

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 A. 27296*

(Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

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



GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:



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

OPERE D'ARTE MAGGIORI

CAVALCAVIA CV02

Relazione tecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA366_P00CV02STRRE01_A			
DPCA0366	D 22	CODICE ELAB.	P00CV02STRRE01	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 CV02 - Cavalcavia	

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 CV02 - Cavalcavia	

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>	26
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>	31
5.2.8	<i>Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4</i>	31
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 CV02 - Cavalcavia	

6.3.1	<i>Verifiche di resistenza SLU</i>	65
6.3.2	<i>Verifiche SLE "a respiro" delle anime</i>	75
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>	86
6.3.6	<i>Verifiche delle connessioni a pioli</i>	87
6.4	VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITÀ DELLA STRUTTURA	89
6.5	VERIFICHE DEI TRASVERSI	90
6.5.1	<i>Verifiche dei trasversi di campata</i>	90
6.5.2	<i>Verifiche dei trasversi di appoggio spalla</i>	93
6.6	VERIFICA DELLA SOLETTA IN C.A.	96
6.6.1	<i>Verifica delle predalles in fase di autoportanza</i>	96
6.6.2	<i>Verifiche della soletta in esercizio (2° fase)</i>	103
7	VERIFICHE SPALLE	139
7.1	ANALISI DELLA PALIFICATA.....	139
7.2	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE MICROPALI DI FONDAZIONE	140
7.3	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI MICROPALI DI FONDAZIONE	141
7.3.1	<i>Verifiche a pressoflessione e taglio</i>	141
7.3.2	<i>Verifiche dei maniglioni di ancoraggio in testa ai micropali</i>	145
7.4	DIMENSIONAMENTO DELLE SINGOLE MEMBRATURE DELLE SPALLE.....	146
7.4.1	<i>Zattera di fondazione</i>	146
7.4.2	<i>Mensola posteriore</i>	146
7.4.3	<i>Muro frontale</i>	147
7.4.4	<i>Paraghiaia</i>	147
7.4.5	<i>Muri di risvolto</i>	148
7.4.6	<i>Muri andatori</i>	149
7.4.7	<i>Verifiche di resistenza a taglio</i>	149
8	VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE	150
8.1	CARICHI VERTICALI TRASMESSI DALL'IMPALCATO	150
8.1	CARICHI ORIZZONTALI TRASMESSI DALL'IMPALCATO	151

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 CV02 - Cavalcavia	

8.2	CALCOLO DEGLI SCORRIMENTI DI PROGETTO	153
8.3	GIUNTI DI DILATAZIONE	154
9	VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU MICROPALI.....	155
9.1	CRITERI DI CALCOLO	155
9.1.1	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione</i>	<i>156</i>
9.1.2	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione</i>	<i>160</i>
9.1.3	<i>Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione</i>	<i>161</i>
9.1.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale</i>	<i>161</i>
9.1.5	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale</i>	<i>167</i>
9.2	APPLICAZIONE AL CASO IN ESAME	170
9.2.1	<i>Caratteristiche delle opere di fondazione su micropali.....</i>	<i>170</i>
9.2.2	<i>Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto.....</i>	<i>171</i>
9.2.3	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento).....</i>	<i>171</i>
9.2.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale</i>	<i>171</i>
9.2.5	<i>Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata</i>	<i>172</i>
10	DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)	173
10.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	173
10.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	173
10.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	173
10.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	173
10.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	173
10.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	174
11	ALLEGATO 1 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI ANALISI.....	175
12	ALLEGATO 2 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI VERIFICA	176

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

13	ALLEGATO 3 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU	177
14	ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI	178
15	ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE LONGITUDINALI DELLE TRAVI PRINCIPALI	179
16	ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI	180
17	ALLEGATO 7 – TRAVERSI DI CAMPATA.....	181
18	ALLEGATO 8 – TRAVERSI DI SPALLA	182
19	ALLEGATO 9 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPB	183
20	ALLEGATO 10 – FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO PER CARICHI ASSIALI.....	184
21	ALLEGATO 11 – FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO PER CARICHI ASSIALI.....	185

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del Cavalcavia "CV02" che si sviluppa alla progressiva km 0+064, 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 20 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 CV02 - Cavalcavia	

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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

1.3 Descrizione delle opere

Il tracciato planimetrico, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa **rettifilo**.

La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a **8.00 m**; la piattaforma stradale ha larghezza pari a **6.50 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 **1.30 m**.

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

L'interasse trasversale tra le travi è pari a **4.50 m**. Gli sbalzi laterali hanno luce pari a **1.75 m**.

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

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

Il graticcio d'impalcato è completato dai traversi, **del tipo ad anima piena**, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è pari a **5.0**. 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 variabile da **31** a **39 cm**.

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

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

Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave appoggiata, 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 CV02 - Cavalcavia</i>	

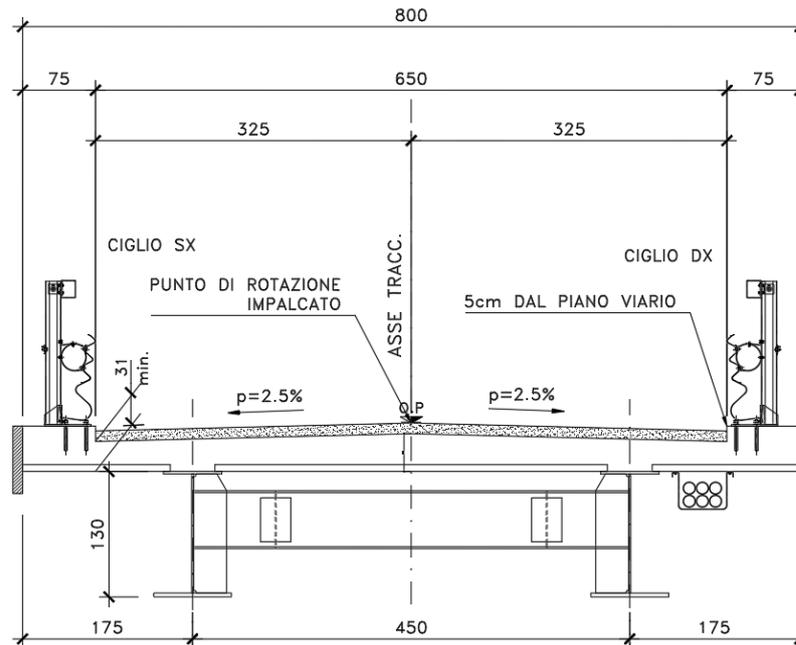


Figura 1.1. Sezione trasversale impalcato

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 **SPB**.

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 **5.50 m** per la **Spalla A** e pari a **6.00 m** per la **Spalla B**. I muri paraghiaia avranno spessore pari a **60 cm** e sono previsti debitamente arretrati rispetto alle travi d'impalcato in modo da garantire varchi di ampiezza adeguata alla manutenzione.

Le fondazioni sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a **2.0 m** e palificate da **48 (6 x 8)** micropali.

1.4 Considerazioni sulle metodologie costruttive

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

Macrofase 1: Realizzazione sottostrutture

- Fase 1a: Realizzazione opere provvisionali,
- Fase 1b: Scavo fino a quota intradosso magrone;
- Fase 1c: Realizzazione pali di fondazione a quota magrone;
- Fase 1d: Realizzazione zattere di fondazione;
- Fase 1e: Realizzazione elevazioni;

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 CV02 - Cavalcavia	

- Fase 1f: Realizzazione cuneo di transizione;
- Fase 1g: Completamento rilevato di approccio.

Macrofase 2: Realizzazione impalcato, finiture e protezioni

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

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

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

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

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

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

Altresì, ci si è riferiti agli Eurocodici secondo quanto specificato nel prosieguo della relazione.

Ulteriori riferimenti sono rappresentati dai seguenti documenti:

- [D_5]. Sètra – Eurocodes 3 and 4. Application to steel-concrete composite road bridges (july 2007).
- [D_6]. Sètra –Abaques pour la flexion locale de la dalle d'un bipoutre à entretois. Ouvrages d'art. (n.54 – mars 2007).

3 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.1 Calcestruzzi

4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme 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 CV02 - Cavalcavia	

4.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro), 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 copriferro vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

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

DETERMINAZIONE DEI 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
copriferro 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
copriferro 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		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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 CV02 - Cavalcavia	

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	$f_{ctfm} = 1.2 f_{ctm}$	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 CV02 - Cavalcavia</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 CV02 - Cavalcavia	

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		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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 $20 \text{ mm} < t \leq$ di 40 mm;
- Acciaio **S355K2W +N – UNI EN10025-1÷4** per spessori $t >$ di 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 CV02 - Cavalcavia	

4.3.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica		Var	unità	UNI EN 10025	
Qualità dell'acciaio				S355	
Tensione caratteristica di snervamento	$t \leq 40 \text{ mm}$	f_{yk}	Mpa	355	
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	510	
Tensione caratteristica di snervamento	$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	f_{yk}	Mpa	335	
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	510	
Modulo elastico		Es	Mpa	210000	
STATI LIMITE ULTIMI		Var	unità		
coeff. di sicurezza per resistenza delle sezioni γ_{m0}		γ_{m0}		1.05	
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature γ_{m1}		γ_{m1}		1.05	
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti γ_{m1}		γ_{m1}		1.10	
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori γ_{m2}		γ_{m2}		1.25	
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m0}$	Mpa	338.1	
Resistenza all'instabilità delle membrature		$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	338.1
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti			$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	322.7
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd} = 0.9 f_{tk} / \gamma_{m2}$	Mpa	367.2	
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m0}$	Mpa	319.0	
Resistenza all'instabilità delle membrature		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	319.0
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti			$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	304.5
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd} = 0.9 f_{tk} / \gamma_{m2}$	Mpa	408.0	

4.4 Connettori a piolo tipo Nelson

4.4.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio secondo UNI EN ISO 13918.

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

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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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_{ybk}	Mpa	900
Tensione caratteristica di rottura	f_{tbk}	Mpa	1000
STATI LIMITE ULTIMI		Var	unità
coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni γ_{m2}		γ_{m2}	1.25
Resistenza unitaria a taglio - gambo filettato della vite (A_{res}) $f_{v,Rd} = fac f_{tbk} / \gamma_{M2}$		$f_{v,Rd}$	MPa 400
Resistenza unitaria a taglio - gambo NON filettato della vite (A) $f_{v,Rd} = 0.6 f_{tbk} / \gamma_{M2}$		$f_{v,Rd}$	MPa 480
Resistenza unitaria a trazione - $f_{t,Rd} = 0.9 f_{tbk} / \gamma_{M2}$		$f_{t,Rd}$	MPa 720
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLU γ_{m3}		γ_{m3} SLU	1.25
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLE γ_{m3}		γ_{m3} SLE	1.10
Unioni ad attrito - coefficiente γ_{m7} - Precarico dei bulloni ad Alta Resistenza		γ_{m7}	1.00
Unioni ad attrito - Forza unitaria di "precarico" $f_{p,Cd} = 0.7 f_{tbk} / \gamma_{M7}$		$f_{p,Cd}$	MPa 700
Unioni ad attrito - coefficiente di attrito μ		μ	0.30
Unioni ad attrito - Resistenza unitaria allo scorrimento SLU $f_{s,Rd} = \mu f_{p,Cd} / \gamma_{M3}$		$f_{s,Rd}$ SLU	MPa 168
Unioni ad attrito - Resistenza unitaria allo scorrimento SLE $f_{s,Rd} = \mu f_{p,Cd} / \gamma_{M3}$		$f_{s,Rd}$ SLE	MPa 191

4.6 Giunzioni saldate

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

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

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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		19342
Traversi di campata D1		1740
Traversi di appoggio		2103
Sommano		23184
Irrigidimenti, controventi, cunei, piastrame copri giunti	20%	4637
Sommano		27821
Bulloni	2.0%	556
Piolature	1.5%	417
Sommano		28794
Saldature	2.0%	576
Totale		29370

Figura 5.1: Riepilogo pesi acciaio impalcato

$$c_s = 19342 \text{ kg} / 29370 \text{ kg} = 1.52$$

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

- Soletta in c.a.: $(8.0 \times 0.34) \times 25.0 = 68.0 \text{ kN/ml}$

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	34.00	34.00

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

- Strutture in carpenteria metallica impalcato : $1.9 \times 8.0 = 15.2 \text{ kN/ml}$

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

$$Pg1a = 68.0 + 15.2 = 83.2 \text{ kN/m}$$

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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

5.2.1.2 Peso proprio delle sottostrutture e relative fondazioni

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

5.2.2 Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2

5.2.2.1 Carichi permanenti agenti sulle strutture d'impalcato

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

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

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

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

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

<i>Analisi dei carichi</i>		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-3.63	-13.59
cordolo dx	kN/m	3.75	3.63	13.59
pavimentazione	kN/m	19.50	0.00	0.00
guard-rail sx	kN/m	1.50	-3.75	-5.63
guard-rail dx	kN/m	1.50	3.75	5.63
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-3.85	-1.93
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	3.85	1.93
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-3.25	-4.88
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	3.25	0.00
veletta sx + carter	kN/m	1.40	-4.00	-5.60
veletta dx	kN/m	1.40	4.00	5.60
Sommano		35.30	-0.14	-4.88

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	9.75	9.75
guard-rail	kN/m	1.50	1.50
barriere antirumore/parapetti	kN/m	0.50	0.50
Tubazione smaltimento acque di piattaforma	kN/m	1.83	-0.33
velette	kN/m	1.40	1.40
Totale permanenti portati	kN/m	18.73	16.57

5.2.2.2 Rinterro sulle spalle

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

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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

La spinta delle terre sulle spalle fondate su pali è stata valutata in esercizio con riferimento al coefficiente di spinta a riposo del terreno retrostante.

Sono stati considerati i seguenti parametri:

peso di volume del materiale da rilevato stradale: $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$

angolo d'attrito interno del rilevato stradale: $\phi = 35^\circ$

coefficiente di spinta a riposo : $K0 = 1 - \text{sen } \phi = 0.426$

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

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

5.2.4 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – 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	0.27
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	A_c	m ²	2.160
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	8.84
coefficiente $h_0 = 2 \times A_c / u$	h_0	mm	489
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	ϵ_c		0.00020
deformazione finale per ritiro autogeno	ϵ_{ca}		0.00006
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{cs}		0.00027

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

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

$$M_r = N_r \times z$$

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 CV02 - Cavalcavia	

Essendo:

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

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

Effetti dovuti al ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	var	unità	
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a tinf estremità sx	z	m	0.409
baricentro della sezione composta a tinf estremità dx	z	m	0.409
Forza assiale d'estremità	N _{cr}	kN	-7670.3
Momento flettente d'estremità sx	M _{crsx}	kNm	3139.7
Momento flettente d'estremità dx	M _{crdx}	kNm	3139.7
Carichi agenti sulle travi		Tr _{sx}	Tr _{dx}
Forza assiale d'estremità sx	kN	-3835.2	-3835.2
Momento flettente d'estremità sx	kNm	1569.9	1569.9
Forza assiale d'estremità dx	kN	-3835.2	-3835.2
Momento flettente d'estremità dx	kNm	1569.9	1569.9

5.2.4.2 Coefficienti di omogeneizzazione acciaio-clc a lungo termine

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

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

Dove:

- E_{c0} è il modulo elastico del cls a 28 giorni;
- ψ_L è un coefficiente correttivo dipendente dal tipo di azione che per la valutazione degli effetti isostatici ed iperstatici del ritiro vale 0.55 mentre per la valutazione degli effetti indotti dai carichi permanenti vale 1.10;
- $\phi(t, t_0)$ è il coefficiente di viscosità definito in accordo alle tabelle 11.2.VI e 11.2.VII delle NTC2018 in funzione di t_0
- t_0 è assunto pari ad 1 giorno per la valutazione degli effetti dovuti dal ritiro, mentre è assunto pari a 60 giorni per la valutazione degli effetti dovuti ai carichi permanenti.

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 CV02 - Cavalcavia	

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)	1.31
coefficiente correttivo per azioni permanenti	ψ_L	1.10
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (permanententi)	ninf	15.06

5.2.5 Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – ϵ_4

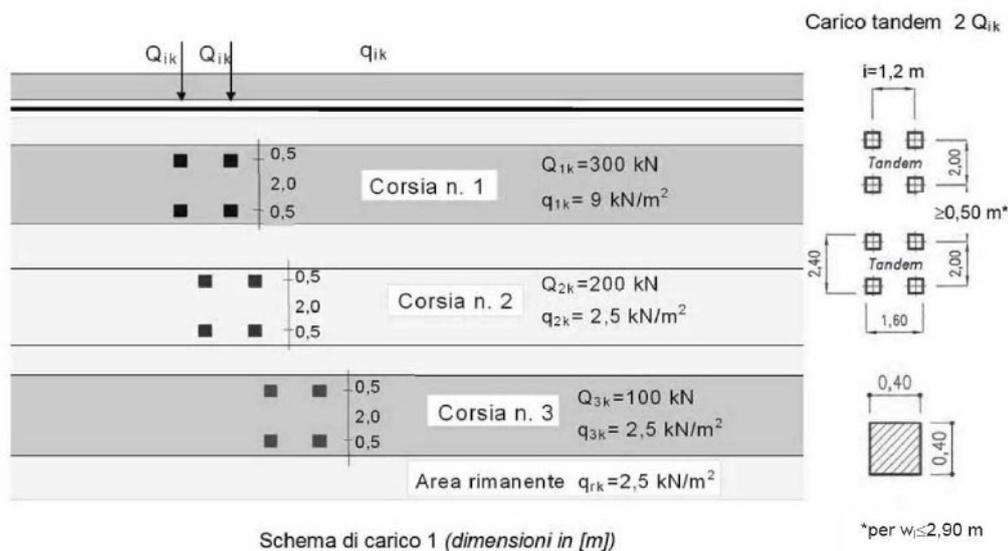
Sono stati considerati cedimenti vincolari pari a 1/5000 della luce delle campate afferenti agli appoggi.

Si ottengono valori pari a 4 mm per le Spalle e la Pila.

5.2.6 Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q_1

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

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



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

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 CV02 - Cavalcavia	

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

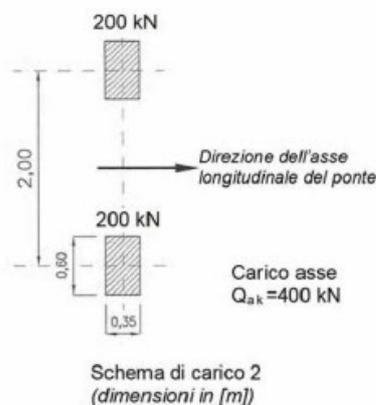
Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

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		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

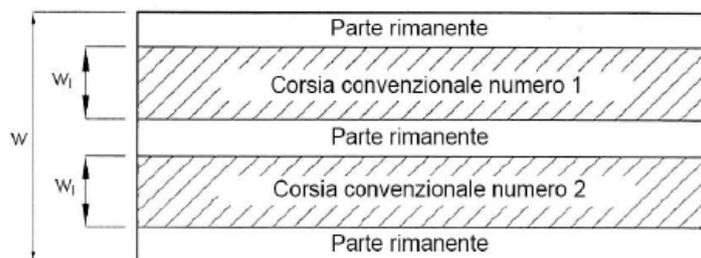


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

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;
- 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;

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

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili sulle due travi per le combinazioni da C1-sx a C2-sx (carichi mobili in SX):

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	266.67	33.33
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	311.11	188.89
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	24.00	3.00
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	25.67	8.83
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.42	0.58

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili sulle due travi per le combinazioni da C1-dx a C2-dx (carichi mobili in DX):

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 CV02 - Cavalcavia	

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	33.33	266.67
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	188.89	311.11
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	3.00	24.00
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	8.83	25.67
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.58	0.42

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

5.2.6.3 Disposizione longitudinale dei carichi mobili

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

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

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

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

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

Nel caso in esame si ha:

$$q_3 = 418.1 \text{ kN}$$

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.

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 CV02 - Cavalcavia	

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 forza centrifuga non viene considerata.

5.2.9 Azioni di Neve e di Vento – q5

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

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

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

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

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

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

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:

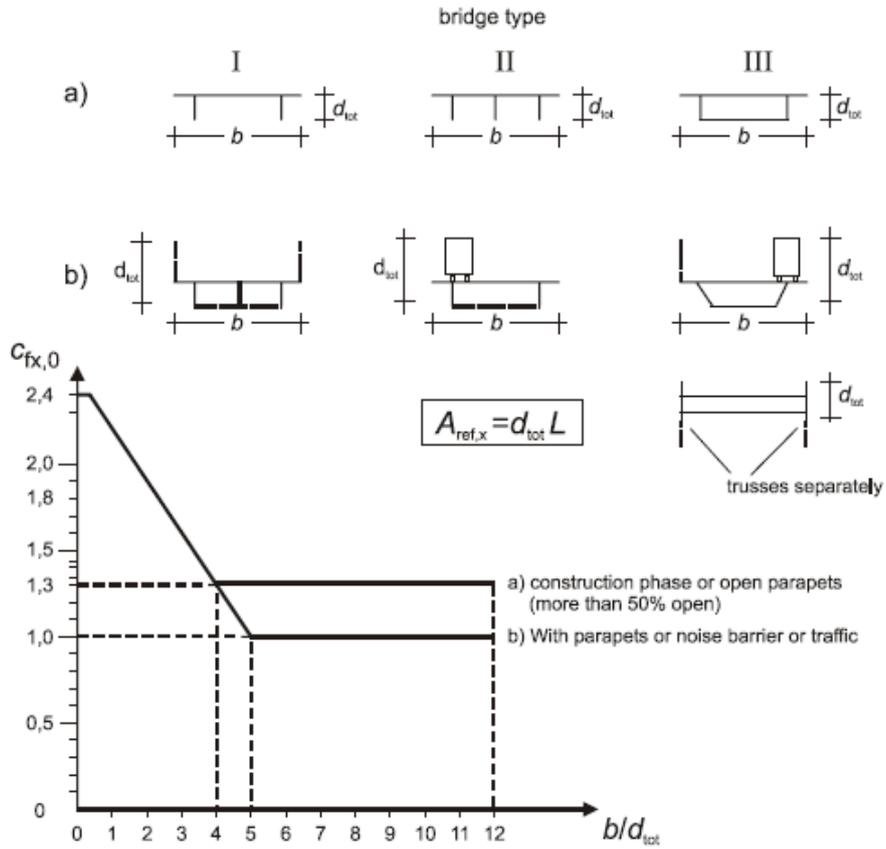


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges, $C_{fx,0}$

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 CV02 - Cavalcavia	

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	65
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	8.0
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		2.21
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.73
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.85
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico		kN/m2	1.88
pressione del vento impalcato carico		kN/m2	2.00
pressione del vento pile		kN/m2	1.30
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	21.2
altezza impalcato scarico	Hp1	m	3.84
Altezza impalcato carico	Hp2	m	4.75
Altezza centro di taglio	zg	m	1.47
Carichi dovuti al vento	qt (kN/m)	b (m)	Mt (kNm/m)
Impalcato scarico (braccio al baricentro impalcato)	7.2	0.45	3.2
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	9.5	0.91	8.6
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	7.2	1.92	13.9
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	9.5	2.38	22.6

Carichi verticali agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.72	0.72
Vento ad impalcato carico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-1.91	1.91
Vento ad impalcato scarico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-3.08	3.08
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-5.02	5.02

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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

Nel caso in esame si ha:

$$F_{w,z} = \pm q_b \times c_e \times c_{f,z} \times A_{ref,z} = \pm 0.49 \times 2.21 \times 0.9 \times 8.0 \times 10.0 = \pm 78.1 \text{ kN}$$

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:

$$e = b / 4 = 8.0 / 4 = 2.0 \text{ m}$$

e pertanto, si sviluppa un momento torcente pari a:

$$M_{tw,z} = \pm 78.1 \times 2.0 = \pm 156.1 \text{ kNm}$$

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

$$R_{F_{w,z}} = 78.1 / 2 + 156.1 \times 0.222 = 73.68 \text{ kN}$$

Le reazioni generate dai carichi permanenti è pari complessivamente a:

$$R_{G1+G2} = 567.0 \text{ kN}$$

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

5.2.10 Azioni della temperatura – q7

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

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

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

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

Dati	Var	unità	
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

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

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).



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:

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 CV02 - Cavalcavia	



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

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

Variazioni termiche positive:

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

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

Variazioni termiche negative:

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

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

Essendo:

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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

Effetti dovuti alle Variazioni termiche (q7)	var	unità	
variazione termica positiva	$\Delta T+$	°	10.0
variazione termica negativa	$\Delta T-$	°	-10.0
coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
coefficiente di omogeneizzazione a t0	n0		6.16
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a t0 estremità sx	z	m	0.236
baricentro della sezione composta a t0 estremità dx	z	m	0.236
 Forza assiale d'estremità DT+	 NcdT+	 kN	 7360.7
Momento flettente d'estremità sx	McdT+sx	kNm	-1733.9
Momento flettente d'estremità dx	McdT+dx	kNm	-1733.9
 Forza assiale d'estremità DT-	 NcdT-	 kN	 -7360.7
Momento flettente d'estremità sx	McdT-sx	kNm	1733.9
Momento flettente d'estremità dx	McdT-dx	kNm	1733.9

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità - DT+	kN	3680.3	3680.3
Momento flettente d'estremità sx	kNm	-867.0	-867.0
Momento flettente d'estremità dx	kNm	-867.0	-867.0
Forza assiale d'estremità - DT-	kN	-3680.3	-3680.3
Momento flettente d'estremità sx	kNm	867.0	867.0
Momento flettente d'estremità dx	kNm	867.0	867.0

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 CV02 - Cavalcavia	

5.2.11 Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 CV02 - Cavalcavia	

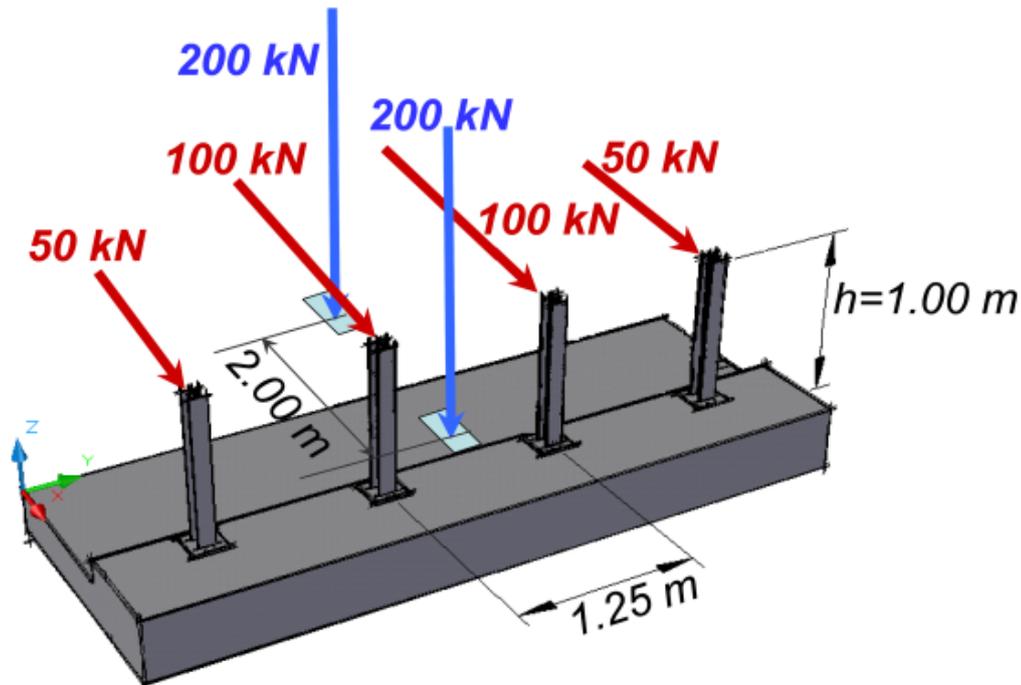


Figura 5.4: Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie"

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

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

Il sistema di forze equivalenti alle azioni causate da collisioni sugli elementi di sicurezza in condizioni di progettazione 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 <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

- $S_e(T)$ 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 CV02 - Cavalcavia	

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:

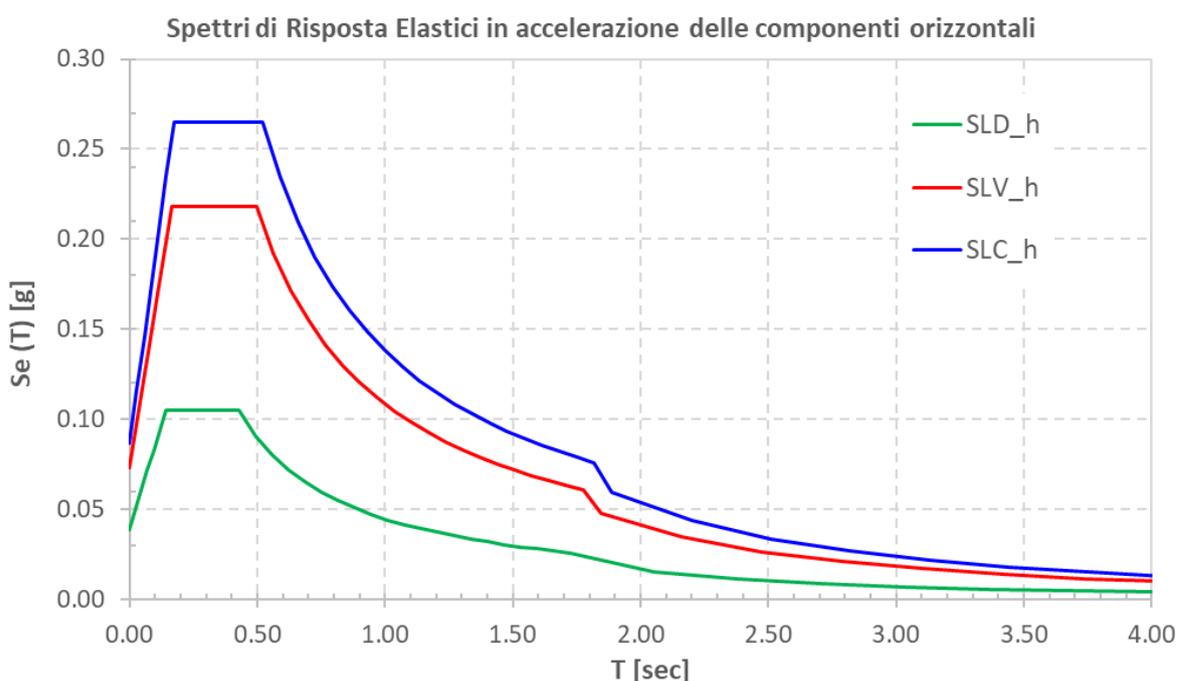


Figura 5.5 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

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

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

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

5.2.13.3 Spettri di risposta in accelerazione della componente verticale

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

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

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

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

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

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad [3.2.9]$$

In cui:

T è il periodo di vibrazione;

$S_{ve}(T)$ è l'accelerazione spettrale verticale;

F_v Il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione $F_v = 1,35 \times F_0 \times (a_g/g)^{0,5}$;

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

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

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

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

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

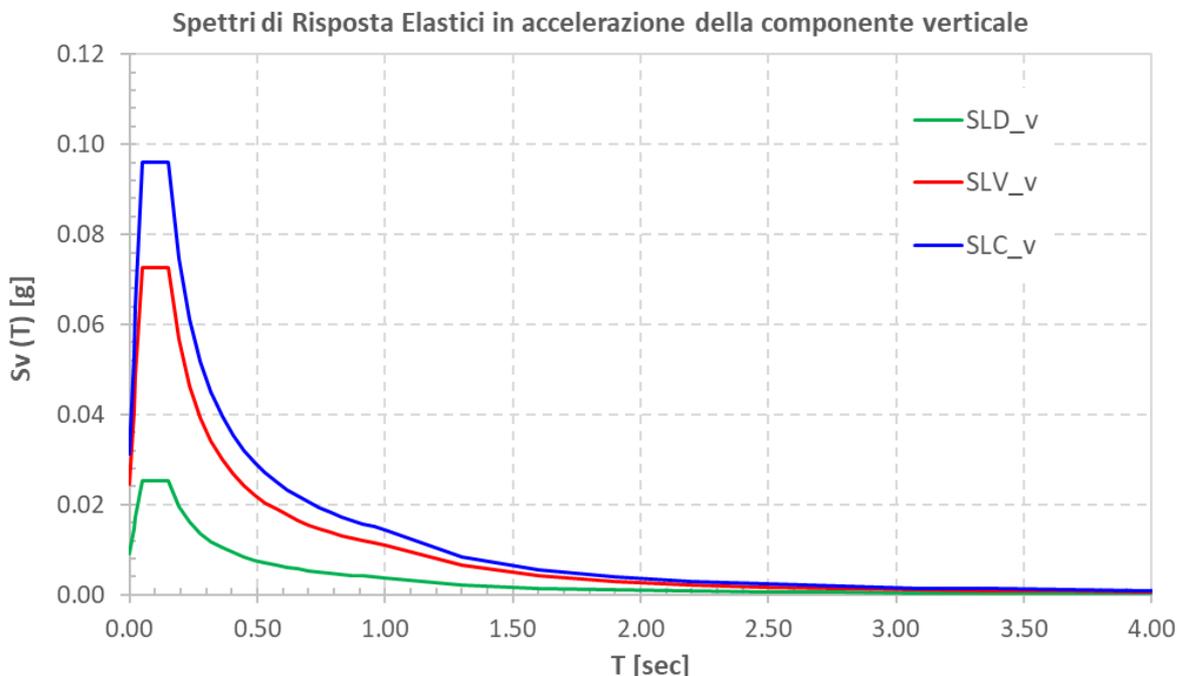


Figura 5.6 – Spettri elastici di risposta in accelerazione della componente verticale

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 CV02 - Cavalcavia	

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	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

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 CV02 - Cavalcavia	

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

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

5.3.1.1 Combinazioni per verifiche strutture d'impalcato

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

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

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

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

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

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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

5.3.1.2 Combinazioni per sottostrutture

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

5.3.2 Combinazioni di carico in fase sismica

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

Sono state considerate le seguenti combinazioni:

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

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

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

Essendo:

E_{EI} Azione sismica in direzione orizzontale longitudinale;

E_{Et} Azione sismica in direzione orizzontale trasversale;

E_{Ev} Azione sismica in direzione verticale.

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

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

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

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 CV02 - Cavalcavia</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 a più campate](#) con luci pari agli interassi delle spalle-pile 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 r*: 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 $n_L = n_{rit}$. Con questo modello si valutano gli effetti dovuti al ritiro.
4. *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 CV02 - Cavalcavia</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:

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

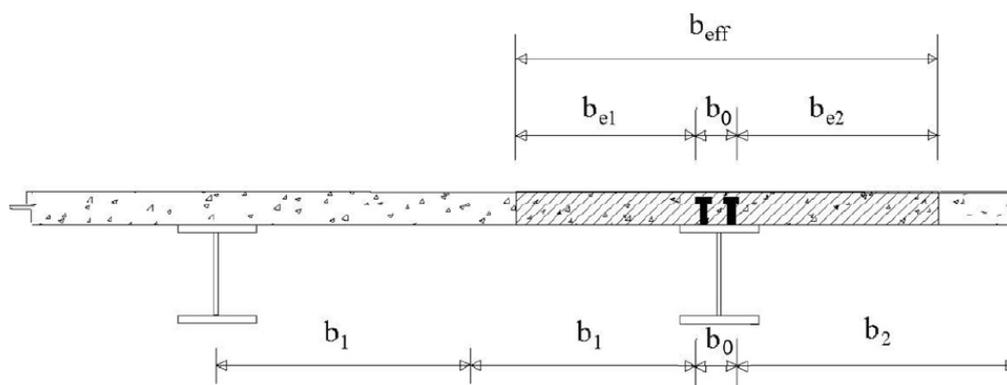


Fig. 4.3.1. - Definizione della larghezza efficace b_{eff} e delle aliquote b_{ei}

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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

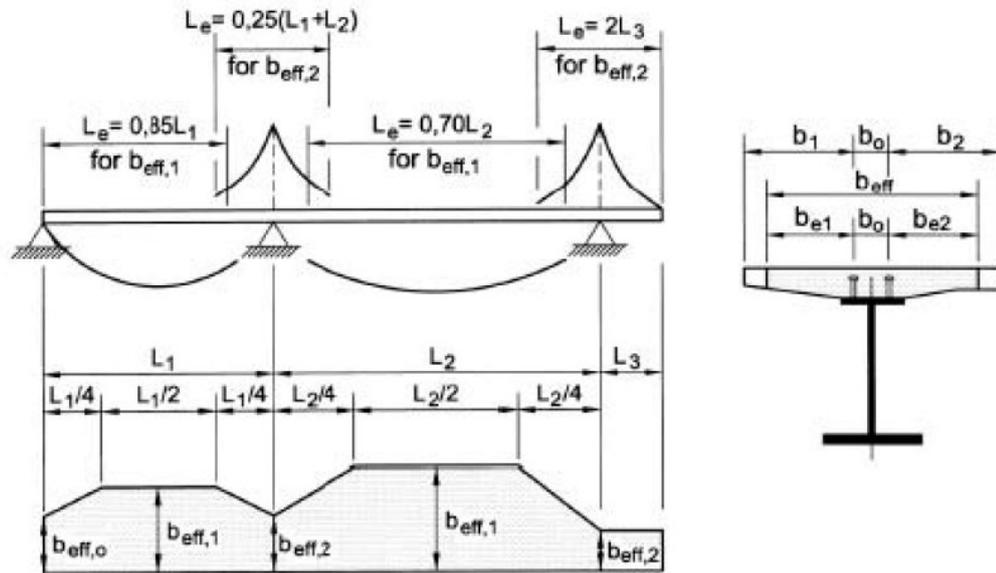


Fig. 4.3.2 - Larghezza efficace, b_{eff} e luci equivalenti, L_e per le travi continue

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:



Figura 6.2. 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 CV02 - Cavalcavia</i>	

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:

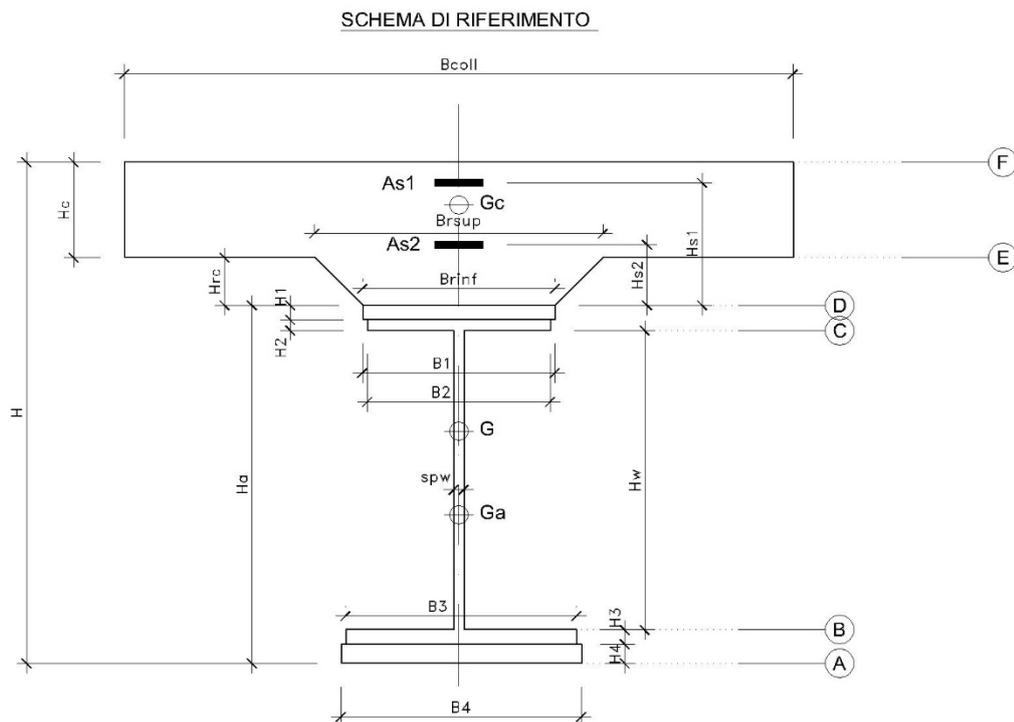


Figura 6.3. Schema di riferimento per la valutazione delle caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni delle travi d'impalcato

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 CV02 - Cavalcavia	

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 spalle e pile.

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

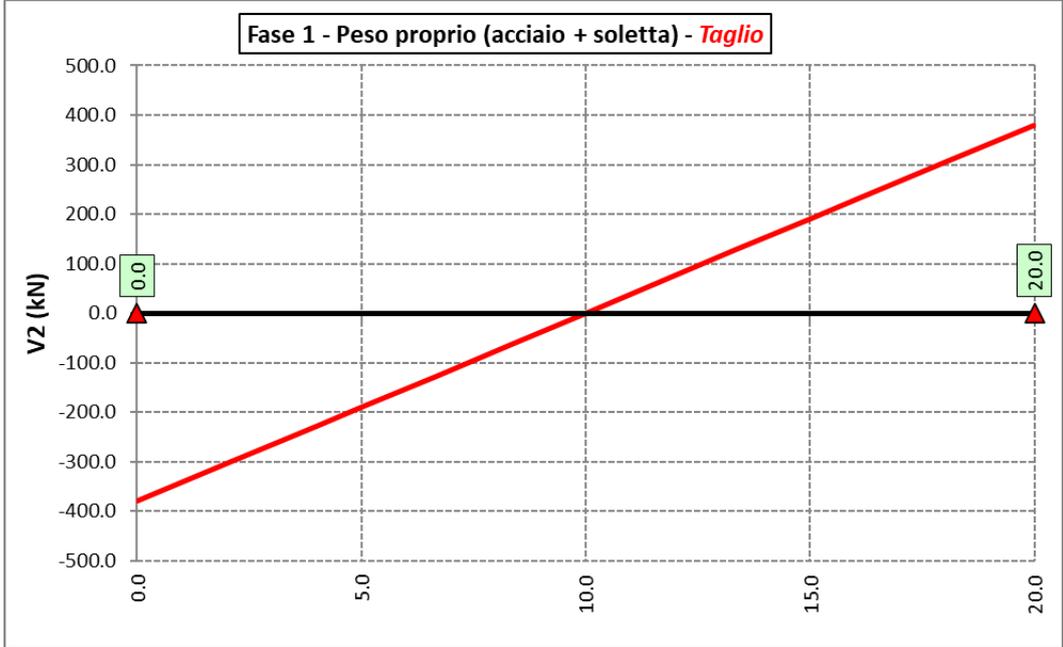
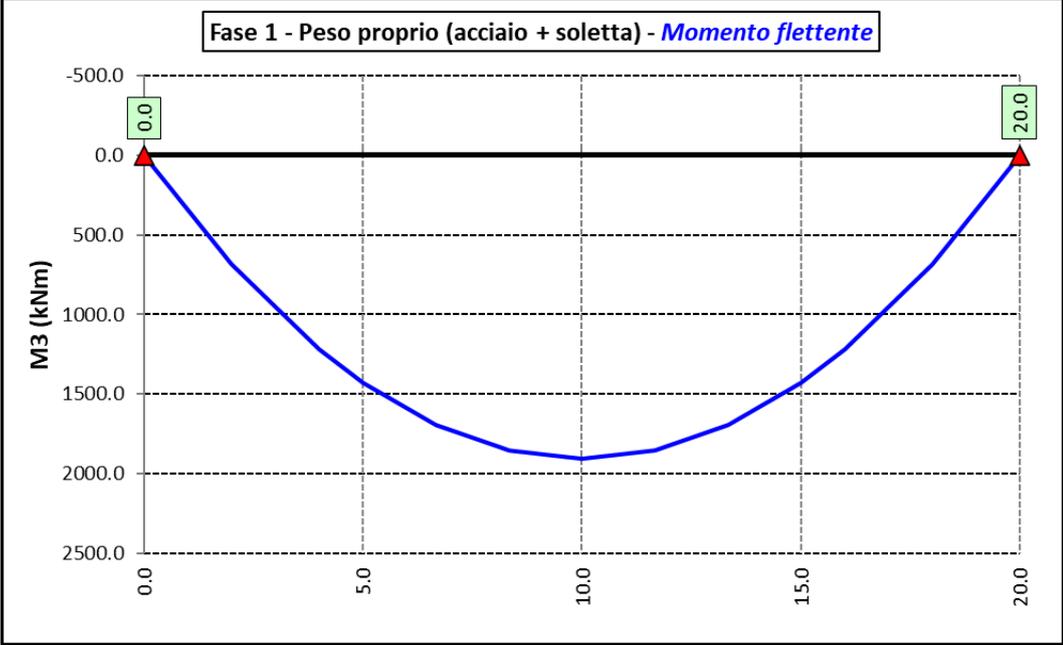
Le azioni dovute al vento, specificate al par.5.2.9, sono state applicate quali carichi verticali uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano la trave.

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:

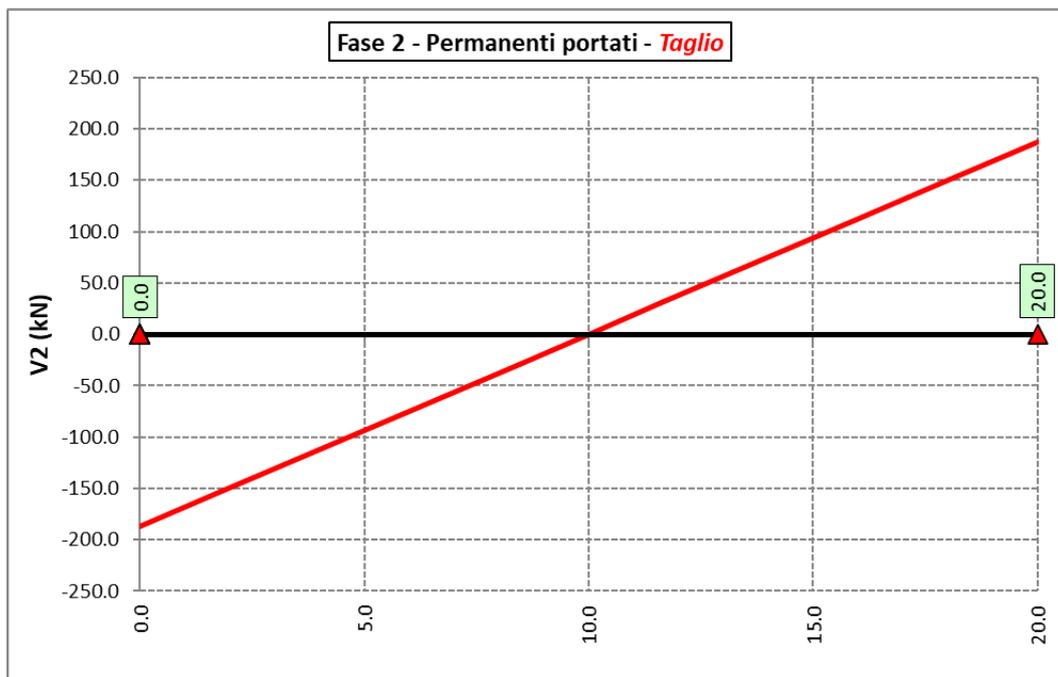
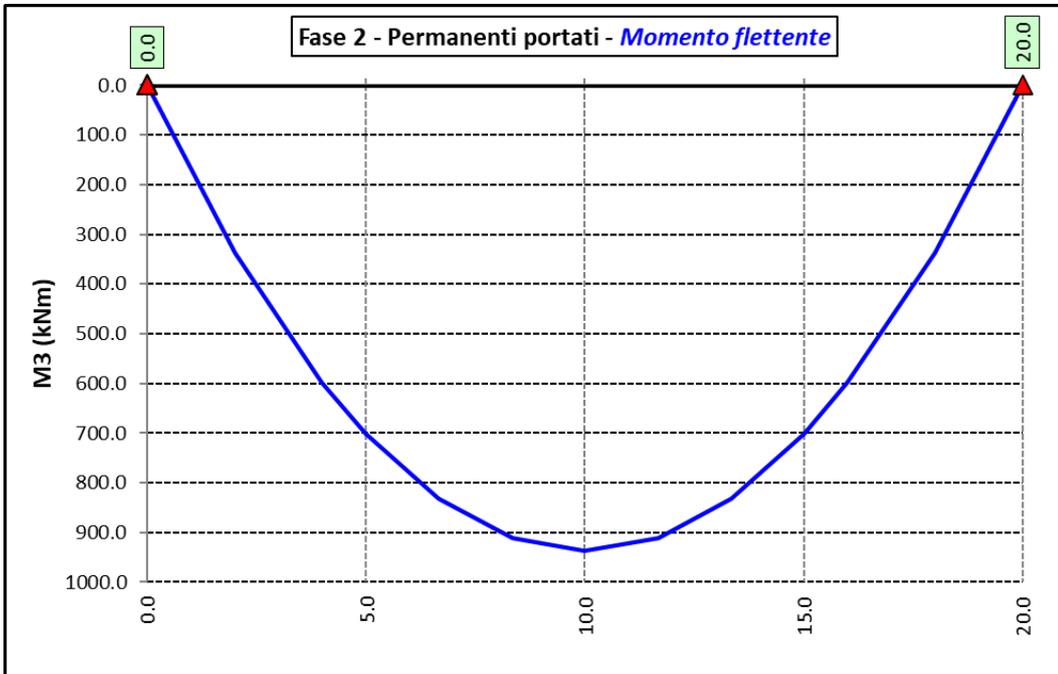
Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

6.2.3.1 Peso proprio (acciaio + soletta) – Modello 1



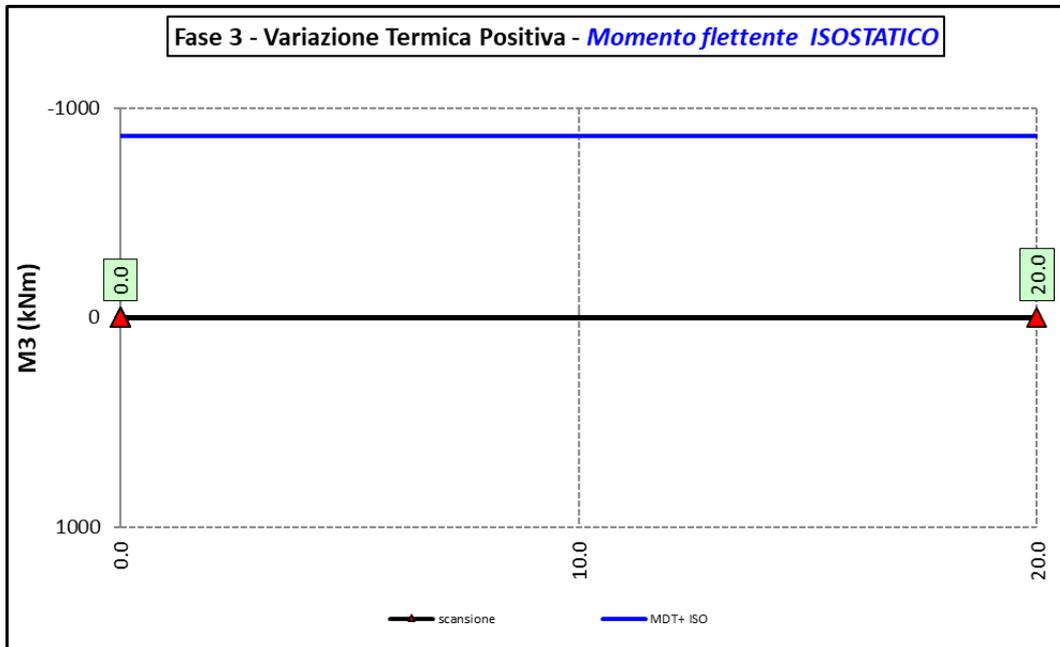
Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

6.2.3.2 Permanenti portati – Modello 2

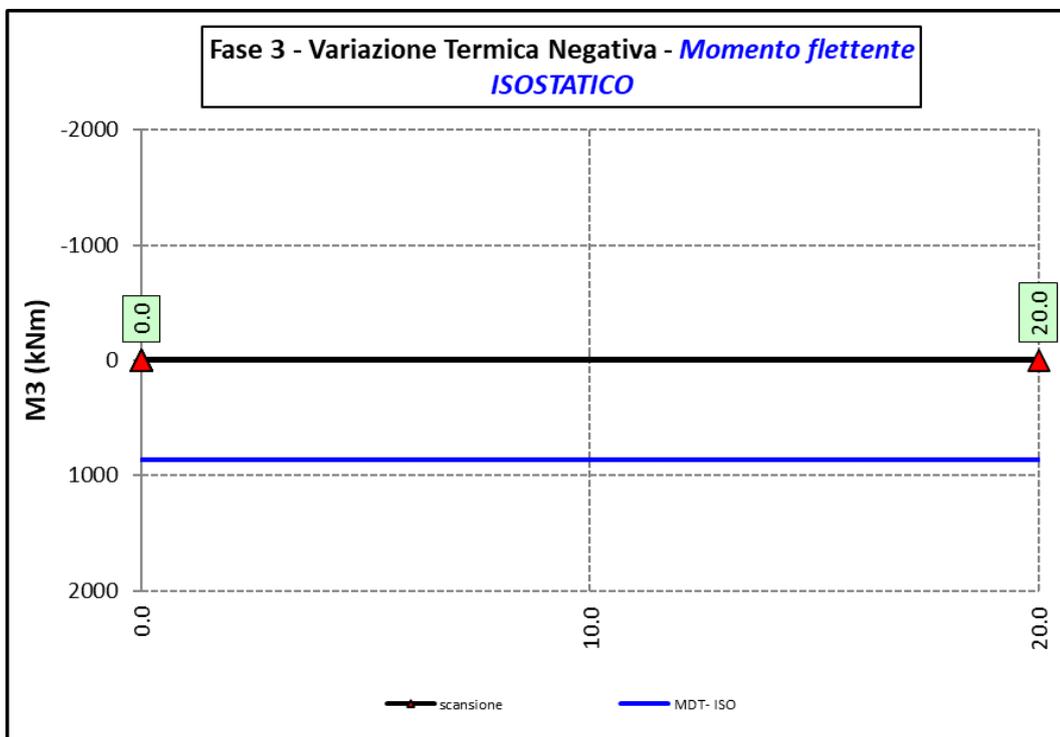


Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

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

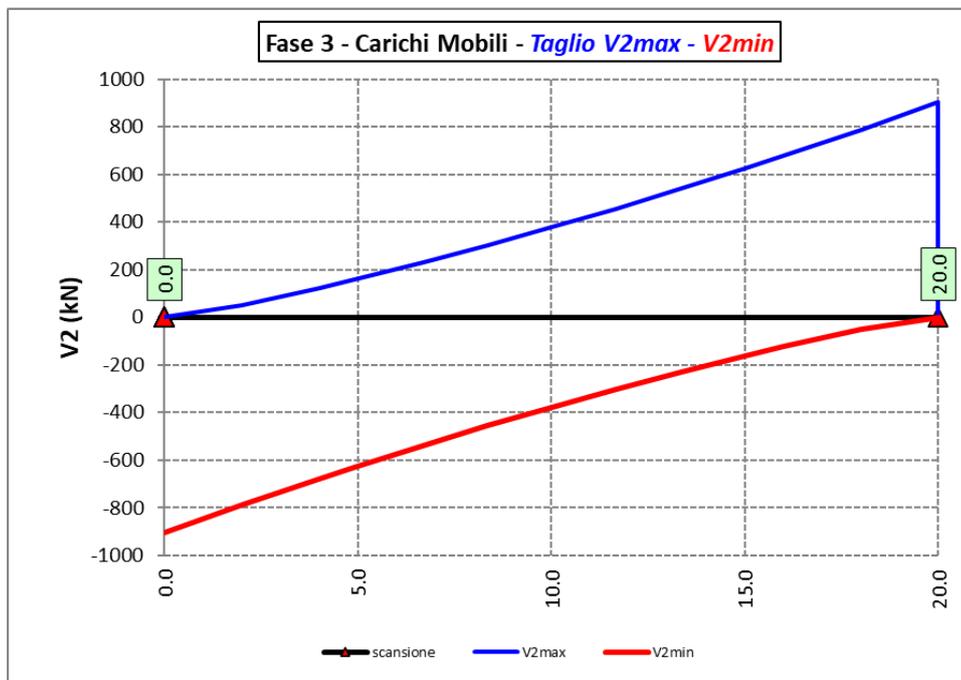
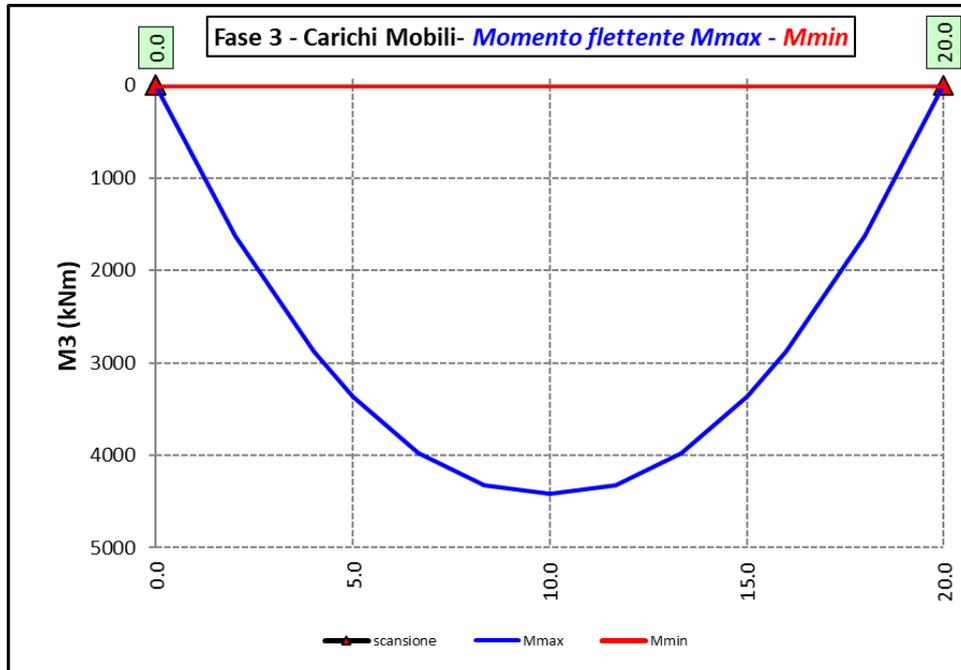


6.2.3.4 Variazioni termiche negative ($\Delta T-$) - Modello 3



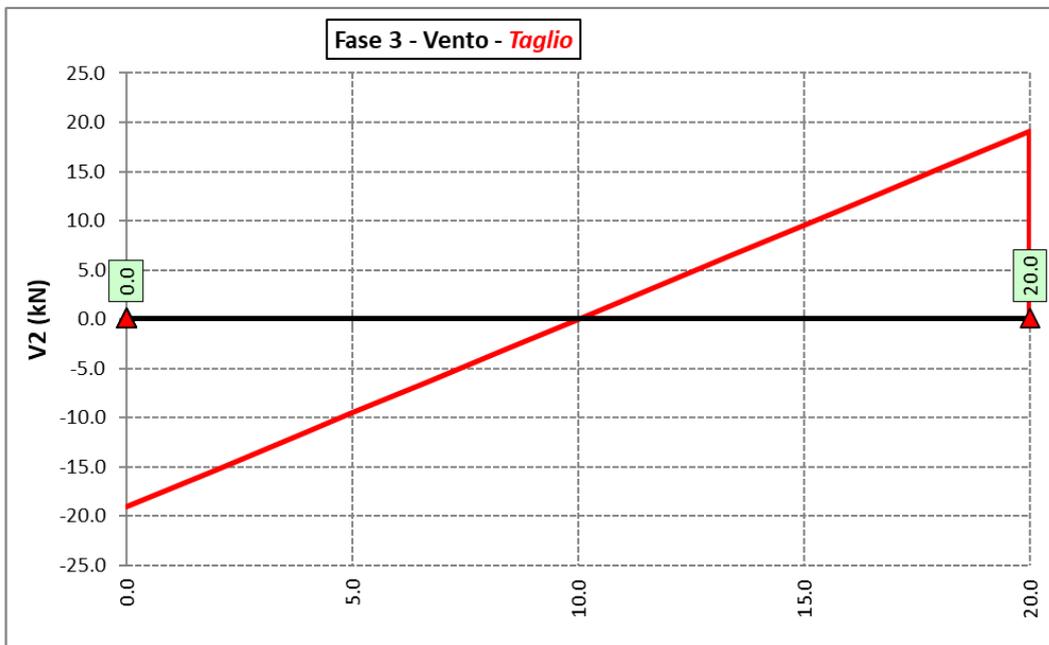
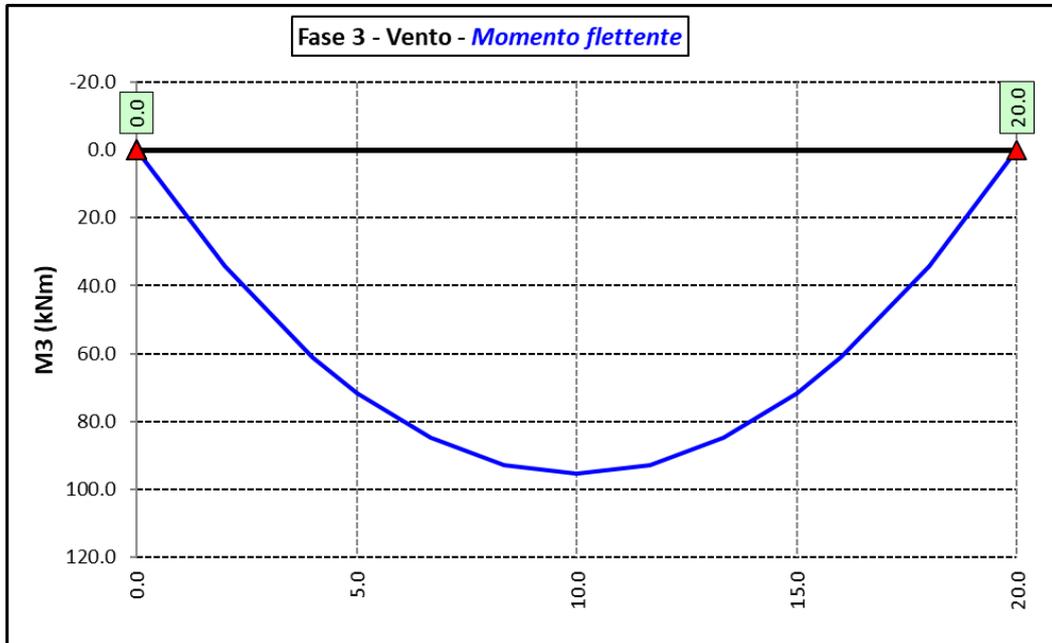
Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

6.2.3.5 Azioni variabili da traffico (Inviluppi) – Modello 3

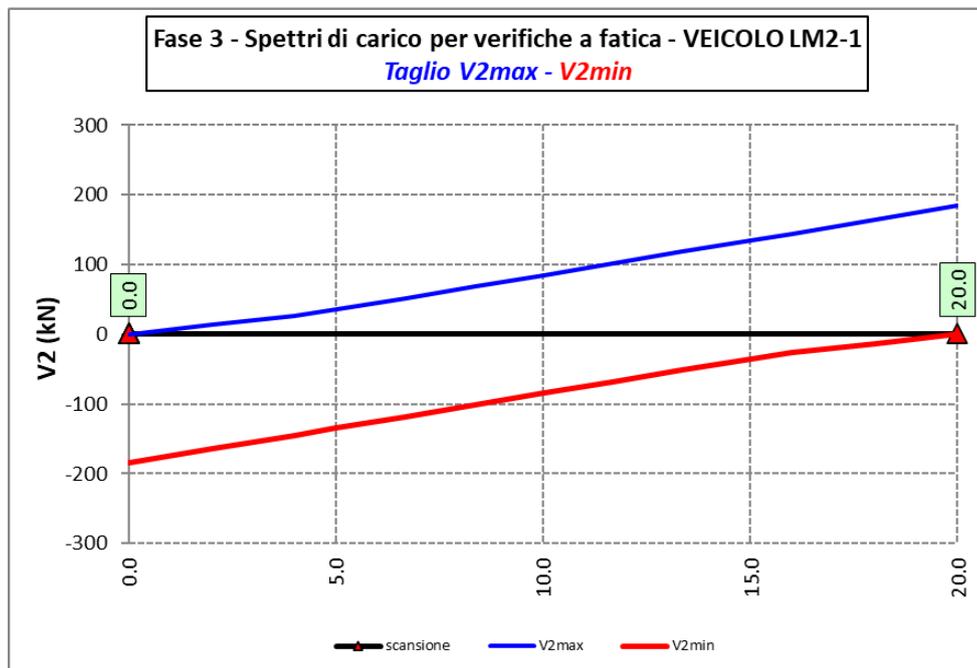
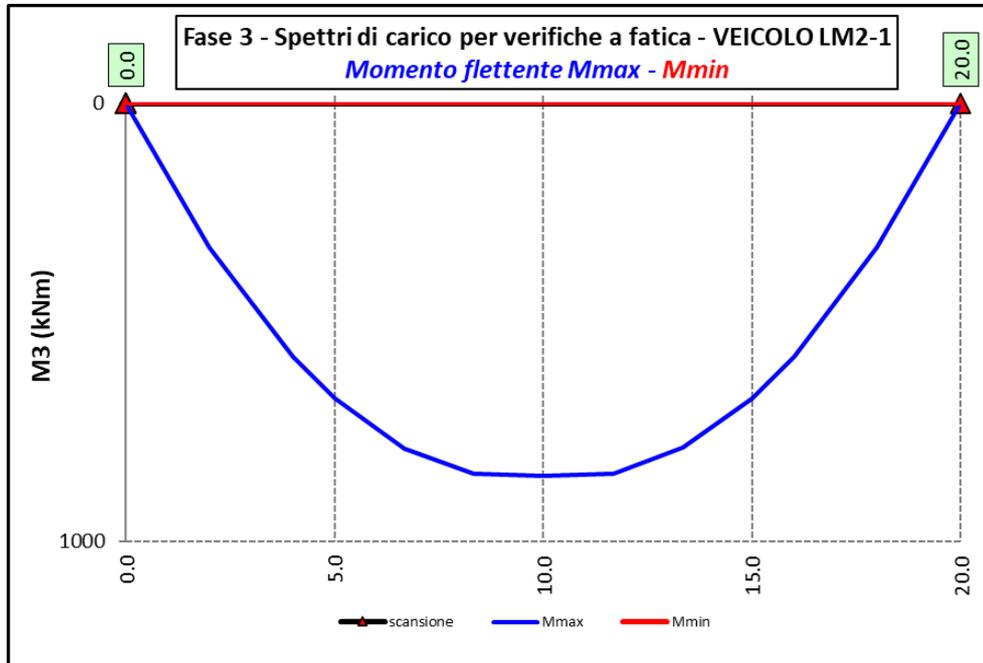


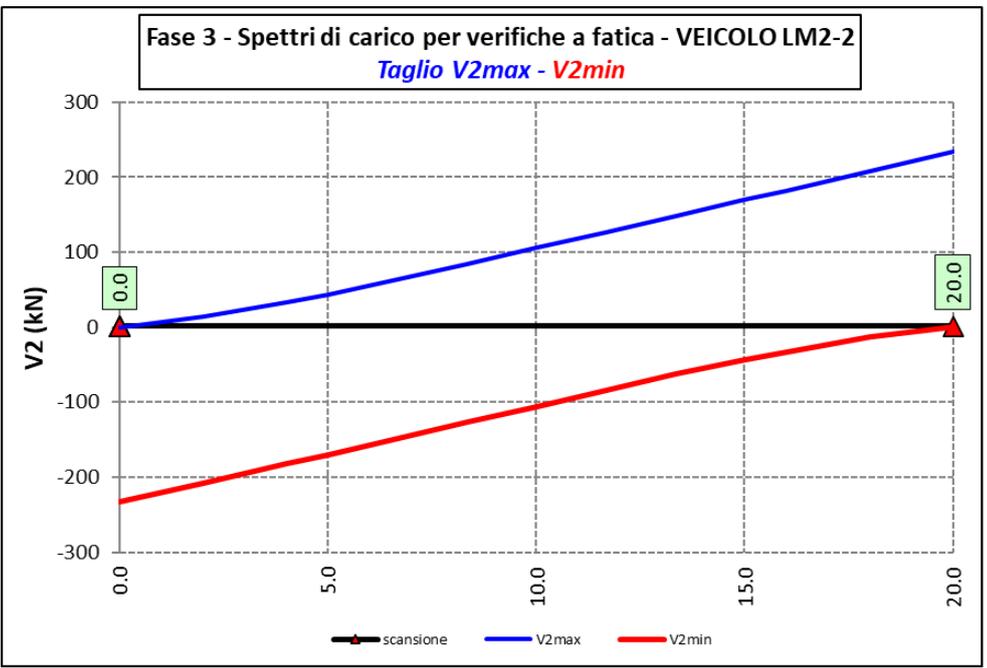
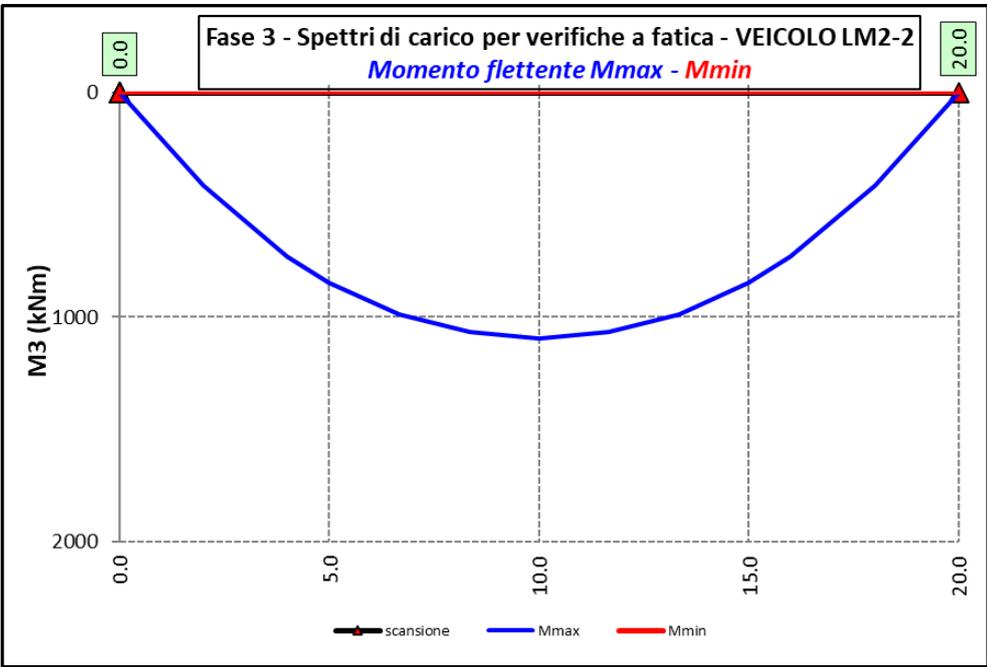
Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

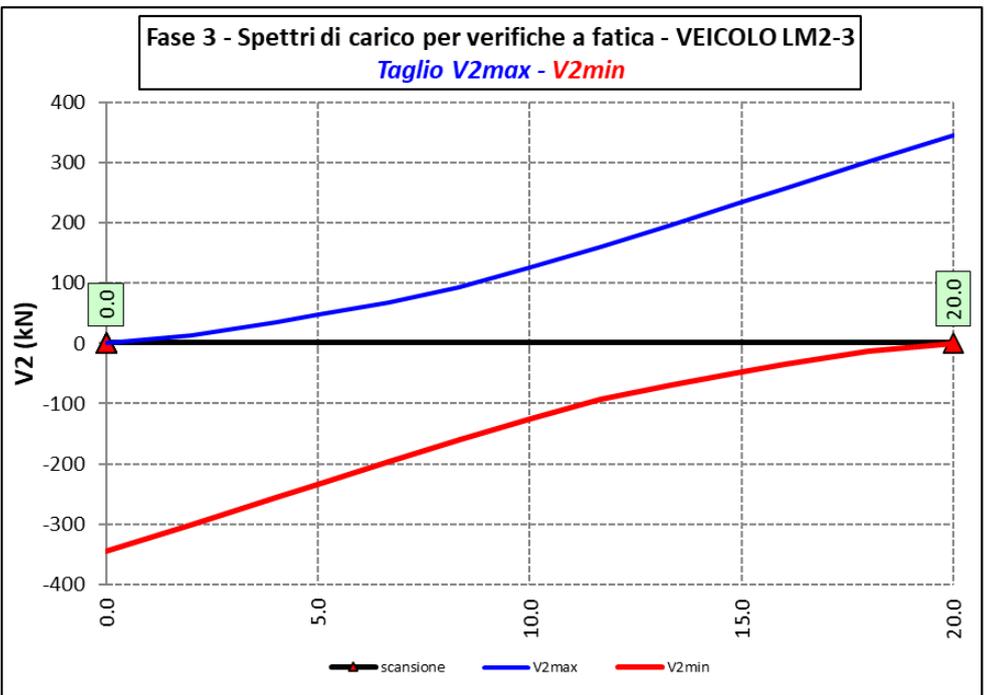
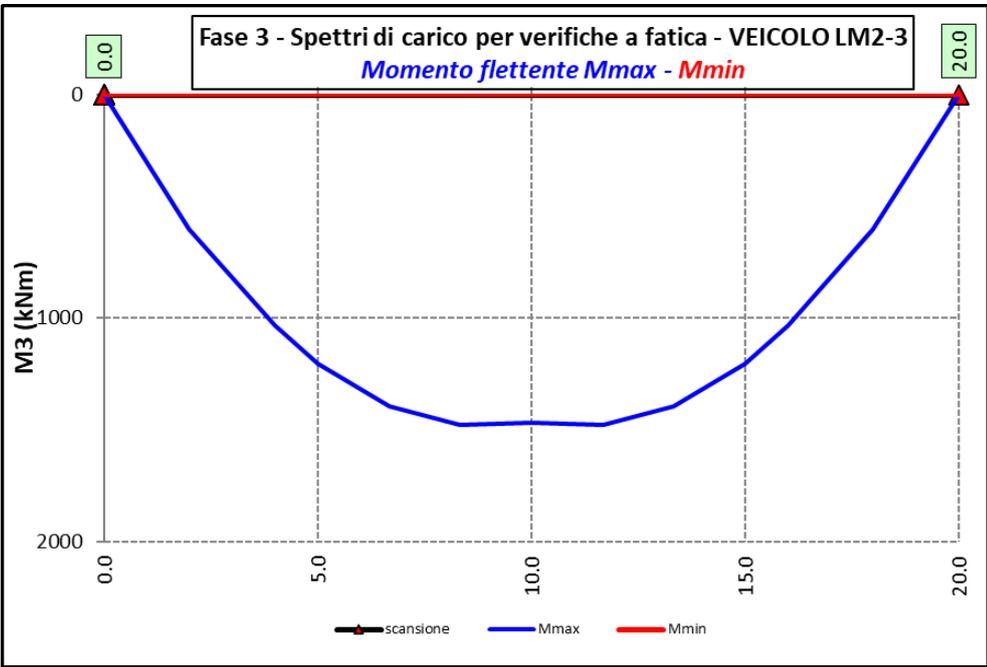
6.2.3.6 Vento – Modello 3

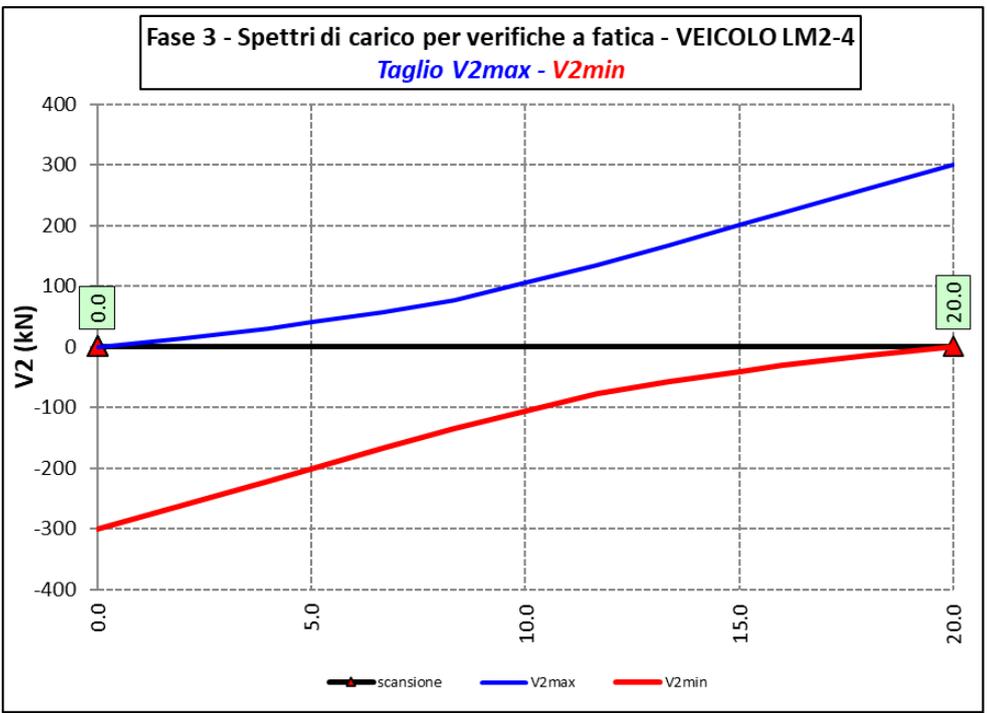
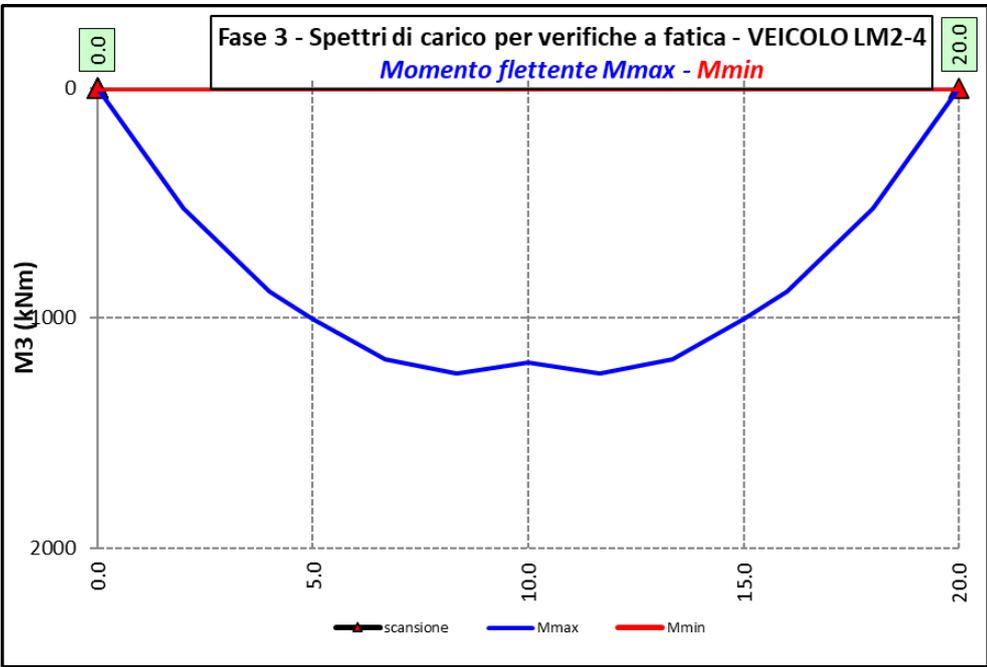


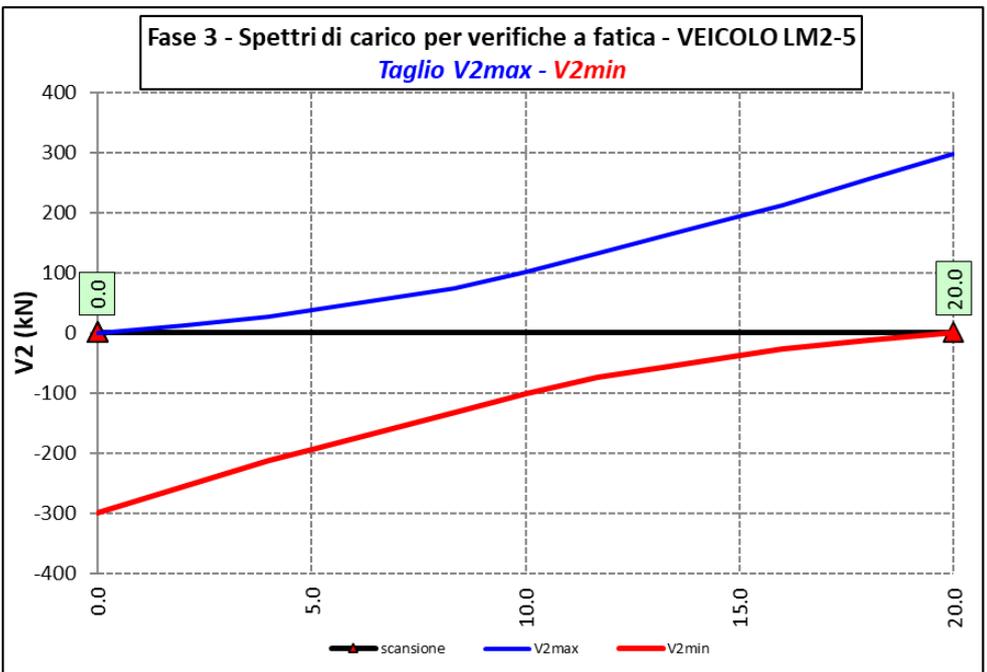
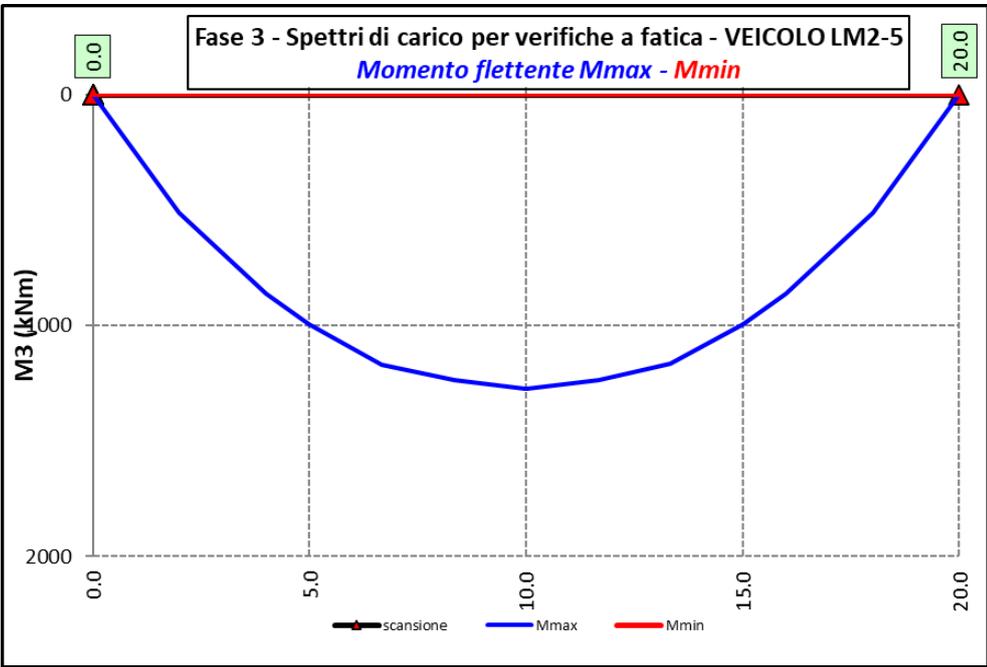
6.2.3.7 Spettri di carico per verifiche a fatica – Modello 3











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.

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 CV02 - Cavalcavia	

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:

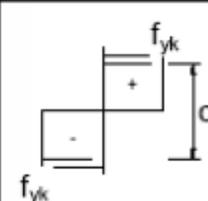
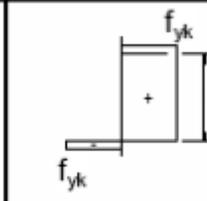
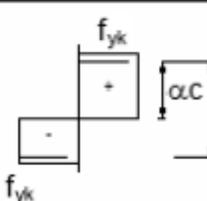
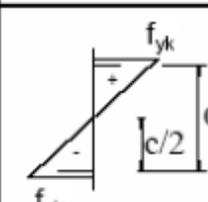
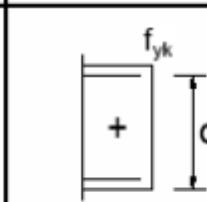
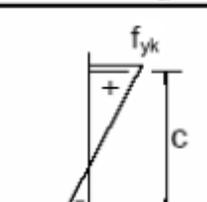
- Classe 1: quando la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico di cui al §4.2.3.2 senza subire riduzioni della resistenza. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità 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 CV02 - Cavalcavia

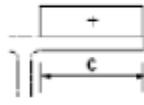
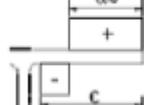
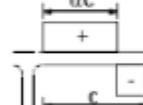
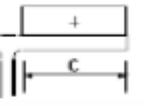
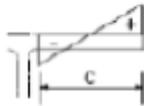
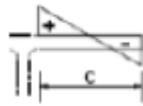
Tab. 4.2.III - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

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

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

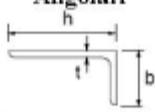
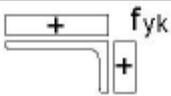
Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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

Piattabande esterne						
Profilati laminati a caldo		Sezioni saldate				
Classe	Piattabande esterne soggette a compressione	Piattabande esterne soggette a flessione e a compressione				
		Con estremità in compressione		Con estremità in trazione		
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_e}$ Per k_e vedere EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	f_{yk}	235	275	355	420	460
	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 CV02 - Cavalcavia	

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>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 $d/t > 90 \varepsilon^2$ 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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

	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;

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

- Per sezioni di classe 3 e 4 si adotta la seguente espressione del dominio di resistenza:

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

in cui:

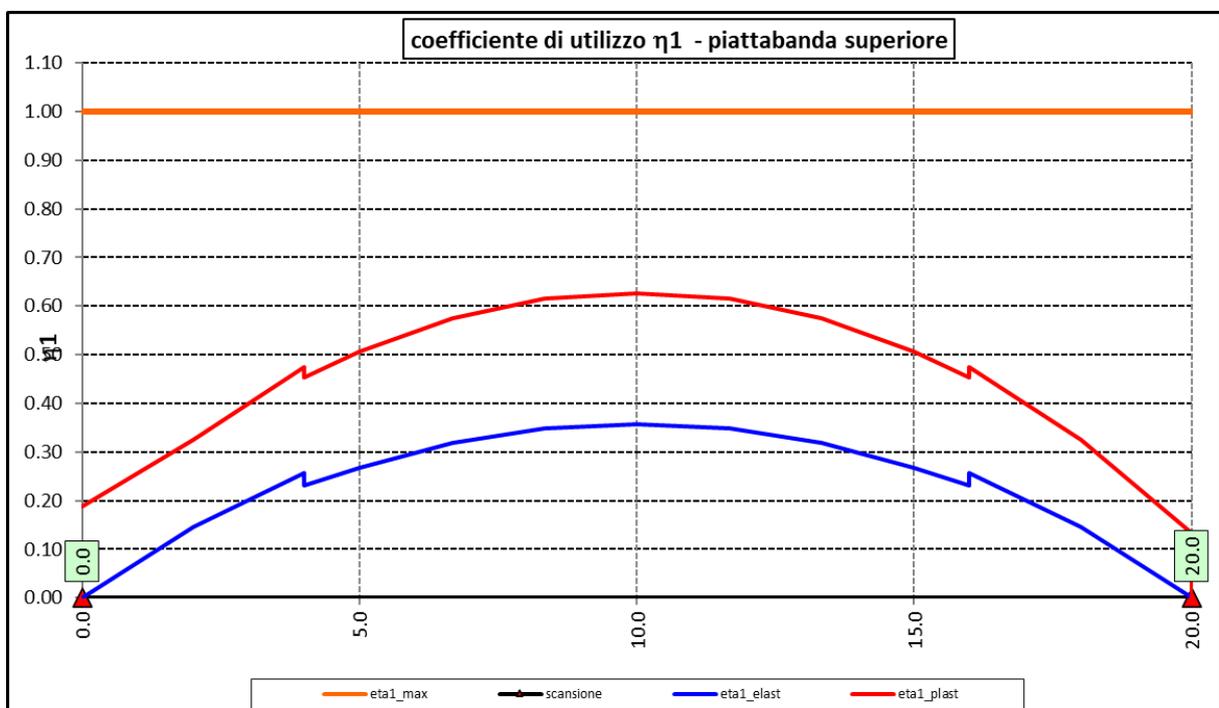
$M_{f,Rd}$ è il momento resistente di progetto delle sole flange efficaci;

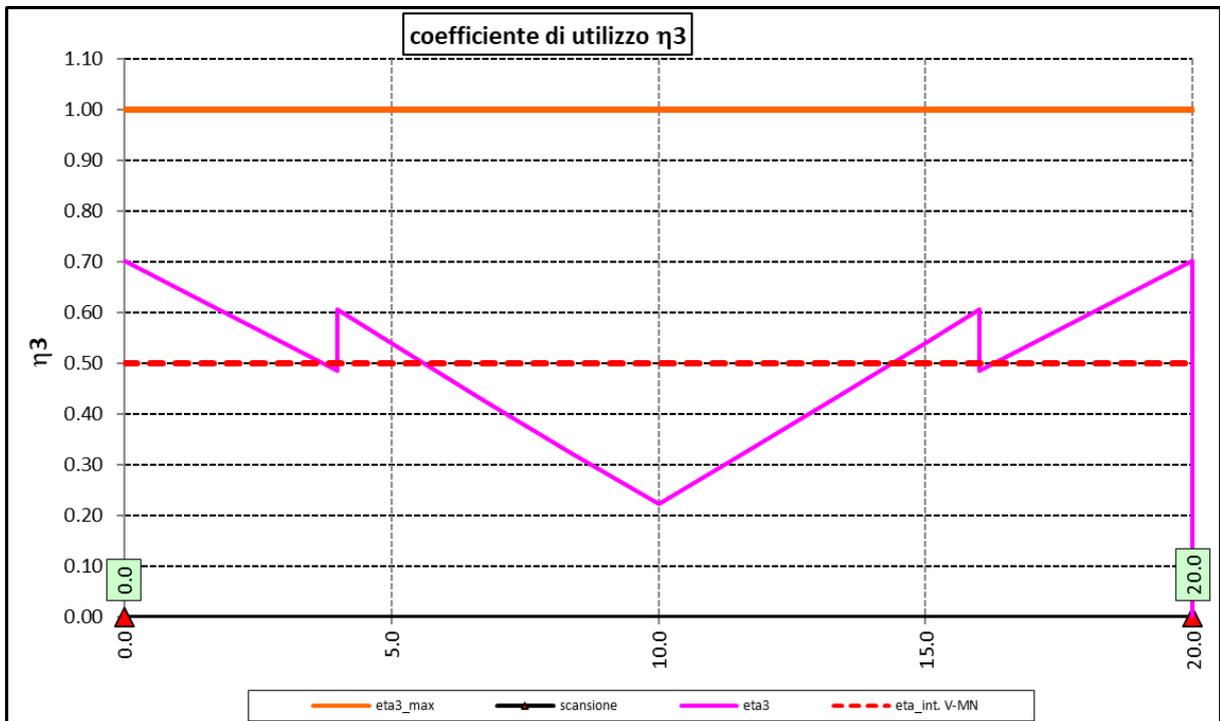
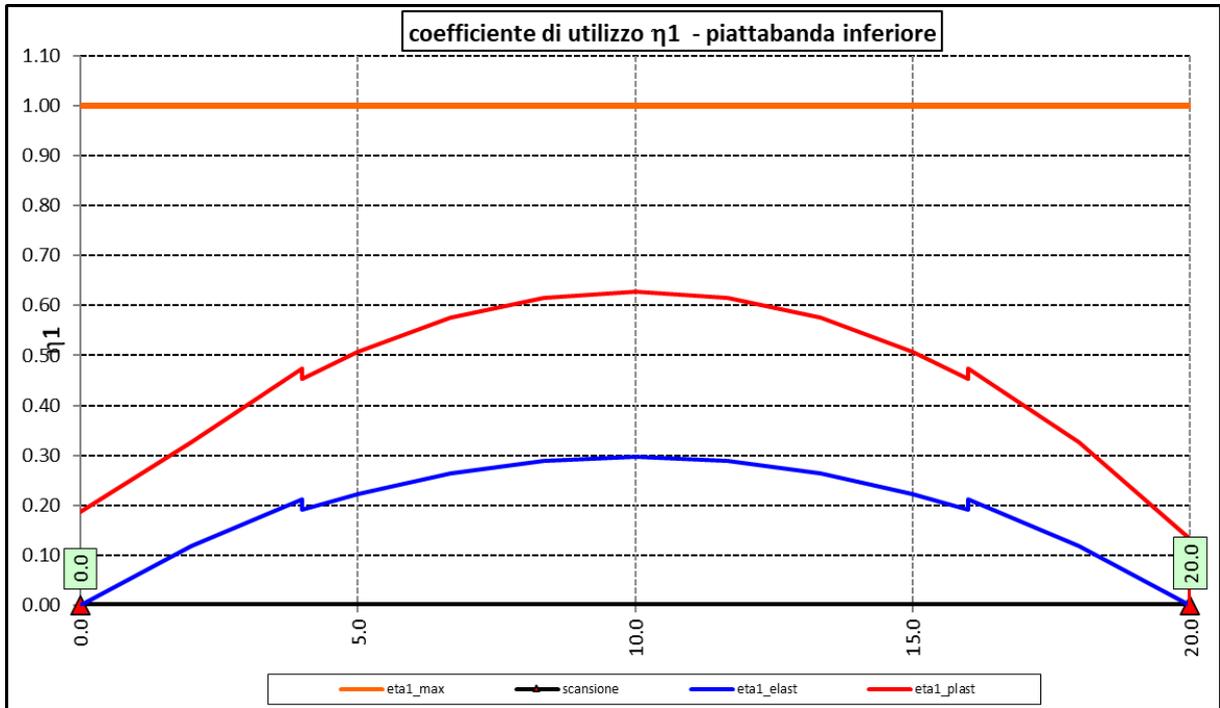
$M_{Pl,Rd}$ è la resistenza plastica della sezione trasversale composta dall'area effettiva delle flange e dall'intera anima senza tener conto della classe di quest'ultima;

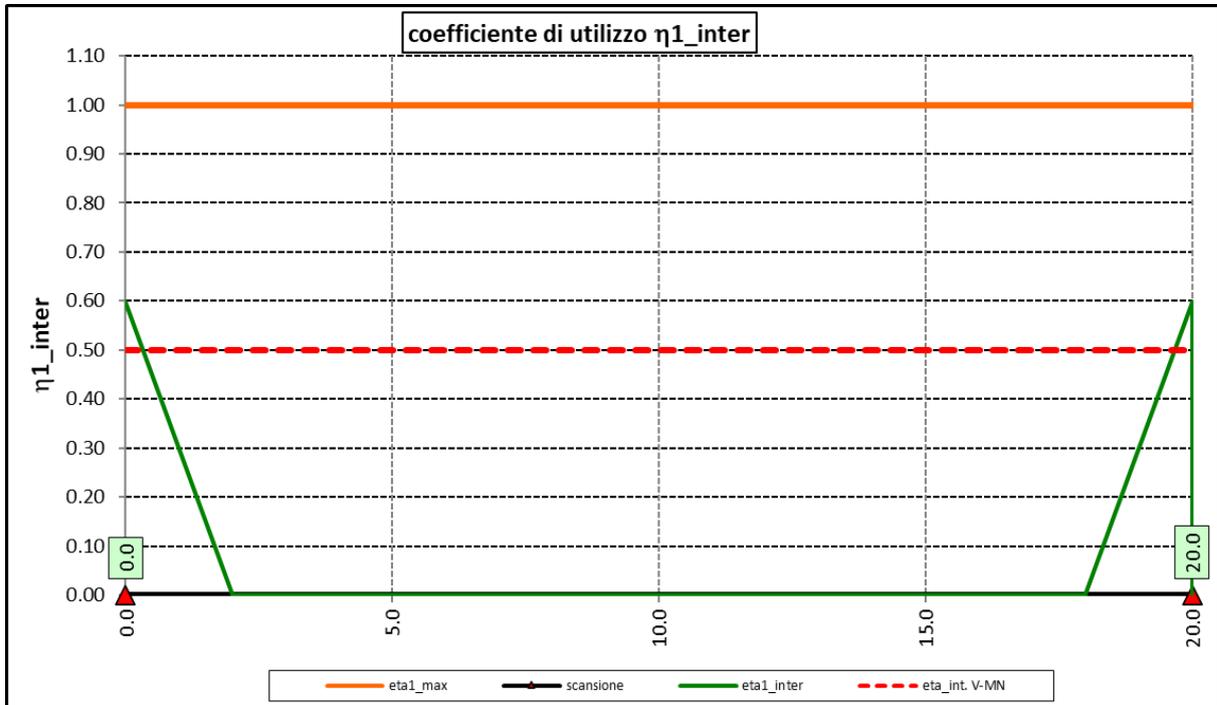
$$\bar{\eta}_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{Pl,Rd}}$$

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

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







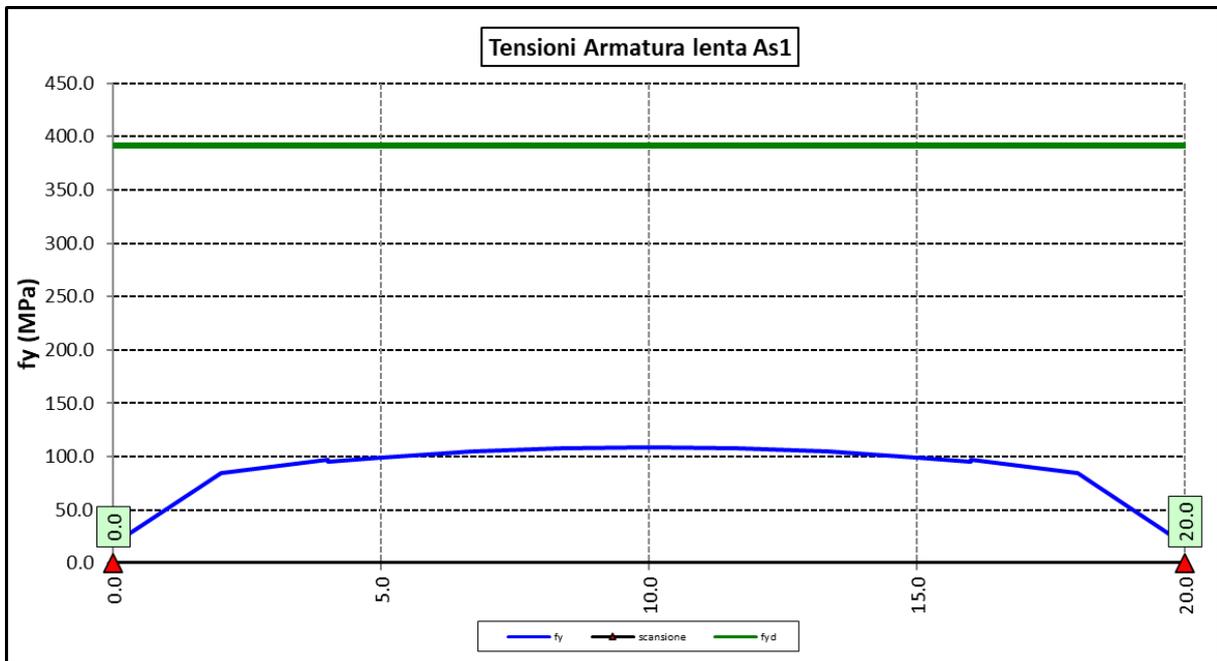
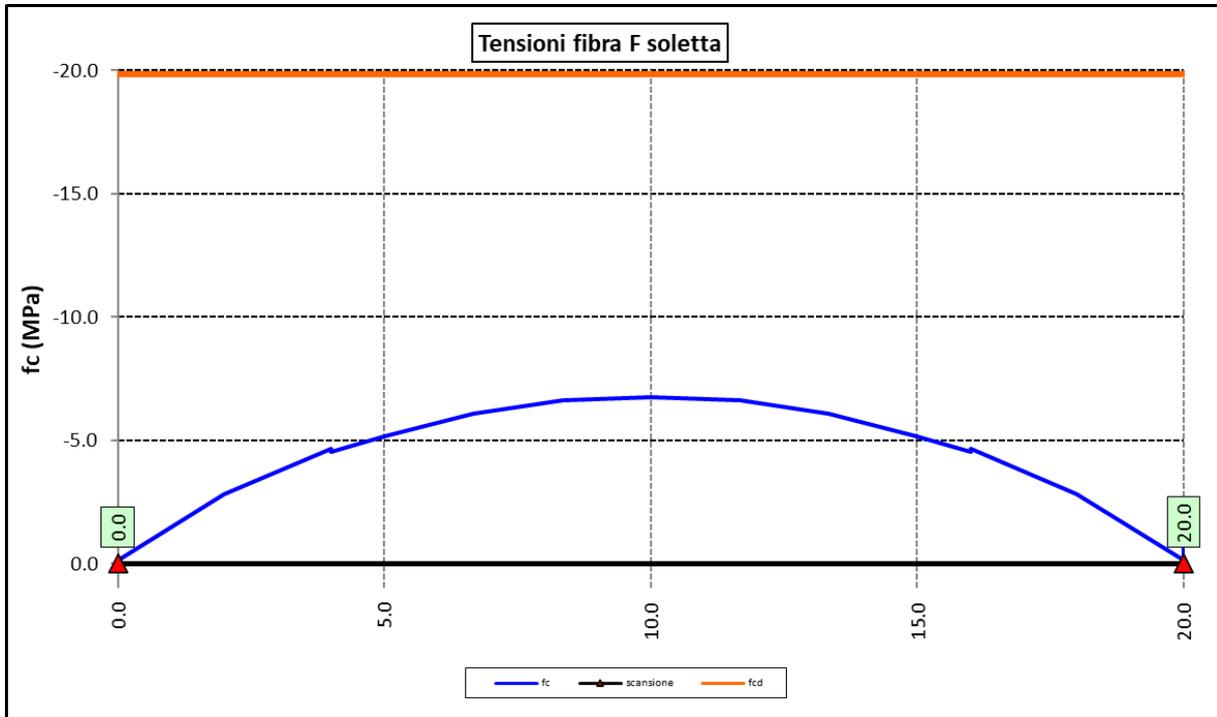
Per quanto attiene la soletta (fibra F) è stato verificato che:

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

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

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

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



Come è possibile evincere le verifiche sono sempre soddisfatte.

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 CV02 - Cavalcavia	

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.

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:

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

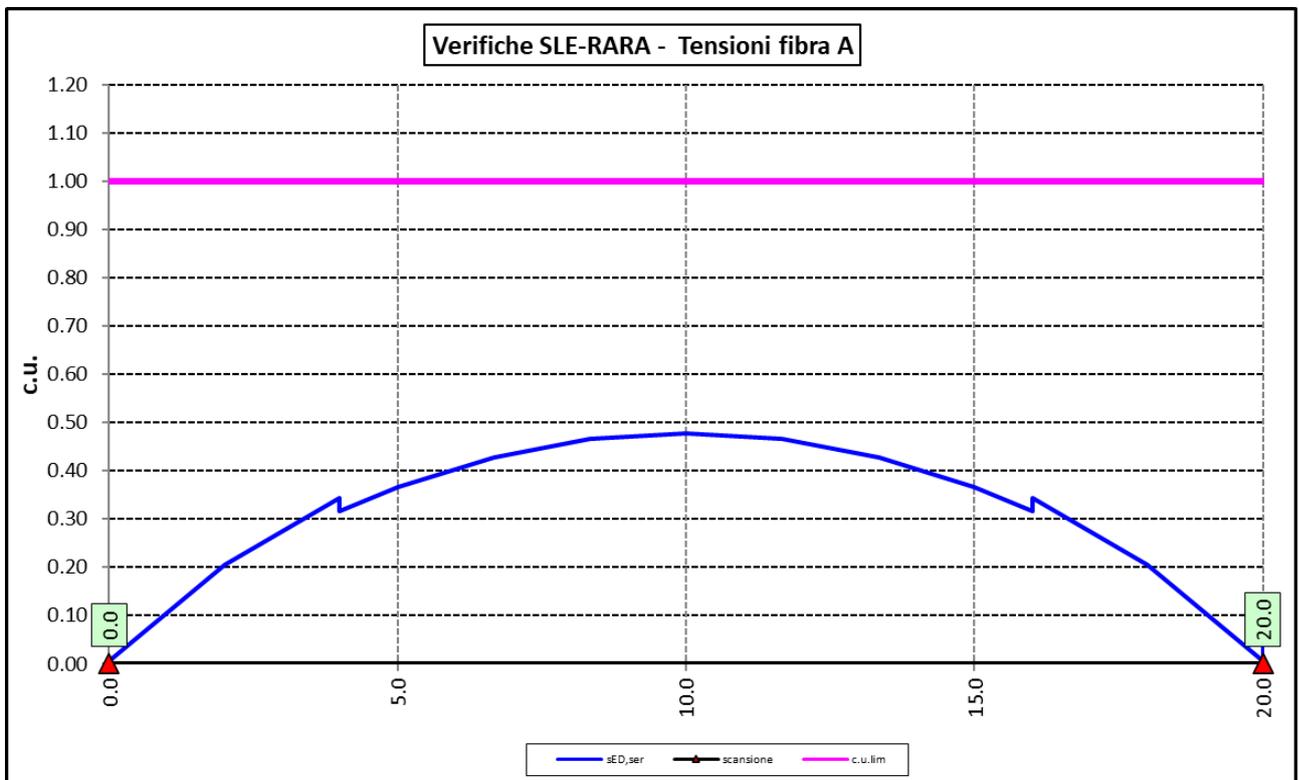
$$\frac{\tau_{Ed,ser}}{f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})} \leq 1$$

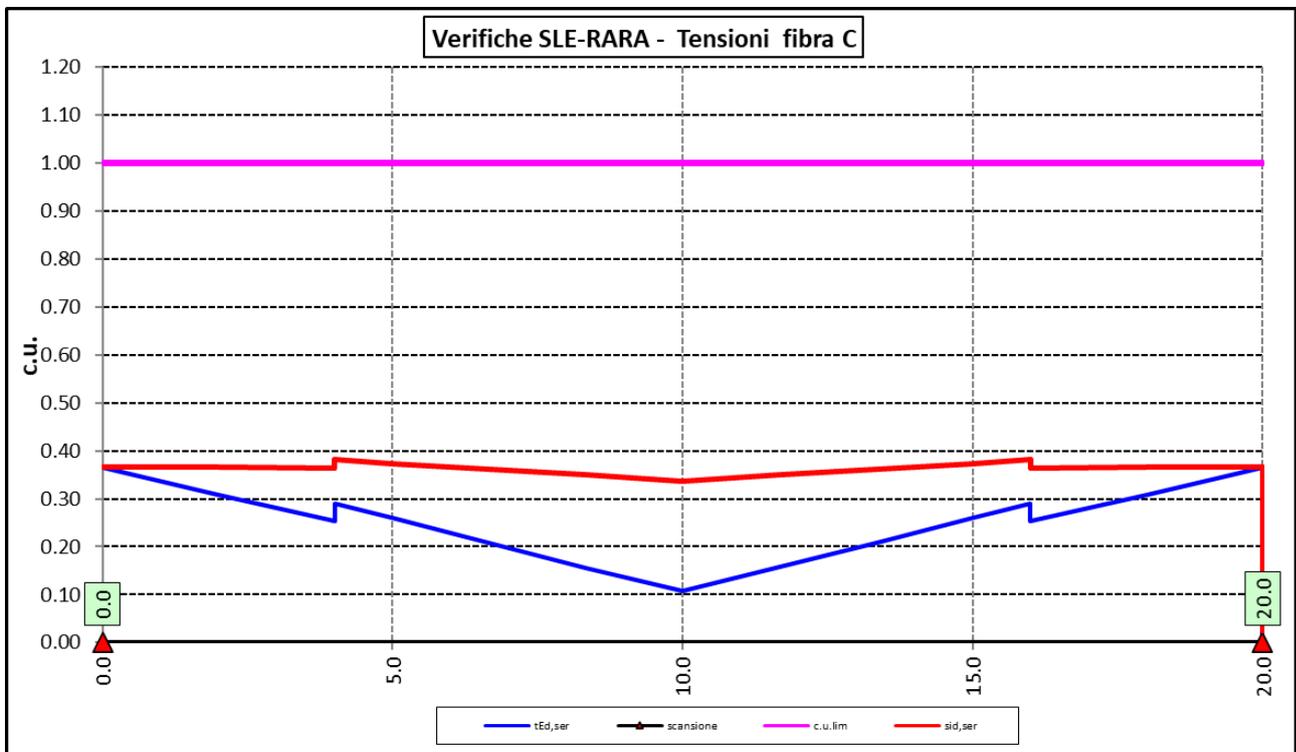
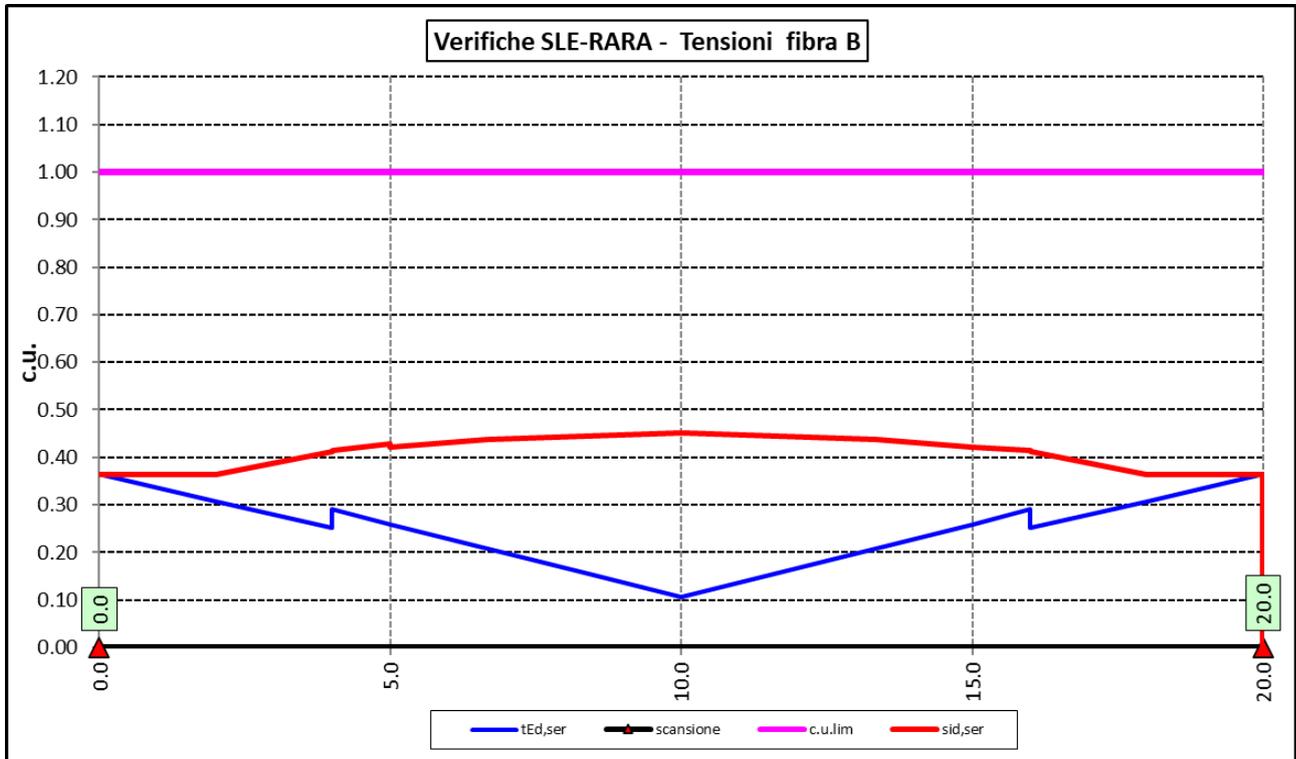
Nuova S.S.125/133bis Olbia-Palau Tratta Arzachena Nord - Palau, Stralcio 2 da Arzachena Sud allo svincolo di Arzachena Nord e stralcio 3 dal km 351 dell'attuale S.S.125 - 1° stralcio, fino a Palau. Progetto Definitivo		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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

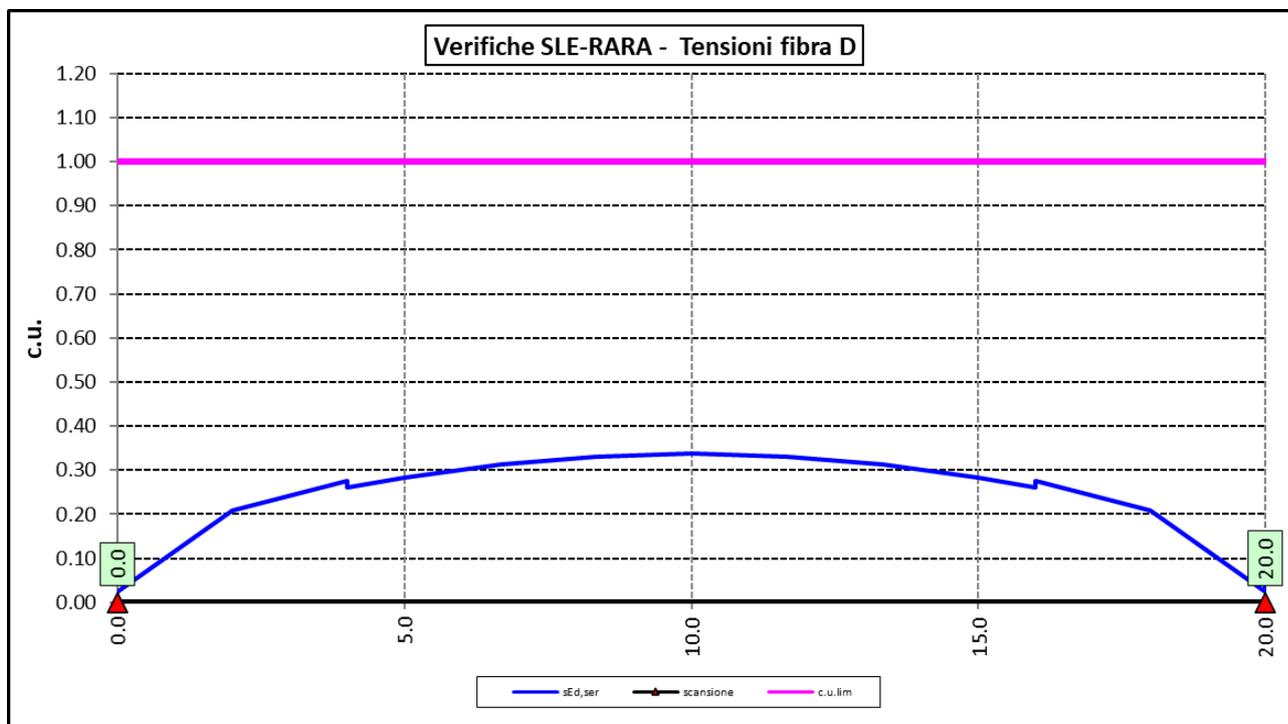
Il coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_{M,ser}$ è stato assunto come raccomandato in EN 1993-2:2006 (EC3-2) pari a 1.

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





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 CV02 - Cavalcavia</i>	



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		
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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)

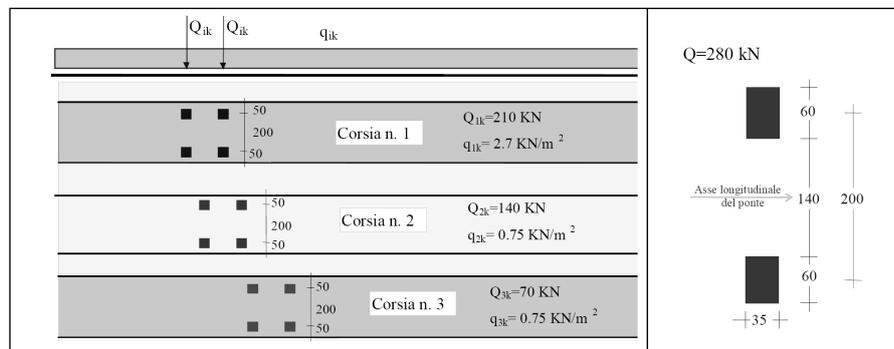
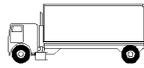
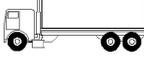


Figura 6.4. Modello di carico a fatica LM1

- 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	A
			190	B
		4,20	80	A
		1,30	140	B
			140	B
		3,20	90	A
		5,20	180	B
		1,30	120	C
		1,30	120	C
			120	C
		3,40	90	A
		6,00	190	B
		1,80	140	B
			140	B
		4,80	90	A
		3,60	180	B
		4,40	120	C
		1,30	110	C
			110	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 CV02 - Cavalcavia	

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)

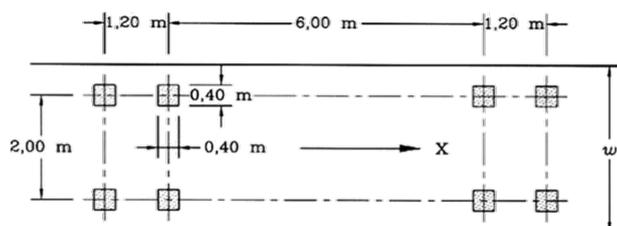


Figura 6.6. Modello di carico a fatica LM3 (4 assi da 120 kN)

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

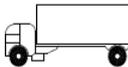
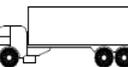
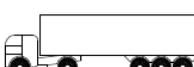
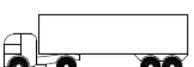
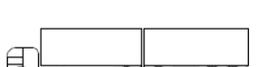
Sagoma del veicolo	Tipo di pneumatico (Tab.5.1-IX)	Interassi [m]	Valori equivalenti dei carichi asse [kN]	Composizione del traffico		
				Lunga percorrenza	Media percorrenza	Traffico locale
	A B	4,50	70 130	20,0	40,0	80,0
	A B B	4,20 1,30	70 120 120	5,0	10,0	5,0
	A B C C C	3,20 5,20 1,30 1,30	70 150 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		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

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

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 cavalcavia.

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 CV02 - Cavalcavia	

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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

		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:

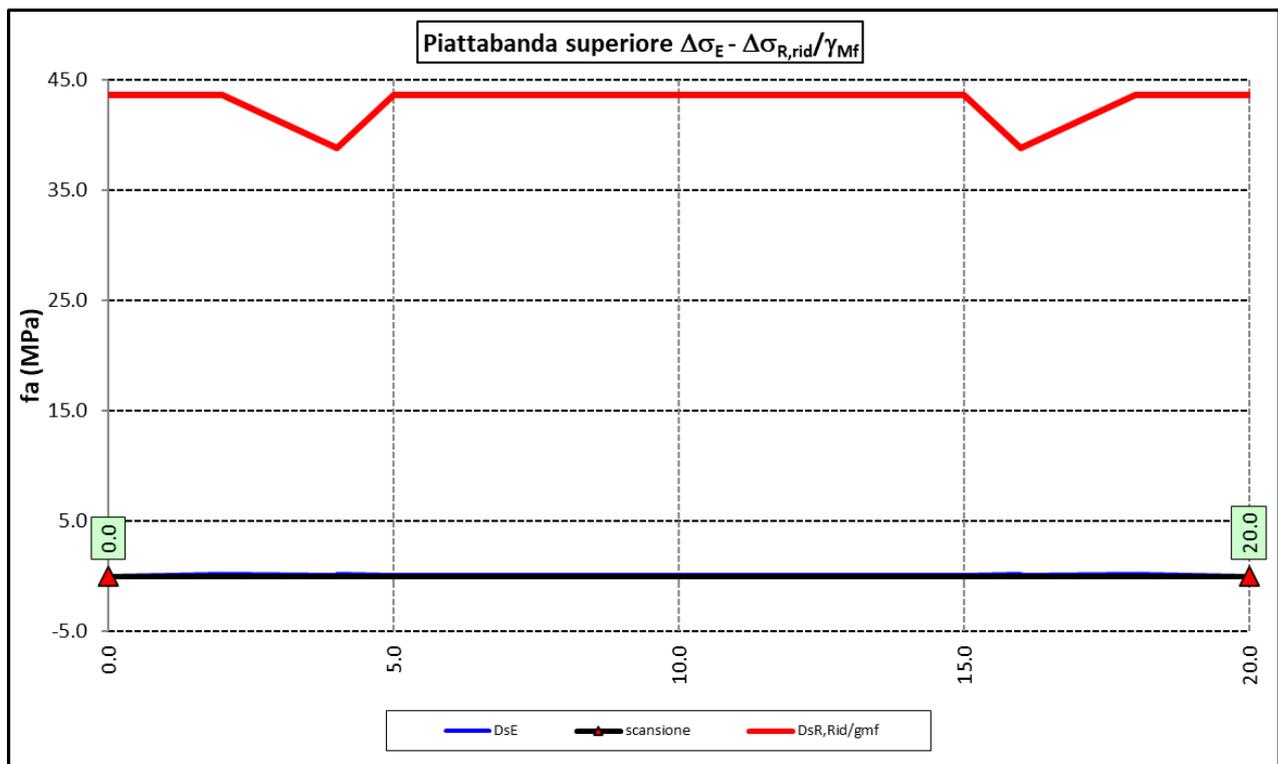
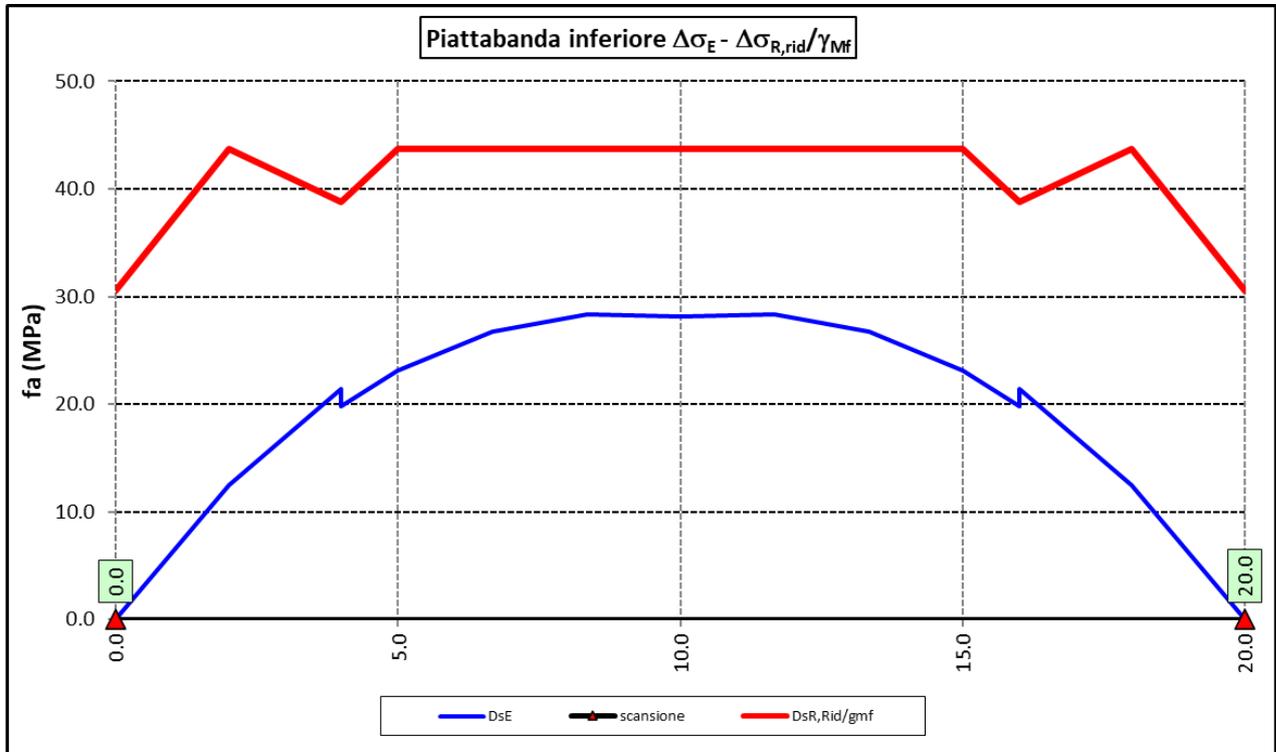
$$\Delta\sigma_{R,rid} = \Delta\sigma_D / 1,35 = 59/1,35 = 43,7 \text{ Mpa.}$$

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

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

- 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

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 CV02 - Cavalcavia</i>	



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 <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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 ($k_s \times P_{RD}$)	$P_{RD,SLE}$	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 CV02 - Cavalcavia	

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

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

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	$\Delta\tau_C / (\gamma_{Mf} \times \gamma_l)$	Mpa	78.3
Resistenza di calcolo a piattabanda superiore Dse_rid	$\Delta\sigma_C / (\gamma_{Mf} \times \gamma_l)$	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 CV02 - Cavalcavia	

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	λv_1	1.55
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda v 2	λv_2	0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	λv_3	1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	λv_4	1.00
fattore lambda v	λv	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 fg1 (m)	permanenti portati fg2 (m)	Ritiro iperstatico fr (m)	Totale permanenti fperm (m)	Luce campate (m) L(m)	1/150 L	Verifica	Carichi mobili - C	Carichi mobili - D	Carichi mobili - F	Carichi mobili	1/500 L	Verifica	Controfreccia teorica fcf-t (m)
1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	20.000	-0.133	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.040	OK!	0.000
2	2.00	-0.006	-0.001	0.000	-0.008	20.000	-0.133	OK!	-0.003	-0.001	0.000	-0.004	-0.040	OK!	0.009
3	4.00	-0.012	-0.002	0.000	-0.014	20.000	-0.133	OK!	-0.005	-0.003	0.000	-0.008	-0.040	OK!	0.016
4	5.00	-0.014	-0.003	0.000	-0.017	20.000	-0.133	OK!	-0.006	-0.003	0.000	-0.009	-0.040	OK!	0.019
5	6.67	-0.017	-0.003	0.000	-0.021	20.000	-0.133	OK!	-0.008	-0.004	0.000	-0.012	-0.040	OK!	0.024
6	8.34	-0.019	-0.004	0.000	-0.023	20.000	-0.133	OK!	-0.009	-0.004	0.000	-0.013	-0.040	OK!	0.026
7	10.00	-0.020	-0.004	0.000	-0.024	20.000	-0.133	OK!	-0.009	-0.004	0.000	-0.013	-0.040	OK!	0.027
8	11.67	-0.019	-0.004	0.000	-0.023	20.000	-0.133	OK!	-0.009	-0.004	0.000	-0.013	-0.040	OK!	0.026
9	13.34	-0.017	-0.003	0.000	-0.021	20.000	-0.133	OK!	-0.008	-0.004	0.000	-0.012	-0.040	OK!	0.024
10	15.00	-0.014	-0.003	0.000	-0.017	20.000	-0.133	OK!	-0.006	-0.003	0.000	-0.009	-0.040	OK!	0.019
11	16.00	-0.012	-0.002	0.000	-0.014	20.000	-0.133	OK!	-0.005	-0.003	0.000	-0.008	-0.040	OK!	0.016
12	18.00	-0.006	-0.001	0.000	-0.008	20.000	-0.133	OK!	-0.003	-0.001	0.000	-0.004	-0.040	OK!	0.009
13	20.00	0.000	0.000	0.000	0.000	20.000	-0.133	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.040	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 CV02 - Cavalcavia	

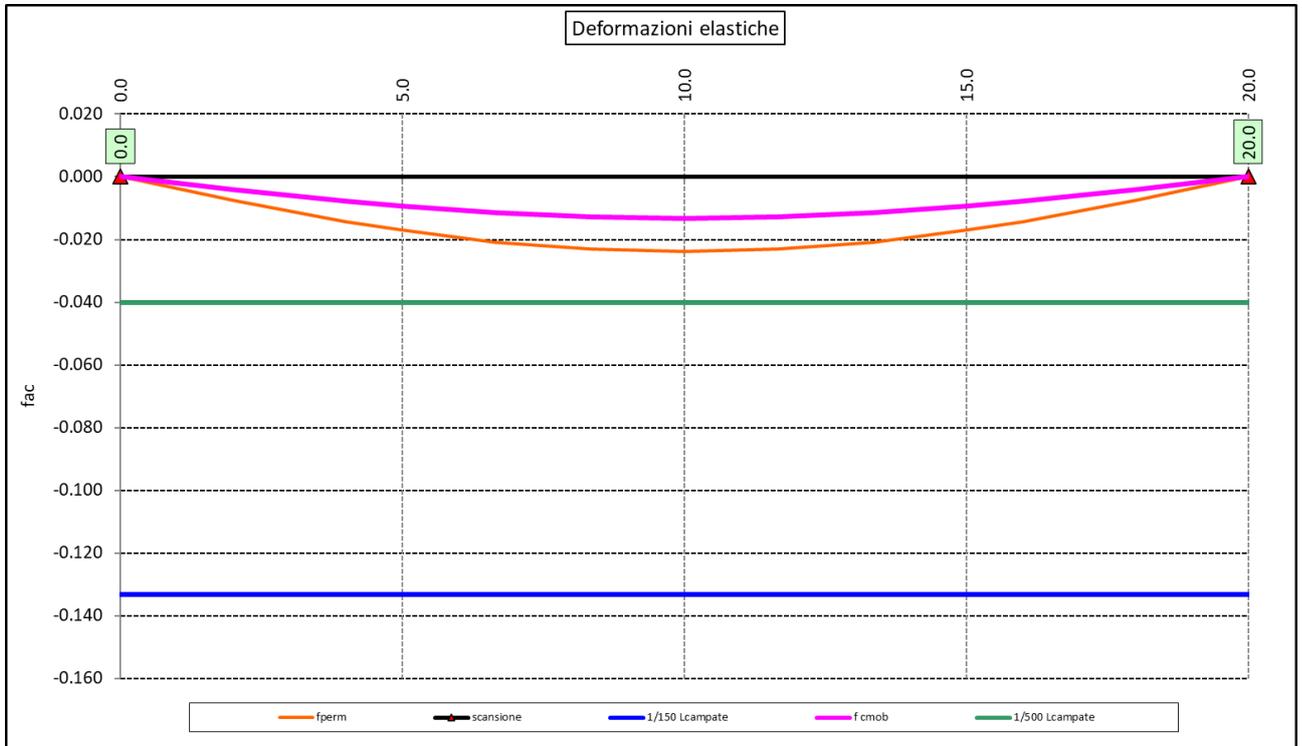


Figura 6.8. Travi principali – Verifiche di deformabilità

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

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

essendo:

- f_{G1} : la deflessione dovuta ai pesi propri;
- f_{G2} : la deflessione dovuta ai permanenti portati;
- f_{rit} : la deflessione dovuta al ritiro iperstatico;
- f_{cmob} : la deflessione dovuta ai carichi mobili.

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

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.

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 CV02 - Cavalcavia	

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;

La figura seguente illustra il modello di calcolo implementato:



Figura 6.9. Modello di calcolo - Trasverso di campata DI1

6.5.1.1 Carichi agenti sul trasverso

- Azioni orizzontali trasmesse dal vento agli SLU:
 $H_{vento} = 2.0 \times 5.0 \times (0.6 \times 1.5) = 9.0 \text{ kN/m}$.

6.5.1.2 Sollecitazioni di progetto

Le figure seguenti illustrano gli le sollecitazioni per verifiche agli 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 CV02 - Cavalcavia</i>	

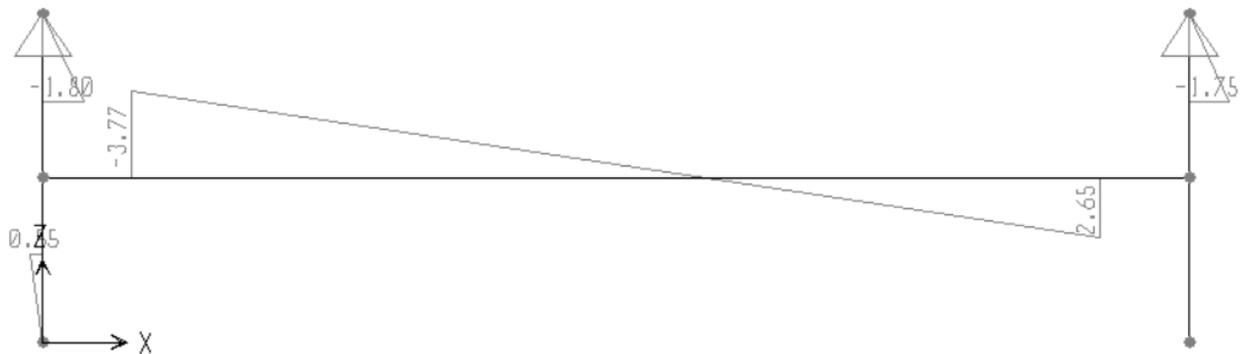


Figura 6.10. Trasverso di campata – Momento flettente SLU



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.

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 CV02 - Cavalcavia	

La verifica di instabilità flessione-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 spalla

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.

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

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

Azioni agenti sui trasversi di appoggio

- Azioni orizzontali in testa ai montanti – sisma SLV:
 $H_t\text{-SLV} = 257.3/2 = 128.7 \text{ kN}$
- Azioni orizzontali trasmesse dal vento agli SLU:
 $H_t\text{-vento} = 236.3 \times 0.9 / 2 = 106.3 \text{ kN/m}$.

Sollecitazioni di progetto

Le figure seguenti illustrano le sollecitazioni per verifiche agli SLU:

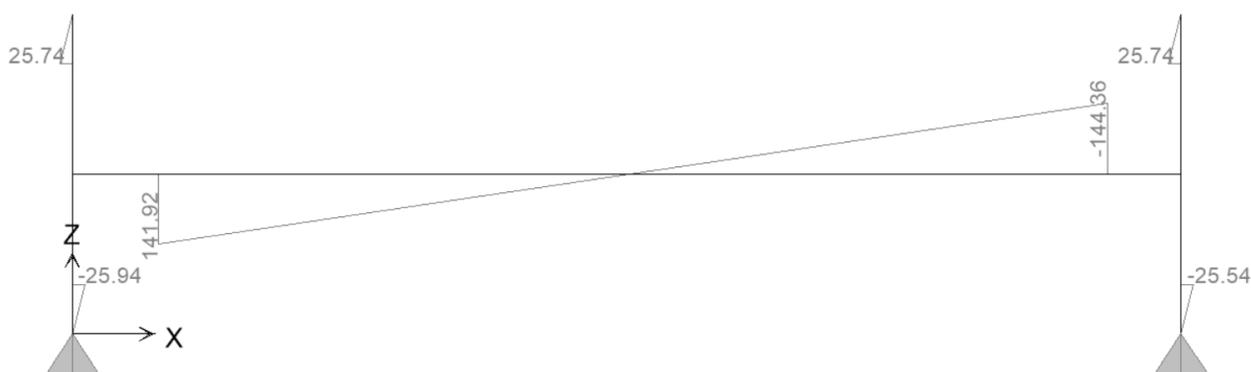


Figura 6.14. Trasverso di appoggio spalla – Momento flettente $H_t\text{-SLV}$



Figura 6.15. Trasverso di appoggio spalla – Sforzo di taglio $H_t\text{-SLV}$

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

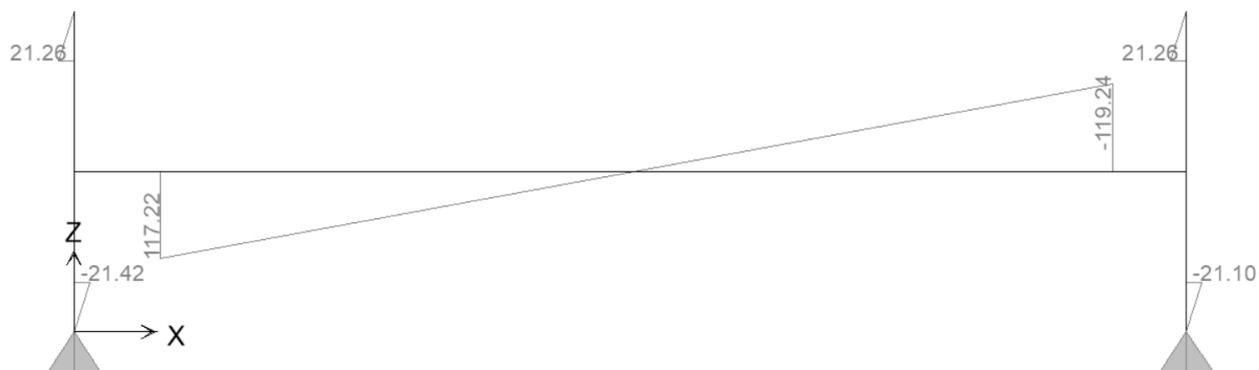


Figura 6.16. Trasverso di appoggio spalla – Momento flettente Ht-vento



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 = 567 kN
- Verifiche SLU: NEd = 2031 kN

Verifiche di resistenza ed instabilità SLU

Le verifiche sono state condotte secondo quanto specificato al par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Si rimanda allo specifico allegato.

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 CV02 - Cavalcavia	

6.6 Verifica della Soletta in c.a.

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

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

1. dapprima si eseguirà il getto della soletta nella parte centrale compresa tra le 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.

In direzione longitudinale i getti andranno effettuati dapprima i getti delle zone di campata e successivamente i getti delle zone a cavallo delle pile.

6.6.1 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=199 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.

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 CV02 - Cavalcavia	

6.6.1.1 Criteri di calcolo e verifica

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

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

Verifica di resistenza dei correnti tesi

Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

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

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

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

essendo:

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

Verifica all'instabilità dei correnti compressi

Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

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

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

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

Essendo:

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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

dove:

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

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

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

è la snellezza adimensionale;

$N_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{L_0^2}$ è il carico critico euleriano, dipendente dalle proprietà della sezione lorda e dalla lunghezza libera di inflessione dell'asta $L_0 = \beta L$;

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

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.

6.6.1.2 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 CV02 - Cavalcavia	

DATI GEOMETRICI SOLETTA IN C.A.	Var	unità	
Interasse tra le travi	it	mm	4500
Lunghezza dello sbalzo sx rispetto ad asse trave	ls_sx	mm	1750
Larghezza asola sulla piattabanda superiore sx	Bas_sx	mm	440
Distanza tra asse trave sx e asse appoggio predalla	Dap_sx	mm	260
Lunghezza dello sbalzo dx rispetto ad asse trave	ls_dx	mm	0
Larghezza asola sulla piattabanda superiore dx	Bas_dx	mm	440
Distanza tra asse trave dx e asse appoggio predalla	Dap_dx	mm	260
Altezza complessiva soletta in campata - per carichi	hs1c	mm	340
Altezza complessiva soletta in campata - per verifiche	hs2	mm	310
Luce di calcolo della predalla in campata	ls	mm	3980

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

DATI GEOMETRICI PREDALLE	Var	unità				
n. tralicci per dalla	nt					6
altezza traliccio	ht	mm				209
Sezione corrente	n	φ	A	At	di	l
		mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralicci	1	16	201	1206	231	19302
Armatura inferiore tralicci	2	12	226	1357	36	12215
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				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 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	0.27	25.0		16.20
peso mezzi d'opera	q	2.40			1.00	2.40

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE	Var	unità	
Reazione all'appoggio sx - permanenti	RA-p	kN	49.12
ascissa taglio nullo	x_V(0)	m	2.09
Momento massimo in campata - permanenti	Mmax_p	kNm	36.67
Momento massimo in campata - accidentali	Mmax_q	kNm	4.75
Taglio massimo all'appoggio - permanenti	Vmax_p	kN	42.69
Taglio massimo all'appoggio - accidentali	Vmax_q	kN	4.78
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	54.8
Verifiche SLU - Taglio massimo all'appoggio	Vmax	kNm	62.7

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 CV02 - Cavalcavia	

VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI	Var	unità		
altezza del traliccio	ht	m	0.195	
Momento flettente	Mmax	kNm	54.80	
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	281.0	
Verifica dei correnti compressi	Var	unità	cor traliccio	
n. correnti	nc		6	
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'inflexione	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	331	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.85	< 1.0
Verifica dei correnti tesi	Var	unità	inferiori	
A correnti	A	mmq	1357	
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	531	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.53	< 1.0
VERIFICA DIAGONALI				
altezza del traliccio	ht	m	0.195	
n. diagonali	nd		12	
Taglio massimo	Vmax	kN	62.66	
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	71.9	
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'inflexione	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	162	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.44	< 1.0

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

6.6.1.3 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 tralci.

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 CV02 - Cavalcavia	

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	1750
Inclinazione del getto in opera - intradosso	incl		0.000
Larghezza asola sulla piattabanda superiore	Lasol	mm	440
Distanza tra asse trave e asse appoggio predalla	Dap	mm	260
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	16.73
Momento massimo all'incastro - accidentali	Mmax-q	kNm	2.66
Taglio massimo - permanenti	Vmax-p	kN	23.87
Taglio massimo - accidentali	Vmax-q	kN	3.58
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	25.7
Verifiche SLU - Taglio massimo all'incastro	Vmax	kNm	36.4

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 CV02 - Cavalcavia	

VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI	Var	unità		
altezza del traliccio all'incastro	ht	m	0.191	
Momento flettente	Mmax	kNm	25.74	
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	134.8	
Verifica dei correnti compressi in corrispondenza asola	Var	unità	cor traliccio	
Sforzo normale nei correnti inferiori	Nmax_i	kN	135	
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		0.46	< 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		0.25	< 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		0.29	< 1.0
VERIFICA DIAGONALI				
altezza del traliccio	ht	m	0.195	
n. diagonali	nd		12	
Taglio massimo	Vmax	kN	36.40	
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	41.6	
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		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		0.25	< 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 CV02 - Cavalcavia	

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	4.01			
Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Mmax-q	kNm	0.30			
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - permanenti	Vmax-p	kN	12.66			
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Vmax-q	kN	1.20			
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	5.66			
Verifiche SLU - Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase	Vmax1	kN	18.26			
VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI ALL'ESTREMITA' DEL GETTO		Var	unità			
altezza del traliccio	ht	m	0.191			
Momento flettente	Mmax	kNm	5.66			
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	29.6			
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		0.06		< 1.0	
VERIFICA DIAGONALI						
altezza del traliccio	ht	m	0.191			
n. diagonali	nd		12			
Taglio massimo	Vmax	kN	18.26			
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	20.9			
Diametro diagonale	ϕ	mm	10			
Area diagonale	A	mmq	79			
Momento d'inerzia diagonale	I	mm4	491			
raggio d'inerzia diagonale	isup	m	0.0025			
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.22			
coefficiente beta	β		0.90			
snellezza	λ		78.6			
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	26372			
snellezza adimensionale	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		0.12		< 1.0	

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

6.6.2 Verifiche della soletta in esercizio (2° fase)

Le sollecitazioni agenti sulla soletta in esercizio sono state determinate attraverso un calcolo agli elementi finiti (SAP2000), 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	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

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

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

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

La soletta è semplicemente appoggiata in corrispondenza delle travi principali.

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

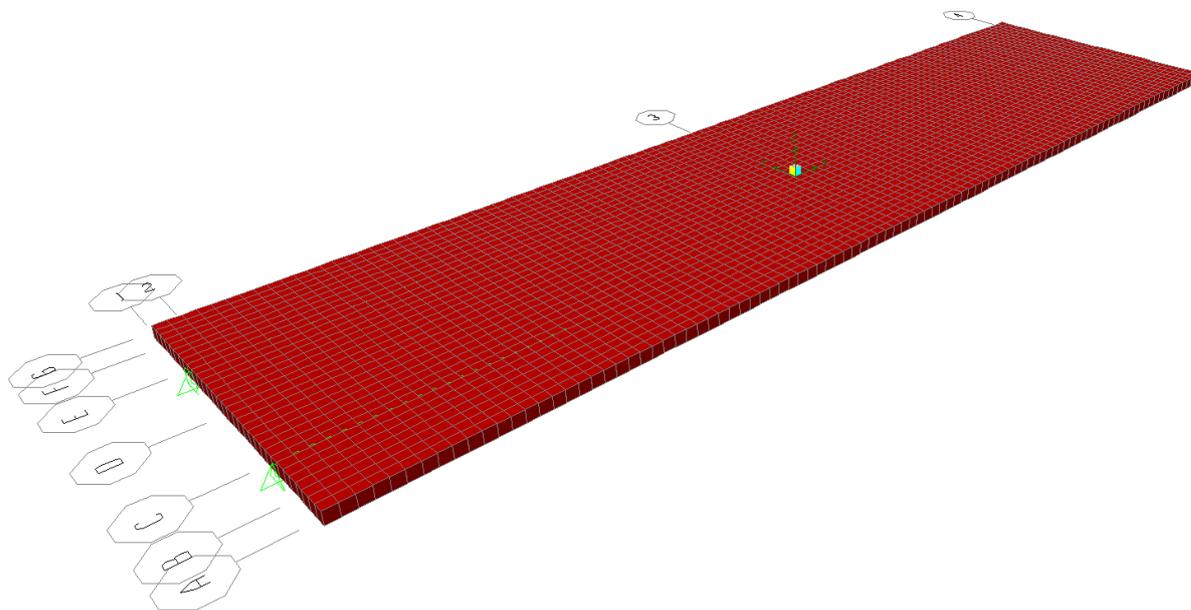


Figura 6-18. Modello di calcolo soletta – vista estrusa del modello agli elementi finiti

6.6.2.1 Analisi dei carichi agenti sulla soletta

I carichi di progetto considerati sono i seguenti:

- peso proprio della soletta 25.0 × spessore variabile;
- peso proprio di ciascuno dei cordoli 25.0 × 0.20 = 5.00 kNm⁻²
- peso della pavimentazione stradale = 3.00 kNm⁻²
- peso della 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 = 1.50 kNm⁻¹

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

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

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 CV02 - Cavalcavia	

- 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

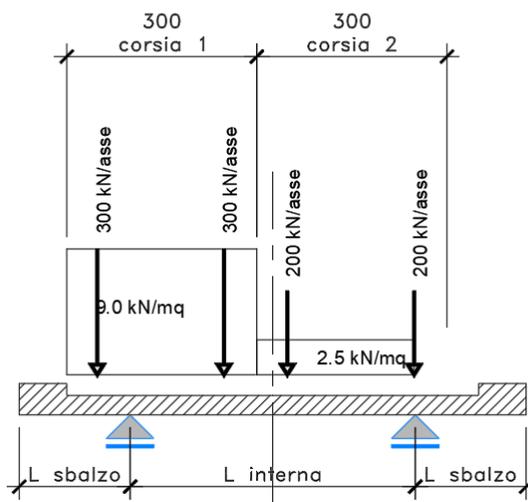


Figura 6-19. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione A

Configurazione di carico B

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

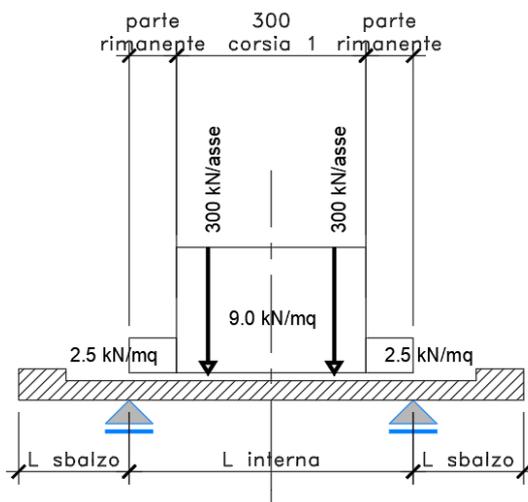


Figura 6-20. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione B

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

Configurazione di carico C

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

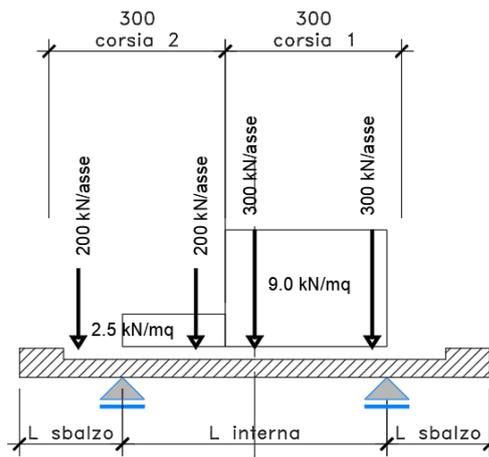


Figura 6-21. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione C

Configurazione di carico D

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

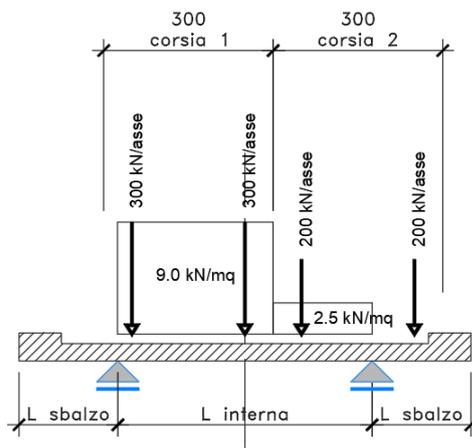


Figura 6-22. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione D

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

Configurazione di carico E

- Condizione Q2E: Carichi concentrati

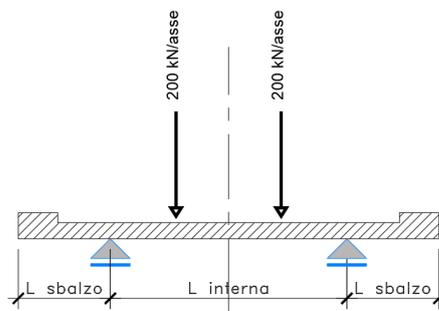


Figura 6-23. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione E

Configurazione di carico F

- Condizione Q2F: Carichi concentrati

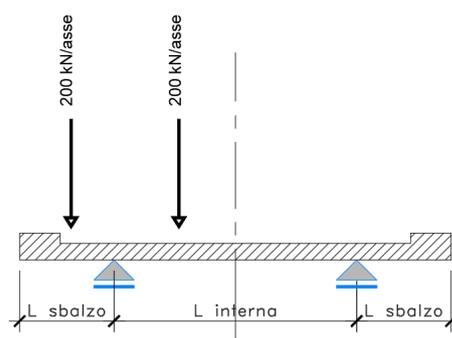


Figura 6-24. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione F

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).

In entrambi i casi è stata 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 al sicurvia come prescritto ai paragrafi 5.1.3.10 e 3.6.3.3.2 delle NTC 2018.

6.6.2.2 Combinazioni di carico

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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:

- $SLU1 = 1.35 \times G1 + 1.35 \times G2 + 1.35 \times ENVEMOB1;$
- $SLU2 = 1.0 \times G1 + 1.0 \times G2 + 1.0 \times Q2F + 1.0 \times Q8;$

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

- ENVESLU;

Combinazioni per verifiche SLE-RARA:

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

Combinazioni per verifiche SLE-FREQUENTE:

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

Combinazioni per verifiche SLE-QUASI PERMANENTE:

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

6.6.2.3 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche di resistenza e fessurazione

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

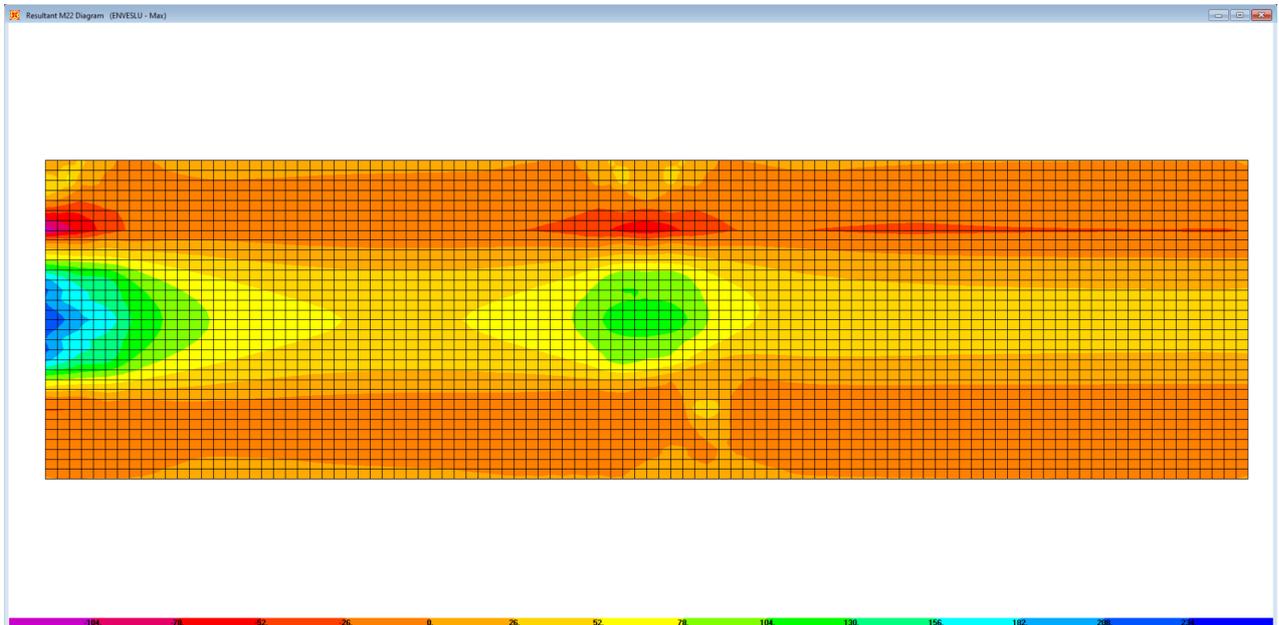


Figura 6-25. Combinazione ENVESLU – M22 max

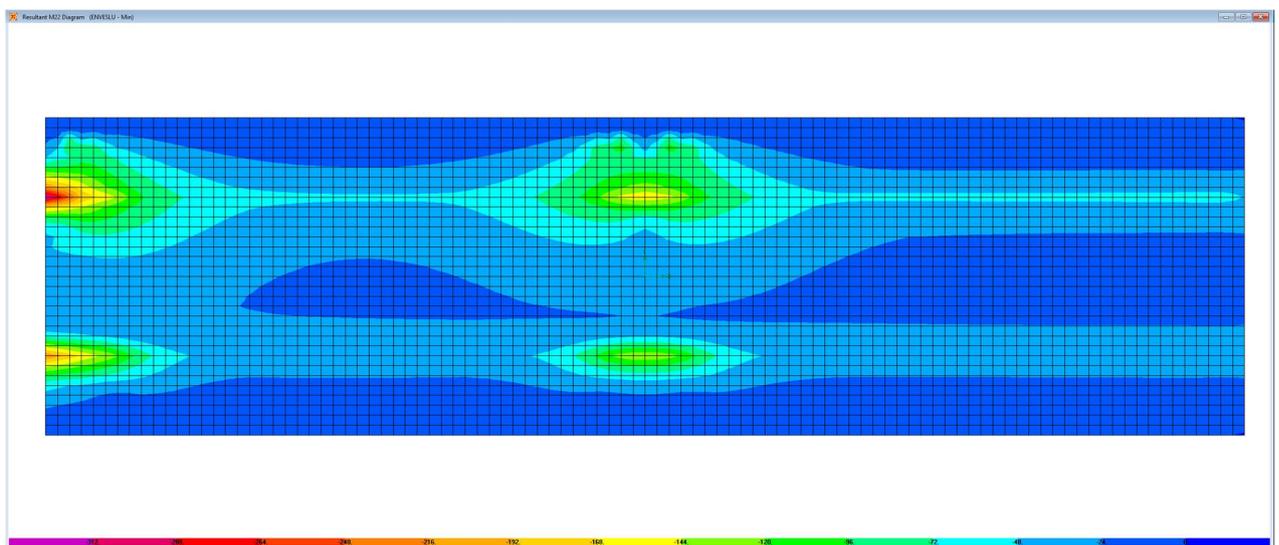


Figura 6-26. Combinazione ENVESLU – M22 min

<p>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>		
<p>CA366</p>	<p><i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i></p>	

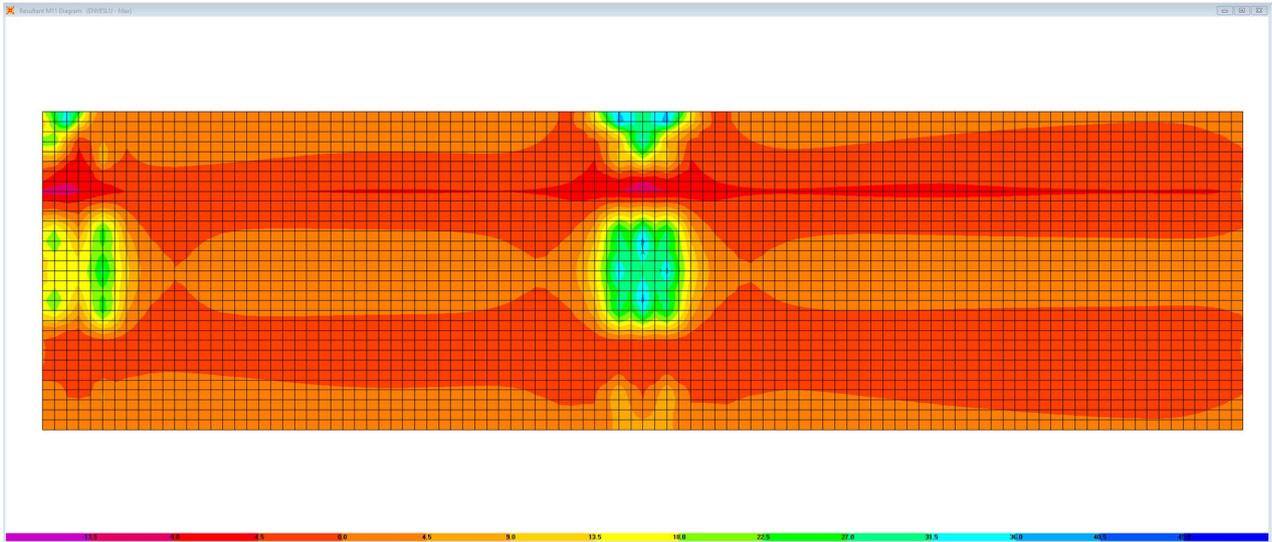


Figura 6-27. Combinazione ENVESLU – M11 max

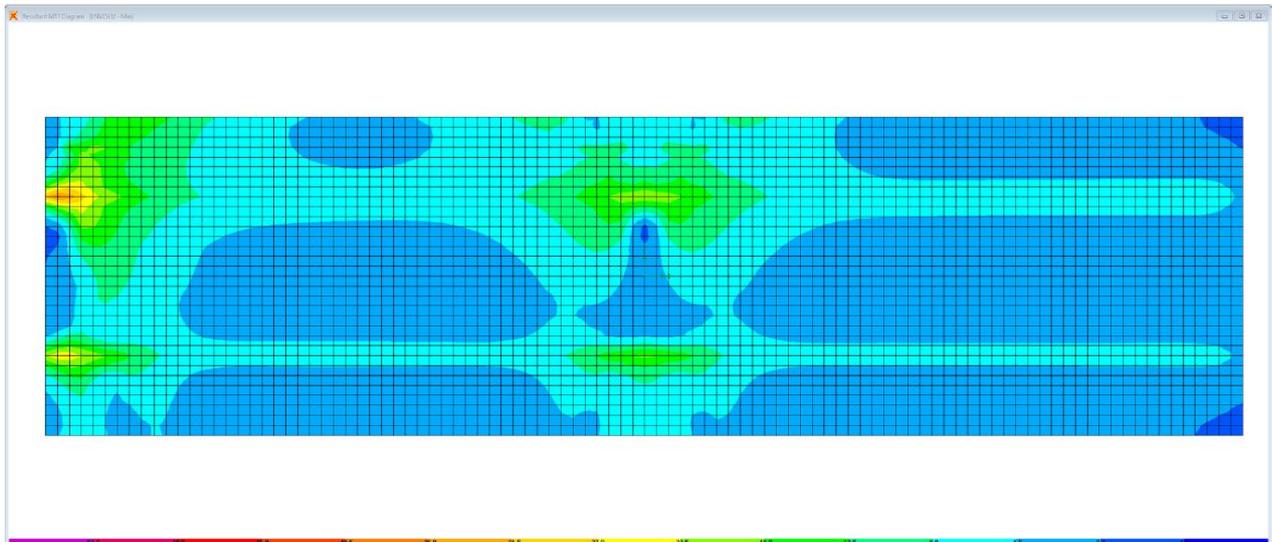


Figura 6-28. Combinazione ENVESLU – M11 min

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 CV02 - Cavalcavia	

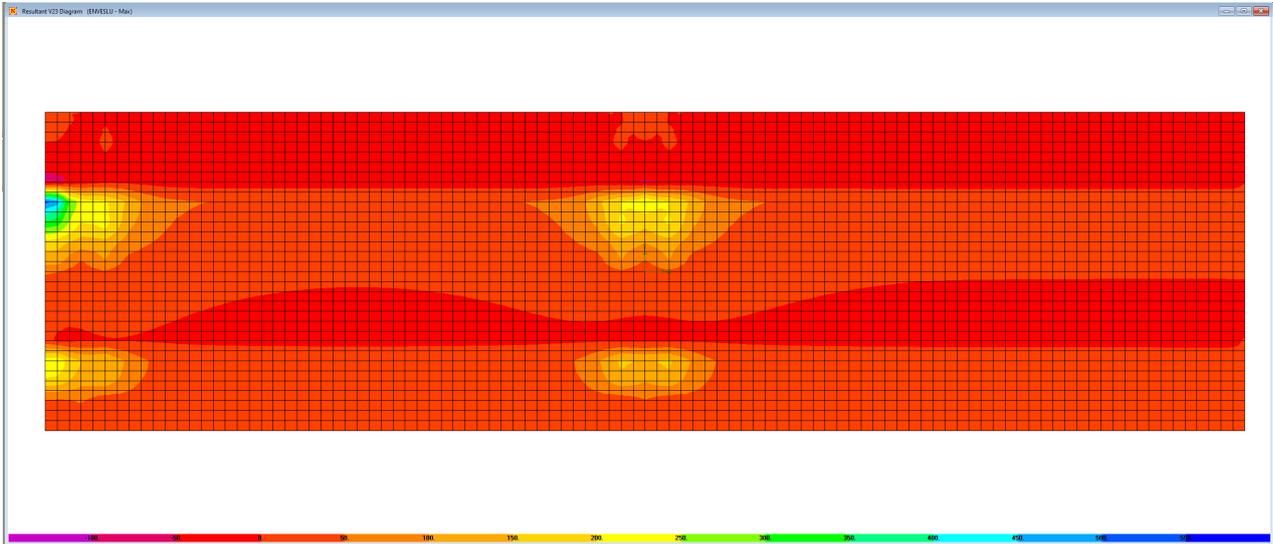


Figura 6-29. Combinazione ENVESLU – V23 max

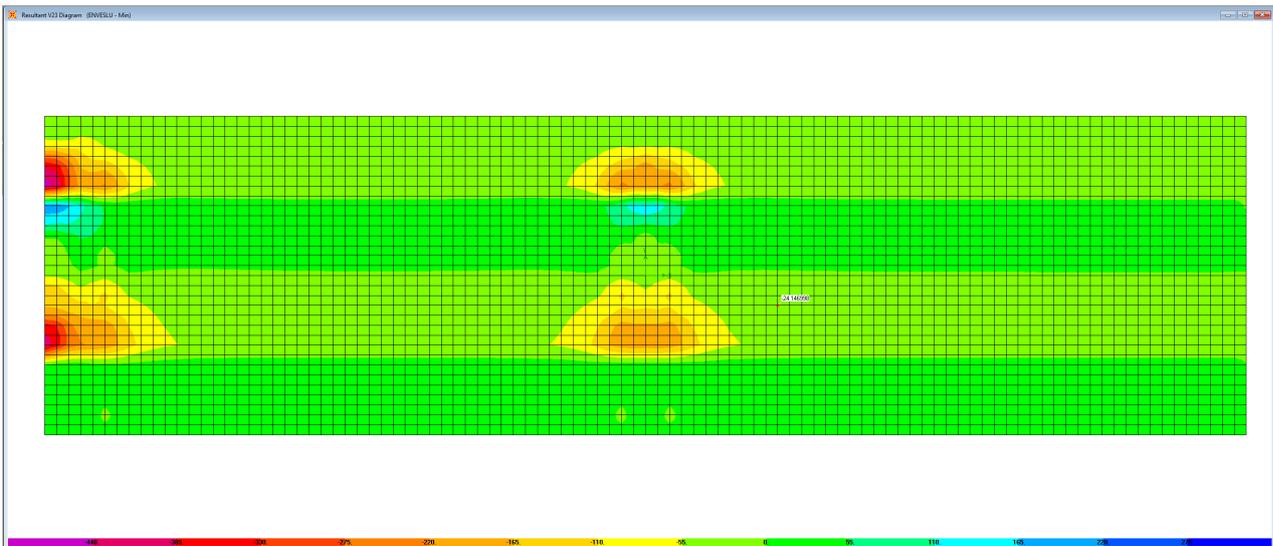


Figura 6-30. Combinazione ENVESLU – V23 min

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 CV02 - Cavalcavia	

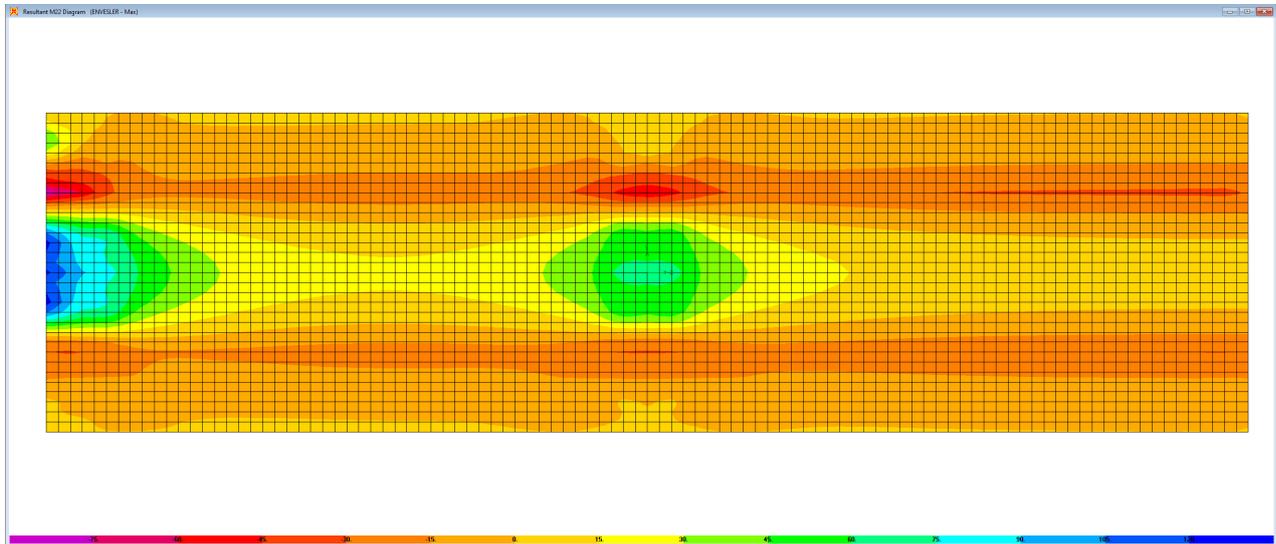


Figura 6-31. Combinazione ENVESLER – M22 max

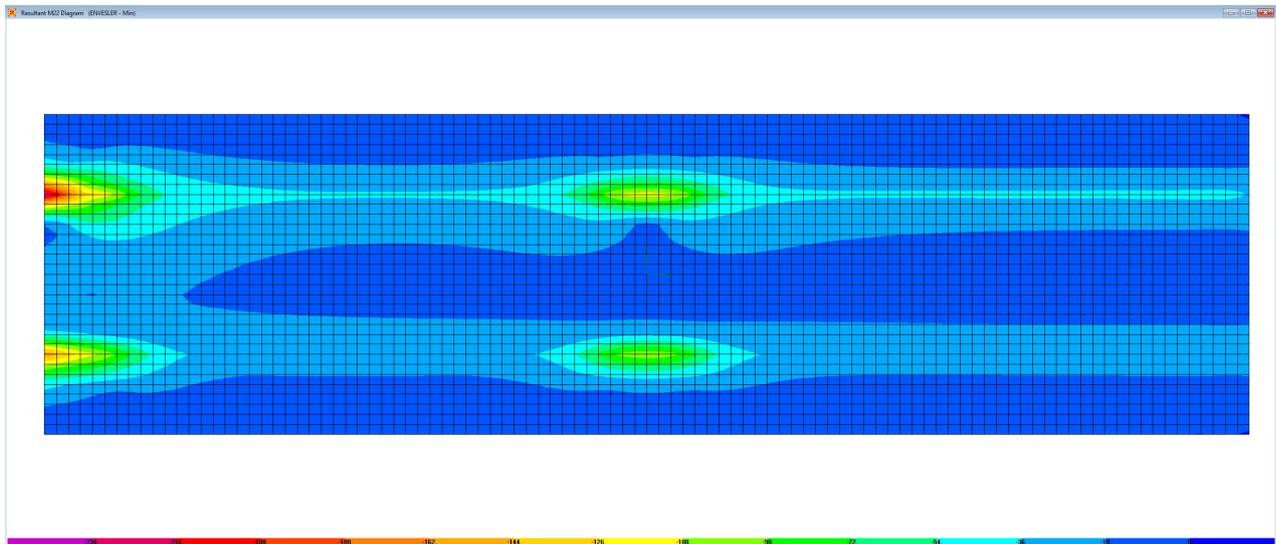


Figura 6-32. Combinazione ENVESLER – M22 min

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 CV02 - Cavalcavia	

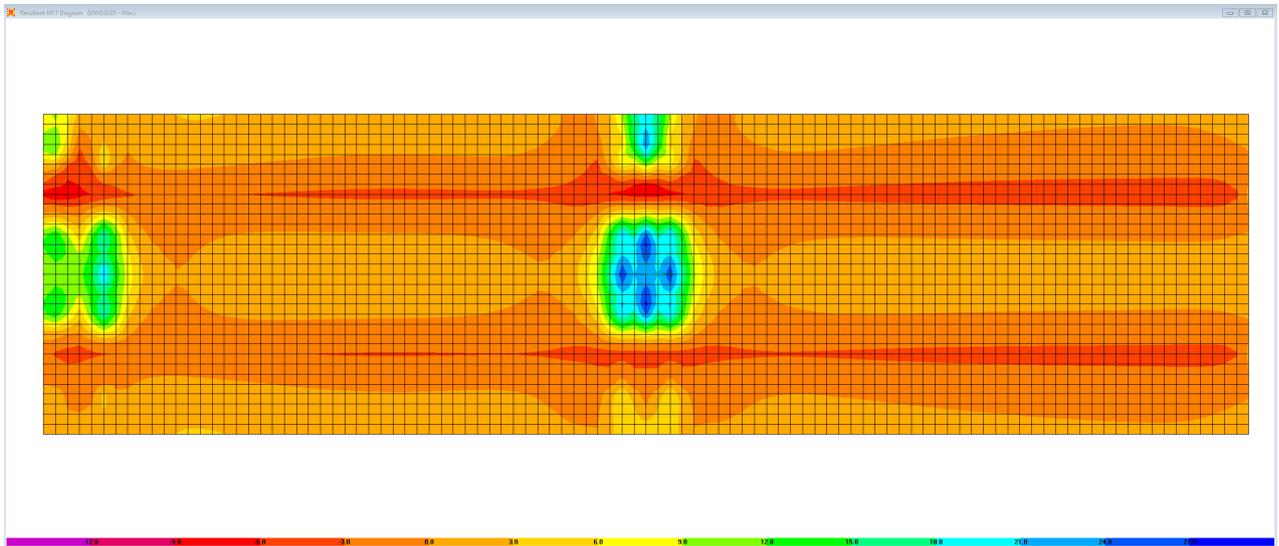


Figura 6-33. Combinazione ENVESLER – M11 max

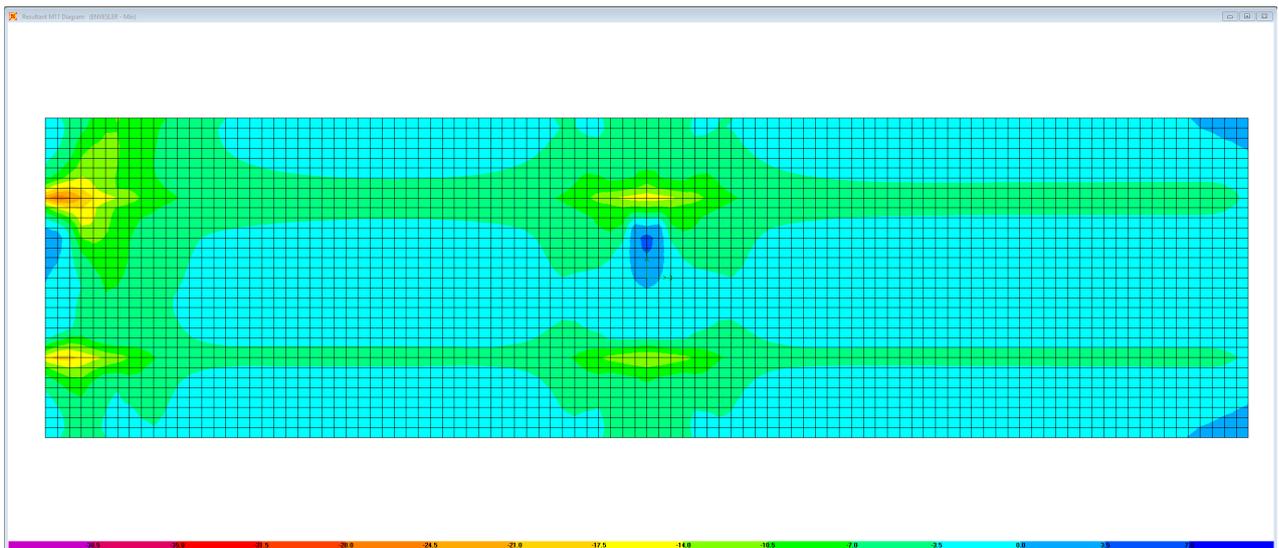


Figura 6-34. Combinazione ENVESLER – M11 min

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 CV02 - Cavalcavia	

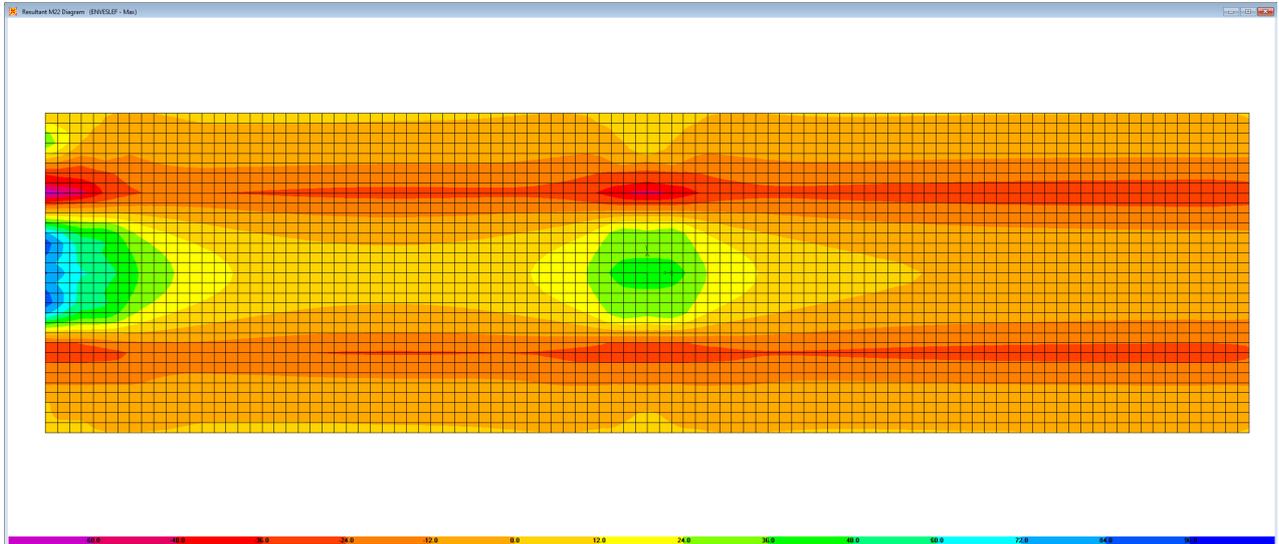


Figura 6-35. Combinazione ENVESLEF – M22 max

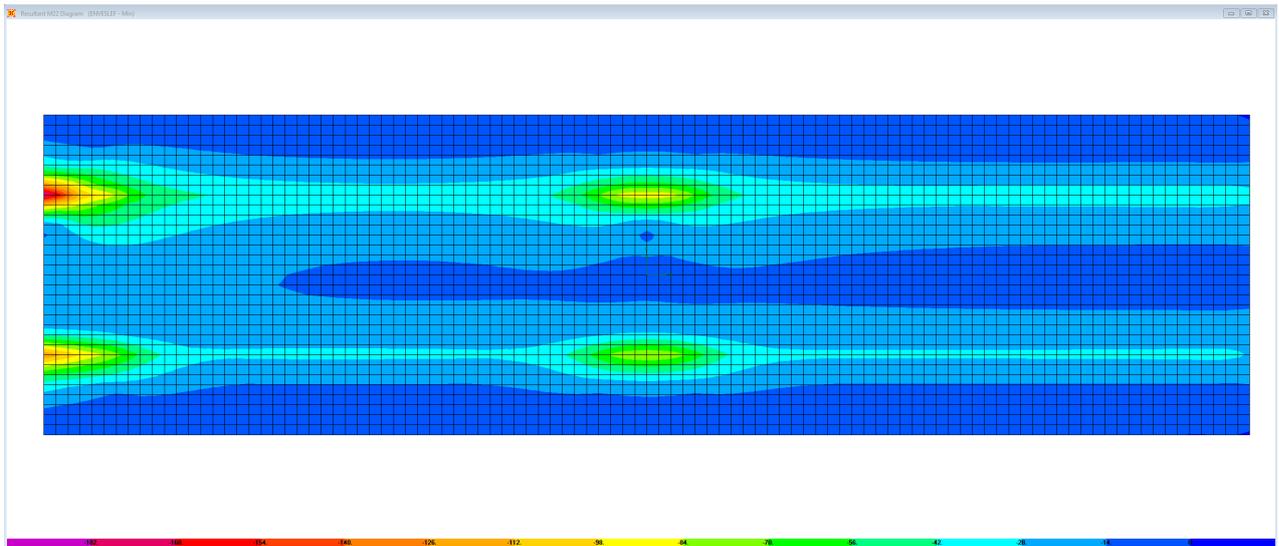


Figura 6-36. Combinazione ENVESLEF – M22 min

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 CV02 - Cavalcavia	

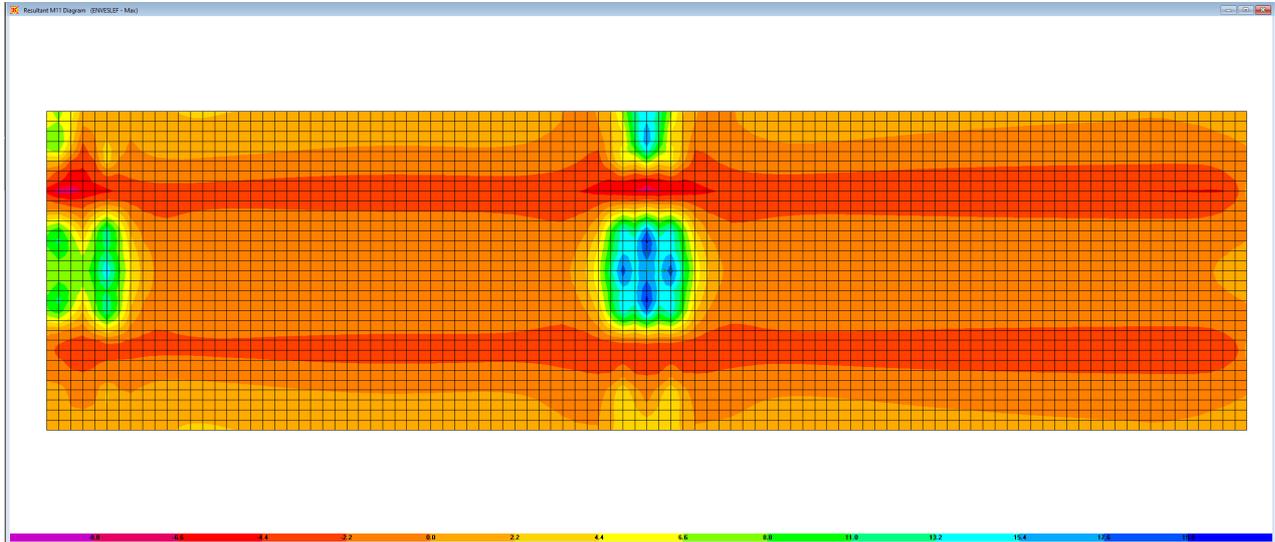


Figura 6-37. Combinazione ENVSLEF – M11 max

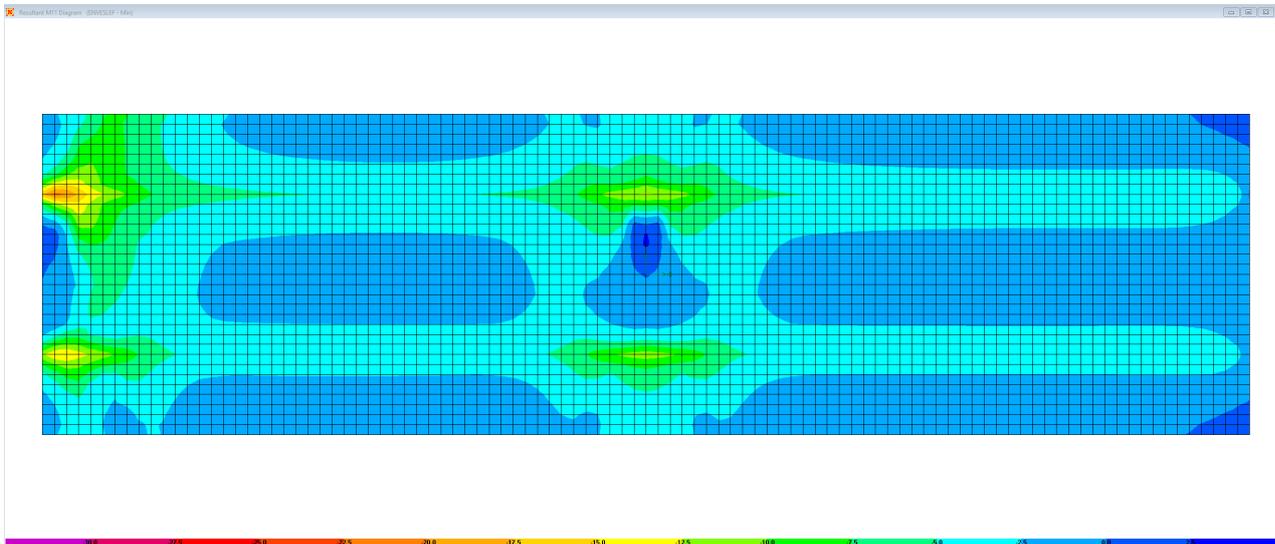


Figura 6-38. Combinazione ENVSLEF – M11 min

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 CV02 - Cavalcavia</i>	

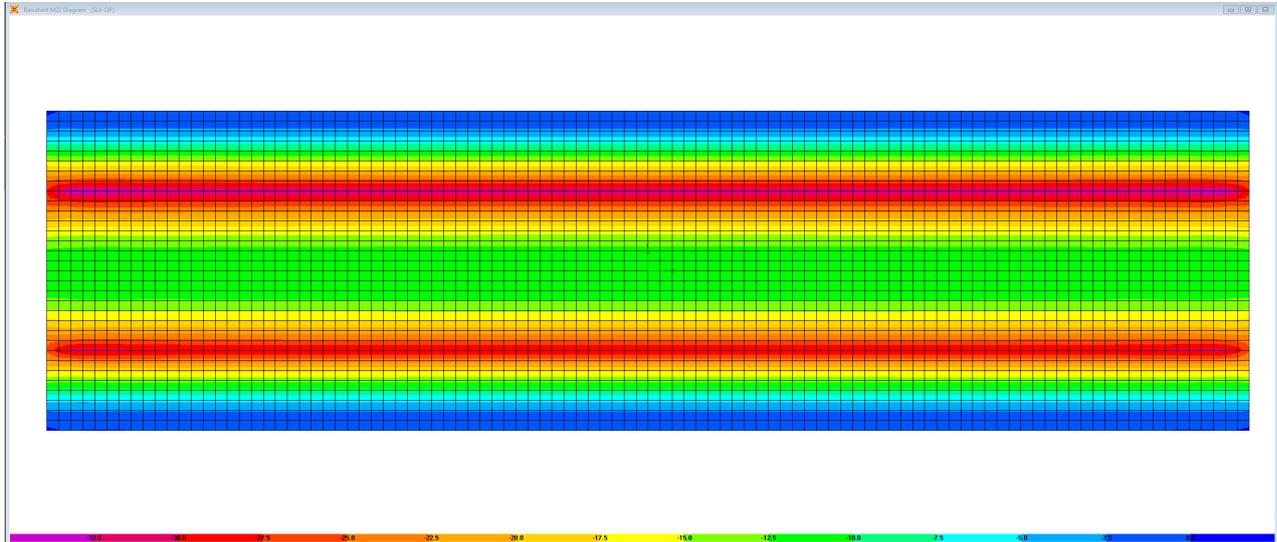


Figura 6-39. Combinazione SLE-QP – M22

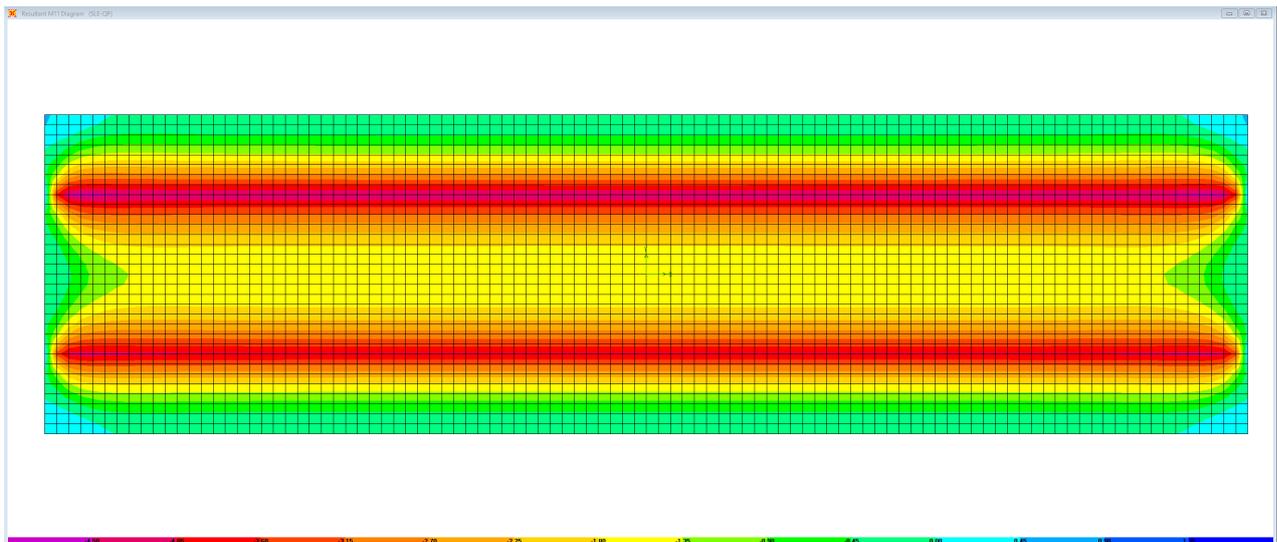


Figura 6-40. Combinazione SLE-QP – M11

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 CV02 - Cavalcavia	

Caratteristiche della sollecitazione per sezione di larghezza unitaria

	Sezione corrente					Sezione di testata				
	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]	M22+ [kNm]	M22- [kNm]	M11+ [kNm]	M11- [kNm]	V23 [kN]
Verifiche SLU	121	-155	45	-22	225	220.0	-240	33	-37	430
Verifiche SLE-RARA	90	-115	31	-16		160.0	-180	25	-27	
Verifiche SLE-FR	65	-90	23	-46		116.0	-140	20	-22	
Verifiche SLE-QP	6	-30	-	-5		4	-20	-	-5	

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	290.4	-372.0			540.0	528.0	-576.0			1032.0
Verifiche SLE-RARA	216.0	-276.0				384.0	-432.0			
Verifiche SLE-FR	156.0	-216.0				278.4	-336.0			
Verifiche SLE-QP	14.4	-72.0				9.6	-48.0			

6.6.2.4 Verifiche di resistenza e fessurazione

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

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

Sezione corrente – 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 11φ20 (nella predalla).

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

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	4.5	20

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 CV02 - Cavalcavia	

2	110.0	4.5	20
3	-110.0	24.0	20
4	110.0	24.0	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	9	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	290.40	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	156.00 (145.81)	0.00 (0.00)

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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	14.40 (145.81)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 17.5 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As 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	290.40	0.00	0.00	318.47	0.00	1.10	
34.6(10.0)									

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

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	0.00079	0.297	-120.0	31.0	0.00009	-110.0	24.0	-0.00186	-110.0	4.5

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	0.000100050	-0.002313558	0.297	0.812

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 CV02 - Cavalcavia	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.35	-120.0	31.0	-268.0	88.0	4.5	1800	34.6

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; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00159	0.00000	0.500	20.0	35	0.00077 (0.00077)	296	0.227 (990.00)	145.81	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	6.03	-120.0	31.0	-193.6	110.0	4.5	1800	34.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00115	0.00000	0.500	20.0	35	0.00055 (0.00055)	296	0.164 (0.30)	145.81	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	0.56	120.0	31.0	-17.9	-110.0	4.5	1800	34.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00011	0.00000	0.500	20.0	35	0.00005 (0.00005)	296	0.015 (0.20)	145.81	0.00

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 CV02 - Cavalcavia	

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 $\phi 20/10$

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

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	-100.0	4.5	20
2	100.0	4.5	20
3	-115.0	24.0	20
4	105.0	24.0	20
5	-105.0	24.0	20
6	115.0	24.0	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	9	20
2	3	4	10	20
3	5	6	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
---------	---	----	----	----	----

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 CV02 - Cavalcavia	

1 0.00 -372.00 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	-276.00	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	-216.00 (-164.18)	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	-72.00 (-164.18)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

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

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

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 CV02 - Cavalcavia	

1 S 0.00 -372.00 0.00 0.00 -598.47 0.00 1.61
75.4(10.4)

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

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	0.00132	0.414	-120.0	0.0	0.00072	-100.0	4.5	-0.00186	105.0	24.0

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	-0.000132460	0.001315711	0.414	0.957

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.91	-120.0	0.0	-179.6	95.0	24.0	1800	75.4

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
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 S_{max} / E_s [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
	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]

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 CV02 - Cavalcavia	

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	-0.00129	0.00000	0.500	20.0	60	0.00057 (0.00051) 285 0.162 (990.00)			-164.18	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	6.98	-120.0	0.0	-140.6	95.0	24.0	1800	75.4

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	-0.00101	0.00000	0.500	20.0	60	0.00040 (0.00040) 285 0.115 (0.30)			-164.18	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	2.33	-120.0	0.0	-46.9	115.0	24.0	1800	75.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max		wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00034	0.00000	0.500	20.0	40	0.00013 (0.00013) 217 0.029 (0.20)			-164.18	0.00

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

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

L'altezza della sezione è pari a 31 cm.

L'armatura in zona tesa è costituita da 23φ20 (nella predalla).

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

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	4.5	20
2	110.0	4.5	20

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 CV02 - Cavalcavia	

3	-110.0	24.0	20
4	110.0	24.0	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	528.00	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	384.00	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	278.40 (166.26)	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)
---	---

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 CV02 - Cavalcavia	

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	9.60 (166.26)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As 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	528.00	0.00	0.00	631.80	0.00	1.20	
72.3(10.0)									

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

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	0.00124	0.401	-120.0	31.0	0.00042	-110.0	24.0	-0.00186	-110.0	4.5

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	0.000117295	-0.002391159	0.401	0.941

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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	11.24	-120.0	31.0	-237.4	100.0	4.5	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}
 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	-0.00146	0.00000	0.500	20.0	35	0.00088 (0.00068)	192	0.169 (990.00)	166.26	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	8.15	-120.0	31.0	-172.1	100.0	4.5	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	-0.00106	0.00000	0.500	20.0	35	0.00057 (0.00049)	192	0.109 (0.30)	166.26	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	0.28	-120.0	31.0	-5.9	100.0	4.5	1560	72.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0.00000	0.500	20.0	35	0.00002 (0.00002)	192	0.003 (0.20)	166.26	0.00

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 CV02 - Cavalcavia	

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 $\phi 20/20 + \phi 26/20$

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

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	-100.0	4.5	20
2	100.0	4.5	20
3	-115.0	23.8	20
4	105.0	23.7	20
5	-105.0	23.7	26
6	115.0	23.7	26

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	26

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

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 CV02 - Cavalcavia	

1 0.00 -576.00 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	-432.00	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	-336.00 (-171.01)	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	-48.00 (-171.01)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm

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

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

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 CV02 - Cavalcavia	

1 S 0.00 -576.00 0.00 0.00 -765.41 -3.25 1.33
101.4(10.5)

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

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	0.00165	0.470	120.0	0.0	0.00099	100.0	4.5	-0.00186	-115.0	23.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000168	-0.000145935	0.001629219	0.470	1.000

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	13.20	120.0	0.0	-218.5	-115.0	23.8	416	9.4

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]

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 CV02 - Cavalcavia	

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00163	0.00000	0.500	20.0	40	0.00062 (0.00062)	286	0.179 (990.00)	-171.01	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	10.27	120.0	0.0	-169.9	-115.0	23.8	416	9.4

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	-0.00127	0.00000	0.500	20.0	40	0.00049 (0.00049)	286	0.139 (0.30)	-171.01	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	1.47	120.0	0.0	-24.3	-115.0	23.8	416	9.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00018	0.00000	0.500	20.0	40	0.00007 (0.00007)	286	0.020 (0.20)	-171.01	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 $\phi 20/20$.

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

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 CV02 - Cavalcavia	

3	-40.0	23.0	20
4	40.0	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	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	31.00	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	23.00 (51.68)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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 CV02 - Cavalcavia	

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 15.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As 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	45.00	0.00	0.00	117.92	0.00	2.62	
15.7(4.6)									

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

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	0.00088	0.322	-50.0	28.0	0.00026	-40.0	23.0	-0.00186	-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	0.000124888	-0.002612660	0.322	0.842

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	3.58	50.0	28.0	-103.5	20.0	6.0	700	15.7

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 CV02 - Cavalcavia	

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 $A_{c\ eff}$ [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	-0.00070	0.00000	0.500	20.0	50	0.00030 (0.00030)	322	0.095 (990.00)	51.68	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	2.66	-50.0	28.0	-76.8	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	-0.00052	0.00000	0.500	20.0	50	0.00022 (0.00022)	322	0.071 (0.30)	51.68	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 e in zona compressa è costituita da $\phi 20/20$.

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

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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

1	-40.0	2.0	20
2	40.0	2.0	20
3	-40.0	19.0	20
4	40.0	19.0	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	-37.00	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	-27.00	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	-22.00 (-41.07)	0.00 (0.00)

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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	-5.00 (-41.07)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 1.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 15.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As 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	-37.00	0.00	0.00	-104.19	0.00	2.82	
15.7(3.5)									

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

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	0.00085	0.313	-50.0	0.0	0.00056	-40.0	2.0	-0.00186	40.0	19.0

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	-0.000142696	0.000847885	0.313	0.831

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 CV02 - Cavalcavia	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.35	-50.0	0.0	-101.5	20.0	19.0	600	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; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Coprifero [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 = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00067	0.00000	0.500	20.0	40	0.00029 (0.00029)	266	0.077 (990.00)	-41.07	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	2.73	-50.0	0.0	-82.7	20.0	19.0	600	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	-0.00055	0.00000	0.500	20.0	40	0.00024 (0.00024)	266	0.063 (0.30)	-41.07	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	0.62	-50.0	0.0	-18.8	20.0	19.0	600	15.7

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00012	0.00000	0.500	20.0	40	0.00005 (0.00005)	266	0.014 (0.20)	-41.07	0.00

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 CV02 - Cavalcavia	

Verifiche a taglio in direzione trasversale (V23)

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

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

La resistenza a taglio risulta pari a:

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 copriferro	bw	m	2.40
altezza utile della sezione	c	m	0.072
	d	m	0.24
Compressione agente nella sezione			
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

Verifica del conglomerato

Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	3398.6
--------------------------------------	------------------	----	--------

Verifica dell'armatura trasversale

diámetro 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	1032.0
Fattore di sicurezza	FS	-	1.1

La verifica è soddisfatta essendo $V_{Rd} > V_{Ed}$.

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 CV02 - Cavalcavia</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 B](#). I risultati ottenuti si estendono anche per la [Spalla A](#).

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.

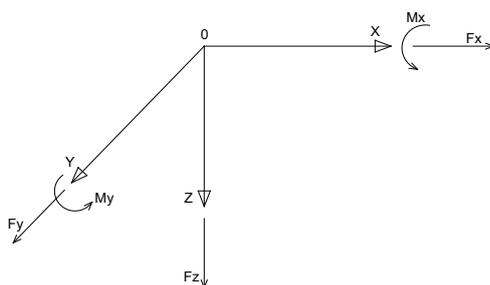


Figura 7.1. Sistema di riferimento

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 CV02 - Cavalcavia	

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

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

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

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

Essendo:

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

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

n_p numero di pali della palificata;

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

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

Spalla SpB

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	517	517	435	383	342	322
Azione assiale minima	Nmin	154	359	154	266	262	263
Azione trasversale massima	Vmax	119	119	84	88	80	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;

E_s Modulo di reazione orizzontale del terreno costante con la profondità, relativo agli strati superficiali, 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		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

$$E_s = 1.5 k_h d;$$

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 SpB

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	517	435	383	342	322
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	359	154	266	262	263
Momento flettente massimo	Mmax	kNm	69	49	51	46	40
Momento amplificato 10%	Mmax	kNm	76	53	56	51	44
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	119	84	88	80	68

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		22007	14433
Carico verticale medio agente sui pali		458	301

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 CV02 - Cavalcavia	

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;

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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 CV02 - Cavalcavia	

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	119.2	65.5
Sollecitazione torcente di progetto	TEd	kNm	0.0	0.0
Forza di compressione di calcolo (pos. Se di compressione)	NEd	kN	517.1	301.8
Momento flettente di calcolo	MEd	kNm	76.0	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		0.12	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	122.0	144.2
Rapporto NEd / Nc,Rd (punto 4.2.10)	NEd/Nc,Rd		0.20	0.12
Status check	Ch		OK	OK
Rapporto MEd / MN,Rd (punto 4.2.12)	MEd/MN,Rd		0.62	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 CV02 - Cavalcavia	

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 CV02 - Cavalcavia	

Spalla SpB

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	517.1	301.8
Resistenza a tranciamento	NRd	kN	817.6	817.6
Rapporto NEd / Nt,Rd	NEd/Nt,Rd		0.63	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	32.3	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		0.41	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 CV02 - Cavalcavia</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).

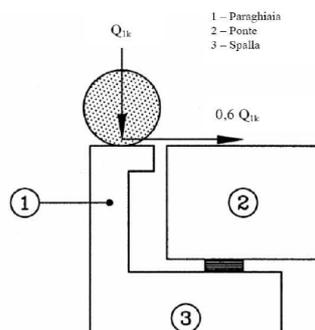


Figura 7.3. Carichi da traffico su muri paraghiaia

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 $3,0 \times 2,20$.

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

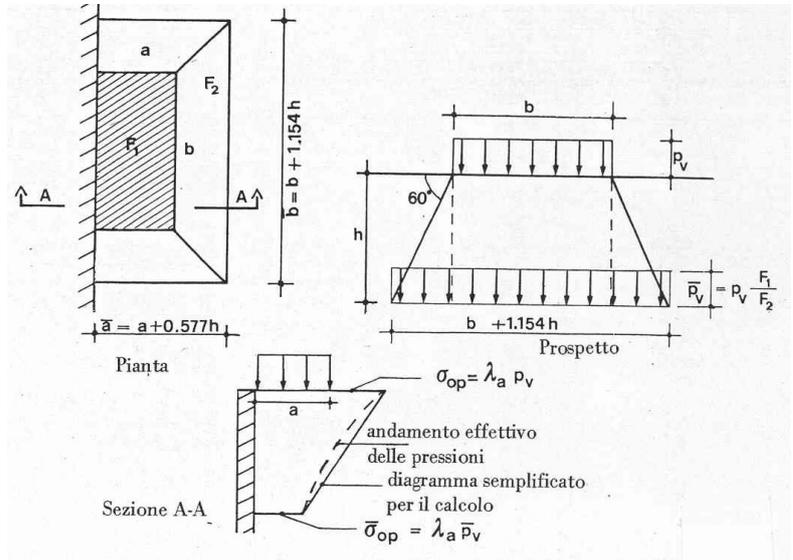


Figura 7.4. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

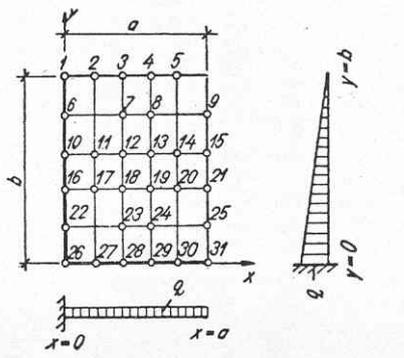
La pressione dovuta al sovraccarico quindi decresce come indicato nella sezione A-A di Figura 7.4 interessando però una larghezza sempre maggiore di paraghiaia. Considerando il contributo di una sola colonna di carico, la larghezza collaborante di muro è pari a $(b + 1.154h + 2.00)$.

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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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

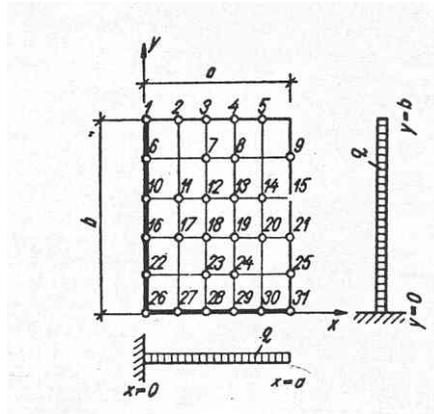


Figura 7.6. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).

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 CV02 - Cavalcavia	

8 VERIFICHE DISPOSITIVI 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:

CV02

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]	Tipo	N _s SLU [kN]	VI SLU [kN]	Vt SLU [kN]	S _{long} ± [mm]	S _{trasv} ± [mm]	rot [rad]
SPA	VUL	2500		500	50		0.010	VM	2500			50	25	0.010
SPB	V F	2500	500	500		25	0.010	VUT	2500	500			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	379.5	187.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.2	903.9	0.0
SPB	379.5	187.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.2	903.9	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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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	379.5	187.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	566.8	566.8
SPB	379.5	187.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	566.8	566.8

Combinazione SLE-RARA

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	MAX	MIN
											Sommano	Sommano
SPA	379.5	187.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.1	903.9	0.0	1500.8	536.7
SPB	379.5	187.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.1	903.9	0.0	1500.8	536.7

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	512.3	252.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.2	1220.3	0.0	2030.6	720.0
SPB	512.3	252.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.2	1220.3	0.0	2030.6	720.0

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	379.5	187.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	566.8	566.8
SPB	379.5	187.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	566.8	566.8

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	379.5	187.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	677.9	0.0	1244.7	566.8
SPB	379.5	187.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	677.9	0.0	1244.7	566.8

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

8.1 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		38.0	0.0	0.0	0.0	0.0
500	Ex	Sisma longitudinale		592.6	0.0	0.0	0.0	871.1
500	Ey	Sisma trasversale		0.0	92.6	0.0	136.1	0.0
500	Ez	Sisma verticale		0.0	0.0	76.6	0.0	0.0

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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		19.0		
	SPB	296.3	19.0		
trave SX	SPA		19.0		
	SPB	296.3	19.0		
Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni					
Fattori moltiplicativi					
Combinazione n.					
	1	2	3		
SLU-SIS X	0.30	1.00	1.00		
Carichi trasmessi agli appoggi					
Combinazione SLU-SIS X					
	Sisma	Sisma	Forze		
Allineamenti	trasversale	longitudinale	Parassite	Sommano	
trave DX	SPA	0.0	0.0	19.0	19.0
	SPB	0.0	296.3	19.0	315.3
trave SX	SPA	0.0	0.0	19.0	19.0
	SPB	0.0	296.3	19.0	315.3

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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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	92.6			
	SPB	92.6			
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	92.6	0.0	0.0	92.6
	SPB	92.6	0.0	0.0	92.6
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.

8.2 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		 GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

Dati	Var	unità	
Distanza tra punto fisso e giunto di dilatazione	DL	m	20.0
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	50
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	[°]	41.3
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-7.9
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	45.3
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-3.9
Massima variazione termica in contrazione: $DTN,con = T0 - Te,min$	$\Delta TN,con$	[°]	18.9
Massima variazione termica in espansione: $DTN,exp = Te,max - T0$	$\Delta TN,exp$	[°]	30.3
Variazione termica complessiva: $DTn = Te,max - Te,min$	ΔTN	[°]	49.2
Massima variazione termica in contrazione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,con_g$	[°]	38.9
Massima variazione termica in espansione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,exp_g$	[°]	50.3

Escursioni - Condizioni ordinarie	Var	unità	
contrazione longitudinale per ritiro	$\Delta l_{rit,con}$	mm	-3.0
contrazione longitudinale per var. termica uniforme	$\Delta l_{max,con}$	mm	-7.8
massima escursione di contrazione (ritiro + Termica)	$\Delta l_{max,con}$	mm	-11
espansione longitudinale per var. termica uniforme	$\Delta l_{max,exp}$	mm	10
escursione complessiva longitudinale	Δl_{tot}	mm	21

Escursioni - Condizioni sismiche SLV	Var	unità	
Spostamento di progetto per sisma agli SLV	$\Delta E_d \pm$	mm	0
escursione complessiva di contrazione (SLV + ritiro + 0.5 Termica)	$\Delta l_{max,con}$	mm	-7
escursione complessiva di espansione (SLV + 0.5 Termica)	$\Delta l_{max,con}$	mm	5
escursione complessiva longitudinale	Δl_{tot}	mm	12

Escursioni di progetto	Var	unità	
Escursione longitudinale di progetto in ciascuna direzione	$\Delta l_{long} \pm$	mm	50
Escursione longitudinale complessiva di progetto	Δl_{tot}	mm	50

8.3 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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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 γ_E')	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1} .

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

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

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 CV02 - Cavalcavia	

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 \odot	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

\odot 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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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 CV02 - Cavalcavia	

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):

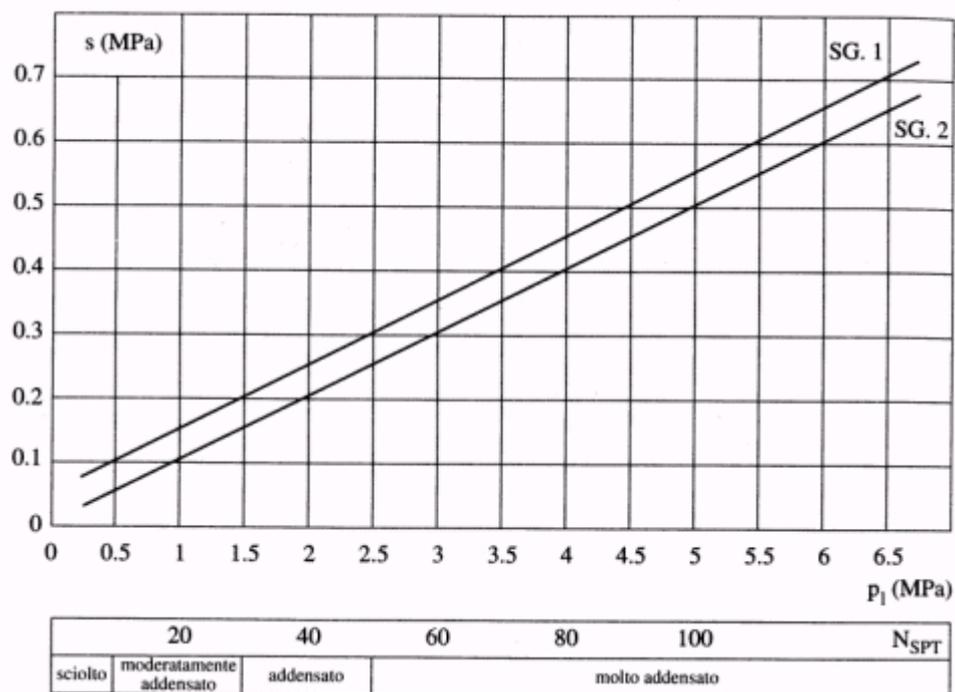


Figura 9.1 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di q_s per sabbie e ghiaie

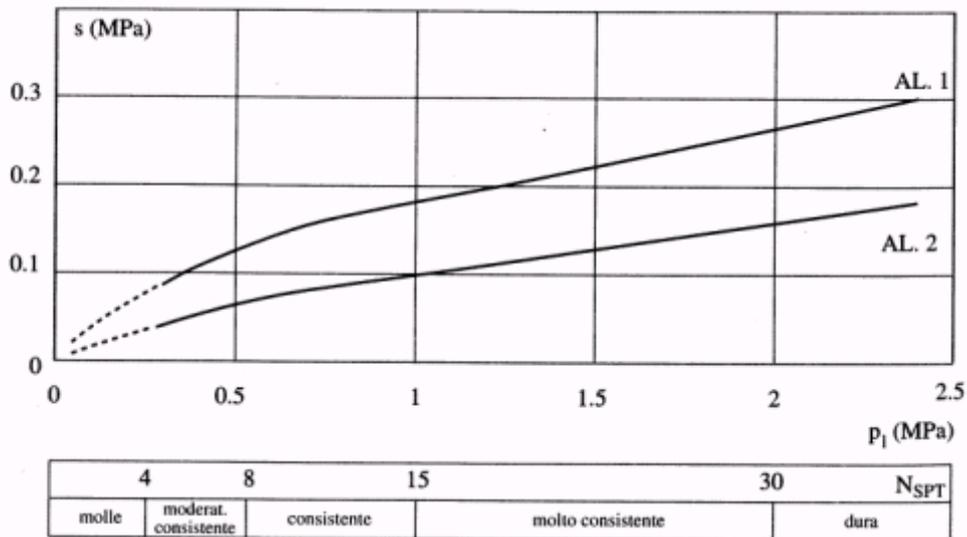


Figura 9.2 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di q_s per argille e limi

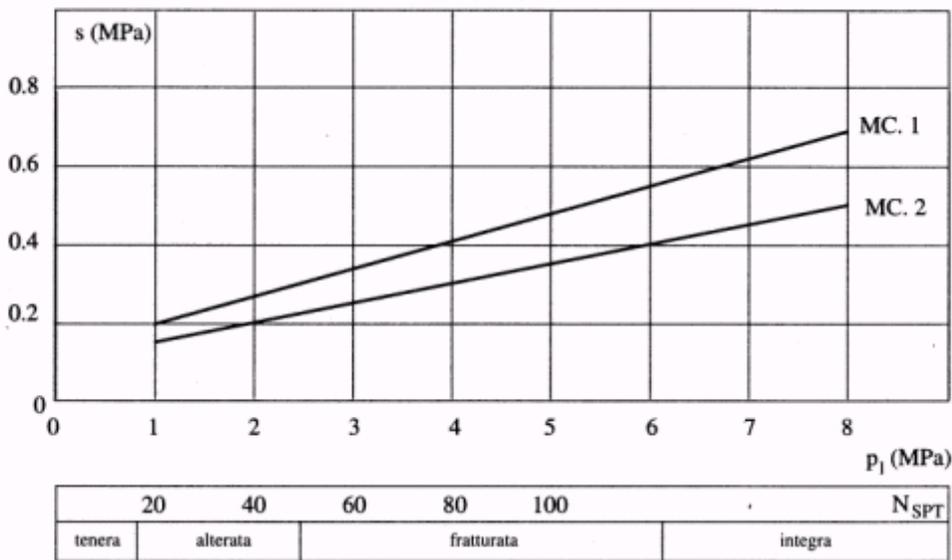


Figura 9.3 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di q_s per gessi, marne, marne calcaree

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	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

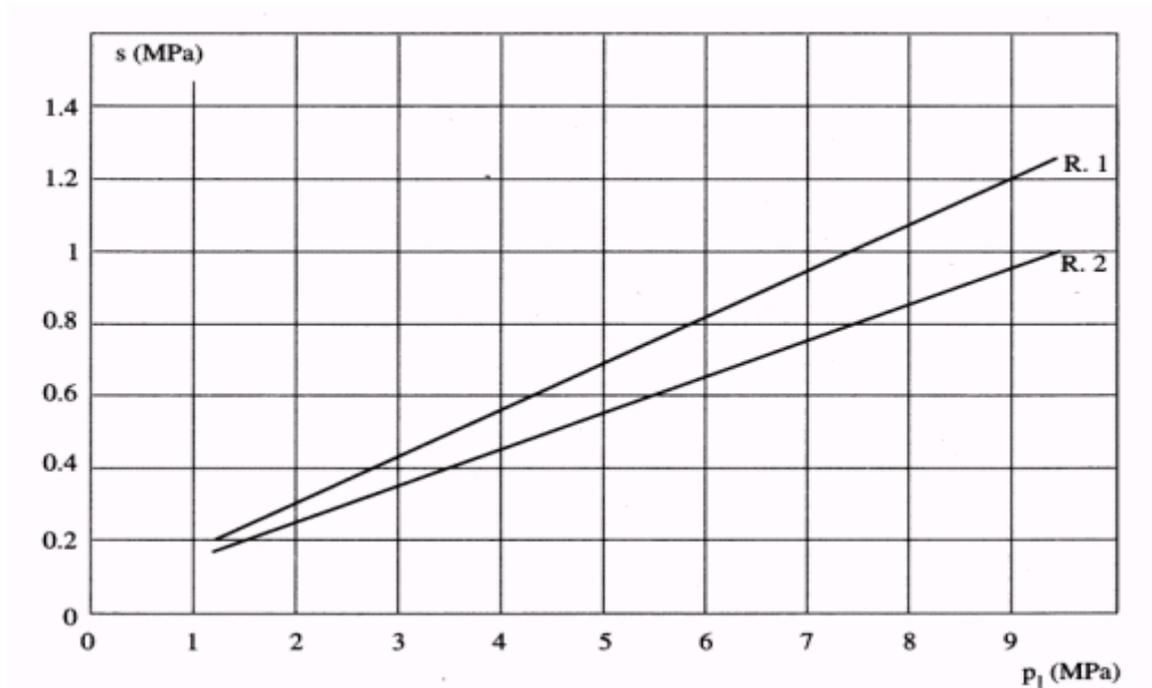


Figura 9.4 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di q_s per rocce alterate e fratturate

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		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA366	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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

Deve essere:

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

Dove:

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 palo singolo nei riguardi del carico trasversale

Deve essere:

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

Dove:

$F_{tr,d}$ è il carico orizzontale di progetto nelle verifiche allo SLU agente sul 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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

$R_{tr,cal}$ 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".

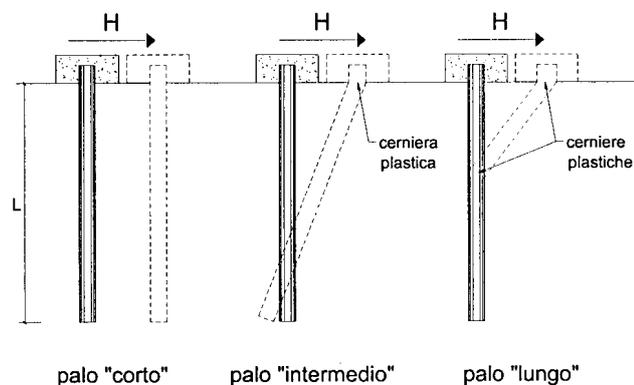


Figura 9.5 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

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 CV02 - Cavalcavia	

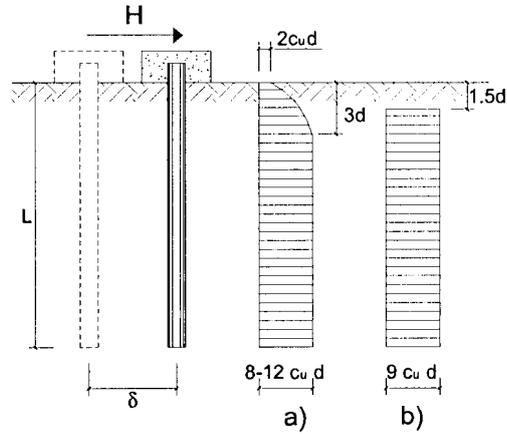
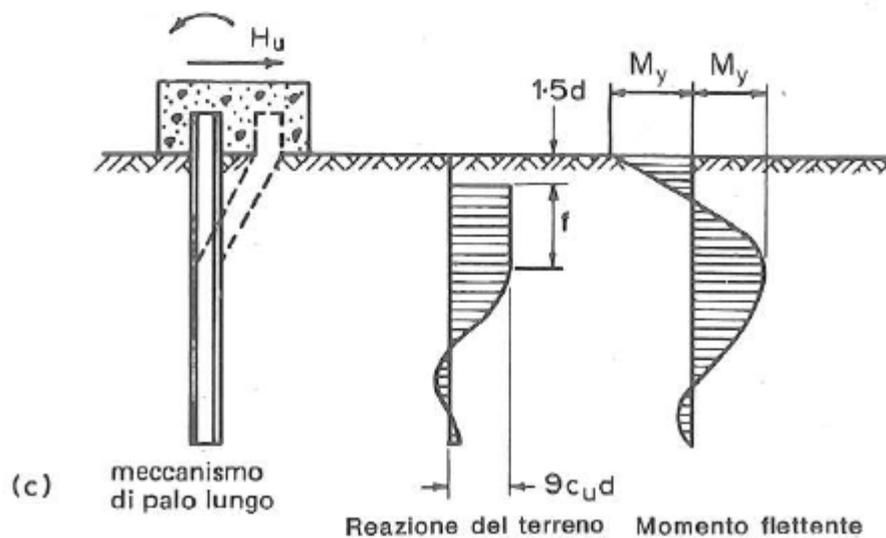
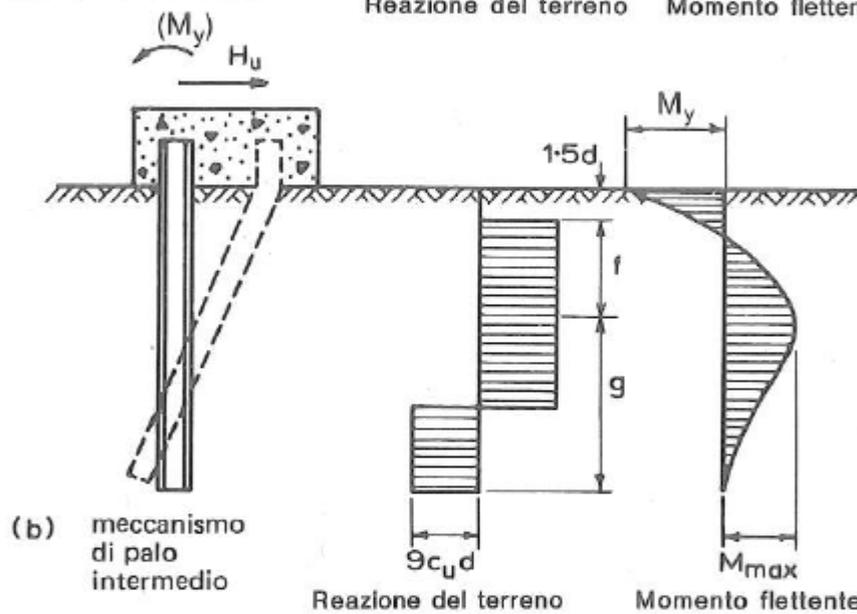
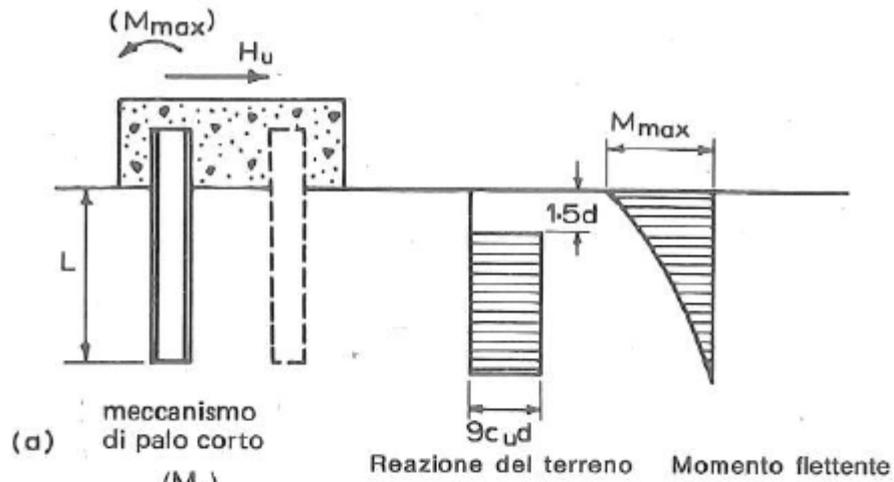


Figura 9.6 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

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 CV02 - Cavalcavia	

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:

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

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

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

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

$$H \text{ lim} = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H \text{ lim} \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

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:

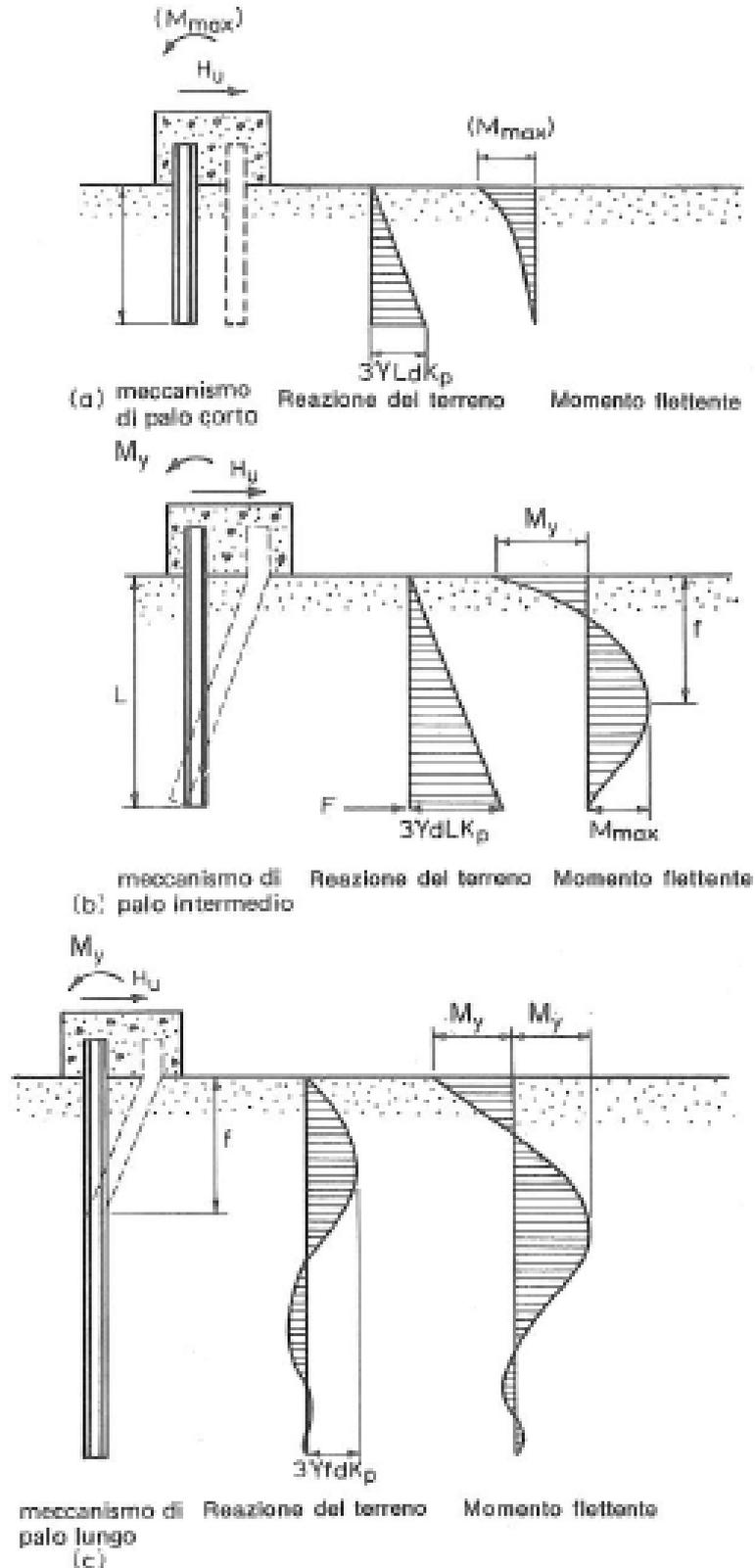
k_p il coefficiente di spinta passiva;

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 CV02 - Cavalcavia



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 CV02 - Cavalcavia	

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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

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.

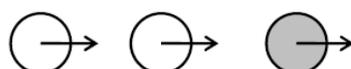


Figura 9.9 – Schema A – Pali in linea

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.

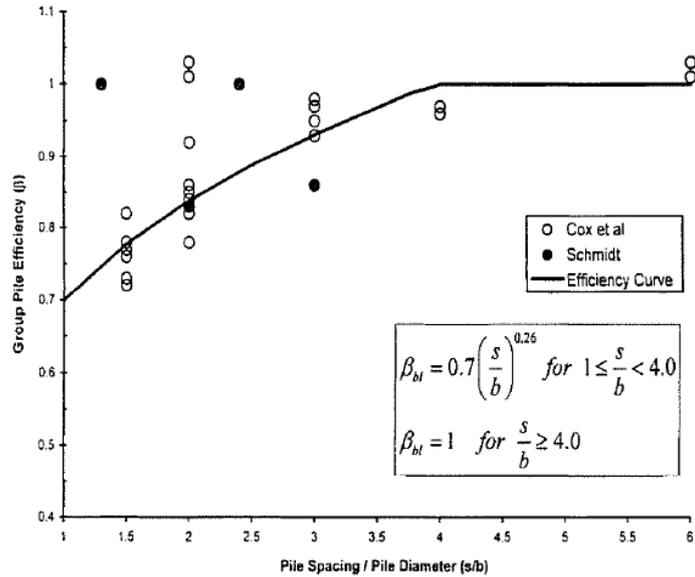


Figura 9.10 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 9.11

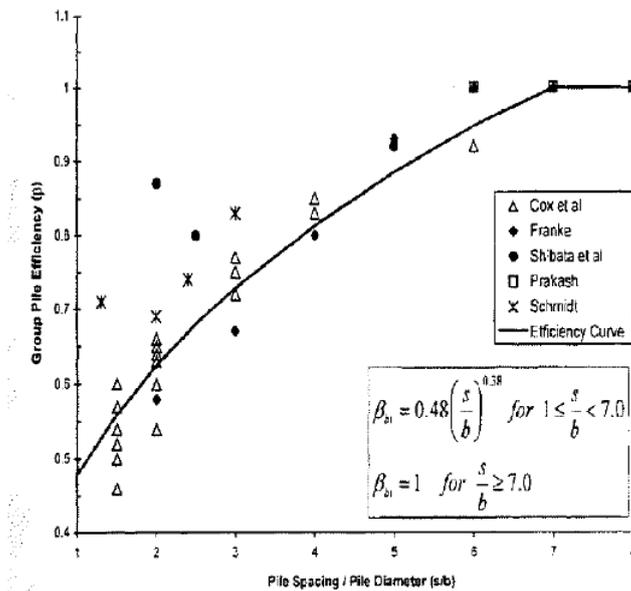


Figura 9.11 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

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

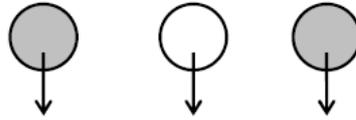


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

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.

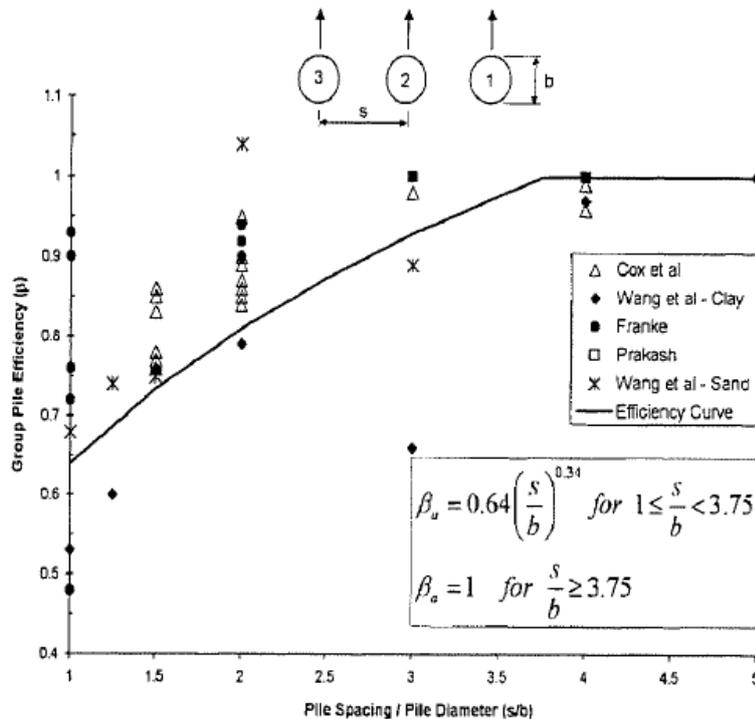


Figura 9.13 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

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 20%.

9.2 Applicazione al caso in esame

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

9.2.1 Caratteristiche delle opere di fondazione su micropali

Le fondazioni sono di tipo indiretto su micropali $\phi 300$, collegati in testa da rigide zattere di fondazione di altezza pari a 2.0 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	Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia	

Per la **Spalla B** sono previsti **48** micropali disposti secondo una maglia rettangolare (**6 x 8**), garantendo una distanza minima tra gli assi dei micropali pari a **0.9 m** (3D).

9.2.2 Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto

Di seguito si riepilogano le stratigrafie ed i parametri geotecnici di progetto impiegati nel dimensionamento delle fondazioni su micropali.

Inoltre, è indicato il numero delle verticali indagate, utile al dimensionamento dei micropali.

VIADOTTO:	CV02	Numero delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento dei pali	1
Allineamento:	SPALLA B		

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						
				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	1.00	ALG	18.0	nd	0	34.0	nd	17.5	nd	0.0	33.0	nd	20-40	
2	1.00	10.00	S	18.0	nd	7	32.0	48	17.0	nd	5.0	30.0	24	30-50	
3	10.00	60.00	G	25.5	nd	20	42.0	nd	25.0	nd	15.0	40.0	nd	-	

Tabella 9.1 – Stratigrafie e parametri geotecnici per il progetto delle fondazioni.

9.2.3 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			MICROPALI SOGGETTI A COMPRESSIONE										MICROPALI SOGGETTI A TRAZIONE			
			PARAMETRI MEDI			PARAMETRI MINIMI			ENV				MEDI		MINIMI	
Stratigrafia	Allineamenti	Lp [m]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rcd [kN]	Edc [kN]	c.u. %	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Edt [kN]	c.u. %	
STR1	SpB	8.0	765	98	863	669	85	754	754	517	69%	704	615	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)

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

In allegato si riporta il calcolo delle resistenze di progetto Rtr,d, relative ai micropali della pila P1, che tiene 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.

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.

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 CV02 - Cavalcavia	

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	SpB	181	176	119	68%	48	80%	6749	5712	85%	

Tabella 9.3 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi dei carichi trasversali

9.2.5 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 CV02 - Cavalcavia	

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 CV02 - Cavalcavia</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 CV02 - Cavalcavia</i></p>	

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

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato
 Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni

Rck = 45 Mpa
 n0 = 6.16
 ninf = 15.06
 nrir = 15.74

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

Sez	n.travi impalcato	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave-asse impalcato	soletta	Piattabanda superiore								Anima		Piattabanda inferiore								Soletta in c.a. - larghezza collaborante										
					B1 (m)	H1 (m)	B2 (m)	H2 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	spw (m)	Hw (m)	B3 (m)	H3 (m)	B4 (m)	H4 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	Int tr sx (m)	bconn (m)	Int tr dx (m)	tipo campata	Lcampata (m)	b1 (m)	b2 (m)	bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Brsup (m)
1	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.025	0.000	0.000	0.600	0.025	11.680	4	0.016	1.240	0.000	0.000	0.700	0.035	0.700	0.035	9.771	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
2	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.025	0.000	0.000	0.600	0.025	11.680	4	0.016	1.240	0.000	0.000	0.700	0.035	0.700	0.035	9.771	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
3	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.030	0.000	0.000	0.600	0.030	9.767	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.700	0.040	0.700	0.040	8.575	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
4	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.030	0.000	0.000	0.600	0.030	9.767	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.700	0.040	0.700	0.040	8.575	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
5	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.030	0.000	0.000	0.600	0.030	9.767	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.700	0.040	0.700	0.040	8.575	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
6	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.030	0.000	0.000	0.600	0.030	9.767	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.700	0.040	0.700	0.040	8.575	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
7	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.030	0.000	0.000	0.600	0.030	9.767	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.700	0.040	0.700	0.040	8.575	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
8	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.030	0.000	0.000	0.600	0.030	9.767	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.700	0.040	0.700	0.040	8.575	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
9	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.030	0.000	0.000	0.600	0.030	9.767	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.700	0.040	0.700	0.040	8.575	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
10	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.030	0.000	0.000	0.600	0.030	9.767	<4	0.014	1.230	0.000	0.000	0.700	0.040	0.700	0.040	8.575	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
11	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.025	0.000	0.000	0.600	0.025	11.680	4	0.016	1.240	0.000	0.000	0.700	0.035	0.700	0.035	9.771	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440
12	2	8.000	2.250	reagente	0.600	0.025	0.000	0.000	0.600	0.025	11.680	4	0.016	1.240	0.000	0.000	0.700	0.035	0.700	0.035	9.771	<4	3.500	0.360	4.500	ca	20.000	1.570	2.070	4.000	0.270	0.070	0.440

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	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0593	0.552	0.01787	0.001451	0.000015	0.145677	1.112	0.049944	0.684391	0.000018	0.142493	1.103	0.049432	0.667883	0.000018	0.252158	1.276	0.059925	1.236547	0.000064
2	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0593	0.552	0.01787	0.001451	0.000015	0.145677	1.112	0.049944	0.684391	0.000018	0.142493	1.103	0.049432	0.667883	0.000018	0.252158	1.276	0.059925	1.236547	0.000064
3	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0632	0.553	0.019955	0.001684	0.000021	0.149557	1.098	0.053115	0.704266	0.000025	0.146373	1.089	0.052568	0.687758	0.000024	0.256038	1.265	0.063884	1.256422	0.000071
4	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0632	0.553	0.019955	0.001684	0.000021	0.149557	1.098	0.053115	0.704266	0.000025	0.146373	1.089	0.052568	0.687758	0.000024	0.256038	1.265	0.063884	1.256422	0.000071
5	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0632	0.553	0.019955	0.001684	0.000021	0.149557	1.098	0.053115	0.704266	0.000025	0.146373	1.089	0.052568	0.687758	0.000024	0.256038	1.265	0.063884	1.256422	0.000071
6	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0632	0.553	0.019955	0.001684	0.000021	0.149557	1.098	0.053115	0.704266	0.000025	0.146373	1.089	0.052568	0.687758	0.000024	0.256038	1.265	0.063884	1.256422	0.000071
7	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0632	0.553	0.019955	0.001684	0.000021	0.149557	1.098	0.053115	0.704266	0.000025	0.146373	1.089	0.052568	0.687758	0.000024	0.256038	1.265	0.063884	1.256422	0.000071
8	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0632	0.553	0.019955	0.001684	0.000021	0.149557	1.098	0.053115	0.704266	0.000025	0.146373	1.089	0.052568	0.687758	0.000024	0.256038	1.265	0.063884	1.256422	0.000071
9	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0632	0.553	0.019955	0.001684	0.000021	0.149557	1.098	0.053115	0.704266	0.000025	0.146373	1.089	0.052568	0.687758	0.000024	0.256038	1.265	0.063884	1.256422	0.000071
10	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0632	0.553	0.019955	0.001684	0.000021	0.149557	1.098	0.053115	0.704266	0.000025	0.146373	1.089	0.052568	0.687758	0.000024	0.256038	1.265	0.063884	1.256422	0.000071
11	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0593	0.552	0.01787	0.001451	0.000015	0.145677	1.112	0.049944	0.684391	0.000018	0.142493	1.103	0.049432	0.667883	0.000018	0.252158	1.276	0.059925	1.236547	0.000064
12	0.440	1.1108	0.200	0.007439016	0.006283	0.280	0.006283	0.080	0.012566	0.180	0.000125664	1.300	0.0593	0.552	0.01787	0.001451	0.000015	0.145677	1.112	0.049944	0.684391	0.000018	0.142493	1.103	0.049432	0.667883	0.000018	0.252158	1.276	0.059925	1.236547	0.000064

<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 CV02 - Cavalcavia</i></p>	

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

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni interamente reagenti

Rch = 45 Mpa
n0 = 6.16
ninf = 15.06
nrit = 15.74

epgs = 0.814 (c/l)max = 11.39

epgs = 0.814 (c/l)max = 11.39

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Trave isolat

Table with 43 columns: Sez, FRAME, LOC (m), Progr (m), n_campata, X_campata (m), n_travi impalcato, Larghezza soletta impalcato, Dis.trave-asse impalcato, soletta, B1 (m), H1 (m), B2 (m), H2 (m), Bcg (m), Htot (m), c/l, Classe, spw (m), Hw (m), B3 (m), H3 (m), B4 (m), H4 (m), Bcg (m), Htot (m), c/l, Classe, Int tr sx (m), bconn (m), Int tr dx (m), tipo campata, Lxx (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), Ja (m4), Aw (mq). Rows 1-24 represent different sections.

<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 CV02 - Cavalcavia</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 CV02 - Cavalcavia</i></p>	

14 ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato
Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C1Mmax

Sez	soletta																TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICH						
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)
1	1	0.000	0.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-39.4	355.0	355.0	355.0	0.722	3			
2	1	2.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	97.6	92.4	-92.3	-96.0	-65.2	-84.6	-85.1	355.0	355.0	355.0	1.422	1			
3	2	0.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	97.6	92.4	-92.3	-96.0	-65.2	-84.6	-85.1	355.0	355.0	355.0	1.422	1			
4	2	2.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	164.2	156.3	-122.7	-128.3	-70.2	-96.8	-69.2	355.0	355.0	355.0	1.440	1			
5	3	0.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	150.9	142.6	-114.7	-120.9	-69.6	-95.0	-79.7	355.0	355.0	355.0	1.423	1			
6	3	1.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	174.7	165.3	-125.0	-132.0	-71.1	-99.0	-70.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
7	4	0.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	174.7	165.3	-125.0	-132.0	-71.1	-99.0	-44.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
8	4	1.670	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	204.8	194.0	-138.4	-146.6	-73.6	-104.7	-29.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
9	5	0.000	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	204.8	194.0	-138.4	-146.6	-73.6	-104.7	-29.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
10	5	1.670	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	222.5	210.9	-146.5	-155.2	-75.0	-108.1	-13.7	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
11	6	0.000	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	222.5	210.9	-146.5	-155.2	-75.0	-108.1	-13.7	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
12	6	1.660	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	227.8	215.9	-149.2	-158.1	-75.4	-109.0	-1.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
13	7	0.000	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	227.8	215.9	-149.2	-158.1	-75.4	-109.0	1.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
14	7	1.670	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	222.4	210.8	-146.5	-155.2	-75.0	-108.0	13.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
15	8	0.000	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	222.4	210.8	-146.5	-155.2	-75.0	-108.0	13.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
16	8	1.670	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	204.7	193.9	-138.4	-146.5	-73.5	-104.7	29.1	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
17	9	0.000	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	204.7	193.9	-138.4	-146.5	-73.5	-104.7	29.1	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
18	9	1.660	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	174.7	165.3	-125.0	-132.0	-71.1	-99.0	44.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
19	10	0.000	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	174.7	165.3	-125.0	-132.0	-71.1	-99.0	44.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1			
20	10	1.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	150.9	142.6	-114.7	-120.9	-69.6	-95.0	79.7	355.0	355.0	355.0	1.423	1			
21	11	0.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	164.2	156.3	-122.7	-128.3	-70.2	-96.8	69.2	355.0	355.0	355.0	1.440	1			
22	11	2.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	97.6	92.4	-92.3	-96.0	-65.2	-84.6	85.1	355.0	355.0	355.0	1.422	1			
23	12	0.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	97.6	92.4	-92.3	-96.0	-65.2	-84.6	85.1	355.0	355.0	355.0	1.422	1			
24	12	2.000	20.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.4	355.0	355.0	355.0	0.722	3			

E DELLE SEZIONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
WA_eff (m3)	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κt	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6582.0	13789.0	23996	3519.5	-6877.8	12656.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27	0.52	0.00									
							97.6	92.4	-92.3	-96.0	0.28	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1688	0.59		0.00									
							97.6	92.4	-92.3	-96.0	0.28	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1688	0.59		0.00									
							164.2	156.3	-122.7	-128.3	0.47	0.37	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1372	0.48		0.00									
							150.9	142.6	-114.7	-120.9	0.43	0.35	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1372	0.60		0.00									
							174.7	165.3	-125.0	-132.0	0.50	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1214	0.53		0.00									
							174.7	165.3	-125.0	-132.0	0.50	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	764	0.33		0.00									
							204.8	194.0	-138.4	-146.6	0.59	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	500	0.22		0.00									
							204.8	194.0	-138.4	-146.6	0.59	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	500	0.22		0.00									
							222.5	210.9	-146.5	-155.2	0.64	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	236	0.10		0.00									
							222.5	210.9	-146.5	-155.2	0.64	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	236	0.10		0.00									
							227.8	215.9	-149.2	-158.1	0.66	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	27	0.01		0.00									
							227.8	215.9	-149.2	-158.1	0.66	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	27	0.01		0.00									
							222.4	210.8	-146.5	-155.2	0.64	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	237	0.10		0.00									
							222.4	210.8	-146.5	-155.2	0.64	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	237	0.10		0.00									
							204.7	193.9	-138.4	-146.5	0.59	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	502	0.22		0.00									
							204.7	193.9	-138.4	-146.5	0.59	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	502	0.22		0.00									
							174.7	165.3	-125.0	-132.0	0.50	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	764	0.33		0.00									
							174.7	165.3	-125.0	-132.0	0.50	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	764	0.33		0.00									
							150.9	142.6	-114.7	-120.9	0.43	0.35	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1372	0.60		0.00									
							164.2	156.3	-122.7	-128.3	0.47	0.37	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1372	0.48		0.00									
							97.6	92.4	-92.3	-96.0	0.28	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1688	0.59		0.00									
							97.6	92.4	-92.3	-96.0	0.28	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1688	0.59		0.00									
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6582.0	13789.0	23996	2481.9	-6877.8	12656.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27	0.52	0.00									

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato
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 C1Mmin

Sez	soletta													Armature soletta													piattabanda superiore													anima													piattabanda inferiore													TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA													CARATTERISTICH				
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	lxa_eff (m4)																																																		
1	1	0.000	0.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-39.4	355.0	355.0	355.0	0.722	3																																																					
2	1	2.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	41.5	39.0	-48.0	-49.8	-12.6	-16.3	-31.6	355.0	355.0	355.0	0.767	3																																																					
3	2	0.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	41.5	39.0	-48.0	-49.8	-12.6	-16.3	-31.6	355.0	355.0	355.0	0.767	3																																																					
4	2	2.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	73.7	69.4	-85.0	-88.1	-21.9	-28.4	-23.7	355.0	355.0	355.0	0.790	3																																																					
5	3	0.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	66.6	62.1	-76.2	-79.5	-20.5	-26.5	-27.3	355.0	355.0	355.0	0.791	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
6	3	1.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	78.0	72.7	-88.8	-92.7	-23.4	-30.4	-22.8	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
7	4	0.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	78.0	72.7	-88.8	-92.7	-23.4	-30.4	-22.8	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
8	4	1.670	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	92.5	86.2	-105.3	-110.0	-27.8	-36.0	-15.2	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
9	5	0.000	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	92.5	86.2	-105.3	-110.0	-27.8	-36.0	-15.2	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
10	5	1.670	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	101.2	94.3	-115.2	-120.3	-30.4	-39.4	-7.6	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
11	6	0.000	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	101.2	94.3	-115.2	-120.3	-30.4	-39.4	-7.6	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
12	6	1.660	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	104.0	97.0	-118.4	-123.7	-31.3	-40.5	0.0	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
13	7	0.000	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	104.0	97.0	-118.4	-123.7	-31.3	-40.5	0.0	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
14	7	1.670	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	101.1	94.3	-115.1	-120.2	-30.4	-39.4	7.6	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
15	8	0.000	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	101.1	94.3	-115.1	-120.2	-30.4	-39.4	7.6	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
16	8	1.670	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	92.4	86.2	-105.2	-109.9	-27.8	-36.0	15.2	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
17	9	0.000	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	92.4	86.2	-105.2	-109.9	-27.8	-36.0	15.2	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
18	9	1.660	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	78.0	72.7	-88.8	-92.7	-23.4	-30.4	22.8	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
19	10	0.000	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	78.0	72.7	-88.8	-92.7	-23.4	-30.4	22.8	355.0	355.0	355.0	0.817	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
20	10	1.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	fessurata	66.6	62.1	-76.2	-79.5	-20.5	-26.5	27.3	355.0	355.0	355.0	0.791	4	0.0632	0.553	0.0200																																																		
21	11	0.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	73.7	69.4	-85.0	-88.1	-21.9	-28.4	23.7	355.0	355.0	355.0	0.790	3																																																					
22	11	2.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	41.5	39.0	-48.0	-49.8	-12.6	-16.3	31.6	355.0	355.0	355.0	0.767	3																																																					
23	12	0.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	41.5	39.0	-48.0	-49.8	-12.6	-16.3	31.6	355.0	355.0	355.0	0.767	3																																																					
24	12	2.000	20.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.4	355.0	355.0	355.0	0.722	3																																																					

E DELLE SEZIONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
WA_eff (m3)	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κt	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6582.0	13789.0	23996	3519.5	-6877.8	12656.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27	0.52	0.00									
							41.5	39.0	-48.0	-49.8	0.12	0.14	0.12	0.14	6432.6	14150.7	24488	6146.4	-7382.8	12864.5	0.00	0.14	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	627	0.22	0.50	0.00									
							41.5	39.0	-48.0	-49.8	0.12	0.14	0.12	0.14	6432.6	14150.7	24488	6146.4	-7382.8	12864.5	0.00	0.14	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	627	0.22	0.50	0.00									
							73.7	69.4	-85.0	-88.1	0.21	0.26	0.21	0.26	6192.9	14323.2	24734	9004.8	-7887.7	12866.5	0.00	0.26	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	471	0.17	0.70	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	2243.2	280.2	0.000	66.6	62.1	-76.2	-79.6	0.19	0.23	0.19	0.23	7631.2	15401.6	26046	9104.9	-7887.7	13989.0	0.00	0.23	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	471	0.21	0.65	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	2620.3	338.3	0.000	78.0	72.7	-88.8	-92.7	0.22	0.27	0.22	0.27	7557.5	15567.7	26292	10225.5	-8140.2	14075.4	0.00	0.27	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	392	0.17	0.73	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	2620.3	338.3	0.000	78.0	72.7	-88.8	-92.7	0.22	0.27	0.22	0.27	7557.5	15567.7	26292	10225.5	-8140.2	14075.4	0.00	0.27	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	392	0.17	0.73	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	3107.2	401.0	0.000	92.5	86.2	-105.3	-110.0	0.26	0.32	0.26	0.32	7557.5	15567.7	26292	11594.2	-8140.2	14075.4	0.00	0.32	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	261	0.11	0.82	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	3107.2	401.0	0.000	92.5	86.2	-105.3	-110.0	0.26	0.32	0.26	0.32	7557.5	15567.7	26292	11594.2	-8140.2	14075.4	0.00	0.32	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	261	0.11	0.82	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	3398.9	438.6	0.000	101.2	94.3	-115.2	-120.3	0.29	0.35	0.29	0.35	7557.5	15567.7	26292	12396.1	-8140.2	14075.4	0.00	0.35	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	130	0.06	0.88	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	3398.9	438.6	0.000	101.2	94.3	-115.2	-120.3	0.29	0.35	0.29	0.35	7557.5	15567.7	26292	12396.1	-8140.2	14075.4	0.00	0.35	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	130	0.06	0.88	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	3495.4	451.0	0.000	104.0	97.0	-118.4	-123.7	0.30	0.36	0.30	0.36	7557.5	15567.7	26292	12631.5	-8140.2	14075.4	0.00	0.36	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	0	0.00	0.90	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	3495.4	451.0	0.000	104.0	97.0	-118.4	-123.7	0.30	0.36	0.30	0.36	7557.5	15567.7	26292	12631.5	-8140.2	14075.4	0.00	0.36	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	0	0.00	0.90	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	3397.8	438.5	0.000	101.1	94.3	-115.1	-120.2	0.29	0.35	0.29	0.35	7557.5	15567.7	26292	12393.0	-8140.2	14075.4	0.00	0.35	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	131	0.06	0.88	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	3397.8	438.5	0.000	101.1	94.3	-115.1	-120.2	0.29	0.35	0.29	0.35	7557.5	15567.7	26292	12393.0	-8140.2	14075.4	0.00	0.35	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	131	0.06	0.88	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	3104.9	400.7	0.000	92.4	86.2	-105.2	-109.9	0.26	0.32	0.26	0.32	7557.5	15567.7	26292	11587.7	-8140.2	14075.4	0.00	0.32	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	262	0.11	0.82	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	3104.9	400.7	0.000	92.4	86.2	-105.2	-109.9	0.26	0.32	0.26	0.32	7557.5	15567.7	26292	11587.7	-8140.2	14075.4	0.00	0.32	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	262	0.11	0.82	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	2620.3	338.3	0.000	78.0	72.7	-88.8	-92.7	0.22	0.27	0.22	0.27	7557.5	15567.7	26292	10225.5	-8140.2	14075.4	0.00	0.27	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	392	0.17	0.73	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	2620.3	338.3	0.000	78.0	72.7	-88.8	-92.7	0.22	0.27	0.22	0.27	7557.5	15567.7	26292	10225.5	-8140.2	14075.4	0.00	0.27	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	392	0.17	0.73	0.00									
0.0361	0.0389	0.0278	0.0267	2243.2	280.2	0.000	66.6	62.1	-76.2	-79.6	0.19	0.23	0.19	0.23	7631.2	15401.6	26046	9104.9	-7887.7	13989.0	0.00	0.23	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	471	0.21	0.65	0.00									
							73.7	69.4	-85.0	-88.1	0.21	0.26	0.21	0.26	6192.9	14323.2	24734	9004.8	-7887.7	12866.5	0.00	0.26	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	471	0.17	0.70	0.00									
							41.5	39.0	-48.0	-49.8	0.12	0.14	0.12	0.14	6432.6	14150.7	24488	6146.4	-7382.8	12864.5	0.00	0.14	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	627	0.22	0.50	0.00									
							41.5	39.0	-48.0	-49.8	0.12	0.14	0.12	0.14	6432.6	14150.7	24488	6146.4	-7382.8	12864.5	0.00	0.14	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	627	0.22	0.50	0.00									
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6582.0	13789.0	23996	2481.9	-6877.8	12656.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27	0.52	0.00									

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato
Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C1Vmax

Sez	soletta													Armature soletta													piattabanda superiore													anima													piattabanda inferiore													TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA													CARATTERISTICH				
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	lxa_eff (m4)																																																		
1	1	0.000	0.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-39.4	355.0	355.0	355.0	0.722	3																																																					
2	1	2.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	76.3	71.6	-92.0	-95.3	-63.1	-79.2	-28.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
3	2	0.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	76.3	71.6	-92.0	-95.3	-63.1	-79.2	-28.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
4	2	2.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	138.3	131.1	-122.6	-127.7	-68.0	-90.5	-15.3	355.0	355.0	355.0	1.440	1																																																					
5	3	0.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	126.8	119.2	-114.5	-120.2	-67.3	-88.8	-17.7	355.0	355.0	355.0	1.423	1																																																					
6	3	1.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	150.0	141.4	-124.9	-131.4	-68.9	-92.9	-10.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
7	4	0.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	150.0	141.4	-124.9	-131.4	-68.9	-92.9	-10.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
8	4	1.670	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	180.9	170.8	-138.4	-145.9	-71.4	-98.8	3.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
9	5	0.000	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	180.9	170.8	-138.4	-145.9	-71.4	-98.8	3.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
10	5	1.670	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	201.2	190.3	-146.4	-154.7	-73.0	-102.8	16.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
11	6	0.000	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	201.2	190.3	-146.4	-154.7	-73.0	-102.8	16.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
12	6	1.660	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	210.5	199.2	-149.1	-157.6	-73.8	-104.7	29.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
13	7	0.000	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	210.5	199.2	-149.1	-157.6	-73.8	-104.7	29.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
14	7	1.670	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	208.5	197.3	-146.4	-154.8	-73.7	-104.6	43.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
15	8	0.000	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	208.5	197.3	-146.4	-154.8	-73.7	-104.6	43.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
16	8	1.670	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	194.5	184.0	-138.3	-146.2	-72.6	-102.2	57.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
17	9	0.000	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	194.5	184.0	-138.3	-146.2	-72.6	-102.2	57.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
18	9	1.660	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	168.3	159.1	-124.9	-131.9	-70.5	-97.4	71.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
19	10	0.000	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	168.3	159.1	-124.9	-131.9	-70.5	-97.4	71.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
20	10	1.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	146.5	138.3	-114.6	-120.8	-69.2	-93.9	80.5	355.0	355.0	355.0	1.423	1																																																					
21	11	0.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	159.5	151.7	-122.7	-128.2	-69.8	-95.7	69.9	355.0	355.0	355.0	1.440	1																																																					
22	11	2.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	96.3	91.1	-92.3	-96.0	-65.0	-84.3	85.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
23	12	0.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	96.3	91.1	-92.3	-96.0	-65.0	-84.3	85.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
24	12	2.000	20.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.9	355.0	355.0	355.0	0.722	3																																																					

E DELLE SEZIONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
WA_eff (m3)	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κt	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6582.0	13789.0	23996	3519.5	-6877.8	12656.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27	0.52	0.00									
							76.3	71.6	-92.0	-95.3	0.22	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	560	0.20		0.00									
							76.3	71.6	-92.0	-95.3	0.22	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	560	0.20		0.00									
							138.3	131.1	-122.6	-127.7	0.40	0.37	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	304	0.11		0.00									
							126.8	119.2	-114.5	-120.2	0.36	0.35	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	304	0.13		0.00									
							150.0	141.4	-124.9	-131.4	0.43	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	173	0.08		0.00									
							150.0	141.4	-124.9	-131.4	0.43	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	173	0.08		0.00									
							180.9	170.8	-138.4	-145.9	0.52	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	62	0.03		0.00									
							180.9	170.8	-138.4	-145.9	0.52	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	62	0.03		0.00									
							201.2	190.3	-146.4	-154.7	0.58	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	284	0.12		0.00									
							201.2	190.3	-146.4	-154.7	0.58	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	284	0.12		0.00									
							210.5	199.2	-149.1	-157.6	0.61	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	510	0.22		0.00									
							210.5	199.2	-149.1	-157.6	0.61	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	510	0.22		0.00									
							208.5	197.3	-146.4	-154.8	0.60	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	747	0.33		0.00									
							208.5	197.3	-146.4	-154.8	0.60	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	747	0.33		0.00									
							194.5	184.0	-138.3	-146.2	0.56	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	990	0.43		0.00									
							194.5	184.0	-138.3	-146.2	0.56	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	990	0.43		0.00									
							168.3	159.1	-124.9	-131.9	0.48	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1236	0.54		0.00									
							168.3	159.1	-124.9	-131.9	0.48	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1236	0.54		0.00									
							146.5	138.3	-114.6	-120.8	0.42	0.35	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1386	0.61		0.00									
							159.5	151.7	-122.7	-128.2	0.46	0.37	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1386	0.49		0.00									
							96.3	91.1	-92.3	-96.0	0.28	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1691	0.59		0.00									
							96.3	91.1	-92.3	-96.0	0.28	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1691	0.59		0.00									
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6582.0	13789.0	23996	2481.9	-6877.8	12656.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	2003	0.70	0.52	0.60									

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato
Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C1Vmin

Sez	soletta													Armature soletta		piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICH				
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	lxa_eff (m4)			
1	1	0.000	0.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-100.9	355.0	355.0	355.0	0.722	3						
2	1	2.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	96.3	91.1	-92.3	-96.0	-65.0	-84.3	-85.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1						
3	2	0.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	96.3	91.1	-92.3	-96.0	-65.0	-84.3	-85.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1						
4	2	2.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	159.5	151.7	-122.7	-128.2	-69.8	-95.7	-69.9	355.0	355.0	355.0	1.440	1						
5	3	0.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	146.5	138.3	-114.6	-120.8	-69.2	-93.9	-80.5	355.0	355.0	355.0	1.423	1						
6	3	1.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	168.3	159.1	-124.9	-131.9	-70.5	-97.4	-71.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
7	4	0.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	168.3	159.1	-124.9	-131.9	-70.5	-97.4	-71.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
8	4	1.670	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	194.6	184.1	-138.4	-146.3	-72.6	-102.2	-57.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
9	5	0.000	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	194.6	184.1	-138.4	-146.3	-72.6	-102.2	-57.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
10	5	1.670	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	208.5	197.4	-146.5	-154.9	-73.7	-104.6	-43.3	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
11	6	0.000	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	208.5	197.4	-146.5	-154.9	-73.7	-104.6	-43.3	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
12	6	1.660	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	210.5	199.2	-149.1	-157.6	-73.8	-104.7	-29.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
13	7	0.000	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	210.5	199.2	-149.1	-157.6	-73.8	-104.7	-29.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
14	7	1.670	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	201.1	190.2	-146.4	-154.6	-73.0	-102.7	-16.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
15	8	0.000	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	201.1	190.2	-146.4	-154.6	-73.0	-102.7	-16.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
16	8	1.670	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	180.7	170.7	-138.3	-145.8	-71.4	-98.7	-3.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
17	9	0.000	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	180.7	170.7	-138.3	-145.8	-71.4	-98.7	-3.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
18	9	1.660	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	150.0	141.4	-124.9	-131.4	-68.9	-92.9	10.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
19	10	0.000	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	150.0	141.4	-124.9	-131.4	-68.9	-92.9	10.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1						
20	10	1.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	126.8	119.2	-114.5	-120.2	-67.3	-88.8	17.7	355.0	355.0	355.0	1.423	1						
21	11	0.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	138.3	131.1	-122.6	-127.7	-68.0	-90.5	15.3	355.0	355.0	355.0	1.440	1						
22	11	2.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	76.3	71.6	-92.0	-95.3	-63.1	-79.2	28.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1						
23	12	0.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	76.3	71.6	-92.0	-95.3	-63.1	-79.2	28.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1						
24	12	2.000	20.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.4	355.0	355.0	355.0	0.722	3						

E DELLE SEZIONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
WA_eff (m3)	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κt	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6582.0	13789.0	23996	3519.5	-6877.8	12656.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	2003	0.70	0.52	0.60									
							96.3	91.1	-92.3	-96.0	0.28	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1691	0.59		0.00									
							96.3	91.1	-92.3	-96.0	0.28	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1691	0.59		0.00									
							159.5	151.7	-122.7	-128.2	0.46	0.37	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1386	0.49		0.00									
							146.5	138.3	-114.6	-120.8	0.42	0.35	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1386	0.61		0.00									
							168.3	159.1	-124.9	-131.9	0.48	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1236	0.54		0.00									
							168.3	159.1	-124.9	-131.9	0.48	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1236	0.54		0.00									
							194.6	184.1	-138.4	-146.3	0.56	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	988	0.43		0.00									
							194.6	184.1	-138.4	-146.3	0.56	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	988	0.43		0.00									
							208.5	197.4	-146.5	-154.9	0.60	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	746	0.33		0.00									
							208.5	197.4	-146.5	-154.9	0.60	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	746	0.33		0.00									
							210.5	199.2	-149.1	-157.6	0.61	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	510	0.22		0.00									
							210.5	199.2	-149.1	-157.6	0.61	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	510	0.22		0.00									
							201.1	190.2	-146.4	-154.6	0.58	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	283	0.12		0.00									
							201.1	190.2	-146.4	-154.6	0.58	0.45	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	283	0.12		0.00									
							180.7	170.7	-138.3	-145.8	0.52	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	60	0.03		0.00									
							180.7	170.7	-138.3	-145.8	0.52	0.42	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	60	0.03		0.00									
							150.0	141.4	-124.9	-131.4	0.43	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	173	0.08		0.00									
							150.0	141.4	-124.9	-131.4	0.43	0.38	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	173	0.08		0.00									
							126.8	119.2	-114.5	-120.2	0.36	0.35	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	304	0.13		0.00									
							138.3	131.1	-122.6	-127.7	0.40	0.37	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	304	0.11		0.00									
							76.3	71.6	-92.0	-95.3	0.22	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	560	0.20		0.00									
							76.3	71.6	-92.0	-95.3	0.22	0.28	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	560	0.20		0.00									
							0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6582.0	13789.0	23996	2481.9	-6877.8	12656.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27	0.52	0.00									

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato
Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C2Mmax

Sez	soletta													Armature soletta													piattabanda superiore													anima													piattabanda inferiore													TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA													CARATTERISTICH				
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	lxa_eff (m4)																																																		
1	1	0.000	0.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	-2.8	-2.3	13.4	13.7	14.7	17.2	-39.4	355.0	355.0	355.0	1.398	1																																																					
2	1	2.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	83.5	80.5	-26.3	-28.5	7.6	0.9	-85.1	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
3	2	0.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	83.5	80.5	-26.3	-28.5	7.6	0.9	-85.1	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
4	2	2.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	150.0	144.4	-56.1	-60.1	3.3	-10.9	-69.2	355.0	355.0	355.0	1.440	1																																																					
5	3	0.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	137.9	132.0	-49.1	-53.5	3.0	-10.2	-79.7	355.0	355.0	355.0	1.423	1																																																					
6	3	1.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	161.7	154.7	-59.2	-64.4	1.7	-14.0	-70.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
7	4	0.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	161.7	154.7	-59.2	-64.4	1.7	-14.0	-44.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
8	4	1.670	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	191.8	183.5	-72.7	-78.9	-1.0	-19.7	-29.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
9	5	0.000	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	191.8	183.5	-72.7	-78.9	-1.0	-19.7	-29.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
10	5	1.670	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	209.5	200.3	-80.8	-87.6	-2.4	-23.1	-13.7	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
11	6	0.000	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	209.5	200.3	-80.8	-87.6	-2.4	-23.1	-13.7	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
12	6	1.660	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	214.7	205.3	-83.5	-90.5	-2.8	-24.0	-1.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
13	7	0.000	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	214.7	205.3	-83.5	-90.5	-2.8	-24.0	1.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
14	7	1.670	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	209.4	200.3	-80.8	-87.6	-2.4	-23.1	13.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
15	8	0.000	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	209.4	200.3	-80.8	-87.6	-2.4	-23.1	13.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
16	8	1.670	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	191.6	183.3	-72.6	-78.9	-1.0	-19.7	29.1	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
17	9	0.000	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	191.6	183.3	-72.6	-78.9	-1.0	-19.7	29.1	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
18	9	1.660	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	161.7	154.7	-59.2	-64.4	1.7	-14.0	44.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
19	10	0.000	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	161.7	154.7	-59.2	-64.4	1.7	-14.0	44.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
20	10	1.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	137.9	132.0	-49.1	-53.5	3.0	-10.2	79.7	355.0	355.0	355.0	1.423	1																																																					
21	11	0.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	150.0	144.4	-56.1	-60.1	3.3	-10.9	69.2	355.0	355.0	355.0	1.440	1																																																					
22	11	2.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	83.5	80.5	-26.3	-28.5	7.6	0.9	85.1	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
23	12	0.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	83.5	80.5	-26.3	-28.5	7.6	0.9	85.1	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
24	12	2.000	20.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	-2.8	-2.3	13.4	13.7	14.7	17.2	39.4	355.0	355.0	355.0	1.398	1																																																					

E DELLE SEZIONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
WA_eff (m3)	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κt	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
							-2.8	-2.3	13.4	13.7	0.01	0.04	0.00	0.00	11273.5	19254.5	42611	3519.5	-6877.8	18752.9	0.19	0.19	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27		0.00									
							83.5	80.5	-26.3	-28.5	0.24	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1688	0.59		0.00									
							83.5	80.5	-26.3	-28.5	0.24	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1688	0.59		0.00									
							150.0	144.4	-56.1	-60.1	0.44	0.17	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1372	0.48		0.00									
							137.9	132.0	-49.1	-53.5	0.40	0.15	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1372	0.60		0.00									
							161.7	154.7	-59.2	-64.4	0.47	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1214	0.53		0.00									
							161.7	154.7	-59.2	-64.4	0.47	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	764	0.33		0.00									
							191.8	183.5	-72.7	-78.9	0.55	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	500	0.22		0.00									
							191.8	183.5	-72.7	-78.9	0.55	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	500	0.22		0.00									
							209.5	200.3	-80.8	-87.6	0.61	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	236	0.10		0.00									
							209.5	200.3	-80.8	-87.6	0.61	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	236	0.10		0.00									
							214.7	205.3	-83.5	-90.5	0.62	0.26	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	27	0.01		0.00									
							214.7	205.3	-83.5	-90.5	0.62	0.26	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	27	0.01		0.00									
							209.4	200.3	-80.8	-87.6	0.61	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	237	0.10		0.00									
							209.4	200.3	-80.8	-87.6	0.61	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	237	0.10		0.00									
							191.6	183.3	-72.6	-78.9	0.55	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	502	0.22		0.00									
							191.6	183.3	-72.6	-78.9	0.55	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	502	0.22		0.00									
							161.7	154.7	-59.2	-64.4	0.47	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	764	0.33		0.00									
							161.7	154.7	-59.2	-64.4	0.47	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	764	0.33		0.00									
							137.9	132.0	-49.1	-53.5	0.40	0.15	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1372	0.60		0.00									
							150.0	144.4	-56.1	-60.1	0.44	0.17	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1372	0.48		0.00									
							83.5	80.5	-26.3	-28.5	0.24	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1688	0.59		0.00									
							83.5	80.5	-26.3	-28.5	0.24	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1688	0.59		0.00									
							-2.8	-2.3	13.4	13.7	0.01	0.04	0.00	0.00	11273.5	19254.5	42611	2481.9	-6877.8	18752.9	0.13	0.13	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27		0.00									

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato
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 C2Mmin

Sez	soletta														Armature soletta														piattabanda superiore														anima														piattabanda inferiore														TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA														CARATTERISTICH				
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	lxa_eff (m4)																																																								
1	1	0.000	0.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	-2.8	-2.3	13.4	13.7	14.7	17.2	-39.4	355.0	355.0	355.0	1.398	1																																																											
2	1	2.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	36.6	34.9	-25.7	-26.9	12.1	12.8	-31.6	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																											
3	2	0.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	36.6	34.9	-25.7	-26.9	12.1	12.8	-31.6	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																											
4	2	2.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	67.2	63.8	-55.8	-58.2	10.4	9.9	-23.7	355.0	355.0	355.0	1.440	1																																																											
5	3	0.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	60.8	57.4	-48.4	-51.0	10.4	10.0	-27.3	355.0	355.0	355.0	1.423	1																																																											
6	3	1.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	71.7	67.6	-58.9	-62.0	9.8	9.0	-22.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
7	4	0.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	71.7	67.6	-58.9	-62.0	9.8	9.0	-22.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
8	4	1.670	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	85.5	80.5	-72.3	-76.0	8.9	7.4	-15.2	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
9	5	0.000	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	85.5	80.5	-72.3	-76.0	8.9	7.4	-15.2	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
10	5	1.670	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	93.8	88.3	-80.4	-84.5	8.4	6.5	-7.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
11	6	0.000	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	93.8	88.3	-80.4	-84.5	8.4	6.5	-7.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
12	6	1.660	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	96.5	90.9	-83.0	-87.3	8.2	6.2	0.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
13	7	0.000	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	96.5	90.9	-83.0	-87.3	8.2	6.2	0.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
14	7	1.670	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	93.7	88.3	-80.3	-84.4	8.4	6.5	7.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
15	8	0.000	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	93.7	88.3	-80.3	-84.4	8.4	6.5	7.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
16	8	1.670	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	85.4	80.5	-72.3	-76.0	8.9	7.4	15.2	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
17	9	0.000	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	85.4	80.5	-72.3	-76.0	8.9	7.4	15.2	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
18	9	1.660	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	71.7	67.6	-58.9	-62.0	9.8	9.0	22.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
19	10	0.000	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	71.7	67.6	-58.9	-62.0	9.8	9.0	22.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																											
20	10	1.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	60.8	57.4	-48.4	-51.0	10.4	10.0	27.3	355.0	355.0	355.0	1.423	1																																																											
21	11	0.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	67.2	63.8	-55.8	-58.2	10.4	9.9	23.7	355.0	355.0	355.0	1.440	1																																																											
22	11	2.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	36.6	34.9	-25.7	-26.9	12.1	12.8	31.6	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																											
23	12	0.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	36.6	34.9	-25.7	-26.9	12.1	12.8	31.6	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																											
24	12	2.000	20.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	-2.8	-2.3	13.4	13.7	14.7	17.2	39.4	355.0	355.0	355.0	1.398	1																																																											

E DELLE SEZIONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
WA_eff (m3)	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κt	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
							-2.8	-2.3	13.4	13.7	0.01	0.04	0.00	0.00	11273.5	19254.5	42611	3519.5	-6877.8	18752.9	0.19	0.19	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27		0.00									
							36.6	34.9	-25.7	-26.9	0.11	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	627	0.22		0.00									
							36.6	34.9	-25.7	-26.9	0.11	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	627	0.22		0.00									
							67.2	63.8	-55.8	-58.2	0.19	0.17	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	471	0.17		0.00									
							60.8	57.4	-48.4	-51.0	0.17	0.15	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	471	0.21		0.00									
							71.7	67.6	-58.9	-62.0	0.21	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	392	0.17		0.00									
							71.7	67.6	-58.9	-62.0	0.21	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	392	0.17		0.00									
							85.5	80.5	-72.3	-76.0	0.25	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	261	0.11		0.00									
							85.5	80.5	-72.3	-76.0	0.25	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	261	0.11		0.00									
							93.8	88.3	-80.4	-84.5	0.27	0.24	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	130	0.06		0.00									
							93.8	88.3	-80.4	-84.5	0.27	0.24	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	130	0.06		0.00									
							96.5	90.9	-83.0	-87.3	0.28	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	0	0.00		0.00									
							96.5	90.9	-83.0	-87.3	0.28	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	0	0.00		0.00									
							93.7	88.3	-80.3	-84.4	0.27	0.24	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	131	0.06		0.00									
							93.7	88.3	-80.3	-84.4	0.27	0.24	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	131	0.06		0.00									
							85.4	80.5	-72.3	-76.0	0.25	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	262	0.11		0.00									
							85.4	80.5	-72.3	-76.0	0.25	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	262	0.11		0.00									
							71.7	67.6	-58.9	-62.0	0.21	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	392	0.17		0.00									
							71.7	67.6	-58.9	-62.0	0.21	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	392	0.17		0.00									
							60.8	57.4	-48.4	-51.0	0.17	0.15	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	471	0.21		0.00									
							67.2	63.8	-55.8	-58.2	0.19	0.17	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	471	0.17		0.00									
							36.6	34.9	-25.7	-26.9	0.11	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	627	0.22		0.00									
							36.6	34.9	-25.7	-26.9	0.11	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	627	0.22		0.00									
							-2.8	-2.3	13.4	13.7	0.01	0.04	0.00	0.00	11273.5	19254.5	42611	2481.9	-6877.8	18752.9	0.13	0.13	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27		0.00									

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato
Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C2Vmax

Sez	soletta													Armature soletta													piattabanda superiore													anima													piattabanda inferiore													TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA													CARATTERISTICH				
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	lxa_eff (m4)																																																		
1	1	0.000	0.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	-2.8	-2.3	13.4	13.7	14.7	17.2	-39.4	355.0	355.0	355.0	1.398	1																																																					
2	1	2.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	62.2	59.7	-26.0	-27.8	9.6	6.3	-28.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
3	2	0.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	62.2	59.7	-26.0	-27.8	9.6	6.3	-28.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
4	2	2.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	124.1	119.1	-56.0	-59.5	5.5	-4.6	-15.3	355.0	355.0	355.0	1.440	1																																																					
5	3	0.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	113.8	108.7	-48.9	-52.7	5.3	-4.1	-17.7	355.0	355.0	355.0	1.423	1																																																					
6	3	1.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	137.0	130.8	-59.1	-63.8	3.9	-7.9	-10.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
7	4	0.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	137.0	130.8	-59.1	-63.8	3.9	-7.9	-10.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
8	4	1.670	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	167.8	160.2	-72.6	-78.3	1.5	-13.8	3.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
9	5	0.000	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	167.8	160.2	-72.6	-78.3	1.5	-13.8	3.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
10	5	1.670	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	188.2	179.7	-80.7	-87.1	-0.5	-17.8	16.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
11	6	0.000	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	188.2	179.7	-80.7	-87.1	-0.5	-17.8	16.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
12	6	1.660	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	197.5	188.6	-83.4	-90.0	-1.3	-19.7	29.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
13	7	0.000	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	197.5	188.6	-83.4	-90.0	-1.3	-19.7	29.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
14	7	1.670	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	195.4	186.7	-80.7	-87.2	-1.1	-19.6	43.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
15	8	0.000	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	195.4	186.7	-80.7	-87.2	-1.1	-19.6	43.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
16	8	1.670	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	181.5	173.5	-72.6	-78.6	0.2	-17.2	57.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
17	9	0.000	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	181.5	173.5	-72.6	-78.6	0.2	-17.2	57.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
18	9	1.660	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	155.2	148.5	-59.2	-64.3	2.3	-12.4	71.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
19	10	0.000	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	155.2	148.5	-59.2	-64.3	2.3	-12.4	71.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
20	10	1.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	133.5	127.7	-49.0	-53.3	3.4	-9.1	80.5	355.0	355.0	355.0	1.423	1																																																					
21	11	0.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	145.3	139.7	-56.1	-60.0	3.7	-9.7	69.9	355.0	355.0	355.0	1.440	1																																																					
22	11	2.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	82.2	79.2	-26.3	-28.4	7.7	1.2	85.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
23	12	0.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	82.2	79.2	-26.3	-28.4	7.7	1.2	85.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
24	12	2.000	20.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	-2.8	-2.3	13.4	13.7	14.7	17.2	100.9	355.0	355.0	355.0	1.398	1																																																					

E DELLE SEZIONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
WA_eff (m3)	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κt	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
							-2.8	-2.3	13.4	13.7	0.01	0.04	0.00	0.00	11273.5	19254.5	42611	3519.5	-6877.8	18752.9	0.19	0.19	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27		0.00									
							62.2	59.7	-26.0	-27.8	0.18	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	560	0.20		0.00									
							62.2	59.7	-26.0	-27.8	0.18	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	560	0.20		0.00									
							124.1	119.1	-56.0	-59.5	0.36	0.17	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	304	0.11		0.00									
							113.8	108.7	-48.9	-52.7	0.33	0.15	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	304	0.13		0.00									
							137.0	130.8	-59.1	-63.8	0.40	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	173	0.08		0.00									
							137.0	130.8	-59.1	-63.8	0.40	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	173	0.08		0.00									
							167.8	160.2	-72.6	-78.3	0.49	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	62	0.03		0.00									
							167.8	160.2	-72.6	-78.3	0.49	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	62	0.03		0.00									
							188.2	179.7	-80.7	-87.1	0.54	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	284	0.12		0.00									
							188.2	179.7	-80.7	-87.1	0.54	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	284	0.12		0.00									
							197.5	188.6	-83.4	-90.0	0.57	0.26	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	510	0.22		0.00									
							197.5	188.6	-83.4	-90.0	0.57	0.26	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	510	0.22		0.00									
							195.4	186.7	-80.7	-87.2	0.57	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	747	0.33		0.00									
							195.4	186.7	-80.7	-87.2	0.57	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	747	0.33		0.00									
							181.5	173.5	-72.6	-78.6	0.52	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	990	0.43		0.00									
							181.5	173.5	-72.6	-78.6	0.52	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	990	0.43		0.00									
							155.2	148.5	-59.2	-64.3	0.45	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1236	0.54		0.00									
							155.2	148.5	-59.2	-64.3	0.45	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1236	0.54		0.00									
							133.5	127.7	-49.0	-53.3	0.39	0.15	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1386	0.61		0.00									
							145.3	139.7	-56.1	-60.0	0.42	0.17	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1386	0.49		0.00									
							82.2	79.2	-26.3	-28.4	0.24	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1691	0.59		0.00									
							82.2	79.2	-26.3	-28.4	0.24	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1691	0.59		0.00									
							-2.8	-2.3	13.4	13.7	0.01	0.04	0.00	0.00	11273.5	19254.5	42611	2481.9	-6877.8	18752.9	0.13	0.13	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	2003	0.70		0.00									

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato
Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C2Vmin

Sez	soletta													Armature soletta													piattabanda superiore													anima													piattabanda inferiore													TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA													CARATTERISTICH				
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	lxa_eff (m4)																																																		
1	1	0.000	0.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	-2.8	-2.3	13.4	13.7	14.7	17.2	-100.9	355.0	355.0	355.0	1.398	1																																																					
2	1	2.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	82.2	79.2	-26.3	-28.4	7.7	1.2	-85.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
3	2	0.000	2.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	82.2	79.2	-26.3	-28.4	7.7	1.2	-85.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
4	2	2.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	145.3	139.7	-56.1	-60.0	3.7	-9.7	-69.9	355.0	355.0	355.0	1.440	1																																																					
5	3	0.000	4.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	133.5	127.7	-49.0	-53.3	3.4	-9.1	-80.5	355.0	355.0	355.0	1.423	1																																																					
6	3	1.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	155.2	148.5	-59.2	-64.3	2.3	-12.4	-71.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
7	4	0.000	5.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	155.2	148.5	-59.2	-64.3	2.3	-12.4	-71.8	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
8	4	1.670	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	181.6	173.6	-72.7	-78.7	0.2	-17.2	-57.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
9	5	0.000	6.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	181.6	173.6	-72.7	-78.7	0.2	-17.2	-57.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
10	5	1.670	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	195.5	186.8	-80.7	-87.3	-1.1	-19.6	-43.3	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
11	6	0.000	8.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	195.5	186.8	-80.7	-87.3	-1.1	-19.6	-43.3	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
12	6	1.660	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	197.5	188.6	-83.4	-90.0	-1.3	-19.7	-29.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
13	7	0.000	10.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	197.5	188.6	-83.4	-90.0	-1.3	-19.7	-29.6	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
14	7	1.670	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	188.1	179.6	-80.7	-87.0	-0.5	-17.8	-16.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
15	8	0.000	11.670	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	188.1	179.6	-80.7	-87.0	-0.5	-17.8	-16.4	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
16	8	1.670	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	167.7	160.1	-72.6	-78.2	1.5	-13.8	-3.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
17	9	0.000	13.340	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	167.7	160.1	-72.6	-78.2	1.5	-13.8	-3.5	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
18	9	1.660	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	137.0	130.8	-59.1	-63.8	3.9	-7.9	10.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
19	10	0.000	15.000	4.000	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	137.0	130.8	-59.1	-63.8	3.9	-7.9	10.0	355.0	355.0	355.0	1.433	1																																																					
20	10	1.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.030	1.230	0.014	0.700	0.040	reagente	113.8	108.7	-48.9	-52.7	5.3	-4.1	17.7	355.0	355.0	355.0	1.423	1																																																					
21	11	0.000	16.000	3.872	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	124.1	119.1	-56.0	-59.5	5.5	-4.6	15.3	355.0	355.0	355.0	1.440	1																																																					
22	11	2.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	62.2	59.7	-26.0	-27.8	9.6	6.3	28.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
23	12	0.000	18.000	3.617	0.270	0.070	0.440	0.006	0.280	0.006	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	62.2	59.7	-26.0	-27.8	9.6	6.3	28.2	355.0	355.0	355.0	1.422	1																																																					
24	12	2.000	20.000	3.362	0.270	0.070	0.440	0.005	0.280	0.005	0.080	0.600	0.025	1.240	0.016	0.700	0.035	reagente	-2.8	-2.3	13.4	13.7	14.7	17.2	39.4	355.0	355.0	355.0	1.398	1																																																					

E DELLE SEZIONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
WA_eff (m3)	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr. Long	Isl (m4)	κt	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
							-2.8	-2.3	13.4	13.7	0.01	0.04	0.00	0.00	11273.5	19254.5	42611	3519.5	-6877.8	18752.9	0.19	0.19	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	2003	0.70		0.00									
							82.2	79.2	-26.3	-28.4	0.24	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1691	0.59		0.00									
							82.2	79.2	-26.3	-28.4	0.24	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1691	0.59		0.00									
							145.3	139.7	-56.1	-60.0	0.42	0.17	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	1386	0.49		0.00									
							133.5	127.7	-49.0	-53.3	0.39	0.15	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1386	0.61		0.00									
							155.2	148.5	-59.2	-64.3	0.45	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1236	0.54		0.00									
							155.2	148.5	-59.2	-64.3	0.45	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	1236	0.54		0.00									
							181.6	173.6	-72.7	-78.7	0.53	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	988	0.43		0.00									
							181.6	173.6	-72.7	-78.7	0.53	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11594.2	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	988	0.43		0.00									
							195.5	186.8	-80.7	-87.3	0.57	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	746	0.33		0.00									
							195.5	186.8	-80.7	-87.3	0.57	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12396.1	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	746	0.33		0.00									
							197.5	188.6	-83.4	-90.0	0.57	0.26	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	510	0.22		0.00									
							197.5	188.6	-83.4	-90.0	0.57	0.26	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12631.5	-8140.2	20148.9	0.63	0.63	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	510	0.22		0.00									
							188.1	179.6	-80.7	-87.0	0.54	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	283	0.12		0.00									
							188.1	179.6	-80.7	-87.0	0.54	0.25	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	12393.0	-8140.2	20148.9	0.62	0.62	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	283	0.12		0.00									
							167.7	160.1	-72.6	-78.2	0.48	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	60	0.03		0.00									
							167.7	160.1	-72.6	-78.2	0.48	0.22	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	11587.7	-8140.2	20148.9	0.58	0.58	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	60	0.03		0.00									
							137.0	130.8	-59.1	-63.8	0.40	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	173	0.08		0.00									
							137.0	130.8	-59.1	-63.8	0.40	0.18	0.00	0.00	12995.1	20737.4	48323	10225.5	-8140.2	20148.9	0.51	0.51	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	173	0.08		0.00									
							113.8	108.7	-48.9	-52.7	0.33	0.15	0.00	0.00	12968.3	20667.4	47393	9104.9	-7887.7	20094.9	0.45	0.45	5.000	0	0	5.582	49.7	SI	1.22	0.713	2288	2288	304	0.13		0.00									
							124.1	119.1	-56.0	-59.5	0.36	0.17	0.00	0.00	11330.8	19545.0	46082	9004.8	-7887.7	18972.3	0.47	0.47	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	304	0.11		0.00									
							62.2	59.7	-26.0	-27.8	0.18	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	560	0.20		0.00									
							62.2	59.7	-26.0	-27.8	0.18	0.08	0.00	0.00	11324.2	19422.3	44469	6146.4	-7382.8	18887.0	0.33	0.33	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	560	0.20		0.00									
							-2.8	-2.3	13.4	13.7	0.01	0.04	0.00	0.00	11273.5	19254.5	42611	2481.9	-6877.8	18752.9	0.13	0.13	5.000	0	0	5.586	49.7	SI	1.08	0.771	2848	2848	782	0.27		0.00									

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - 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	0.19	0.19	0.70	0.60
2	1	2.000	2.000	0.28	0.28	0.12	0.14	0.33	0.33	0.59	0.00
3	2	0.000	2.000	0.28	0.28	0.12	0.14	0.33	0.33	0.59	0.00
4	2	2.000	4.000	0.47	0.37	0.21	0.26	0.47	0.47	0.49	0.00
5	3	0.000	4.000	0.43	0.35	0.19	0.23	0.45	0.45	0.61	0.00
6	3	1.000	5.000	0.50	0.38	0.22	0.27	0.51	0.51	0.54	0.00
7	4	0.000	5.000	0.50	0.38	0.22	0.27	0.51	0.51	0.54	0.00
8	4	1.670	6.670	0.59	0.42	0.26	0.32	0.58	0.58	0.43	0.00
9	5	0.000	6.670	0.59	0.42	0.26	0.32	0.58	0.58	0.43	0.00
10	5	1.670	8.340	0.64	0.45	0.29	0.35	0.62	0.62	0.33	0.00
11	6	0.000	8.340	0.64	0.45	0.29	0.35	0.62	0.62	0.33	0.00
12	6	1.660	10.000	0.66	0.45	0.30	0.36	0.63	0.63	0.22	0.00
13	7	0.000	10.000	0.66	0.45	0.30	0.36	0.63	0.63	0.22	0.00
14	7	1.670	11.670	0.64	0.45	0.29	0.35	0.62	0.62	0.33	0.00
15	8	0.000	11.670	0.64	0.45	0.29	0.35	0.62	0.62	0.33	0.00
16	8	1.670	13.340	0.59	0.42	0.26	0.32	0.58	0.58	0.43	0.00
17	9	0.000	13.340	0.59	0.42	0.26	0.32	0.58	0.58	0.43	0.00
18	9	1.660	15.000	0.50	0.38	0.22	0.27	0.51	0.51	0.54	0.00
19	10	0.000	15.000	0.50	0.38	0.22	0.27	0.51	0.51	0.54	0.00
20	10	1.000	16.000	0.43	0.35	0.19	0.23	0.45	0.45	0.61	0.00
21	11	0.000	16.000	0.47	0.37	0.21	0.26	0.47	0.47	0.49	0.00
22	11	2.000	18.000	0.28	0.28	0.12	0.14	0.33	0.33	0.59	0.00
23	12	0.000	18.000	0.28	0.28	0.12	0.14	0.33	0.33	0.59	0.00
24	12	2.000	20.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.13	0.13	0.70	0.60

<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 CV02 - Cavalcavia</i></p>	

15 ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE LONGITUDINALI DELLE TRAVI PRINCIPALI

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - 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	34.0
permanenti portati	Qc2	kN/ml	18.7
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		234.5

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)	σper (Mpa)	sid (Mpa)	Ver SLU	ΔVde (kN)	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver fat	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver fat	
1	1	0.000	0.000	0.008	0.006	2002.7	0.73237	129.64	OK!	0.61766	109.33	20.73	111.3	OK!	345.6	0.73237	22.37	OK!	0.64848	19.81	OK!	
2	1	2.000	2.000	0.008	0.006	1691.0	0.73237	109.46	OK!	0.61766	92.32	20.73	94.6	OK!	313.7	0.73237	20.31	OK!	0.65643	18.20	OK!	
3	2	0.000	2.000	0.008	0.006	1691.0	0.73237	109.46	OK!	0.61766	92.32	20.73	94.6	OK!	313.7	0.73237	20.31	OK!	0.65643	18.20	OK!	
4	2	2.000	4.000	0.008	0.006	1386.2	0.73237	89.73	OK!	0.61766	75.68	20.73	78.5	OK!	290.7	0.73237	18.82	OK!	0.66269	17.02	OK!	
5	3	0.000	4.000	0.008	0.006	1386.2	0.74809	91.66	OK!	0.66018	80.89	20.73	83.5	OK!	290.7	0.74809	19.22	OK!	0.64534	16.58	OK!	
6	3	1.000	5.000	0.008	0.006	1235.8	0.74809	81.71	OK!	0.66018	72.11	20.73	75.0	OK!	281.1	0.74809	18.59	OK!	0.64877	16.12	OK!	
7	4	0.000	5.000	0.008	0.006	1235.8	0.74809	81.71	OK!	0.66018	72.11	20.73	75.0	OK!	281.1	0.74809	18.59	OK!	0.64877	16.12	OK!	
8	4	1.670	6.670	0.008	0.006	988.4	0.74809	65.36	OK!	0.66018	57.68	20.73	61.3	OK!	265.1	0.74809	17.53	OK!	0.64877	15.20	OK!	
9	5	0.000	6.670	0.008	0.006	988.4	0.74809	65.36	OK!	0.66018	57.68	20.73	61.3	OK!	265.1	0.74809	17.53	OK!	0.64877	15.20	OK!	
10	5	1.670	8.340	0.008	0.006	746.0	0.74809	49.32	OK!	0.66018	43.53	20.73	48.2	OK!	252.5	0.74809	16.70	OK!	0.64877	14.48	OK!	
11	6	0.000	8.340	0.008	0.006	746.0	0.74809	49.32	OK!	0.66018	43.53	20.73	48.2	OK!	252.5	0.74809	16.70	OK!	0.64877	14.48	OK!	
12	6	1.660	10.000	0.008	0.006	509.7	0.74809	33.71	OK!	0.66018	29.74	20.73	36.3	OK!	250.4	0.74809	16.56	OK!	0.64877	14.36	OK!	
13	7	0.000	10.000	0.008	0.006	509.7	0.74809	33.71	OK!	0.66018	29.74	20.73	36.3	OK!	250.4	0.74809	16.56	OK!	0.64877	14.36	OK!	
14	7	1.670	11.670	0.008	0.006	747.4	0.74809	49.42	OK!	0.66018	43.61	20.73	48.3	OK!	252.5	0.74809	16.70	OK!	0.64877	14.48	OK!	
15	8	0.000	11.670	0.008	0.006	747.4	0.74809	49.42	OK!	0.66018	43.61	20.73	48.3	OK!	252.5	0.74809	16.70	OK!	0.64877	14.48	OK!	
16	8	1.670	13.340	0.008	0.006	989.9	0.74809	65.45	OK!	0.66018	57.76	20.73	61.4	OK!	265.2	0.74809	17.53	OK!	0.64877	15.21	OK!	
17	9	0.000	13.340	0.008	0.006	989.9	0.74809	65.45	OK!	0.66018	57.76	20.73	61.4	OK!	265.2	0.74809	17.53	OK!	0.64877	15.21	OK!	
18	9	1.660	15.000	0.008	0.006	1235.8	0.74809	81.71	OK!	0.66018	72.11	20.73	75.0	OK!	281.1	0.74809	18.59	OK!	0.64877	16.12	OK!	
19	10	0.000	15.000	0.008	0.006	1235.8	0.74809	81.71	OK!	0.66018	72.11	20.73	75.0	OK!	281.1	0.74809	18.59	OK!	0.64877	16.12	OK!	
20	10	1.000	16.000	0.008	0.006	1386.2	0.74809	91.66	OK!	0.66018	80.89	20.73	83.5	OK!	290.7	0.74809	19.22	OK!	0.64534	16.58	OK!	
21	11	0.000	16.000	0.008	0.006	1386.2	0.73237	89.73	OK!	0.61766	75.68	20.73	78.5	OK!	290.7	0.73237	18.82	OK!	0.66269	17.02	OK!	
22	11	2.000	18.000	0.008	0.006	1691.0	0.73237	109.46	OK!	0.61766	92.32	20.73	94.6	OK!	313.7	0.73237	20.31	OK!	0.65643	18.20	OK!	
23	12	0.000	18.000	0.008	0.006	1691.0	0.73237	109.46	OK!	0.61766	92.32	20.73	94.6	OK!	313.7	0.73237	20.31	OK!	0.65643	18.20	OK!	
24	12	2.000	20.000	0.008	0.006	2002.7	0.73237	129.64	OK!	0.61766	109.33	20.73	111.3	OK!	345.6	0.73237	22.37	OK!	0.64848	19.81	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 CV02 - Cavalcavia</i></p>	

16 ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI

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	
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.													
261.8	0.0	-81.1	0.0	81.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-641.7	-8.1	213.3	-210.7	213.3	-852.4	852.4	0.52	0.00	0.00	0.00	50.9	0.0	0.65	0.00	0.65	0.65	0.65	OK!	Fatica	
106.0	0.0	-32.9	0.0	32.9	0.0	-560.5	0.0	35.1	-562.3	-6.5	34.0	-698.3	69.1	-700.1	700.1	0.43	0.00	0.00	0.00	46.7	0.0	0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	OK!	Fatica	
106.0	0.0	-32.9	0.0	32.9	0.0	-560.5	0.0	35.1	-562.3	-6.5	34.0	-698.3	69.1	-700.1	700.1	0.43	0.00	0.00	0.00	46.7	0.0	0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-478.1	0.0	88.5	-485.4	-4.9	-557.5	-557.5	-564.8	-564.8	564.8	0.34	0.00	0.00	0.00	43.5	0.0	0.56	0.00	0.56	0.56	0.56	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-469.7	0.0	86.9	-476.9	-4.8	-547.0	-547.0	-554.3	-554.3	554.3	0.45	0.00	0.00	0.00	58.0	0.0	0.74	0.00	0.74	0.74	0.74	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-429.0	0.0	114.7	-440.3	-4.0	-493.8	-493.8	-505.1	-505.1	505.1	0.41	0.00	0.00	0.00	55.8	0.0	0.71	0.00	0.71	0.71	0.71	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-194.2	0.0	114.7	-440.3	-4.0	-259.0	-259.0	-505.1	-505.1	505.1	0.41	0.00	0.00	0.00	55.8	0.0	0.71	0.00	0.71	0.71	0.71	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-124.6	0.0	162.7	-379.6	-2.7	-167.8	-167.8	-422.8	-422.8	422.8	0.34	0.00	0.00	0.00	52.2	0.0	0.67	0.00	0.67	0.67	0.67	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-124.6	0.0	162.7	-379.6	-2.7	-167.8	-167.8	-422.8	-422.8	422.8	0.34	0.00	0.00	0.00	52.2	0.0	0.67	0.00	0.67	0.67	0.67	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-55.1	0.0	213.3	-321.5	-1.3	-76.6	-76.6	-343.0	-343.0	343.0	0.28	0.00	0.00	0.00	49.9	0.0	0.64	0.00	0.64	0.64	0.64	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-55.1	0.0	213.3	-321.5	-1.3	-76.6	-76.6	-343.0	-343.0	343.0	0.28	0.00	0.00	0.00	49.9	0.0	0.64	0.00	0.64	0.64	0.64	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.0	0.0	266.2	-266.2	0.0	-14.0	-14.0	-266.2	-266.2	266.2	0.22	0.00	0.00	0.00	49.8	0.0	0.64	0.00	0.64	0.64	0.64	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	266.2	-266.2	0.0	0.0	0.0	-266.2	-266.2	266.2	0.22	0.00	0.00	0.00	49.8	0.0	0.64	0.00	0.64	0.64	0.64	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	321.8	0.0	321.8	-213.0	1.3	77.1	77.1	343.5	343.5	343.5	0.28	0.00	0.00	0.00	49.9	0.0	0.64	0.00	0.64	0.64	0.64	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.5	0.0	321.8	-213.0	1.3	77.1	77.1	343.5	343.5	343.5	0.28	0.00	0.00	0.00	49.9	0.0	0.64	0.00	0.64	0.64	0.64	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	125.0	0.0	380.0	-162.4	2.7	168.3	168.3	423.3	423.3	423.3	0.34	0.00	0.00	0.00	52.2	0.0	0.67	0.00	0.67	0.67	0.67	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	125.0	0.0	380.0	-162.4	2.7	168.3	168.3	423.3	423.3	423.3	0.34	0.00	0.00	0.00	52.2	0.0	0.67	0.00	0.67	0.67	0.67	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	194.2	0.0	440.3	-114.7	4.0	259.0	259.0	505.1	505.1	505.1	0.41	0.00	0.00	0.00	55.8	0.0	0.71	0.00	0.71	0.71	0.71	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	194.2	0.0	440.3	-114.7	4.0	259.0	259.0	505.1	505.1	505.1	0.41	0.00	0.00	0.00	55.8	0.0	0.71	0.00	0.71	0.71	0.71	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	469.7	0.0	476.9	-86.9	4.8	547.0	547.0	554.3	554.3	554.3	0.45	0.00	0.00	0.00	58.0	0.0	0.74	0.00	0.74	0.74	0.74	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	478.1	0.0	485.4	-88.5	4.9	557.5	557.5	564.8	564.8	564.8	0.34	0.00	0.00	0.00	43.5	0.0	0.56	0.00	0.56	0.56	0.56	OK!	Fatica	
-106.0	0.0	32.9	0.0	-32.9	0.0	560.5	0.0	562.3	-35.1	6.5	-34.0	698.3	-69.1	700.1	700.1	0.43	0.00	0.00	0.00	46.7	0.0	0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	OK!	Fatica	
-106.0	0.0	32.9	0.0	-32.9	0.0	560.5	0.0	562.3	-35.1	6.5	-34.0	698.3	-69.1	700.1	700.1	0.43	0.00	0.00	0.00	46.7	0.0	0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	OK!	Fatica	
-261.8	0.0	81.1	0.0	-81.1	0.0	0.0	0.0	641.7	0.0	8.1	-213.3	210.7	-213.3	852.4	852.4	0.52	0.00	0.00	0.00	50.9	0.0	0.65	0.00	0.65	0.65	0.65	OK!	Fatica	

<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 CV02 - Cavalcavia</i></p>	

17 ALLEGATO 7 – TRAVERSI DI CAMPATA

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - 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	1.300
Altezza asse trasverso da intradosso travi	ht1	m	0.650
Interasse travi principali	b	m	4.500
Distanza orizzontale tra baricentri montanti	be	m	4.252
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	0.014
Larghezza collaborante anima	bfs	m	0.377
Spessore anima montante	twm	m	0.035
Altezza anima montante	Hwm	m	0.343
Area montante	Am	m2	0.0173
Area resistente a taglio montante	Awm	m2	0.0120
Posizione baricentro rispetto a filo interno	yGm	m	0.226
Momento d'inerzia montante	Ixm	m4	0.00023454
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m3	0.001037847
Modulo di resistenza fibra B	WmB	m3	0.001037847
Modulo di resistenza fibra C	WmC	m3	0.002131822
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m3	0.001891165
Dati trasverso	Var	unità	
Altezza complessiva trasverso	Ht	m	0.600
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	0.568
Classe anima	CL_fi		1
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	m2	0.0164
Area resistente a taglio trasverso	Awm	m2	0.0068
Posizione baricentro rispetto a intradosso	yGm	m	0.300
Momento d'inerzia trasverso attorno all'asse forte	Ixm	m4	0.00100199
Momento d'inerzia trasverso attorno all'asse debole	Iym	m4	7.20818E-05
Costante di torsione	JT	m4	6.15351E-07
Coefficiente di ingobbimento	Iw	m6	6.13901E-06
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m3	0.003339965
Modulo di resistenza fibra B	WmB	m3	0.003528133
Modulo di resistenza fibra C	WmC	m3	0.003528133
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m3	0.003339965
Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU montante	Var	unità	
Sforzo Normale	NEd_t	kN	2.0
Momento flettente	MEd_t	kNm	2.0

Taglio	VEd_t	kN	7.0
--------	-------	----	-----

Verifiche di resistenza montante

	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per verifiche di resistenza	γ_{M0}		1.05
Tensione normale fibra A	σ_{nA}		2.0
Tensione normale fibra B	σ_{nB}		2.0
Tensione normale fibra C	σ_{nC}		1.1
Tensione normale fibra D	σ_{nD}		1.2
tensione tangenziale fibre B-C	τ_{B-C}		0.0
Tensione ideale fibra B	σ_{idB}		2.0
Tensione ideale fibra C	σ_{idC}		1.1
Status verifica			OK!

Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU trasverso

	Var	unità	
Sforzo Normale	NEd_t	kN	5.0
Momento flettente	MEd_t	kNm	4.0
Taglio	VEd_t	kN	2.0

Verifiche di resistenza trasverso

	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per verifiche di resistenza	γ_{M0}		1.05
Tensione normale fibra A	σ_{nA}		1.5
Tensione normale fibra B	σ_{nB}		1.4
Tensione normale fibra C	σ_{nC}		-0.8
Tensione normale fibra D	σ_{nD}		-0.9
tensione tangenziale fibre B-C	τ_{B-C}		0.0
Tensione ideale fibra B	σ_{idB}		1.4
Tensione ideale fibra C	σ_{idC}		0.8
Status verifica			OK!

Verifiche instabilità flessio-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}		0.49
Lunghezza di libera infl. laterale tra due ritegni torsionali successivi	Lcr		4.50
Momento critico elastico di inst. Torsionale per M flett. uniforme	Mcr	kNm	4564
coefficiente di snellezza normalizzata	λ_{LT}		0.51
Suscettibile ad instabilità flessio-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		0.98
coefficiente Φ_{LT}	Φ_{LT}		0.62
fattore di riduzione per instabilità flessio-torsionale χ_{LT}	χ_{LT}		0.96
Momento resistente di progetto per instabilità flessio-torsionale	Mb,Rd	kNm	1037.3
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 CV02 - Cavalcavia</i></p>	

18 ALLEGATO 8 – TRAVERSI DI SPALLA

LAVORO: CA366 - L=20.0 m - Impalcato**Verifica traversi 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	1.300
Altezza asse trasverso da intradosso travi	ht1	m	0.650
Interasse travi principali	b	m	4.500
Distanza orizzontale tra baricentri montanti	be	m	4.500
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	0.350
spessore singola nervatura	tn	m	0.030
Larghezza complessiva montante	Lm	m	0.716
Spessore anima travi	tw	m	0.016
Larghezza collaborante anima trave principale	Bw	m	1.021
Area montante	Am	m2	0.0793
Area resistente a taglio montante	Awm	m2	0.0630
Posizione baricentro rispetto a filo interno	yGm	m	0.358
Momento d'inerzia montante	Ixm	m4	0.00275328
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m3	0.007690727
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m3	0.007690727

Dati trasverso	Var	unità	
Altezza complessiva trasverso	Ht	m	0.900
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	0.860
Classe anima	CL_fi		1
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	m2	0.0298
Area resistente a taglio trasverso	Awm	m2	0.0138
Posizione baricentro rispetto a intradosso	yGm	m	0.450
Momento d'inerzia trasverso attorno all'asse forte	Ixm	m4	0.003946208
Momento d'inerzia trasverso attorno all'asse debole	Iym	m4	0.000213627
Costante di torsione	JT	m4	1.50531E-06
Coefficiente di ingobbimento	Iw	m6	4.13013E-05
Modulo di resistenza fibra A	WmA	m3	0.008769351
Modulo di resistenza fibra B	WmB	m3	0.009177228
Modulo di resistenza fibra C	WmC	m3	0.009177228
Modulo di resistenza fibra D	WmD	m3	0.008769351

Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU montante	Var	unità	
Sforzo Normale	Nm	kN	75
Momento flettente	Mm	kNm	26.0
Taglio	Vm	kN	129.7

Verifiche di stabilità montante	Var	unità	
Lunghezza libera d'inflexione nel piano	LO	m	1.300

coefficiente di sicurezza per resistenza all'instabilità	γ_{M1}		1.10
fattore di imperfezione alpha (a=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	3376624.5
snellezza adimensionale	λ_{ad}		0.091
coefficiente Φ	Φ		0.478
coefficiente χ	χ		1.000

Sforzo Normale resistente	X A fk / γ_{M1}	kN	25601
Sforzo Normale di progetto a compressione	NEd	kN	2031
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	4.3
tensione tangenziale massima	t_max	MPa	2.1
tensione ideale massima	sid_max	MPa	5.6
Status verifica			OK!

Caratteristiche della sollecitazione per verifiche SLU trasverso	Var	unità	
Sforzo Normale	Nm	kN	0.0
Momento flettente	Mm	kNm	144.4
Taglio	Vm	kN	75.0

Verifiche di resistenza trasverso	Var	unità	
coefficiente di sicurezza per resistenza di resistenza	γ_{M0}		1.05
Tensione normale fibra A	σ_{nA}		16.5
Tensione normale fibra B	σ_{nB}		15.7
Tensione normale fibra C	σ_{nC}		-15.7
Tensione normale fibra D	σ_{nD}		-16.5
tensione tangenziale fibre B-C	τ_{B-C}		5.5
Tensione ideale fibra B	σ_{idB}		18.3
Tensione ideale fibra C	σ_{idC}		18.3
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		4.50
Momento critico elastico di inst. Torsionale per M flett. uniforme	Mcr	kNm	14168
coefficiente di snellezza normalizzata	λ_{LT}		0.47
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		0.98
coefficiente Φ_{LT}	Φ_{LT}		0.61
fattore di riduzione per instabilità flesso-torsionale χ_{LT}	χ_{LT}		0.96
Momento resistente di progetto per instabilità flesso-torsionale	Mb,Rd	kNm	2729.2
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 CV02 - Cavalcavia</i></p>	

19 ALLEGATO 9 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPB

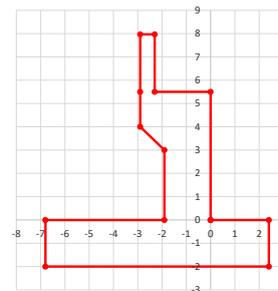
LAVORO: CA366 V105 - SPALLA SpB

Dati e risoluzione della palificata

Caratteristiche geometriche elevazione

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Paragliaia - 1	0.60	0.60	8.00	2.47	-2.30	0.00	5.50
Muro frontale - 2	2.90	2.90	8.00	1.50	0.00	0.00	4.00
Muro frontale - 3	2.90	1.90	8.00	1.00	0.00	0.00	3.00
Muro frontale - 4	1.90	1.90	8.00	3.00	0.00	0.00	0.00
Muro risolto posteriore sx - 1	4.90	4.90	0.60	2.39	-2.90	-3.70	5.50
Muro risolto posteriore sx - 2	4.90	4.90	0.60	1.50	-2.90	-3.70	4.00
Muro risolto posteriore sx - 3	4.90	4.90	1.00	1.00	-1.90	-3.50	3.00
Muro risolto posteriore sx - 4	4.90	4.90	1.00	3.00	-1.90	-3.50	0.00
Muro risolto posteriore dx - 1	4.90	4.90	0.60	2.39	-2.90	3.70	5.50
Muro risolto posteriore dx - 2	4.90	4.90	0.60	1.50	-2.90	3.70	4.00
Muro risolto posteriore dx - 3	4.90	4.90	1.00	1.00	-1.90	3.50	3.00
Muro risolto posteriore dx - 4	4.90	4.90	1.00	3.00	-1.90	3.50	0.00
Cordolo risolto sx	4.90	4.90	0.25	0.50	-2.90	-3.28	7.64
Cordolo risolto dx	4.90	4.90	0.25	0.50	-2.90	3.28	7.64



Caratteristiche geometriche fondazione

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx (m)	Ly (m)	h (m)	Disx (m)	Disy (m)
Zattera di fondazione	9.20	8.50	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	7.97
Area sezione trasversale	Afron	m ²	13.93
Volume c.a.	Vfron	mc	111.46
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.33
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	3.42
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	0.95

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	174.75
Xbaricentro	Xg ele	m	-2.56
Ybaricentro	Yg ele	m	0.00
Zbaricentro	Zg ele	m	3.46

Caratteristiche geometriche compressive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vfon	mc	156.40
Xbaricentro	Xg fon	m	-4.60
Ybaricentro	Yg fon	m	0.00
Zbaricentro	Zg fon	m	1.00

Note:

Lx sup: lunghezza in direzione x della faccia superiore

Lx inf: lunghezza in direzione y della faccia inferiore

h: altezza del parallelepipedo

Dx: distanza in dir. X tra faccia anteriore e faccia muro frontale

Dy: distanza in dir. Y tra mezzeria parallelepipedo e mezzeria muro frontale

Dz: distanza in dir. Z tra faccia inferiore e spiccato muro frontale

Disx: Disassamento in dir. X mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Disy: Disassamento in dir. Y mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Caratteristiche terreno di rinterro a tergo spalla

Descrizione	Unità	Valore	
Angolo d'attrito	fir	deg	35.0
peso di volume	γ	kN/mc	18.0
Coefficiente di spinta attiva (Rankine)	ka		0.271
Coefficiente di spinta a riposo	k0		0.426
Condizioni di spinta: 1 - attiva; 2 - riposo	Tip spinta		2
Coefficiente di spinta di calcolo	K		0.426

Caratteristiche geometriche compressive rinterro

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Rinterro - 1	4.90	4.90	6.80	2.47	-2.90	0.00	5.50
Rinterro - 2	4.90	4.90	6.80	1.50	-2.90	0.00	4.00
Rinterro - 3	4.90	4.90	6.00	1.00	-1.90	0.00	3.00
Rinterro - 4	4.90	4.90	6.00	3.00	-1.90	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume rinterro	Vrin	mc	249.88
Xbaricentro	Xg rin	m	-7.28
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	6.11

Dati sovraccarico terrapieno

Descrizione	Unità	Valore	
sovraccarico	Q	kN/mq	20.0

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	8279
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-1574
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

Peso terreno su fondazione			
Peso rinterro	Fzg2	kN	4498
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-12051
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	3243
Momento longitudinale	Myg3	kNm	10776

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	723
Carico verticale	Fzg3	kN	666
Momento longitudinale	Myg3	kNm	2170

Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore Ss			1.20
Fattore St			1.0
Fattore S	S		1.20
Valore di ag/g	ag/g		0.061
fattore βm	βm		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.073

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB

Dati e risoluzione della palificata

Coefficiente sismico verticale	kv	0.037		
Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no		Tip_spost	1	
<u>Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)</u>				
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ψ	deg	90	
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0	
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0	
Altezza del terrapieno	H	m	9.97	
peso specifico del terreno	γ^*	kN/mc	18.0	
tangente teta a= kh/(1+kv)	$\tan\theta a$		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)	$\tan\theta b$		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	2443.9	
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	2294.5	
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	2443.9	
altezza di applicazione	H	kN	4.99	
Momento longitudinale	MyDP	kNm	12183	

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

<u>Condizioni di spinta adottate:</u>				
Spinta del terreno	Es	kN	2444	
Momento longitudinale	MyEs	kNm	12183	
<u>Forze inerziali</u>				
<u>Sisma longitudinale</u>				
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	935	
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	4045	
<u>Sisma trasversale</u>				
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	935	
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	4045	
<u>Sisma verticale</u>				
Forza verticale	FzE.2z	kN	-468	
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	499	
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	0	

Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni **8.25**
Distanza asse appoggi - asse fondazione **0.10**

		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	886	0	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	379	58	0
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	1593	65	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	1378	961	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	1593	-65	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	1378	-961	0
q3	Frenatura	418	0	0	0	727
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	71	0	137	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	96	0	233	0
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	38	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	593	0	0	0	871
Ey	Sisma trasversale	0	93	0	136	0
Ez	Sisma verticale	0	0	77	0	0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

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

		Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	0	886	0	-89
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	0	8279	0	1574
g2a	Perm. portati - impalcato	0	0	379	58	-38
g2b-sp	Perm. portati - Rinterro	0	0	4498	0	12051
g3-sp	spinta statiche del terreno	3243	0	0	0	-10776
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	0	1593	65	-159
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	0	1378	962	-138
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	0	1593	-64	-159
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	0	1378	-961	-138
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	723	0	666	0	-2170
q3	Frenatura	418	0	0	0	-4176
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	71	0	726	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	96	0	1027	0
q7a	Var. termica positiva	0	0	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	38	0	0	0	-313
Ex	Sisma longitudinale	593	0	0	0	-5760
Ey	Sisma trasversale	0	93	0	900	0
Ez	Sisma verticale	0	0	77	0	-8
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	2444	0	0	0	-12183
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	935	0	0	0	-4045
E.2y-sp	Forze inerziali trasversali spalla	0	935	0	4045	0
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	0	-468	0	-499

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

S.L.U.

LAVORO: CA366 V105 - SPALLA SpB

Dati e risoluzione della palificata

Table with 15 columns and 48 rows of numerical data. Includes summary rows for Nmax, Nmin, TAGLIO, and V.

S.L.E.car

CARICO ASSIALE q1 q3

Table with 15 columns and 48 rows of numerical data. Includes summary rows for Nmax, Nmin, TAGLIO, and V.

S.L.E.car

CARICO ASSIALE q4 q5

Table with 15 columns and 8 rows of numerical data.

LAVORO: CA366 V105 - SPALLA SpB

Dati e risoluzione della palificata

6	1	337	337	342	342	336	336	325	325	322	322	324	320	322	322
7	2	332	332	321	321	333	333	338	338	312	312	311	314	312	312
8	2	333	333	325	325	333	333	335	335	313	313	312	314	313	313
9	2	333	333	328	328	333	333	332	332	313	313	312	313	313	313
10	2	334	334	332	332	333	333	329	329	313	313	313	313	313	313
11	2	334	334	336	336	334	334	326	326	313	313	314	312	313	313
12	2	335	335	340	340	334	334	322	322	314	314	315	312	314	314
13	3	330	330	319	319	331	331	336	336	304	304	302	306	304	304
14	3	330	330	322	322	331	331	333	333	304	304	303	305	304	304
15	3	331	331	326	326	331	331	330	330	305	305	304	305	305	305
16	3	331	331	330	330	331	331	326	326	305	305	305	305	305	305
17	3	332	332	334	334	331	331	323	323	305	305	306	304	305	305
18	3	333	333	337	337	331	331	320	320	306	306	307	304	306	306
19	4	328	328	316	316	329	329	334	334	296	296	294	298	296	296
20	4	328	328	320	320	329	329	330	330	296	296	295	297	296	296
21	4	329	329	324	324	329	329	327	327	296	296	296	297	296	296
22	4	329	329	327	327	329	329	324	324	297	297	297	296	297	297
23	4	330	330	331	331	329	329	321	321	297	297	298	296	297	297
24	4	330	330	335	335	329	329	318	318	297	297	299	296	297	297
25	5	325	325	314	314	327	327	331	331	288	288	286	289	288	288
26	5	326	326	318	318	327	327	328	328	288	288	287	289	288	288
27	5	326	326	321	321	327	327	325	325	288	288	288	289	288	288
28	5	327	327	325	325	327	327	322	322	289	289	289	288	289	289
29	5	327	327	329	329	327	327	319	319	289	289	290	288	289	289
30	5	328	328	333	333	327	327	315	315	289	289	291	287	289	289
31	6	323	323	312	312	324	324	329	329	280	280	278	281	280	280
32	6	324	324	315	315	324	324	326	326	280	280	279	281	280	280
33	6	324	324	319	319	324	324	323	323	280	280	280	280	280	280
34	6	325	325	323	323	325	325	319	319	280	280	281	280	280	280
35	6	325	325	327	327	325	325	316	316	281	281	282	280	281	281
36	6	326	326	330	330	325	325	313	313	281	281	283	279	281	281
37	7	321	321	309	309	322	322	327	327	271	271	270	273	271	271
38	7	321	321	313	313	322	322	323	323	272	272	271	273	272	272
39	7	322	322	317	317	322	322	320	320	272	272	272	272	272	272
40	7	322	322	321	321	322	322	317	317	272	272	273	272	272	272
41	7	323	323	324	324	322	322	314	314	273	273	274	271	273	273
42	7	324	324	328	328	322	322	311	311	273	273	275	271	273	273
43	8	319	319	307	307	320	320	324	324	263	263	262	265	263	263
44	8	319	319	311	311	320	320	321	321	264	264	262	265	264	264
45	8	320	320	315	315	320	320	318	318	264	264	263	264	264	264
46	8	320	320	318	318	320	320	315	315	264	264	264	264	264	264
47	8	321	321	322	322	320	320	312	312	264	264	265	263	264	264
48	8	321	321	326	326	320	320	309	309	265	265	266	263	265	265
Nmax		337	337	342	342	336	336	340	340	322	322	324	322	322	322
Nmin		319	319	307	307	320	320	309	309	263	263	262	263	263	263
TAGLIO															
taglio Vx		80	80	80	80	80	80	80	80	68	68	68	68	68	68
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V		80	80	80	80	80	80	80	80	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	517	517	435	383	322
Azione assiale minima	Nmin	154	359	154	266	263
Azione trasversale massima	Vmax	119	119	84	88	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	Ic	m4	0.0004
Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio	Ia	m4	0.0000
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	Ip	m4	0.0006
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	99435
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	1.16

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI PALI	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP		
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	517	435	383	322	
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	359	154	266	263	
Momento flettente massimo	Mmax	kNm	69	49	51	46	40
Momento amplificato 10%		kNm	76	53	56	51	44
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	119	84	88	80	68

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	22007	14433
Carico verticale medio agente sui pali	458	301

LAVORO: CA366 V105 - SPALLA SpB

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	119.2	65.5
Sollecitazione torcente di progetto	TEd	kNm	0.0	0.0
Forza di compressione di calcolo (pos. Se di compressione)	NEd	kN	517.1	301.8
Momento flettente di calcolo	MEd	kNm	76.0	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		0.12	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	122.0	144.2
Rapporto NEd / Nc,Rd (punto 4.2.10)	NEd/Nc,Rd		0.20	0.12
Status check	Ch		OK	OK
Rapporto MEd / MN,Rd (punto 4.2.12)	MEd/MN,Rd		0.62	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	517.1	301.8
Resistenza a tranciamento	NRd	kN	817.6	817.6
Rapporto NEd / Nt,Rd	NEd/Nt,Rd		0.63	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	32.3	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		0.41	0.24
Status check	Ch		OK	OK

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB

Calcolo e verifica zattera di fondazione

MENSOLA ANTERIORE

Modello di calcolo:

Tirante - puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.00
numero di file che caricano la mensola	np		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	0.73
copriferro	c	m	0.109
larghezza puntone	b	m	0.89
larghezza collaborante	bt	m	0.89
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	1.89
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	2.28
fattore lambda ($l1 / 0.9d$) = arctan ψ	λ_1		1.34
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	1.11
fattore lambda ($l2 / 0.9d$) = arctan ψ	λ_2		0.65
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	10	8	24	0.088	3619
secondo strato dal basso	20	4	24	0.152	1810
terzo strato dal basso	0	0	24	0.216	0
quarto strato dal basso	0	0	24	0.280	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.109	5429

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	517.1	501.2	238.3	1155.2	2952	1613.5
SLU-SIS	434.6	386.7	167.6	917.9	2346	1278.1
				1155.2	2952	1613.5

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	5429	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	2124.3	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		54%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	5674.1	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		28%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σ_s
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-CARATTERISTICA	382.6	370.8	176.7	855.1	158

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB

Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		44%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σ_s
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-FREQUENTE	341.8	328.0	159.3	763.4	141

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.		69%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σ_s
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	321.9	272.8	136.7	524.5	97

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.		59%	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	4.40
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	3.23
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	2.06
distanza tra palo 4° fila posteriore e sezione di incastro	a4	m	0.89
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	fyd	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	15	6	24	0.088	2714

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB

Calcolo e verifica zattera di fondazione

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	0.117	4976

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	67.5	331	810.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	193.7	949	2325.0
sommano			1279.7	3135.4

sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	50.0	245	600.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	143.5	703	1722.2
sommano			948.0	2322.5

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-359.0	-374.9	-390.7	-406.6	-1531	-3957.4
SLU-STR (MAX)	-482.0	-481.4	-480.8	-480.2	-1924	-5093.7
SLU-SIS (MIN)	-165.4	-195.8	-226.2	-241.4	-829	-2041.2
SLU-SIS (MAX)	-434.6	-411.7	-388.9	-366.0	-1601	-4368.9

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-252	-822
SLU-STR (MAX)	-645	-1958
SLU-SIS (MIN)	119	281
SLU-SIS (MAX)	-653	-2046

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	252	-822
SLU-STR (MAX)	645	-1958
SLU-SIS (MIN)	119	281
SLU-SIS (MAX)	653	-2046

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	418	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	2262	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	1523	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		18%	OK!

Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	3086	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	4976	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-3300	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		62%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	50.0	245	600.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	143.5	703	1722.2
sommano			948.0	2322.5

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB

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)	-266.4	-278.2	-290.1	-301.9	-1137	-2936.9
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-355.8	-355.5	-355.1	-354.8	-1421	-3761.3

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-189	-614
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-473	-1439

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	189	-614
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	473	-1439

Tasso di lavoro armature superiori	σ_{sup}	Mpa	0	
Tasso di lavoro armature inferiori	σ_{inf}	Mpa	171	
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.		47%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	50.0	245	600.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	143.5	703	1722.2
sommano			948.0	2322.5

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-318.7	-310.5	-302.4	-294.2	-1226	-3290.1
SLE-FREQUENTE (MAX)	-341.8	-339.5	-337.2	-334.9	-1354	-3593.6

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-278	-968
SLE-FREQUENTE (MAX)	-406	-1271

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)	278	-968
SLE-FREQUENTE (MAX)	406	-1271

Tasso di lavoro armature superiori	σ_{sup}	Mpa	0	
Tasso di lavoro armature inferiori	σ_{inf}	Mpa	151	
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 VI05 - SPALLA SpB

Calcolo e verifica zattera di fondazione

coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.				74%	OK!
VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE	fac	p	V	M		
		kN/ml	kN	kNm		
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	50.0	245	600.3		
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	143.5	703	1722.2		
sommano			948.0	2322.5		
sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	R3	R4	V	M
	kN	kN	kN	kN	kN	kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-320.4	-312.3	-304.1	-295.9	-1233	-3308.4
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-321.9	-313.7	-305.5	-297.3	-1238	-3323.3
sollecitazioni risultanti					V	M
					kN	kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)					-285	-986
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)					-290	-1001
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria					V	M
					kN/m	kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)					285	-986
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)					290	-1001
Tasso di lavoro armature superiori	sfsup	Mpa	0			
Tasso di lavoro armature inferiori	sfinf	Mpa	119			
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.			72%	OK!	

LAVORO: CA366 V105 - SPALLA SpB
Calcolo e Verifica muro frontale

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

AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	348
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-132
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	244
Momento longitudinale	Myg3	kNm	648
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	68
Momento longitudinale	Myg3	kNm	271
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	7.97
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	183.7
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	172.5
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	183.7
altezza di applicazione	H	m	4.0
Momento longitudinale	MyDP	kNm	732.2

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	84
altezza di applicazione	H	m	4.0
Momento longitudinale	MyDP	kNm	334

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate: Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)			
Spinta del terreno	Es	kN	184
Momento longitudinale	MyEs	kNm	732

Forze inerziali (q6.2)
Sisma longitudinale

Forza orizzontale longitudinale	Fxq6.2x	kN	25
Momento longitudinale	Myq6.2x	kNm	87

Sisma verticale

Forza verticale	Fzq6.2z	kN	-13
Momento longitudinale	Myq6.2z	kNm	5

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + muro frontale	6.25
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.00

	Fx	Fz
	[kN]	[kN]
g1a	0	111
g2a	0	47
e4	0	0
e2	0	0
q1a	0	199
q1b	0	172
q1c	0	199
q1d	0	172
q3	52	0
q7a	0	0
q7b	0	0
q9	5	0
Ex	74	0
Ez	0	10

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE

LAVORO: CA366 V05 - SPALLA SpB
Calcolo e Verifica muro frontale

		Fx	Fz	My
		[kN]	[kN]	[kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	111	0
g1-sp	Peso proprio spalla	0	348	132
g2a	Perm. portati - impalcato	0	47	0
g3-sp	g3-sp	244	0	-648
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	199	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	172	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	199	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	172	0
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	68	0	-271
q3	Frenatura	52	0	-327
q7a	Var. termica positiva	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	5	0	-30
Ex	Sisma longitudinale	74	0	-463
Ez	Sisma verticale	0	10	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	184	0	-732
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	25	0	-87
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-13	-5

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

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

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

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

S.L.E.car
e3

LAVORO: CA366 V05 - SPALLA SpB

Calcolo e Verifica muro frontale

g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
q7b	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75
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

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1				q3				q1				q3			
Fx	427	427	427	427	427	427	427	427	474	474	474	474	474	474	474	474
Fz	953	953	916	916	953	953	916	916	885	885	858	858	885	885	858	858
My	-1098	-1098	-1098	-1098	-1098	-1098	-1098	-1098	-1447	-1447	-1447	-1447	-1447	-1447	-1447	-1447

	S.L.U.				S.L.V.				E.x		E.z	
	q7				q7				q7		q7	
Fx	404	404	404	404	404	404	404	404	288	288	90	90
Fz	885	885	858	858	885	885	858	858	506	507	503	510
My	-1007	-1007	-1007	-1007	-1007	-1007	-1007	-1007	-1182	-1179	-288	-278

	S.L.E.car								S.L.E.car							
	q1				q3				q1				q3			
Fx	316	316	316	316	316	316	316	316	352	352	352	352	352	352	352	352
Fz	706	706	679	679	706	706	679	679	656	656	636	636	656	656	636	636
My	-817	-817	-817	-817	-817	-817	-817	-817	-1075	-1075	-1075	-1075	-1075	-1075	-1075	-1075

	S.L.E.car							
	q7							
Fx	300	300	300	300	300	300	300	300
Fz	656	656	636	636	656	656	636	636
My	-749	-749	-749	-749	-749	-749	-749	-749

	S.L.E.freq								S.L.E.qp	
Fx	300	300	300	300	300	300	300	300	249	249
Fz	656	656	636	636	656	656	636	636	506	506
My	-749	-749	-749	-749	-749	-749	-749	-749	-546	-546

Armatura zona tesa muro frontale

sezione di larghezza unitaria

	passo	n.barre	φ	c	As
	cm	1.0/passco	mm	m	mmq
primo strato	10	10	24	0.090	4524
secondo strato	0	0	0	0.132	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.090	4524

VERIFICHE AGLI SLU

	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	1447
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	1182
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	2271

Armatura effettivamente adottata:

Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	2884	OK!
Coefficiente di utilizzo	c.u.		50%	OK!

Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	474
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	288

VERIFICHE AGLI SLE-CAR

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	146
---------------------------------------	----	-----	-----

LAVORO: CA366 V105 - SPALLA SpB
Calcolo e Verifica muro frontale

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		41%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-FR

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σ_s	Mpa	102	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0	$\sigma_{s,lim}$	MPa	204	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		50%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-QP

Tasso di lavoro armature in zona tesa	σ_s	Mpa	74	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0	$\sigma_{s,lim}$	MPa	164	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		45%	OK!

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB
Calcolo e Verifica del muro paraghiaia

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	2.47
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Effetti dovuti al sovraccarico accidentale

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	6.05
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	3.83
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	11.0
pressione orizzontale dovuta al carico qik distribuito	shd	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	Vmax	kNm	249.9
Momento alla base complessivo	Mmax	kNm	328.8

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	7.54
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	37.1	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	23.4	19.3
Spinta dovuta al carico Qik	0.0	41.3	54.3
Carico Qik sul paraghiaia	39.8	23.9	61.4
Sisma - forze inerziali	0.0	2.7	3.3
Spinta sismica del terreno	0.0	17.0	21.0

Armatura zona tesa paraghiaia

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	15	6	24	0.088	2714
secondo strato	0	0	20	0.140	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.088	2714

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	90.8	119.6	182.2
SLU-SIS	37.1	19.7	24.4

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	1010	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	2714	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	489	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		37%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-RARA	
Peso proprio	1.00	

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB
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	76.8	88.6	135.0

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **108**

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		
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	66.9	72.3	106.0

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **85**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 σ_{slim} MPa **204**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **41%** **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	37.1	23.4	19.3

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **15**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 σ_{slim} MPa **164**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **9%** **OK!**

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	7.89
larghezza muro di risvolto	a	m	4.90
spessore muro di risvolto	s	m	1.00
coefficiente gamma	γ		0.62
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Muro con bandiera	band		no
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Momento massimo orizzontale: $M_x = \text{fac}_x * q * a^2$

Momento massimo verticale: $M_y = \text{fac}_y * q * h^2$

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	60.6
direzione orizzontale	γ	0.500	0.750
coefficiente fac _x	fac _{Mx}	0.134	0.083
coefficiente fac _{Vx}	fac _{Vx}	0.462	0.318

Momento flettente in direzione orizzontale	M _{xmax}	kNm	158.4
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M _{xband}	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V _{xmax}	kN	116.4
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V _{xband}	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _y	fac _{My}	0.055	0.090
coefficiente fac _{Vy}	fac _{Vy}	0.483	0.551

Momento flettente in direzione verticale	M _y max	kNm	269.7
Sforzo di taglio in direzione verticale	V _y max	kN	246.3

Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali

larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	2.40
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	a ₁	m	3.10
larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} alla base	b ₂	m	6.96
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} alla base	a ₂	m	7.66
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} in sommità	sh ₁	kPa	34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} alla base	sh ₂	kPa	4.8

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	19.6
direzione orizzontale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _x	fac _{Mx}	0.430	0.351
coefficiente fac _{Vx}	fac _{Vx}	1.114	1.105

Momento flettente in direzione orizzontale	M _x max	kNm	184.3
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M _x band	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V _x max	kN	106.6
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V _x band	kN	0.0

direzione verticale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _x	fac _{My}	0.105	0.208
coefficiente fac _{Vy}	fac _{Vy}	0.874	1.129

Momento flettente in direzione verticale	M _y max	kNm	188.8
Sforzo di taglio in direzione verticale	V _y max	kN	154.2

Effetti dovuti al sisma

forza inerziale	q ₁	kN/mq	1.83
incremento di spinta delle terre	q ₂	kN/mq	10.4
pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	12.2
direzione orizzontale	γ	0.50	0.75
coefficiente fac _x	fac _{Mx}	0.430	0.351

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB
Calcolo e Verifica dei muri di risvolto

 coefficiente facVx facVx 1.114 1.105 1.11

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	115.0
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	66.5
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	0.0

 direzione verticale γ 0.50 0.75 0.62
 coefficiente facx facMy 0.105 0.208 **0.155**
 coefficiente facVy facVy 0.874 1.129 **0.997**

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	117.8
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	96.2

Riepilogo sollecitazioni sul muro

Condizione	Mx kNm	My kNm	Vx kN	Vy kN
Spinta del terreno	158.4	269.7	116.4	246.3
Spinta sovraccarichi accidentali	184.3	188.8	106.6	154.2
Spinta dovuta al sisma	115.0	117.8	66.5	96.2

Armatura zona tesa - dir. Orizzontale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passo	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.072	3142
secondo strato	0	0	16	0.120	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.072	3142

Armatura zona tesa - dir. Verticale

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passo	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.092	3142
secondo strato	0	0	16	0.140	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.092	3142

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Spinta del terreno	1.35	1.00
Spinta sovraccarichi accidentali	1.35	0.00
Spinta dovuta al sisma	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	Mx kNm	My kNm	Vx kN	Vy kN
SLU-STR	462.6	619.0	301.0	540.7
SLU-SIS	273.3	387.5	182.9	342.5

 Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale Afh_min mmq/ml 1415
 Armatura effettivamente adottata: **Afs mmq 3142 OK!**
 Momento Resistente dir. Orizzontale **MR_h kNm/ml 1027**
 Coefficiente di utilizzo c.u. 45% OK!

 Armatura minima richiesta in dir. Verticale Afh_min mmq/ml 1936
 Armatura effettivamente adottata: **Afs mmq 3142 OK!**
 Momento Resistente dir. Verticale **MR_v kNm/ml 1005**
 Coefficiente di utilizzo c.u. 62% OK!
VERIFICHE SLE-RARA

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

Combinazioni SLE-RARA

Combinazione	Mx kNm	My kNm
SLE-RARA	342.7	458.5

 Tasso di lavoro armature orizzontali σ_{sh} Mpa 131
 Tasso di lavoro armature verticali σ_{sv} Mpa 179

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature orizzontali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		36%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		50%	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	296.6	411.3

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	113	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	160	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	σ_{slim}	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		51%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.verticale)	σ_{slim}	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		72%	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	158.4	269.7

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	60	
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	105	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	σ_{slim}	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		33%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.verticale)	σ_{slim}	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		58%	OK!

LAVORO: CA366 VI05 - SPALLA SpB
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	653.2	474.2	119.6	301.0	540.7
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	1.90	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	1.90	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	0.090	0.088	0.072	0.092	
altezza utile della sezione	d	m	1.91	1.81	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	4524	2714	3142	3142
Coefficiente k	k	m	1.32	1.33	1.63	1.62	1.47	
vmin	vmin		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00118	0.00250	0.00530	0.00595	0.00346	
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	578.8	256.5	273.3	356.8
				N.V.	OK	OK	N.V.	N.V.
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio								
<i>Verifica del conglomerato</i>								
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	8126.0	9846.4	2785.3	2872.3	4939.5	
<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	782.3	221.3	456.4	784.9	
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	4202.9	5092.7	1440.6	1485.6	2554.8	
Resistenza a taglio		V_{Rd}	kN	2203.7	782.3	221.3	456.4	784.9
				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 CV02 - Cavalcavia</i></p>	

20 ALLEGATO 10 – 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: CV02

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:

$D_s = \alpha \cdot D_n$

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 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 grafici a lato):

RESISTENZA ALLA PUNTA $Q_b = 0.15 Q_s$

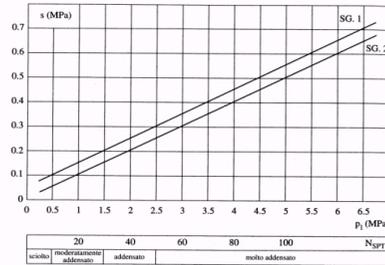
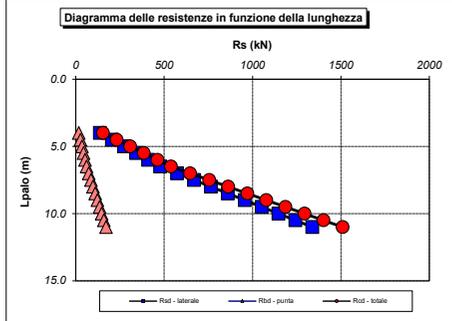


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di s per sabbie e ghiaie

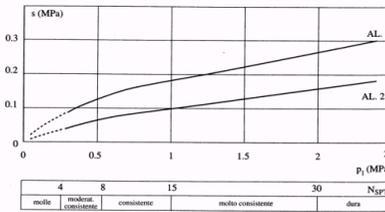


Fig. 13.17. Abaco per il calcolo di s per argille e limi

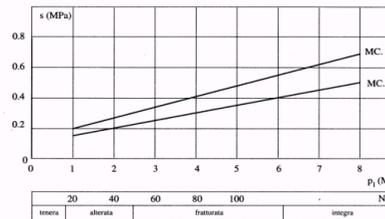


Fig. 13.18. Abaco per il calcolo di s per gessi, marne, marne calcaree

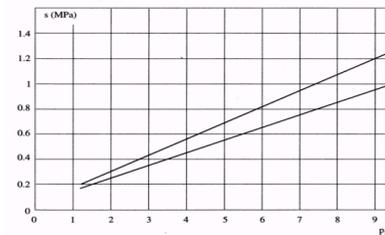


Fig. 13.19. Abaco per il calcolo di s per rocce alterate e frantumate

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	unità	var
Diametro palo	m	0.30
Superficie laterale per lunghezza unitaria	mq	0.94

AFFONDAMENTO TESTA PALO DA p.c.

Q.T.P.	m	3.50
--------	---	------

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

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA INTRADOSSO FOND.)

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Mod	α	COMBINAZIONE M1			
						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
S	Monzograniti alterati	3.0	6.5	IGU	1.10	250.0	1.00	250.0	275.0
G	Monzograniti	6.5	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	2
coefficiente ζ_3	1.65

Unità	z m	Lp (m)	a q_{sd} kPa	Qs kN	Qp kN	COMPR			TRAZ
						Rsd kN	Rbd kN	Rcd kN	Rsd kN
0	3.5	0.0							
0	4.0	0.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	4.5	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	5.0	1.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	5.5	2.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.0	2.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.5	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0
S	7.0	3.5	275.0	130	19	68	9	77	63
S	7.5	4.0	275.0	259	39	137	17	154	126
S	8.0	4.5	275.0	389	58	205	26	231	188
S	8.5	5.0	275.0	518	78	273	35	308	251
S	9.0	5.5	275.0	648	97	341	44	385	314
S	9.5	6.0	275.0	778	117	410	52	462	377
S	10.0	6.5	275.0	907	136	478	61	539	440
G	10.5	7.0	385.0	1089	163	574	73	647	528
G	11.0	7.5	385.0	1270	190	669	86	755	616
G	11.5	8.0	385.0	1451	218	765	98	863	704
G	12.0	8.5	385.0	1633	245	861	110	970	792
G	12.5	9.0	385.0	1814	272	956	122	1078	880
G	13.0	9.5	385.0	1996	299	1052	134	1186	968
G	13.5	10.0	385.0	2177	327	1147	147	1294	1056
G	14.0	10.5	385.0	2359	354	1243	159	1402	1144
G	14.5	11.0	385.0	2540	381	1339	171	1510	1232
G	15.0	11.5	385.0	2721	408	1434	183	1617	1319
G	15.5	12.0	385.0	2903	435	1530	195	1725	1407

ALLINEAMENTO

	Lp (m)	Nmax kN	Nmin kN	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Rsd (kN)	c.u. COMPR	c.u. TRAZ
SpB	8.0	517	0	765	98	863	704	60%	0%

CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO- BUSTAMANTE&DOIX - A1 + M1 + R3
LAVORO: CA366

OPERA: CV02

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_{sppt} e/o dei risultati di prove pressiometriche (vedi il grafico a lato):

RESISTENZA ALLA PUNTA $Q_b = 0.15 Q_s$

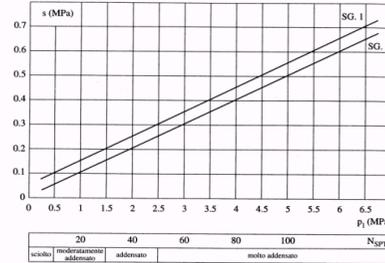
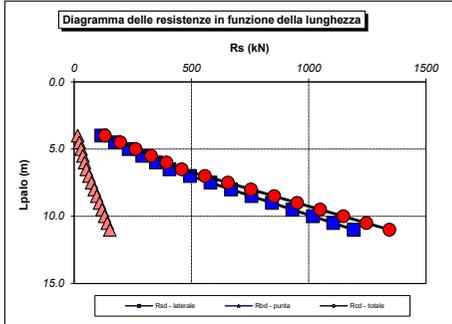


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di s per sabbie e ghiaie

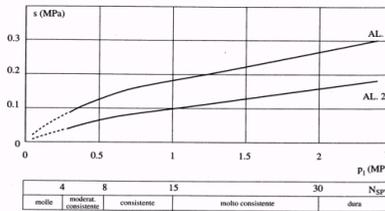


Fig. 13.17. Abaco per il calcolo di s per argille e limi

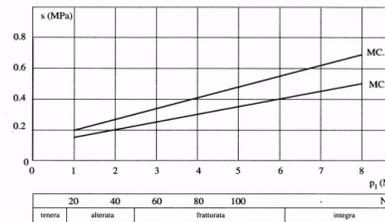


Fig. 13.18. Abaco per il calcolo di s per gessi, marne, marne calcaree

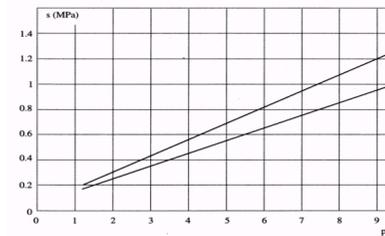


Fig. 13.19. Abaco per il calcolo di s per rocce alterate e fratturate

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	3.50
--------	---	------

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

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA INTRADOSSO FOND.)

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Mod	COMBINAZIONE M1				
					α	q_{sk} kPa	γ_{es}	q_{sd} kPa	αq_{sd} kPa
0	Strato inefficace	0.0	3.0	IGU	0.00	0	1.00	0.0	0.0
S	Monzograniti alterati	3.0	6.5	IGU	1.10	200	1.00	200.0	220.0
G	Monzograniti	6.5	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	2
coefficiente ζ_3	1.55

Unità	z m	Lp (m)	a q_{sd} kPa	Qs kN	Qp kN	COMPR			TRAZ
						Rsd kN	Rbd kN	Rcd kN	Rsd kN
0	3.5	0.0							
0	4.0	0.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	4.5	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	5.0	1.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	5.5	2.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.0	2.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	6.5	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0
S	7.0	3.5	220.0	104	16	58	7	66	54
S	7.5	4.0	220.0	207	31	116	15	131	107
S	8.0	4.5	220.0	311	47	174	22	197	161
S	8.5	5.0	220.0	415	62	233	30	262	214
S	9.0	5.5	220.0	518	78	291	37	328	268
S	9.5	6.0	220.0	622	93	349	45	394	321
S	10.0	6.5	220.0	726	109	407	52	459	375
G	10.5	7.0	330.0	881	132	494	63	558	455
G	11.0	7.5	330.0	1037	156	582	74	656	535
G	11.5	8.0	330.0	1192	179	669	85	754	615
G	12.0	8.5	330.0	1348	202	756	97	853	696
G	12.5	9.0	330.0	1503	225	843	108	951	776
G	13.0	9.5	330.0	1659	249	931	119	1049	856
G	13.5	10.0	330.0	1814	272	1018	130	1148	936
G	14.0	10.5	330.0	1970	295	1105	141	1246	1017
G	14.5	11.0	330.0	2125	319	1192	152	1345	1097
G	15.0	11.5	330.0	2281	342	1280	163	1443	1177
G	15.5	12.0	330.0	2436	365	1367	175	1541	1257

ALLINEAMENTO	Lp (m)	Nmax kN	Nmin kN	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Rsd (kN)	c.u. COMPR	c.u. TRAZ
SpB	8.0	517	0	669	85	754	615	69%	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	<i>Relazione tecnica e di calcolo CV02 - Cavalcavia</i>	

21 ALLEGATO 11 – 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:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$$

$$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$$

$$R_{tr,calc} = H_{lim}$$

Resistenza ai carichi trasversali di progetto

Resistenza ai carichi trasversali caratteristica

Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

Il coefficiente parziale γ_T per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3)	γ_T	1.30
----------------------------	------------	------

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL 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	3.5
---	----	---	-----

CONDIZIONI DI FALDA

Palo sopra falda (0) - Palo sotto falda (1)	Falda		1
---	-------	--	---

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali		2
coefficiente ξ_3		1.65
coefficiente ξ_4		1.55

DESCRIZIONE	$\gamma_{n,med}$ kN/m ³	γ'_{med} kN/m ³	ϕ'_{med} deg	$k_{p,med}$	L_{med} (m)	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI S	18.0	8.2	32.0	3.25	1.84	379.6	177.0

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	1.97	354.2	175.8

Resistenza di progetto del micropalo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	175.8
--	------------	----	-------

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
SpB	175.8	119.0	68%	48	80%	6749	5712.0	85%