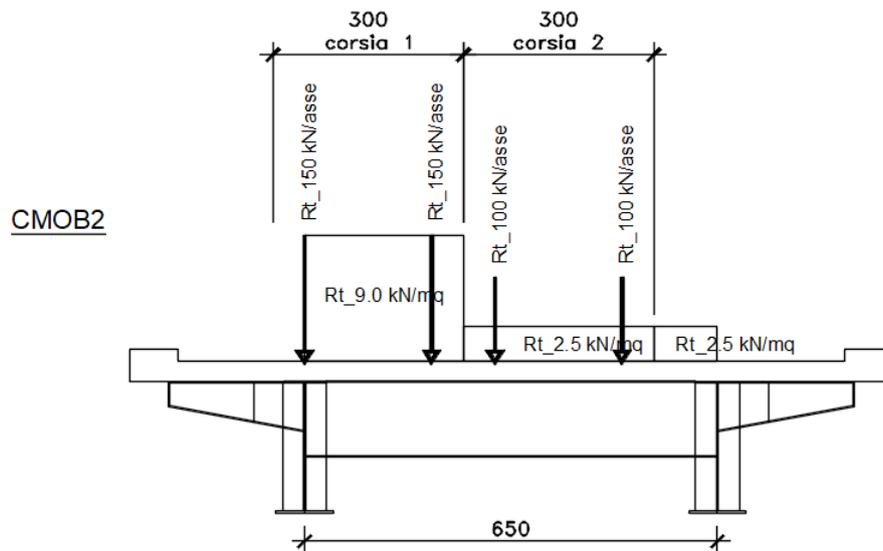
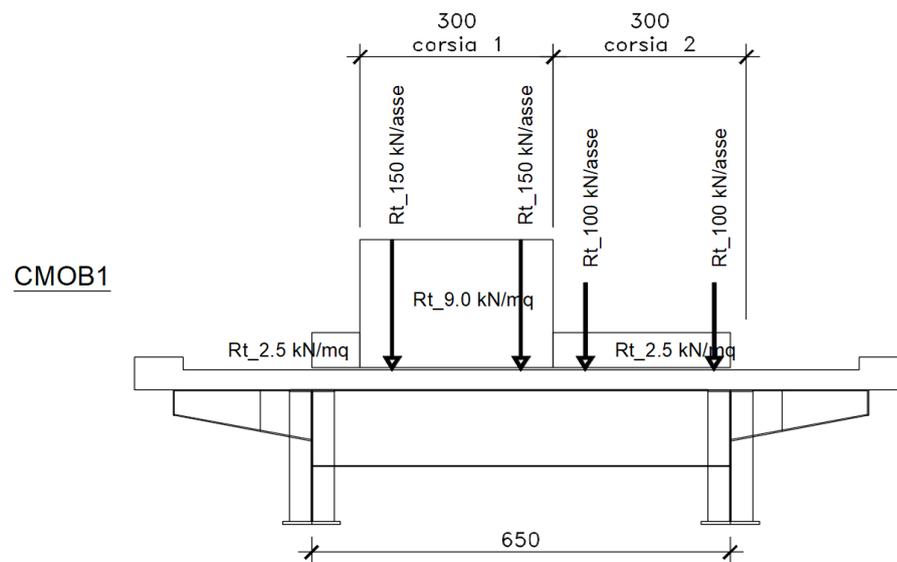
- Carichi distribuiti dello schema di carico 1:

$$R_{t,q} = \frac{(l + l_{sb})^2}{2 \cdot l} \cdot \varphi \cdot q = \frac{(6.6 + 1.0)^2}{2 \cdot 6.6} \cdot 1.3 \cdot q = 5.688q$$

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

Avendo considerato un coefficiente amplificativo pari a 1.3 per le azioni agenti in prossimità del giunto di estremità.

Le disposizioni trasversali dei carichi mobili che massimizzano le sollecitazioni sono illustrate nella figura seguente:



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

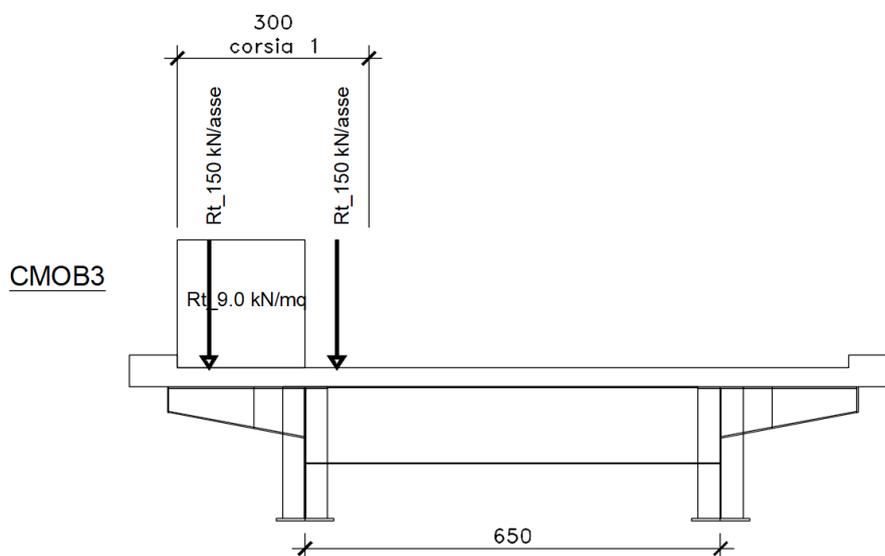


Figura 6.18. Disposizione trasversale carichi mobili per analisi trasverso di spalla

6.6.1.5 Azioni della temperatura – q7

Si considera una variazione termica tra soletta e trasverso pari a $\Delta T = \pm 10^\circ$.

Nelle verifiche sono state considerate le sollecitazioni equivalenti agli effetti isostatici.

6.6.2 Combinazioni di Carico

Le combinazioni prese in considerazione per le verifiche SLU ed SLE del trasverso di spalla sono quelle esplicitate al paragrafo 5.3.

6.6.3 Analisi del trasverso di spalla

L'analisi statica della trave continua è stata condotta con l'ausilio del noto programma agli elementi finiti SAP2000P®.

La figura seguente illustra la geometria del modello di calcolo:



Figura 6.19. Geometria del modello di calcolo

6.6.3.1 Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi

In allegato si riepilogano le caratteristiche geometriche-inerziali delle sezioni che compongono il trasverso di spalla considerate in fase di analisi.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i>	

6.6.3.2 Applicazione dei carichi al modello

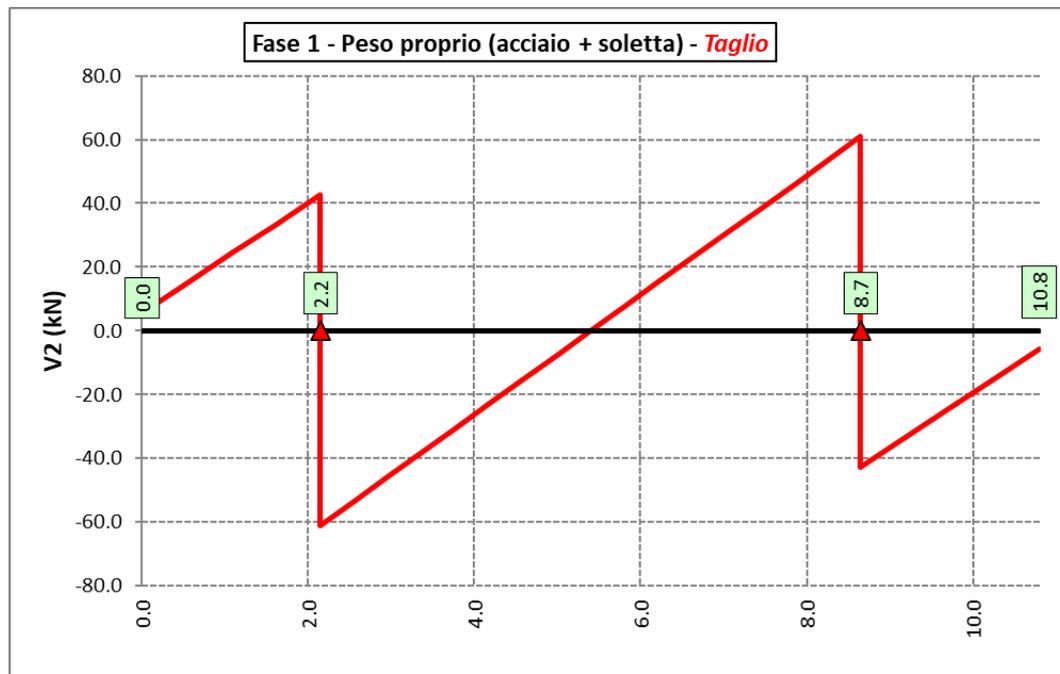
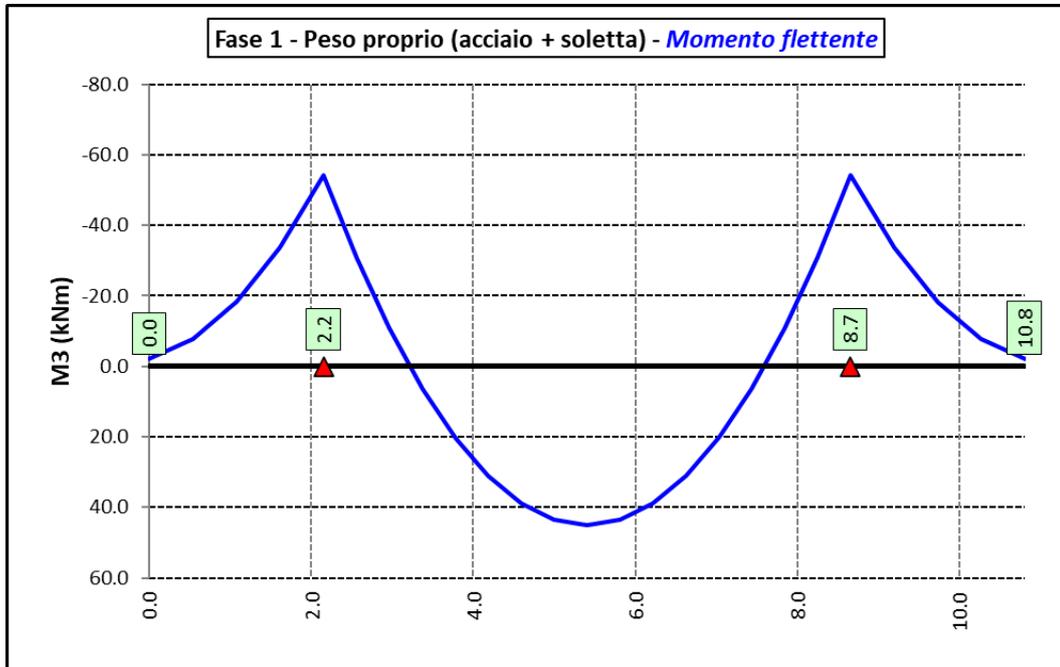
L'applicazione dei carichi ai modelli di calcolo segue le medesime modalità illustrate relativamente alle analisi delle travi principali (vedi paragrafo 6.2.2).

I carichi agenti sulle porzioni di cordolo che eccedono gli estremi del traverso sono stati applicati come sforzi normali e relativi momenti equivalenti.

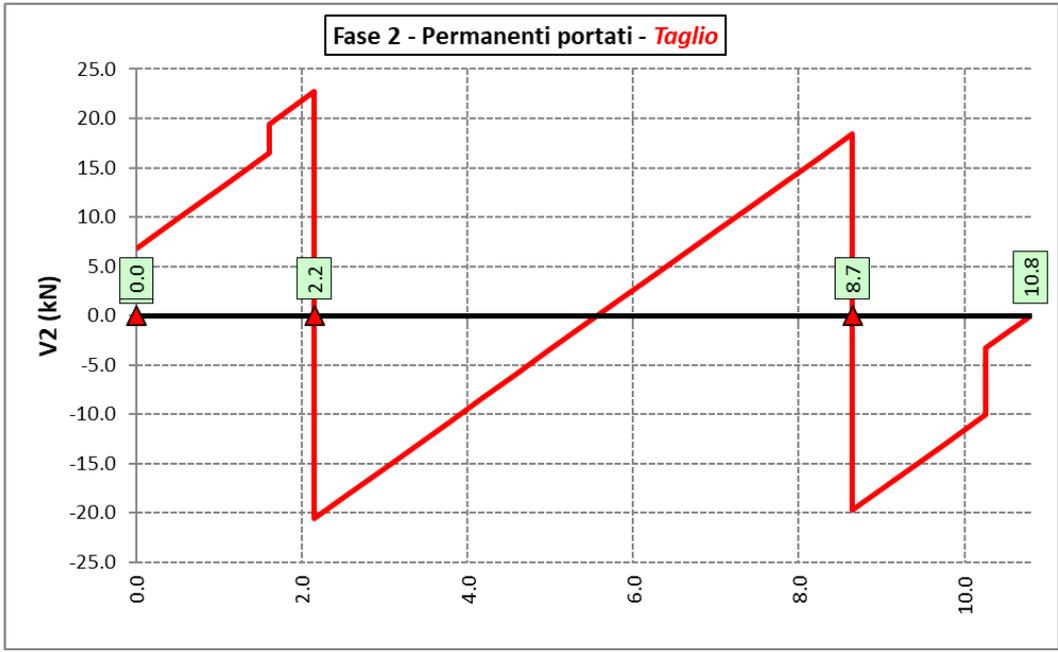
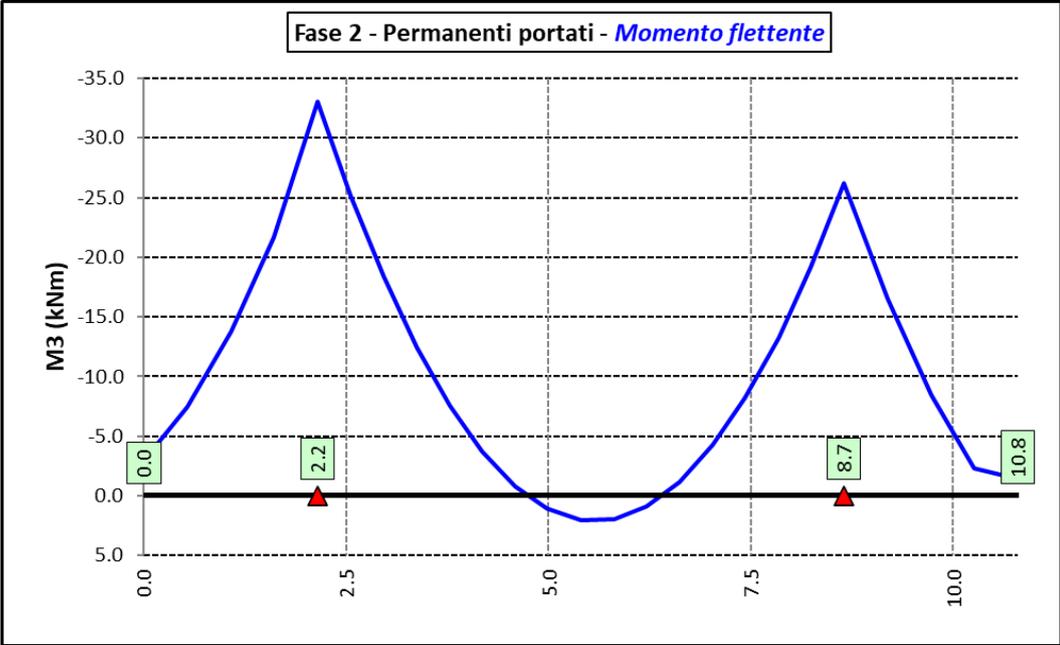
6.6.3.3 Sollecitazioni di progetto

Le figure seguenti rappresentano le sollecitazioni agenti sul trasverso in termini di Momento flettente M3 e sforzo di taglio V2 per ciascuna condizione di carico esaminata:

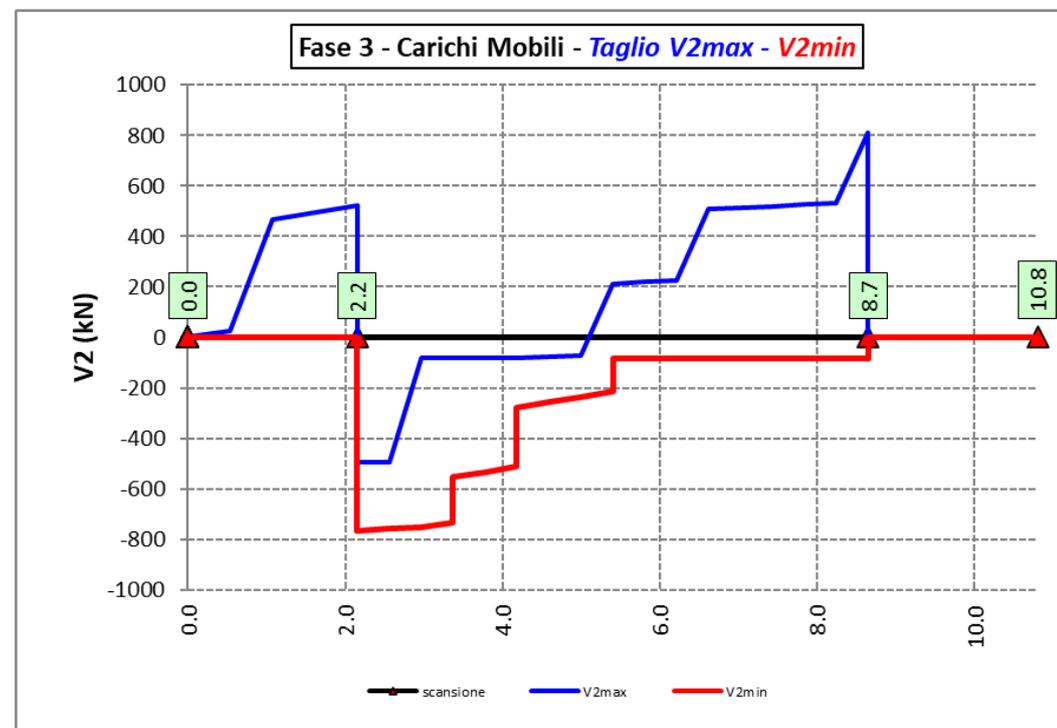
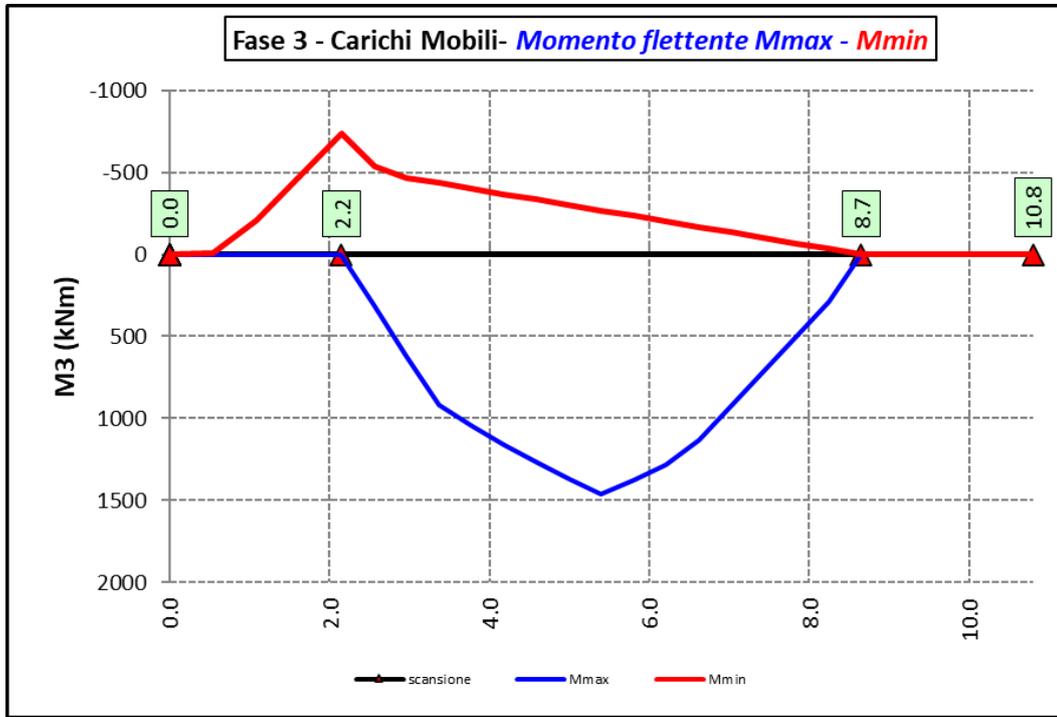
Peso proprio (acciaio + soletta) – Modello 1



Permanenti portati – Modello 2



Azioni variabili da traffico (Involuppi) – Modello 3



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

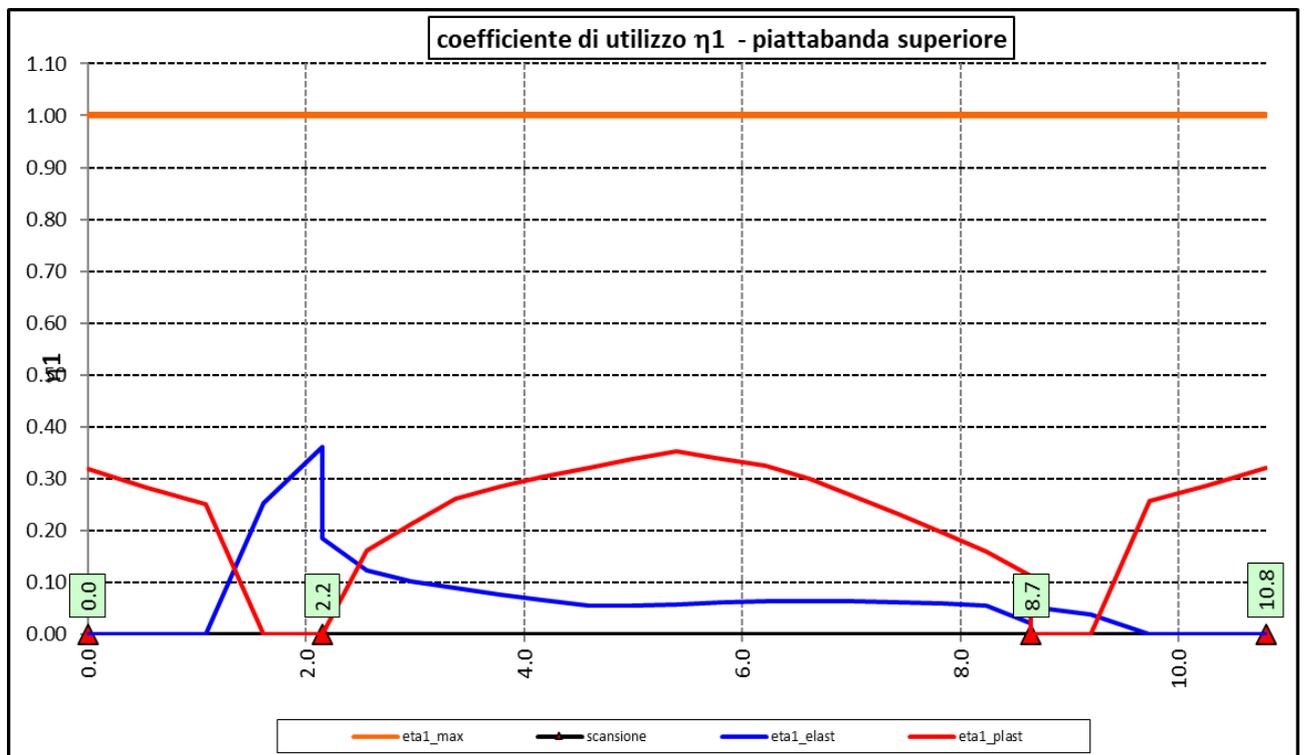
Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

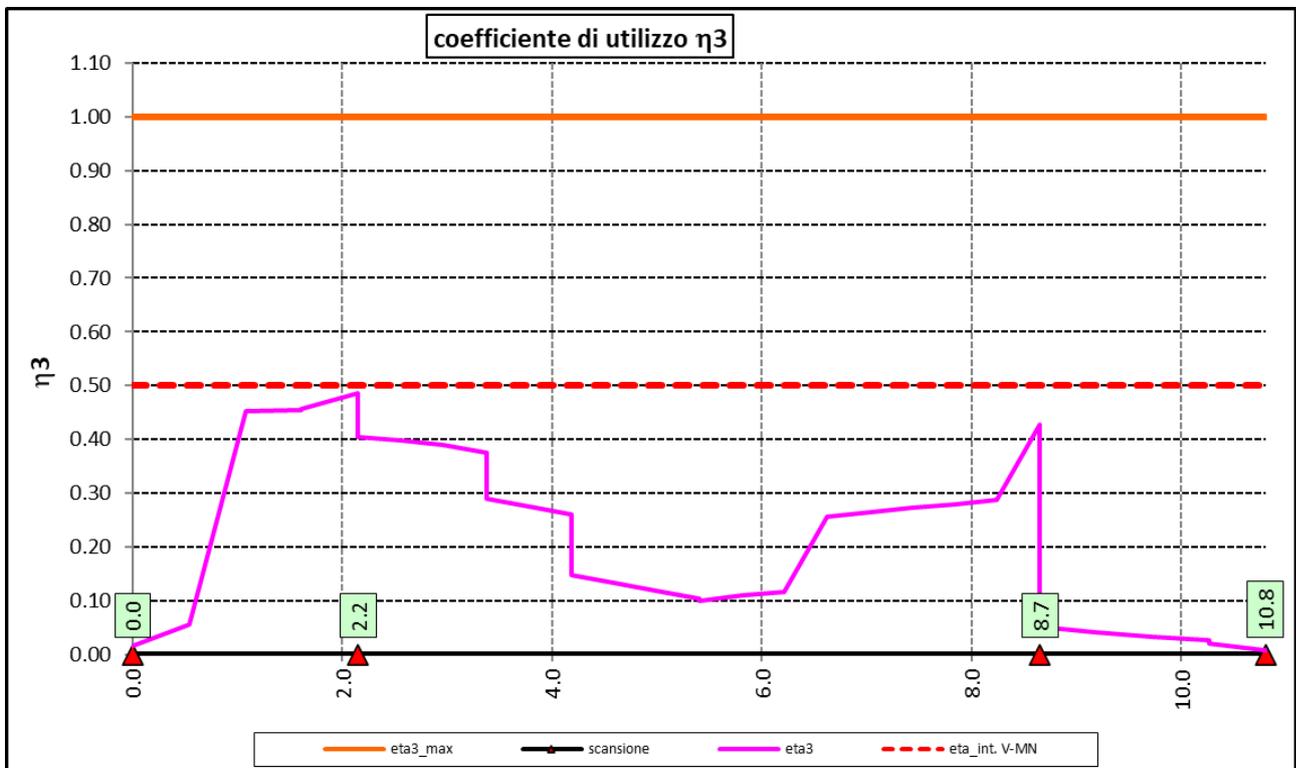
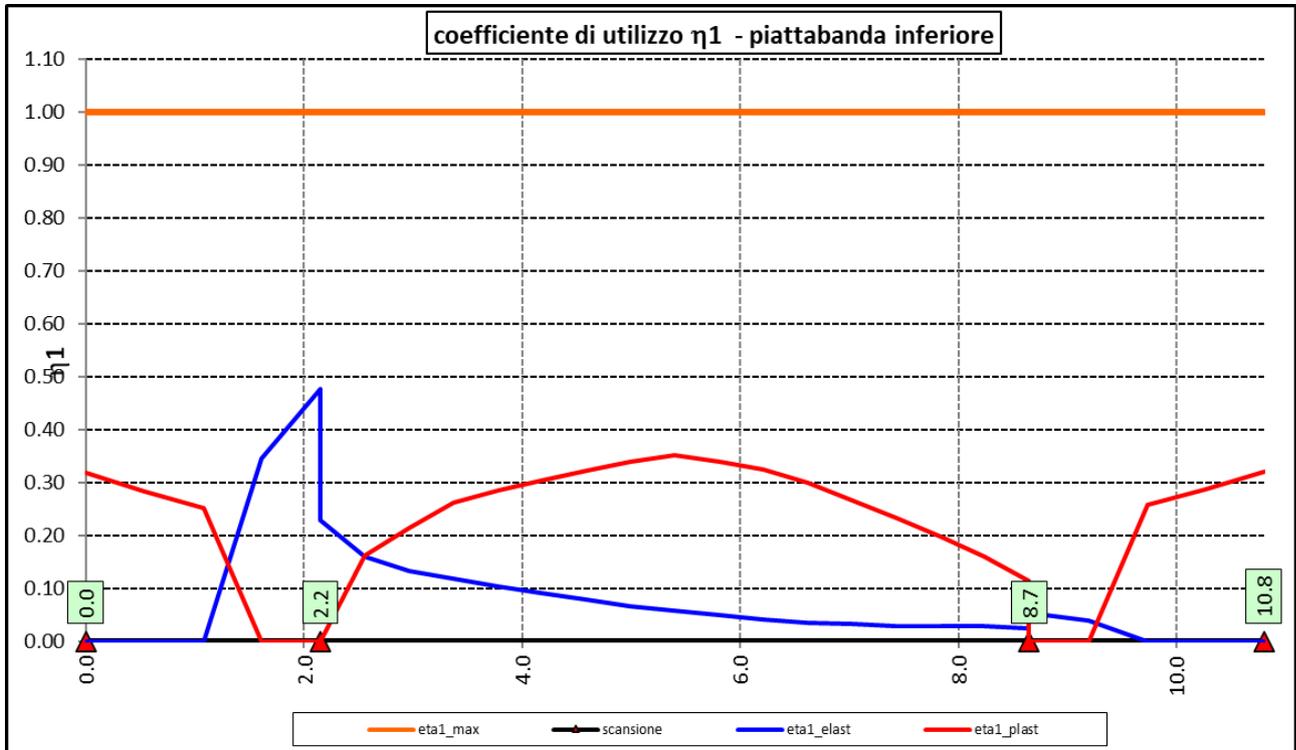
6.6.4 Verifiche di resistenza SLU

Le verifiche di resistenza SLU del trasverso sono state condotte secondo quanto illustrato al paragrafo 6.3.1 per le travi principali.

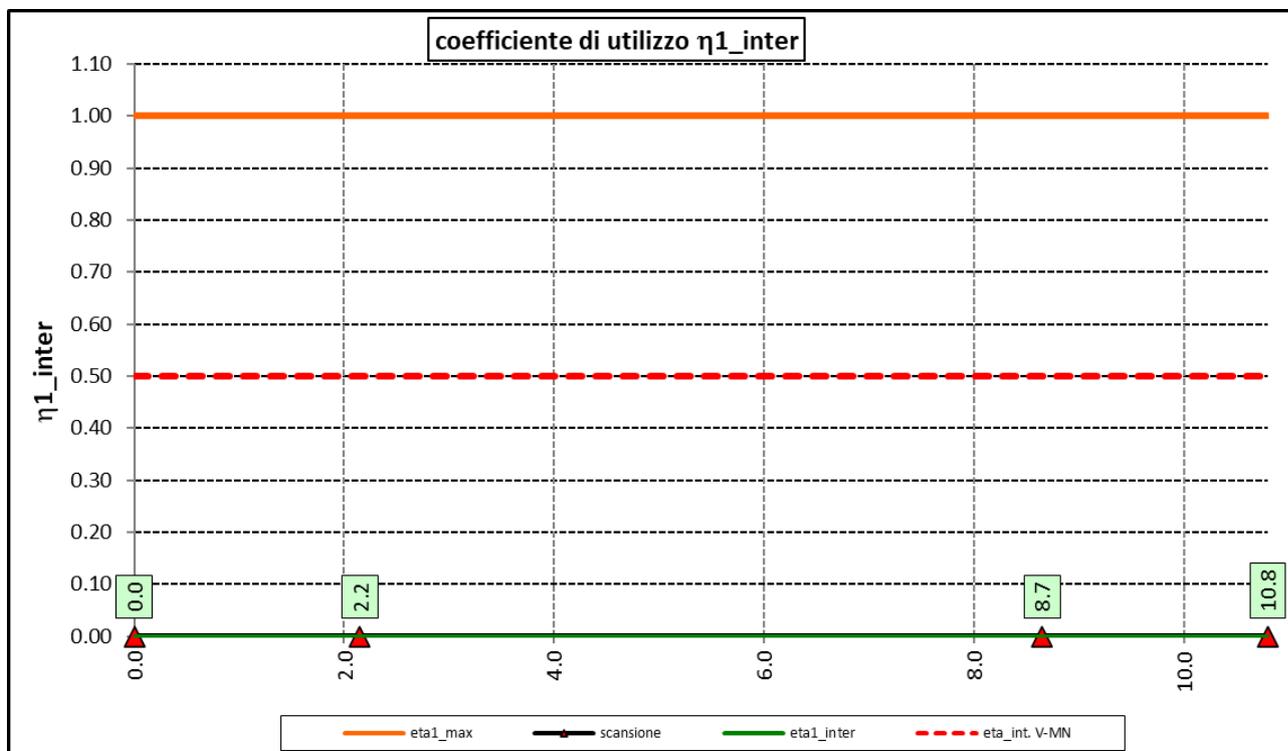
6.6.4.1 Risultati verifiche trasverso di spalla agli SLU per flessione, taglio e interazione taglio-momento

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.





Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	



6.6.5 Verifiche SLU delle connessioni a pioli

Vale quanto precedentemente illustrato al paragrafo 6.6.5 per le connessioni a pioli delle travi principali con la soletta d'impalcato.

Si prevedono di disporre i pioli come segue:

- 2 ϕ 22 h=220 mm disposti ad interasse 200 mm;

I risultati delle verifiche svolte sono riportati in allegato.

6.7 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 e sul correntino centrale (ove presente).

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 due travi principali, comprendendo il getto degli sbalzi per 1.25 m dall'asse delle travi. I suddetti getti avverranno secondo questa successione:
 - a. getto di due fasce di larghezza pari a 1.25 m a cavallo delle travi principali;
 - b. completamento del getto delle campate comprese 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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinieddu	

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

6.7.1 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=209 mm posti ad interasse corrente di 40 cm (n.6 tralicci).

In fase di calcolo è stato considerato un sovraccarico accidentale dovuto ai mezzi d'opera pari a 1.0 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 della campata interna compresa 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 1.25 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 1.25 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.

6.7.1.1 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:

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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

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:

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

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 $L_0 = \beta L$;

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i>	

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

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.

6.7.1.2 Verifica della predalla in mezzeria della campata tra le travi

A favore di sicurezza, ai fini dell'autoportanza si trascura il contributo offerto dalle armature disposte all'interno delle predalle, e si considerano le sole armature dei tralicci.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

DATI GEOMETRICI SOLETTA IN C.A.	Var	unità	
Interasse tra le travi	it	mm	6500
Lunghezza dello sbalzo sx rispetto ad asse trave	ls_sx	mm	2750
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	2750
Larghezza asola sulla piattabanda superiore dx	Bas_dx	mm	540
Distanza tra asse trave dx e asse appoggio predalla	Dap_dx	mm	310
Altezza complessiva soletta in campata - per carichi	hs1c	mm	370
Altezza complessiva soletta in campata - per verifiche	hs2	mm	310
Luce di calcolo della predalla in campata	ls	mm	5880

DATI PERMANENTI PORTATI	Var	unità	
-------------------------	-----	-------	--

DATI GEOMETRICI PREDALLE	Var	unità				
n. tralicci per dalla	nt					11
altezza traliccio	ht	mm				209
Sezione corrente	n	φ	A	At	di	l
		mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralicci	1	16	201	2212	231	35387
Armatura inferiore tralicci	2	12	226	2488	36	22393
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
coefficiente di omogeneizzazione						10
Area predalla		mm2				16800
Caratteristiche geometrico-inerziali	Var	unità				
Area totale	At	mm2				21500
Momento statico rispetto al lembo inferiore	Mstat	mm3				1188471
Y baricentro rispetto al lembo inferiore	Yg	mm				55
Momento d'inerzia dalla tralicciata	It	mm4				83043373

CALCOLI STATICI

FASE 1 - POSA IN OPERA DALLE, GETTO DI COMPLETAMENTO						
ANALISI DEI CARICHI		B	H	γ	p	p
		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	0.07	25.0		4.20
peso proprio getto di completamento	g1c	2.40	0.30	25.0		18.00
peso mezzi d'opera	q	2.40			1.00	2.40

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE	Var	unità	
Reazione all'appoggio sx - permanenti	RA-p	kN	75.68
ascissa taglio nullo	x_V(0)	m	2.94
Momento massimo in campata - permanenti	Mmax_p	kNm	76.99
Momento massimo in campata - accidentali	Mmax_q	kNm	10.37
Taglio massimo all'appoggio - permanenti	Vmax_p	kN	65.27
Taglio massimo all'appoggio - accidentali	Vmax_q	kN	7.06
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	γg		1.30
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	γq		1.50
Verifiche SLU - Momento flettente in mezzera	Mmax	kNm	115.6
Verifiche SLU - Taglio massimo all'appoggio	Vmax	kNm	95.4

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI	Var	unità		
altezza del traliccio	ht	m	0.195	
Momento flettente	Mmax	kNm	115.64	
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	62.9	
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	11.6	
Sforzo massimo nei correnti	Nmax1	kN	593.0	
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	Ix	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		0.98	< 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		0.61	< 1.0
VERIFICA DIAGONALI				
altezza del traliccio	ht	m	0.195	
n. diagonali	nd		22	
Taglio massimo	Vmax	kN	95.43	
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	62.9	
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	11.6	
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	109.5	
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	0.22	
coefficiente beta	β		0.90	
snellezza	λ		80.5	
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	25098	
snellezza adimensionale	λ ₋		1.19	
fattore di imperfezione alpha	α		0.49	
coefficiente Φ	Φ		1.45	
coefficiente χ	χ		0.44	
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	298	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.37	< 1.0

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

6.7.1.3 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. A favore di sicurezza, ai fini dell'autoportanza si trascura il contributo offerto dalle armature integrative disposte all'interno delle predalle, e si considerano le sole armature dei tralicci.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

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	1250

DATI GEOMETRICI PREDALLE	Var	unità	
n. tralicci per dala	nt		6
altezza traliccio all'incastro	ht	mm	209

Sezione corrente

	n	φ	A	At	di	I
		mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralicci	1	16	201	1206	231	19302
Armatura inferiore tralicci	2	12	226	1357	36	12215
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	915530			
Y baricentro rispetto al lembo inferiore	Yg	mm	47			
Momento d'inerzia dalla tralicciata	It	mm4	50316320			

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		1.00	2.40
	B (m)	H (m)	L (m)	p (kN/ml)	P (kN)
peso della veletta	P4	2.40		1.40	3.36

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE	Var	unità	
Momento massimo all'incastro - permanenti	Mmax-p	kNm	27.06
Momento massimo all'incastro - accidentali	Mmax-q	kNm	7.14
Taglio massimo - permanenti	Vmax-p	kN	27.14
Taglio massimo - accidentali	Vmax-q	kN	5.86
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	45.9
Verifiche SLU - Taglio massimo all'incastro	Vmax	kNm	44.1

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI	Var	unità		
altezza del traliccio all'incastro	ht	m	0.191	
Momento flettente	Mmax	kNm	45.90	
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	240.3	
Verifica dei correnti compressi in corrispondenza asola	Var	unità	cor traliccio	
Sforzo normale nei correnti inferiori	Nmax_i	kN	240	
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		0.82	< 1.0
Verifica dei correnti compressi (sezione corrente)	Var	unità	inferiori	
A correnti	A	mmq	1357	
Resistenza a compressione dell'armatura compressa	Nc,Rd	kN	531	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.45	< 1.0
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		0.51	< 1.0
VERIFICA DIAGONALI				
altezza del traliccio	ht	m	0.195	
n. diagonali	nd		12	
Taglio massimo	Vmax	kN	44.07	
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	50.4	
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		80	
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	25301	
snellezza adimensionale	λ ₋		1.18	
fattore di imperfezione alpha	α		0.49	
coefficiente φ	Φ		1.44	
coefficiente χ	χ		0.44	
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	163	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.31	< 1.0

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

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			1.00	2.40
		B (m)	H (m)	L (m)	p (kN/ml)	P (kN)
peso della veletta	P4	2.40			1.40	3.36
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE		Var	unità			
Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase - permanenti	Mmax-p	kNm	25.97			
Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Mmax-q	kNm	2.70			
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - permanenti	Vmax-p	kN	31.26			
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Vmax-q	kN	3.60			
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	37.80			
Verifiche SLU - Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase	Vmax1	kN	46.04			
VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI ALL'ESTREMITA' DEL GETTO		Var	unità			
altezza del traliccio	ht	m	0.191			
Momento flettente	Mmax	kNm	37.80			
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	197.9			
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		0.42		< 1.0	
VERIFICA DIAGONALI						
altezza del traliccio	ht	m	0.191			
n. diagonali	nd		12			
Taglio massimo	Vmax	kN	46.04			
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	52.6			
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	λ_{-}		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		0.31		< 1.0	

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

6.7.1 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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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

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

$$fac_r_Along = t_l / t_t = 0.24 / 0.31 = 0.77$$

La soletta è semplicemente appoggiata in corrispondenza delle travi principali.

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

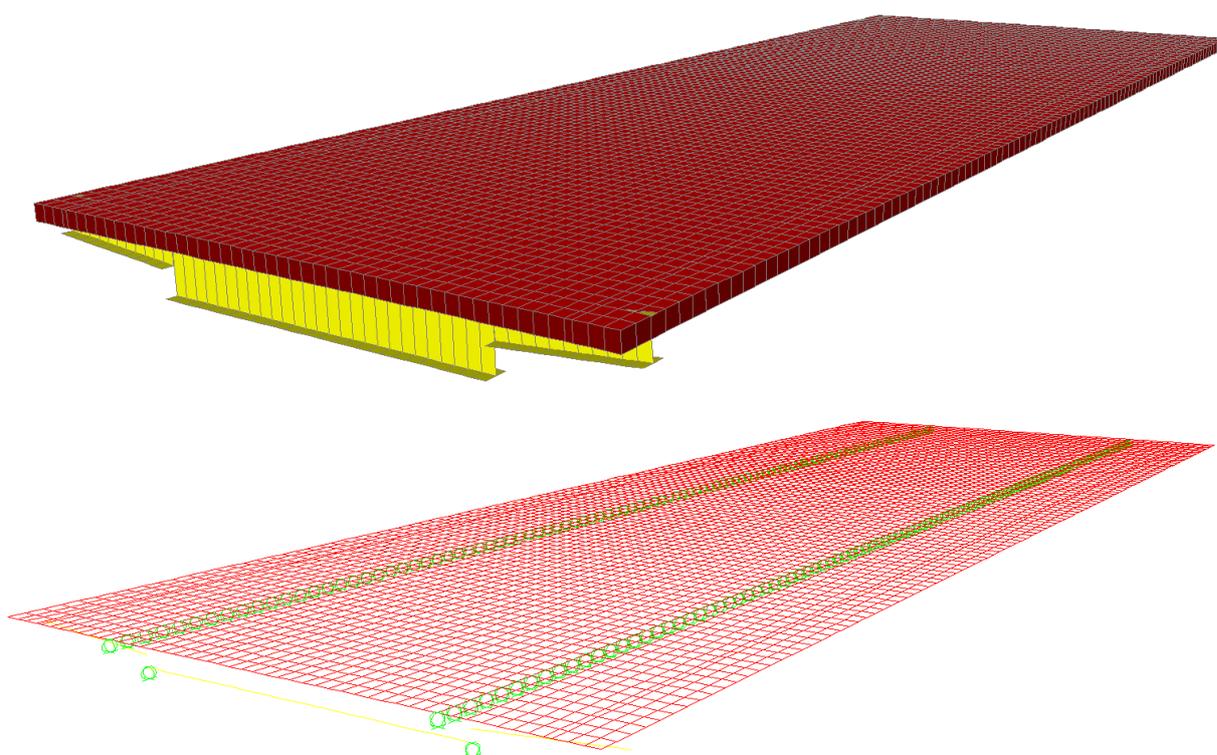


Figura 6.20. Modello di calcolo soletta – vista estrusa del modello agli elementi finiti

6.7.1.1 Analisi dei carichi agenti sulla soletta

I carichi di progetto considerati sono i seguenti:

- peso proprio della soletta $25.0 \text{ kNm}^{-2} \times 0.31 \text{ m} = 7.75 \text{ kNm}^{-1}$
- peso proprio di ciascuno dei cordoli $25.0 \times 0.20 = 5.00 \text{ kNm}^{-2}$
- 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}

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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.

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

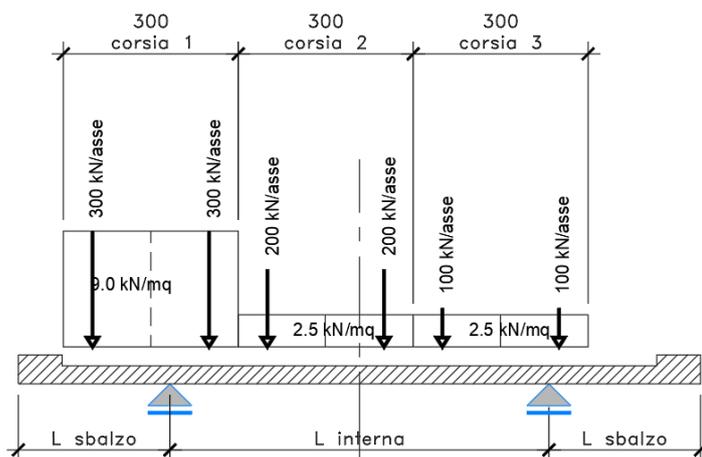


Figura 6.21. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione A

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

Configurazione di carico B

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

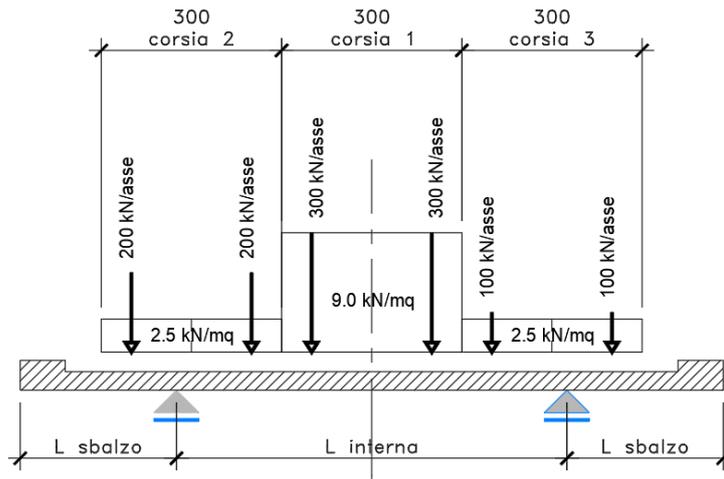


Figura 6.22. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione B

Configurazione di carico C

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

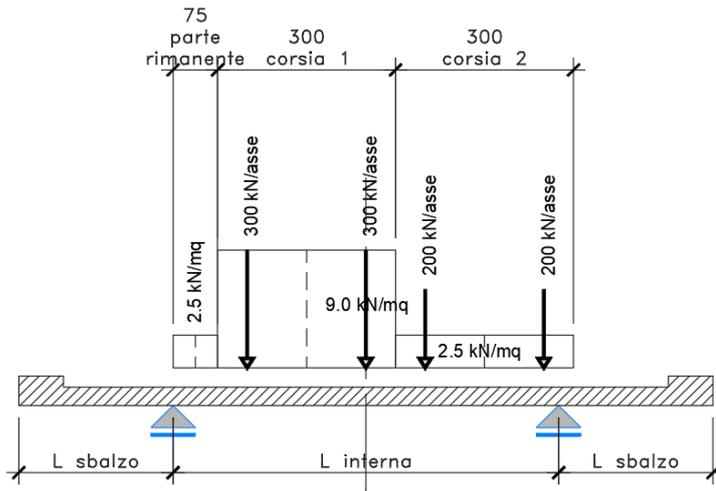


Figura 6.23. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione C

<p style="text-align: center;">Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo</p>		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

Configurazione di carico D

- Condizione Q2D: Carichi concentrati

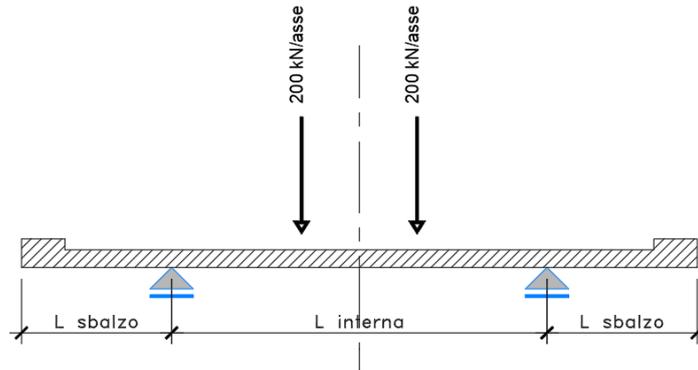


Figura 6.24. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione D

Configurazione di carico E

- Condizione Q2E: Carichi concentrati

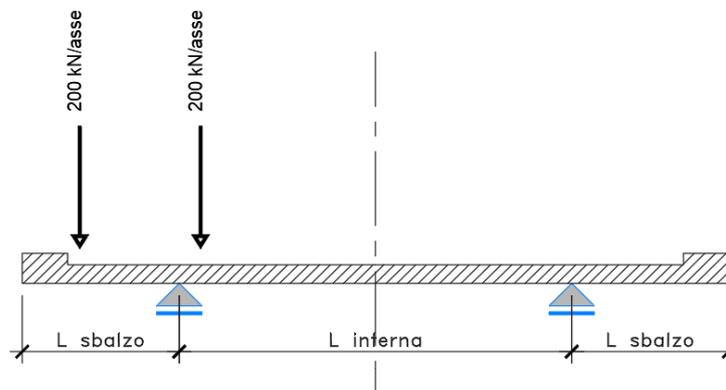


Figura 6.25. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione E

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. 5.2.11, 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 alla sicurvia come prescritto ai paragrafi 5.1.3.10 e 3.6.3.3.2 delle NTC 2018.

6.7.1.2 Applicazione dei carichi al modello

I carichi mobili Q_{1k} e q_{1k} sono disposti in modo da massimizzare le sollecitazioni.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

Entrambi sono applicati come carichi distribuiti. In particolare, per i carichi concentrati si considera, una diffusione a 45° , all'interno della soletta, fino al suo piano medio, assumendo per la stessa uno spessore pari a quello medio.

A favore di sicurezza si considera il carico agente su ciascuna ruota diffuso su un'impronta di dimensioni 0.6 m x 0.50 m.

Il carico agente su ciascuna ruota è pari a:

$$Q1 = 300 \text{ kN/asse} / 2 = 150 \text{ kN/ruota}$$

$$Q2 = 200 \text{ kN/asse} / 2 = 100 \text{ kN/ruota}$$

$$Q3 = 100 \text{ kN/asse} / 2 = 50 \text{ kN/ruota}$$

La pressione esercitata dalla singola ruota risulta, quindi, pari a:

$$Q1 = 150 \text{ kN} / (0.6 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}) = 500 \text{ kN/m}^2$$

$$Q2 = 100 \text{ kN} / (0.6 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}) = 333.3 \text{ kN/m}^2$$

$$Q3 = 50 \text{ kN} / (0.6 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}) = 166.7 \text{ kN/m}^2$$

A questi su ciascuna corsia, si aggiungono i rispettivi carichi distribuiti.

$$q1 = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$q2 = 2.5 \text{ kN/m}^2$$

6.7.1.3 Combinazioni di carico

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

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

ENVEMOB2 che fornisce l'inviluppo 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'inviluppo delle suddette combinazioni è determinato con la combinazione:

- ENVESLU;

Combinazioni per verifiche SLE-RARA:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

ENVSLE1 = 1.0 x G1 + 1.0 x G2 + 1.0 x ENVEMOB1

Combinazioni per verifiche SLE-FREQUENTE:

ENVSLEF = 1.0 x G1 + 1.0 x G2 + 1.0 x ENVEMOB2

Combinazioni per verifiche SLE-QUASI PERMANENTE:

SLE-QP= 1.0 x G1 + 1.0 x G2

6.7.1.4 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche di resistenza e fessurazione

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

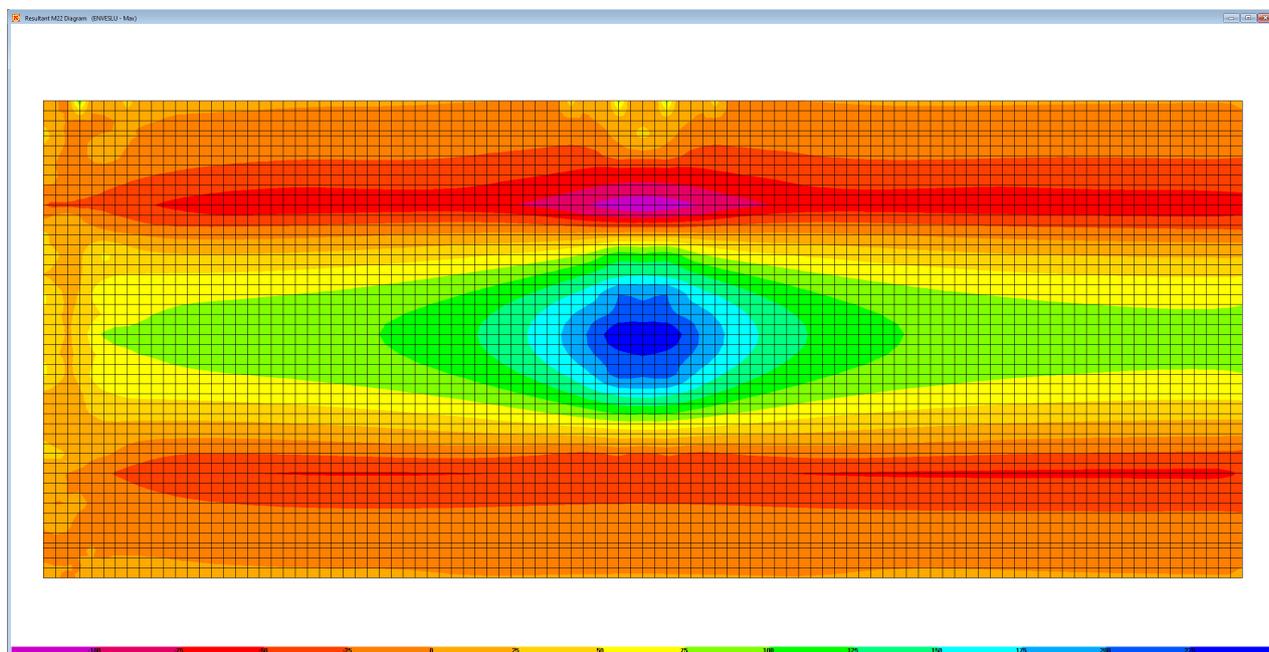


Figura 6.26. Combinazione ENVESLU – M22 max

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

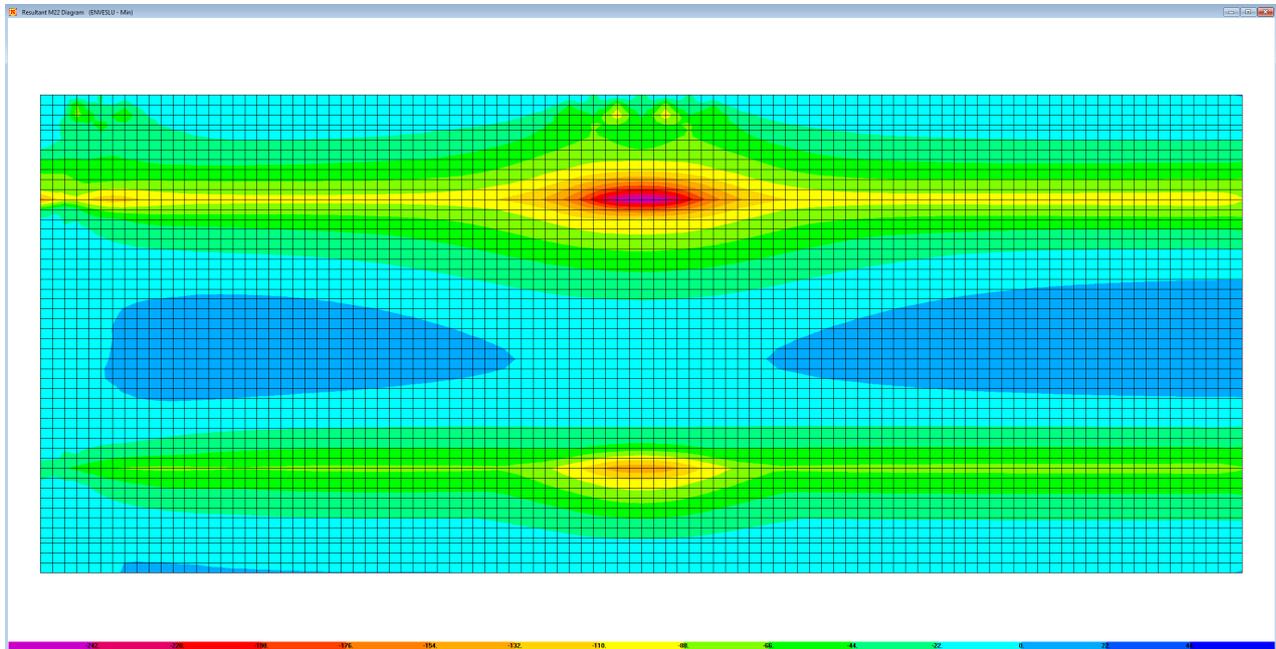


Figura 6.27. Combinazione ENVESLU – M22 min

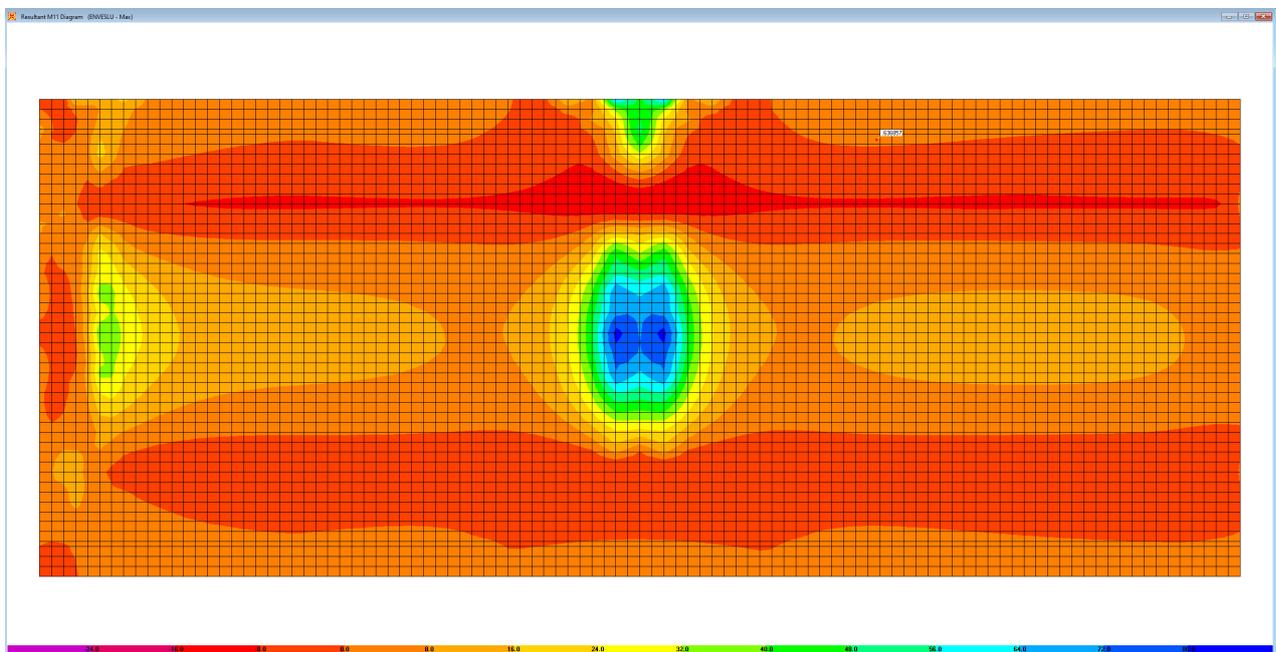


Figura 6.28. Combinazione ENVESLU – M11 max

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

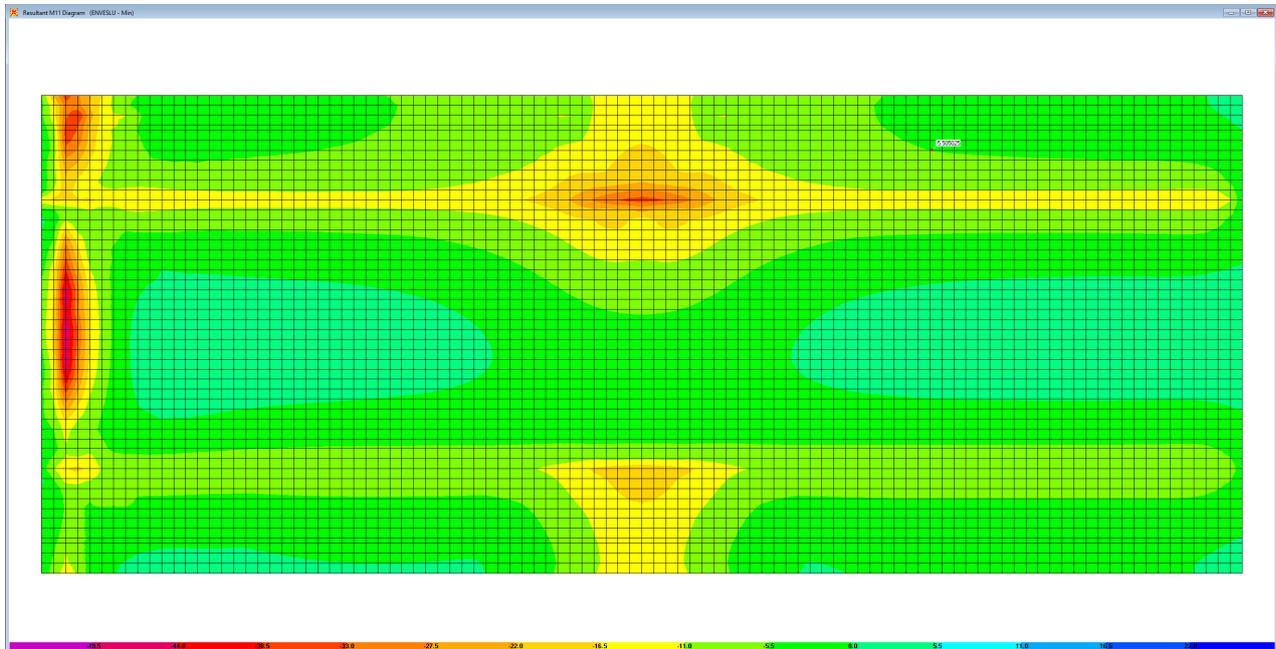


Figura 6.29. Combinazione ENVESLU – M11 min

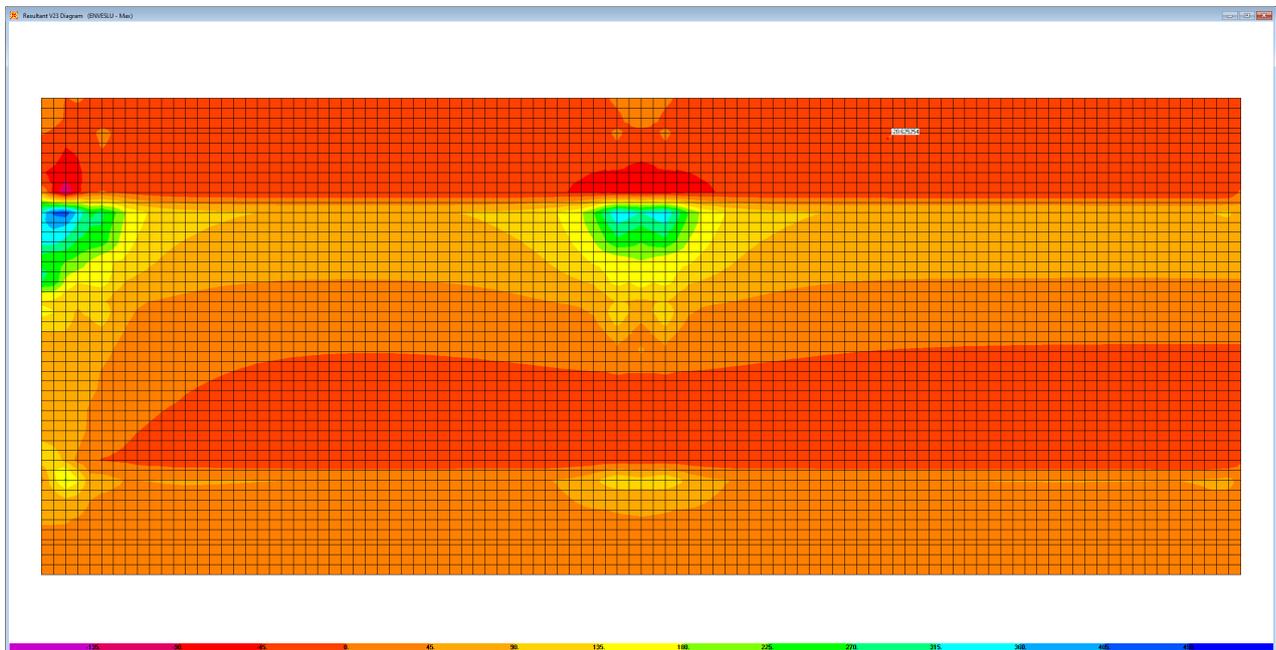


Figura 6.30. Combinazione ENVESLU – V23 max

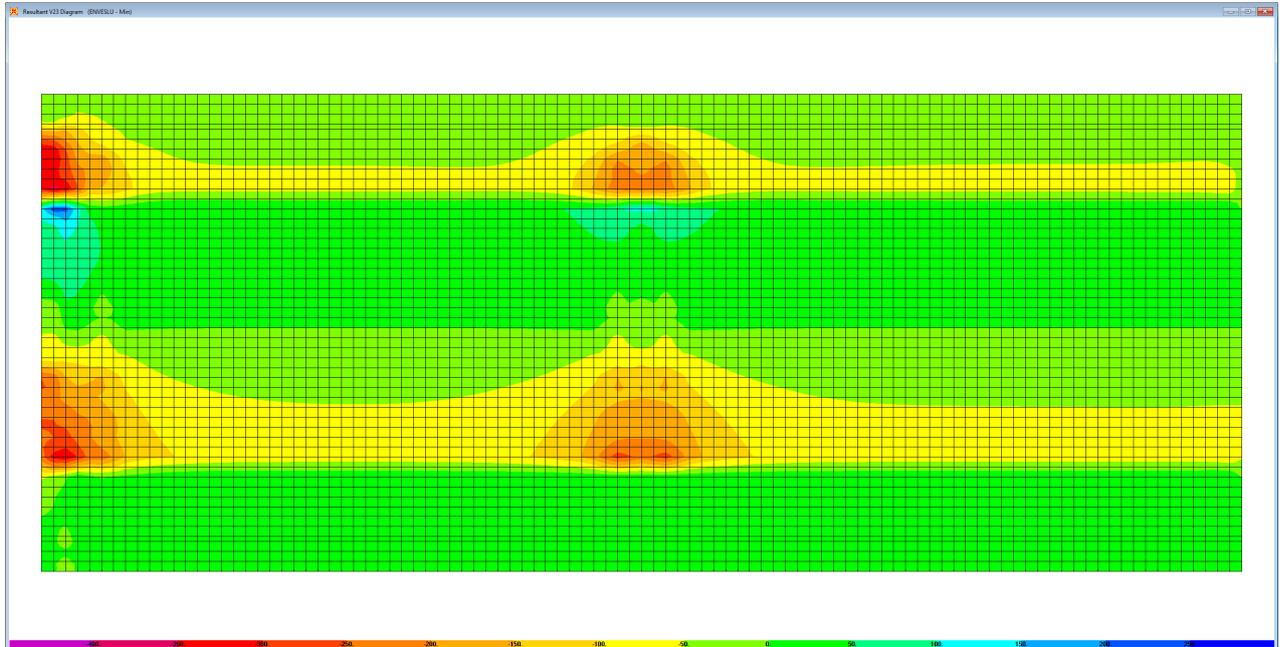


Figura 6.31. Combinazione ENVESLU – V23 min

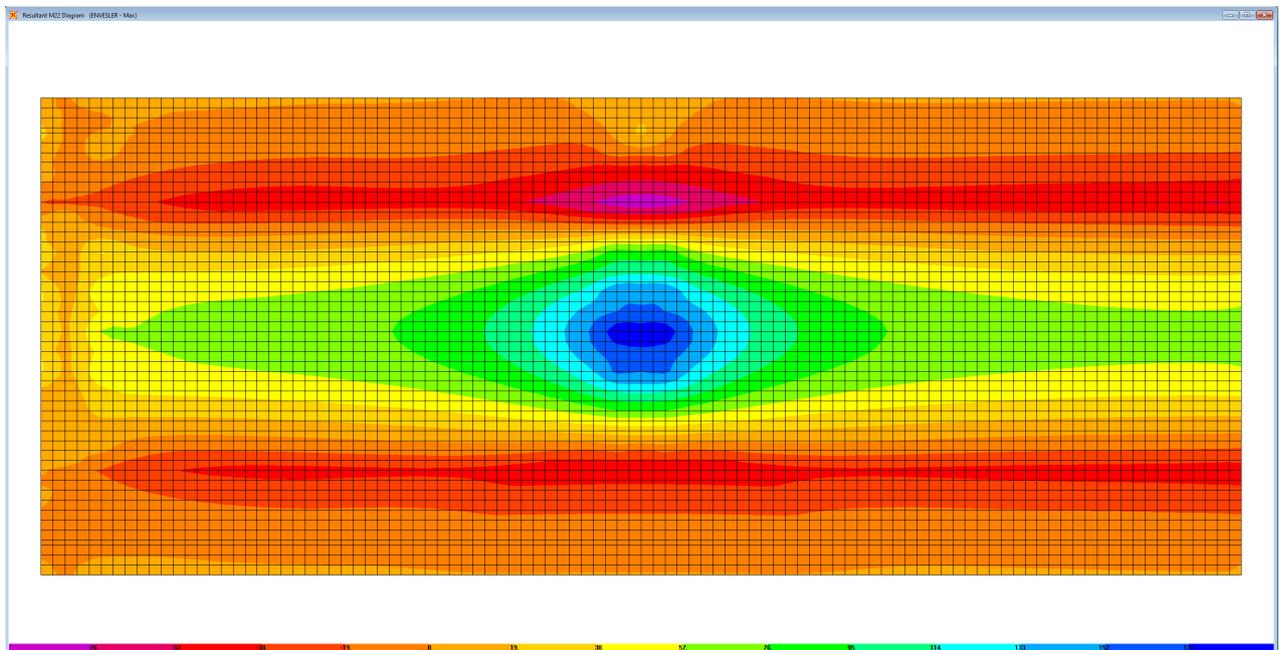


Figura 6.32. Combinazione ENVESLER – M22 max

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

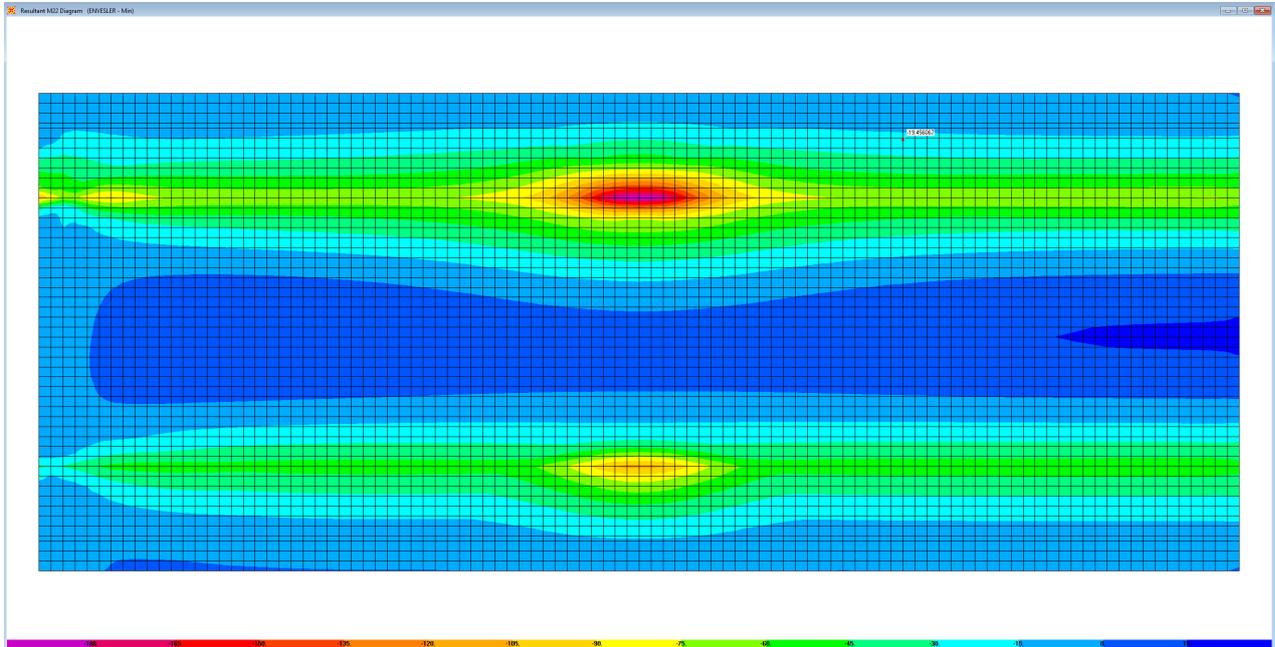


Figura 6.33. Combinazione ENVESLER – M22 min

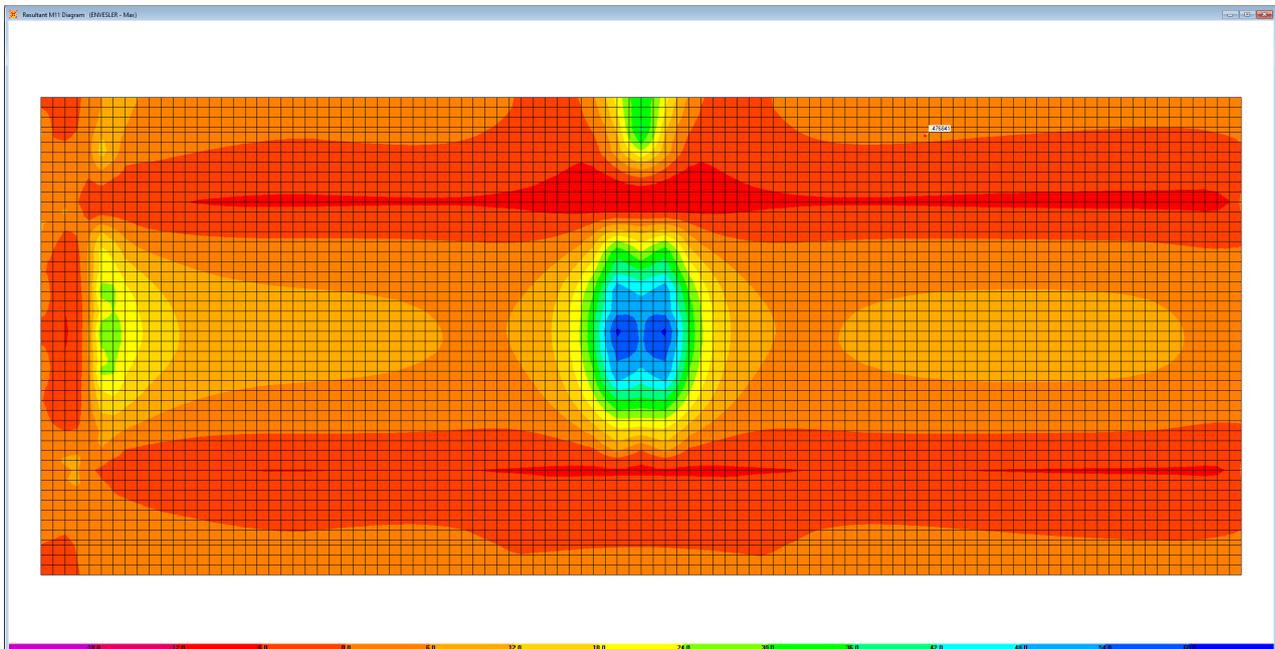


Figura 6.34. Combinazione ENVESLER – M11 max

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

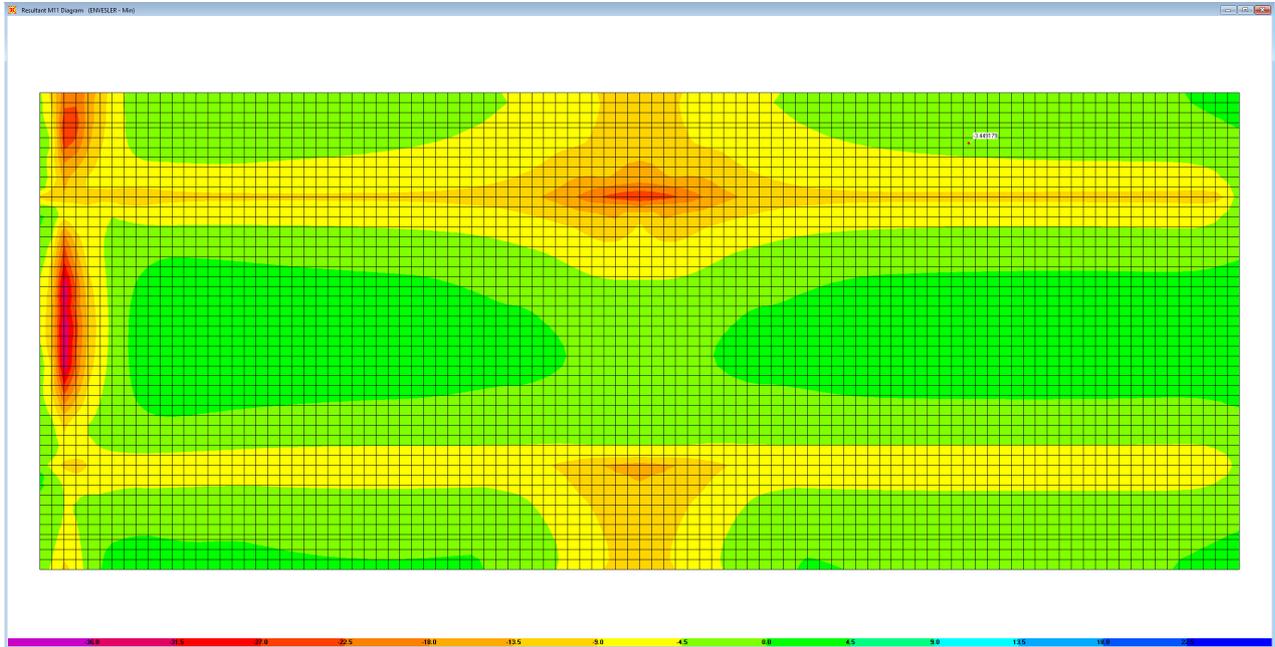


Figura 6.35. Combinazione ENVESLER – M11 min

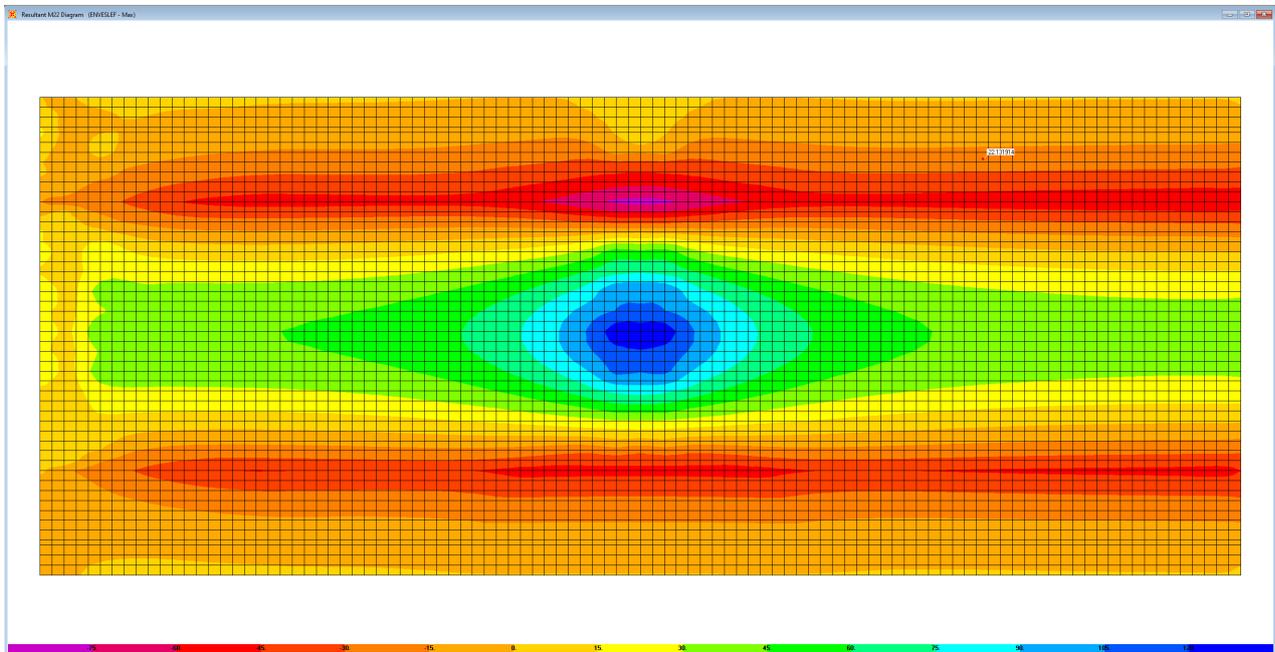


Figura 6.36. Combinazione ENVESLER – M22 max

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

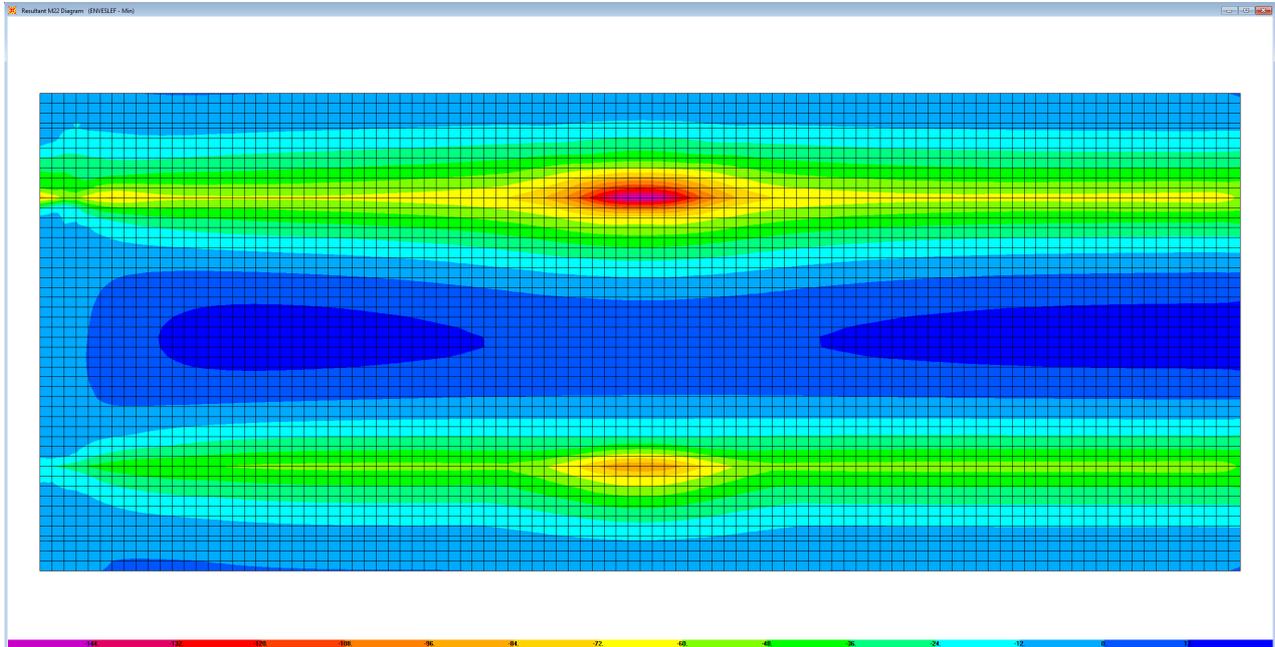


Figura 6.37. Combinazione ENVSLEF – M22 min

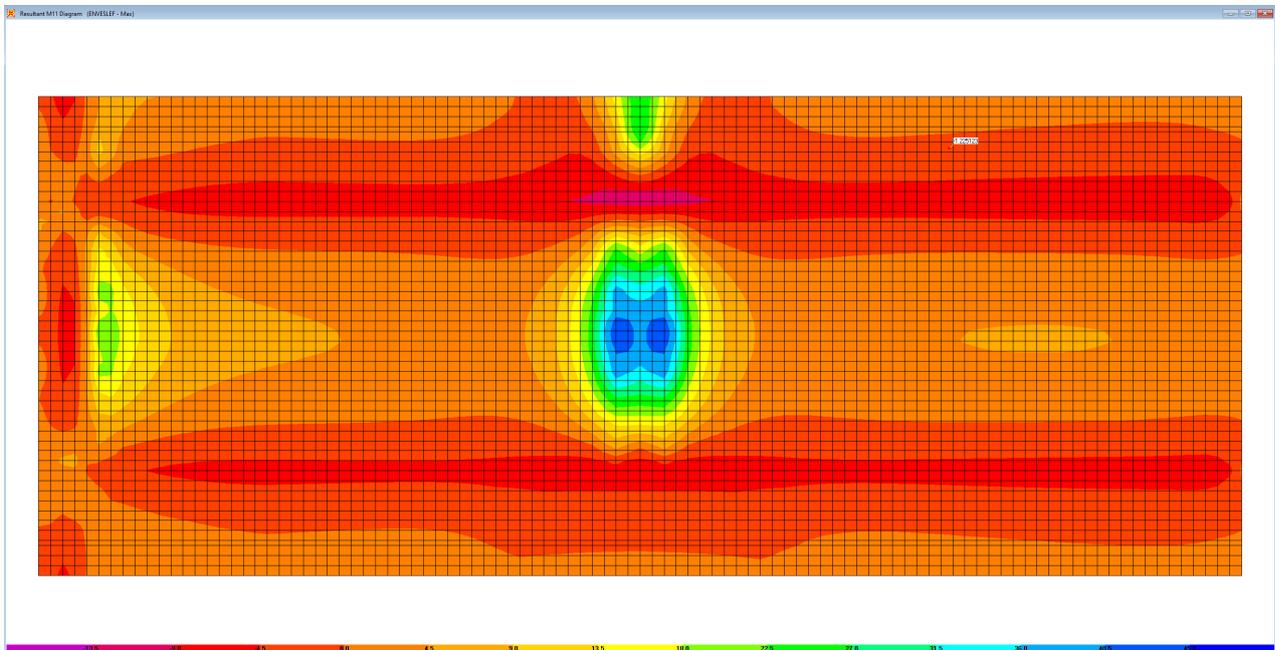


Figura 6.38. Combinazione ENVSLEF – M11 max

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

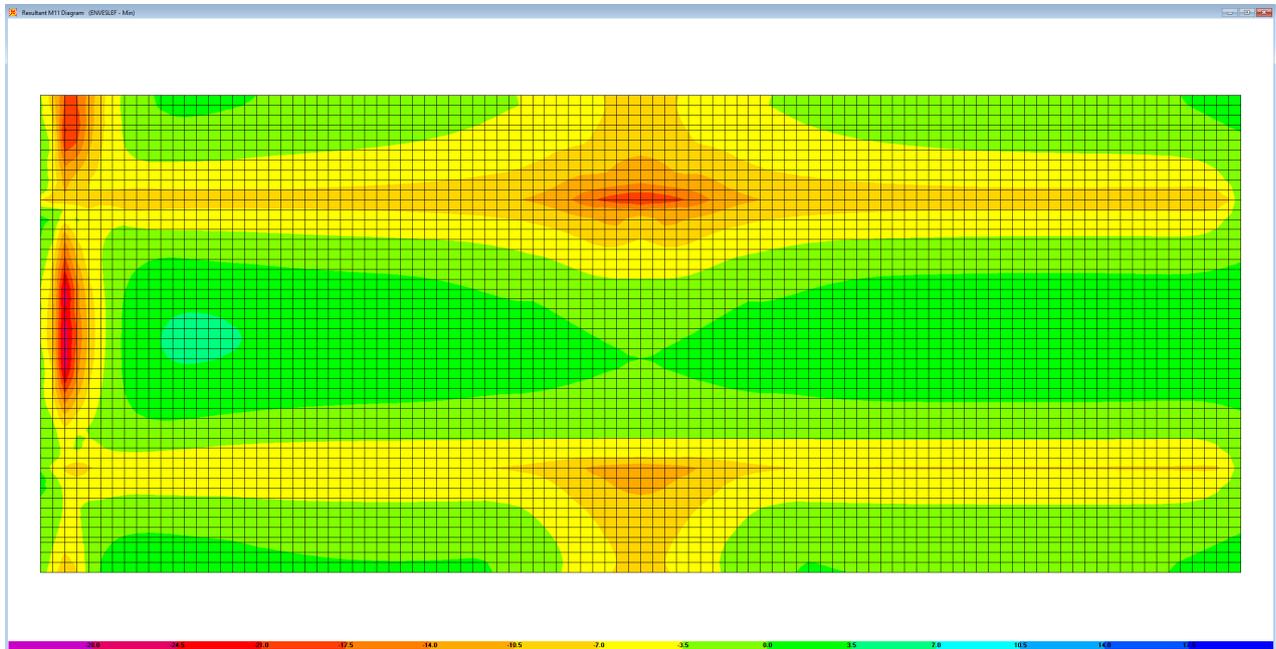


Figura 6.39. Combinazione ENVSLEF – M11 min

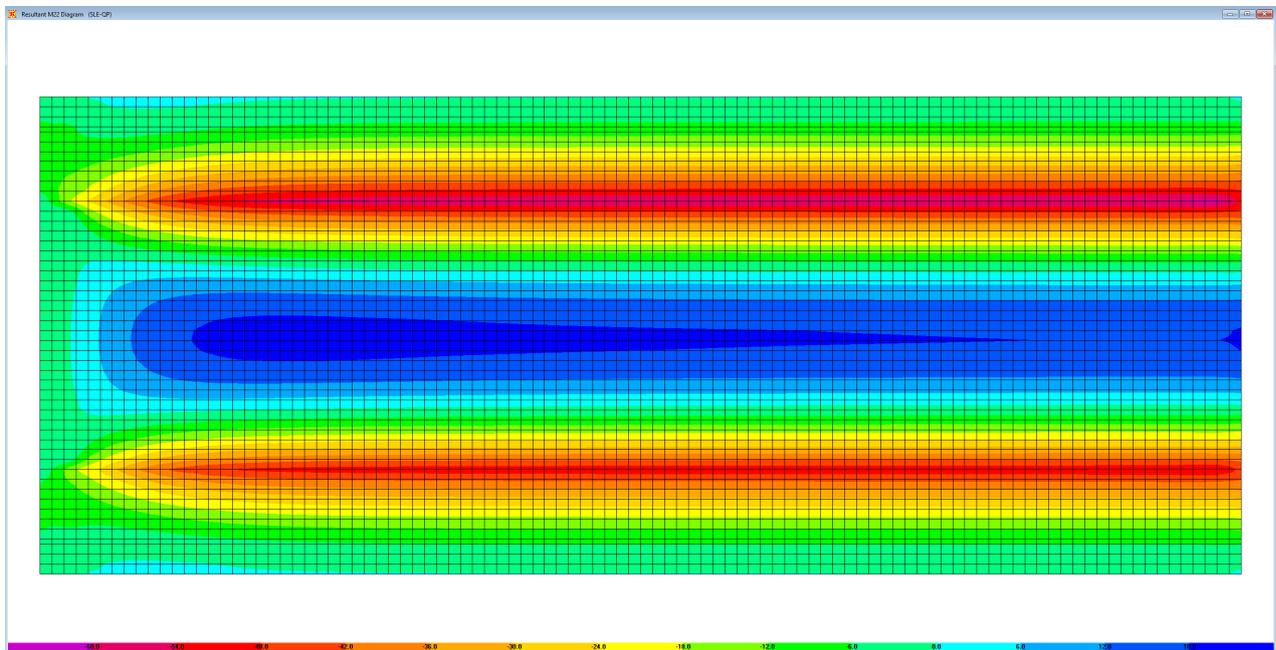


Figura 6.40. Combinazione SLE-QP – M22

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

	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	245	-260	84	-35	230	47.0	-122	36	-45	350
Verifiche SLE-RARA	185	-193	62	-23		31.0	-90	26	-40	
Verifiche SLE-FR	128	-154	43	-20		15.0	-70	20	-25	
Verifiche SLE-QP	-	-50	-	-		-	-50	-	-	

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	588.0	-624.0			552.0	112.8	-292.8			840.0
Verifiche SLE-RARA	444.0	-463.2				74.4	-216.0			
Verifiche SLE-FR	307.2	-369.6				36.0	-168.0			
Verifiche SLE-QP	-	-120.0				-	-120.0			

6.7.1.5 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.

Le verifiche sono state effettuate con riferimento all'altezza minima della soletta.

Sezione corrente – 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 23φ20 (nella predalla).

L'armatura in zona compressa è costituita da φ20/20.

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Classe Calcestruzzo:	Forma del Dominio: Poligonale	
	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]
---------	--------	--------	-----------

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

1	-110.0	5.5	20
2	110.0	5.5	20
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	588.00	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	444.00	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	307.20 (158.87)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

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 (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1 72.3(11.6)	S	0.00	588.00	0.00	0.00	636.80	0.00	1.08	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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 calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

1 S 14.24 -120.0 31.0 -286.8 100.0 5.5 1560 72.3

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00188	0.00000	0.500	20.0	45	0.00111 (0.00082)	226	0.252 (990.00)	158.87	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.85	-120.0	31.0	-198.5	100.0	5.5	1560	72.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00130	0.00000	0.500	20.0	45	0.00069 (0.00057)	226	0.156 (0.30)	158.87	0.00

Sezione corrente – 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 CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C35/45

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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	-624.00	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	-463.00	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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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	-369.60 (-161.66)	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	-120.00 (-161.66)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 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 (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-624.00	0.00	0.00	-701.35	0.49	1.12	

92.0(12.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.328	120.0	0.0	0.00098	110.0	5.5	-0.00716	-115.0	23.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	15.74	120.0	0.0	-265.5	-115.0	23.0	2040	92.0

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 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	-0.00209	0.00000	0.500	22.2	40	0.00099 (0.00076)	220	0.218 (990.00)	-161.66	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.57	120.0	0.0	-212.0	-115.0	23.0	2040	92.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00167	0.00000	0.500	22.2	40	0.00074 (0.00061)	220	0.162 (0.30)	-161.66	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.08	120.0	0.0	-68.8	-115.0	23.0	2040	92.0

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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	-0.00054	0.00000	0.500	22.2	40	0.00020 (0.00020)	220	0.043 (0.20)	-161.66	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 **28** 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 CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: 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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

		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	84.00	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	62.00	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	43.00 (50.99)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0 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 (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	84.00	0.00	0.00	130.08	0.00	1.55	
31.4(4.5)									

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo 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)

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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	0.232	-50.0	28.0	-0.00062	-40.0	22.0	-0.01161	-40.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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	0.000686605	-0.015724948	0.232	0.730

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.45	-50.0	28.0	-207.5	20.0	6.0	700	15.7

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 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	-0.00140	0.00000	0.500	20.0	50	0.00059 (0.00059)	322	0.191 (990.00)	50.99	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

1 S 5.17 -50.0 28.0 -143.9 20.0 6.0 700 15.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00097	0.00000	0.500	20.0	50	0.00041 (0.00041)	322	0.132 (0.30)	50.99	0.00

Sezione 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 $\phi 20/20$.

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

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

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: 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	-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	10	20
2	3	4	10	20

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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	-293.00	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	-216.00	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	-168.00 (-146.26)	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) 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	-120.00 (-146.26)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 15.5 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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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 (4.1.45)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1 75.4(12.5)	S	0.00	-293.00	0.00	0.00	-326.73	0.00	1.12	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo 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	0.205	-120.0	0.0	-0.00058	-110.0	5.5	-0.01357	110.0	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	0.000000000	-0.000741967	0.003500000	0.205	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 calcestruzzo [MPa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Ss min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.82	-120.0	0.0	-287.0	90.0	23.0	2040	37.7

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 e1 Esito della verifica
 e2 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [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	-0.00209	0.00000	0.500	20.0	70	0.00082 (0.00082)	422	0.346 (990.00)	-146.26	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.63	-120.0	0.0	-223.2	90.0	23.0	2040	37.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00162	0.00000	0.500	20.0	70	0.00064 (0.00064)	422	0.269 (0.30)	-146.26	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.45	-120.0	0.0	-159.5	90.0	23.0	2040	37.7

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	-0.00116	0.00000	0.500	20.0	70	0.00046 (0.00046)	422	0.192 (0.20)	-146.26	0.00

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 CALCESTRUZZO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Calcestruzzo:	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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	2.0	20
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	-45.00	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	-40.00	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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.42	-50.0	0.0	-159.3	20.0	18.0	650	15.7

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}										
e1	Esito della verifica										
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata										
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata										
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]										
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]										
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]										
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
∅	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]										
e sm - e cm	Coperifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa										
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]										
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]										
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]										
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max*(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi										
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]										
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]										
Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00114	0.00000	0.500	20.0	50	0.00046 (0.00046)	311	0.141 (990.00)	-39.93	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.39	-50.0	0.0	-99.6	20.0	18.0	650	15.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00071	0.00000	0.500	20.0	50	0.00028 (0.00028)	311	0.088 (0.30)	-39.93	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 $\phi 10/20$, posizionati a passo 40 cm.

La resistenza a taglio risulta pari a:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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	0.072
altezza utile della sezione	d	m	0.24
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	3398.6
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diametro staffe	fsw	mm	10
passo staffe	scp	m	0.20
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 _{Rsd}	kN	1098.0
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	2063.5
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	1098.0
Azione di calcolo	V	kN	840.0
Fattore di sicurezza	FS	-	1.3

La verifica è soddisfatta essendo VRdu >> VEdu.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

7 VERIFICHE SPALLE

Le analisi e verifiche delle spalle sono state effettuate attraverso l'implementazione di specifici fogli di calcolo di excel. Le verifiche sono relative alla [Spalla A](#). I risultati ottenuti si estendono anche per la [Spalla B](#).

I tabulati di calcolo sono riportati in allegato.

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.

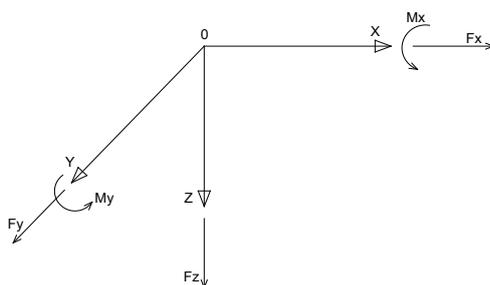


Figura 7.1. Sistema di riferimento

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.

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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

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

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

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

Essendo:

F_x, F_y, F_z, M_x, M_y azioni e coppie risultanti al baricentro della palificata, determinate con analisi globale;

N_i, V_{xi}, V_{yi}, V_i azioni assiale e orizzontali agenti in testa al palo iesimo;

n_p numero di pali della palificata;

x_{pi}, y_{pi} coordinate del palo iesimo rispetto al baricentro della palificata.

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

Spalla SpA

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	599	599	510	443	381	287
Azione assiale minima	Nmin	62	270	62	200	262	287
Azione trasversale massima	Vmax	126	126	103	93	83	68

7.2 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche micropali di fondazione

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

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

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

Essendo L_0 la lunghezza elastica del micropalo pari a:

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

E_p il modulo di elasticità del micropalo;

I_p il momento d'inerzia del micropalo;

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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

$$E_s = 1.5 k_h d;$$

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

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	210000
Diametro del palo	Dp	m	0.30
Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	Da	m	0.2191
Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	ta	m	0.0125
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	lc	m ⁴	0.0004
Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio	la	m ⁴	0.0000
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	lp	m ⁴	0.0006
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	99435
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	1.16

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

Spalla SpA

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	599	510	443	381	287
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	270	62	200	262	287
Momento flettente massimo	Mmax	kNm	73	60	54	48	40
Momento amplificato 10%	Mmax	kNm	80	66	59	53	44
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	126	103	93	83	68
RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA			SLU	SLV			
Carico verticale massimo agente sulla palificata			20830	13040			
Carico verticale medio agente sui pali			463	290			

7.3 Verifiche di resistenza dei micropali di fondazione

In rapporto alle massime caratteristiche della sollecitazioni agenti si prevede che i micropali di fondazione delle spalle saranno armati come segue:

- tubi $\phi 219.1$ di spessore 12.5 mm.

7.3.1 Verifiche a pressoflessione e taglio

Le verifiche di resistenza sono condotte considerando esclusivamente il contributo offerto dall'armatura metallica.

Nelle verifiche, seguendo quanto prescritto dall'EC3, è stata tenuta in conto la perdita di spessore per corrosione. Nello specifico, si è fatto riferimento alla tabella 4.1 delle suddette norme, nell'ipotesi di micropalo in **terreno aggressivo** e vita nominale pari a **50** anni.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

Table 4-1: Recommended value for the loss of thickness [mm] due to corrosion for piles and sheet piles in soils, with or without groundwater

Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist, ...)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Polluted natural soils and industrial sites	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Aggressive natural soils (swamp, marsh, peat, ...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt, ...)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Non-compacted and aggressive fills (ashes, slag, ...)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75
Notes:					
1) Corrosion rates in compacted fills are lower than those in non-compacted ones. In compacted fills the figures in the table should be divided by two.					
2) The values given for 5 and 25 years are based on measurements, whereas the other values are extrapolated.					

Figura 7.2. Valori raccomandati per la riduzione di spessore dovuta alla corrosione per pali e palancole in terreni, con o senza falda (EC3-5)

Le verifiche SLU a taglio sono state eseguite in campo plastico, come previsto dalle NTC2018 per sezioni in acciaio di Classe 1 o 2.

La verifica è soddisfatta se:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

Essendo:

V_{Ed} il taglio sollecitante di progetto;

$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$ la resistenza a taglio.

L'area resistente a taglio A_v , per sezioni circolari cavi e tubi di spessore uniforme è fornita da:

$$A_v = 2 A / \pi$$

Dove:

A è l'area lorda della sezione del profilo.

Le verifiche SLU a pressoflessione sono state eseguite in campo plastico, come previsto dalle NTC2018 per sezioni in acciaio di Classe 1 o 2.

La verifica è soddisfatta se:

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd}$$

Essendo:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

M_{Ed} il momento sollecitante di progetto;

$M_{N,Rd}$ il momento resistente plastico opportunamente ridotto per tenere conto dello sforzo normale;

Per le sezioni circolari cave il momento resistente plastico in presenza di sforzo normale N_{Ed} , è fornito dalla seguente espressione (CIDECT - Rondal et al., 1992):

$$M_{N,Rd} = 1.04M_{pl,Rd} \cdot \left[1 - \left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^{1.7} \right] \leq M_{pl,Rd}$$

In cui:

N_{Ed} è lo sforzo normale di progetto agente in concomitanza con M_{Ed} ;

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

È il momento plastico resistente a flessione della sezione anulare.

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

È lo sforzo normale plastico resistente.

Nei casi in esame, in cui il taglio sollecitante di progetto V_{Ed} è inferiore al 50% della resistenza di progetto a taglio $V_{c,Rd}$, si può trascurare l'interazione tra flessione e taglio.

Le verifiche porgono quanto segue:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

Dati acciaio	var	unità	SLU-STR	SLV
Tensione caratteristica di snervamento acciaio	fyk	Mpa	355	355
modulo elastico acciaio	E	MPa	210000	210000
fattore epsilon	ε		0.814	0.814
Coefficiente di sicurezza per resistenza all'instabilità	γ _{M0}		1.05	1.05
Caratteristiche geometriche della sezione				
	var	unità		
Diametro esterno del tubo	De	mm	219.1	219.1
spessore del tubo	sf	mm	12.5	12.5
riduzione di spessore di progetto	srid	mm	0.6	0.6
Diametro del tubo "efficace"	De	mm	217.9	217.9
spessore del tubo "efficace"	sf	mm	11.9	11.9
Classe della sezione compressa	Cl		1	1
Area lorda della sezione	A	mm ²	7701	7701
Area resistente a taglio	Av	mm ²	4903	4903
Momento d'inerzia	I	mm ⁴	40987870	40987870
Modulo di resistenza elastico	We	mm ³	376208	376208
Modulo di resistenza plastico	Wp	mm ³	505550	505550
Modulo di resistenza torsionale	WT	mm ³	793234	793234
Caratteristiche della sollecitazione				
	var	unità		
Sforzo di taglio di calcolo	VEd	kN	125.5	65.5
Sollecitazione torcente di progetto	TEd	kNm	0.0	0.0
Forza di compressione di calcolo (pos. Se di compressione)	NEd	kN	598.6	301.8
Momento flettente di calcolo	MEd	kNm	80.1	39.9
VERIFICHE IN CAMPO PLASTICO (SOLO SEZIONI CL. 1-2)			SI	SI
Verifica a torsione				
	var	unità		
Resistenza torsionale di progetto	TRd	kNm	154.8	154.8
Rapporto TEd / TRd (punto 4.2.29)	TEd/TRd		0.00	0.00
Status check	Ch		OK	OK
Tensione tangenziale massima	τ _{t,Ed}	Mpa	0.0	0.0
Verifica a taglio in presenza di torsione				
	var	unità		
Resistenza di calcolo a taglio	Vc,Rd	kN	957.0	957.0
Resistenza di calcolo a taglio ridotta in presenza di torsione	Vc,Rd,red	kN	957.0	957.0
Rapporto VEd / Vc,Rd,red (punto 4.2.17)			0.13	0.07
Status check	Ch		OK	OK
<i>Si può trascurare l'influenza del taglio sulla flessione ?</i>			SI	SI
Verifica a presso-tenso flessione retta				
	var	unità		
Resistenza di calcolo a compressione/trazione	Npl,Rd	kN	2603.8	2603.8
Resistenza di calcolo a flessione	Mpl,Rd	kNm	170.9	170.9
Resistenza di calcolo a flessione ridotta in presenza sforzo normale	MN,Rd	kNm	114.0	144.2
Rapporto NEd / Nc,Rd (punto 4.2.10)	NEd/Nc,Rd		0.23	0.12
Status check	Ch		OK	OK
Rapporto MEd / MN,Rd (punto 4.2.12)			0.70	0.28
Status check	Ch		OK	OK

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

7.3.2 Verifiche dei maniglioni di ancoraggio in testa ai micropali

L'ancoraggio dei micropali al plinto di fondazione è realizzato tramite “maniglioni” resistenti a taglio, saldati in testa ai tubi.

Sono previste 4 barre $\phi 24$ in acciaio B450C, da saldare ai tubi con cordoli di lunghezza 60 mm e altezza della sezione di gola pari a 5 mm.

La verifica della saldatura è stata effettuata come segue:

$$F_{w,Ed} / F_{w,Rd} \leq 1$$

Dove la forza di progetto agente sul singolo cordone è pari a:

$$F_{w,Ed} = N_{Ed} / (2 \cdot nb)$$

Essendo:

N_{Ed} lo sforzo normale di progetto sul micropalo;

nb il numero di ancoraggi al micropalo (2 per barra);

mentre, la resistenza di progetto del cordone d'angolo è pari a:

$$F_{w,Rd} = a \cdot L_c \cdot f_{tk} / (\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2})$$

Essendo:

a l'altezza della sezione di gola;

L_c la lunghezza del singolo cordone;

f_{tk} la resistenza a rottura del materiale di apporto;

$\beta = 0.90$ per acciaio S355.

Le verifiche porgono quanto segue:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

Spalla SpA

Verifica a tranciamento delle barre di ancoraggio	var	unità		
Numero di maniglioni	nm		4	4
numero complessivi di bracci resistenti a tranciamento	nb		8	8
di diametro delle barre di ancoraggio	fb	mm	24	24
Area resistente a tranciamento	Ab	mm ²	3619	3619
tensione di snervamento dell'acciaio delle barre	fyk	MPa	450	450
Coefficiente di sicurezza per resistenza	γ_s		1.15	1.15
Resistenza tangenziale di progetto	$\tau_{t,Rd}$	MPa	225.9	225.9
Forza di assiale di progetto	NEd	kN	598.6	301.8
Resistenza a tranciamento	NRd	kN	817.6	817.6
Rapporto NEd / Nt,Rd	NEd/Nt,Rd		0.73	0.37
Status check	Ch		OK	OK
Verifica delle saldature delle barre ai tubi	var	unità		
lunghezza minima cordone d'angolo	lc	mm	60	60
altezza della gola	a	mm	5	5
Area resistente saldatura	Asal	mm ²	300	300
tensione di rottura materiale di apporto	ftk	MPa	510	510
Coefficiente di sicurezza per resistenza	γ_{M2}		1.25	1.25
Coefficiente beta	β		0.90	0.90
Forza di progetto che sollecita il cordone d'angolo: NEd / (2 x nb)	Fw,Ed	kN	37.4	18.9
Resistenza di progetto del cordone d'angolo	Fw,Rd	kN	78.5	78.5
Rapporto Fw,Ed / Fw,Rd	Fw,Ed / Fw,Rd		0.48	0.24
Status check	Ch		OK	OK

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

La verifica della mensola posteriore della zattera di fondazione è stata eseguita con riferimento riferimento allo schema di mensola tozza (tirante-puntone), sollecitata dalla reazione del palo maggiormente caricato (palo di spigolo).

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

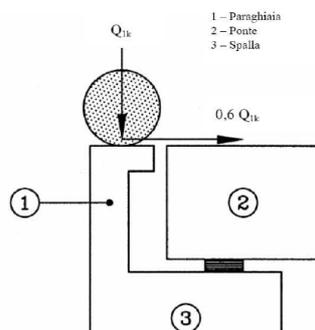


Figura 7.3. Carichi da traffico su muri paraghiaia

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

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

Conformemente alle circolari alle NTC2018 (§C.5.1.3.3.5.1), il sovraccarico accidentale da traffico è costituito dal carico Q_{1k} supposto distribuito su un impronta di 3.0×2.20 .

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

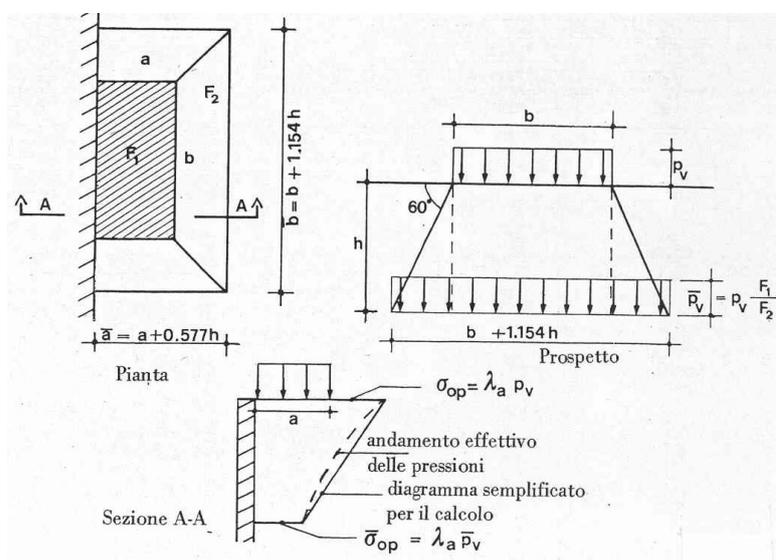


Figura 7.4. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

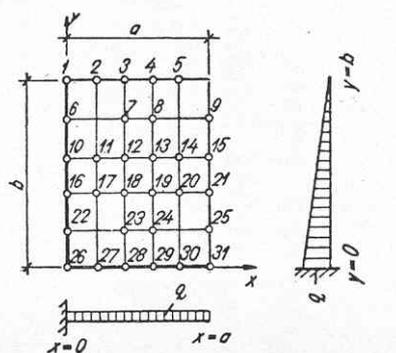
La pressione dovuta al sovraccarico quindi decresce come indicato nella sezione A-A di Figura 7.4 interessando però una larghezza sempre maggiore di paraghiaia. Considerando il contributo di una sola colonna di carico, la larghezza collaborante di muro è pari a $(b + 1.154h + 2.00)$.

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:



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

Figura 7.5. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico variabile linearmente con la profondità).

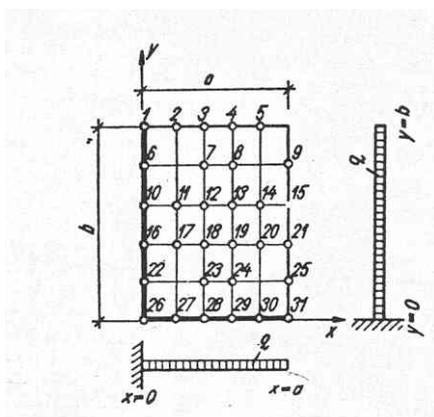


Figura 7.6. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).

7.4.6 Muri andatori

Si rimanda a relazione specifica per il dimensionamento e la verifica dei muri andatori.

7.4.7 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 resistenza 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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

8 APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE

Come precedentemente illustrato l'impalcato sarà vincolato alle sottostrutture mediante apparecchi di appoggio in acciaio-teflon.

Di seguito sono riepilogate le caratteristiche degli apparecchi di appoggio prescelti:

VI06

APPARECCHI DI APPOGGIO IN ACCIAIO-TEFLON A DISCO ELASTOMERICO CONFINATO

Allineamento	Tipo	TRAVE DX						TRAVE SX						
		N _s SLU [kN]	VI SLU [kN]	Vt SLU [kN]	S _{long} ± [mm]	S _{trasv} ± [mm]	rot [rad]	N _s SLU [kN]	VI SLU [kN]	Vt SLU [kN]	S _{long} ± [mm]	S _{trasv} ± [mm]	rot [rad]	
SPA	VF	4500	1000	1000		25	0.010	VUT	4500	1000			25	0.010
SPB	VUL	4500		1000	50		0.010	VM	4500			50	25	0.010

Essendo:

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 _{sd} SLU	MASSIMO CARICO VERTICALE SLU
VI SLU	MASSIMO CARICO ORIZZONTALE LONGITUDINALE SLU
Vt SLU	MASSIMO CARICO ORIZZONTALE TRASVERSALE SLU
S _{long}	SCORRIMENTO IN DIREZIONE LONGITUDINALE
S _{trasv}	SCORRIMENTO IN DIREZIONE TRASVERSALE

8.1 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 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	984.3	497.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.6	1606.9	0.0
SPB	984.3	497.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	98.6	1606.9	0.0

Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni

Fattori moltiplicativi										
Combinazione n.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SLE-QP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
SLE-RARA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00
SLU-STR	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	0.90	1.35	1.35
SLU-SIS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLE-FREQ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.75	0.75

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

Carichi trasmessi agli appoggi
 Combinazione SLE-QP

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	MAX MIN	
											Sommano	Sommano
SPA	984.3	497.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1481.5	1481.5
SPB	984.3	497.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1481.5	1481.5

Combinazione SLE-RARA

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	MAX MIN	
											Sommano	Sommano
SPA	984.3	497.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.2	1606.9	0.0	3147.5	1422.3
SPB	984.3	497.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.2	1606.9	0.0	3147.5	1422.3

Combinazione SLU-STR

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	MAX MIN	
											Sommano	Sommano
SPA	1328.8	671.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.7	2169.2	0.0	4258.0	1911.3
SPB	1328.8	671.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.7	2169.2	0.0	4258.0	1911.3

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)	MAX MIN	
											Sommano	Sommano
SPA	984.3	497.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1481.5	1481.5
SPB	984.3	497.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1481.5	1481.5

Combinazione SLE-FREQ

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili (max)	Carichi mobili (max)	MAX MIN	
											Sommano	Sommano
SPA	984.3	497.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1205.1	0.0	2686.6	1481.5
SPB	984.3	497.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1205.1	0.0	2686.6	1481.5

I carichi verticali sono ampiamente compatibili con le resistenze N_{sd} SLU dei dispositivi di appoggio previsti.

8.2 Carichi orizzontali trasmessi dall'impalcato

I carichi orizzontali sono stati valutati con gli specifici fogli di calcolo utilizzati per il dimensionamento delle spalle.

Di seguito la tab. riassuntiva con le azioni calcolate sugli appoggi:

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	HI	Ht	P	Mt	MI
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
500	q9	Resistenze passive vinc		105.5	0.0	0.0	0.0	0.0
500	Ex	Sisma longitudinale		1588.9	0.0	0.0	0.0	3900.7
500	Ey	Sisma trasversale		0.0	257.3	0.0	631.7	0.0
500	Ez	Sisma verticale		0.0	0.0	212.8	0.0	0.0

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

CARICHI ORIZZONTALI LONGITUDINALI TRASMESSI AGLI APPARECCHI DI APPOGGIO					
Carichi trasmessi agli appoggi - Condizioni di carico elementari					
Condizione n.					
	1	2	3		
VL	Sisma	Sisma	Forze		
Allineamenti	trasversale	longitudinale	Parassite		
trave DX	SPA	794.5	52.8		
	SPB		52.8		
trave SX	SPA	794.5	52.8		
	SPB		52.8		
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					
	Allineamenti	Sisma	Sisma	Forze	Sommano
		trasversale	longitudinale	Parassite	
trave DX	SPA	0.0	794.5	52.8	847.2
	SPB	0.0	0.0	52.8	52.8
trave SX	SPA	0.0	794.5	52.8	847.2
	SPB	0.0	0.0	52.8	52.8

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

CARICHI ORIZZONTALI TRASVERSALI TRASMESSI AGLI APPARECCHI DI APPOGGIO							
Carichi trasmessi agli appoggi - Condizioni di carico elementari							
VT	Condizione n.	1	2	3			
		Sisma	Sisma	Forze			
		Allineamenti	trasversale	longitudinale	Parassite		
trave DX	SPA	257.3					
	SPB	257.3					
trave SX	SPA						
	SPB						
Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni							
Fattori moltiplicativi							
Combinazione n.		1	2	3			
SLU-SIS Y		1.00	0.30	1.00			
Carichi trasmessi agli appoggi							
Combinazione SLU-SIS Y							
		Sisma	Sisma	Forze			
		Allineamenti	trasversale	longitudinale	Parassite	Sommano	
trave DX	SPA	257.3	0.0	0.0		257.3	
	SPB	257.3	0.0	0.0		257.3	
trave SX	SPA	0.0	0.0	0.0		0.0	
	SPB	0.0	0.0	0.0		0.0	

I carichi orizzontali agenti sugli apparecchi di appoggio sono ampiamente compatibili con le relative resistenze nelle due direzioni.

8.3 Calcolo degli scorrimenti di progetto

Il calcolo degli scorrimenti di progetto è stato effettuato in condizioni ordinarie, tenendo conto dei contributi di ritiro e variazioni termiche uniformi agenti sulle strutture di impalcato, e in condizioni sismiche sommando i contributi legati agli spostamenti sismici, al ritiro ed alle variazioni termiche, quest'ultimi conteggiati al 50%.

La tabella seguente illustra il calcolo degli scorrimenti:

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu	

Dati	Var	unità	
Distanza tra punto fisso e giunto di dilatazione	DL	m	40.0
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	140
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	[°]	41.2
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-8.4
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	45.2
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-4.4
Massima variazione termica in contrazione: $DTN,con = T0 - Te,min$	$\Delta TN,con$	[°]	19.4
Massima variazione termica in espansione: $DTN,exp = Te,max - T0$	$\Delta TN,exp$	[°]	30.2
Variazione termica complessiva: $DTn = Te,max - Te,min$	ΔTN	[°]	49.5
Massima variazione termica in contrazione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,con_g$	[°]	39.4
Massima variazione termica in espansione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,exp_g$	[°]	50.2

Escursioni - Condizioni ordinarie	Var	unità	
contrazione longitudinale per ritiro	$\Delta l_{rit,con}$	mm	-6.0
contrazione longitudinale per var. termica uniforme	$\Delta l_{max,con}$	mm	-15.7
massima escursione di contrazione (ritiro + Termica)	$\Delta l_{max,con}$	mm	-22
espansione longitudinale per var. termica uniforme	$\Delta l_{max,exp}$	mm	20
escursione complessiva longitudinale	Δl_{tot}	mm	42

8.4 Giunti di dilatazione

Alle due estremità dell'impalcato saranno disposti giunti di dilatazione in elastomero armato in grado di garantire una escursione complessiva in direzione longitudinale di 50 mm ed in direzione trasversale di 25 mm.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

9 VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU MICROPALI

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

- Collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite di sfilamento del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
- Collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi trasversali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- Stabilità globale.

Le verifiche di stabilità globale vengono effettuate esclusivamente nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali, mentre vengono omesse per fondazioni che ricadono su aree in piano o a pendenza estremamente modesta.

Le verifiche SLU di tipo strutturale (STR) sono illustrate nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Relativamente agli stati limite di esercizio (SLE) è stata effettuata una stima del cedimento del palo singolo e della palificata soggetti a carichi verticali.

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_{Q3}	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_{G3} .

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinieddu	

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 palificatane nei riguardi dei carichi assiali, trasversali e di sfilamento), sono state effettuate riferendosi all'Approccio 2 con i gruppi parziali A1, M1, R3 definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II, precedentemente illustrate, 6.4.II e 6.4.VI:

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

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	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	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

^o 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 micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione

Deve essere:

$$Fcd \leq Rcd$$

Dove:

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

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

$$Rcd = Rbd + Rsd$$

Essendo:

Rbd = Rbk / γ_b la resistenza alla base di progetto;

Rsd = Rsk / γ_s la resistenza laterale di progetto;

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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:

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

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

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

Le resistenze di calcolo laterale ed alla punta del singolo micropalo sono state calcolate in accordo a Bustamante e Doix:

$$R_{s,cal_i} = \pi \times D_{s_i} \times L_{s_i} \times q_{s_i} \quad \text{con:}$$

L_s = altezza dello strato attraversato dal micropalo;

D_{s_i} = Diametro reso del micropalo nello strato i -esimo, correlato al diametro di perforazione D_n attraverso la seguente relazione:

$$D_{s_i} = \alpha_i D_n$$

Dove α_i è un parametro dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali secondo la seguente tabella:

Terreno	Coefficiente α	
	IRS	IGU
Ghiaie	1.8	1.3 - 1.4
Ghiaie sabbiose	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
Sabbie ghiaiose	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbie grossolane	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie medie	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie fini	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie limose	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limi	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

Argille	1.8 - 2.0	1.2
Marne	1.8	1.1 - 1.2
Marne-Calcarei	1.8	1.1 - 1.2
Arenarie alterate o fratturate	1.8	1.1 - 1.2
Rocce alterate o frammentate	1.2	1.1

IRS = Iniezioni ripetute e selettive

IGU = Iniezioni semplici

q_{s_i} = attrito laterale unitario tra bulbo e terreno, pure dipendente dal tipo di terreno attraversato e dalla modalità realizzativa dei micropali in funzione di N_{spt} e/o dei risultati di prove pressiometriche (vedi grafici seguenti):

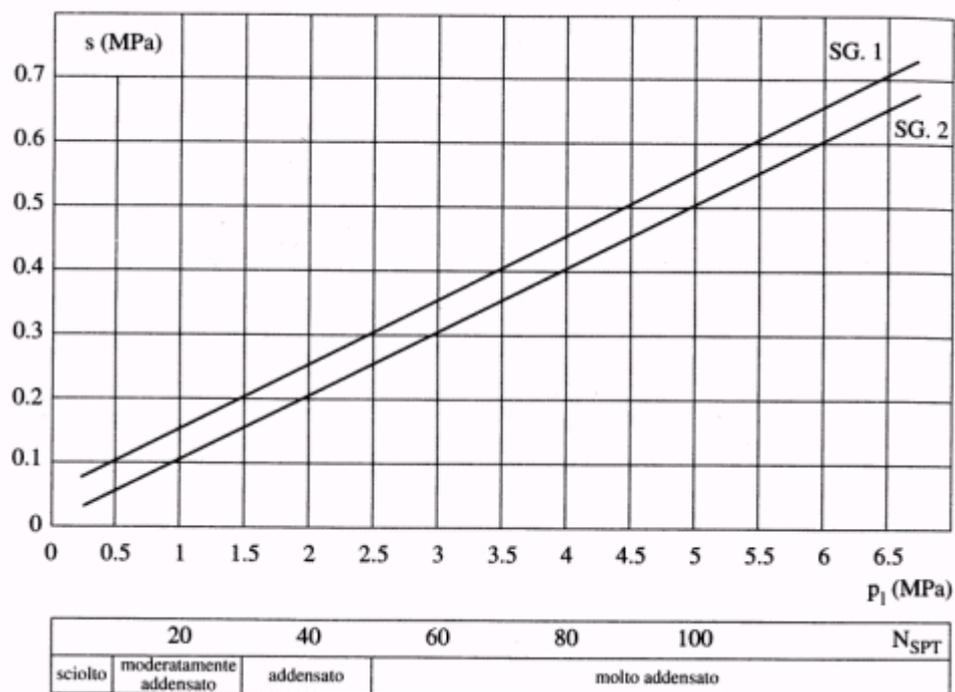


Figura 9.1 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di q_s per sabbie e ghiaie

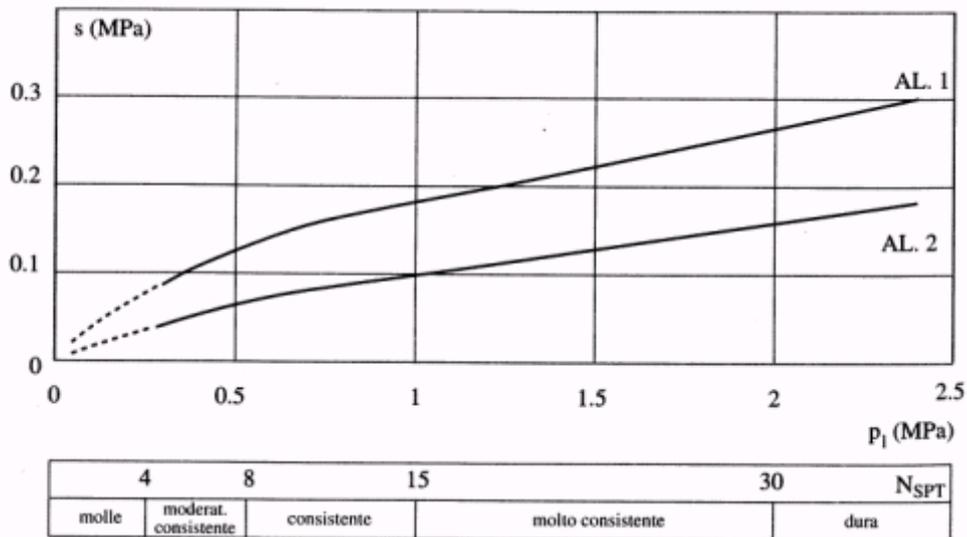


Figura 9.2 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di q_s per argille e limi

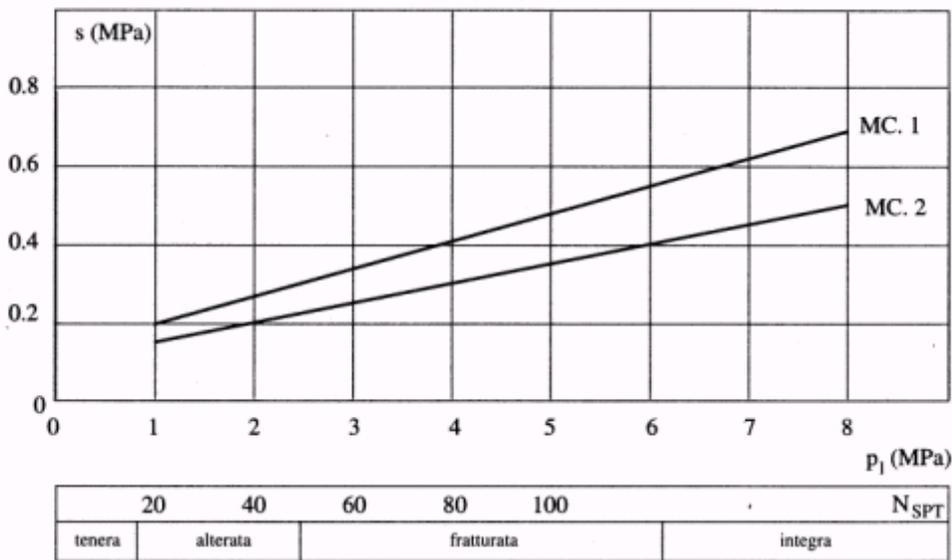


Figura 9.3 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di q_s per gessi, marne, marne calcaree

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

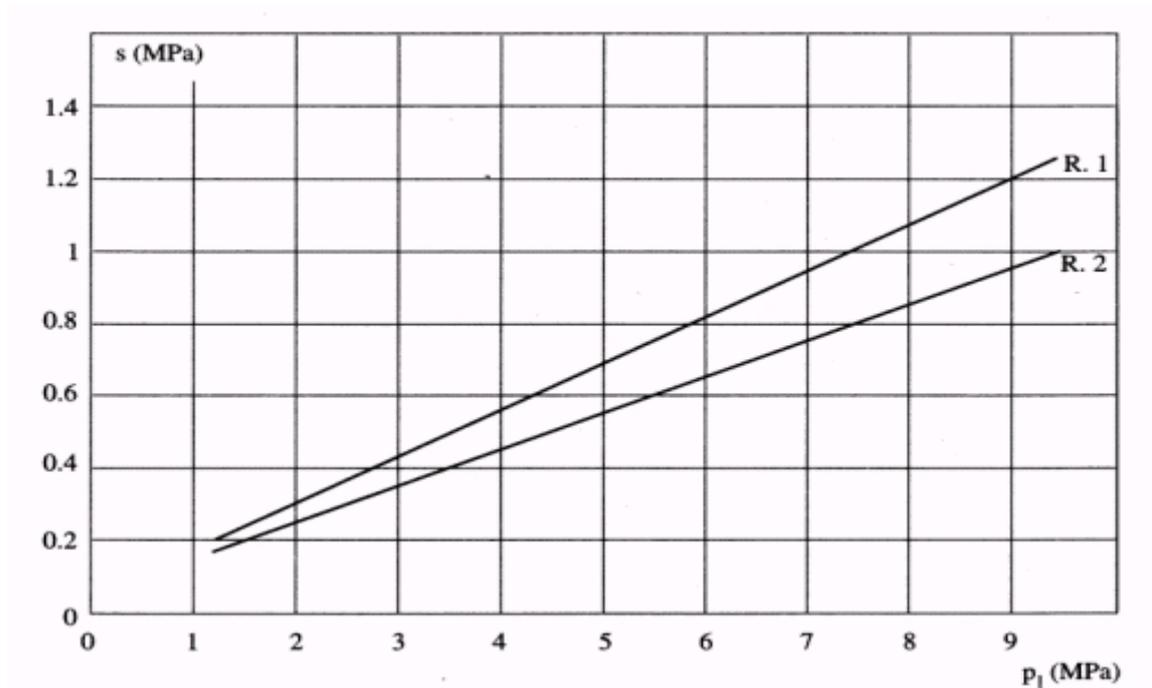


Figura 9.4 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di q_s per rocce alterate e fratturate

La resistenza di calcolo alla punta del singolo micropalo è fissata pari a:

$$R_{b,cal} = 0.15 \times R_{s,cal}$$

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:

$$R_{cd,gr} = \eta \cdot n \cdot R_{cd}$$

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 micropalo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo 9.1.1

Per palificate in terreni incoerenti e/o lapidei fratturati o alterati 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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

9.1.3 Verifiche SLU di collasso per sfilamento del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione

Deve essere:

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

Dove:

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

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

$$R_{cd} = R_{sd}$$

Essendo:

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

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

R_{sk} la resistenza laterale caratteristica, valutata secondo quanto illustrato al paragrafo 9.1.1

9.1.4 Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico trasversale

Deve essere:

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

Dove:

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

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

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

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

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

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

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

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

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- Terreno omogeneo;
- Comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è 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".

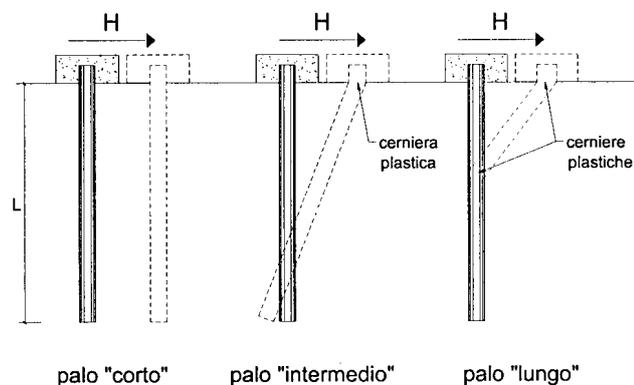


Figura 9.5 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

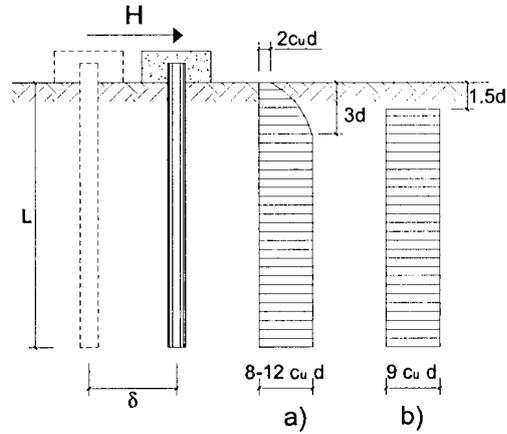
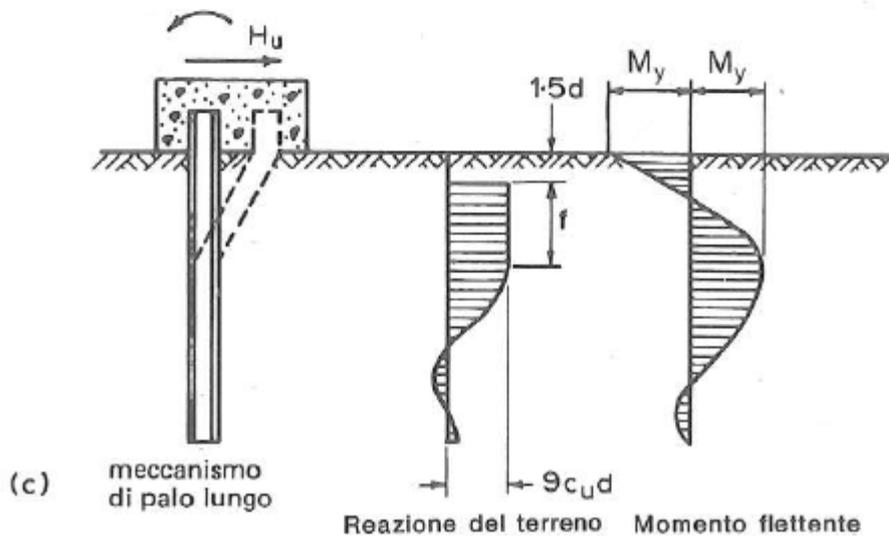
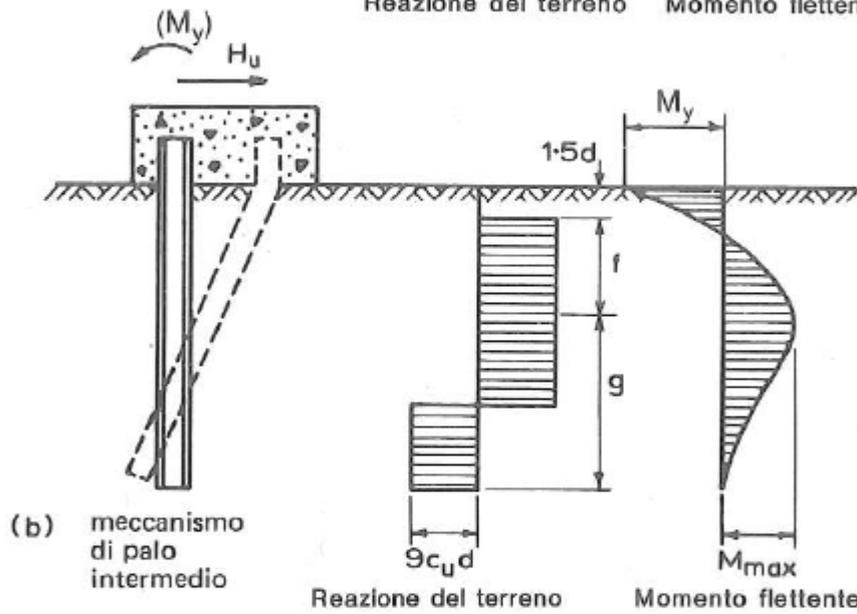
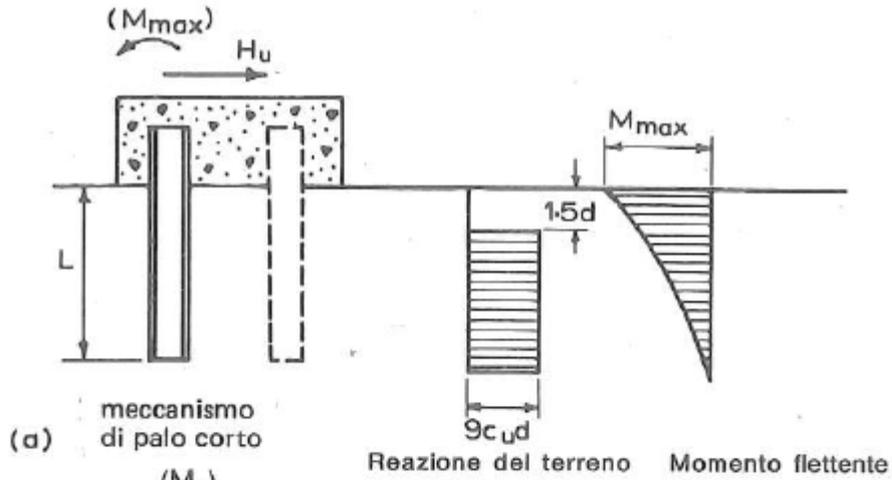


Figura 9.6 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

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



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

Figura 9.7 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

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

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

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

$$H \lim = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

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:

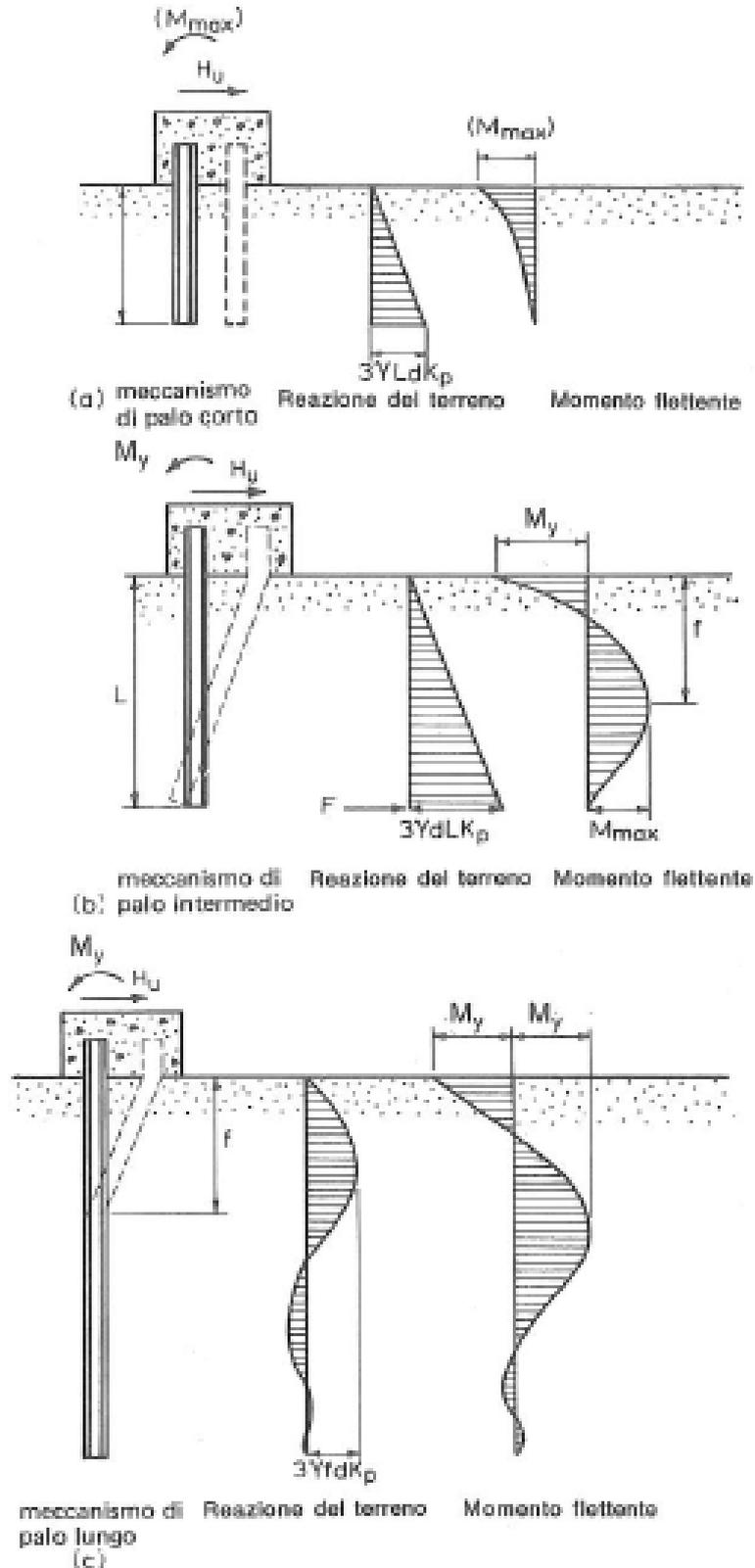
k_p il coefficiente di spinta passiva;

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' .

CA366

Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu



Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu</i>	

Figura 9.8 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni incoerenti (Broms, 1984).

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

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

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

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

Volendo tenere conto del reale affondamento Hr della testa del palo rispetto al piano di campagna, il valore di $Hlim$, per il caso di palo lungo, si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$Hlim = p_{h1} \cdot L + \frac{3}{2} k_p \gamma D L^2$$

$$k_p \gamma D L^3 + \frac{1}{2} p_{h1} \cdot L^2 - 2My = 0$$

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

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

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

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

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

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;

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i>	

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:

"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 9.9- Schema A);
- interazione tra pali affiancati, caricati in direzione perpendicolare alla fila (Figura 9.12- 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.

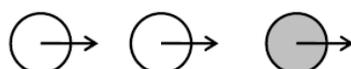


Figura 9.9 – Schema A – Pali in linea

Studi sperimentali condotti sull'argomento hanno mostrato che l'interazione dipende principalmente dalla posizione relativa dei pali. Molti autori (Dunnavant & 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 9.10.

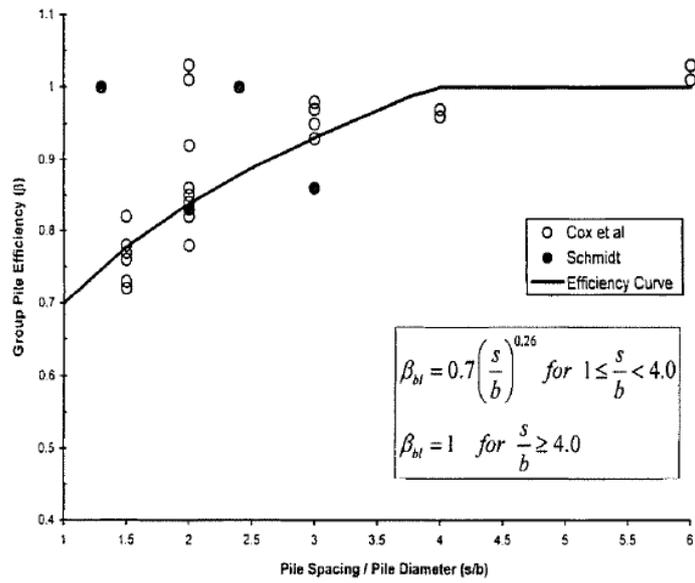


Figura 9.10 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 9.11

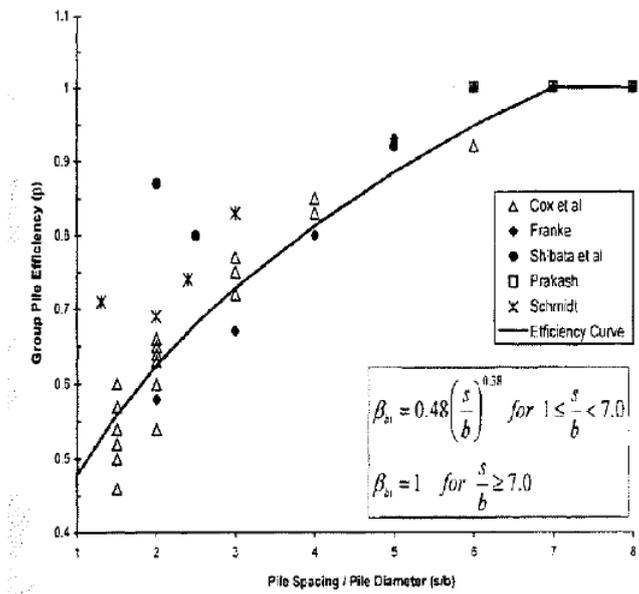


Figura 9.11 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

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

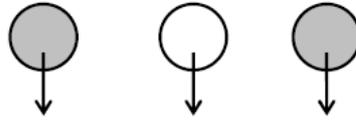


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

Figura 9.12 – 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 9.13.

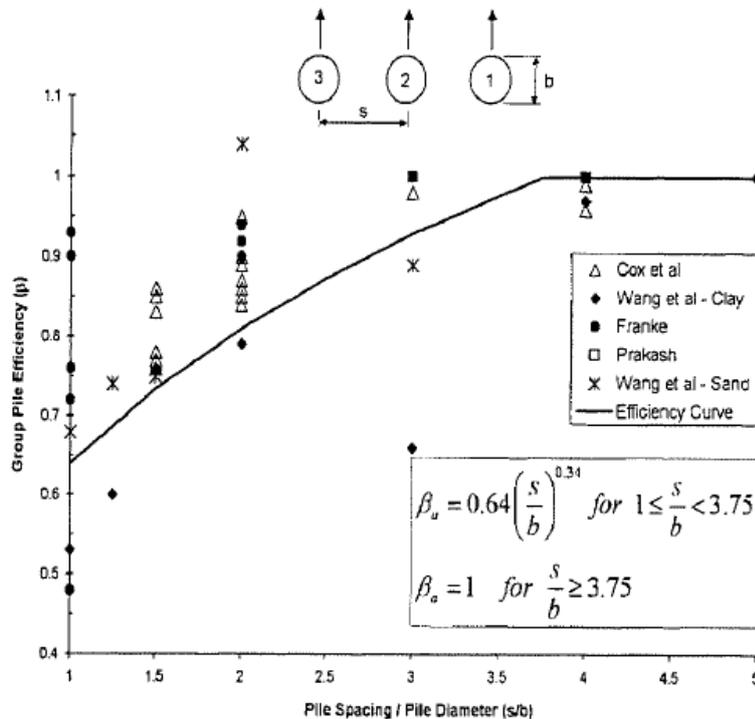


Figura 9.13 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

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 10%.

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 micropali

Le fondazioni delle spalle sono di tipo indiretto su micropali $\phi 300$, collegati in testa da rigide zattere di fondazione di altezza pari a 2.0.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

Per la Spalla SpA sono previsti 45 micropali disposti secondo una maglia rettangolare (9 x 5), garantendo una distanza minima tra gli assi dei micropali pari a 0.9 m (3D). Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto

Di seguito si riepilogano le stratigrafie ed i parametri geotecnici di progetto impiegati nel dimensionamento delle fondazioni su micropali.

È inoltre indicato il numero delle verticali indagate, utile al dimensionamento dei micropali.

VIADOTTO: **VI06** Numero delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento dei pali 1

Allineamento: **SPALLA A**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA											PARAMETRI DI DEFORMABILITA' Eop [MPa]
				VALORI MEDI					VALORI MINIMI					NSPT	
				γ_{med} [kPa]	$c_{u,med}$ [kPa]	c'_{med} [kPa]	ϕ'_{med} [°]	NSPT	γ_{min} [kPa]	$c_{u,min}$ [kPa]	c'_{min} [kPa]	ϕ'_{min} [°]	NSPT		
1	0.00	5.50	S	18.0	nd	7	32.0	48	17.0	nd	5.0	30.0	24	30-50	
2	5.50	60.00	G	25.5	nd	20	42.0	nd	25.0	nd	15.0	40.0	nd	-	

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO DA INTRADOSSO FONDAZIONE

Strato	Unità	α	PARAMETRI DI ADERENZA	
			MEDI	MINIMI
			q_{sk} [kPa]	q_{sk} [kPa]
S	Monzograniti alterati	1,1	250	200
G	Monzograniti	1,1	350	300

Tabella 9.1 – Stratigrafie e parametri geotecnici per il progetto delle fondazioni.

9.2.2 Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento)

In allegato si riportano le curve Resistenza di progetto Rcd – Lunghezza del micropalo (Lp), che consentono il dimensionamento della lunghezza del micropalo in funzione dei carichi di progetto Fcd.

I valori di Fcd, Ftd 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	Stratigrafia	Allineamenti	Lp [m]	MICROPALI SOGGETTI A COMPRESSIONE							MICROPALI SOGGETTI A TRAZIONE				
				PARAMETRI MEDI			PARAMETRI MINIMI			ENV	MEDI		MINIMI		
				Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rcd [kN]	Edc [kN]	c.u. %	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Edt [kN]
STR1	SpA	8.0	928	119	1047	795	102	897	897	599	67%	854	732	0	0%

Tabella 9.2 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione (sfilamento)

9.2.3 Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico trasversale

In allegato si riporta il calcolo delle resistenze di progetto Rtr,d, relative ai micropali, tenendo conto dell'affondamento della testa del palo da piano di campagna.

I valori di Ftr,d considerati nelle verifiche sono quelli illustrati nei capitoli precedenti.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinèdu	

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		MICROPALO SINGOLO									
Armatura	Allineamenti	My (kNm)	Rtr,d (kN)	Ftr,d (kN)	c.u.1	npali	η (%)	Rtr,dgr (kN)	Ftr,dgr (kN)	c.u.gr	
STR 1	SpA	181	170	126	74%	45	80%	6127	5670	93%	

Tabella 9.3 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi dei carichi trasversali

9.2.4 Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata

Per le opere in oggetto, date le elevate caratteristiche di rigidità delle formazioni di interesse, gli abbassamenti delle fondazioni indirette su micropali sono da ritenersi trascurabili e pertanto non prese in considerazione.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu	

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.

Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</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.

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

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

LAVORO: CA366 L=40 IMPALCATO

Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni

Rck = 45 Mpa
 n0 = 6.16
 ninf = 15.10
 nrif = 15.79

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	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.000	0.000	0.800	0.030	12.933	4	0.024	2.230	0.000	0.000	1.000	0.040	1.000	0.040	12.200	4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
2	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.000	0.000	0.800	0.030	12.933	4	0.024	2.230	0.000	0.000	1.000	0.040	1.000	0.040	12.200	4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
3	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.000	0.000	0.800	0.030	12.933	4	0.024	2.230	0.000	0.000	1.000	0.040	1.000	0.040	12.200	4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
4	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.700	0.030	0.750	0.060	6.083	<4	0.020	2.160	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.813	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
5	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.700	0.030	0.750	0.060	6.083	<4	0.020	2.160	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.813	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
6	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.700	0.030	0.750	0.060	6.083	<4	0.020	2.160	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.813	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
7	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.700	0.030	0.750	0.060	6.083	<4	0.020	2.160	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.813	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
8	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.700	0.030	0.750	0.060	6.083	<4	0.020	2.160	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.813	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
9	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.040	0.700	0.030	0.757	0.070	5.294	<4	0.016	2.150	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.838	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
10	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.040	0.700	0.030	0.757	0.070	5.294	<4	0.016	2.150	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.838	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
11	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.040	0.700	0.030	0.757	0.070	5.294	<4	0.016	2.150	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.838	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
12	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.040	0.700	0.030	0.757	0.070	5.294	<4	0.016	2.150	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.838	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
13	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.040	0.700	0.030	0.757	0.070	5.294	<4	0.016	2.150	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.838	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
14	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.040	0.700	0.030	0.757	0.070	5.294	<4	0.016	2.150	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.838	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
15	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.700	0.030	0.750	0.060	6.083	<4	0.020	2.160	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.813	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
16	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.700	0.030	0.750	0.060	6.083	<4	0.020	2.160	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.813	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
17	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.700	0.030	0.750	0.060	6.083	<4	0.020	2.160	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.813	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
18	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.700	0.030	0.750	0.060	6.083	<4	0.020	2.160	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.813	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
19	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.700	0.030	0.750	0.060	6.083	<4	0.020	2.160	0.900	0.040	1.000	0.040	0.950	0.080	5.813	<4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
20	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.000	0.000	0.800	0.030	12.933	4	0.024	2.230	0.000	0.000	1.000	0.040	1.000	0.040	12.200	4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
21	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.000	0.000	0.800	0.030	12.933	4	0.024	2.230	0.000	0.000	1.000	0.040	1.000	0.040	12.200	4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640
22	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.000	0.000	0.800	0.030	12.933	4	0.024	2.230	0.000	0.000	1.000	0.040	1.000	0.040	12.200	4	5.500	0.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	6.000	0.240	0.070	0.640

Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	Armatura soletta in c.a.											Trave isolata					Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=nrit.					Trave composta - n=n0					
	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	Ix (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	Ixs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	Ixa (m4)	Iya (m4)	Ja (m4)	Ai (mq)	yG (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Ar (mq)	yG (m)	Ixr (m4)	Iyr (m4)	Ji (m4)	A0 (mq)	yG (m)	Ix0 (m4)	Iy0 (m4)	Ji (m4)
1	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1175	0.999	0.101517	0.004616	0.000039	0.234678	1.740	0.231303	2.390029	0.000042	0.230427	1.726	0.228876	2.340555	0.000042	0.377311	2.022	0.281349	4.049983	0.000093
2	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1175	0.999	0.101517	0.004616	0.000039	0.234678	1.740	0.231303	2.390029	0.000042	0.230427	1.726	0.228876	2.340555	0.000042	0.377311	2.022	0.281349	4.049983	0.000093
3	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1175	0.999	0.101517	0.004616	0.000039	0.234678	1.740	0.231303	2.390029	0.000042	0.230427	1.726	0.228876	2.340555	0.000042	0.377311	2.022	0.281349	4.049983	0.000093
4	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1642	0.946	0.160360	0.007902	0.000060	0.281358	1.586	0.322622	2.886373	0.000063	0.277107	1.572	0.319106	2.836899	0.000063	0.423991	1.888	0.399988	4.546327	0.000114
5	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1642	0.946	0.160360	0.007902	0.000060	0.281358	1.586	0.322622	2.886373	0.000063	0.277107	1.572	0.319106	2.836899	0.000063	0.423991	1.888	0.399988	4.546327	0.000114
6	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1642	0.946	0.160360	0.007902	0.000060	0.281358	1.586	0.322622	2.886373	0.000063	0.277107	1.572	0.319106	2.836899	0.000063	0.423991	1.888	0.399988	4.546327	0.000114
7	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1642	0.946	0.160360	0.007902	0.000060	0.281358	1.586	0.322622	2.886373	0.000063	0.277107	1.572	0.319106	2.836899	0.000063	0.423991	1.888	0.399988	4.546327	0.000114
8	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1642	0.946	0.160360	0.007902	0.000060	0.281358	1.586	0.322622	2.886373	0.000063	0.277107	1.572	0.319106	2.836899	0.000063	0.423991	1.888	0.399988	4.546327	0.000114
9	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1634	0.996	0.169296	0.008328	0.000067	0.280558	1.617	0.320766	2.878349	0.000071	0.276307	1.604	0.317489	2.828875	0.000070	0.423191	1.910	0.392816	4.538303	0.000121
10	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1634	0.996	0.169296	0.008328	0.000067	0.280558	1.617	0.320766	2.878349	0.000071	0.276307	1.604	0.317489	2.828875	0.000070	0.423191	1.910	0.392816	4.538303	0.000121
11	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1634	0.996	0.169296	0.008328	0.000067	0.280558	1.617	0.320766	2.878349	0.000071	0.276307	1.604	0.317489	2.828875	0.000070	0.423191	1.910	0.392816	4.538303	0.000121
12	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1634	0.996	0.169296	0.008328	0.000067	0.280558	1.617	0.320766	2.878349	0.000071	0.276307	1.604	0.317489	2.828875	0.000070	0.423191	1.910	0.392816	4.538303	0.000121
13	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1634	0.996	0.169296	0.008328	0.000067	0.280558	1.617	0.320766	2.878349	0.000071	0.276307	1.604	0.317489	2.828875	0.000070	0.423191	1.910	0.392816	4.538303	0.000121
14	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1634	0.996	0.169296	0.008328	0.000067	0.280558	1.617	0.320766	2.878349	0.000071	0.276307	1.604	0.317489	2.828875	0.000070	0.423191	1.910	0.392816	4.538303	0.000121
15	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1642	0.946	0.160360	0.007902	0.000060	0.281358	1.586	0.322622	2.886373	0.000063	0.277107	1.572	0.319106	2.836899	0.000063	0.423991	1.888	0.399988	4.546327	0.000114
16	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1642	0.946	0.160360	0.007902	0.000060	0.281358	1.586	0.322622	2.886373	0.000063	0.277107	1.572	0.319106	2.836899	0.000063	0.423991	1.888	0.399988	4.546327	0.000114
17	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1642	0.946	0.160360	0.007902	0.000060	0.281358	1.586	0.322622	2.886373	0.000063	0.277107	1.572	0.319106	2.836899	0.000063	0.423991	1.888	0.399988	4.546327	0.000114
18	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1642	0.946	0.160360	0.007902	0.000060	0.281358	1.586	0.322622	2.886373	0.000063	0.277107	1.572	0.319106	2.836899	0.000063	0.423991	1.888	0.399988	4.546327	0.000114
19	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1642	0.946	0.160360	0.007902	0.000060	0.281358	1.586	0.322622	2.886373	0.000063	0.277107	1.572	0.319106	2.836899	0.000063	0.423991	1.888	0.399988	4.546327	0.000114
20	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1175	0.999	0.101517	0.004616	0.000039	0.234678	1.740	0.231303	2.390029	0.000042	0.230427	1.726	0.228876	2.340555	0.000042	0.377311	2.022	0.281349	4.049983	0.000093
21	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1175	0.999	0.101517	0.004616	0.000039	0.234678	1.740	0.231303	2.390029	0.000042	0.230427	1.726	0.228876	2.340555	0.000042	0.377311	2.022	0.281349	4.049983	0.000093
22	0.640	1.4848	0.185	0.007974138	0.009425	0.260	0.009425	0.080	0.018850	0.170	0.000152682	2.300	0.1175	0.999	0.101517	0.004616	0.000039	0.234678	1.740	0.231303	2.390029	0.000042	0.230427	1.726	0.228876	2.340555	0.000042	0.377311	2.022	0.281349	4.049983	0.000093

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

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

LAVORO: CA366 L=40 IMPALCATO
Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni interamente reagenti

Rcd = 45 Mpa
n0 = 6.16
ninf = 15.10
nrit = 15.79

		epc= 0.814 (c/f)max= 11.39										epc= 0.814 (c/f)max= 11.39										Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali															Trave isolat																			
Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	n_campata	X_campata	n_travi	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave-asse impalcato	soletta	Plattabanda superiore				Anima				Plattabanda inferiore				Soletta in c.a. - larghezza collaborante										Armatura soletta in c.a.							Trave isolat																	
										B1 (m)	H1 (m)	B2 (m)	H2 (m)	Beg (m)	Htot (m)	c/t	Classe	spw (m)	Hw (m)	B3 (m)	H3 (m)	B4 (m)	H4 (m)	Beg (m)	Htot (m)	c/t	Classe	Int tr sx (m)	bconn (m)	Int tr dx (m)	tipo campata	Lsx (m)	Lcampata	Ldx (m)	b1 (m)	b2 (m)	bcoll (m)	Hc (m)	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)
1	1	0.000	0.000	1	0.000	2	12.000	3.250	reagente	0.800	0.030	0.000	0.000	0.800	0.030	13.333	4	0.022	2.230	0.000	0.000	0.900	0.040	0.900	0.040	10.975	<4	5.500	3.360	6.500	ca	40.000	2.570	3.070	5.462	0.260	0.070	0.640	0.640	1.4649	0.195	0.009201	0.00848	0.280	0.00848	0.080	0.016965	0.180	0.000169646	2.300	0.1091	1.029	0.095628	0.003712	0.000034	0.049060

Sez	Trave composta - n-ninfr												Trave composta - n-nrnt												Trave composta - n-n0																										
	Sx/lx B			Sx/lx C			Sx/lx			Sx/lx			Sx/lx			Sx/lx			Sx/lx			Sx/lx			Sx/lx			Sx/lx			Sx/lx																				
	(m-1)	(m-1)	(m-1)	WA (m3)	WB (m3)	WC (m3)	WD (m3)	AI (m4)	YG (m)	YG-GC (m)	lx (m4)	ly (m4)	Ji (m4)	WA (m3)	WB (m3)	WC (m3)	WD (m3)	WAS2 (m3)	WAS1 (m3)	WEI (m3)	WEI (m3)	Ar (m4)	YG (m)	YG-GC (m)	lx (m4)	ly (m4)	Ji (m4)	WA (m3)	WB (m3)	WC (m3)	WD (m3)	WAS2 (m3)	WAS1 (m3)	WEI (m3)	WEI (m3)	Ar (m4)	YG (m)	YG-GC (m)	lx (m4)	ly (m4)	Ji (m4)	WA (m3)	WB (m3)	WC (m3)	WD (m3)	WAS2 (m3)	WAS1 (m3)	WEI (m3)	WEI (m3)		
1	0.379852	0.315217	0.092932	0.096690	0.077058	0.075239	0.223017	1.777	0.703	0.215804	2.395108	0.000039	0.379777	0.121447	0.124244	0.437683	0.412580	0.357848	0.268727	5.495884	3.820818	0.218823	1.763	0.717	0.215374	2.341512	0.000038	0.374896	0.121130	0.123942	0.421398	0.397849	0.346249	0.261469	5.555990	3.889490	0.36374	2.055	0.425	0.261169	4.193392	0.000103	0.428321	0.127106	0.129630	1.213186	1.064799	0.802917	0.497204	5.104905	3.797704
2	0.379852	0.315217	0.092932	0.096690	0.077058	0.075239	0.224712	1.782	0.698	0.216693	2.395108	0.000039	0.379171	0.121574	0.124365	0.444401	0.418644	0.362601	0.271679	5.569740	3.861242	0.220444	1.769	0.711	0.214457	2.341512	0.000038	0.376109	0.121258	0.124064	0.427715	0.403568	0.350762	0.264304	5.629240	3.930145	0.367894	2.060	0.420	0.262006	4.193392	0.000103	0.429044	0.127203	0.129722	1.246181	1.090569	0.818137	0.503619	5.204269	2.831422
3	0.379852	0.315217	0.092932	0.096690	0.077058	0.075239	0.224712	1.782	0.698	0.216693	2.395108	0.000039	0.379171	0.121574	0.124365	0.444401	0.418644	0.362601	0.271679	5.569740	3.861242	0.220444	1.769	0.711	0.214457	2.341512	0.000038	0.376109	0.121258	0.124064	0.427715	0.403568	0.350762	0.264304	5.629240	3.930145	0.367894	2.060	0.420	0.262006	4.193392	0.000103	0.429044	0.127203	0.129722	1.246181	1.090569	0.818137	0.503619	5.204269	2.831422

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

13 ALLEGATO 3 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

14 ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI

LAVORO: CA366 L=40 IMPALCATO**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	0.000	0.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	0.13	0.70	0.53
2	1	1.830	1.830	0.23	0.28	0.18	0.27	0.27	0.27	0.66	0.00
3	2	0.000	1.830	0.23	0.28	0.18	0.27	0.27	0.27	0.66	0.00
4	2	1.840	3.670	0.41	0.38	0.21	0.25	0.40	0.40	0.60	0.00
5	3	0.000	3.670	0.41	0.38	0.21	0.25	0.40	0.40	0.60	0.00
6	3	1.830	5.500	0.56	0.47	0.30	0.35	0.51	0.51	0.55	0.00
7	4	0.000	5.500	0.46	0.41	0.24	0.28	0.46	0.46	0.65	0.00
8	4	1.100	6.600	0.53	0.45	0.28	0.33	0.51	0.51	0.61	0.00
9	5	0.000	6.600	0.53	0.45	0.28	0.33	0.51	0.51	0.61	0.00
10	5	2.230	8.830	0.65	0.53	0.35	0.41	0.61	0.61	0.53	0.00
11	6	0.000	8.830	0.65	0.53	0.35	0.41	0.61	0.61	0.53	0.00
12	6	2.240	11.070	0.76	0.59	0.41	0.47	0.69	0.69	0.46	0.00
13	7	0.000	11.070	0.76	0.59	0.41	0.47	0.69	0.69	0.46	0.00
14	7	2.230	13.300	0.83	0.63	0.45	0.52	0.75	0.75	0.38	0.00
15	8	0.000	13.300	0.83	0.63	0.45	0.52	0.75	0.75	0.38	0.00
16	8	1.200	14.500	0.87	0.65	0.47	0.55	0.77	0.77	0.34	0.00
17	9	0.000	14.500	0.79	0.63	0.42	0.54	0.75	0.75	0.50	0.00
18	9	1.830	16.330	0.83	0.66	0.44	0.56	0.78	0.78	0.42	0.00
19	10	0.000	16.330	0.83	0.66	0.44	0.56	0.78	0.78	0.42	0.00
20	10	1.840	18.170	0.85	0.67	0.45	0.58	0.79	0.79	0.33	0.00
21	11	0.000	18.170	0.85	0.67	0.45	0.58	0.79	0.79	0.33	0.00
22	11	1.830	20.000	0.86	0.67	0.46	0.58	0.80	0.80	0.24	0.00
23	12	0.000	20.000	0.86	0.67	0.46	0.58	0.80	0.80	0.24	0.00
24	12	1.830	21.830	0.85	0.67	0.45	0.58	0.79	0.79	0.33	0.00
25	13	0.000	21.830	0.85	0.67	0.45	0.58	0.79	0.79	0.33	0.00
26	13	1.840	23.670	0.83	0.66	0.44	0.56	0.78	0.78	0.42	0.00
27	14	0.000	23.670	0.83	0.66	0.44	0.56	0.78	0.78	0.42	0.00
28	14	1.830	25.500	0.79	0.63	0.42	0.54	0.75	0.75	0.50	0.00
29	15	0.000	25.500	0.87	0.65	0.47	0.55	0.77	0.77	0.34	0.00
30	15	1.200	26.700	0.83	0.63	0.45	0.52	0.75	0.75	0.38	0.00
31	16	0.000	26.700	0.83	0.63	0.45	0.52	0.75	0.75	0.38	0.00
32	16	2.230	28.930	0.76	0.59	0.41	0.47	0.69	0.69	0.46	0.00
33	17	0.000	28.930	0.76	0.59	0.41	0.47	0.69	0.69	0.46	0.00
34	17	2.240	31.170	0.65	0.53	0.35	0.41	0.61	0.61	0.53	0.00
35	18	0.000	31.170	0.65	0.53	0.35	0.41	0.61	0.61	0.53	0.00
36	18	2.230	33.400	0.53	0.45	0.28	0.33	0.51	0.51	0.61	0.00
37	19	0.000	33.400	0.53	0.45	0.28	0.33	0.51	0.51	0.61	0.00
38	19	1.100	34.500	0.46	0.41	0.24	0.28	0.46	0.46	0.65	0.00
39	20	0.000	34.500	0.56	0.47	0.30	0.35	0.51	0.51	0.55	0.00
40	20	1.830	36.330	0.41	0.38	0.21	0.25	0.40	0.40	0.60	0.00
41	21	0.000	36.330	0.41	0.38	0.21	0.25	0.40	0.40	0.60	0.00
42	21	1.840	38.170	0.23	0.28	0.18	0.27	0.27	0.27	0.66	0.00

Sez	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}
43	22	0.000	38.170	0.23	0.28	0.18	0.27	0.27	0.27	0.66	0.00
44	22	1.830	40.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	0.13	0.71	0.54

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltinettu</i></p>	

15 ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE LONGITUDINALI DELLE TRAVI PRINCIPALI

LAVORO: CA366 L=40 IMPALCATO
Verifica delle saldature longitudinali

Verifica saldature longitudinali	Var	unità	
resistenza a snervamento dell'acciaio delle anime	fy	Mpa	355
Coefficiente beta 1	β1		0.70
Coefficiente beta 2	β2		0.85

Calcolo delle azioni per effetti locali			
peso proprio soletta	Qc1	kN/ml	46.5
permanenti portati	Qc2	kN/ml	24.9
Carico accidentale fattorizzato per verifiche SLU	Qik	kN	150
larghezza di diffusione in dir. longitudinale	Ld	m	1.24
Carico accidentale distribuito	Qik		121.0
Fattore parziale per verifiche SLU	γc		1.35
Carico complessivo fattorizzato	Qtot		259.6

Classe di resistenza a fatica per saldature longitudinali	Δτc	Mpa	80.0
Coefficiente di resistenza parziale	γMf		1.35
resistenza di calcolo a fatica	Δτc/γMf	Mpa	27.1

														VERIFICHE SLU						VERIFICHE A FATICA						
														fibra B			fibra C			fibra B				fibra C		
Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	X lato (m)	a gola (m)	Vde (kN)	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver SLU	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	oper (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	0.000	0.000	0.011	0.008	4273.4	0.37985	104.35	OK!	0.31522	86.59	16.69	88.2	OK!	418.8	0.37985	10.23	OK!	0.37798	10.18	OK!					
2	1	1.830	1.830	0.011	0.008	3948.9	0.37985	96.42	OK!	0.31522	80.02	16.69	81.7	OK!	397.7	0.37985	9.71	OK!	0.37917	9.69	OK!					
3	2	0.000	1.830	0.011	0.008	3948.9	0.37985	96.42	OK!	0.31522	80.02	16.69	81.7	OK!	397.7	0.37985	9.71	OK!	0.37917	9.69	OK!					
4	2	1.840	3.670	0.011	0.008	3626.5	0.37985	88.55	OK!	0.31522	73.48	16.69	75.4	OK!	384.7	0.37985	9.39	OK!	0.38077	9.42	OK!					
5	3	0.000	3.670	0.011	0.008	3626.5	0.37985	88.55	OK!	0.31522	73.48	16.69	75.4	OK!	384.7	0.37985	9.39	OK!	0.38077	9.42	OK!					
6	3	1.830	5.500	0.011	0.008	3309.7	0.37985	80.82	OK!	0.31522	67.07	16.69	69.1	OK!	379.6	0.37985	9.27	OK!	0.38190	9.32	OK!					
7	4	0.000	5.500	0.010	0.007	3309.7	0.40492	94.76	OK!	0.36452	85.31	18.36	87.3	OK!	379.6	0.40492	10.87	OK!	0.34840	9.35	OK!					
8	4	1.100	6.600	0.010	0.007	3113.6	0.40492	89.15	OK!	0.36452	80.26	18.36	82.3	OK!	370.2	0.40492	10.60	OK!	0.34962	9.15	OK!					
9	5	0.000	6.600	0.010	0.007	3113.6	0.40492	89.15	OK!	0.36452	80.26	18.36	82.3	OK!	370.2	0.40492	10.60	OK!	0.34962	9.15	OK!					
10	5	2.230	8.830	0.010	0.007	2720.5	0.40492	77.89	OK!	0.36452	70.12	18.36	72.5	OK!	366.8	0.40492	10.50	OK!	0.35111	9.11	OK!					
11	6	0.000	8.830	0.010	0.007	2720.5	0.40492	77.89	OK!	0.36452	70.12	18.36	72.5	OK!	366.8	0.40492	10.50	OK!	0.35111	9.11	OK!					
12	6	2.240	11.070	0.010	0.007	2331.4	0.40492	66.75	OK!	0.36452	60.09	18.36	62.8	OK!	365.1	0.40492	10.45	OK!	0.35232	9.10	OK!					
13	7	0.000	11.070	0.010	0.007	2331.4	0.40492	66.75	OK!	0.36452	60.09	18.36	62.8	OK!	365.1	0.40492	10.45	OK!	0.35232	9.10	OK!					
14	7	2.230	13.300	0.010	0.007	1950.0	0.40492	55.83	OK!	0.36452	50.26	18.36	53.5	OK!	365.1	0.40492	10.45	OK!	0.35232	9.10	OK!					
15	8	0.000	13.300	0.008	0.006	1950.0	0.40492	69.79	OK!	0.36452	62.83	22.95	66.9	OK!	365.1	0.40492	13.07	OK!	0.35232	11.37	OK!					
16	8	1.200	14.500	0.008	0.006	1747.1	0.40492	62.53	OK!	0.36452	56.29	22.95	60.8	OK!	365.1	0.40492	13.07	OK!	0.35232	11.37	OK!					
17	9	0.000	14.500	0.008	0.006	1747.1	0.42148	65.09	OK!	0.38241	59.05	22.95	63.4	OK!	365.1	0.42148	13.60	OK!	0.34275	11.06	OK!					
18	9	1.830	16.330	0.008	0.006	1441.3	0.42148	53.69	OK!	0.38241	48.72	22.95	53.9	OK!	365.1	0.42148	13.60	OK!	0.34275	11.06	OK!					
19	10	0.000	16.330	0.008	0.006	1441.3	0.42148	53.69	OK!	0.38241	48.72	22.95	53.9	OK!	365.1	0.42148	13.60	OK!	0.34275	11.06	OK!					
20	10	1.840	18.170	0.008	0.006	1137.7	0.42148	42.38	OK!	0.38241	38.46	22.95	44.8	OK!	365.1	0.42148	13.60	OK!	0.34275	11.06	OK!					
21	11	0.000	18.170	0.008	0.006	1137.7	0.42148	42.38	OK!	0.38241	38.46	22.95	44.8	OK!	365.1	0.42148	13.60	OK!	0.34275	11.06	OK!					
22	11	1.830	20.000	0.008	0.006	839.8	0.42148	31.29	OK!	0.38241	28.39	22.95	36.5	OK!	365.1	0.42148	13.60	OK!	0.34275	11.06	OK!					
23	12	0.000	20.000	0.008	0.006	839.8	0.42148	31.29	OK!	0.38241	28.39	22.95	36.5	OK!	365.1	0.42148	13.60	OK!	0.34275	11.06	OK!					
24	12	1.830	21.830	0.008	0.006	1137.7	0.42148	42.38	OK!	0.38241	38.46	22.95	44.8	OK!	365.1	0.42148	13.60	OK!	0.34275	11.06	OK!					
25	13	0.000	21.830	0.008	0.006	1137.7	0.42148	42.38	OK!	0.38241	38.46	22.95	44.8	OK!	365.1	0.42148	13.60	OK!	0.34275	11.06	OK!					
26	13	1.840	23.670	0.008	0.006	1441.3	0.42148	53.69	OK!	0.38241	48.72	22.95	53.9	OK!	365.1	0.42148	13.60	OK!	0.34275	11.06	OK!					
27	14	0.000	23.670	0.010	0.007	1441.3	0.42148	42.95	OK!	0.38241	38.97	18.36	43.1	OK!	365.1	0.42148	10.88	OK!	0.34275	8.85	OK!					
28	14	1.830	25.500	0.010	0.007	1747.1	0.42148	52.07	OK!	0.38241	47.24	18.36	50.7	OK!	365.1	0.42148	10.88	OK!	0.34275	8.85	OK!					
29	15	0.000	25.500	0.010	0.007	1747.1	0.40492	50.02	OK!	0.36452	45.03	18.36	48.6	OK!	365.1	0.40492	10.45	OK!	0.35232	9.10	OK!					
30	15	1.200	26.700	0.010	0.007	1950.0	0.40492	55.83	OK!	0.36452	50.26	18.36	53.5	OK!	366.8	0.40492	10.50	OK!	0.35232	9.14	OK!					
31	16	0.000	26.700	0.010	0.007	1950.0	0.40492	55.83	OK!	0.36452	50.26	18.36	53.5	OK!	366.8	0.40492	10.50	OK!	0.35232	9.14	OK!					
32	16	2.230	28.930	0.010	0.007	2331.4	0.40492	66.75	OK!	0.36452	60.09	18.36	62.8	OK!	370.2	0.40492	10.60	OK!	0.35232	9.22	OK!					
33	17	0.000	28.930	0.010	0.007	2331.4	0.40492	66.75	OK!	0.36452	60.09	18.36	62.8	OK!	370.2	0.40492	10.60	OK!	0.35232	9.22	OK!					
34	17	2.240	31.170	0.010	0.007	2720.5	0.40492	77.89	OK!	0.36452	70.12	18.36	72.5	OK!	379.6	0.40492	10.87	OK!	0.35111	9.43	OK!					
35	18	0.000	31.170	0.011	0.008	2720.5	0.40492	70.81	OK!	0.36452	63.75	16.69	65.9	OK!	379.6	0.40492	9.88	OK!	0.35111	8.57	OK!					

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)	σ per (Mpa)	sid (Mpa)	Ver SLU	Δ Vde (kN)	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver fat	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver fat
36	18	2.230	33.400	0.011	0.008	3113.6	0.40492	81.04	OK!	0.36452	72.96	16.69	74.8	OK!	389.8	0.40492	10.15	OK!	0.34962	8.76	OK!
37	19	0.000	33.400	0.011	0.008	3113.6	0.40492	81.04	OK!	0.36452	72.96	16.69	74.8	OK!	389.8	0.40492	10.15	OK!	0.34962	8.76	OK!
38	19	1.100	34.500	0.011	0.008	3309.7	0.40492	86.15	OK!	0.36452	77.56	16.69	79.3	OK!	397.7	0.40492	10.35	OK!	0.34840	8.91	OK!
39	20	0.000	34.500	0.011	0.008	3309.7	0.37985	80.82	OK!	0.31522	67.07	16.69	69.1	OK!	397.7	0.37985	9.71	OK!	0.38190	9.76	OK!
40	20	1.830	36.330	0.011	0.008	3626.5	0.37985	88.55	OK!	0.31522	73.48	16.69	75.4	OK!	418.8	0.37985	10.23	OK!	0.38077	10.25	OK!
41	21	0.000	36.330	0.011	0.008	3626.5	0.37985	88.55	OK!	0.31522	73.48	16.69	75.4	OK!	0.0	0.37985	0.00	OK!	0.38077	0.00	OK!
42	21	1.840	38.170	0.011	0.008	3948.9	0.37985	96.42	OK!	0.31522	80.02	16.69	81.7	OK!	0.0	0.37985	0.00	OK!	0.37917	0.00	OK!
43	22	0.000	38.170	0.011	0.008	3948.9	0.37985	96.42	OK!	0.31522	80.02	16.69	81.7	OK!	0.0	0.37985	0.00	OK!	0.37917	0.00	OK!
44	22	1.830	40.000	0.011	0.008	4273.4	0.37985	104.35	OK!	0.31522	86.59	16.69	88.2	OK!	0.0	0.37985	0.00	OK!	0.37798	0.00	OK!

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

16 ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI

LAVORO: CA366 L=40 IMPALCATO
Verifica delle piolature

Table with 4 columns: description, Var, unità, value. Includes rows for 'Resistenza dei connettori', 'Resistenza del piolo (componente acciaio)', 'Resistenza del piolo (componente cls)', 'Resistenza del piolo SLU (min (PRD,a;PRD,e))', 'Coefficiente Ks', and 'Resistenza del piolo SLE (ks x Prd)'.

Table with 4 columns: description, Var, unità, value. Includes rows for 'Dati per verifiche a fatica - Danneggiamento equivalente', 'Classe di resistenza a fatica per pioli (scorrimento)', 'Classe di resistenza a fatica della piat. Sup. per effetto saldatura pioli', 'Coefficiente parziale amplificativo dei carichi', 'Coefficiente di resistenza parziale (verifica al danneggiamento)', 'Resistenza di calcolo a fatica pioli Dtr_rid', and 'Resistenza di calcolo a piattabanda superiore Dse_rid'.

Table with 7 columns: Azioni concentrate alle estremità, kN, Ritiro, Var.Ter.+ , Var.Ter.-. Includes rows for 'Sforzo normale', 'yG-yGc', 'yG-yGa', 'A trave isolata', 'A sezione composta', 'I sezione composta', 'Sforzo assiale trave in acciaio', 'lunghezza ls', 'Vmax', and 'lunghezza totale viadotto'.

Table with 3 columns: Fattori lambda - Danneggiamento equivalente, Var, unità. Includes rows for 'tipo di traffico:', 'Vita di progetto del ponte', 'Peso lordo medio degli autocarri sulla corsia lenta', 'numero di veicoli di massa superiore a 10 ton transitanti sulla corsia', 'fattore che tiene conto del volume di traffico lambda 2', 'fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte', 'fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie', 'fattore lambda v 1', 'fattore che tiene conto del volume di traffico lambda v 2', 'fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte', 'fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie', and 'fattore lambda v'.

coeff. Par. 1.20 coeff. Par. 0.90 coeff. Par. 0.90

Main calculation table for Verifiche SLU. Columns include: Sez, FRAME, LOC (m), Progr (m), TC n.inf, TC n.rit, TC n0, Geometria pioli (passo, n. effettivo), permanen ti portati, Ced1, Ced2, azioni alle estremità, iperstatic o, Var. Ter.+ , Var. Ter.-, Carichi mobili (CMmax, CMmin, CVmax, CVmin, Sdq5), Vento (C1, C2), Combinazioni (C1 Vmax, C2 Vmax), Sd (kN), c.u., and Cedimenti vincolari (permane nti portati, Ced1, Ced2).

coeff. Par.
1.00
coeff. Par.
0.60
coeff. Par.
0.60

Modello di carico di fatica

LM3

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.	λ1	λmax	λ	ΔτE	ΔσE	ΔτE/Δτ_rid <=1.0	ΔσE/Δσ_rid <=1.0	Interazione <=1.3	c.u.	FS_max	Status	Condizione Dominante
158.2	0.0	-51.4	0.0	51.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-688.3	-3.5	18.1	-242.9	18.1	-931.1	931.1	0.57	0.00	0.00	0.00	27.5	0.0	0.35	0.00	0.35	0.35	0.58	OK!	Res.SLU
105.2	0.0	-34.2	0.0	34.2	0.0	-644.0	0.0	12.8	-644.6	-3.2	-679.1	-852.6	-679.7	-853.2	853.2	0.52	0.00	0.00	0.00	26.6	0.0	0.34	0.00	0.34	0.34	0.53	OK!	Res.SLU
105.2	0.0	-34.2	0.0	34.2	0.0	-644.0	0.0	12.8	-644.6	-3.2	-679.1	-852.6	-679.7	-853.2	853.2	0.52	0.00	0.00	0.00	26.6	0.0	0.34	0.00	0.34	0.34	0.53	OK!	Res.SLU
51.9	0.0	-16.9	0.0	16.9	0.0	-599.3	0.0	32.9	-601.8	-2.9	-688.0	-773.7	-690.6	-776.2	776.2	0.47	0.00	0.00	0.00	25.9	0.0	0.33	0.00	0.33	0.33	0.48	OK!	Res.SLU
51.9	0.0	-16.9	0.0	16.9	0.0	-599.3	0.0	32.9	-601.8	-2.9	-688.0	-773.7	-690.6	-776.2	776.2	0.47	0.00	0.00	0.00	25.9	0.0	0.33	0.00	0.33	0.33	0.48	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-554.6	0.0	54.3	-560.3	-2.6	-694.8	-694.8	-700.5	-700.5	700.5	0.43	0.00	0.00	0.00	25.3	0.0	0.32	0.00	0.32	0.32	0.43	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-522.5	0.0	51.2	-527.9	-2.4	-650.6	-650.6	-655.9	-655.9	655.9	0.53	0.00	0.00	0.00	31.7	0.0	0.41	0.00	0.41	0.41	0.54	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-497.4	0.0	63.9	-505.1	-2.3	-616.1	-616.1	-623.8	-623.8	623.8	0.51	0.00	0.00	0.00	31.2	0.0	0.40	0.00	0.40	0.40	0.51	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-497.4	0.0	63.9	-505.1	-2.3	-616.1	-616.1	-623.8	-623.8	623.8	0.51	0.00	0.00	0.00	31.2	0.0	0.40	0.00	0.40	0.40	0.51	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-446.0	0.0	91.2	-459.8	-1.9	-545.3	-545.3	-559.2	-559.2	559.2	0.45	0.00	0.00	0.00	30.7	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.46	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-446.0	0.0	91.2	-459.8	-1.9	-545.3	-545.3	-559.2	-559.2	559.2	0.45	0.00	0.00	0.00	30.7	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.46	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-205.5	0.0	120.3	-415.5	-1.5	-285.2	-285.2	-495.2	-495.2	495.2	0.40	0.00	0.00	0.00	30.8	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.41	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-205.5	0.0	120.3	-415.5	-1.5	-285.2	-285.2	-495.2	-495.2	495.2	0.40	0.00	0.00	0.00	30.8	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.41	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-152.8	0.0	151.0	-372.4	-1.1	-212.6	-212.6	-432.2	-432.2	432.2	0.35	0.00	0.00	0.00	30.8	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.39	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-152.8	0.0	151.0	-372.4	-1.1	-212.6	-212.6	-432.2	-432.2	432.2	0.35	0.00	0.00	0.00	30.8	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.39	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-124.4	0.0	168.2	-350.0	-0.9	-173.5	-173.5	-399.1	-399.1	399.1	0.32	0.00	0.00	0.00	30.8	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.39	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-121.3	0.0	164.0	-341.3	-0.9	-169.1	-169.1	-389.1	-389.1	389.1	0.32	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-79.1	0.0	190.6	-308.9	-0.6	-111.0	-111.0	-340.8	-340.8	340.8	0.28	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-79.1	0.0	190.6	-308.9	-0.6	-111.0	-111.0	-340.8	-340.8	340.8	0.28	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-36.7	0.0	218.5	-277.5	-0.3	-52.6	-52.6	-293.4	-293.4	293.4	0.24	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-36.7	0.0	218.5	-277.5	-0.3	-52.6	-52.6	-293.4	-293.4	293.4	0.24	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.5	0.0	247.4	-247.4	0.0	-5.5	-5.5	-247.4	-247.4	247.4	0.20	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.5	0.0	247.4	-247.4	0.0	-5.5	-5.5	-247.4	-247.4	247.4	0.20	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7	0.0	277.5	-218.5	0.3	52.6	52.6	293.4	293.4	293.4	0.24	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7	0.0	277.5	-218.5	0.3	52.6	52.6	293.4	293.4	293.4	0.24	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.1	0.0	308.9	-190.6	0.6	111.0	111.0	340.8	340.8	340.8	0.28	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.1	0.0	308.9	-190.6	0.6	111.0	111.0	340.8	340.8	340.8	0.28	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	121.3	0.0	341.3	-164.0	0.9	169.1	169.1	389.1	389.1	389.1	0.32	0.00	0.00	0.00	30.0	0.0	0.38	0.00	0.38	0.38	0.38	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	124.4	0.0	350.0	-168.2	0.9	173.5	173.5	399.1	399.1	399.1	0.32	0.00	0.00	0.00	30.8	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.39	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	152.8	0.0	372.4	-151.0	1.1	212.6	212.6	432.2	432.2	432.2	0.35	0.00	0.00	0.00	30.8	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.39	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	152.8	0.0	372.4	-151.0	1.1	212.6	212.6	432.2	432.2	432.2	0.35	0.00	0.00	0.00	30.8	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.39	OK!	Fatica
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	205.5	0.0	415.5	-120.3	1.5	285.2	285.2	495.2	495.2	495.2	0.40	0.00	0.00	0.00	30.8	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.41	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	205.5	0.0	415.5	-120.3	1.5	285.2	285.2	495.2	495.2	495.2	0.40	0.00	0.00	0.00	30.8	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.41	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	446.0	0.0	459.8	-91.2	1.9	545.3	545.3	559.2	559.2	559.2	0.45	0.00	0.00	0.00	30.7	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.46	OK!	Res.SLU

Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	TC n.inf	TC n.rit	TC n0	Geometria pioli		Verifiche SLU																	Cedimenti vincolari						
									permanenti portati	Cedimenti vincolari		Ritiro		Var. Ter.+		Var. Ter.-		Carichi mobili				Vento	Combinazioni						Inviluppi			
										Sd2 (kN)	Sdced1 (kN)	Sdced2 (kN)	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	CMmax	CMmin	CVmax		CVmin	Sdq5 (kN)	C1 Mmax	C2 Mmax	C1 Vmax	C2 Vmax		Sd (kN)	c.u.	permanenti portati
35	18	0.000	31.170	0.35111	0.34777	0.40722	0.20	3	131.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	602.0	0.0	620.7	-123.1	2.8	736.5	736.5	755.2	755.2	755.2	0.46	97.5	0.0	0.0	
36	18	2.230	33.400	0.34962	0.34626	0.40625	0.20	3	157.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	671.5	0.0	681.9	-86.3	3.4	832.1	832.1	842.5	842.5	842.5	0.51	116.5	0.0	0.0	
37	19	0.000	33.400	0.34962	0.34626	0.40625	0.20	3	157.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	671.5	0.0	681.9	-86.3	3.4	832.1	832.1	842.5	842.5	842.5	0.51	116.5	0.0	0.0	
38	19	1.100	34.500	0.34840	0.34500	0.40564	0.20	3	169.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	705.4	0.0	712.6	-69.1	3.7	878.6	878.6	885.8	885.8	885.8	0.54	125.6	0.0	0.0	
39	20	0.000	34.500	0.38190	0.37890	0.43053	0.20	4	185.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	748.7	0.0	756.4	-73.4	3.9	938.4	938.4	946.1	946.1	946.1	0.43	137.7	0.0	0.0	
40	20	1.830	36.330	0.38077	0.37775	0.42985	0.20	4	208.7	0.0	0.0	-62.3	0.0	25.3	0.0	-25.3	0.0	809.1	0.0	812.5	-44.5	4.4	934.5	1047.4	937.9	1050.8	1050.8	0.48	154.6	0.0	0.0	
41	21	0.000	36.330	0.38077	0.37775	0.42985	0.20	4	208.7	0.0	0.0	-62.3	0.0	25.3	0.0	-25.3	0.0	809.1	0.0	812.5	-44.5	4.4	934.5	1047.4	937.9	1050.8	1050.8	0.48	154.6	0.0	0.0	
42	21	1.840	38.170	0.37917	0.37611	0.42904	0.20	4	231.2	0.0	0.0	-126.3	0.0	51.2	0.0	-51.2	0.0	869.3	0.0	870.2	-17.2	4.8	927.9	1156.6	928.7	1157.5	1157.5	0.53	171.3	0.0	0.0	
43	22	0.000	38.170	0.37917	0.37611	0.42904	0.20	4	231.2	0.0	0.0	-126.3	0.0	51.2	0.0	-51.2	0.0	869.3	0.0	870.2	-17.2	4.8	927.9	1156.6	928.7	1157.5	1157.5	0.53	171.3	0.0	0.0	
44	22	1.830	40.000	0.37798	0.37490	0.42832	0.20	4	253.7	0.0	0.0	-189.9	0.0	77.1	0.0	-77.1	0.0	0.0	0.0	929.2	0.0	5.3	-7.9	336.1	-7.9	1265.3	1265.3	1265.3	0.58	187.9	0.0	0.0

Verifiche SLE																	Verifiche a Fatica					Risultati						
Ritiro		Var. Ter.+		Var. Ter.-		Carichi mobili				Combinazioni				Involuppi														
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	$\Delta\tau E$	$\Delta\sigma E$	$\frac{\Delta\tau E}{\Delta\tau_{rid}} \leq 1.0$	$\frac{\Delta\sigma E}{\Delta\sigma_{rid}} \leq 1.0$	Interazione ≤ 1.3	c.u.	FS_max	Status	Condizione Dominante
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	446.0	0.0	459.8	-91.2	1.9	545.3	545.3	559.2	559.2	559.2	0.45	0.00	0.00	0.00	30.7	0.0	0.39	0.00	0.39	0.39	0.46	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	497.4	0.0	505.1	-63.9	2.3	616.1	616.1	623.8	623.8	623.8	0.51	0.00	0.00	0.00	31.2	0.0	0.40	0.00	0.40	0.40	0.51	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	497.4	0.0	505.1	-63.9	2.3	616.1	616.1	623.8	623.8	623.8	0.51	0.00	0.00	0.00	31.2	0.0	0.40	0.00	0.40	0.40	0.51	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	522.5	0.0	527.9	-51.2	2.4	650.6	650.6	655.9	655.9	655.9	0.53	0.00	0.00	0.00	31.7	0.0	0.41	0.00	0.41	0.41	0.54	OK!	Res.SLU
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	554.6	0.0	560.3	-54.3	2.6	694.8	694.8	700.5	700.5	700.5	0.43	0.00	0.00	0.00	25.3	0.0	0.32	0.00	0.32	0.32	0.43	OK!	Res.SLU
-51.9	0.0	16.9	0.0	-16.9	0.0	599.3	0.0	601.8	-32.9	2.9	688.0	773.7	690.6	776.2	776.2	0.47	0.00	0.00	0.00	25.9	0.0	0.33	0.00	0.33	0.33	0.48	OK!	Res.SLU
-51.9	0.0	16.9	0.0	-16.9	0.0	599.3	0.0	601.8	-32.9	2.9	688.0	773.7	690.6	776.2	776.2	0.47	0.00	0.00	0.00	25.9	0.0	0.33	0.00	0.33	0.33	0.48	OK!	Res.SLU
-105.2	0.0	34.2	0.0	-34.2	0.0	644.0	0.0	644.6	-12.8	3.2	679.1	852.6	679.7	853.2	853.2	0.52	0.00	0.00	0.00	26.6	0.0	0.34	0.00	0.34	0.34	0.53	OK!	Res.SLU
-105.2	0.0	34.2	0.0	-34.2	0.0	644.0	0.0	644.6	-12.8	3.2	679.1	852.6	679.7	853.2	853.2	0.52	0.00	0.00	0.00	26.6	0.0	0.34	0.00	0.34	0.34	0.53	OK!	Res.SLU
-158.2	0.0	51.4	0.0	-51.4	0.0	0.0	0.0	688.3	0.0	3.5	-18.1	242.9	-18.1	931.1	931.1	0.57	0.00	0.00	0.00	27.5	0.0	0.35	0.00	0.35	0.35	0.58	OK!	Res.SLU

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

17 ALLEGATO 7 – TRAVERSI DI CAMPATA DI

LAVORO: CA366 L=40 IMPALCATO**Verifica traversi tipo DI**

Dati generali	Var	unità	DI
tensione snervamento acciaio strutture	fyk	Mpa	355
Modulo elastico acciaio	Ea	Mpa	210000
Modulo elastico tangenziale acciaio	Ga	Mpa	80769
Altezza complessiva trave	Ht	m	2.300
Altezza asse trasverso da intradosso travi	ht1	m	1.250
Interasse travi principali	b	m	6.500
Distanza orizzontale tra baricentri montanti	be	m	6.272
Trave di spina (0 = no; 1 = si)	tr_spina		0
Dati montanti verticali	Var	unità	
Larghezza complessiva montante da asse trave	Lm	m	0.350
Spessore anima travi	tw	m	0.016
Larghezza collaborante anima	bfs	m	0.426
Spessore anima montante	twm	m	0.035
Altezza anima montante	Hwm	m	0.342
Area montante	Am	m ²	0.0188
Area resistente a taglio montante	Awm	m ²	0.0120
Posizione baricentro rispetto a filo interno	yGm	m	0.236
Momento d'inerzia montante	Ixm	m ⁴	0.00025587
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m ³	0.001084671
Modulo di resistenza fibra B	WmB	m ³	0.001084671
Modulo di resistenza fibra C	WmC	m ³	0.002608307
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m ³	0.002242549
Dati trasverso	Var	unità	
Altezza complessiva trasverso	Ht	m	1.100
Spessore piattabanda superiore	tfs	m	0.016
Larghezza piattabanda superiore	Bw	m	0.300
Classe piattabanda superiore	CL_fs		3
Spessore anima	tw	m	0.012
Altezza anima	hw	m	1.068
Classe anima	CL_fi		3
spessore piattabanda inferiore	tfi	m	0.016
larghezza piattabanda inferiore	bfi	m	0.300
Classe piattabanda inferiore	CL_fi		3
Classe della sezione	CL_sez		3
Area trasverso	Am	m ²	0.0224
Area resistente a taglio trasverso	Awm	m ²	0.0128
Posizione baricentro rispetto a intradosso	yGm	m	0.550
Momento d'inerzia trasverso attorno all'asse forte	Ixm	m ⁴	0.004038526
Momento d'inerzia trasverso attorno all'asse debole	Iym	m ⁴	7.21538E-05
Costante di torsione	JT	m ⁴	7.96469E-07
Coefficiente di ingobbimento	Iw	m ⁶	2.1151E-05
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m ³	0.007342774
Modulo di resistenza fibra B	WmB	m ³	0.007562782
Modulo di resistenza fibra C	WmC	m ³	0.007562782
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m ³	0.007342774
Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU montante	Var	unità	
Sforzo Normale	NEd_t	kN	5.2
Momento flettente	MEd_t	kNm	6.7

Taglio	VEd_t	kN	16.1
--------	-------	----	------

Verifiche di resistenza montante

	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per verifiche di resistenza	γ_{M0}		1.05
Tensione normale fibra A	σ_{nA}		6.5
Tensione normale fibra B	σ_{nB}		6.5
Tensione normale fibra C	σ_{nC}		2.8
Tensione normale fibra D	σ_{nD}		3.3
tensione tangenziale fibre B-C	τ_{B-C}		0.1
Tensione ideale fibra B	σ_{idB}		6.5
Tensione ideale fibra C	σ_{idC}		2.8
Status verifica			OK!

Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU trasverso

	Var	unità	
Sforzo Normale	NEd_t	kN	13.3
Momento flettente	MEd_t	kNm	18.1
Taglio	VEd_t	kN	5.2

Verifiche di resistenza trasverso

	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per verifiche di resistenza	γ_{M0}		1.05
Tensione normale fibra A	σ_{nA}		3.1
Tensione normale fibra B	σ_{nB}		3.0
Tensione normale fibra C	σ_{nC}		-1.8
Tensione normale fibra D	σ_{nD}		-1.9
tensione tangenziale fibre B-C	τ_{B-C}		0.0
Tensione ideale fibra B	σ_{idB}		3.0
Tensione ideale fibra C	σ_{idC}		1.8
Status verifica			OK!

Verifiche instabilità flessione-torsionale trasverso

	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per verifiche di instabilità	γ_{M1}		1.10
coefficiente di snellezza normalizzata limite	$\lambda_{LT,0}$		0.40
coefficiente beta	β		0.75
fattore di imperfezione	α_{LT}		0.76
Lunghezza di libera infl. laterale tra due ritegni torsionali successivi	Lcr		6.50
Momento critico elastico di inst. Torsionale per M flett. uniforme	Mcr	kNm	6990
coefficiente di snellezza normalizzata	λ_{LT}		0.61
Suscettibile ad instabilità flessione-torsionale (si se $\lambda_{LT} > \lambda_{LT,0}$)	CH1		si
Fattore correttivo kc (tab. 4.2.X)	kc		0.94
coefficiente che considera la distribuzione del momento flettente	f		0.97
coefficiente Φ_{LT}	Φ_{LT}		0.72
fattore di riduzione per instabilità flessione-torsionale χ_{LT}	χ_{LT}		0.85
Momento resistente di progetto per instabilità flessione-torsionale	Mb,Rd	kNm	2017.3
Status verifica			OK!

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

18 ALLEGATO 8 – TRAVERSI DI APPOGGIO – SPALLA

LAVORO: CA366 L=40 IMPALCATO**Verifica trasversi si spalla**

Dati generali	Var	unità	DS
tensione snervamento acciaio strutture	fyk	Mpa	355
Modulo elastico acciaio	Ea	Mpa	210000
Modulo elastico tangenziale acciaio	Ga	Mpa	80769
Altezza complessiva trave	Ht	m	2.300
Altezza asse trasverso da intradosso travi	ht1	m	1.700
Interasse travi principali	b	m	6.500
Distanza orizzontale tra baricentri montanti	be	m	6.500
Trave di spina (0 = no; 1 = si)	tr_spina		0

Dati montanti verticali	Var	unità	
numero di nervature anima da ciascun lato	nn	m	3
interasse tra le nervature in dir. longitudinale	iln	m	0.300
Larghezza singola nervatura	Ln	m	0.300
spessore singola nervatura	tn	m	0.030
Larghezza complessiva montante	Lm	m	0.622
Spessore anima travi	tw	m	0.022
Larghezza collaborante anima trave principale	Bw	m	1.167
Area montante	Am	m ²	0.0797
Area resistente a taglio montante	Awm	m ²	0.0540
Posizione baricentro rispetto a filo interno	yGm	m	0.311
Momento d'inerzia montante	Ixm	m ⁴	0.00180577
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m ³	0.005806333
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m ³	0.005806333

Dati trasverso	Var	unità	
Altezza complessiva trasverso	Ht	m	1.200
Spessore piattabanda superiore	tfs	m	0.020
Larghezza piattabanda superiore	Bw	m	0.400
Classe piattabanda superiore	CL_fs		3
Spessore anima	tw	m	0.016
Altezza anima	hw	m	1.160
Classe anima	CL_fi		3
spessore piattabanda inferiore	tfi	m	0.020
larghezza piattabanda inferiore	bfi	m	0.400
Classe piattabanda inferiore	CL_fi		3
Classe della sezione	CL_sez		3
Area trasverso	Am	m ²	0.0346
Area resistente a taglio trasverso	Awm	m ²	0.0186
Posizione baricentro rispetto a intradosso	yGm	m	0.600
Momento d'inerzia trasverso attorno all'asse forte	Ixm	m ⁴	0.007651328
Momento d'inerzia trasverso attorno all'asse debole	Iym	m ⁴	0.000213729
Costante di torsione	JT	m ⁴	1.65833E-06
Coefficiente di ingobbimento	Iw	m ⁶	7.42613E-05
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m ³	0.012752213
Modulo di resistenza fibra B	WmB	m ³	0.013191945
Modulo di resistenza fibra C	WmC	m ³	0.013191945
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m ³	0.012752213

Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU montante	Var	unità	SLV
Sforzo Normale	Nm	kN	562
Momento flettente	Mm	kNm	873.0
Taglio	Vm	kN	794.0

Verifiche di stabilità montante	Var	unità	
Lunghezza libera d'inflessione nel piano	L0	m	2.300

coefficiente di sicurezza per resistenza all'instabilità	γ_{M1}		1.10
fattore di imperfezione alpha (a0=0.13, a=0.21 b=0.34, c=0.49, d=0.76)	α		0.490
coefficiente β	β		1.00
Carico critico elastico	Ncr	kN	707498.8
snellezza adimensionale	λ_{ad}		0.200
coefficiente Φ	Φ		0.520
coefficiente χ	χ		1.000

Sforzo Normale resistente	X A fk / γ_{M1}	kN	25713
Sforzo Normale di progetto a compressione	NEd	kN	4258
Risultato verifica	Status		OK!

Verifiche di resistenza montante	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per resistenza di resistenza	γ_{M0}		1.05
tensione normale massima fibre esterne	sn_max	MPa	157.4
tensione tangenziale massima	t_max	MPa	14.7
tensione ideale massima	sid_max	MPa	159.5
Status verifica			OK!

Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU trasverso	Var	unità	
Sforzo Normale	Nm	kN	0.0
Momento flettente	Mm	kNm	1658.0
Taglio	Vm	kN	562.0

Verifiche di resistenza trasverso	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per resistenza di resistenza	γ_{M0}		1.05
Tensione normale fibra A	σ_{nA}		130.0
Tensione normale fibra B	σ_{nB}		125.7
Tensione normale fibra C	σ_{nC}		-125.7
Tensione normale fibra D	σ_{nD}		-130.0
tensione tangenziale fibre B-C	τ_{B-C}		30.3
Tensione ideale fibra B	σ_{idB}		136.2
Tensione ideale fibra C	σ_{idC}		136.2
Status verifica			OK!

Verifiche instabilità flesso-torsionale trasverso	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per verifiche di instabilità	γ_{M1}		1.10
coefficiente di snellezza normalizzata limite	$\lambda_{LT,0}$		0.40
coefficiente beta	β		0.75
fattore di imperfezione	α_{LT}		0.76
Lunghezza di libera infl. laterale tra due ritegni torsionali successivi	Lcr		6.50
Momento critico elastico di inst. Torsionale per M flett. uniforme	Mcr	kNm	13883
coefficiente di snellezza normalizzata	λ_{LT}		0.57
Suscettibile ad instabilità flesso-torsionale (si se $\lambda_{LT} > \lambda_{LT,0}$)	CH1		si
Fattore correttivo kc (tab. 4.2.X)	kc		0.94
coefficiente che considera la distribuzione del momento flettente	f		0.97
coefficiente Φ_{LT}	Φ_{LT}		0.69
fattore di riduzione per instabilità flesso-torsionale χ_{LT}	χ_{LT}		0.88
Momento resistente di progetto per instabilità flesso-torsionale	Mb,Rd	kNm	3631.5
Status verifica			OK!

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

19 ALLEGATO 9 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – CARATTERISTICHE GEOMETRICO INERZIALI IN FASE DI ANALISI

LAVORO: CA366 - TRAVERSO DI SPALLA

Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni

Rck = 45 Mpa
 n0 = 6.16
 ninf = 14.96
 nrit = 15.63

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	1	2.000	0.000	fessurata	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.414	0.000	0.000	0.300	0.020	0.300	0.020	7.200	<4	1.800	0.120	6.600	cb	2.150	0.840	3.240	1.195	0.300	0.070	0.300	
2	1	2.000	0.000	fessurata	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.514	0.000	0.000	0.300	0.020	0.300	0.020	7.200	<4	1.800	0.120	6.600	cb	2.150	0.840	3.240	1.195	0.300	0.070	0.300	
3	1	2.000	0.000	fessurata	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.614	0.000	0.000	0.300	0.020	0.300	0.020	7.200	<4	1.800	0.120	6.600	cb	2.150	0.840	3.240	1.195	0.300	0.070	0.300	
4	1	2.000	0.000	fessurata	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.714	0.000	0.000	0.300	0.020	0.300	0.020	7.200	<4	1.800	0.120	6.600	cb	2.150	0.840	3.240	1.195	0.300	0.070	0.300	
5	1	2.000	0.000	fessurata	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
6	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
7	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
8	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
9	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
10	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
11	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
12	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
13	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
14	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
15	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
16	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
17	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
18	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
19	1	2.000	0.000	reagente	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
20	1	2.000	0.000	fessurata	0.400	0.020	0.000	0.000	0.400	0.020	9.600	<4	0.016	1.160	0.000	0.000	0.400	0.020	0.400	0.020	9.600	<4	1.800	0.120	6.600	ci	6.500	0.840	3.240	1.258	0.300	0.070	0.300	
21	1	2.000	0.000	fessurata	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.714	0.000	0.000	1.000	0.020	1.000	0.020	24.700	4	1.800	0.120	6.600	cb	2.150	0.840	3.240	1.195	0.300	0.070	0.300	
22	1	2.000	0.000	fessurata	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.614	0.000	0.000	0.300	0.020	0.300	0.020	7.200	<4	1.800	0.120	6.600	cb	2.150	0.840	3.240	1.195	0.300	0.070	0.300	
23	1	2.000	0.000	fessurata	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.514	0.000	0.000	0.300	0.020	0.300	0.020	7.200	<4	1.800	0.120	6.600	cb	2.150	0.840	3.240	1.195	0.300	0.070	0.300	
24	1	2.000	0.000	fessurata	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.000	<4	0.012	0.414	0.000	0.000	0.300	0.020	0.300	0.020	7.200	<4	1.800	0.120	6.600	cb	2.150	0.840	3.240	1.195	0.300	0.070	0.300	

Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	Armatura soletta in c.a.											Trave isolata					Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=nrit.					Trave composta - n=n0					
	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	Ix (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	Ixs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	Ixa (m4)	Iya (m4)	Ja (m4)	Ai (mq)	yG (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Ar (mq)	yG (m)	Ixr (m4)	Iyr (m4)	Ji (m4)	A0 (mq)	yG (m)	Ix0 (m4)	Iy0 (m4)	Ji (m4)
1	0.300	0.3795	0.210	0.003376279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.450	0.0158	0.210	0.000571	8.11E-05	0.000001	0.01891	0.283	0.001124	0.013449	0.000004	0.01891	0.283	0.001124	0.012875	0.000004	0.01891	0.283	0.001124	0.032535	0.000036
2	0.300	0.3795	0.210	0.003376279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.550	0.0170	0.258	0.000894	8.11E-05	0.000002	0.02011	0.334	0.001583	0.013449	0.000004	0.02011	0.334	0.001583	0.012875	0.000004	0.02011	0.334	0.001583	0.032535	0.000036
3	0.300	0.3795	0.210	0.003376279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.650	0.0182	0.306	0.001303	8.11E-05	0.000002	0.02131	0.386	0.002142	0.013449	0.000004	0.02131	0.386	0.002142	0.012875	0.000004	0.02131	0.386	0.002142	0.032536	0.000036
4	0.300	0.3795	0.210	0.003376279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.750	0.0194	0.354	0.001801	8.11E-05	0.000002	0.02251	0.437	0.002808	0.013449	0.000004	0.02251	0.437	0.002808	0.012875	0.000004	0.02251	0.437	0.002808	0.032536	0.000036
5	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.03833	0.679	0.009881	0.013582	0.000006	0.03833	0.679	0.009881	0.013007	0.000006	0.03833	0.679	0.009881	0.032668	0.000038
6	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
7	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
8	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
9	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
10	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
11	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
12	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
13	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
14	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
15	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
16	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
17	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
18	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
19	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.064949	0.979	0.018524	0.013582	0.000006	0.063805	0.971	0.018296	0.013007	0.000006	0.102955	1.138	0.023328	0.032668	0.000038
20	0.300	0.3983	0.210	0.003518776	0.001885	0.320	0.001885	0.080	0.003770	0.200	5.42868E-05	1.200	0.0346	0.600	0.007651	0.000214	0.000004	0.03833	0.679	0.009881	0.013582	0.000006	0.03833	0.679	0.009881	0.013007	0.000006	0.03833	0.679	0.009881	0.032668	0.000038
21	0.300	0.3795	0.210	0.003376279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.750	0.0334	0.210	0.002762	0.001703	0.000003	0.03651	0.273	0.004382	0.015071	0.000006	0.03651	0.273	0.004382	0.014496	0.000006	0.03651	0.273	0.004382	0.034157	0.000038
22	0.300	0.3795	0.210	0.003376279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.650	0.0182	0.306	0.001303	8.11E-05	0.000002	0.02131	0.386	0.002142	0.013449	0.000004	0.02131	0.386	0.002142	0.012875	0.000004	0.02131	0.386	0.002142	0.032536	0.000036
23	0.300	0.3795	0.210	0.003376279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.550	0.0170	0.258	0.000894	8.11E-05	0.000002	0.02011	0.334	0.001583	0.013449	0.000004	0.02011	0.334	0.001583	0.012875	0.000004	0.02011	0.334	0.001583	0.032535	0.000036
24	0.300	0.3795	0.210	0.003376279	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.450	0.0158	0.210	0.000571	8.11E-05	0.000001	0.01891	0.283	0.001124	0.013449	0.000004	0.01891	0.283	0.001124	0.012875	0.000004	0.01891	0.283	0.001124	0.032535	0.000036

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

**20 ALLEGATO 10 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA –
CARATTERISTICHE GEOMETRICO INERZIALI IN FASE DI VERIFICA**

LAVORO: CA366 - TRAVERSO DI SPALLA

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni interamente reagenti

Rck = 45 Mpa
 n0 = 6.16
 ninf = 14.96
 nrIt = 15.63

eps= 0.814 (c/t)max= 11.39

eps= 0.814 (c/t)max= 11.39

Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	n.campata	X campata (m)	n.travi impalcato	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave-asse impalcato	soletta	Piattabanda superiore				Anima		Piattabanda inferiore				Soletta in c.a. - larghezza collaborante																							
										B1 (m)	H1 (m)	B2 (m)	H2 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	spw (m)	Hw (m)	B3 (m)	H3 (m)	B4 (m)	H4 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	Int tr sx (m)	bconn (m)	Int tr dx (m)	tipo campata	Lsx (m)	Lcampata	Ldx (m)	b1 (m)	b2 (m)	bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Brsup (m)	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)
1	1.000	0.000	0.000	1	0.000	1	2.000	0.000	reagente	0.300	0.016	0.000	0.000	0.300	0.016	9.375	<4	0.012	0.364	0.000	0.000	0.300	0.020	0.300	0.020	7.200	<4	1.800	0.120	6.600	cbf	2.150	6.500	0.840	3.240	1.195	0.300	0.070	0.140	0.140	0.3683	0.215	0.003019

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali																																																
Sez	Armaturo soletta in c.a.						Trave isolata										Trave composta - n=ninif.												Trave composta - n=nrif.																			
	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	γGs (m)	lxs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	γGa (m)	Ixa (m4)	Iya (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)	γG (m)	γG-γC (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Sx/lx (m-1)	WAI (m3)	WBI (m3)	WCI (m3)	WDI (m3)	WAS2i (mc)	WAS1i (mc)	WEI (m3)	WFI (mc)	Ar (mq)	γG (m)	γG-γC (m)	Ixr (m4)	Iyr (m4)	Ji (m4)	Sx/lx (m-1)	WAR (m3)	WBR (m3)	WCR (m3)	WDR (m3)		
1	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.400	0.0152	0.186	0.000439	8.11E-05	0.000001	0.004368	2.406806	2.249442	0.002359	0.002643	0.002220	0.002054	0.042927	0.462	0.138	0.002477	0.013449	0.000004	1.691699	0.005356	0.005598	-0.031583	-0.039678	0.140916	0.009616	4.890832	0.120480	0.041869	0.459	0.141	0.002443	0.012875	0.000004	1.691259	0.005327	0.005570	-0.032762	-0.041712		
2	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.500	0.0164	0.234	0.000723	8.11E-05	0.000001	0.005568	1.857312	1.716076	0.003092	0.003382	0.002886	0.002713	0.044127	0.535	0.165	0.00334	0.013449	0.000004	1.478997	0.006237	0.006479	-0.064929	-0.094246	0.074937	0.011736	1.445513	0.149341	0.043069	0.531	0.169	0.003296	0.012875	0.000004	1.476671	0.006207	0.006450	-0.070093	-0.106244		
3	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.500	0.0164	0.234	0.000723	8.11E-05	0.000001	0.005568	1.857312	1.716076	0.003092	0.003382	0.002886	0.002713	0.044127	0.535	0.165	0.00334	0.013449	0.000004	1.478997	0.006237	0.006479	-0.064929	-0.094246	0.074937	0.011736	1.445513	0.149341	0.043069	0.531	0.169	0.003296	0.012875	0.000004	1.476671	0.006207	0.006450	-0.070093	-0.106244		
4	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.600	0.0176	0.282	0.001088	8.11E-05	0.000002	0.006768	1.497845	1.370326	0.003863	0.004159	0.003595	0.003415	0.045327	0.607	0.193	0.004379	0.013449	0.000004	1.306830	0.007211	0.007457	-0.188511	-0.605807	0.060170	0.014000	1.043632	0.180584	0.044269	0.602	0.198	0.004323	0.012875	0.000004	1.303413	0.007178	0.007425	-0.236746	-1.911963		
5	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.600	0.0176	0.282	0.001088	8.11E-05	0.000002	0.006768	1.497845	1.370326	0.003863	0.004159	0.003595	0.003415	0.045327	0.607	0.193	0.004379	0.013449	0.000004	1.306830	0.007211	0.007457	-0.188511	-0.605807	0.060170	0.014000	1.043632	0.180584	0.044269	0.602	0.198	0.004323	0.012875	0.000004	1.303413	0.007178	0.007425	-0.236746	-1.911963		
6	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.700	0.0188	0.330	0.00154	8.11E-05	0.000002	0.007968	1.245018	1.129255	0.004673	0.004975	0.004347	0.004159	0.046527	0.678	0.222	0.005604	0.013449	0.000004	1.166462	0.008266	0.008518	0.918159	0.253522	0.054882	0.016380	0.910253	0.213814	0.045469	0.672	0.228	0.005534	0.012875	0.000004	1.162411	0.008231	0.008483	0.476205	0.200356		
7	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.700	0.0188	0.330	0.00154	8.11E-05	0.000002	0.007968	1.245018	1.129255	0.004673	0.004975	0.004347	0.004159	0.046527	0.678	0.222	0.005604	0.013449	0.000004	1.166462	0.008266	0.008518	0.918159	0.253522	0.054882	0.016380	0.910253	0.213814	0.045469	0.672	0.228	0.005534	0.012875	0.000004	1.162411	0.008231	0.008483	0.476205	0.200356		
8	0.001571	0.320	0.001571	0.080	0.003142	0.200	4.5239E-05	0.800	0.0200	0.378	0.002087	8.11E-05	0.000002	0.009168	1.057983	0.952373	0.005521	0.005830	0.005139	0.004945	0.047727	0.748	0.252	0.007023	0.013449	0.000004	1.050693	0.009396	0.009654	0.192563	0.133847	0.053018	0.018856	0.857973	0.248723	0.046669	0.741	0.259	0.006937	0.012875	0.000004	1.046279	0.009356	0.009616	0.163085	0.118510		

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

**21 ALLEGATO 11 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – SOLLECITAZIONI
PER VERIFICHE SLU**

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

22 ALLEGATO 12 – ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – VERIFICHE SLU

LAVORO: CA366 - TRAVERSO DI SPALLA
Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C1Mmax

Table with columns: Sez, 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, αA (Mpa), αB (Mpa), αC (Mpa), αD (Mpa), αAs_inf (Mpa), αAs_sup (Mpa), τ (Mpa), fyfs (Mpa), fyw (Mpa), fyfi (Mpa), PNA (m), Classe, Aeff (m2), yGa_eff (m), lxa_eff (m4), WA_eff (m3), WB_eff (m3), WC_eff (m3), WD_eff (m3)

LAVORO: CA366 - TRAVERSO DI SPALLA
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	0.000	0.000	0.02	0.12	0.00	0.00	0.32	0.32	0.02	0.00
2	1	0.540	0.540	0.02	0.12	0.00	0.00	0.28	0.28	0.06	0.00
3	2	0.000	0.540	0.02	0.12	0.00	0.00	0.28	0.28	0.06	0.00
4	2	0.540	1.080	0.19	0.13	0.00	0.00	0.25	0.25	0.45	0.00
5	3	0.000	1.080	0.19	0.13	0.00	0.00	0.25	0.25	0.45	0.00
6	3	0.530	1.610	0.34	0.25	0.34	0.25	0.00	0.34	0.45	0.00
7	4	0.000	1.610	0.34	0.25	0.34	0.25	0.00	0.34	0.46	0.00
8	4	0.540	2.150	0.48	0.36	0.48	0.36	0.00	0.48	0.49	0.00
9	5	0.000	2.150	0.23	0.18	0.23	0.18	0.00	0.23	0.41	0.00
10	5	0.410	2.560	0.16	0.13	0.16	0.12	0.16	0.16	0.40	0.00
11	6	0.000	2.560	0.16	0.13	0.16	0.12	0.16	0.16	0.40	0.00
12	6	0.400	2.960	0.16	0.14	0.13	0.10	0.21	0.21	0.39	0.00
13	7	0.000	2.960	0.16	0.14	0.13	0.10	0.21	0.21	0.39	0.00
14	7	0.410	3.370	0.22	0.15	0.12	0.09	0.26	0.26	0.38	0.00
15	8	0.000	3.370	0.22	0.15	0.12	0.09	0.26	0.26	0.29	0.00
16	8	0.410	3.780	0.25	0.16	0.10	0.08	0.28	0.28	0.27	0.00
17	9	0.000	3.780	0.25	0.16	0.10	0.08	0.28	0.28	0.27	0.00
18	9	0.400	4.180	0.28	0.16	0.09	0.07	0.30	0.30	0.26	0.00
19	10	0.000	4.180	0.28	0.16	0.09	0.07	0.30	0.30	0.15	0.00
20	10	0.410	4.590	0.30	0.16	0.08	0.06	0.32	0.32	0.13	0.00
21	11	0.000	4.590	0.30	0.16	0.08	0.06	0.32	0.32	0.13	0.00
22	11	0.400	4.990	0.32	0.16	0.07	0.05	0.34	0.34	0.12	0.00
23	12	0.000	4.990	0.32	0.16	0.07	0.05	0.34	0.34	0.12	0.00
24	12	0.410	5.400	0.34	0.17	0.06	0.06	0.35	0.35	0.10	0.00
25	13	0.000	5.400	0.34	0.17	0.06	0.06	0.35	0.35	0.10	0.00
26	13	0.410	5.810	0.32	0.16	0.05	0.06	0.34	0.34	0.11	0.00
27	14	0.000	5.810	0.32	0.16	0.05	0.06	0.34	0.34	0.11	0.00
28	14	0.400	6.210	0.31	0.16	0.04	0.06	0.32	0.32	0.12	0.00
29	15	0.000	6.210	0.31	0.16	0.04	0.06	0.32	0.32	0.12	0.00
30	15	0.410	6.620	0.27	0.16	0.04	0.06	0.30	0.30	0.26	0.00
31	16	0.000	6.620	0.27	0.16	0.04	0.06	0.30	0.30	0.26	0.00
32	16	0.410	7.030	0.23	0.15	0.03	0.06	0.27	0.27	0.27	0.00
33	17	0.000	7.030	0.23	0.15	0.03	0.06	0.27	0.27	0.27	0.00
34	17	0.400	7.430	0.19	0.15	0.03	0.06	0.23	0.23	0.27	0.00
35	18	0.000	7.430	0.19	0.15	0.03	0.06	0.23	0.23	0.27	0.00
36	18	0.410	7.840	0.14	0.14	0.03	0.06	0.20	0.20	0.28	0.00
37	19	0.000	7.840	0.14	0.14	0.03	0.06	0.20	0.20	0.28	0.00
38	19	0.400	8.240	0.09	0.13	0.03	0.06	0.16	0.16	0.29	0.00
39	20	0.000	8.240	0.09	0.13	0.03	0.06	0.16	0.16	0.29	0.00
40	20	0.410	8.650	0.03	0.06	0.02	0.02	0.11	0.11	0.43	0.00
41	21	0.000	8.650	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.05	0.05	0.00

Sez	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}
42	21	0.540	9.190	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	0.00
43	22	0.000	9.190	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	0.00
44	22	0.540	9.730	0.02	0.12	0.00	0.00	0.26	0.26	0.03	0.00
45	23	0.000	9.730	0.02	0.12	0.00	0.00	0.26	0.26	0.03	0.00
46	23	0.530	10.260	0.02	0.12	0.00	0.00	0.29	0.29	0.03	0.00
47	24	0.000	10.260	0.02	0.12	0.00	0.00	0.29	0.29	0.02	0.00
48	24	0.540	10.800	0.02	0.12	0.00	0.00	0.32	0.32	0.01	0.00

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

23 ALLEGATO 13– ANALISI LOCALE TRASVERSO DI SPALLA – VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI

coeff. Par. 1.00 coeff. Par. 0.60 coeff. Par. 0.60

Verifiche SLE																				Risultati		
permane nti portati	Cedimenti vincolari		Ritiro		Var. Ter.+		Var. Ter.-		Carichi mobili				Vento	Combinazioni				Inviluppi	FS_max	Status	Condizione Dominante	
	Ced1	Ced2	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	CMmax	CMmin	CVmax	CVmin		C1 Mmax	C2 Mmax	C1 Vmax	C2 Vmax					Sd (kN)
Sd2 (kN)	Sdced1 (kN)	Sdced2 (kN)	Sdrit_cod e (kN)	Sdrit3 (kN)	SdDT+_co de (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.	FS_max	Status	Condizione Dominante
11.5	0.0	0.0	127.7	0.0	-41.8	0.0	41.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	181.0	-30.3	181.0	-30.3	181.0	0.22	0.22	OK!	Res.SLE
14.8	0.0	0.0	70.0	0.0	-22.9	0.0	22.9	0.0	40.5	0.0	40.5	0.0	0.0	148.2	-8.0	148.2	-8.0	148.2	0.18	0.18	OK!	Res.SLE
14.8	0.0	0.0	70.0	0.0	-22.9	0.0	22.9	0.0	40.5	0.0	40.5	0.0	0.0	148.2	-8.0	148.2	-8.0	148.2	0.18	0.18	OK!	Res.SLE
17.4	0.0	0.0	12.3	0.0	-4.0	0.0	4.0	0.0	621.8	0.0	621.8	0.0	0.0	655.5	635.2	655.5	635.2	655.5	0.80	0.81	OK!	Res.SLU
17.4	0.0	0.0	12.3	0.0	-4.0	0.0	4.0	0.0	621.8	0.0	621.8	0.0	0.0	655.5	635.2	655.5	635.2	655.5	0.80	0.81	OK!	Res.SLU
19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	597.8	0.0	597.8	0.0	0.0	617.0	617.0	617.0	617.0	617.0	0.75	0.76	OK!	Res.SLU
22.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	597.8	0.0	597.8	0.0	0.0	620.5	620.5	620.5	620.5	620.5	0.76	0.77	OK!	Res.SLU
23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	577.0	0.0	577.0	0.0	0.0	600.8	600.8	600.8	600.8	600.8	0.73	0.74	OK!	Res.SLU
-14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-392.2	-604.9	-392.2	-604.9	0.0	-619.3	-619.3	-619.3	-619.3	619.3	0.75	0.76	OK!	Res.SLU
-12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-392.9	-601.3	-392.9	-601.3	0.0	-614.1	-614.1	-614.1	-614.1	614.1	0.75	0.76	OK!	Res.SLU
-12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-392.9	-601.3	-392.9	-601.3	0.0	-614.1	-614.1	-614.1	-614.1	614.1	0.75	0.76	OK!	Res.SLU
-11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-64.9	-597.4	-64.9	-597.4	0.0	-608.5	-608.5	-608.5	-608.5	608.5	0.74	0.75	OK!	Res.SLU
-11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-64.9	-597.4	-64.9	-597.4	0.0	-608.5	-608.5	-608.5	-608.5	608.5	0.74	0.75	OK!	Res.SLU
-9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.0	-581.4	-65.0	-581.4	0.0	-590.7	-590.7	-590.7	-590.7	590.7	0.72	0.73	OK!	Res.SLU
-9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.0	-439.5	-65.0	-439.5	0.0	-448.9	-448.9	-448.9	-448.9	448.9	0.55	0.55	OK!	Res.SLU
-7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.1	-423.3	-65.1	-423.3	0.0	-430.9	-430.9	-430.9	-430.9	430.9	0.52	0.53	OK!	Res.SLU
-7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.1	-423.3	-65.1	-423.3	0.0	-430.9	-430.9	-430.9	-430.9	430.9	0.52	0.53	OK!	Res.SLU
-5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.1	-407.0	-65.1	-407.0	0.0	-412.9	-412.9	-412.9	-412.9	412.9	0.50	0.51	OK!	Res.SLU
-5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-65.1	-220.0	-65.1	-220.0	0.0	-225.9	-225.9	-225.9	-225.9	225.9	0.28	0.28	OK!	Res.SLU
-4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-61.3	-203.3	-61.3	-203.3	0.0	-207.5	-207.5	-207.5	-207.5	207.5	0.25	0.26	OK!	Res.SLU
-4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-61.3	-203.3	-61.3	-203.3	0.0	-207.5	-207.5	-207.5	-207.5	207.5	0.25	0.26	OK!	Res.SLU
-2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-56.8	-187.0	-56.8	-187.0	0.0	-189.5	-189.5	-189.5	-189.5	189.5	0.23	0.23	OK!	Res.SLU
-2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-56.8	-187.0	-56.8	-187.0	0.0	-189.5	-189.5	-189.5	-189.5	189.5	0.23	0.23	OK!	Res.SLU
-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	167.1	-170.4	167.1	-170.4	0.0	-171.1	-171.1	-171.1	-171.1	171.1	0.21	0.21	OK!	Res.SLU
-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	167.1	-65.1	167.1	-65.1	0.0	-65.8	-65.8	-65.8	-65.8	65.8	0.08	0.08	OK!	Res.SLU
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	175.3	-65.1	175.3	-65.1	0.0	176.3	176.3	176.3	176.3	176.3	0.21	0.22	OK!	Res.SLU
1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	175.3	-65.1	175.3	-65.1	0.0	176.3	176.3	176.3	176.3	176.3	0.21	0.22	OK!	Res.SLU
2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	179.8	-65.1	179.8	-65.1	0.0	182.5	182.5	182.5	182.5	182.5	0.22	0.23	OK!	Res.SLU

Verifiche SLU																												
				Cedimenti vincolari		Ritiro		Var. Ter.+		Var. Ter.-		Carichi mobili				Combinazioni				Involuppi								
				permanenti portati	Ced1	Ced2	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							
Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	TC n.inf	TC n.rit	TC n0	Geometria pioli		Sd2 (kN)	Sdced1 (kN)	Sdced2 (kN)	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.
29	15	0.000	6.210	0.71002	0.70444	0.79464	0.20	2	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	242.8	-87.9	242.8	-87.9	0.0	246.4	246.4	246.4	246.4	246.4	0.23	
30	15	0.410	6.620	0.71002	0.70444	0.79464	0.20	2	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	545.1	-87.9	545.1	-87.9	0.0	551.1	551.1	551.1	551.1	551.1	0.50	
31	16	0.000	6.620	0.71002	0.70444	0.79464	0.20	2	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	545.1	-87.9	545.1	-87.9	0.0	551.1	551.1	551.1	551.1	551.1	0.50	
32	16	0.410	7.030	0.71000	0.70442	0.79463	0.20	2	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	551.4	-87.9	551.4	-87.9	0.0	559.7	559.7	559.7	559.7	559.7	0.51	
33	17	0.000	7.030	0.71000	0.70442	0.79463	0.20	2	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	551.4	-87.9	551.4	-87.9	0.0	559.7	559.7	559.7	559.7	559.7	0.51	
34	17	0.400	7.430	0.70851	0.70290	0.79388	0.20	2	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	556.9	-87.8	556.9	-87.8	0.0	567.6	567.6	567.6	567.6	567.6	0.52	
35	18	0.000	7.430	0.70851	0.70290	0.79388	0.20	2	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	556.9	-87.8	556.9	-87.8	0.0	567.6	567.6	567.6	567.6	567.6	0.52	
36	18	0.410	7.840	0.70695	0.70131	0.79309	0.20	2	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	562.6	-87.7	562.6	-87.7	0.0	575.6	575.6	575.6	575.6	575.6	0.53	
37	19	0.000	7.840	0.70695	0.70131	0.79309	0.20	2	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	562.6	-87.7	562.6	-87.7	0.0	575.6	575.6	575.6	575.6	575.6	0.53	
38	19	0.400	8.240	0.70541	0.69973	0.79230	0.20	2	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	568.1	-87.6	568.1	-87.6	0.0	583.4	583.4	583.4	583.4	583.4	0.53	
39	20	0.000	8.240	0.70541	0.69973	0.79230	0.20	2	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	568.1	-87.6	568.1	-87.6	0.0	583.4	583.4	583.4	583.4	583.4	0.53	
40	20	0.410	8.650	0.70085	0.69494	0.79093	0.20	2	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	868.1	-87.4	868.1	-87.4	0.0	885.5	885.5	885.5	885.5	885.5	0.81	
41	21	0.000	8.650	1.05069	1.04628	1.10099	0.20	2	-27.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-27.9	-27.9	-27.9	-27.9	27.9	0.03	
42	21	0.540	9.190	1.16646	1.16241	1.20432	0.20	2	-25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-25.9	-25.9	-25.9	-25.9	25.9	0.02	
43	22	0.000	9.190	1.16646	1.16241	1.20432	0.20	2	-25.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-25.9	-25.9	-25.9	-25.9	25.9	0.02	
44	22	0.540	9.730	1.30683	1.30341	1.32505	0.20	2	-23.3	0.0	0.0	-16.0	0.0	6.6	0.0	-6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-45.9	-16.8	-45.9	-16.8	45.9	0.04	
45	23	0.000	9.730	1.30683	1.30341	1.32505	0.20	2	-23.3	0.0	0.0	-16.0	0.0	6.6	0.0	-6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-45.9	-16.8	-45.9	-16.8	45.9	0.04	
46	23	0.530	10.260	1.47900	1.47667	1.46579	0.20	2	-20.0	0.0	0.0	-84.0	0.0	34.3	0.0	-34.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-138.4	14.3	-138.4	14.3	138.4	0.13	
47	24	0.000	10.260	1.47900	1.47667	1.46579	0.20	2	-6.5	0.0	0.0	-84.0	0.0	34.3	0.0	-34.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-124.8	27.9	-124.8	27.9	124.8	0.11	
48	24	0.540	10.800	1.69170	1.69126	1.62736	0.20	2	0.0	0.0	0.0	-153.2	0.0	62.6	0.0	-62.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-215.9	62.6	-215.9	62.6	215.9	0.20	

Verifiche SLE																				Risultati		
permane nti portati	Cedimenti vincolari		Ritiro		Var. Ter.+		Var. Ter.-		Carichi mobili				Combinazioni				Involuppi		FS_max	Status	Condizione Dominante	
	Ced1	Ced2	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.
Sd2 (kN)	Sdced1 (kN)	Sdced2 (kN)	Sdrit_cod e (kN)	Sdrit3 (kN)	SdDT+_co de (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.	FS_max	Status	Condizione Dominante
2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	179.8	-65.1	179.8	-65.1	0.0	182.5	182.5	182.5	182.5	182.5	0.22	0.23	OK!	Res.SLU
4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	403.8	-65.1	403.8	-65.1	0.0	408.2	408.2	408.2	408.2	408.2	0.50	0.50	OK!	Res.SLU
4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	403.8	-65.1	403.8	-65.1	0.0	408.2	408.2	408.2	408.2	408.2	0.50	0.50	OK!	Res.SLU
6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	408.4	-65.1	408.4	-65.1	0.0	414.6	414.6	414.6	414.6	414.6	0.50	0.51	OK!	Res.SLU
6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	408.4	-65.1	408.4	-65.1	0.0	414.6	414.6	414.6	414.6	414.6	0.50	0.51	OK!	Res.SLU
7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	412.5	-65.0	412.5	-65.0	0.0	420.4	420.4	420.4	420.4	420.4	0.51	0.52	OK!	Res.SLU
7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	412.5	-65.0	412.5	-65.0	0.0	420.4	420.4	420.4	420.4	420.4	0.51	0.52	OK!	Res.SLU
9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	416.8	-64.9	416.8	-64.9	0.0	426.4	426.4	426.4	426.4	426.4	0.52	0.53	OK!	Res.SLU
9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	416.8	-64.9	416.8	-64.9	0.0	426.4	426.4	426.4	426.4	426.4	0.52	0.53	OK!	Res.SLU
11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	420.8	-64.9	420.8	-64.9	0.0	432.1	432.1	432.1	432.1	432.1	0.53	0.53	OK!	Res.SLU
11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	420.8	-64.9	420.8	-64.9	0.0	432.1	432.1	432.1	432.1	432.1	0.53	0.53	OK!	Res.SLU
12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	643.0	-64.8	643.0	-64.8	0.0	656.0	656.0	656.0	656.0	656.0	0.80	0.81	OK!	Res.SLU
-20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-20.7	-20.7	-20.7	-20.7	20.7	0.03	0.03	OK!	Res.SLU
-19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-19.2	-19.2	-19.2	-19.2	19.2	0.02	0.02	OK!	Res.SLU
-19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-19.2	-19.2	-19.2	-19.2	19.2	0.02	0.02	OK!	Res.SLU
-17.3	0.0	0.0	-13.4	0.0	4.4	0.0	-4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.0	-12.9	-35.0	-12.9	35.0	0.04	0.04	OK!	Res.SLE
-17.3	0.0	0.0	-13.4	0.0	4.4	0.0	-4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-35.0	-12.9	-35.0	-12.9	35.0	0.04	0.04	OK!	Res.SLE
-14.8	0.0	0.0	-70.0	0.0	22.9	0.0	-22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-107.7	8.0	-107.7	8.0	107.7	0.13	0.13	OK!	Res.SLE
-4.8	0.0	0.0	-70.0	0.0	22.9	0.0	-22.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-97.7	18.1	-97.7	18.1	97.7	0.12	0.12	OK!	Res.SLE
0.0	0.0	0.0	-127.7	0.0	41.8	0.0	-41.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-169.4	41.8	-169.4	41.8	169.4	0.21	0.21	OK!	Res.SLE

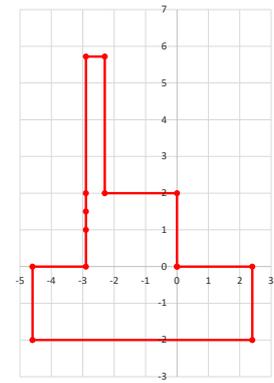
<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

24 ALLEGATO 14 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPA

LAVORO: CA366 VI06 - 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	12.00	3.72	-2.30	0.00	2.00
Muro frontale - 2	2.90	2.90	12.00	0.50	0.00	0.00	1.50
Muro frontale - 3	2.90	2.90	12.00	0.50	0.00	0.00	1.00
Muro frontale - 4	2.90	2.90	12.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Muro risolto posteriore sx - 1	1.70	1.70	0.60	4.33	-2.90	-5.70	2.00
Muro risolto posteriore sx - 2	1.70	1.70	0.60	0.50	-2.90	-5.70	1.50
Muro risolto posteriore sx - 3	1.70	1.70	1.00	0.50	-2.90	-5.50	1.00
Muro risolto posteriore sx - 4	1.70	1.70	1.00	1.00	-2.90	-5.50	0.00
Muro risolto posteriore dx - 1	1.70	1.70	0.60	4.33	-2.90	5.70	2.00
Muro risolto posteriore dx - 2	1.70	1.70	0.60	0.50	-2.90	5.70	1.50
Muro risolto posteriore dx - 3	1.70	1.70	1.00	0.50	-2.90	5.50	1.00
Muro risolto posteriore dx - 4	1.70	1.70	1.00	1.00	-2.90	5.50	0.00
Cordolo risolto sx	1.70	1.70	0.25	0.50	-2.90	-5.28	6.08
Cordolo risolto dx	1.70	1.70	0.25	0.50	-2.90	5.28	6.08
Orecchia sx - 1	3.50	3.50	0.60	0.70	-4.60	-5.70	5.63
Orecchia sx - 2	3.50	0.00	0.60	2.33	-4.60	-5.70	3.30
Orecchia dx - 1	3.50	3.50	0.60	0.70	-4.60	5.70	5.63
Orecchia dx - 2	3.50	0.00	0.60	2.33	-4.60	5.70	3.30

**Caratteristiche geometriche fondazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx (m)	Ly (m)	h (m)	Disx (m)	Disy (m)
Zattera di fondazione	7.00	13.00	2.00	-2.40	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	5.72
Area sezione trasversale	Afron	m ²	8.03
Volume c.a.	Vfron	mc	96.38
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.77
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	1.79
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	1.45

Caratteristiche geometriche compressive elevazione (Paragliaia+Muro frontale+muri risolto +Cordoli risolto+Orecchie+Valette+Speroni)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vele	mc	119.60
Xbaricentro	Xg ele	m	-2.30
Ybaricentro	Yg ele	m	0.00
Zbaricentro	Zg ele	m	2.17

Caratteristiche geometriche compressive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vfon	mc	182.00
Xbaricentro	Xg fon	m	-3.50
Ybaricentro	Yg fon	m	0.00
Zbaricentro	Zg fon	m	1.00

Note:

Lx sup: lunghezza in direzione x della faccia superiore

Lx inf: lunghezza in direzione y della faccia inferiore

h: altezza del parallelepipedo

Dx: distanza in dir. X tra faccia anteriore e faccia muro frontale

Dy: distanza in dir. Y tra mezzeria parallelepipedo e mezzeria muro frontale

Dz: distanza in dir. Z tra faccia inferiore e spiccato muro frontale

Disx: Disassamento in dir. X mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Disy: Disassamento in dir. Y mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Caratteristiche terreno di rinterro a tergo spalla

Descrizione	Unità	Valore	
Angolo d'attrito	φ	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	1.70	1.70	10.80	3.72	-2.90	0.00	2.00
Rinterro - 2	1.70	1.70	10.80	0.50	-2.90	0.00	1.50
Rinterro - 3	1.70	1.70	10.00	0.50	-2.90	0.00	1.00
Rinterro - 4	1.70	1.70	10.00	1.00	-2.90	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume rinterro	Vrin	mc	102.98
Xbaricentro	Xg rin	m	-6.15
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	4.90

Dati sovraccarico terrapieno

Descrizione	Unità	Valore	
sovraccarico	Q	kN/mq	20.0

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

Peso proprio spalla

Descrizione	Unità	Valore	
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	7540
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-3589
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

Peso terreno su fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Peso rinterro	Fzg2	kN	1854
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-4912
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

Spinta statica del terreno

Descrizione	Unità	Valore	
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	2973
Momento longitudinale	Myg3	kNm	7652

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato

Descrizione	Unità	Valore	
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	856
Carico verticale	Fzg3	kN	367
Momento longitudinale	Myg3	kNm	2331

Azioni sismiche

parametri sismici

Descrizione	Unità	Valore
Categoria di suolo fondazione	Cat	B
Fattore Ss		1.20
Fattore St		1.0

LAVORO: CA366 V106 - SPALLA SpA

Dati e risoluzione della palificata

Fattore S	S	1.20
Valore di ag/g	ag/g	0.061
fattore bm	βm	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.073
Coefficiente sismico verticale	kv	0.037

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si: 2 - no	Tip spost	1
---	-----------	---

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ψ	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	7.72
peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.071
angolo teta a	θa	deg	4.0
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.310
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.076
angolo teta b	θb	deg	4.3
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.313
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	2241.0
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	2104.1
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	2241.0
altezza di applicazione	H	kN	3.86
Momento longitudinale	MyDP	kNm	8650

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:		Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)	
Spinta del terreno	Es	kN	2241
Momento longitudinale	MyEs	kNm	8650
Forze inerziali			
<i>Sisma longitudinale</i>			
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	688
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	1911
<i>Sisma trasversale</i>			
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	688
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	1911
<i>Sisma verticale</i>			
Forza verticale	FzE.2z	kN	-344
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	311
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	0

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni	4.75
Distanza asse appoggi - asse fondazione	0.10

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	0	0	2502	0	0
g2a	0	0	1013	0	0
e4	0	0	0	0	0
e2	0	0	0	0	0
q1a	0	0	2154	3625	0
q1b	0	0	1720	4777	0
q1c	0	0	2154	-3625	0
q1d	0	0	1720	-4777	0
q3	472	0	0	0	1279
q4a	0	-178	0	-482	0
q4b	0	-178	0	-482	0
q5a	0	175	0	420	0
q5b	0	236	0	686	0
q7a	0	0	0	0	0
q7b	0	0	0	0	0
q9	105	0	0	0	0
Ex	1589	0	0	0	3901
Ey	0	257	0	632	0
Ez	0	0	213	0	0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali	=		
x	=	3.50	coordinata x
y	=	0.00	coordinata y
z	=	0.00	coordinata z

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	0	0	2502	0	-250
g1b-sp	0	0	7540	0	3589
g2a	0	0	1013	0	-101
g2b-sp	0	0	1854	0	4912
g3-sp	2973	0	0	0	-7652
e4	0	0	0	0	0
e2	0	0	0	0	0
q1a	0	0	2154	3625	-215
q1b	0	0	1720	4777	-172
q1c	0	0	2154	-3625	-215
q1d	0	0	1720	-4777	-172
q1e-sp	856	0	367	0	-2331
q3	472	0	0	0	-3521
q4a	0	-178	0	-1326	0
q4b	0	-178	0	-1326	0
q5a	0	175	0	1250	0
q5b	0	236	0	1809	0
q7a	0	0	0	0	0
q7b	0	0	0	0	0
q9	105	0	0	0	-501
Ex	1589	0	0	0	-11448
Ey	0	257	0	1854	0
Ez	0	0	213	0	-21
E.1x-sp	2241	0	0	0	-8650
E.2x-sp	688	0	0	0	-1911
E.2y-sp	0	688	0	1911	0
E.2z-sp	0	0	-344	0	-311

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA

Dati e risoluzione della palificata

23	3	329	329	322	322	329	329	322	322	287	287	287	287	287	287
24	3	335	335	330	330	323	323	314	314	287	287	287	286	287	287
25	3	341	341	338	338	317	317	306	306	287	287	288	286	287	287
26	3	347	347	346	346	311	311	298	298	287	287	289	285	287	287
27	3	353	353	353	353	305	305	290	290	287	287	289	285	287	287
28	4	319	319	304	304	367	367	367	367	287	287	285	289	287	287
29	4	325	325	312	312	361	361	359	359	287	287	285	289	287	287
30	4	331	331	320	320	355	355	351	351	287	287	286	288	287	287
31	4	337	337	328	328	349	349	344	344	287	287	286	287	287	287
32	4	343	343	336	336	343	343	336	336	287	287	287	287	287	287
33	4	349	349	344	344	337	337	328	328	287	287	287	286	287	287
34	4	355	355	351	351	331	331	320	320	287	287	288	286	287	287
35	4	361	361	359	359	325	325	312	312	287	287	289	285	287	287
36	4	367	367	367	367	319	319	304	304	287	287	289	285	287	287
37	5	333	333	318	318	381	381	381	381	287	287	285	289	287	287
38	5	339	339	326	326	375	375	373	373	287	287	285	289	287	287
39	5	345	345	334	334	369	369	365	365	287	287	286	288	287	287
40	5	351	351	342	342	363	363	357	357	287	287	286	287	287	287
41	5	357	357	349	349	357	357	349	349	287	287	287	287	287	287
42	5	363	363	357	357	351	351	342	342	287	287	287	286	287	287
43	5	369	369	365	365	345	345	334	334	287	287	288	286	287	287
44	5	375	375	373	373	339	339	326	326	287	287	289	285	287	287
45	5	381	381	381	381	333	333	318	318	287	287	289	285	287	287
Nmax		381	381	381	381	381	381	381	381	287	287	289	289	287	287
Nmin		276	276	262	262	276	276	262	262	287	287	285	285	287	287
TAGLIO															
taglio Vx		83	83	83	83	83	83	83	83	68	68	68	68	68	68
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0
V		83	83	83	83	83	83	83	83	68	68	68	68	68	68

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI

		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	599	599	510	443	381	287
Azione assiale minima	Nmin	62	270	62	200	262	287
Azione trasversale massima	Vmax	126	126	103	93	83	68

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	210000
Diametro del palo	Dp	m	0.30
Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	Da	m	0.2191
Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	ta	m	0.0125
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	lc	m4	0.0004
Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio	la	m4	0.0000
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	lp	m4	0.0006
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	99435
Lunghezza libera d'inflessione	LO	m	1.16

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI

		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	599	510	443	381
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	270	62	200	262
Momento flettente massimo	Mmax	kNm	73	60	54	48
Momento amplificato 10%	Mmax	kNm	80	66	59	53
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	126	103	93	83

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	20830	13040
Carico verticale medio agente sui pali	463	290

LAVORO: CA366 V106 - SPALLA SpA

VERIFICA STRUTTURALE MICROPALI

Sezione circolare cava

Dati acciaio	var	unità	SLU-STR	SLV
Tensione caratteristica di snervamento acciaio	fyk	Mpa	355	355
modulo elastico acciaio	E	MPa	210000	210000
fattore epsilon	ε		0.814	0.814
Coefficiente di sicurezza per resistenza all'instabilità	γ _{M0}		1.05	1.05
Caratteristiche geometriche della sezione	var	unità		
Diametro esterno del tubo	De	mm	219.1	219.1
spessore del tubo	sf	mm	12.5	12.5
riduzione di spessore di progetto	srid	mm	0.6	0.6
Diametro del tubo "efficace"	De	mm	217.9	217.9
spessore del tubo "efficace"	sf	mm	11.9	11.9
Classe della sezione compressa	Cl		1	1
Area lorda della sezione	A	mm ²	7701	7701
Area resistente a taglio	Av	mm ²	4903	4903
Momento d'inerzia	I	mm ⁴	40987870	40987870
Modulo di resistenza elastico	We	mm ³	376208	376208
Modulo di resistenza plastico	Wp	mm ³	505550	505550
Modulo di resistenza torsionale	WT	mm ³	793234	793234
Caratteristiche della sollecitazione	var	unità		
Sforzo di taglio di calcolo	VEd	kN	125.5	65.5
Sollecitazione torcente di progetto	TEd	kNm	0.0	0.0
Forza di compressione di calcolo (pos. Se di compressione)	NEd	kN	598.6	301.8
Momento flettente di calcolo	MEd	kNm	80.1	39.9
VERIFICHE IN CAMPO PLASTICO (SOLO SEZIONI CL. 1-2)			SI	SI
Verifica a torsione	var	unità		
Resistenza torsionale di progetto	TRd	kNm	154.8	154.8
Rapporto TEd / TRd (punto 4.2.29)	TEd/TRd		0.00	0.00
Status check	Ch		OK	OK
Tensione tangenziale massima	τ _{t,Ed}	Mpa	0.0	0.0
Verifica a taglio in presenza di torsione	var	unità		
Resistenza di calcolo a taglio	Vc,Rd	kN	957.0	957.0
Resistenza di calcolo a taglio ridotta in presenza di torsione	Vc,Rd,red	kN	957.0	957.0
Rapporto VEd / Vc,Rd,red (punto 4.2.17)	VEd/Vc,Rd,red		0.13	0.07
Status check	Ch		OK	OK
<i>Si può trascurare l'influenza del taglio sulla flessione ?</i>			SI	SI
Verifica a presso-tenso flessione retta	var	unità		
Resistenza di calcolo a compressione/trazione	Npl,Rd	kN	2603.8	2603.8
Resistenza di calcolo a flessione	Mpl,Rd	kNm	170.9	170.9
Resistenza di calcolo a flessione ridotta in presenza sforzo normale	MN,Rd	kNm	114.0	144.2
Rapporto NEd / Nc,Rd (punto 4.2.10)	NEd/Nc,Rd		0.23	0.12
Status check	Ch		OK	OK
Rapporto MEd / MN,Rd (punto 4.2.12)	MEd/MN,Rd		0.70	0.28
Status check	Ch		OK	OK
VERIFICHE DEGLI ANCORAGGI IN TESTA AI MICROPALI				
Verifica a tranciamento delle barre di ancoraggio	var	unità		
Numero di maniglioni	nm		4	4
numero complessivi di bracci resistenti a tranciamento	nb		8	8
diametro delle barre di ancoraggio	fb	mm	24	24
Area resistente a tranciamento	Ab	mm ²	3619	3619
tensione di snervamento dell'acciaio delle barre	fyk	MPa	450	450
Coefficiente di sicurezza per resistenza	γ _s		1.15	1.15
Resistenza tangenziale di progetto	τ _{t,Rd}	MPa	225.9	225.9
Forza di assiale di progetto	NEd	kN	598.6	301.8
Resistenza a tranciamento	NRd	kN	817.6	817.6
Rapporto NEd / Nt,Rd	NEd/Nt,Rd		0.73	0.37
Status check	Ch		OK	OK
Verifica delle saldature delle barre ai tubi	var	unità		
lunghezza minima cordone d'angolo	lc	mm	60	60
altezza della gola	a	mm	5	5
Area resistente saldatura	Asal	mm ²	300	300
tensione di rottura materiale di apporto	ftk	MPa	510	510
Coefficiente di sicurezza per resistenza	γ _{M2}		1.25	1.25
Coefficiente beta	β		0.90	0.90
Forza di progetto che sollecita il cordone d'angolo: NEd / (2 x nb)	Fw,Ed	kN	37.4	18.9
Resistenza di progetto del cordone d'angolo	Fw,Rd	kN	78.5	78.5
Rapporto Fw,Ed / Fw,Rd	Fw,Ed / Fw,Rd		0.48	0.24
Status check	Ch		OK	OK

LAVORO: CA366 VI06 - 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		2
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	1.90
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	0.40
copriferro	c	m	0.120
larghezza puntone	b	m	1.05
larghezza collaborante	bt	m	1.05
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	30
resistenza a compressione caratteristica cls	FCK	fck	25
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.2
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	1.88
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	2.28
fattore lambda ($l1 / 0.9d$) = arctan ψ	λ_1		1.35
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	0.78
fattore lambda ($l2 / 0.9d$) = arctan ψ	λ_2		0.46
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XC4
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	5	24	0.088	2262
secondo strato dal basso	20	5	24	0.152	2262
terzo strato dal basso	0	0	24	0.216	0
quarto strato dal basso	0	0	24	0.280	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.120	4524

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	598.6	546.2	251.0	1201.2	3070	1756.7
SLU-SIS	510.2	403.4	205.9	990.1	2530	1425.6
				1201.2	3070	1756.7

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	4524	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	1770.2	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		68%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	6673.7	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		26%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σ_s
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-CARATTERISTICA	443.2	403.9	186.5	889.7	197

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		55%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σ_s
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-FREQUENTE	381.4	367.4	165.4	778.7	172

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	σ_{slim}	MPa	204.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		84%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σ_s
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	286.9	286.9	136.8	484.2	107

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	σ_{slim}	MPa	164.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		65%	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	1.20
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	0.00
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	0.00
distanza tra palo 4° fila posteriore e sezione di incastro	a4	m	0.00
larghezza sezione di calcolo	b	m	1.00
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	30
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore mensola posteriore	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/passo	mm	m	mmq
primo strato dall'alto	20	5	24	0.088	2262
secondo strato dall'alto	0	0	24	0.152	0
terzo strato dall'alto	0	0	24	0.216	0
quarto strato dall'alto	0	0	24	0.280	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.088	2262

Armatura inferiore mensola posteriore	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/passo	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	5	24	0.088	2262

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

secondo strato dal basso	0	0	24	0.152	0
terzo strato dal basso	0	0	24	0.216	0
quarto strato dal basso	0	0	24	0.280	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.088	2262

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	67.5	115	97.5
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	139.0	236	200.8
sommano			351.0	298.4

sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	50.0	85	72.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	103.0	175	148.8
sommano			260.0	221.0

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-269.8	-323.3	-360.8	-379.1	-1333	-323.8
SLU-STR (MAX)	-472.7	-497.2	-521.7	-546.2	-2038	-567.2
SLU-SIS (MIN)	-61.7	-168.8	-252.5	-245.5	-729	-74.1
SLU-SIS (MAX)	-338.2	-329.7	-321.2	-403.4	-1392	-405.8

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-982	-25
SLU-STR (MAX)	-1687	-269
SLU-SIS (MIN)	-469	147
SLU-SIS (MAX)	-1132	-185

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	982	-25
SLU-STR (MAX)	1687	-269
SLU-SIS (MIN)	469	147
SLU-SIS (MAX)	1132	-185

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	218	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	2262	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	1523	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		10%	OK!

Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	399	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	2262	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-1523	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		18%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	50.0	85	72.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	103.0	175	148.8
sommano			260.0	221.0

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-200.1	-240.1	-268.4	-282.3	-991	-240.1
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-348.2	-366.8	-385.3	-403.9	-1504	-417.9

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-731	-19
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-1244	-197

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	731	-19
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	1244	-197

Tasso di lavoro armature superiori	σ_{sup}	Mpa	0	
Tasso di lavoro armature inferiori	σ_{inf}	Mpa	51	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		0%	OK!
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		14%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	50.0	85	72.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	103.0	175	148.8
sommano			260.0	221.0

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-261.9	-275.9	-284.6	-284.7	-1107	-314.3
SLE-FREQUENTE (MAX)	-325.6	-339.6	-353.5	-367.4	-1386	-390.8

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-847	-93
SLE-FREQUENTE (MAX)	-1126	-170

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)	847	-93
SLE-FREQUENTE (MAX)	1126	-170

Tasso di lavoro armature superiori	σ_{sup}	Mpa	0	
Tasso di lavoro armature inferiori	σ_{inf}	Mpa	44	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	24.0 (arm.sup)	σ_{slim}	MPa	204.4
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		0%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	24.0 (arm.sup)	σ_{slim}	MPa	204.4

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA

Calcolo e verifica zattera di fondazione

coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.				21%	OK!
VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE	fac	p	V	M		
		kN/ml	kN	kNm		
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	50.0	85	72.3		
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	103.0	175	148.8		
sommano			260.0	221.0		
sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	R3	R4	V	M
	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-286.8	-286.8	-286.9	-286.9	-1147	-344.2
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-286.8	-286.8	-286.9	-286.9	-1147	-344.2
sollecitazioni risultanti					V	M
					kN	kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)					-887	-123
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)					-887	-123
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria					V	M
					kN/m	kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)					887	-123
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)					887	-123
Tasso di lavoro armature superiori	sfsup	Mpa			0	
Tasso di lavoro armature inferiori	sfinf	Mpa			32	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm			0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	24.0 (arm.sup)	σ_{slim}	MPa		164.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.				0%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	24.0 (arm.sup)	σ_{slim}	MPa		164.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.				19%	OK!

LAVORO: CA366 V106 - SPALLA SpA
Calcolo e Verifica muro frontale

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	2.90
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	201
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-64
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	126
Momento longitudinale	Myg3	kNm	239
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	49
Momento longitudinale	Myg3	kNm	140
Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore Ss			1.20
Fattore St			1.00
Fattore S	S		1.20
Valore di ag/g	ag/g		0.061
fattore bm	βm		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.073
Coefficiente sismico verticale	kv		0.037

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip. spost	1
---	------------	---

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK
Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ψ	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	5.72
peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.071
angolo teta a	θa	deg	4.039
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.310
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.076
angolo teta b	θb	deg	4.345
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-b		0.313

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	94.6
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	88.9
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	94.6
altezza di applicazione	H	m	2.9
Momento longitudinale	MyDP	kNm	270.7

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	43
altezza di applicazione	H	m	2.9
Momento longitudinale	MyDP	kNm	123

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate: Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)			
Spinta del terreno	Es	kN	95
Momento longitudinale	MyEs	kNm	271

Forze inerziali (q6.2)
Sisma longitudinale

Forza orizzontale longitudinale	Fxq6.2x	kN	15
Momento longitudinale	Myq6.2x	kNm	26

Sisma verticale

Forza verticale	Fzq6.2z	kN	-7
Momento longitudinale	Myq6.2z	kNm	2

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + muro frontale	2.75
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.00

	Fx [kN]	Fz [kN]
g1a	0	209
g2a	0	84
e4	0	0
e2	0	0
q1a	0	179
q1b	0	143
q1c	0	179
q1d	0	143
q3	39	0
q7a	0	0
q7b	0	0
q9	9	0
Ex	132	0
Ez	0	18

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE

LAVORO: CA366 V106 - SPALLA SpA
Calcolo e Verifica muro frontale

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

	S.L.freq					S.L.qp					
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	q1				S.L.U.				q3				S.L.U.			
Fx	246	246	246	246	246	246	246	246	283	283	283	283	283	283	283	283
Fz	909	909	860	860	909	909	860	860	848	848	812	812	848	848	812	812
My	-454	-454	-454	-454	-454	-454	-454	-454	-553	-553	-553	-553	-553	-553	-553	-553

	S.L.U.				q7				S.L.V.			
Fx	229	229	229	229	229	229	229	229	251	251	81	81
Fz	848	848	812	812	848	848	812	812	497	491	504	483
My	-407	-407	-407	-407	-407	-407	-407	-407	-622	-620	-161	-156

	S.L.E.car				q1				S.L.E.car				q3			
Fx	183	183	183	183	183	183	183	183	210	210	210	210	210	210	210	210
Fz	673	673	637	637	673	673	637	637	628	628	601	601	628	628	601	601
My	-339	-339	-339	-339	-339	-339	-339	-339	-412	-412	-412	-412	-412	-412	-412	-412

	S.L.E.car				q7			
Fx	171	171	171	171	171	171	171	171
Fz	628	628	601	601	628	628	601	601
My	-304	-304	-304	-304	-304	-304	-304	-304

	S.L.E.freq				S.L.E.qp					
Fx	171	171	171	171	171	171	171	171	134	134
Fz	628	628	601	601	628	628	601	601	494	494
My	-304	-304	-304	-304	-304	-304	-304	-304	-199	-199

Armatura zona tesa muro frontale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passco	φ mm	c m	As mmq
primo strato	20	5	20	0.088	1571
secondo strato	0	0	0	0.128	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.088	1571

VERIFICHE AGLI SLU

	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	553
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	622
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	628

Armatura effettivamente adottata:

Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	1571	OK!
Coefficiente di utilizzo	c.u.		40%	OK!

Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	283
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	251

VERIFICHE AGLI SLE-CAR

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	104
---------------------------------------	----	-----	-----

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA
Calcolo e Verifica muro frontale

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		29%	OK!
VERIFICHE AGLI SLE-FR				
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σ_s	Mpa	76	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0	$\sigma_{s,lim}$	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		34%	OK!
VERIFICHE AGLI SLE-QP				
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σ_s	Mpa	50	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0	$\sigma_{s,lim}$	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		28%	OK!

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA
Calcolo e Verifica del muro paraghiaia

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.72
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Effetti dovuti al sovraccarico accidentale

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	7.50
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	4.55
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	7.5
pressione orizzontale dovuta al carico qik distribuito	shd	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	Vmax	kNm	385.9
Momento alla base complessivo	Mmax	kNm	775.9

Effetti dovuti al carico Qik sul paraghiaia

larghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	b1	m	2.6
larghezza dell'impronta di carico alla base	b2	m	10.04
Carico verticale in testa al paraghiaia	Qik	kN	300
Azione orizzontale in testa al paraghiaia	H	kN	180

Sollecitazioni alla base del paraghiaia

Condizione	N kN	V kN	M kNm
Peso proprio	55.8	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	53.1	65.9
Spinta dovuta al carico Qik	0.0	51.5	103.5
Carico Qik sul paraghiaia	29.9	17.9	68.5
Sisma - forze inerziali	0.0	4.1	7.6
Spinta sismica del terreno	0.0	38.6	71.8

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 Qik	1.35	0.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Spinta sismica del terreno	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	N kN	V kN	M kNm
SLU-STR	96.1	165.4	321.1
SLU-SIS	55.8	42.7	79.4

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	1774	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	569	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		56%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-RARA	
Peso proprio	1.00	

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA
Calcolo e Verifica del muro paraghiaia

Spinta statica del terreno	1.00
Spinta dovuta al carico Qik	1.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.00
Sisma - forze inerziali	0.00
Spinta sismica del terreno	0.00

Combinazioni SLE-RARA

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-RARA	85.7	122.5	237.9

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **164**

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni c.u. **45%** **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	78.2	105.2	194.9

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **134**

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. **60%** **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	55.8	53.1	65.9

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **45**

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. **25%** **OK!**

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	6.33
larghezza muro di risvolto	a	m	1.70
spessore muro di risvolto	s	m	1.00
coefficiente gamma	γ		0.27
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Muro con bandiera	band		si
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	48.6
direzione orizzontale	γ	0.250	0.375
coefficiente fac_x	facMx	0.240	0.175
coefficiente fac_vx	facVx	0.690	0.546

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	32.3
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	26.3
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	55.2
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	21.4

direzione verticale	γ	0.25	0.38
coefficiente fac_y	facMy	0.022	0.035
coefficiente fac_vy	facVy	0.423	0.419

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	46.9
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	129.9

Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	2.40
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	3.10
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	6.05
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	6.75
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	6.3

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	20.3
direzione orizzontale	γ	0.25	0.38
coefficiente fac_x	facMx	0.482	0.457
coefficiente fac_vx	facVx	1.055	1.102

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	28.1
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	25.5
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	36.7
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	18.4

direzione verticale	γ	0.25	0.38
coefficiente fac_x	facMy	0.030	0.059
coefficiente fac_vy	facVy	0.572	0.671

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	28.2
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	75.4

Effetti dovuti al sisma

forza inerziale	q1	kN/mq	1.83
incremento di spinta delle terre	q2	kN/mq	8.3
pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	10.2
direzione orizzontale	γ	0.25	0.38
coefficiente fac_x	facMx	0.482	0.457

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA

Calcolo e Verifica dei muri di risvolto

coefficiente facVx	facVx	1.055	1.102	1.06
--------------------	-------	-------	-------	------

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	14.0
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	15.2
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	18.4
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	11.0

direzione verticale	γ	0.25	0.38	0.27
coefficiente facx	facMy	0.030	0.059	0.035
coefficiente facVy	facVy	0.572	0.671	0.586

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	14.1
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	37.7

Riepilogo sollecitazioni sul muro	Mx	My	Vx	Vy
Condizione	kNm	kNm	kN	kN
Spinta del terreno	58.6	46.9	76.7	129.9
Spinta sovraccarichi accidentali	53.5	28.2	55.1	75.4
Spinta dovuta al sisma	29.2	14.1	29.3	37.7

Armatura zona tesa - dir. Orizzontale	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/passo	mm	m	mmq
primo strato	20	5	16	0.070	1005
secondo strato	0	0	16	0.116	0
Armatura effettivamente disposta			16	0.070	1005

Armatura zona tesa - dir. Verticale	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/passo	mm	m	mmq
primo strato	20	5	16	0.086	1005
secondo strato	0	0	16	0.132	0
Armatura effettivamente disposta			16	0.086	1005

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Spinta del terreno	1.35	1.00
Spinta sovraccarichi accidentali	1.35	0.00
Spinta dovuta al sisma	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR	Mx	My	Vx	Vy
Combinazione	kNm	kNm	kN	kN
SLU-STR	151.4	101.3	177.8	277.3
SLU-SIS	87.9	61.0	106.0	167.7

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale	Afh_min	mmq/ml	462	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	1005	OK!
Momento Resistente dir. Orizzontale	MR_h	kNm/ml	329	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		46%	OK!
Armatura minima richiesta in dir. Verticale	Afh_min	mmq/ml	315	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	1005	OK!
Momento Resistente dir. Verticale	MR_v	kNm/ml	324	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		31%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

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

Combinazioni SLE-RARA	Mx	My
Combinazione	kNm	kNm
SLE-RARA	112.1	75.1

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	133
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	91

LAVORO: CA366 VI06 - 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.		37%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		25%	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	98.8	68.0

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	117	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	82	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 16.0 (arm.orizzontale)	σ_{slim}	MPa	240	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		49%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 16.0 (arm.verticale)	σ_{slim}	MPa	240	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		34%	OK!

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

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

Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE

Combinazione	Mx kNm	My kNm
SLE-QP	58.6	46.9

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	70	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	57	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 16.0 (arm.orizzontale)	σ_{slim}	MPa	200	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		35%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 16.0 (arm.verticale)	σ_{slim}	MPa	200	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		28%	OK!

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA
Verifica bandiera muri di risvolto

Dati	var	unità	
Altezza bandiera - parte a lunghezza costante	h1	m	0.70
Altezza bandiera - parte a lunghezza variabile	h2	m	2.33
spessore bandiera	sban	m	0.60
lunghezza bandiera	Lban	m	3.50
copriferro	c	m	0.06
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Effetti dovuti alla spinta delle terre

pressione alla base della parte a lunghezza costante	sht1	kPa	5.37
pressione alla base della parte a lunghezza variabile	sht2	kPa	23.26
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vt1	kN	6.58
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Mt1	kNm	11.52
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vt2	kN	58.37
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Mt2	kNm	68.10

Effetti dovuti al sovraccarico accidentale

sovraccarico accidentale sul piano viario	q	kPa	20
pressione dovuta al sovraccarico accidentale	sq	kPa	8.53
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vq1	kN	20.89
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Mq1	kNm	36.57
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vq2	kN	34.77
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Mq2	kNm	40.57

Effetti dovuti al sisma

spinta inerziale unitaria	ss1	kPa	1.10
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vs1	kN	2.69
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Ms1	kNm	4.71
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vs2	kN	4.48
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Ms2	kNm	5.22
incremento di spinta del terreno unitario	ss2	kPa	3.99
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vs3	kN	9.78
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Ms3	kNm	17.12
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vs4	kN	16.28
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Ms4	kNm	18.99

Sollecitazioni all'incastro della bandiera

Condizione	V kN	M kNm
Spinta delle terre	21.4	26.3
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	18.4	25.5
Sisma - forze inerziali	2.4	3.3
Sisma - incremento di spinta delle terre	8.6	11.9

Armatura orizzontale zona tesa orecchia

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passo	φ mm	c m	As mmq
primo strato	20	5	16	0.063	1005
secondo strato	0	0	16	0.109	0
Armatura effettivamente disposta			16	0.063	1005

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Spinta delle terre	1.35	1.00
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	V kN	M kNm
SLU-STR	53.7	69.8
SLU-SIS	32.4	41.5

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA
Verifica bandiera muri di risvolto

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	369	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	1005	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	190	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		37%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-RARA	
Spinta delle terre	1.00	
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	1.00	
Sisma - forze inerziali	0.00	
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	

Combinazioni SLE-RARA	V	M
Combinazione	kN	kNm
SLE-RARA	39.8	51.7

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	106	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		30%	OK!

VERIFICHE SLE-FREQUENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-FRE	
Spinta delle terre	1.00	
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	0.75	
Sisma - forze inerziali	0.00	
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	

Combinazioni SLE-FREQUENTE	V	M
Combinazione	kN	kNm
SLE-FRE	35.2	45.4

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	93	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	σ_{slim}	MPa	240	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		39%	OK!

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-QP	
Spinta delle terre	1.00	
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	0.00	
Sisma - forze inerziali	0.00	
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	

Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE	V	M
Combinazione	kN	kNm
SLE-QP	21.4	26.3

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	54	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	σ_{slim}	MPa	200	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		27%	OK!

LAVORO: CA366 VI06 - SPALLA SpA
Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

			Zattera - Mensola posteriore	Mfron	Paraghiaia	Mrsv_h	Mrsv_v	
Sollecitazioni di calcolo		Var	unità					
Taglio di calcolo		V_{Ed}	kN	1686.6	282.6	165.4	177.8	277.3
Dati		Var	unità					
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30	40	40	40	40	
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	25.00	32.00	32.00	32.00	32.00	
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.2	18.1	18.1	18.1	18.1	
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	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	2.90	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	2.90	0.60	0.60	1.00	
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
copriferro	c	m	0.088	0.088	0.086	0.070	0.086	
altezza utile della sezione	d	m	1.91	2.81	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	2262	1571	3142	1005	1005	
Coefficiente k	k	m	1.32	1.27	1.62	1.61	1.47	
vmin	vmin		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00118	0.00056	0.00611	0.00190	0.00110	
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	435.9	518.7	269.8	187.3	244.9
				N.V.	OK	OK	OK	N.V.
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio								
<i>Verifica del conglomerato</i>								
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	8126.0	15297.3	2796.2	2883.2	4972.2	
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>								
diametro staffe	fsw	mm	20	10	10	10	10	
passo staffe	scp	m	0.60	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	785	196	196	196	196	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90	90	90	90	90	
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0	0	0	0	0	
coefficiente alpha	α_c		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	2203.7	1215.4	222.2	458.1	790.1	
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	4202.9	7912.0	1446.2	1491.2	2571.7	
Resistenza a taglio		V_{Rd}	kN	2203.7	1215.4	222.2	458.1	790.1
				OK	OK	OK	OK	OK

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

25 ALLEGATO 15 – FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO PER CARICHI ASSIALI

CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO- BUSTAMANTE&DOIX - A1 + M1 + R3
LAVORO: CA366

OPERA: V106

PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

Il carico limite di progetto viene determinato come:
 $R_{cd} = R_{bd} + R_{sd}$

in cui:

- $R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$: Resistenza alla punta di progetto
- $R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$: Resistenza laterale di progetto
- $R_{bk} = R_{bm} / \zeta$: Resistenza alla punta caratteristica
- $R_{sk} = R_{sm} / \zeta$: Resistenza laterale caratteristica
- $R_{bm} = Q_b$: Resistenza media alla punta
- $R_{sm} = Q_s$: Resistenza media laterale

RESISTENZA LATERALE

Terreni granulari ($c = 0, \phi < 0$)

$Q_s = \pi \times D_s \times L_s \times q_s$ con:

D_s = diametro del bulbo

L_s = lunghezza del bulbo

q_s = attrito laterale unitario tra bulbo e terreno

il diametro del bulbo è correlato al diametro di perforazione attraverso:

$D_s = \alpha \times D_n$

con α dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali secondo la seguente tabella:

Terreno	Coefficiente α	
	IRS	IGU
Ghiaie	1.8	1.3 - 1.4
Ghiaie sabbiose	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
Sabbie ghiaiose	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbie grossolane	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie medie	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie fini	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie limose	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limi	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argille	1.8 - 2.0	1.2
Marne	1.8	1.1 - 1.2
Marne-Calcarei	1.8	1.1 - 1.2
Arenaria alterata o frantumata	1.8	1.1 - 1.2
Rocce alterate o frammentate	1.2	1.1

IRS = Iniezioni ripetute e selettive

IGU = Iniezioni semplici

q_s è pure dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali in funzione di N_{sppt} e/o dei risultati di prove pressiometriche (vedi il grafico a lato):

RESISTENZA ALLA PUNTA $Q_b = 0.15 Q_s$

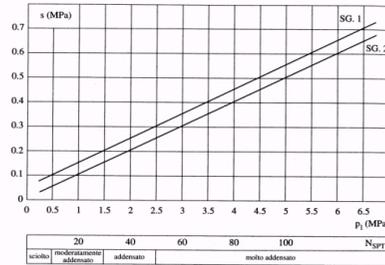
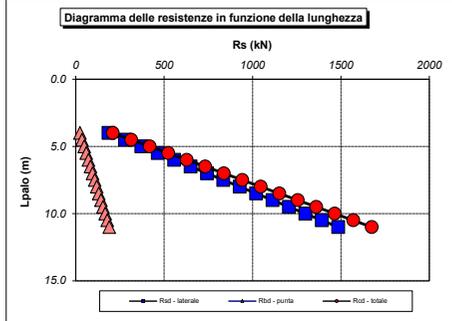


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di s per sabbie e ghiaie

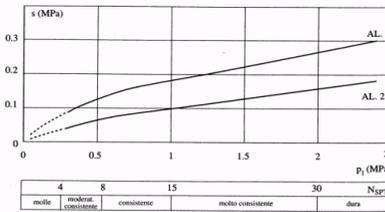


Fig. 13.17. Abaco per il calcolo di s per argille e limi

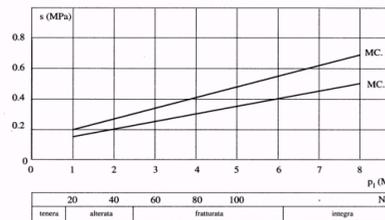


Fig. 13.18. Abaco per il calcolo di s per gessi, marne, marne calcaree

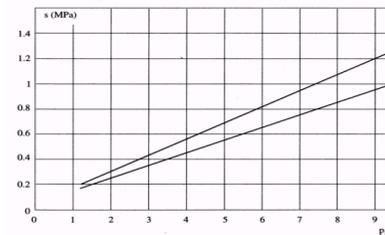


Fig. 13.19. Abaco per il calcolo di s per rocce alterate e frantumate

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	unità	var
Diametro palo	m	0.30
Superficie laterale per lunghezza unitaria	mq	Al 0.94

AFFONDAMENTO TESTA PALO DA p.c.

Q.T.P.	m	4.00
--------	---	------

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

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA INTRADOSSO FOND.)

COMBINAZIONE **M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Mod	α	q_{sk} kPa	γ_{as}	q_{sd} kPa	αq_{sd} kPa
0	Strato inefficace	0.0	3.0	IGU	0.00	0.0	1.00	0.0	0.0
G	Monzograniti	3.0	60.0	IGU	1.10	350.0	1.00	350.0	385.0

Mod = IGU - IRS

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE

COMBINAZIONE	COMPR	TRAZ
	R3	R3
coefficiente γ_b	1.35	-
coefficiente γ_s	1.15	1.25

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero di verticali indagate	1
coefficiente ζ_3	1.70

Unità	z m	Lp (m)	a q_{sd} kPa	Qs kN	Qp kN	COMPR			TRAZ
						Rsd kN	Rbd kN	Rcd kN	Rsd kN
0	4.0	0.0							
0	4.5	0.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	5.0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	5.5	1.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.0	2.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.5	2.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	7.0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0
G	7.5	3.5	385.0	181	27	93	12	105	85
G	8.0	4.0	385.0	363	54	186	24	209	171
G	8.5	4.5	385.0	544	82	278	36	314	256
G	9.0	5.0	385.0	726	109	371	47	419	342
G	9.5	5.5	385.0	907	136	464	59	523	427
G	10.0	6.0	385.0	1089	163	557	71	628	512
G	10.5	6.5	385.0	1270	190	650	83	733	598
G	11.0	7.0	385.0	1451	218	742	95	837	683
G	11.5	7.5	385.0	1633	245	835	107	942	768
G	12.0	8.0	385.0	1814	272	928	119	1047	854
G	12.5	8.5	385.0	1996	299	1021	130	1151	939
G	13.0	9.0	385.0	2177	327	1114	142	1256	1025
G	13.5	9.5	385.0	2359	354	1206	154	1361	1110
G	14.0	10.0	385.0	2540	381	1299	166	1465	1195
G	14.5	10.5	385.0	2721	408	1392	178	1570	1281
G	15.0	11.0	385.0	2903	435	1485	190	1675	1366
G	15.5	11.5	385.0	3084	463	1578	202	1779	1451
G	16.0	12.0	385.0	3266	490	1670	213	1884	1537

ALLINEAMENTO

	Lp (m)	Nmax kN	Nmin kN	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Rsd (kN)	c.u. COMPR	c.u. TRAZ
SpA	8.0	599	0	928	119	1047	854	57%	0%

CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO- BUSTAMANTE&DOIX - A1 + M1 + R3
LAVORO: CA366

OPERA: V106

PARAMETRI GEOTECNICI MINIMI

Il carico limite di progetto viene determinato come:
 $R_{cd} = R_{bd} + R_{sd}$

in cui:

- $R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$: Resistenza alla punta di progetto
- $R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$: Resistenza laterale di progetto
- $R_{bk} = R_{bm} / \zeta$: Resistenza alla punta caratteristica
- $R_{sk} = R_{sm} / \zeta$: Resistenza laterale caratteristica
- $R_{bm} = Q_b$: Resistenza media alla punta
- $R_{sm} = Q_s$: Resistenza media laterale

RESISTENZA LATERALE

Terreni granulari ($c = 0, \phi < 0$)

$Q_s = \pi \times D_s \times L_s \times q_s$ con:

D_s = diametro del bulbo

L_s = lunghezza del bulbo

q_s = attrito laterale unitario tra bulbo e terreno

il diametro del bulbo è correlato al diametro di perforazione attraverso:

$D_s = \alpha \cdot D_n$

con α dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali secondo la seguente tabella:

Terreno	Coefficiente α	
	IRS	IGU
Ghiaie	1.8	1.3 - 1.4
Ghiaie sabbiose	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4
Sabbie ghiaiose	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3
Sabbie grossolane	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie medie	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie fini	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Sabbie limose	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2
Limi	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2
Argille	1.8 - 2.0	1.2
Marne	1.8	1.1 - 1.2
Marne-Calcarei	1.8	1.1 - 1.2
Arenaria alterata o fratturata	1.8	1.1 - 1.2
Rocce alterate o frammentate	1.2	1.1

IRS = Iniezioni ripetute e selettive

IGU = Iniezioni semplici

q_s è pure dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali in funzione di N_{spr} e/o dei risultati di prove pressiometriche (vedi il grafici a lato):

RESISTENZA ALLA PUNTA $Q_b = 0.15 Q_s$

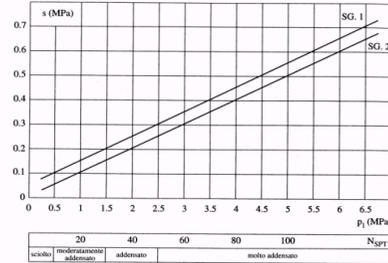
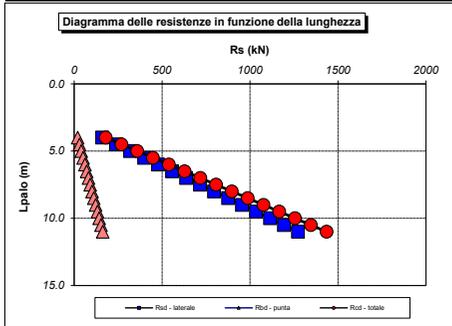


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di s per sabbie e ghiaie

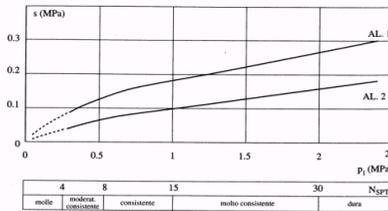


Fig. 13.17. Abaco per il calcolo di s per argille e limi

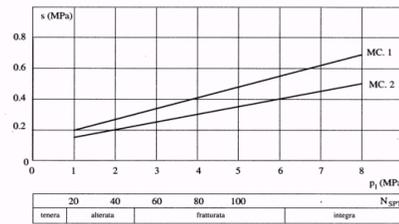


Fig. 13.18. Abaco per il calcolo di s per gessi, marne, marne calcaree

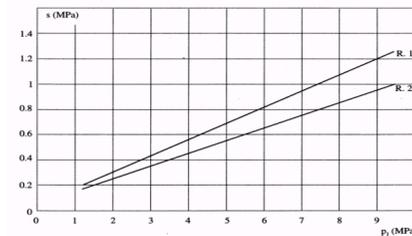


Fig. 13.19. Abaco per il calcolo di s per rocce alterate e fratturate

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	unità	var
Diametro palo	m	0.30
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	Al 0.94

AFFONDAMENTO TESTA PALO DA p.c.

Q.T.P.	m	4.00
--------	---	------

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

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA INTRADOSSO FOND.)

		COMBINAZIONE M1							
Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Mod	α	q_{sk} kPa	γ_{as}	q_{sd} kPa	αq_{sd} kPa
0	Strato inefficace	0.0	3.0	IGU	0.00	0	1.00	0.0	0.0
G	Monzograniti	3.0	60.0	IGU	1.10	300	1.00	300.0	330.0
0									
0									
0									

Mod = IGU - IRS

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE

COMBINAZIONE	COMPR	TRAZ
	R3	R3
coefficiente γ_b	1.35	-
coefficiente γ_s	1.15	1.25

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero di verticali indagate	1
coefficiente ζ_3	1.70

Unità	z m	Lp (m)	a q_{sd} kPa	Qs kN	Qp kN	COMPR			TRAZ
						Rsd kN	Rbd kN	Rcd kN	Rsd kN
0	4.0	0.0							
0	4.5	0.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	5.0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	5.5	1.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.0	2.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.5	2.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	7.0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0
G	7.5	3.5	330.0	156	23	80	10	90	73
G	8.0	4.0	330.0	311	47	159	20	179	146
G	8.5	4.5	330.0	467	70	239	30	269	220
G	9.0	5.0	330.0	622	93	318	41	359	293
G	9.5	5.5	330.0	778	117	398	51	449	366
G	10.0	6.0	330.0	933	140	477	61	538	439
G	10.5	6.5	330.0	1089	163	557	71	628	512
G	11.0	7.0	330.0	1244	187	636	81	718	585
G	11.5	7.5	330.0	1400	210	716	91	807	659
G	12.0	8.0	330.0	1555	233	795	102	897	732
G	12.5	8.5	330.0	1711	257	875	112	987	805
G	13.0	9.0	330.0	1866	280	955	122	1076	878
G	13.5	9.5	330.0	2022	303	1034	132	1166	951
G	14.0	10.0	330.0	2177	327	1114	142	1256	1025
G	14.5	10.5	330.0	2333	350	1193	152	1346	1098
G	15.0	11.0	330.0	2488	373	1273	163	1435	1171
G	15.5	11.5	330.0	2644	397	1352	173	1525	1244
G	16.0	12.0	330.0	2799	420	1432	183	1615	1317

ALLINEAMENTO

	Lp (m)	Nmax kN	Nmin kN	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Rsd (kN)	c.u. COMPR	c.u. TRAZ
SpA	8.0	599	0	795	102	897	732	67%	0%

<p>Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau</p> <p>Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau.</p> <p>Progetto Definitivo</p>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo VI06 – Viadotto Maltineddu</i></p>	

26 ALLEGATO 16 – FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI

RESISTENZA DI UN MICROPALO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi trasversali $R_{tr,d}$ è pari a:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$$

Resistenza ai carichi trasversali di progetto

$$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$$

Resistenza ai carichi trasversali caratteristica

$$R_{tr,calc} = H_{lim}$$

Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

Il coefficiente parziale γ_T per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3)	γ_T	1.30
----------------------------	------------	------

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL MICROPALO

Diametro di perforazione	D	m	0.30
Diametro esterno armatura tubolare	fe	mm	219.1
spessore armatura tubolare	sp	mm	12.5
Modulo di resistenza plastico	Wp	mm ³	534196
Tensione caratteristica di snervamento acciaio	fyk	MPA	355
Coefficiente parziale di sicurezza per verifiche di resistenza	γ_{M0}		1.05
Momento di plasticizzazione: $M_y = W_p \times f_{yk} / \gamma_{M0}$	$M_y = MR_d$	kNm	180.6

AFFONDAMENTO DEL MICROPALO

Profondità della testa del micropalo da piano di campagna	Hr	m	4.0
---	----	---	-----

CONDIZIONI DI FALDA

Palo sopra falda (0) - Palo sotto falda (1)	Falda		1
---	-------	--	---

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali		1
coefficiente ξ_3		1.70
coefficiente ξ_4		1.70

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,med}$ kN/m ³	γ'_{med} kN/m ³	ϕ'_{med} deg	$k_{p,med}$	L_{med} (m)	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI S	18.0	8.2	32.0	3.25	1.74	403.2	182.4

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,min}$ kN/m ³	γ'_{min} kN/m ³	ϕ'_{min} deg	$k_{p,min}$	L_{min} (m)	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI S	17.0	7.2	30.0	3.00	1.86	376.1	170.2

Resistenza di progetto del micropalo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	170.2
--	------------	----	-------

ALLINEAMENTO	MICROPALO SINGOLO			PALIFICATA				
	$R_{tr,d}$ (kN)	$F_{tr,d}$ (kN)	c.u.1	$n_{micropali}$	η (%)	$R_{tr,dgr}$ (kN)	$F_{tr,dgr}$ (kN)	c.u.gr
SpA	170.2	126.0	74%	45	80%	6127	5670.0	93%