

**S.S. 284 "Occidentale Etna"**

Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania

1° lotto Adrano – Paternò

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. PA712

**PROGETTAZIONE:**

**ATI VIA - SERING - VDP - BRENG**

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

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

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

RESPONSABILI D'AREA:

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

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

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

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



MANDANTI:

GEOLOGO:

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

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

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

RESPONSABILE SIA:

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

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

*Dott. Ing. Marilena Coppola*



**OPERE D'ARTE MAGGIORI**

**PONTI E VIADOTTI**

**PO-SV02**

**Relazione tecnica di calcolo – carreggiata sx**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	PA712_P00P004STRRE01_A			
DPPA0712	D 20	CODICE ELAB.	P00P004STRRE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	NOV. 2020	E.STRAMACCI	G.PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

## INDICE

---

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>6</b>
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 <math>V_n</math></i> .....	6
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i> .....	6
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i> .....	7
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	7
1.4	CONSIDERAZIONI SULLE METODOLOGIE COSTRUTTIVE.....	9
<b>2</b>	<b>NORMATIVE E RIFERIMENTI</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>NORME TECNICHE</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO</b> .....	<b>12</b>
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
4.5.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	22

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

4.6	GIUNZIONI SALDATE .....	22
<b>5</b>	<b>AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO .....</b>	<b>23</b>
5.1	ELENCO DELLE AZIONI SUI PONTI STRADALI.....	23
5.2	ANALISI DEI CARICHI IMPALCATO CARREGGIATA .....	23
5.2.1	<i>Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1.....</i>	<i>24</i>
5.2.2	<i>Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2 .....</i>	<i>24</i>
5.2.3	<i>Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3.....</i>	<i>25</i>
5.2.4	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – <math>\varepsilon_2</math> e <math>\varepsilon_3</math> .....</i>	<i>25</i>
5.2.5	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – <math>\varepsilon_4</math>.....</i>	<i>28</i>
5.2.6	<i>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1.....</i>	<i>28</i>
5.2.7	<i>Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3.....</i>	<i>31</i>
5.2.8	<i>Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4.....</i>	<i>31</i>
5.2.9	<i>Azioni di Neve e di Vento – q5 .....</i>	<i>31</i>
5.2.10	<i>Azioni della temperatura – q7.....</i>	<i>34</i>
5.2.11	<i>Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8 .....</i>	<i>37</i>
5.2.12	<i>Resistenze parassite dei vincoli – q9 .....</i>	<i>39</i>
5.2.13	<i>Azioni sismiche – E .....</i>	<i>39</i>
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	45
5.3.1	<i>Combinazioni di carico in esercizio .....</i>	<i>45</i>
5.3.2	<i>Combinazioni di carico in fase sismica.....</i>	<i>48</i>
<b>6</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO.....</b>	<b>49</b>
6.1	CRITERI DI CALCOLO .....	49
6.1.1	<i>Analisi globale.....</i>	<i>49</i>
6.1.2	<i>Analisi locali .....</i>	<i>51</i>
6.2	ANALISI STATICA GLOBALE .....	51
6.2.1	<i>Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi .....</i>	<i>51</i>
6.2.2	<i>Applicazione dei carichi al modello.....</i>	<i>52</i>
6.2.3	<i>Sollecitazioni di progetto.....</i>	<i>53</i>
6.3	VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI.....	65
6.3.1	<i>Verifiche di resistenza SLU .....</i>	<i>65</i>
6.3.2	<i>Verifiche SLE “a respiro” delle anime .....</i>	<i>74</i>

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

6.3.3	Verifiche agli SLE-RARA delle travi principali .....	74
6.3.4	Verifiche a fatica .....	77
6.3.5	Verifiche SLU delle saldature longitudinali .....	83
6.3.6	Verifiche delle connessioni a pioli.....	84
6.4	VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITÀ DELLA STRUTTURA .....	86
6.5	VERIFICA DELLA SOLETTA IN C.A. ....	88
6.5.1	Verifica delle predalles in fase di autoportanza.....	88
6.5.2	Verifiche della soletta in esercizio (2° fase).....	97
<b>7</b>	<b>ANALISI E VERIFICA DELLE SPALLE .....</b>	<b>140</b>
7.1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO ALLE SOTTOSTRUTTURE .....	140
7.2	ANALISI IN FASE SISMICA .....	140
7.3	ANALISI DELLA PALIFICATA.....	142
7.4	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE MICROPALI DI FONDAZIONE .....	144
7.5	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI MICROPALI DI FONDAZIONE .....	144
7.5.1	Verifiche a pressoflessione e taglio.....	145
7.5.2	Verifiche dei maniglioni di ancoraggio in testa ai micropali.....	148
7.6	DIMENSIONAMENTO DELLE SINGOLE MEMBRATURE DELLE SPALLE.....	149
7.6.1	Zattera di fondazione.....	149
7.6.2	Mensola posteriore .....	149
7.6.3	Muro frontale.....	149
7.6.4	Paraghiaia.....	150
7.6.5	Muri di risvolto.....	151
7.6.6	Verifiche di resistenza a taglio.....	152
<b>8</b>	<b>VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E ISOLAMENTO E GIUNTI DI DILATAZIONE.....</b>	<b>153</b>
8.1	ISOLATORI ELASTOMERICI.....	153
8.1.1	Carichi verticali trasmessi dall'impalcato .....	153
8.1.2	Verifica degli spostamenti orizzontali degli isolatori in fase sismica .....	154
8.2	GIUNTI DI DILATAZIONE .....	157
<b>9</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE SLU ED SLE DELLE FONDAZIONI SU MICROPALI.....</b>	<b>158</b>
9.1	CRITERI DI CALCOLO.....	158

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

9.1.1	Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione .....	159
9.1.2	Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione .....	163
9.1.3	Verifiche SLU di collasso per sfilamento del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione .....	164
9.1.4	Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico trasversale .....	164
9.1.5	Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale	169
9.1.6	Verifiche SLE - Cedimenti delle fondazioni su micropali .....	172
9.2	APPLICAZIONE AL CASO IN ESAME .....	172
9.2.1	Caratteristiche delle opere di fondazione su pali .....	172
9.2.2	Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto .....	173
9.2.3	Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento) .....	173
9.2.4	Verifiche SLU di collasso per carico limite del micropalo singolo nei riguardi del carico trasversale .....	173
<b>10</b>	<b>DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018) .....</b>	<b>175</b>
10.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE .....	175
10.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO .....	175
10.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO .....	175
10.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI .....	175
10.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE .....	175
10.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....	175
<b>11</b>	<b>ALLEGATO 1 – IMPALCATO - ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI ANALISI .....</b>	<b>177</b>
<b>12</b>	<b>ALLEGATO 2 – IMPALCATO ANALISI STATICA GLOBALE – CARATTERISTICHE GEOMETRICO – INERZIALI IN FASE DI VERIFICA .....</b>	<b>178</b>
<b>13</b>	<b>ALLEGATO 3 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - SOLLECITAZIONI PER VERIFICHE SLU</b>	<b>179</b>
<b>14</b>	<b>ALLEGATO 4 – IMPALCATO - VERIFICHE SLU TRAVI PRINCIPALI .....</b>	<b>180</b>
<b>15</b>	<b>ALLEGATO 5 – IMPALCATO - VERIFICA DELLE SALDATURE LONGITUDINALI DELLE TRAVI PRINCIPALI .....</b>	<b>181</b>

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>PA-712</b>	<b><i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i></b>	

<b>16</b>	<b>ALLEGATO 6 – IMPALCATO – TRAVI PRINCIPALI - VERIFICA DELLE CONNESSIONI A PIOLI</b>	<b>182</b>
<b>17</b>	<b>ALLEGATO 7 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPA SINISTRA .....</b>	<b>183</b>
<b>18</b>	<b>ALLEGATO 8 - FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO SINGOLO PER CARICHI ASSIALI .....</b>	<b>184</b>
<b>19</b>	<b>ALLEGATO 9 - FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI.....</b>	<b>185</b>

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

## 1 GENERALITA'

### 1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del Ponte "PO-SV02 - Carreggiata Sinistra" dalla progressiva km 4+489.73 alla progressiva km 4+519.73 previsto nell'ambito dei lavori di realizzazione della "S.S. 284 Occidentale Etnea – Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò".

Il ponte è composto da 1 campata di luce pari a 30.0 m misurata in asse appoggi spalle.

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

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

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

#### 1.2.1 Vita Nominale $V_N$

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

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

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

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

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

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto:  $V_N = 100$  anni (costruzioni con livelli di prestazione elevati).

#### 1.2.2 Classi d'Uso

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

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

*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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

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

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

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

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

### 1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

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

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

### 1.3 Descrizione delle opere

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa **lungo una curva con raggio R=700 m**.

L'opera in esame è costituita da **due** impalcati distinti, la presente relazione fa riferimento alla **carreggiata sinistra**.

Le analisi relative alla carreggiata destra sono riportate nello specifico elaborato: **"Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata DX"**

L'impalcato ha larghezza variabile da un massimo di **18.95 m** ad un minimo di **18.87 m**. La piattaforma stradale ha larghezza da **17.45 m** a **17.37 m** (strada **Extraurbana principale di Categoria B**, ai sensi del DM2001), fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza **0.75 m** all'estremità.

L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da **quattro** travi metalliche principali di altezza costante pari a **1.70 m**.

La distanza trasversale tra le travi è di **4.70 m** x 3. Gli sbalzi laterali hanno luce variabile con un minimo di **1.98 m** ed un massimo di **2.10 m** per lo sbalzo sx e con un minimo di **2.67 m** ed un massimo di **2.87 m** per lo sbalzo destro.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiera saldate.

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

Il graticcio d'impalcato è completato dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è pari a 5.0 m. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiera saldate.

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

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

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

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

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

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

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

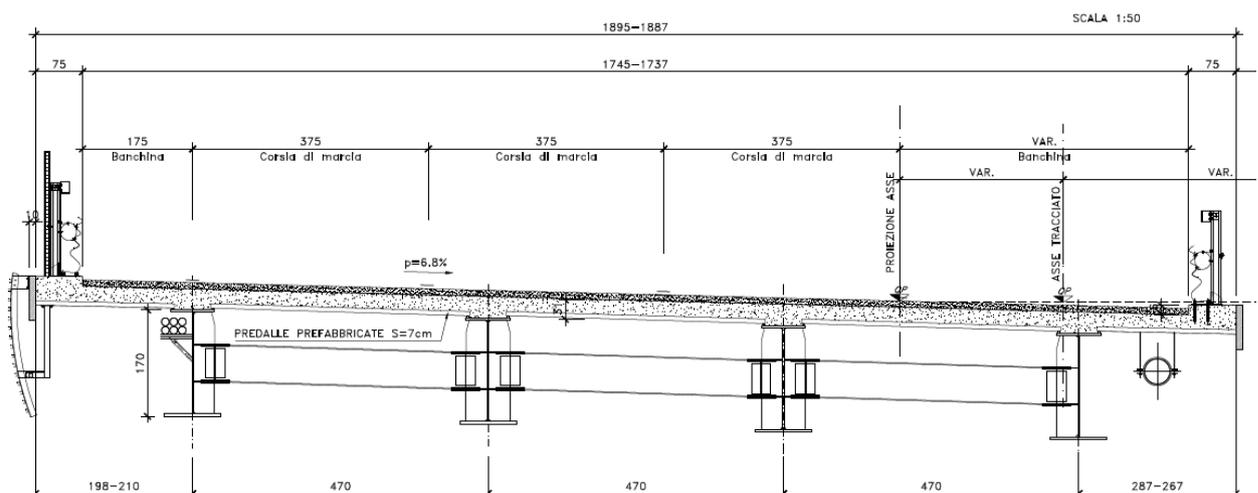


Figura 1.1. Sezione trasversale impalcato in campata

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

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

Le spalle del ponte sono di tipo tradizionale con:

- muro frontale di altezza variabile da 6.11 m a 6.44 m per SPA e da 4.63 m a 5.26 m per SPB con spessore pari a 1.90 m;
- paraghiaia di spessore 60 cm, debitamente arretrato rispetto alle travi d'impalcato in modo da garantire un varco di ampiezza adeguata alla manutenzione.

Ciascuna spalla è costituita da 2 parti, corrispondenti ai due impalcati, realizzate in due fasi diverse e giuntate tra loro. Pertanto, ai fini del calcolo e delle verifiche tali sottostrutture sono state analizzate separatamente. Nella presente si farà riferimento esclusivamente alle spalle relative alla [carreggiata sinistra](#).

Per il dimensionamento dei muri d'ala prefabbricati si rimanda alla relazione di calcolo relativa alle opere di sostegno.

Le fondazioni delle spalle sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a 2.0 m con micropali di diametro  $\phi 300$  in numero di:

- [carreggiata sinistra](#): 160 (20 x 8) per la spalla SPA e di 152 (19 x 8) per la spalla SPB.

Per il dimensionamento delle opere provvisorie necessarie alla realizzazione delle sottostrutture del ponte si rimanda alla relazione di calcolo relativa alle opere provvisorie.

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

La realizzazione dell'impalcato e delle sottostrutture relative al ponte in oggetto è prevista in due macrofasi. Durante la prima macrofase il traffico sarà in esercizio sulla SS284 esistente, mentre in seconda fase sarà deviato sulle strutture realizzate in prima fase.

Macrofase 1:

- Fase 1a: realizzazione delle paratie di micropali provvisorie a protezione degli scavi per la realizzazione delle strutture della carreggiata sinistra;
- Fase 1b: realizzazione degli scavi di prima fase per la carreggiata sinistra;
- Fase 1c: realizzazione delle sottostrutture per la carreggiata sinistra;
- Fase 1d: realizzazione parziale dell'impalcato (carpenteria metallica e soletta) per una larghezza di circa 11.50 m (poggiato su 3 travi) della carreggiata sinistra;
- Fase 1e: realizzazione dei muri in terra armata provvisori in prosecuzione delle spalle, a sostegno del corpo stradale per successivi scavi di seconda fase;

Macrofase 2:

Deviazione temporanea del traffico sull'impalcato parziale sinistro

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

- Fase 2a: realizzazione dello scavo di seconda fase (carreggiata destra);
- Fase 2b: realizzazione delle sottostrutture per la carreggiata destra;
- Fase 2b: completamento impalcato carreggiata sinistra;
- Fase 2c: realizzazione dell'impalcato (carpenteria metallica e soletta) della carreggiata destra;
- Fase 2d: completamento del corpo stradale della carreggiata destra.

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 1.0 m dall'asse delle travi;
- Fase 1b: getto di completamento degli sbalzi.

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

## 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.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

### 4.1 Calcestruzzi

#### 4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D\_3] e [D\_4].

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla “Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano” contenuta nell’appendice A alla norma [D\_4], che attribuisce alla [Sicilia](#) un livello di rischio [Nullo](#), è stata esclusa l’applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall’acqua di mare).

Relativamente all’applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno portato all’esclusione di tale classe. Infatti, tutti i campioni di terra esaminati risultano non aggressivi. La falda è assente lungo l’intero tracciato e l’unico campione dove si è riscontrata aggressività dell’acqua si trova a profondità tali da non interessare l’intervento in esame. Per maggiori dettagli si rimanda alla sintesi riportata nel report “Documentazione indagini ambientali”.

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:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)							
CALCESTRUZZO PER		Magrone	Fondazioni Spalle, pile*	Elevazioni Spalle, pile, pulvini *	Elevazioni Baggioli	Solette impalcato Predalle prefabbricate	Solette impalcato Getti in opera e cordoli marginali
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)		<b>C12/15</b>	<b>C25/30</b>	<b>C32/40</b>	<b>C35/45</b>	<b>C35/45</b>	<b>C35/45</b>
Classe di esposizione ambientale		-	<b>XC2</b>	<b>XC4</b>	<b>XC4</b>	<b>XC4</b>	<b>XC4</b>
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		-	0.60	0.50	0.45	0.45	0.45
Tipo di cemento (secondo UNI EN 197-1)		-	CEM IV	CEM I÷V	CEM I÷V	CEM I÷V	CEM I÷V
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )		150	300**	340**	360	360	360

Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

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

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

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

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

#### 4.1.2 Copriferrini nominali

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

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

**DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018**

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

Tabella C4.1.IV Copriferri minimi in mm

ambiente	barre da c.a.						cavi da c.a.p.			
	elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi			
	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>	R <sub>ck</sub> ≥R <sub>ck0</sub>	R <sub>ckmin</sub> ≤R <sub>ck</sub> ≤R <sub>ck0</sub>		
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 e pile	Elevazioni - Spalle	Elevazioni - Pile, pulvini	Elevazioni - Baggioni	Solette Impalcato predalle	Soletta Impalcato getti in opera e cordoli marginali
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)	1	1	1	1	1	1
Elemento a piastra	SI	SI	NO	NO	SI	SI
Classe di esposizione	XC2	XC4	XC4	XC4	XC4	XC4
Ambiente	ordinario	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo
R <sub>ck</sub>	30	40	40	45	45	45
Check R <sub>ck</sub> min	OK	OK	OK	OK	OK	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	20	30	35	35	30	30
incremento Per V <sub>n</sub> =100 (tipo di costruzione 3)	10	10	10	10	10	10
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*	NO	NO	NO	NO	SI	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferri	0	0	0	0	-5	0
Tolleranza di posa	10	10	10	10	5	10
copriferro nominale	40	50	55	55	40	50

\* Elemento prefabbricato prodotto con sistema sottoposto a controllo di qualità che comprenda la verifica dei copriferri

Tabella 4.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

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

I valori effettivamente adottati per i copriferri nominali di progetto tengono conto anche di criteri di uniformità e della volontà di garantire valori maggiori dei minimi di norma per superfici contro-terra.

Elemento	Fondazioni - Spalle e pile	Elevazioni - Spalle	Elevazioni - Pile, pulvini	Elevazioni - Baggioni	Solette Impalcato predalle	Soletta Impalcato getti in opera e cordoli marginali
<b>copriferro nominale di progetto</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>40</b>	<b>50</b>

Tabella 4.3 – Valori dei copriferri nominali adottati in progetto

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

### 4.1.3 Resistenze di progetto

#### Calcestruzzo C25/30:

<b>Caratteristiche Calcestruzzo</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>C25/30</b>
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	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.08
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	31476

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

### Calcestruzzo C32/40:

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

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

### Calcestruzzo C35/45:

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

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

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

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

#### 4.1.4 Verifiche a fessurazione

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

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni **ordinarie**: per le verifiche a fessurazione delle fondazioni e delle sottofondazioni (classe di esposizione **XC2**).
- Condizioni **aggressive**: per le verifiche a fessurazione della **soletta**, delle **elevazioni di pile e spalle** (classe di esposizione **XC4**).

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

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

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione delle **fondazioni** e delle **sottofondazioni** – condizioni ambientali **ordinarie** – Armatura poco sensibile:
  - o Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_3 = 0.4$  mm
  - o Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_2 = 0.3$  mm
- Verifiche a fessurazione della **soletta** e delle **elevazioni delle spalle** – condizioni ambientali **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
  - o Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_2 = 0.3$  mm
  - o Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_1 = 0.2$  mm

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

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

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

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

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

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

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

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

### 4.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

## 4.2.2 Resistenze di progetto

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

## 4.3 Acciaio per carpenteria metallica

### 4.3.1 Qualità dell'acciaio

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

#### Acciaio per strutture principali:

Elementi principali composti per saldatura o soggetti a saldatura:

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

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

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

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

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

#### Acciaio per tubolari micropali

- Acciaio [S355JRH o S355JOH – UNI EN10210](#).

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

### 4.3.2 Resistenze di progetto

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

## 4.4 Connettori a piolo tipo Nelson

### 4.4.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio secondo UNI EN ISO 13918.

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

### 4.4.2 Resistenze di progetto

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

## 4.5 Giunzioni bullonate

### 4.5.1 Qualità dell'acciaio

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

I bulloni avranno le seguenti caratteristiche:

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

In ogni caso i collegamenti bullonati devono essere a **serraggio controllato** con bulloni caratterizzati da classe k pari a **K<sub>2</sub>** (bulloneria da precarico).

#### 4.5.2 Resistenze di progetto

Classe di resistenza della vite			<b>10.9</b>
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{ybk}$	Mpa	900
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tbk}$	Mpa	1000
STATI LIMITE ULTIMI		Var	unità
coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni $\gamma_{m2}$		$\gamma_{m2}$	1.25
Resistenza unitaria a taglio - gambo filettato della vite ( $A_{res}$ ) $f_{v,Rd} = fac f_{tbk} / \gamma_{M2}$		$f_{v,Rd}$	MPa
Resistenza unitaria a taglio - gambo NON filettato della vite (A) $f_{v,Rd} = 0.6 f_{tbk} / \gamma_{M2}$		$f_{v,Rd}$	MPa
Resistenza unitaria a trazione - $f_{t,Rd} = 0.9 f_{tbk} / \gamma_{M2}$		$f_{t,Rd}$	MPa
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLU $\gamma_{m3}$		$\gamma_{m3}$ SLU	1.25
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLE $\gamma_{m3}$		$\gamma_{m3}$ SLE	1.10
Unioni ad attrito - coefficiente $\gamma_{m7}$ - Precarico dei bulloni ad Alta Resistenza		$\gamma_{m7}$	1.00
Unioni ad attrito - Forza unitaria di "precarico" $f_{p,Cd} = 0.7 f_{tbk} / \gamma_{M7}$		$f_{p,Cd}$	MPa
Unioni ad attrito - coefficiente di attrito $\mu$		$\mu$	0.30
Unioni ad attrito - Resistenza unitaria allo scorrimento SLU $f_{s,Rd} = \mu f_{p,Cd} / \gamma_{M3}$		$f_{s,Rd}$ SLU	MPa
Unioni ad attrito - Resistenza unitaria allo scorrimento SLE $f_{s,Rd} = \mu f_{p,Cd} / \gamma_{M3}$		$f_{s,Rd}$ SLE	MPa

#### 4.6 Giunzioni saldate

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

## 5 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

### 5.1 Elenco delle azioni sui ponti stradali

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

#### Azioni permanenti:

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

#### Distorsioni e deformazioni impresse:

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

#### Azioni Variabili da traffico:

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

#### Altre Azioni Variabili:

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

#### Azioni sismiche:

E

#### Azioni eccezionali:

A

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

### 5.2 Analisi dei carichi impalcato carreggiata

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).

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

## 5.2.1 Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1

### 5.2.1.1 Peso proprio delle strutture d'impalcato

Nell'ambito dell'analisi globale delle travi principali d'impalcato, il peso proprio della carpenteria metallica è stato computato in automatico dal codice di calcolo utilizzato, a partire dalle aree degli elementi che rappresentano le travi principali, considerando un coefficiente maggiorativo pari a **1.69** che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

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

$$- \text{Soletta in c.a.: } (18.95 \times 0.31) \times 25.0 = 146.86 \text{ kN/ml}$$

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		TR 1 SX	TR 2 SX	TR 3 DX	TR 4 DX
Peso soletta in c.a.	kN/m	32.54	35.33	38.11	40.89

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

$$- \text{Strutture in carpenteria metallica impalcato : } 2.4 \times 18.95 = 45.48 \text{ kN/ml}$$

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

$$Pg1a = 45.48 + 146.86 = 192.34 \text{ kN/m}$$

### 5.2.1.2 Peso proprio delle sottostrutture e relative fondazioni

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

## 5.2.2 Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2

### 5.2.2.1 Carichi permanenti agenti sulle strutture d'impalcato

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

$$g2,pav = 0.09 \times 24.0 = 2.16 \text{ kN/mq}$$

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

Sono state prese in considerazione due configurazioni:

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

Le rispettive analisi dei carichi permanenti portati sono di seguito illustrate:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

<b>Analisi dei carichi</b>		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.75	-8.66	-32.46
cordolo dx	kN/m	3.75	9.55	35.79
pavimentazione	kN/m	52.35	0.44	23.30
guard-rail sx	kN/m	1.50	-8.78	-13.17
guard-rail dx	kN/m	1.50	9.67	14.51
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-8.88	-4.44
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	9.77	4.89
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	0.00	-8.28	0.00
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	1.50	9.17	13.76
veletta sx	kN/m	2.90	-9.03	-26.19
veletta dx+carter	kN/m	1.40	9.92	13.89
<b>Sommano</b>		<b>69.65</b>	<b>0.43</b>	<b>29.87</b>

Carichi agenti sulle travi		TR 1 SX	TR 2 SX	TR 3 DX	TR 4 DX
cordoli	kN/m	1.66	1.80	1.95	2.09
pavimentazione	kN/m	11.60	12.59	13.58	14.57
guard-rail	kN/m	0.66	0.72	0.78	0.84
barriere antirumore/parapetti	kN/m	0.22	0.24	0.26	0.28
Tubazione smaltimento acque di piattaforma	kN/m	-0.50	0.08	0.67	1.25
velette	kN/m	1.86	1.34	0.81	0.29
<b>Totale permanenti portati</b>	<b>kN/m</b>	<b>15.51</b>	<b>16.78</b>	<b>18.05</b>	<b>19.32</b>

### 5.2.2.2 Rinterro sulle spalle

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

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

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

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

Sono stati considerati i seguenti parametri:

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

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

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

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

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

### 5.2.4 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ε2 e ε3

#### 5.2.4.1 Deformazione da ritiro a tempo infinito

La deformazione totale per ritiro si può esprimere come:

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

Dove:

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

$\varepsilon_{ca}$  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:

<b>Ritiro del calcestruzzo (<math>\varepsilon</math> 2)</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>	
Modulo elastico calcestruzzo	Ec	MPa	34077
spessore dei getti in opera	hc	m	0.24
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	Ac	m <sup>2</sup>	4.548
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	18.13
coefficiente $h_0 = 2 \times Ac / u$	h0	mm	502
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	$\varepsilon_c$		0.00020
deformazione finale per ritiro autogeno	$\varepsilon_{ca}$		0.00006
<b>deformazione totale finale per ritiro</b>	<b><math>\varepsilon_{cs}</math></b>		<b>0.00027</b>

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

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

$$M_r = N_r \times z$$

Essendo:

$\varepsilon_{cs}$  la deformazione totale finale per ritiro;

Ac l'area del calcestruzzo soggetta a ritiro;

Ea modulo elastico dell'acciaio;

$n_r$  coefficiente di omogeneizzazione acciaio-cla 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:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

Effetti dovuti al ritiro del calcestruzzo ( $\epsilon 2$ )	var	unità	
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a tinf estremità sx	z	m	0.5414
baricentro della sezione composta a tinf estremità dx	z	m	0.541
Forza assiale d'estremità	Ncr	kN	-16115.0
Momento flettente d'estremità sx	Mcrsx	kNm	8725.4
Momento flettente d'estremità dx	Mcrdx	kNm	8725.4

Carichi agenti sulle travi		TR 1 SX	TR 4 DX
Forza assiale d'estremità sx	kN	-4028.7	-4028.7
Momento flettente d'estremità sx	kNm	2181.4	2181.4
Forza assiale d'estremità dx	kN	-4028.7	-4028.7
Momento flettente d'estremità dx	kNm	2181.4	2181.4

#### 5.2.4.2 Coefficienti di omogeneizzazione acciaio-cls a lungo termine

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

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

Dove:

$E_{c0}$  è il modulo elastico del cls a 28 giorni;

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

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

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

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

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

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

In ultima analisi si ottiene:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

Condizione di carico	$\Psi_L$	$t_0$ (giorni)	$\phi_c(\text{inf}, t_0)$	$n_L$
Ritiro	0.55	1	2.84	15.72
Carichi permanenti portati	1.10	60	1.32	15.04

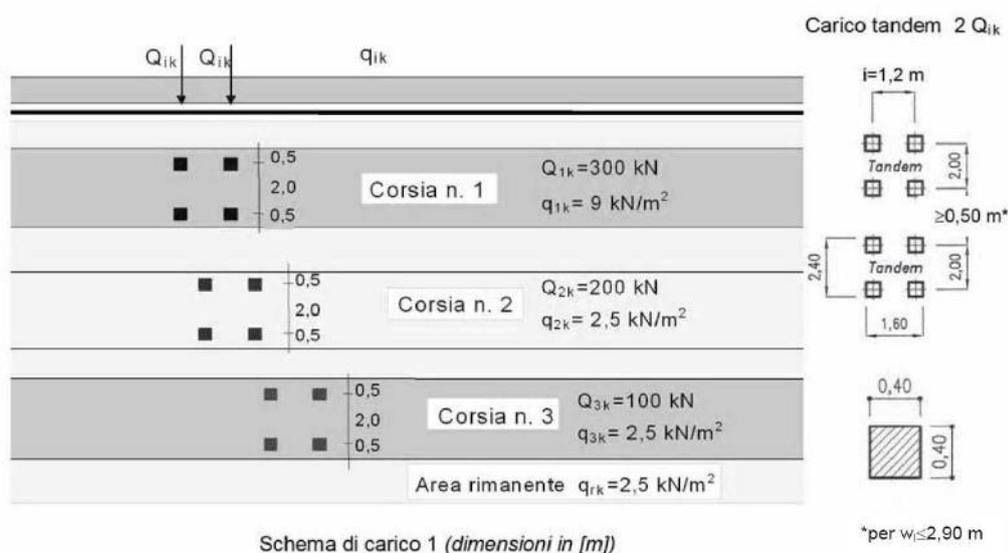
### 5.2.5 Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – $\epsilon_4$

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

### 5.2.6 Azioni variabili da traffico - Carichi verticali compressivi degli effetti dinamici – $q_1$

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

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



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

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

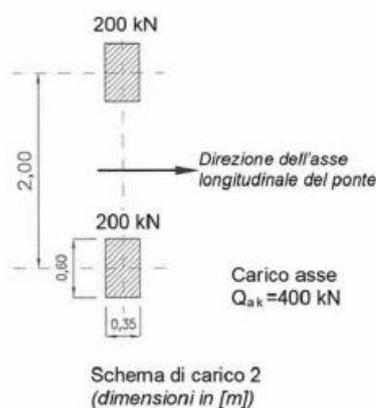
Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi  $Q_{ik}$  e  $q_{ik}$  per le diverse corsie

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

I suddetti carichi mobili includono gli effetti dinamici.

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  $5.0 \text{ kN/m}^2$ .

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



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

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

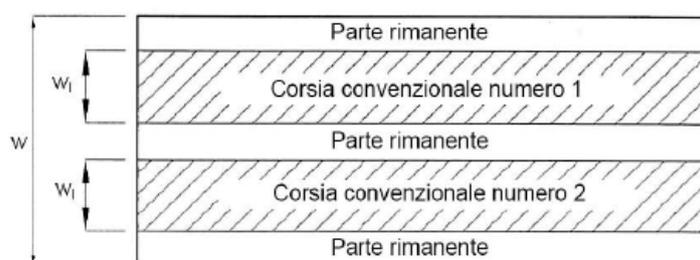


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

Tab. 5.1.I - Numero e larghezza delle corsie

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

### 5.2.6.1 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali impalcato

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

Sono state esaminate le seguenti configurazioni:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

La distribuzione dei carichi accidentali sulle 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 per le combinazioni da **C1-sx** a **C4-sx** (carichi mobili in **SX**):

Carichi agenti sulle travi		TR 1 SX	TR 2 SX	TR 3 DX	TR 4 DX
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	204.83	118.28	31.72	-54.83
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	303.09	184.36	65.64	-53.09
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	333.06	211.02	88.98	-33.06
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	18.43	10.64	2.86	-4.93
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	22.12	13.12	4.13	-4.87
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	24.37	15.12	5.88	-3.37
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	24.40	17.77	11.14	4.51
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.60	0.37	0.13	-0.10

La ripartizione dei carichi mobili sulle travi per le combinazioni da **C1-dx** e **C4-dx** è la seguente:

Carichi agenti sulle travi		TR 1 SX	TR 2 SX	TR 3 DX	TR 4 DX
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	-71.87	26.04	123.96	221.87
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	-81.49	56.17	193.83	331.49
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	-67.15	77.62	222.38	367.15
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	-6.47	2.34	11.16	19.97
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	-6.83	3.47	13.78	24.08
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	-5.75	5.08	15.92	26.75
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	2.72	10.92	19.11	27.30
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.07	0.19	0.31	0.43

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

### 5.2.6.2 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali sottostrutture

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

### 5.2.6.3 Disposizione longitudinale dei carichi mobili

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

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

L'azione longitudinale di frenamento o di accelerazione  $q_3$  è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1:

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

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

Nel caso in esame si ha:

$$q_3 = 441 \text{ kN}$$

### 5.2.8 Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4

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

Il carico concentrato  $q_4$ , applicato a livello della pavimentazione, agisce in direzione normale all'asse del ponte.

Tab. 5.1.III - Valori caratteristici delle forze centrifughe

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

Nel caso in esame la parte iniziale del viadotto ricade lungo una curva di raggio  $R=700$  m, per cui  $q_4= 34.3$  kN per ciascuna colonna di carico.

### 5.2.9 Azioni di Neve e di Vento – q5

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

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

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

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

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

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

Dove:

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

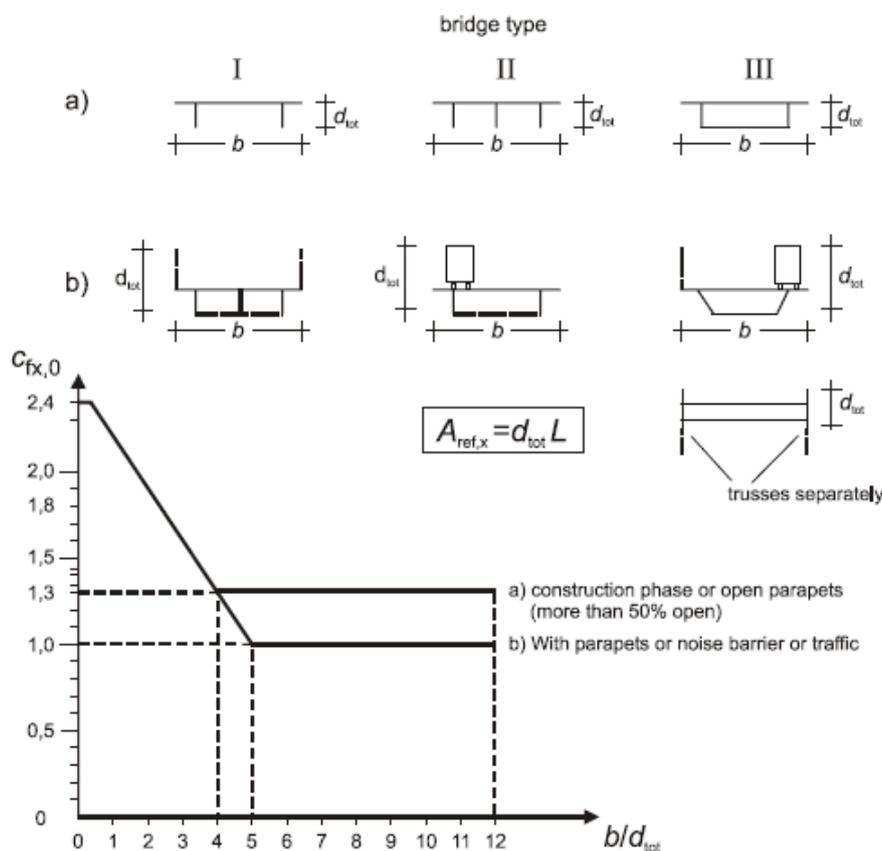


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges,  $C_{f,x,0}$

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

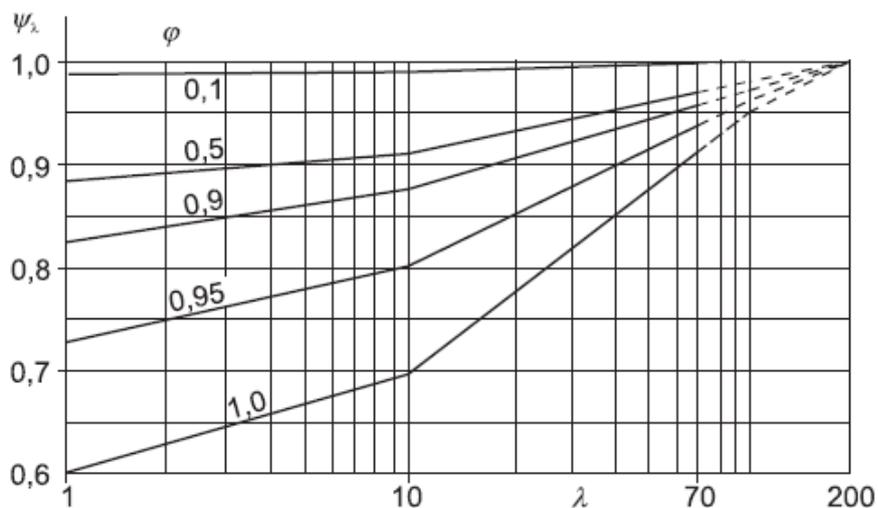


Figure 7.36 — Indicative values of the end-effect factor  $\psi_\lambda$  as a function of solidity ratio  $\phi$  versus slenderness  $\lambda$

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

<b>Effetti dovuti al Vento (q5)</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>			
parametro vb,0	vb0	m/sec	28		
parametro a0	a0	m	500		
parametro ka	ka	l/sec)	0.02		
altitudine del viadotto s.l.m.	as	m	610		
velocità di riferimento vb	vb	m/sec	30.2		
pressione cinetica del vento	qb	kN/m2	0.57		
Classe di rugosità del terreno			D		
Categoria di esposizione del sito			II		
coefficiente kr	kr		0.19		
altezza di riferimento z0	z0	m	0.05		
altezza di riferimento zmin	zmin	m	4.00		
altezza dal suolo z	z	m	10.0		
coefficiente di topografia	ct		1.0		
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		2.35		
coefficiente dinamico cd	cd		1.00		
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.20		
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.28		
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20		
pressione del vento impalcato scarico		kN/m2	1.60		
pressione del vento impalcato carico		kN/m2	1.72		
pressione del vento pile		kN/m2	1.61		
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	31.2		
altezza impalcato scarico	Hp1	m	4.21		
Altezza impalcato carico	Hp2	m	5.12		
Altezza centro di taglio	zg	m	1.86		
<b>Carichi dovuti al vento</b>	<b>qt (kN/m)</b>	<b>b (m)</b>	<b>Mt (kNm/m)</b>		
Impalcato scarico (braccio al baricentro impalcato)	6.8	0.25	1.7		
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	8.8	0.71	6.2		
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	6.8	2.11	14.2		
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	8.8	2.56	22.6		
Carichi verticali agenti sulle travi		TR 1 SX	TR 2 SX	TR 3 DX	TR 4 DX
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.11	-0.04	0.04	0.11
Vento ad impalcato carico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.40	-0.13	0.13	0.40
Vento ad impalcato scarico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-0.91	-0.30	0.30	0.91
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-1.44	-0.48	0.48	1.44

### 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.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

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

Dati	Var	unità	
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmax	[°]	41.28
Temperatura minima dell'aria all'ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-2.11
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	450
Zona climatica	Z		IV
deformazione totale finale per ritiro	$\epsilon_{CS}$		0.00015

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

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

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

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



Figura 5.1: Zonizzazione del territorio nazionale per valutazioni azioni climatiche

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



Figura 5.2: Temperature dell'aria massime Tmax (sx) e minime Tmin (dx) dell'aria all'ombra al livello del mare

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

**Variazioni termiche positive:**

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

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

**Variazioni termiche negative:**

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

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

Essendo:

$\alpha$  il coefficiente di dilatazione termica;

$A_c$  l'area della soletta gettata in opera;

$E_a$  modulo elastico dell'acciaio;

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

<b>Effetti dovuti alle Variazioni termiche (q7)</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>	
variazione termica positiva	$\Delta T+$	°	10.0
variazione termica negativa	$\Delta T-$	°	-10.0
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$		1.00E-05
coefficiente di omogeneizzazione a t0	n0		6.16
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a t0 estremità sx	z	m	0.322
baricentro della sezione composta a t0 estremità dx	z	m	0.322
Forza assiale d'estremità DT+	NcdT+	kN	15498.3
Momento flettente d'estremità sx	McdT+sx	kNm	-4989.2
Momento flettente d'estremità dx	McdT+dx	kNm	-4989.2
Forza assiale d'estremità DT-	NcdT-	kN	-15498.3
Momento flettente d'estremità sx	McdT-sx	kNm	4989.2
Momento flettente d'estremità dx	McdT-dx	kNm	4989.2

Carichi agenti sulle travi		TR 1 SX	TR 4 DX
Forza assiale d'estremità - DT+	kN	3874.6	3874.6
Momento flettente d'estremità sx	kNm	-1247.3	-1247.3
Momento flettente d'estremità dx	kNm	-1247.3	-1247.3
Forza assiale d'estremità - DT-	kN	-3874.6	-3874.6
Momento flettente d'estremità sx	kNm	1247.3	1247.3
Momento flettente d'estremità dx	kNm	1247.3	1247.3

### 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.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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 <sup>3</sup>	144480	144480	144480
tensione di snervamento acciaio	fyk	MPa	275	275	275
Momento plastico	Mp	kNm	51.7	51.7	51.7
<b>Forza orizzontale associata a Mp: <math>H_p = M_p/b_p</math></b>	<b>H<sub>p</sub></b>	<b>kN</b>	<b>70.3</b>	<b>70.3</b>	<b>70.3</b>
<b>M<sub>tot</sub> = M<sub>p</sub> + H<sub>p</sub> x (h<sub>c</sub> + s<sub>pb</sub> + h<sub>pr</sub>)</b>	<b>M<sub>tot</sub></b>	<b>kNm</b>	<b>70.3</b>	<b>70.3</b>	<b>70.3</b>

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:

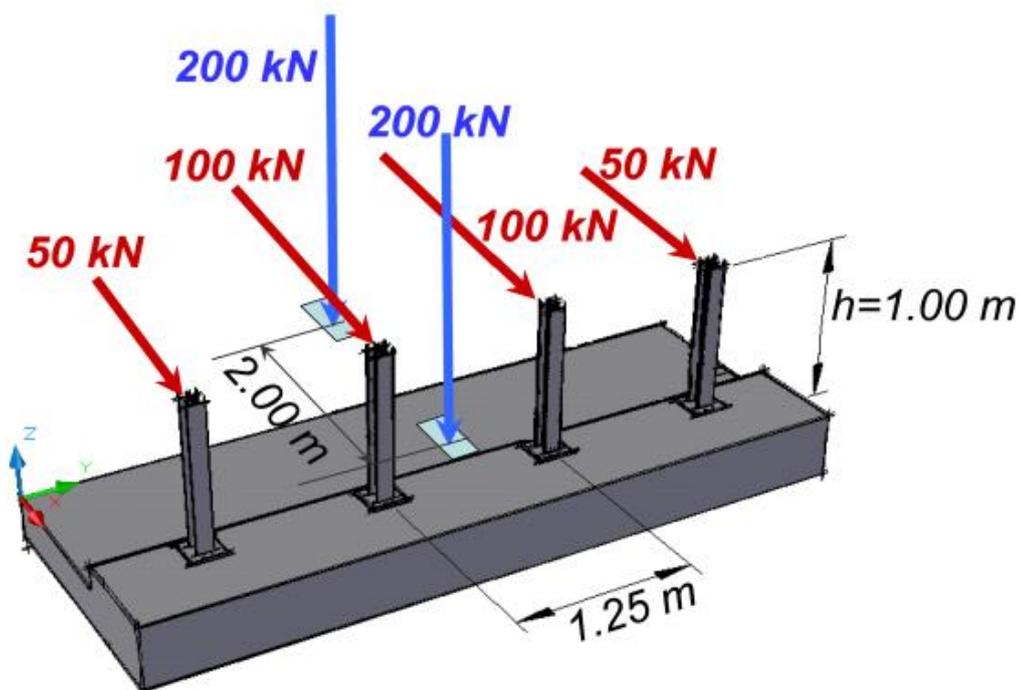


Figura 5.3: Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie"

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

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

- **forze trasversali:** si assumono quattro forze orizzontali in corrispondenza dei montanti della barriera, il cui interasse è stabilito in 1.25 m; le due forze applicate ai paletti di estremità della zona considerata sono pari a 50kN e le altre due, applicate ai montanti interni, sono pari a 100kN. Tutte le forze agiscono trasversalmente ad un'altezza di 1.00 m dal piano viabile e sono dirette verso l'esterno dell'impalcato.
- **carichi verticali:** oltre al peso proprio della struttura, si considera lo Schema di Carico 2 previsto nelle NTC, costituito da due impronte di carico di dimensioni 0.35 x 0.60 m su ciascuna delle quali è applicata una forza di 200 kN; le impronte sono collocate longitudinalmente in mezz'ora della zona di impalcato interessata dall'applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa.

### 5.2.12 Resistenze parassite dei vincoli – q9

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

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

### 5.2.13 Azioni sismiche – E

#### 5.2.13.1 Coordinate di riferimento e parametri sismici fondamentali

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



Convertitore

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

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

Est:  Nord:

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

Est:  Nord:

**ED50** EPSG:4230

Lon:  Lat:

**WGS84** EPSG:4326

Lon:  Lat:

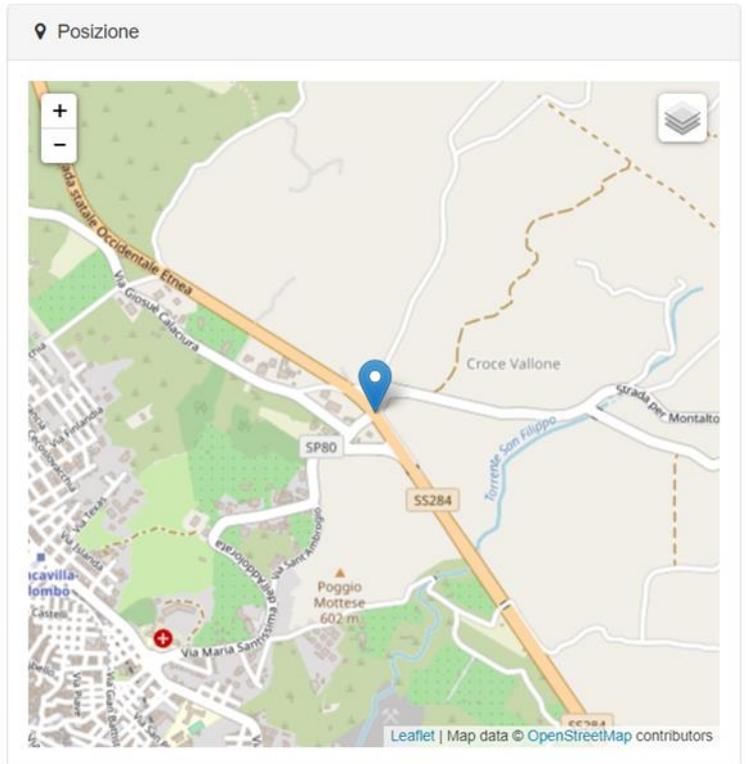


Figura 5.4: Coordinate di riferimento per la determinazione dei parametri sismici di base

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

### PO - SV02

WGS84		ED50	
Lon	Lat	Lon	Lat
14.877719	37.651978	14.878539	37.653035

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

#### PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T^*_c$ [s]
SLO	120	0.121	2.564	0.276
SLD	201	0.143	2.574	0.288
<b>SLV</b>	<b>1898</b>	<b>0.290</b>	<b>2.508</b>	<b>0.408</b>
<b>SLC</b>	<b>2475</b>	<b>0.317</b>	<b>2.473</b>	<b>0.434</b>

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

#### 5.2.13.2 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;

$S_e(T)$  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);

$\eta$  è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione  $\eta = 10 / (5 + \xi) \geq 0,55$ , dove  $\xi$  (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

$F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da  $T_C = C_C \cdot T_C^*$  dove  $T_C^*$  è definito al § 3.2 e  $C_C$  è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (Tabella 5.1);

$T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante e vale:  
 $T_B = T_C / 3$

$T_D$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:  $T_D = 4.0 \cdot (a_g/g) + 1.6$

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

Tabella 5.1 – Espressioni per  $S_s$  e  $C_c$

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

Tabella 5.2 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Nel caso in esame si ha:

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

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

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

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

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

$$- T_{is} = 1.83 \text{ sec}$$

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

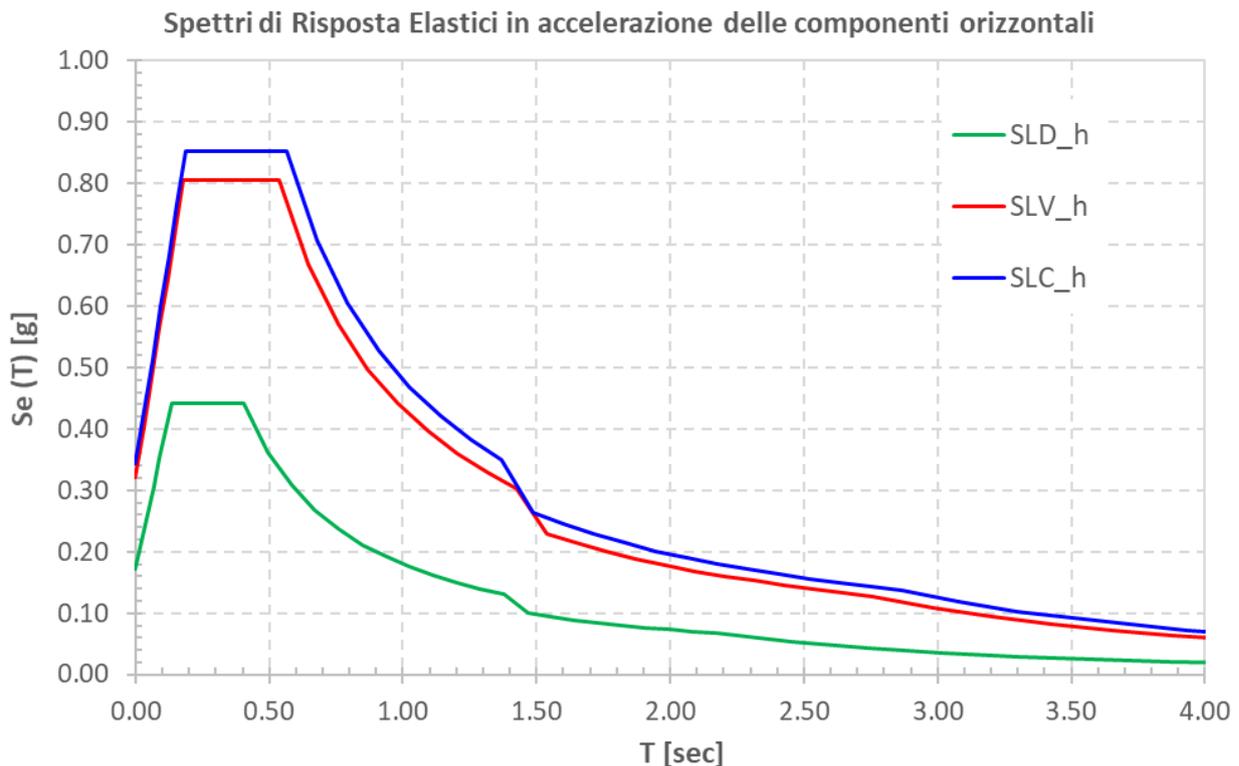


Figura 5.5 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

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	0.143	2.574	0.288	0.136	0.407	2.172	1.20	1.00	1.20	1.41	0.037	0.110
SLV	0.290	2.508	0.408	0.179	0.537	2.759	1.11	1.00	1.11	1.32	0.117	0.271
SLC	0.317	2.473	0.434	0.188	0.564	2.868	1.09	1.00	1.09	1.30	0.137	0.305

Tabella 5.3 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

### 5.2.13.3 Spettri di risposta in accelerazione della componente verticale

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

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

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

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

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

In cui:

$T$  è il periodo di vibrazione;

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

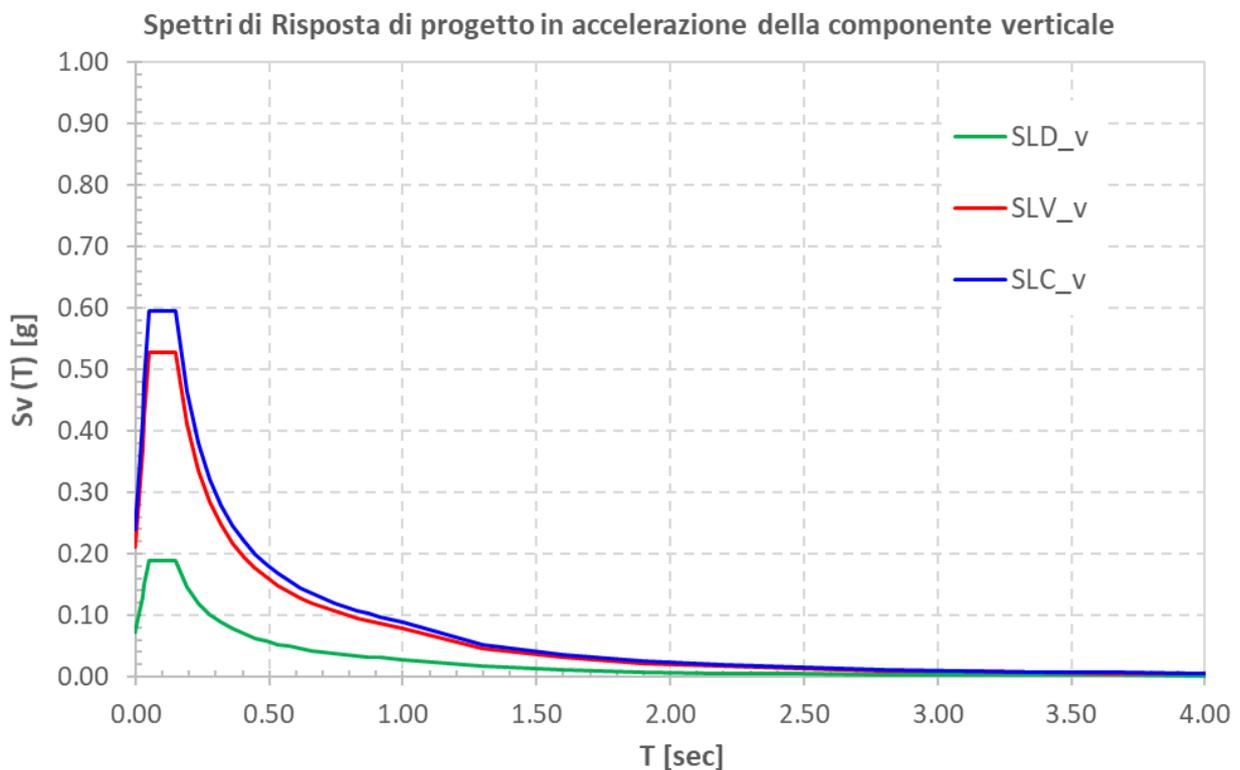
$F_v$  Il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione  $F_v = 1.35 \times F_0 \times (a_g/g)^{0,5}$ ;

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

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

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

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



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

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

STATO LIMITE	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$F_V$ [-]	$T_B$ [sec]	$T_C$ [sec]	$T_D$ [sec]	$S_s$ [-]	$S_T$ [-]	$S$ [-]
SLD	0.143	2.574	1.314	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLV	0.290	2.508	1.822	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLC	0.317	2.473	1.880	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00

*Tabella 5.4 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta*

#### 5.2.13.4 Masse sismiche

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

### 5.3 Combinazioni di Carico

#### 5.3.1 Combinazioni di carico in esercizio

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

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

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

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

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

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

<sup>(2)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

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

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combi- nazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanent)
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;

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

$\varepsilon_2$	sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al ritiro;
$\varepsilon_4$	sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai cedimenti dei vincoli (ove previsti);
$q_{7a}$	sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica positiva;
$q_{7b}$	sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica negativa;
$Q_1$	sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alle azioni variabili da traffico (C carichi concentrati – D carichi distribuiti – F folla);
$Q_5$	sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al vento.

### 5.3.1.2 Combinazioni per sottostrutture

Si rimanda ai capitoli relativi ai dimensionamento delle spalle.

### 5.3.2 Combinazioni di carico in fase sismica

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

Sono state considerate le seguenti combinazioni:

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

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

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

Essendo:

$E_{EI}$  Azione sismica in direzione orizzontale longitudinale;

$E_{Et}$  Azione sismica in direzione orizzontale trasversale;

$E_{Ev}$  Azione sismica in direzione verticale.

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

## 6 ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO

### 6.1 Criteri di calcolo

#### 6.1.1 Analisi globale

##### 6.1.1.1 Definizione del modello di calcolo

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

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

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

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

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

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

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

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

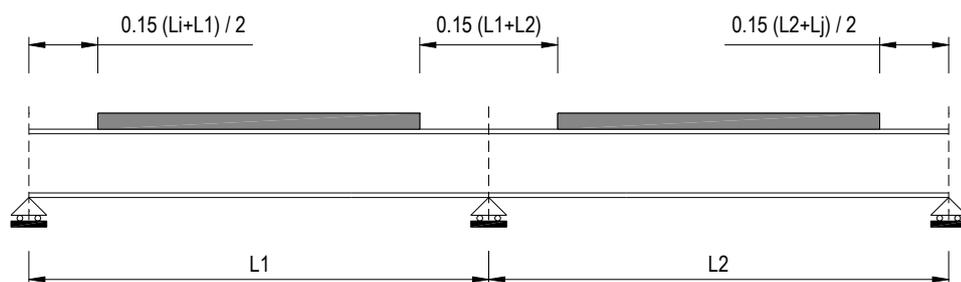


Figura 6.1. Modellazione degli effetti dovuti alla fessurazione

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

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

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

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

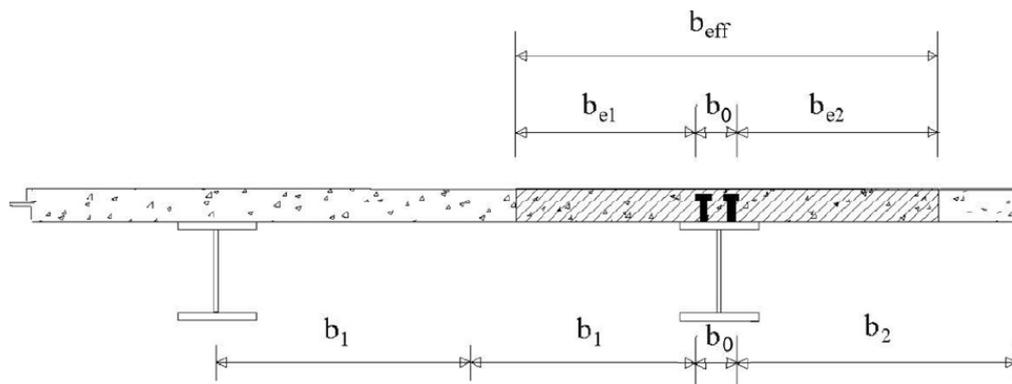


Fig. 4.3.1. - Definizione della larghezza efficace  $b_{eff}$  e delle aliquote  $b_{ei}$

dove:

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

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

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

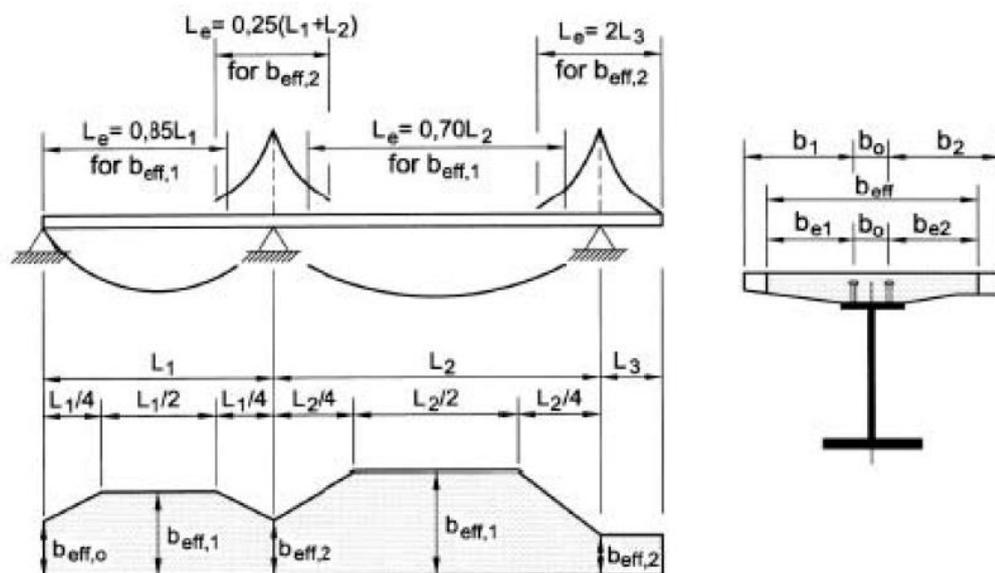


Fig. 4.3.2 - Larghezza efficace,  $b_{eff}$  e luci equivalenti,  $L_e$  per le travi continue

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

Per gli appoggi di estremità la formula diviene:

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

dove:

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

In fase di analisi è stata considerata una larghezza efficace costante sull'intera lunghezza di ogni campata e pari al valore ottenuto in mezzeria ( $b_{\text{eff}1}$ ) così come esposto in precedenza.

### 6.1.2 Analisi locali

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

## 6.2 Analisi statica globale

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

La figura seguente illustra la geometria del modello di calcolo:



Figura 6.2. Geometria del modello di calcolo

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

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

I simboli corrispondono allo schema seguente:

SCHEMA DI RIFERIMENTO

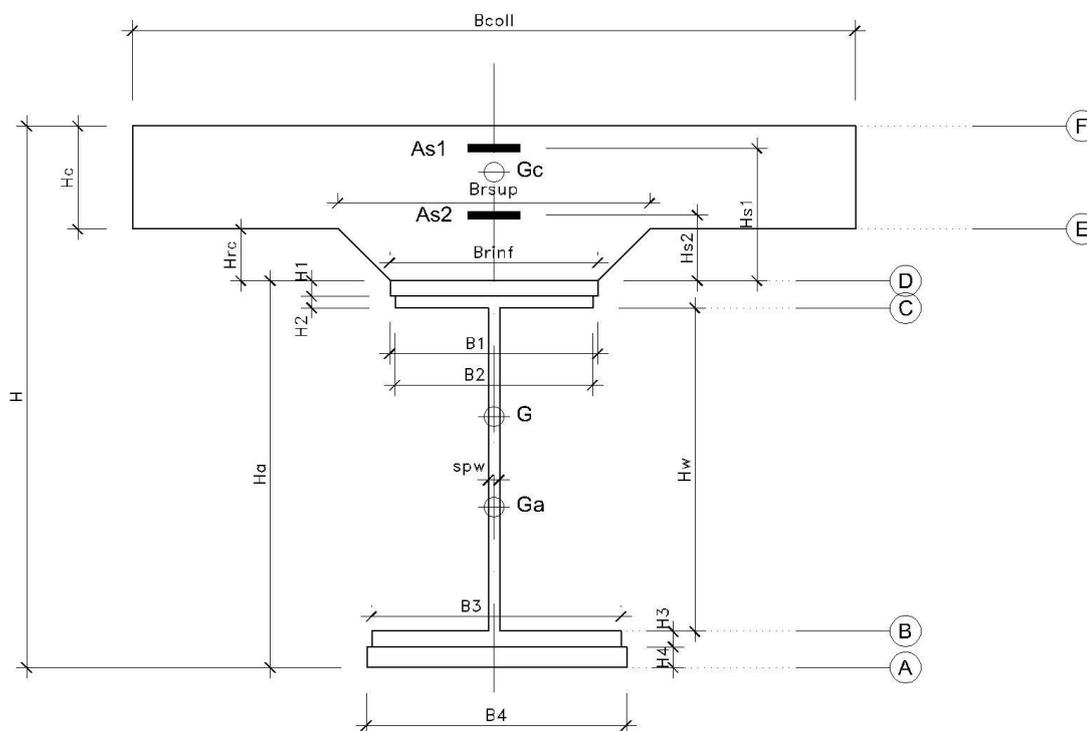


Figura 6.3. Schema di riferimento per la valutazione delle caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni delle travi d'impalcato

## 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 che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

Il peso proprio della soletta, specificato al par. 5.2.1, 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, sono stati applicati quali carichi uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano la trave.

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

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

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

In particolare, è stato utilizzato l'apposito modulo del programma di calcolo che permette di valutare gli effetti in termini di sollecitazioni e deformazioni dovuti ad un treno di carico viaggiante lungo la struttura.

Sono stati considerati i seguenti treni di carico viaggiante relativi alla trave complessivamente più sollecitata:

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

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

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

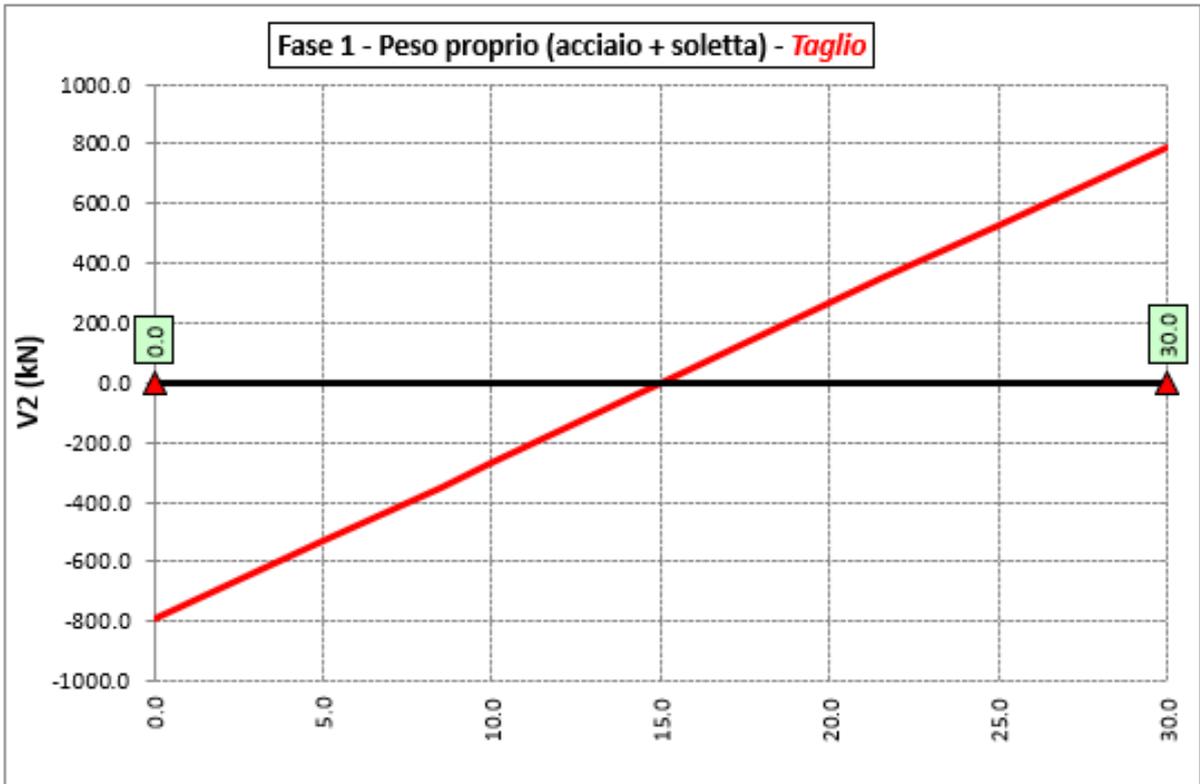
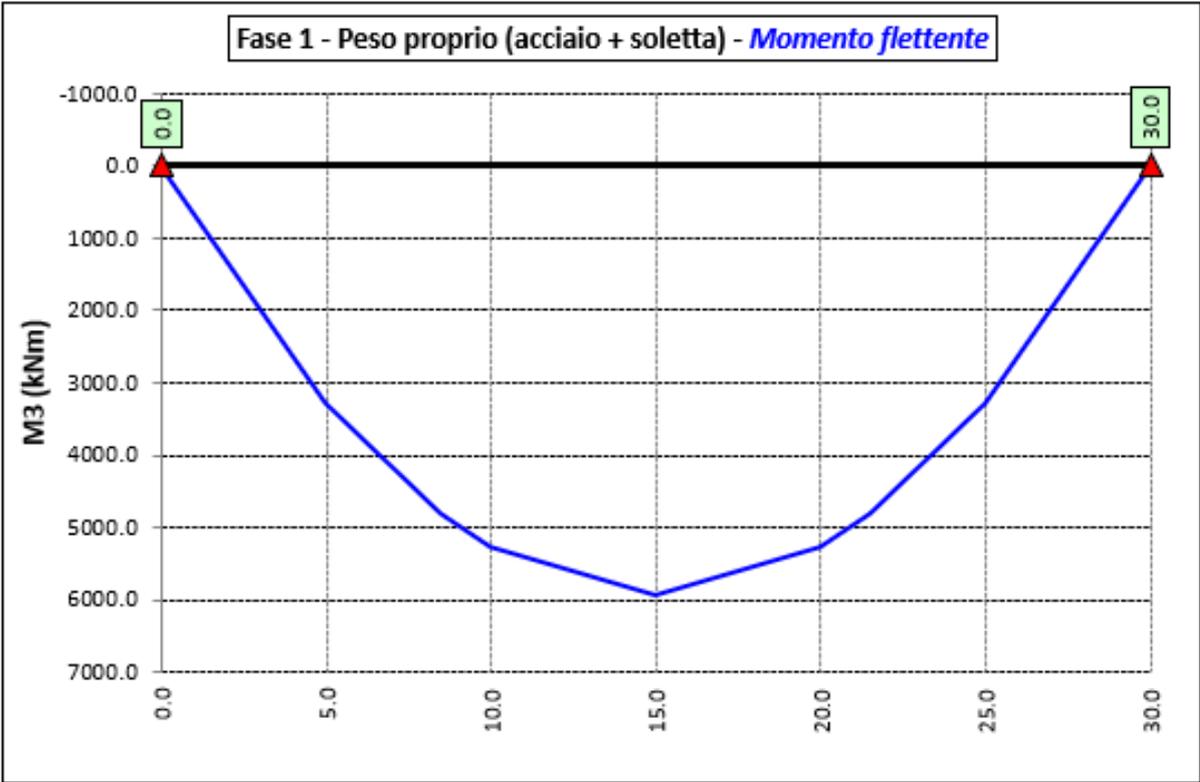
### 6.2.2.7 Vento trasversale (LOAD Q5-TR, Q5-APP) - fase 3

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

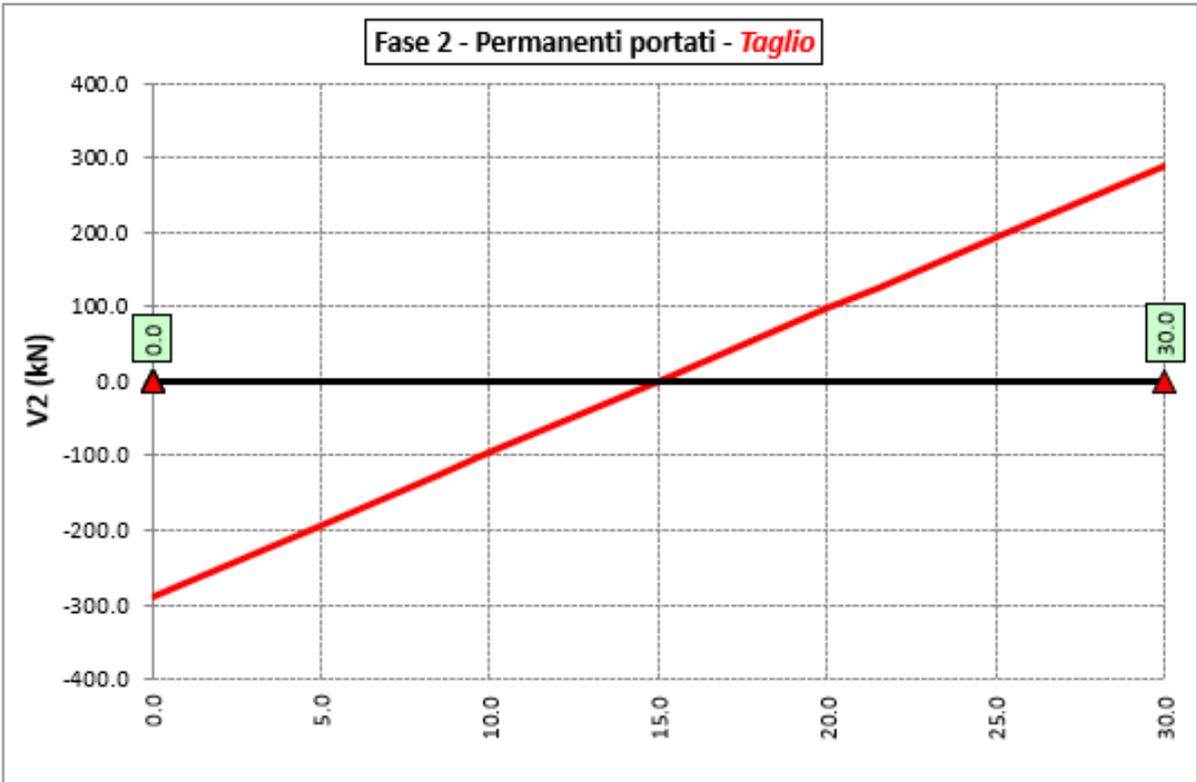
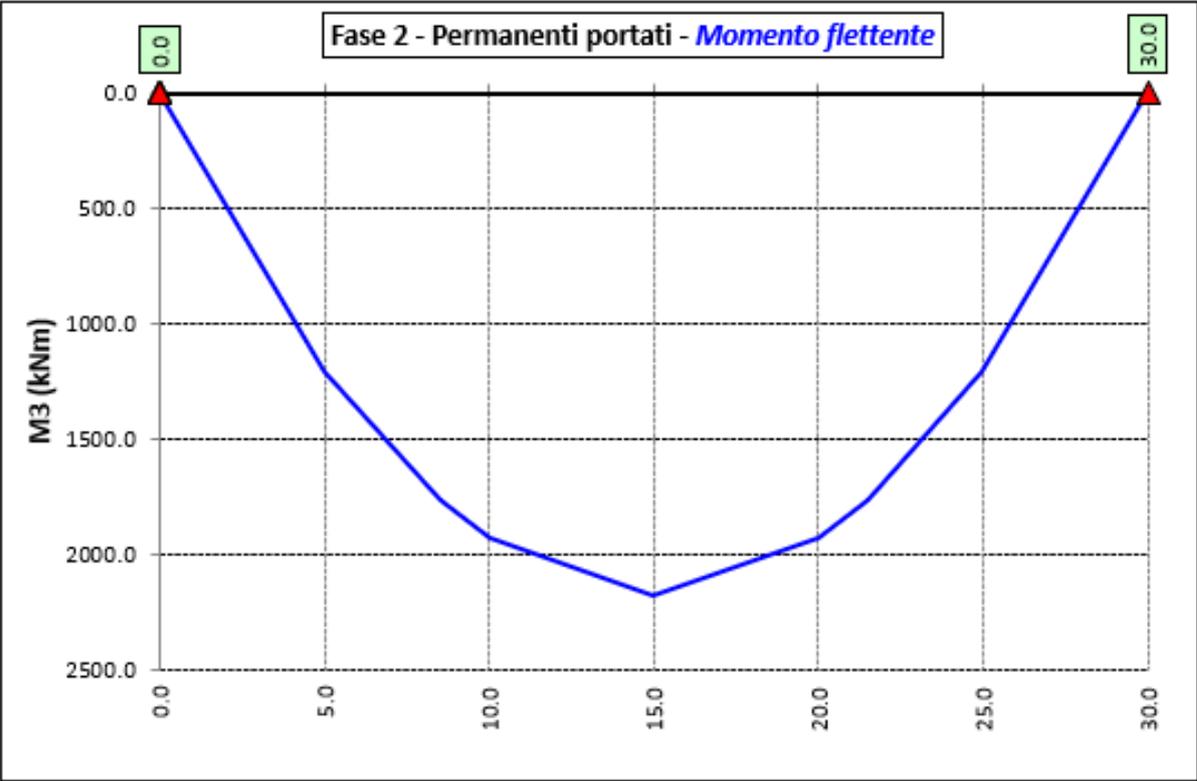
### 6.2.3 Sollecitazioni di progetto

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

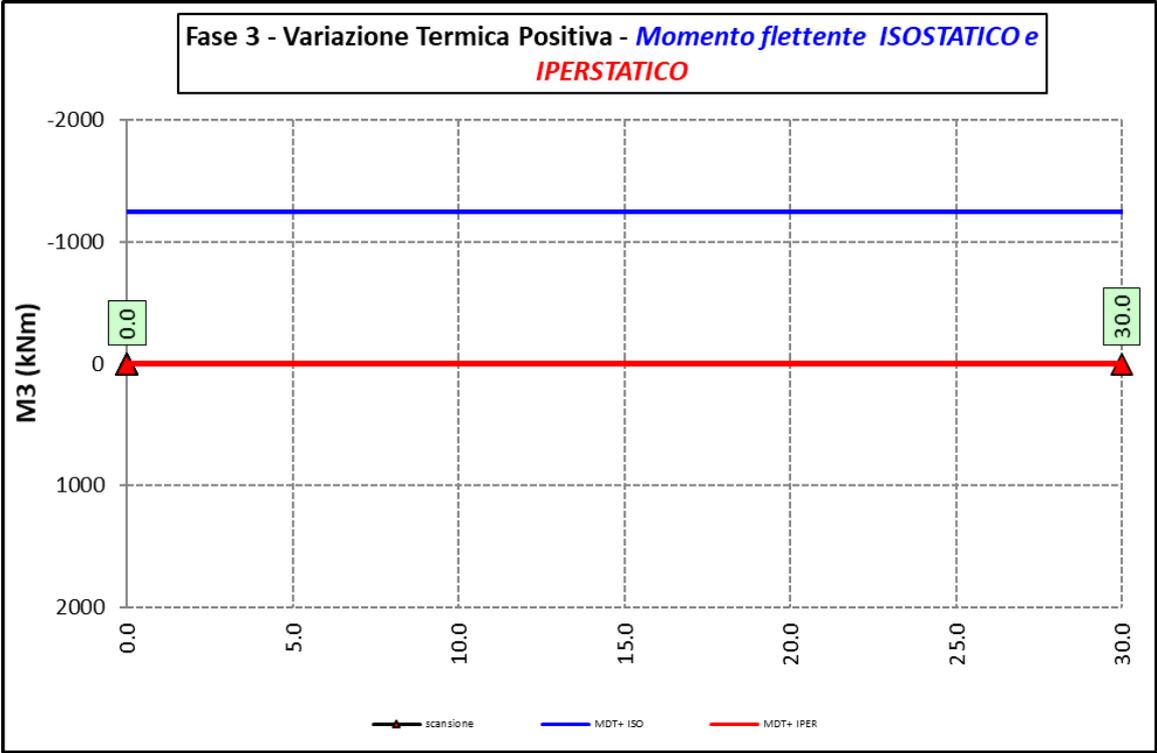
6.2.3.1 Peso proprio (acciaio + soletta) – Modello 1



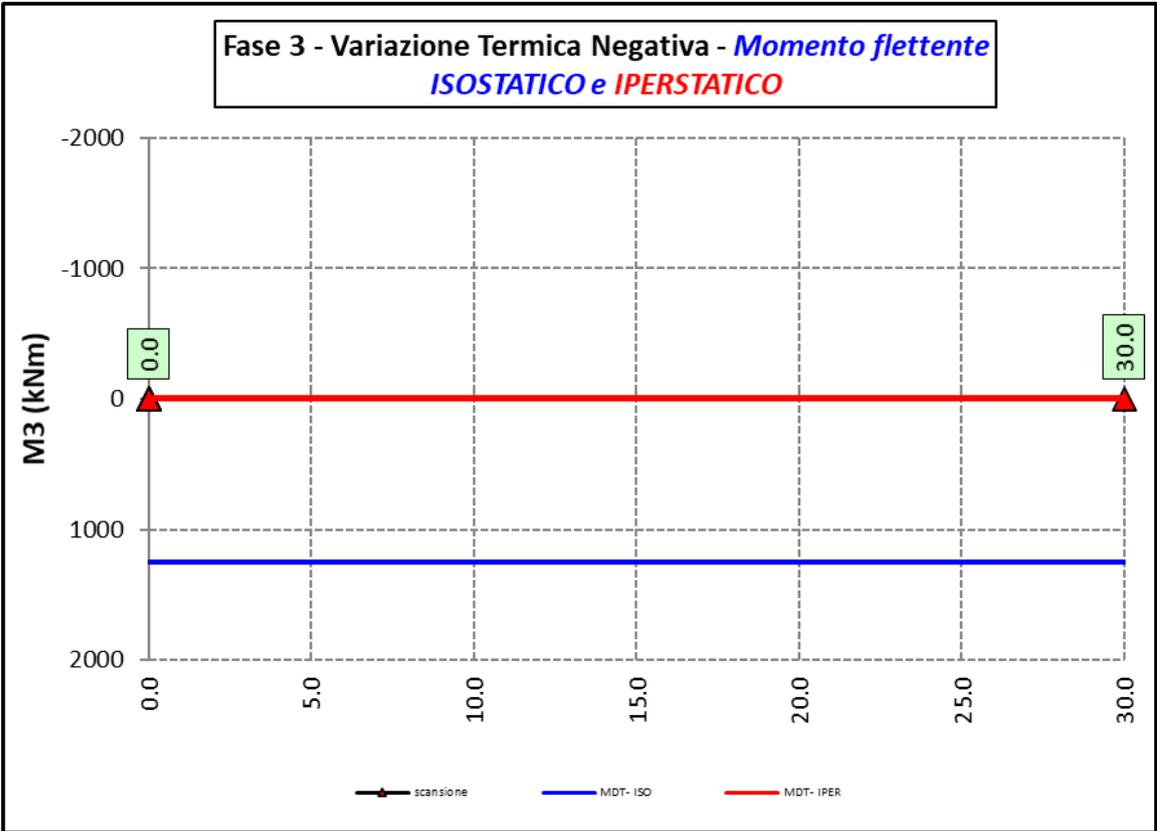
6.2.3.2 Permanenti portati – Modello 2



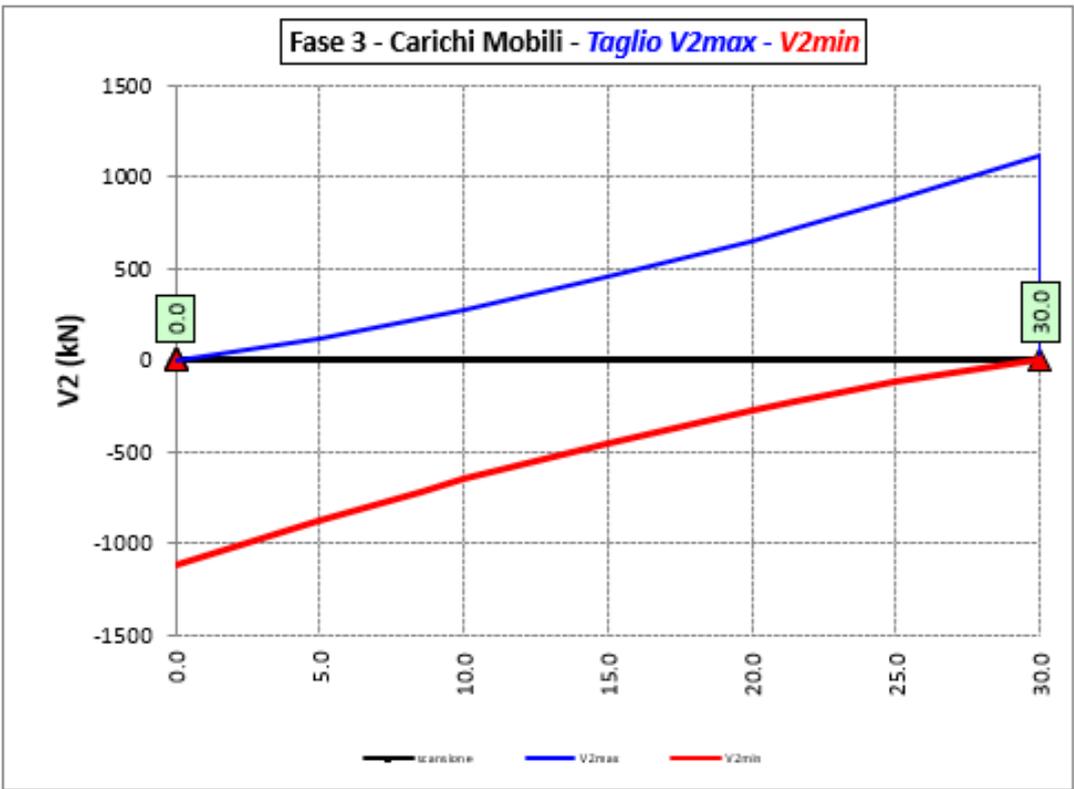
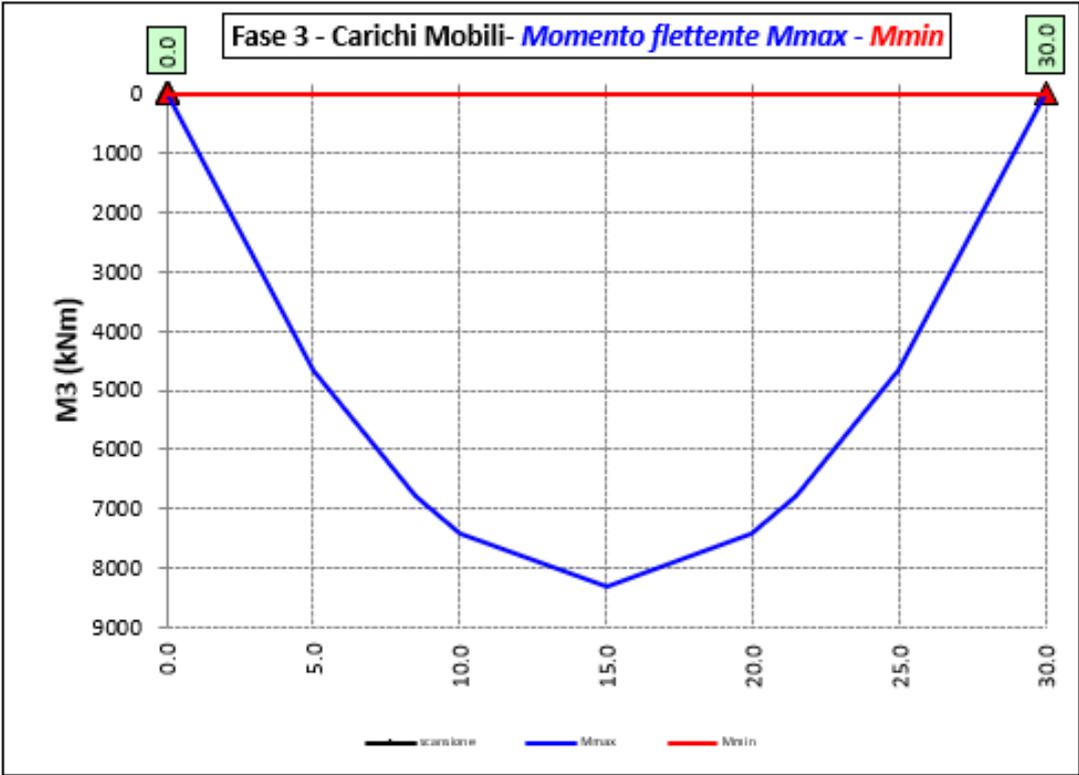
6.2.3.3 Variazioni termiche positive ( $\Delta T+$ ) - Modello 3



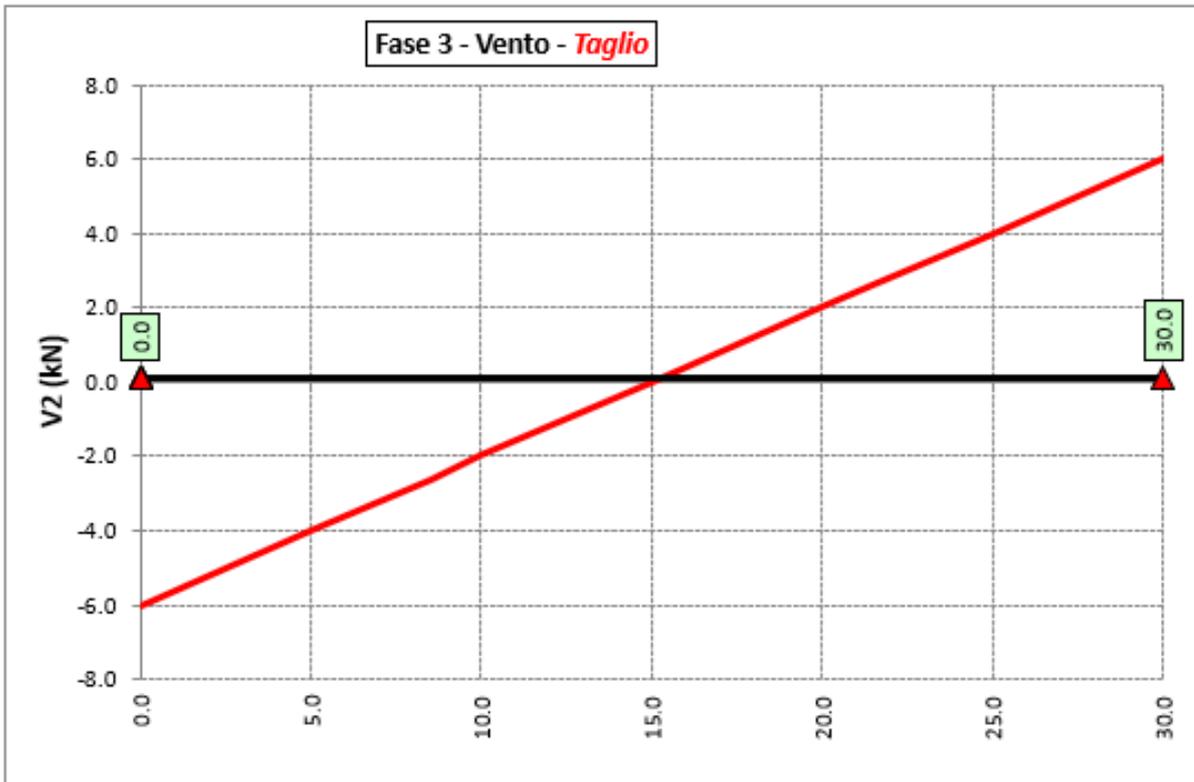
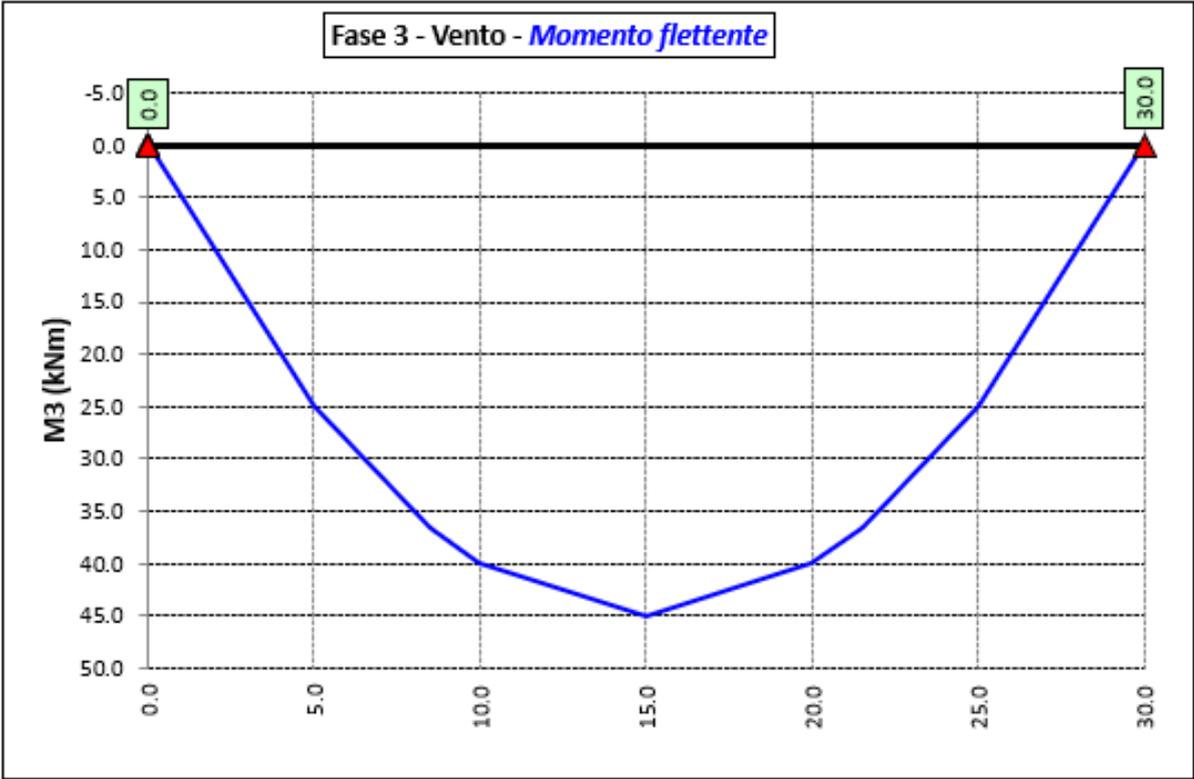
6.2.3.4 Variazioni termiche negative ( $\Delta T-$ ) - Modello 3



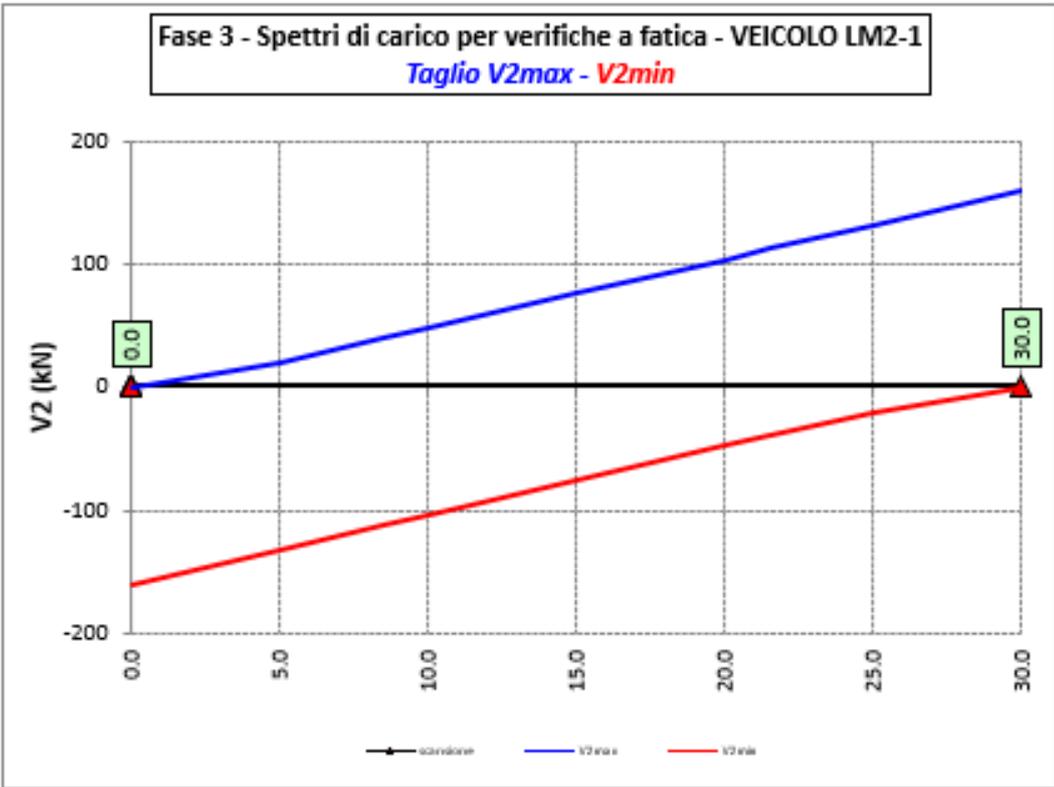
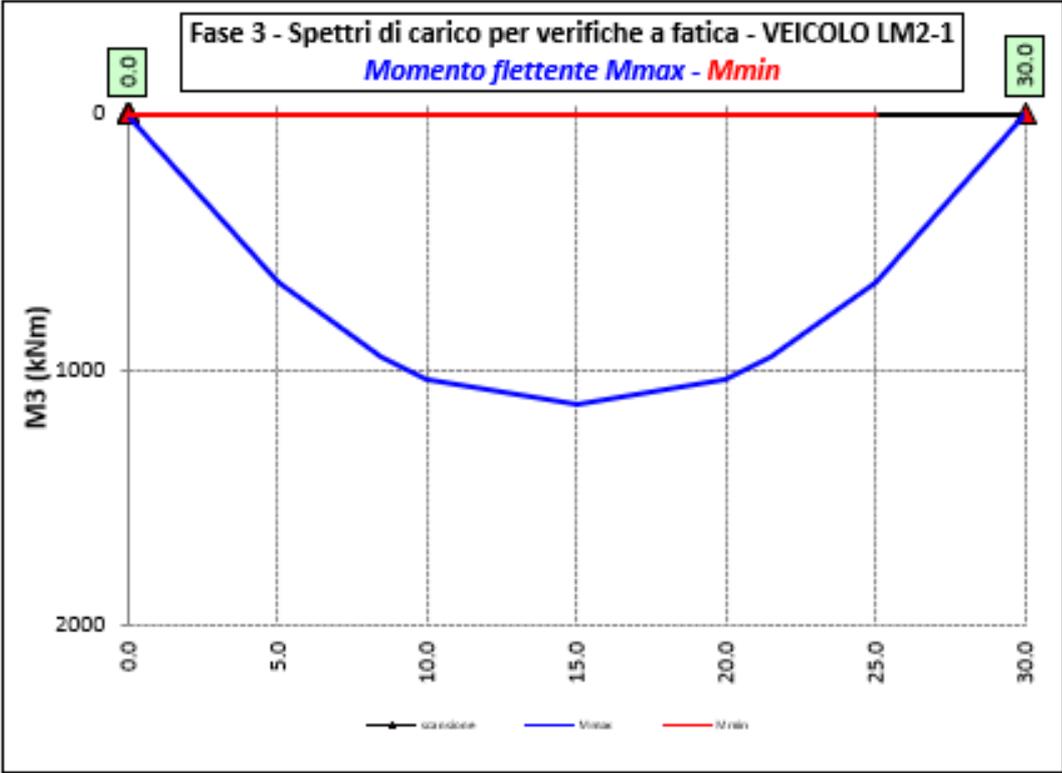
6.2.3.5 Azioni variabili da traffico (Inviluppi) – Modello 3

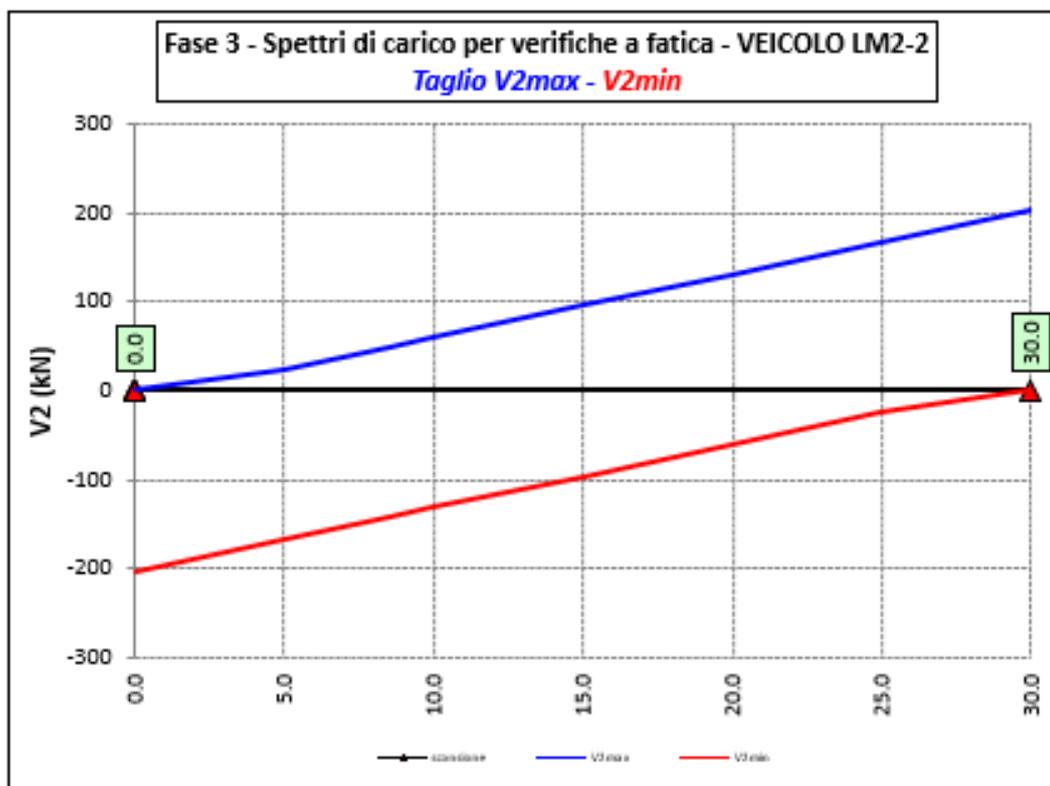
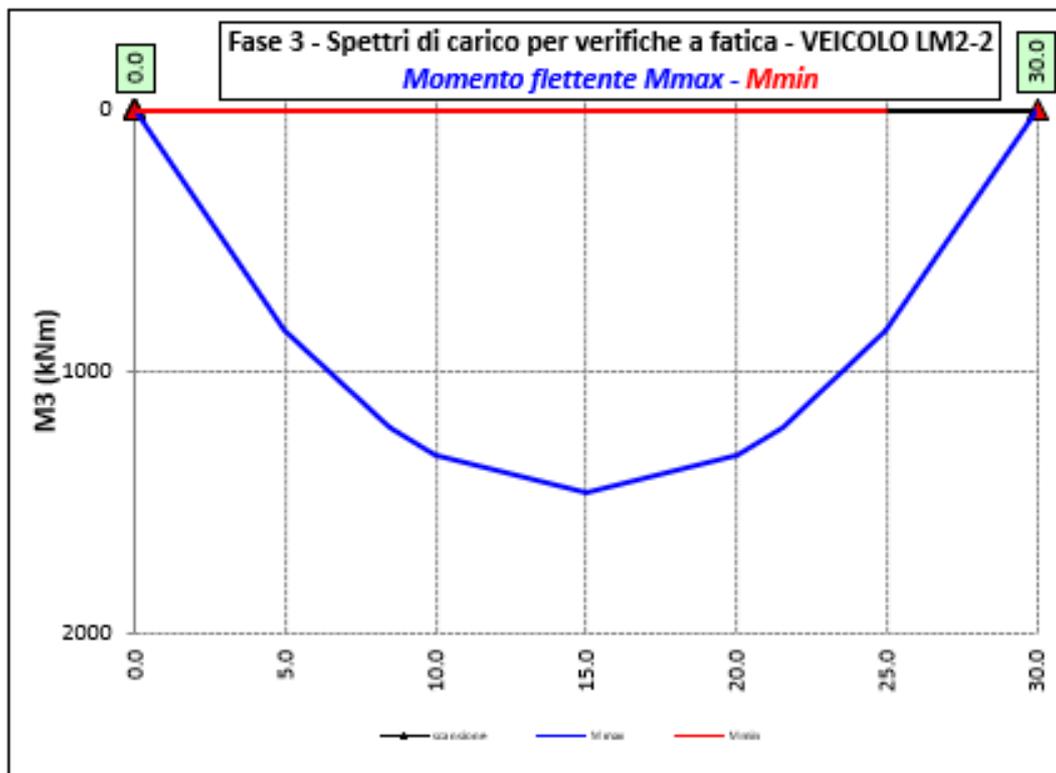


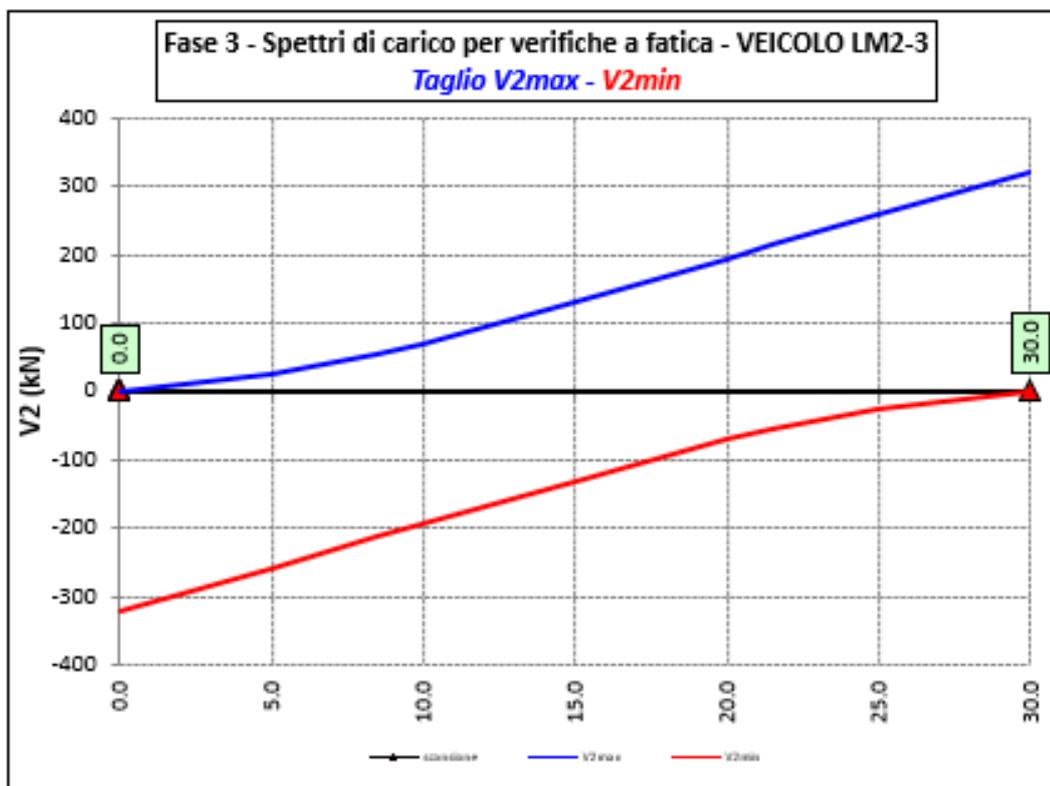
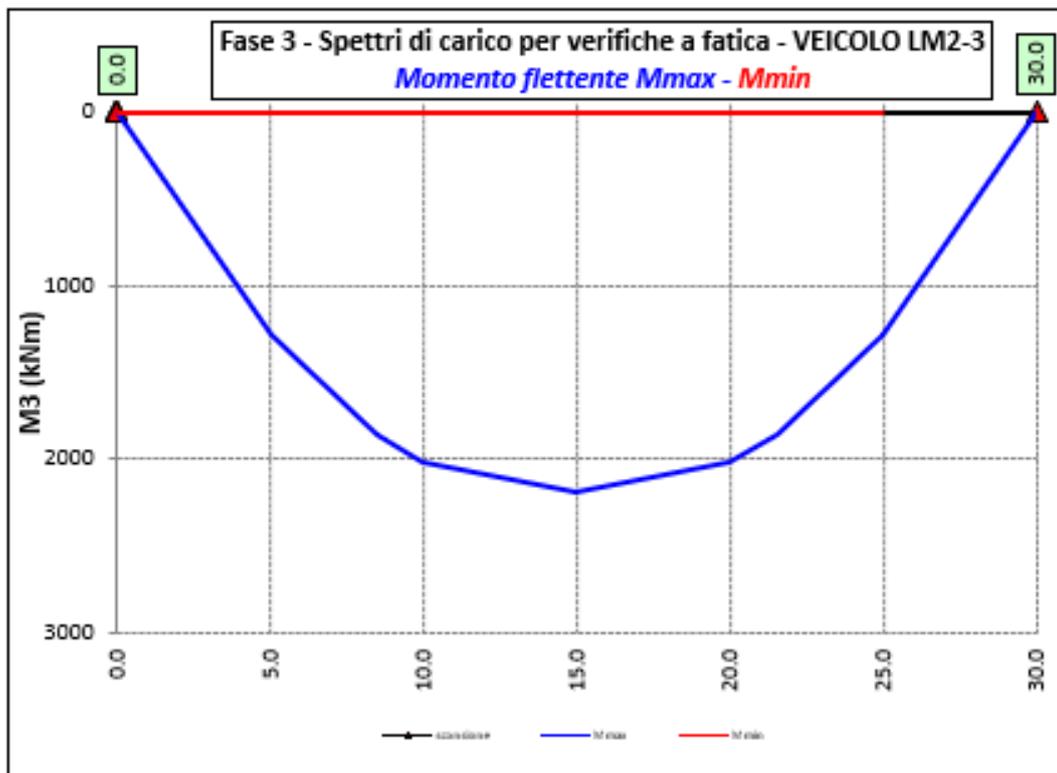
6.2.3.6 Vento – Modello 3

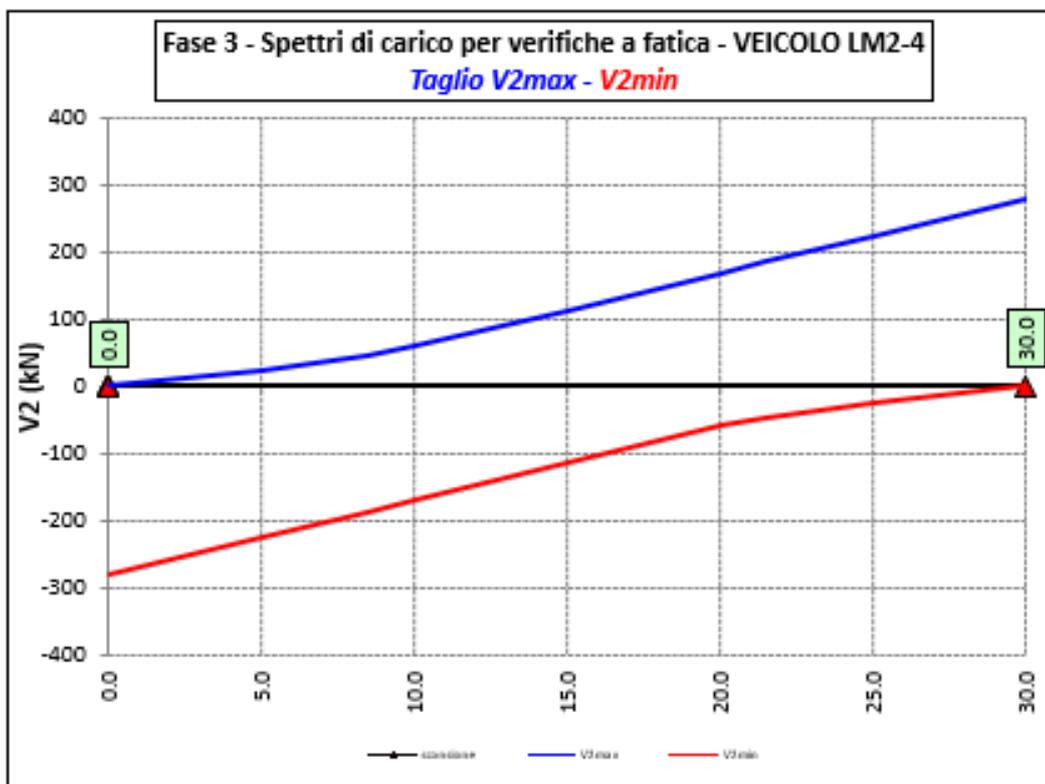
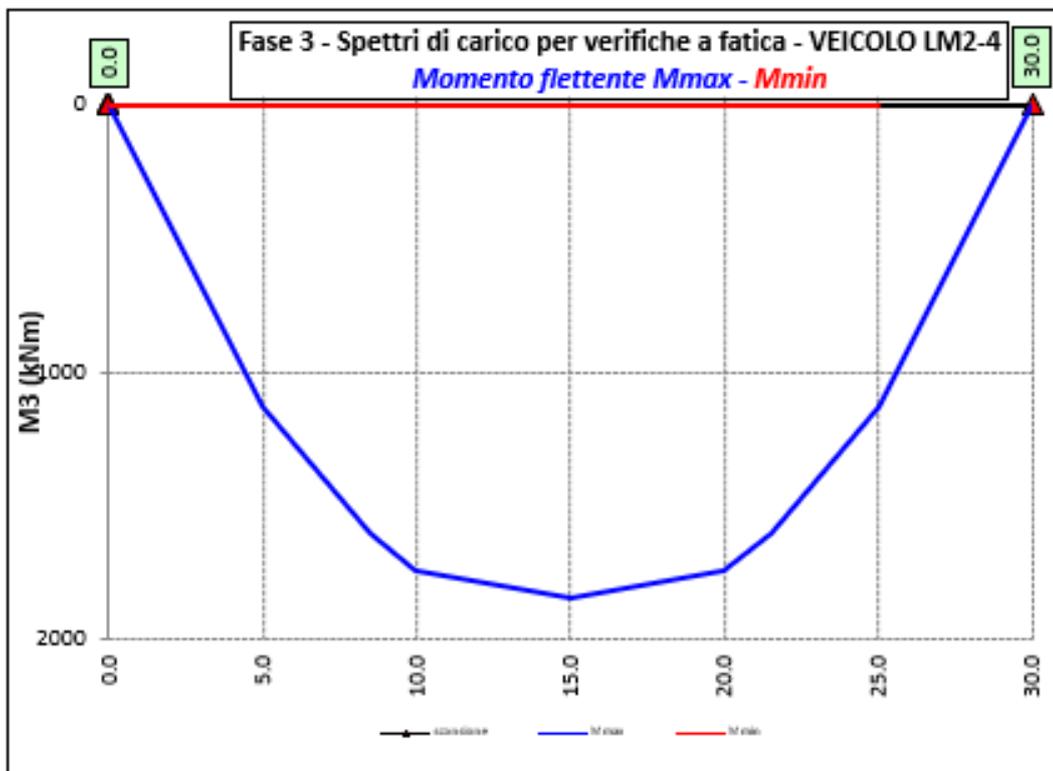


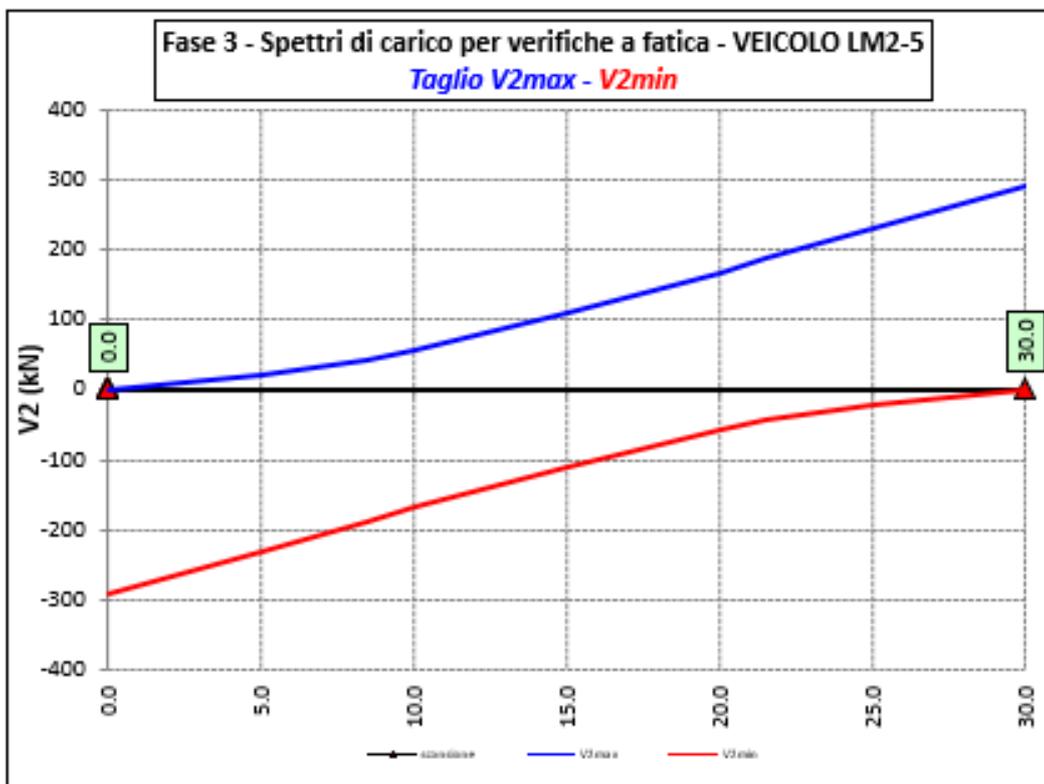
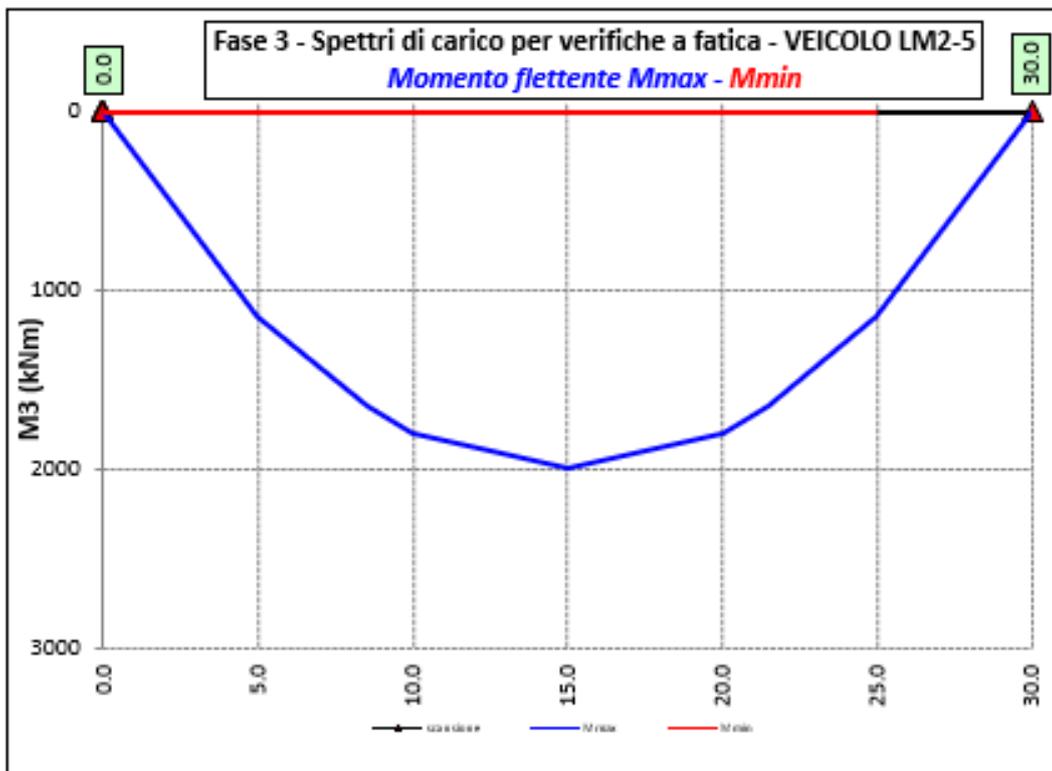
6.2.3.7 Spettri di carico per verifiche a fatica – Modello 3

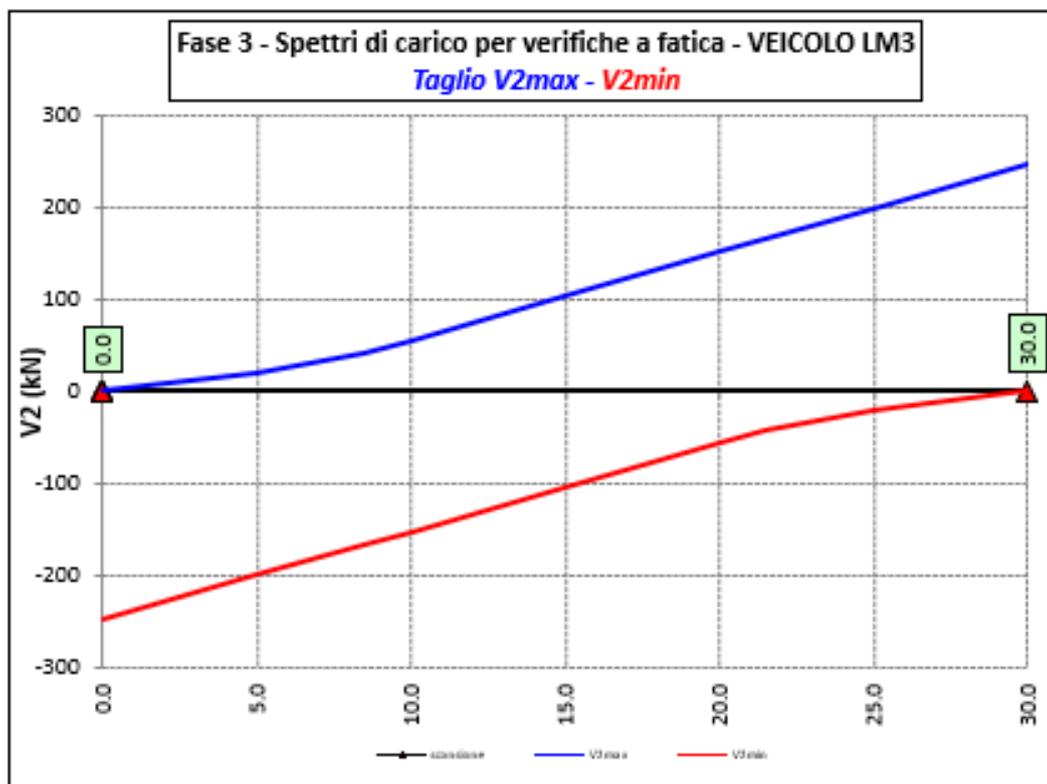
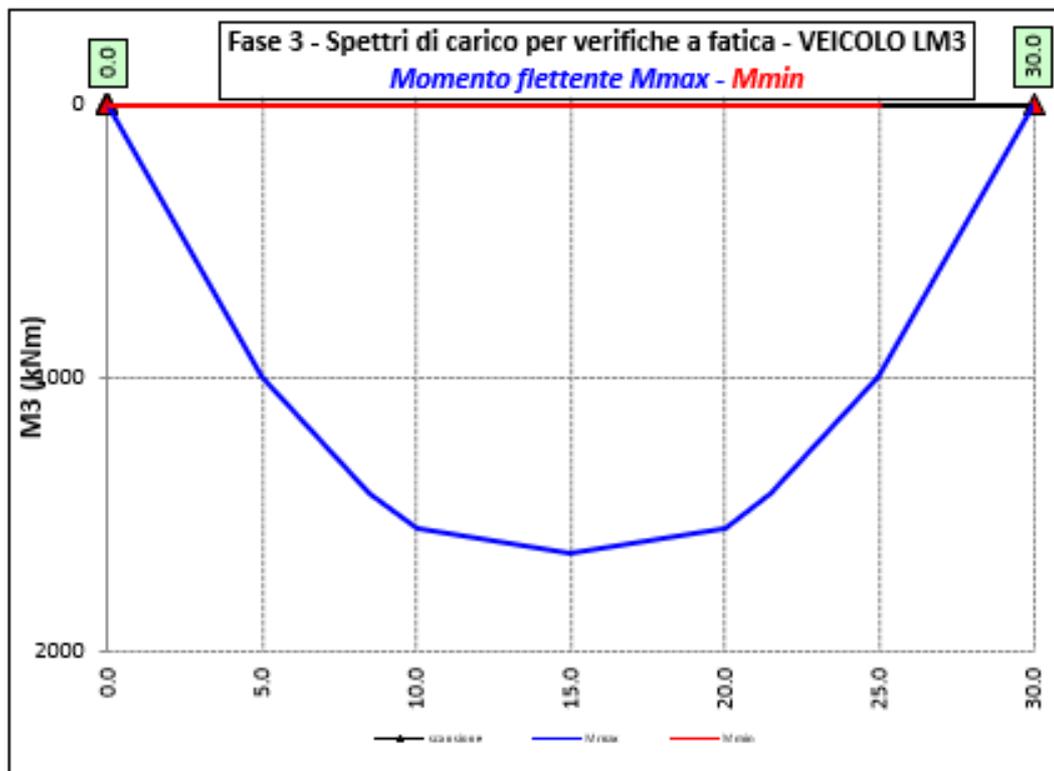












Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

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

### **6.3 Verifiche delle travi principali**

#### **6.3.1 Verifiche di resistenza SLU**

##### **6.3.1.1 Classificazione delle sezioni resistenti**

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

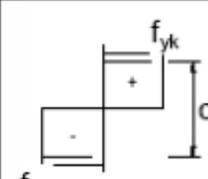
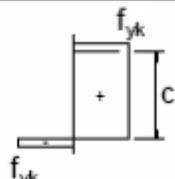
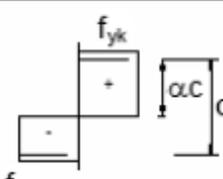
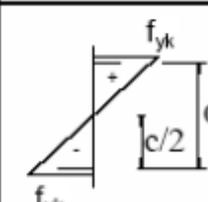
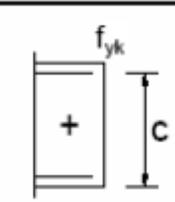
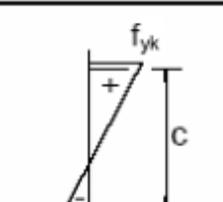
$$C_{\theta} = \vartheta_r / \vartheta_y - 1$$

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

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

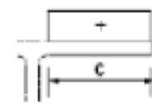
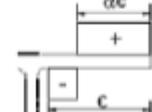
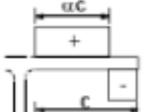
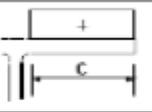
Le sezioni di classe 1 e 2 si definiscono compatte, quelle di classe 3 moderatamente snelle e quelle di classe 4 snelle. Per i casi più comuni delle forme delle sezioni e delle modalità di sollecitazione, le Tab. 4.2.III, 4.2.IV e 4.2.IV delle NTC2018, di seguito riportate, forniscono indicazioni per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

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

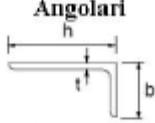
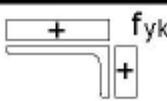
		Parti interne compresse				
		Inflexione intorno all'asse		Inflexione intorno all'asse		
Classe	Parte soggetta a flessione	Parte soggetta a compressione	Parte soggetta a flessione e a compressione			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq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

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

**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	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9e}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9e}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10e}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10e}{\alpha\sqrt{\alpha}}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione negativa)						
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_e}$ Per $k_e$ vedere EN 1993-1-5				
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	$f_{yk}$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

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

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

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

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

È possibile che una sezione trasversale con anima in classe 3 e flange in classe 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.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

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

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

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

### 6.3.1.3 Resistenza al taglio

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

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

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

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

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

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

dove:

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

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

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

Dove:

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

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

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

per  $a / h_w \geq 1$ :

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

per  $a / h_w < 1$ :

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

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

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

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

#### 6.3.1.4 Interazione taglio-momento flettente

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

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

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

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

in cui:

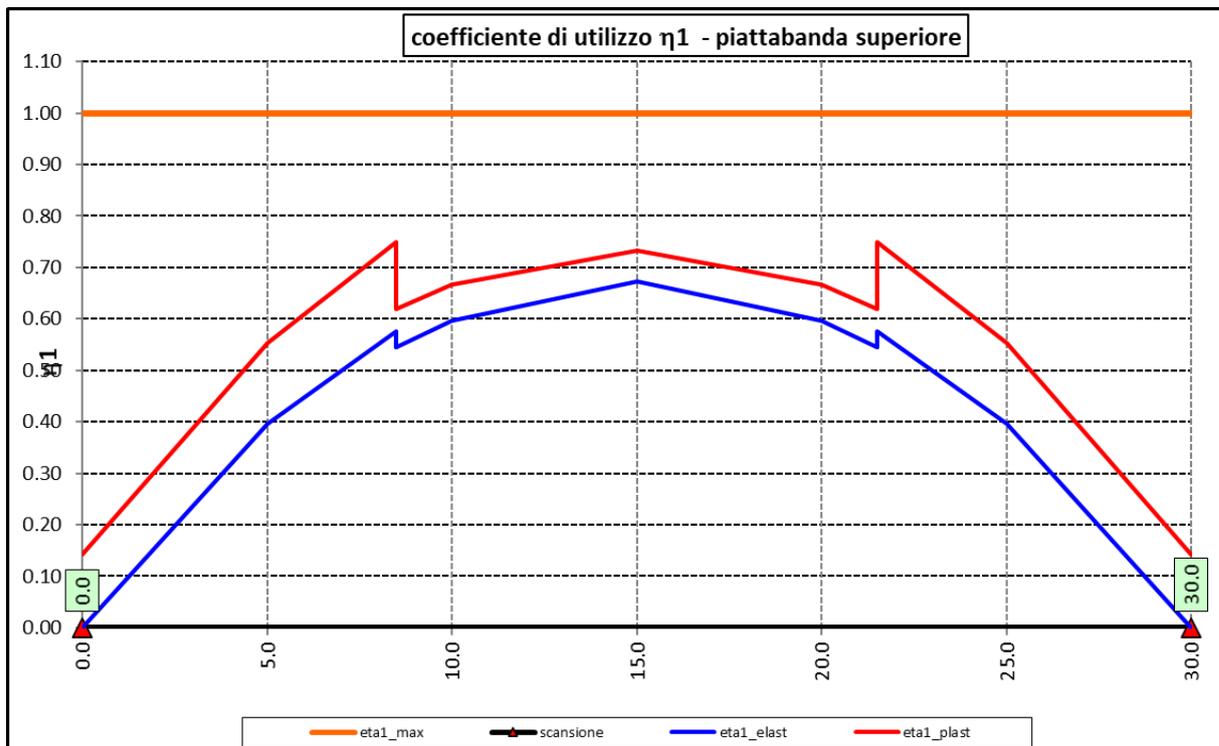
$M_{f,Rd}$  è il momento resistente di progetto delle sole flange efficaci;

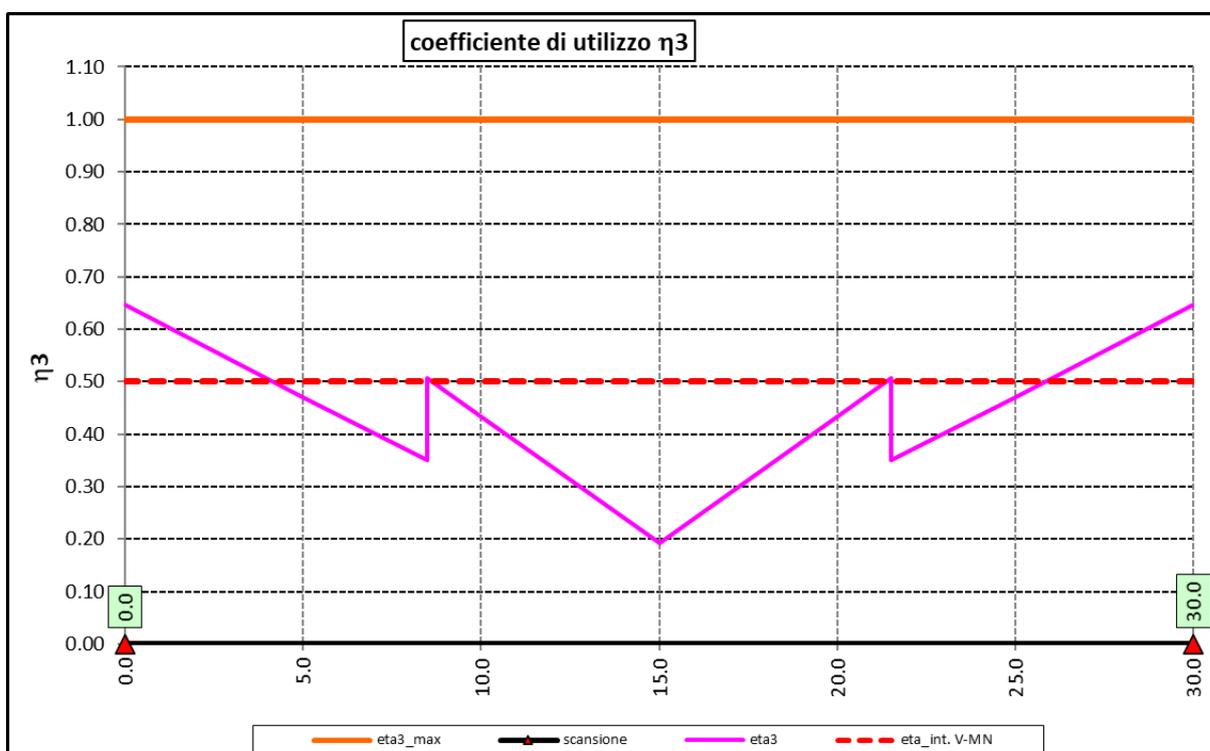
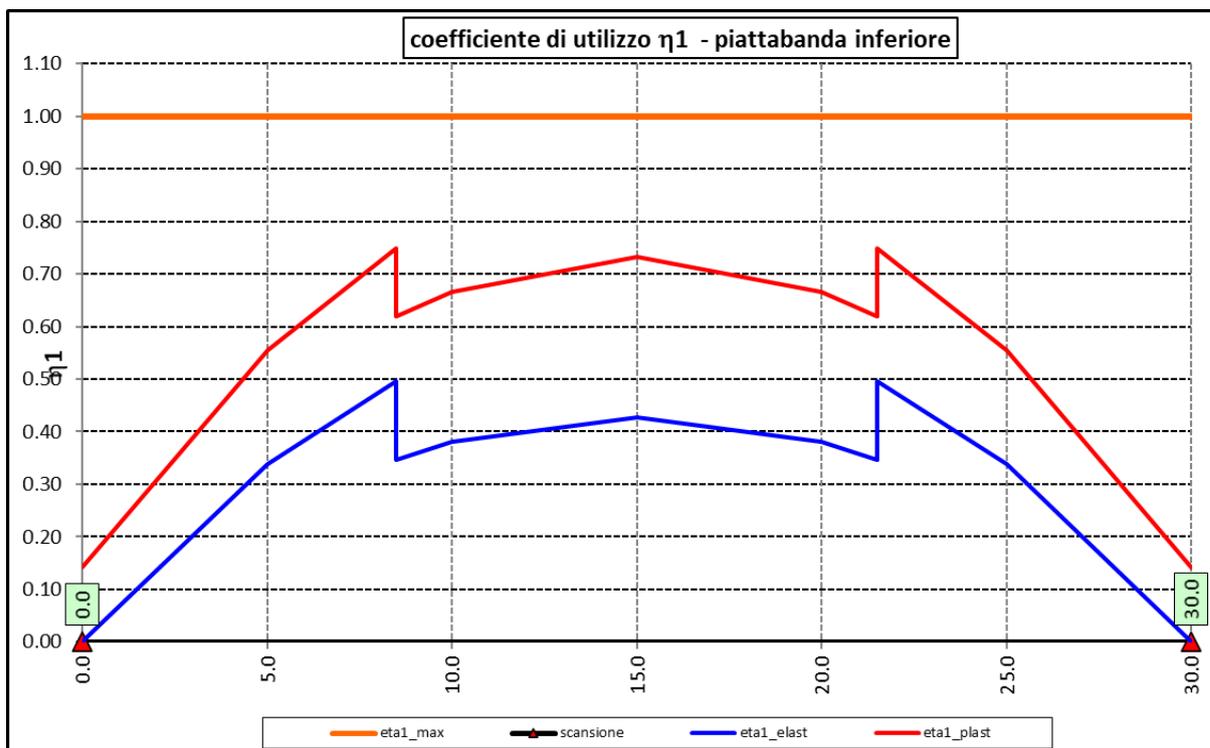
$M_{Pl,Rd}$  è la resistenza plastica della sezione trasversale composta dall'area effettiva delle flange e dall'intera anima senza tener conto della classe di quest'ultima;

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

### 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.





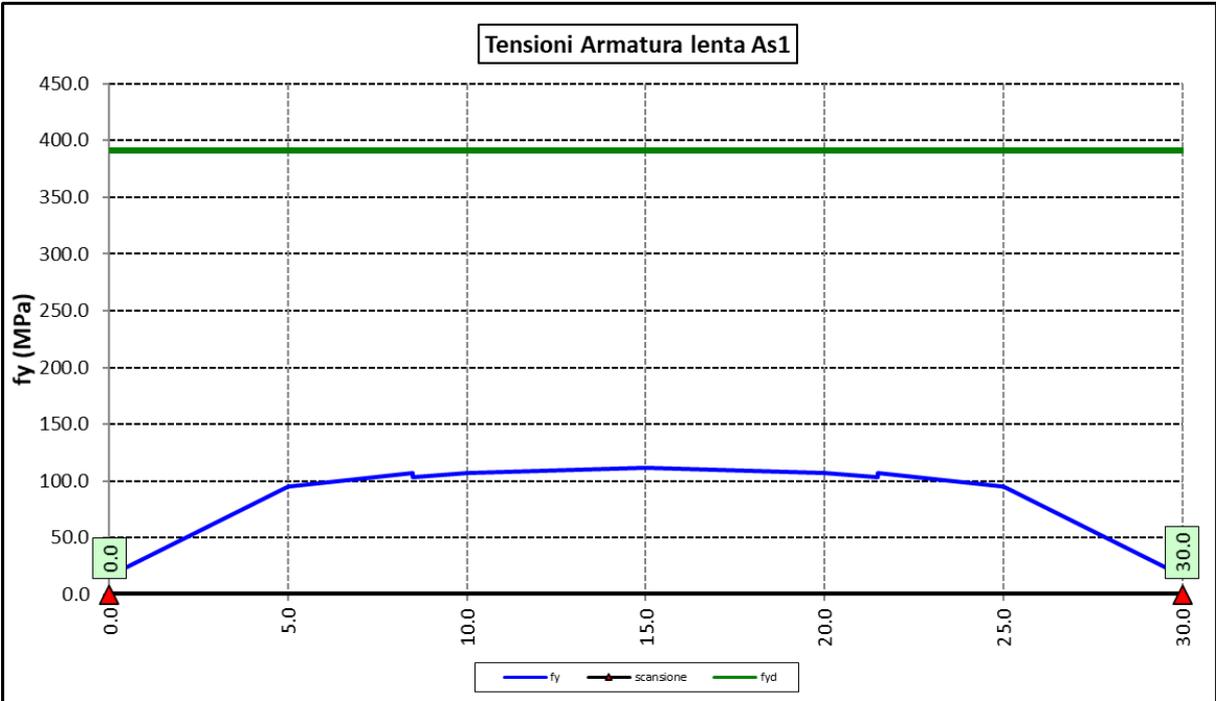
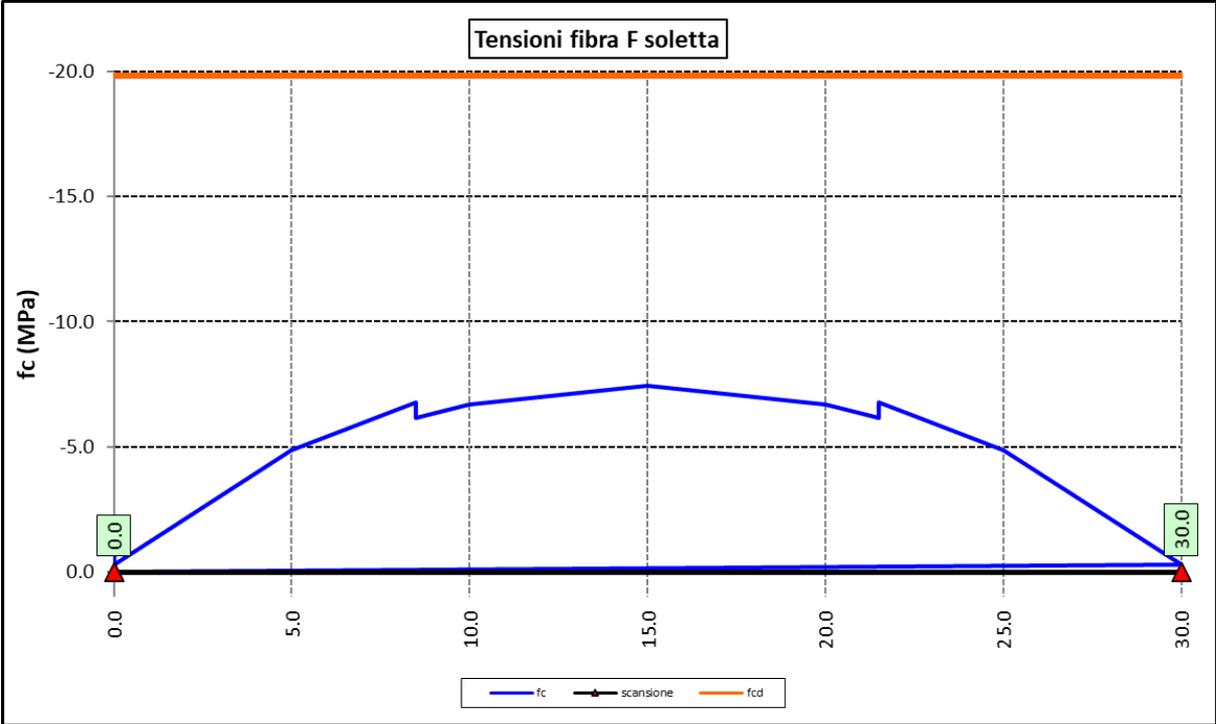
Per quanto attiene la soletta (fibra F) è stato verificato che:

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

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.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

### 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;

$k_{\sigma}$  e  $k_{\tau}$  sono i coefficienti di imbozzamento in campo elastico;

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

b è l'altezza del pannello d'anima.

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

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

### 6.3.3 Verifiche agli SLE-RARA delle travi principali

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

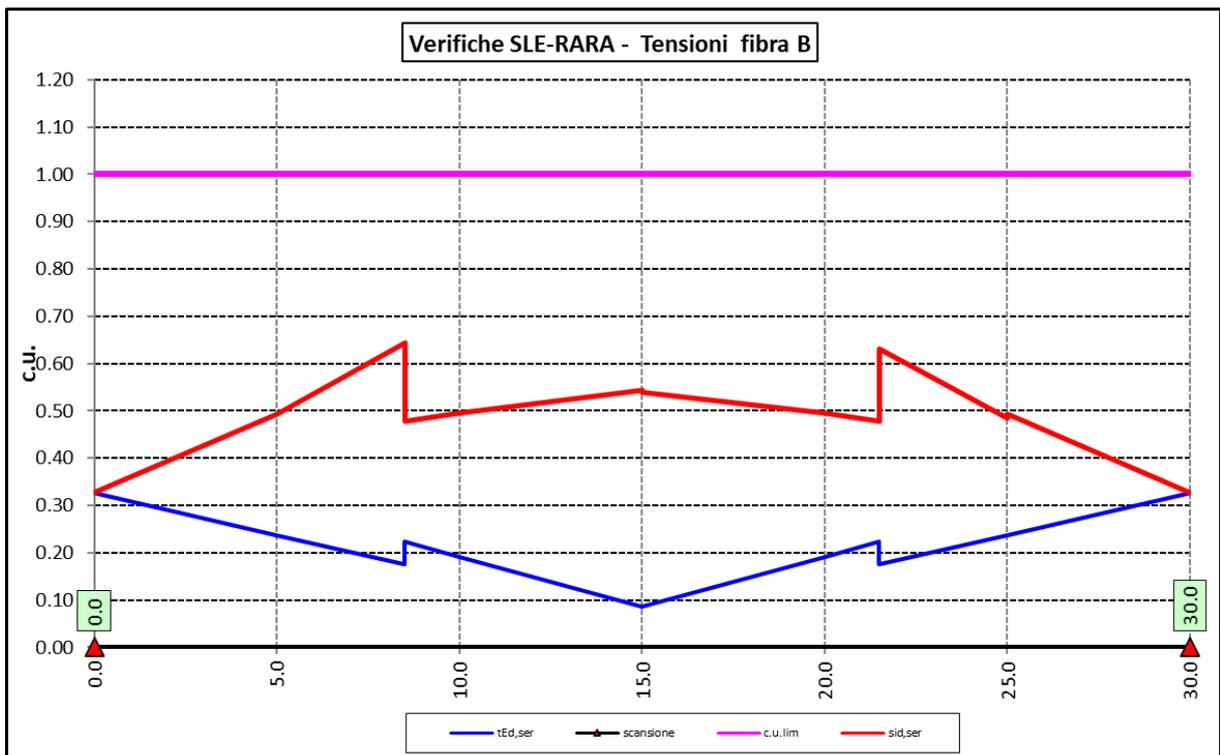
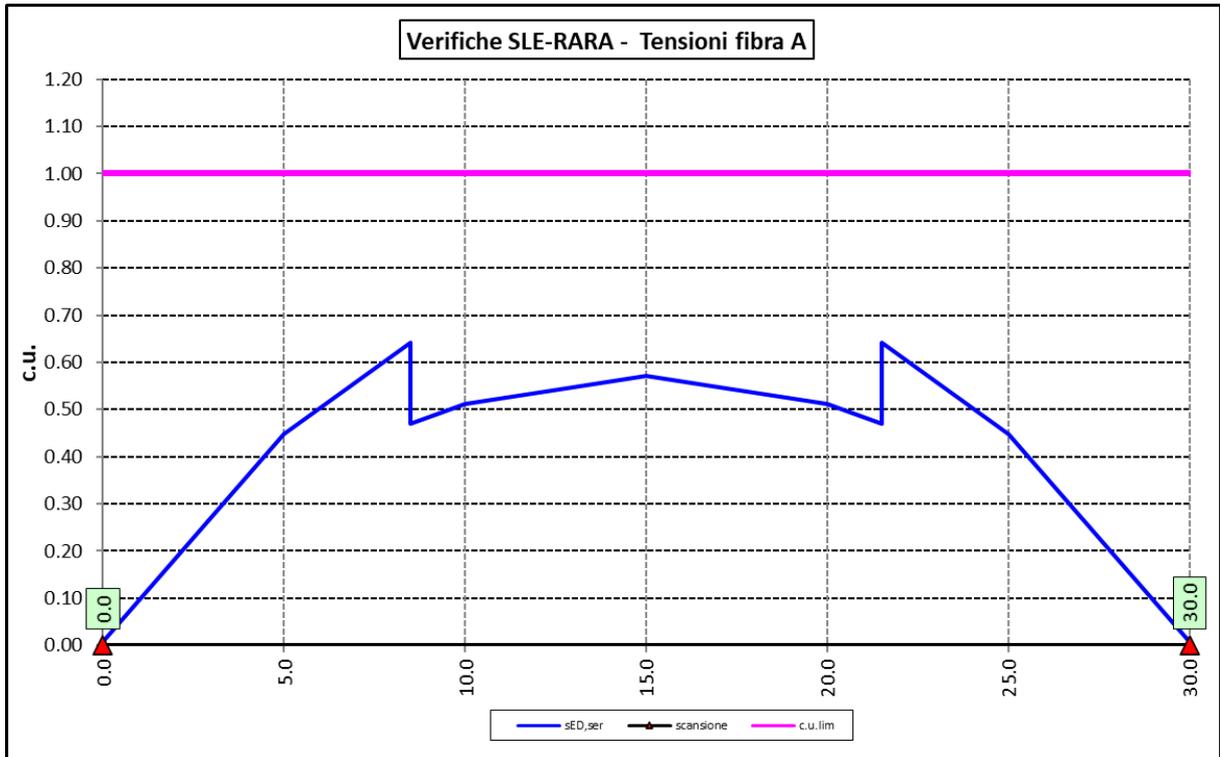
$$\frac{\sigma_{Ed,ser}}{f_{yk} / \gamma_{M,ser}} \leq 1$$

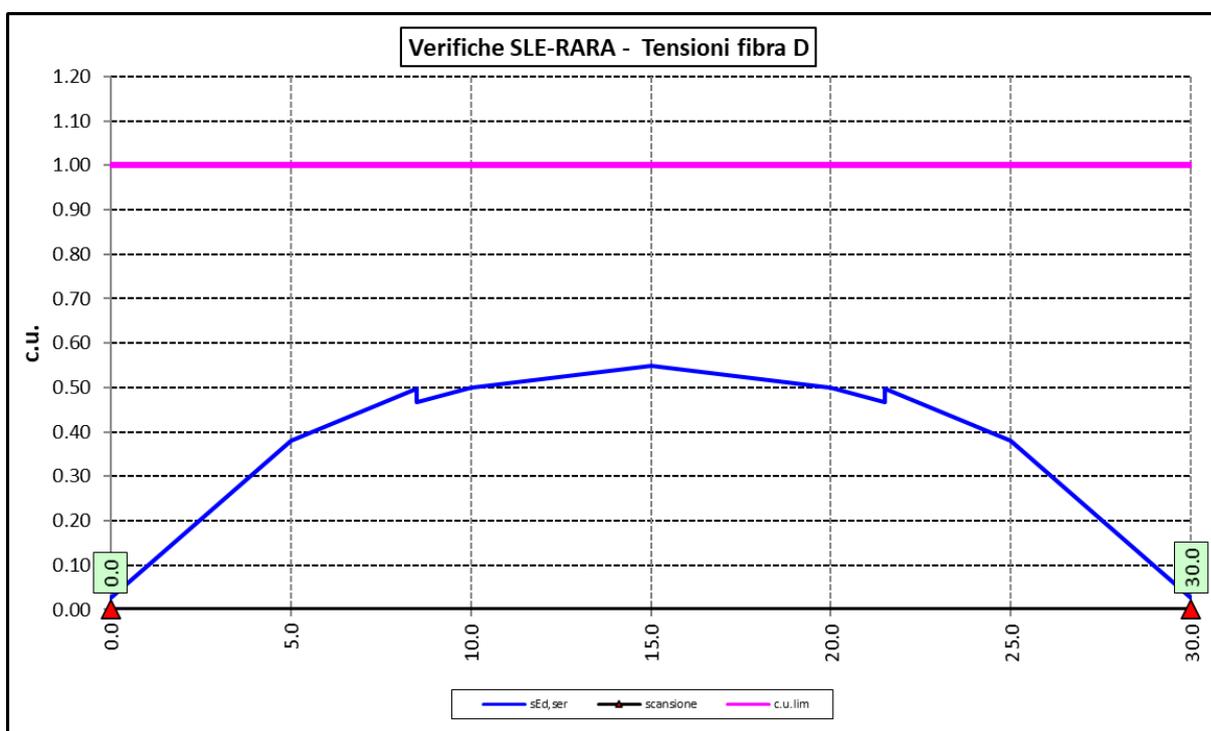
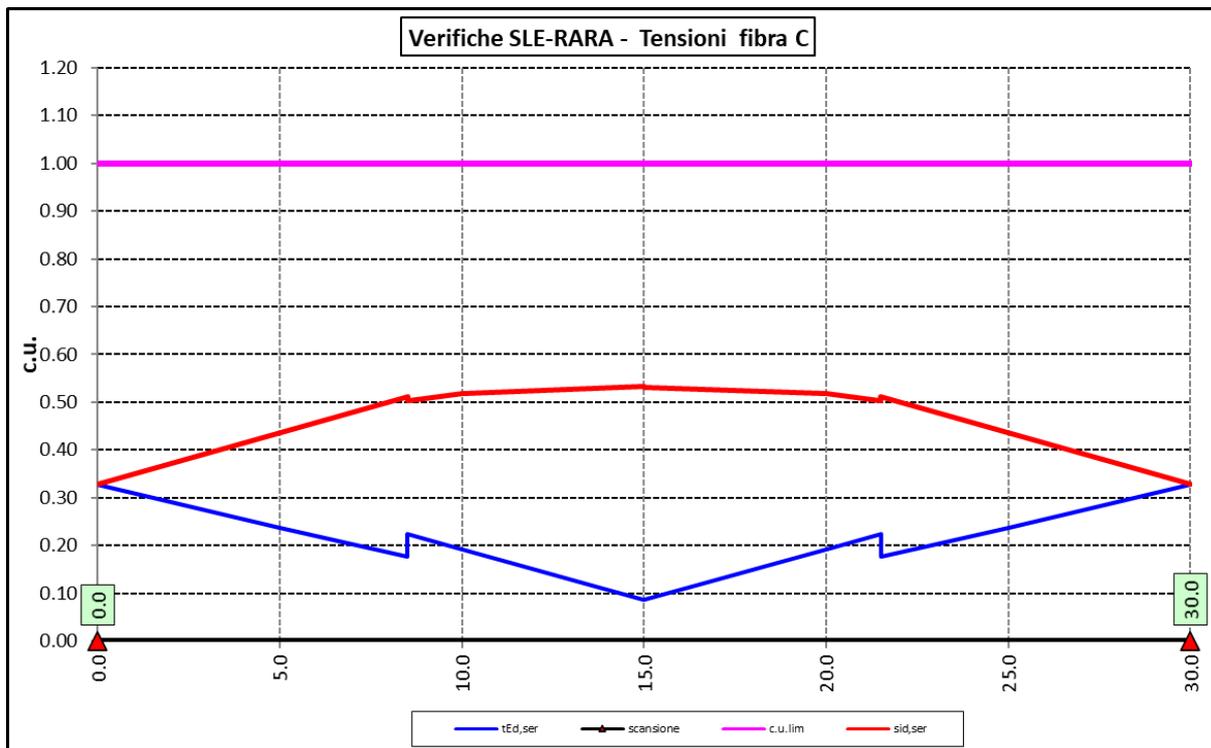
$$\frac{\tau_{Ed,ser}}{f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})} \leq 1$$

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

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

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





### 6.3.4 Verifiche a fatica

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

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  $\gamma_{Mf}$ . Il coefficiente  $\gamma_{Mf}$  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 ( $\gamma_{Mf}$ )	Conseguenze significative ( $\gamma_{Mf}$ )
Danneggiamento accettabile	1,00	1,15
Vita utile a fatica (Safe Life)	1,15	1,35

Tabella 6.2. Coefficienti parziali  $\gamma_{Mf}$

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

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

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

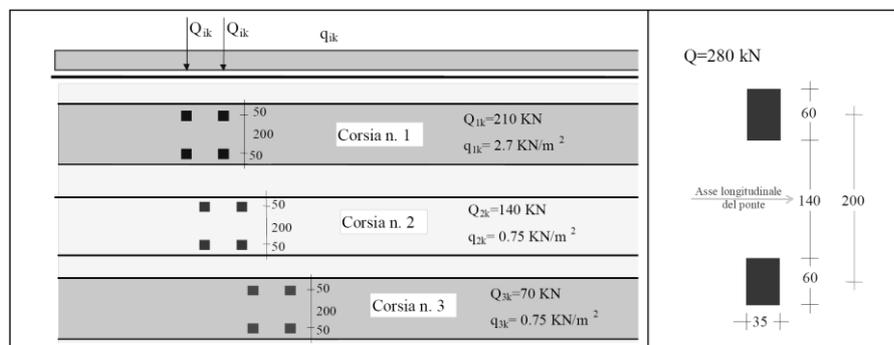


Figura 6.4. Modello di carico a fatica LM1

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

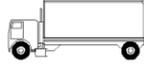
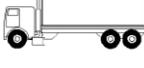
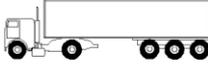
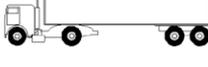
SAGOMA del VEICOLO	Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
	4,5	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120 120	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C

Figura 6.5. Modello di carico a fatica LM2

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

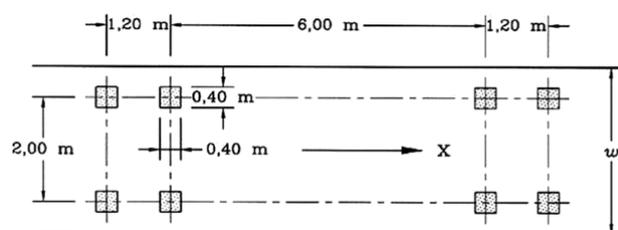
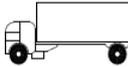
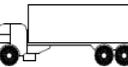
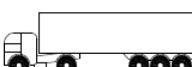
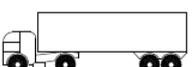
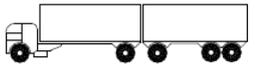


Figura 6.6. Modello di carico a fatica LM3 (4 assi da 120 kN)

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

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

*Figura 6.7. Modello di carico a fatica LM4*

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

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

Le Circolari applicative delle NTC2018 (§[D\_2]), definiscono le diverse categorie di dettaglio ed i valori dei delta di tensione resistenti ( $\Delta\sigma_D$ ) per  $5 \cdot 10^6$  cicli di carico.

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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  $\lambda$ , 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  $\varphi_{fat}$  per ponti stradali è assunto diverso dall'unità solo nelle prossimità dei giunti di dilatazione. In definitiva, si conduce la verifica a danneggiamento controllando che risulti:

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

Le Circolari applicative delle NTC2018 (§[D\_2]), definiscono le diverse categorie di dettaglio ed i valori dei delta di tensione resistenti ( $\Delta\sigma_C$ ) per  $2 \cdot 10^6$  cicli di carico ad ampiezza costante.

#### 6.3.4.1 Verifica a vita illimitata

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

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

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

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

	Descrizione del Particolare	$\Delta\sigma_c$ (Mpa)		$\Delta\sigma_D$ (Mpa)		Size Effect
		2·10 <sup>6</sup> cicli		5·10 <sup>6</sup> 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 &gt; 25 mm</u> e particolare della saldatura conforme a quello indicato nelle tavole di progetto (4).  Tmin = spessore minimo delle piattabande da unire	Tmin	$\Delta\sigma_c$	Tmin	$\Delta\sigma_D$	SI (5)
		25	112	25	83	
		30	108	30	80	
		35	105	35	77	
		40	102	40	75	
		45	100	45	73	
		50	98	50	72	
		55	96	55	71	
		60	94	60	69	
		65	93	65	68	
		70	91	70	67	
		75	90	75	66	
		80	89	80	65	
		85	88	85	65	
		90	87	90	64	
		95	86	95	63	
		100	85	100	63	
7	Saldatura di testa delle anime a piena penetrazione tra elementi di spessore	71		52,3		NO (3)

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

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

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

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

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

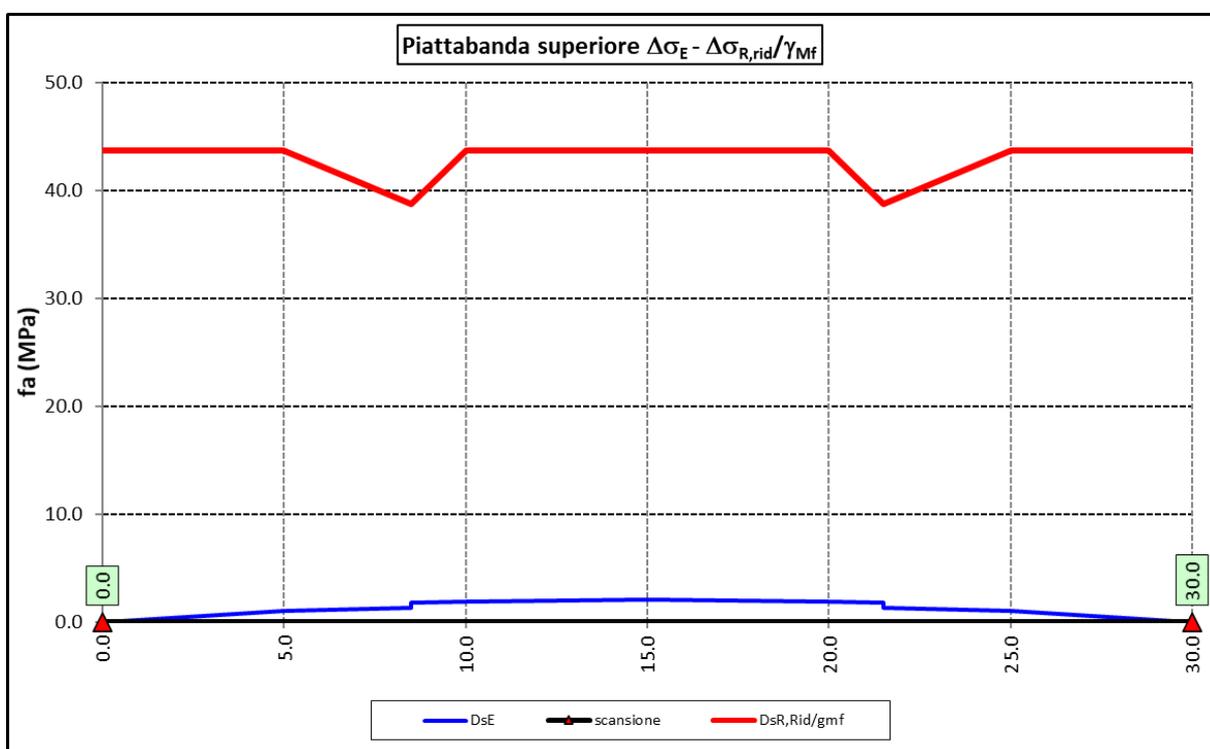
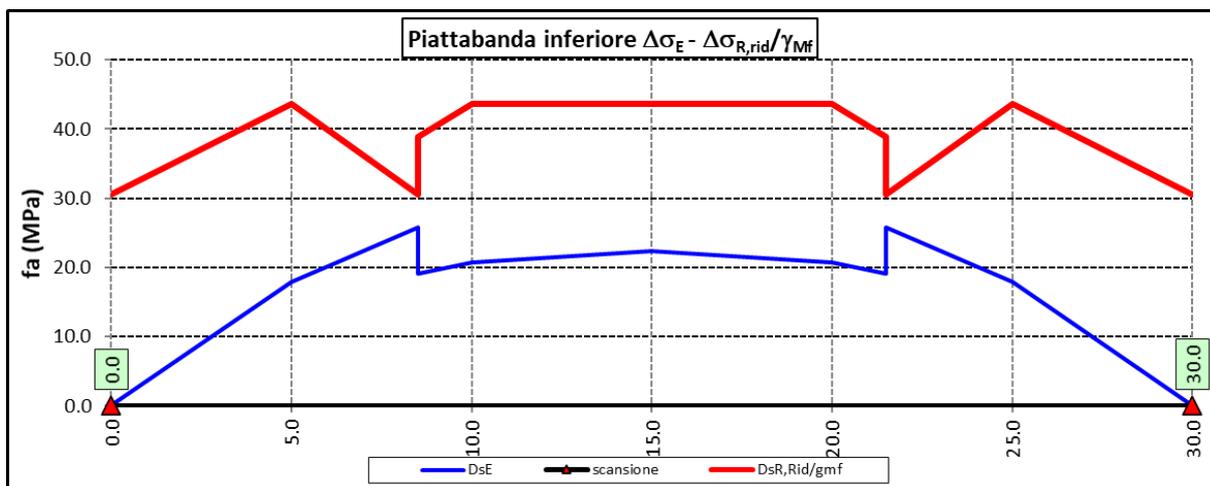
Tale grafico è stato costruito usando come retta di riferimento il valore del particolare n° 1 (presente ad interasse di circa 7 m lungo tutto lo sviluppo della struttura) per il quale si ha:

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

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

- Particolare 2 (contropiastra) .....  $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{Mf} = 41,3/1,35 = 30,6 \text{ Mpa}$
- Particolare 3 (terminazione impilaggio) .....  $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{Mf} = 41,3/1,35 = 30,6 \text{ Mpa}$
- Particolare 7 (saldatura di testa delle anime di spessore non superiore a 25 mm)  $\Delta\sigma_{R,rid} / \gamma_{Mf} = 52,3/1,35 = 38,8 \text{ Mpa}$

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.



### 6.3.5 Verifiche SLU delle saldature longitudinali

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

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

Con  $\beta_1$  e  $\beta_2$  forniti dalla seguente tabella in funzione del grado di acciaio:

**Tabella 4.2.XIV** Valori dei coefficienti  $\beta_1$  e  $\beta_2$

	S235	S275 - S355	S420 - S460
$\beta_1$	0,85	0,70	0,62
$\beta_2$	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  $\gamma_{Mf}$ , a partire dal delta di tensione resistente per  $2 \times 10^6$  cicli (classe del dettaglio  $\Delta\tau_C = 80$  MPa), secondo la seguente relazione:

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

In allegato si riportano gli esiti delle verifiche effettuate.

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

### 6.3.6 Verifiche delle connessioni a pioli

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

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:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

Resistenza dei connettori	Var	unità	
resistenza a rottura dell'acciaio del piolo	ft	Mpa	450
coefficiente di resistenza parziale	$\gamma_v$		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	$\alpha$		1.0
Resistenza del piolo (componente acciaio)	$P_{RD,a}$	kN	109.5
Resistenza del piolo (componente cls)	$P_{RD,c}$	kN	122.6
<b>Resistenza del piolo SLU (min (<math>P_{RD,a}; P_{RD,c}</math>))</b>	$P_{RD,SLU}$	kN	<b>109.5</b>

Agli SLE si considera la seguente resistenza dei connettori:

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

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;

$\gamma_{Ff}$  fattore di sicurezza parziale sui carichi pari ad 1.0;

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

- nelle zone in cui la piattabanda superiore risulta tesa:

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

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

Con:

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

$\Delta\sigma_c$

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  $\lambda_v$  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	$\gamma_{Ff}$		1.00
Coefficiente di resistenza parziale (verifica al danneggiamento)	$\gamma_{Mf}$		1.15
Resistenza di calcolo a fatica pioli Dtr_rid	$\Delta\tau_c / (\gamma_{Mf} \times \gamma_{Ff})$	Mpa	78.3
Resistenza di calcolo a piattabanda superiore Dse_rid	$\Delta\sigma_c / (\gamma_{Mf} \times \gamma_{Ff})$	Mpa	69.6

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

Fattori lambda - Danneggiamento equivalente	Var		unità
tipo di traffico:	percorrenza		lunga
Vita di progetto del ponte	$t_{ld}$	anni	100
Peso lordo medio degli autocarri sulla corsia lenta	$Q_{m1}$	kN	445
numero di veicoli di massa superiore a 10 ton transitanti sulla	$N_{obs}$		5.0E+05
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda 2	$\lambda_2$		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	$\lambda_3$		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	$\lambda_4$		1.00
fattore lambda v 1	$\lambda_{v1}$		1.55
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda v 2	$\lambda_{v2}$		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	$\lambda_{v3}$		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	$\lambda_{v4}$		1.00
fattore lambda v	$\lambda_v$		1.437

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

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

I risultati delle verifiche svolte sono riportati in allegato.

#### 6.4 erifiche SLE di deformabilità della struttura

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

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

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

Nodo	Progr (m)	peso proprio	permanenti portati	Ritiro iperstatico	Totale permanenti	Luce campate (m)	1/150 L	Verifica	Carichi mobili - C	Carichi mobili - D	Carichi mobili - F	Carichi mobili	1/500 L	Verifica	Controfreccia teorica
		fg1 (m)	fg2 (m)	fr (m)	fperm (m)	L(m)									fq1 (m)
1	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	30.000	-0.200	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.060	OK!	0.000
2	5.00	-0.030	-0.004	0.000	-0.034	30.000	-0.200	OK!	-0.007	-0.005	0.000	-0.011	-0.060	OK!	0.037
3	8.50	-0.046	-0.006	0.000	-0.052	30.000	-0.200	OK!	-0.010	-0.007	0.000	-0.018	-0.060	OK!	0.057
4	10.00	-0.051	-0.007	0.000	-0.058	30.000	-0.200	OK!	-0.011	-0.008	0.000	-0.019	-0.060	OK!	0.063
5	15.00	-0.058	-0.008	0.000	-0.066	30.000	-0.200	OK!	-0.013	-0.009	0.000	-0.022	-0.060	OK!	0.072
6	20.00	-0.051	-0.007	0.000	-0.058	30.000	-0.200	OK!	-0.011	-0.008	0.000	-0.019	-0.060	OK!	0.063
7	21.50	-0.046	-0.006	0.000	-0.052	30.000	-0.200	OK!	-0.010	-0.007	0.000	-0.018	-0.060	OK!	0.057
8	25.00	-0.030	-0.004	0.000	-0.034	30.000	-0.200	OK!	-0.007	-0.005	0.000	-0.011	-0.060	OK!	0.037
9	30.00	0.000	0.000	0.000	0.000	30.000	-0.200	OK!	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.060	OK!	0.000

La figura seguente fornisce evidenza dei risultati ottenuti:

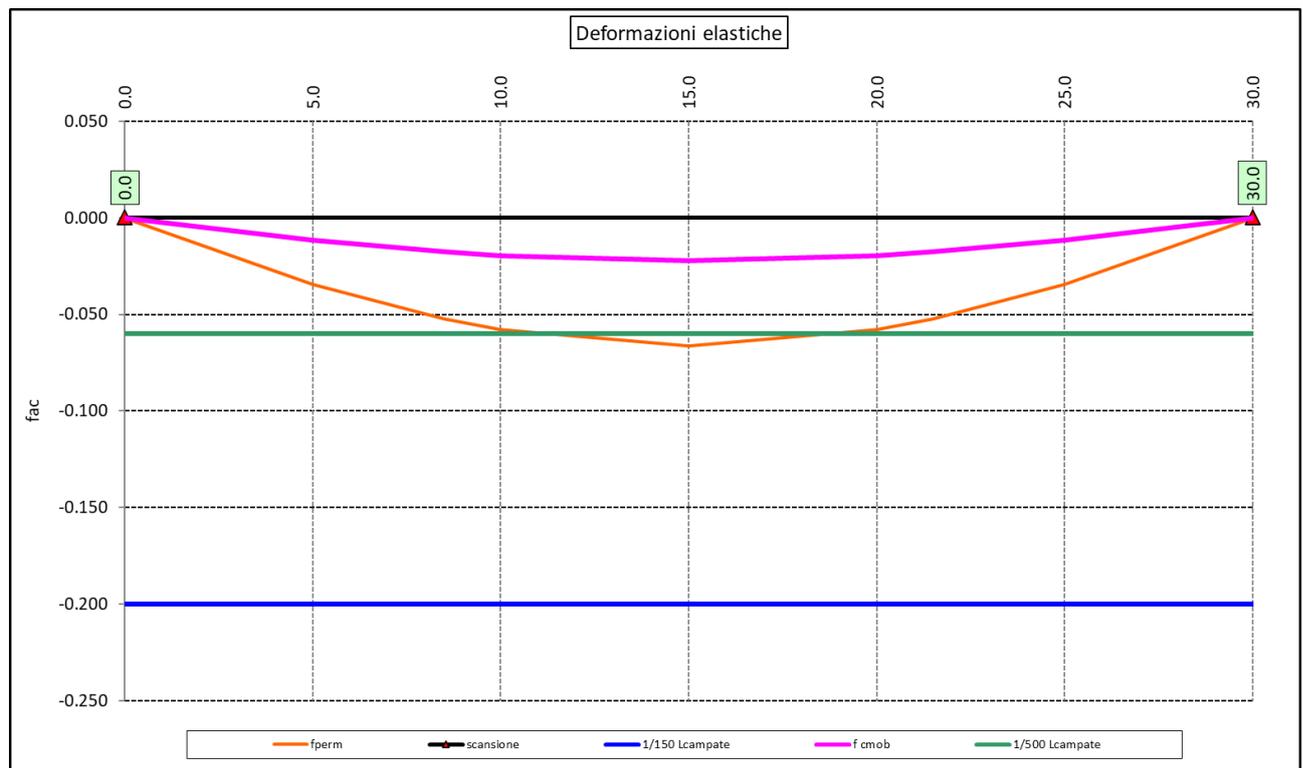


Figura 6.8. Travi principali – Verifiche di deformabilità

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

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

essendo:

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

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

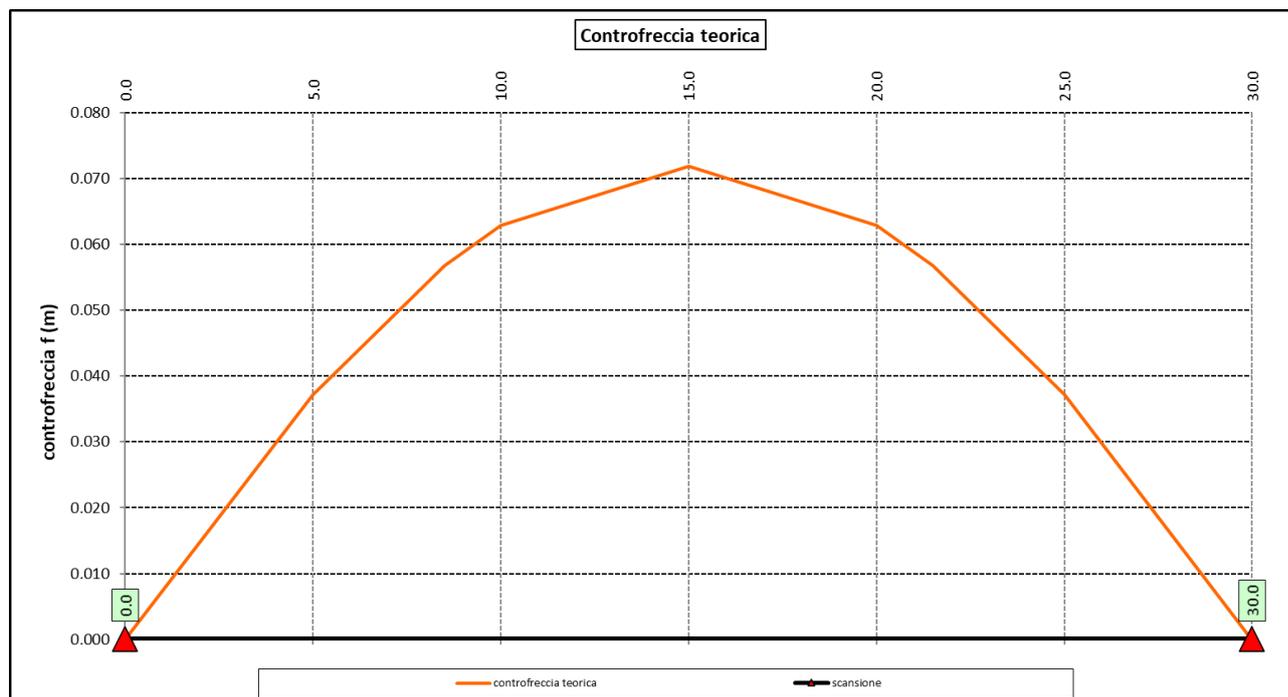


Figura 6.9. Travi principali – controfreccia teorica

## 6.5 Verifica della Soletta in c.a.

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

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

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

Infine si provvederà a realizzare il getto dei cordoli.

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

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

### 6.5.1 Verifica delle predalles in fase di autoportanza

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

In fase di calcolo è stato considerato un sovraccarico accidentale dovuto ai mezzi d'opera pari a  $1.0 \text{ kN/m}^2$ .

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 **1.00 m** dall'asse della trave principale + peso dei mezzi d'opera su tutta la lunghezza dello sbalzo. Si verifica il traliccio in corrispondenza dell'incastro dello sbalzo.
3. Peso proprio predalla e della veletta di bordo + peso completamento del getto dello sbalzo + peso dei mezzi d'opera. In questa fase si verifica il traliccio in corrispondenza della sezione a **1.00 m** dall'asse della trave di bordo.

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

#### 6.5.1.1 Criteri di calcolo e verifica

Gli sforzi normali massimi di trazione/compressione  $N_{Ed}$ , agenti sui correnti dei tralici 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 tralici si ottengono dividendo il massimo taglio di calcolo  $V_{max}$  nella sezione considerata, per il seno dell'angolo  $\alpha$ , formato dalla diagonale con l'asse dei correnti nel piano longitudinale, e per il coseno dell'angolo  $\beta$ , formato dalla diagonale con l'asse verticale nel piano trasversale.

#### Verifica di resistenza dei correnti tesi

Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

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

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

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

essendo:

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

### Verifica all'instabilità dei correnti compressi

Deve essere soddisfatta la seguente espressione:

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

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

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

Essendo:

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

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

dove:

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

$\alpha$  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.

#### 6.5.1.2 Verifica della predalla in mezzzeria della campata tra le travi

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

DATI GEOMETRICI SOLETTA IN C.A.			Var	unità				
Interasse tra le travi	it	mm		4700				
Lunghezza dello sbalzo sx rispetto ad asse trave	Ls_sx	mm		2870				
Larghezza asola sulla piattabanda superiore sx	Bas_sx	mm		540				
Distanza tra asse trave sx e asse appoggio predalla	Dap_sx	mm		310				
Lunghezza dello sbalzo dx rispetto ad asse trave	Ls_dx	mm		2350				
Larghezza asola sulla piattabanda superiore dx	Bas_dx	mm		540				
Distanza tra asse trave dx e asse appoggio predalla	Dap_sx	mm		310				
Altezza complessiva soletta in campata - per carichi	hs1c	mm		310				
Altezza complessiva soletta in campata - per verifiche	hs2	mm		310				
Luce di calcolo della predalla in campata	ls	mm		4080				
DATI PERMANENTI PORTATI			Var	unità				
DATI GEOMETRICI PREDALLE			Var	unità				
n. tralici per dalla	nt			11				
altezza traliccio	ht	mm		195				
<b>Sezione corrente</b>			n	φ	A	At	di	I
				mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralici	1	16		201		2212	227	35387
Armatura inferiore tralici	2	12		226		2488	46	22393
Armatura inferiore nella dalla	0	20				0	40	0
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		

**CALCOLI STATICI**

**FASE 1 - POSA IN OPERA DALLE, GETTO DI COMPLETAMENTO**

ANALISI DEI CARICHI		B	H	$\gamma$	$\rho$	$\rho$
		m	m	kN/mc	kN/mq	kN/ml
peso proprio predalla agli sbalzi	g1a	2.40	0.07	25.0		4.20
peso proprio predalla in campata	g1b	2.40	0.070	25.0		4.20
peso proprio getto di completamento	g1c	2.40	0.240	25.0		14.40
peso mezzi d'opera	q	2.40			1.00	2.40

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE		Var	unità
Reazione all'appoggio sx - permanenti	RA-p	kN	50.43
ascissa taglio nullo	x_V(0)	m	2.12
Momento massimo in campata - permanenti	Mmax_p	kNm	21.43
Momento massimo in campata - accidentali	Mmax_q	kNm	4.99
Taglio massimo all'appoggio - permanenti	Vmax_p	kN	39.51
Taglio massimo all'appoggio - accidentali	Vmax_q	kN	4.90
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	$\gamma_g$		1.30
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	$\gamma_q$		1.50
Verifiche SLU - Momento flettente in mezzeria	Mmax	kNm	35.3
Verifiche SLU - Taglio massimo all'appoggio	Vmax	kNm	58.7

VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI		Var	unità
altezza del traliccio	ht	m	0.177
Momento flettente	Mmax	kNm	35.35
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	60.5
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	12.7
Sforzo massimo nei correnti	Nmax1	kN	199.7
<b>Verifica dei correnti compressi</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>cor traliccio</b>
n. correnti	nc		11
Diametro corrente compresso	$\phi$	mm	16
Area corrente compresso	A	mmq	201
Momento d'inerzia corrente compresso	ix	mm4	3217
raggio d'inerzia corrente	isup	m	0.0040
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.20
coefficiente beta	$\beta$		1.00
snellezza	$\lambda$		50.0
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	166690
snellezza adimensionale	$\lambda_{-}$		0.74
fattore di imperfezione alpha	$\alpha$		0.49
coefficiente $\Phi$	$\Phi$		0.90
coefficiente $\chi$	$\chi$		0.70
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	607
coefficiente di utilizzo	c.u		0.33 < 1.0
<b>Verifica dei correnti tesi</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>inferiori</b>
A correnti	A	mmq	2488
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	974
coefficiente di utilizzo	c.u		0.21 < 1.0

VERIFICA DIAGONALI		Var	unità
altezza del traliccio	ht	m	0.177
n. diagonali	nd		22
Taglio massimo	Vmax	kN	58.70
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	60.5
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	12.7
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	69.1
Diametro diagonale	$\phi$	mm	10.0
Area diagonale	A	mmq	79
Momento d'inerzia diagonale	ix	mm4	491
raggio d'inerzia diagonale	isup	m	0.0025
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.21
coefficiente beta	$\beta$		0.90
snellezza	$\lambda$		75.0
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	28915
snellezza adimensionale	$\lambda_{-}$		1.11
fattore di imperfezione alpha	$\alpha$		0.49
coefficiente $\Phi$	$\Phi$		1.33
coefficiente $\chi$	$\chi$		0.48
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	325
coefficiente di utilizzo	c.u		0.21 < 1.0

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

### 6.5.1.3 Verifica della predalle tralicciate in corrispondenza degli sbalzi

Il calcolo viene svolto in due fasi, la prima corrisponde al getto della prima parte dello sbalzo, la seconda al getto di completamento. A favore di sicurezza, ai fini dell'autoportanza si trascura il contributo offerto dalle armature integrative disposte all'interno delle predalle, e si considerano le sole armature dei tralicci. La verifica è relativa allo sbalzo di luce maggiore:

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	2870			
Inclinazione del getto in opera - intradosso		incl		0.000			
Larghezza asola sulla piattabanda superiore		Lasol	mm	540			
Distanza tra asse trave e asse appoggio predalla		Dap	mm	310			
Estensione del getto di prima fase dall'asse della trave		Lg1	mm	1000			
DATI GEOMETRICI PREDALLE		Var	unità				
n. tralicci per dalla		nt		6			
altezza traliccio all'incastro		ht	mm	195			
<b>Sezione corrente</b>		n	$\phi$	A	At	di	I
			mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralicci		1	16	201	1206	227	19302
Armatura inferiore tralicci		2	12	226	1357	46	12215
Armatura di rinforzo nella dalla		0	16		0	48	0
Altezza complessiva predalla alla estremità libera			mm	70			
Altezza complessiva predalla alla estremità inc. sbalzo			mm	70			
larghezza lastra			mm	2400			
coefficiente di omogeneizzazione				10			
Area lastra			mm2	16800			
Caratteristiche geometrico-inerziali		Var	unità				
Area totale		At	mm2	19364			
Momento statico rispetto al lembo inferiore		Mstat	mm3	924276			
Y baricentro rispetto al lembo inferiore		Yg	mm	48			
Momento d'inerzia dalla tralicciata		It	mm4	48388114			
<b>Sezione asolata d'estremità</b>		n	$\phi$	A	At	di	I
			mm	mmq	mmq	mm	mm4
Armatura superiore tralicci		1	16	201	1206	227	19302
Armatura inferiore tralicci		2	12	226	1357	46	12215
Caratteristiche geometrico-inerziali		Var	unità				
Area totale		At	mm2	2564			
Momento statico rispetto al lembo inferiore		Mstat	mm3	336276			
Y baricentro rispetto al lembo inferiore		Yg	mm	131			
Momento d'inerzia		It	mm4	20954896			

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

**CALCOLI STATICI**

FASE 1 - POSA IN OPERA DALLE, GETTO DI PRIMA FASE						
ANALISI DEI CARICHI						
		B	H	$\gamma$	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	25.79			
Momento massimo all'incastro - accidentali	Mmax-q	kNm	7.86			
Taglio massimo - permanenti	Vmax-p	kN	24.05			
Taglio massimo - accidentali	Vmax-q	kN	6.14			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	$\gamma_g$		1.30			
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	$\gamma_q$		1.50			
Verifiche SLU - Momento flettente all'incastro	Mmax	kNm	45.3			
Verifiche SLU - Taglio massimo all'incastro	Vmax	kNm	40.5			
VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI						
	Var	unità				
altezza del traliccio all'incastro	ht	m	0.177			
Momento flettente	Mmax	kNm	45.33			
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	60.5			
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	9.6			
Sforzo massimo nei correnti del traliccio	Nmax	kN	256.1			
Verifica dei correnti compressi in corrispondenza asoli						
	Var	unità	cor traliccio			ir
Sforzo normale nei correnti inferiori	Nmax_i	kN	256			
n. correnti	nc		12			
Diametro corrente compresso	$\phi$	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	$\beta$		1.00			
snellezza	$\lambda$		67			
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	52742			
snellezza adimensionale	$\lambda_c$		0.98			
fattore di imperfezione alpha	$\alpha$		0.49			
coefficiente $\Phi$	$\Phi$		1.17			
coefficiente $\chi$	$\chi$		0.55			
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	292			
coefficiente di utilizzo	c.u		0.88		< 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		0.48		< 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		0.54		< 1.0	

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

#### VERIFICA DIAGONALI

altezza del traliccio	ht	m	0.181	
n. diagonali	nd		12	
Taglio massimo	Vmax	kN	40.48	
angolo alpha nel piano longitudinale del traliccio	alp	deg	60.5	
angolo beta nel piano trasversale del traliccio	bet	deg	9.6	
Sforzo massimo nelle diagonali	Nmax	kN	47.2	
Diametro diagonale	$\phi$	mm	10	
Area diagonale	A	mm <sup>2</sup>	79	
Momento d'inerzia diagonale	I	mm <sup>4</sup>	491	
raggio d'inerzia diagonale	isup	m	0.0025	
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	0.21	
coefficiente beta	$\beta$		0.90	
snellezza	$\lambda$		76	
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	28251	
snellezza adimensionale	$\lambda_{cr}$		1.12	
fattore di imperfezione alpha	$\alpha$		0.49	
coefficiente $\Phi$	$\Phi$		1.35	
coefficiente $\chi$	$\chi$		0.47	
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	175	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.27	< 1.0

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

**FASE 1 - GETTO DI SECONDA FASE**

<b>ANALISI DEI CARICHI</b>		B	H	$\gamma$	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

<b>CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE</b>		Var	unità	
Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase - permanenti	Mmax-p	kNm	38.80	
Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Mmax-q	kNm	4.20	
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - permanenti	Vmax-p	kN	38.14	
Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase - accidentali	Vmax-q	kN	4.49	
Coefficiente parziale per verifiche SLU - permanenti	$\gamma_g$		1.30	
Coefficiente parziale per verifiche SLU - accidentali	$\gamma_q$		1.50	
Verifiche SLU - Momento massimo all'estremità del getto di 2° fase	Mmax1	kNm	56.74	
Verifiche SLU - Taglio massimo all'estremità del getto di 2° fase	Vmax1	kN	56.32	

<b>VERIFICA DI STABILITA' CORRENTI ALL'ESTREMITA' DEL GETTO</b>		Var	unità	
altezza del traliccio	ht	m	0.191	
Momento flettente	Mmax	kNm	56.74	
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	297.1	
<b>Verifica dei correnti tesi</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>	<b>superiori</b>
A correnti	A	mmq	1206	
Resistenza a trazione dell'armatura tesa	Nt,Rd	kN	472	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.63	< 1.0

<b>VERIFICA DIAGONALI</b>				
altezza del traliccio	ht	m	0.191	
n. diagonali	nd		12	
Taglio massimo	Vmax	kN	56.32	
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	64.3	
Diametro diagonale	$\phi$	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	LO	m	0.22	
coefficiente beta	$\beta$		0.90	
snellezza	$\lambda$		78.6	
Carico critico elastico dell'armatura	Ncr	N	26372	
snellezza adimensionale	$\lambda_{-}$		1.16	
fattore di imperfezione alpha	$\alpha$		0.49	
coefficiente $\Phi$	$\Phi$		1.40	
coefficiente $\chi$	$\chi$		0.45	
Resistenza all'instabilità dell'armatura compressa	Nb,Rd	kN	168	
coefficiente di utilizzo	c.u		0.38	< 1.0

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

### 6.5.2 Verifiche della soletta in esercizio (2° fase)

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

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

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

$$\text{fac\_r\_llong} = t_l^3 / t_t^3 = 0.24^3 / 0.31^3 = 0.464$$

$$\text{fac\_r\_Along} = t_l / t_t = 0.24 / 0.31 = 0.77$$

La soletta è semplicemente appoggiata in corrispondenza delle travi principali.

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

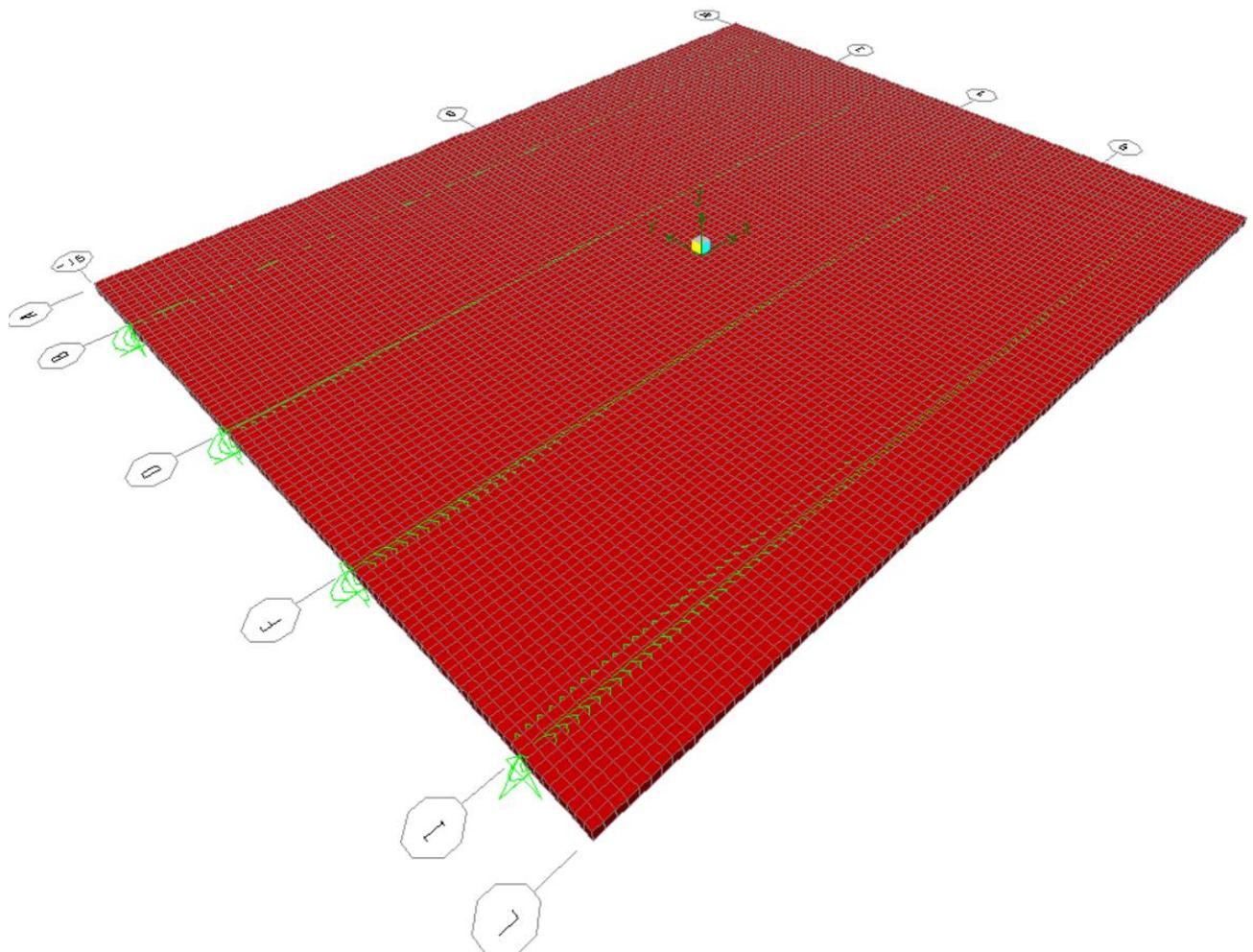


Figura 6.10. Modello di calcolo soletta – vista estrusa del modello agli elementi finiti

#### 6.5.2.1 Analisi dei carichi agenti sulla soletta

I carichi di progetto considerati sono i seguenti:

- peso proprio della soletta .....  $25.0 \times 0.31 = 7.75$   $\text{kNm}^{-2}$
- peso proprio di ciascuno dei cordoli .....  $25.0 \times 0.20 = 5.00$   $\text{kNm}^{-2}$
- peso della pavimentazione stradale ..... =  $3.00$   $\text{kNm}^{-2}$
- peso di ciascuna barriera di sicurezza ..... =  $1.50$   $\text{kNm}^{-1}$
- peso di ciascuna rete di protezione ..... =  $0.50$   $\text{kNm}^{-1}$
- peso tubazioni smaltimento acque di piattaforma ..... =  $1.50$   $\text{kNm}^{-1}$
- peso di ciascuna veletta di bordo e carter metallico ..... =  $2.90$   $\text{kNm}^{-1}$

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

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

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

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

Configurazione di carico A

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

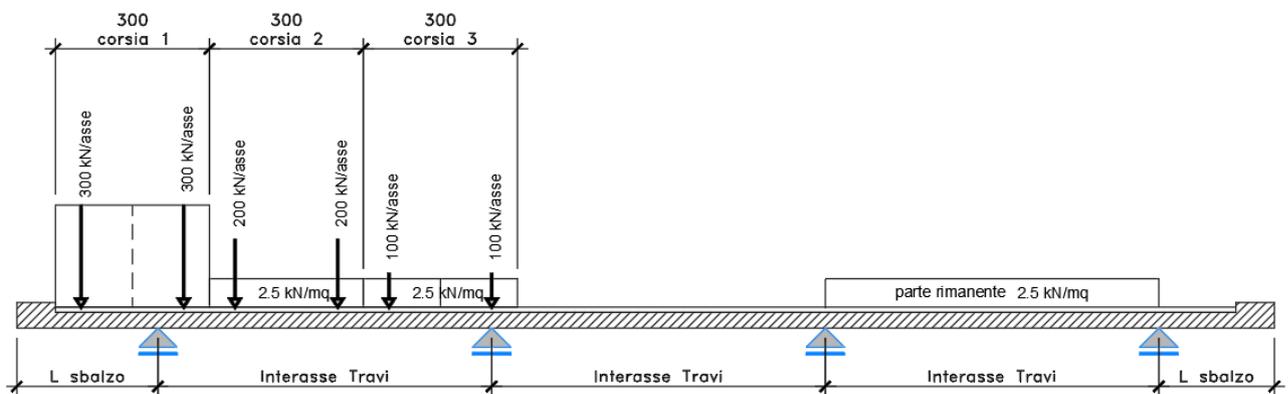
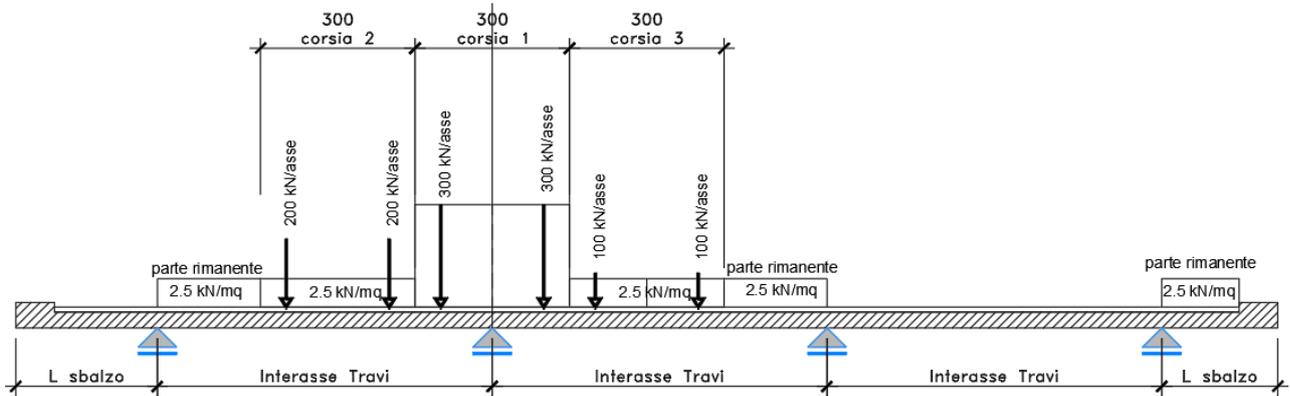


Figura 6.11. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione A

Configurazione di carico B

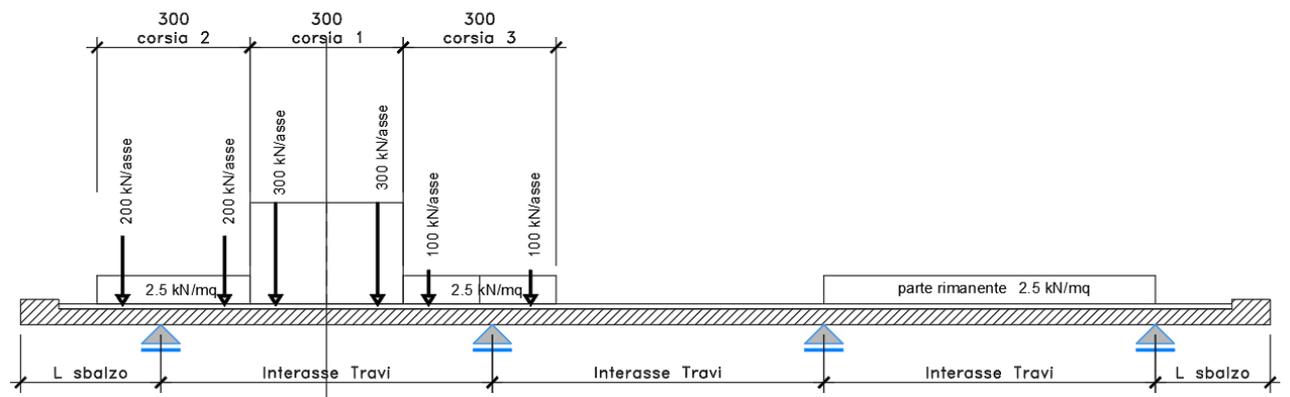
- Condizione Q1CB: Carichi concentrati
- Condizione Q1DB: Carichi distribuiti



*Figura 6.12. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione B*

Configurazione di carico C

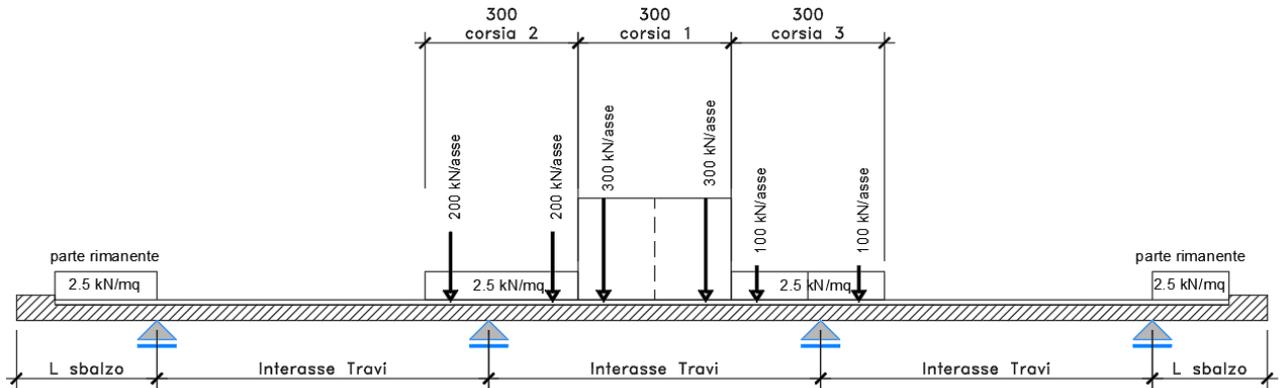
- Condizione Q1CC: Carichi concentrati
- Condizione Q1DC: Carichi distribuiti



*Figura 6.13. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione C*

Configurazione di carico D

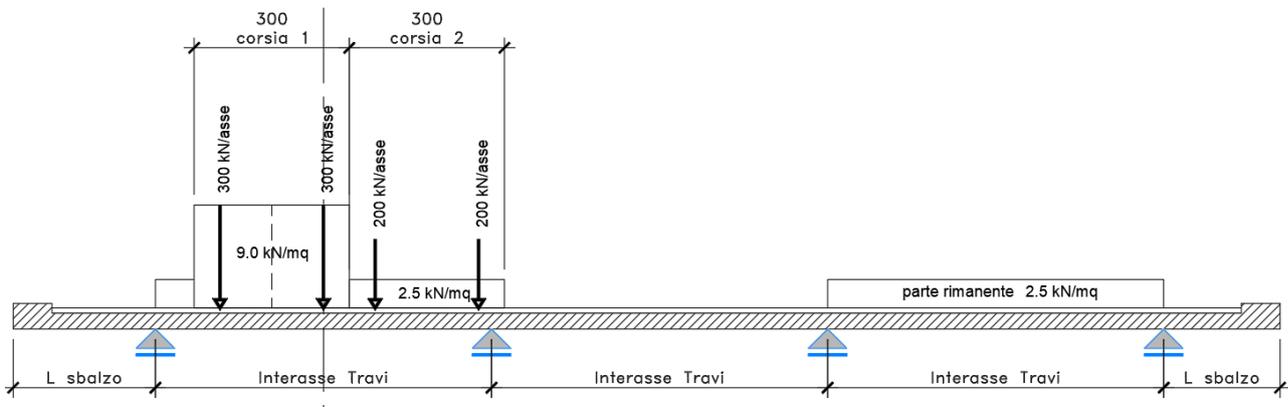
- Condizione Q1CD: Carichi concentrati
- Condizione Q1DD: Carichi distribuiti



*Figura 6.14. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione D*

Configurazione di carico E

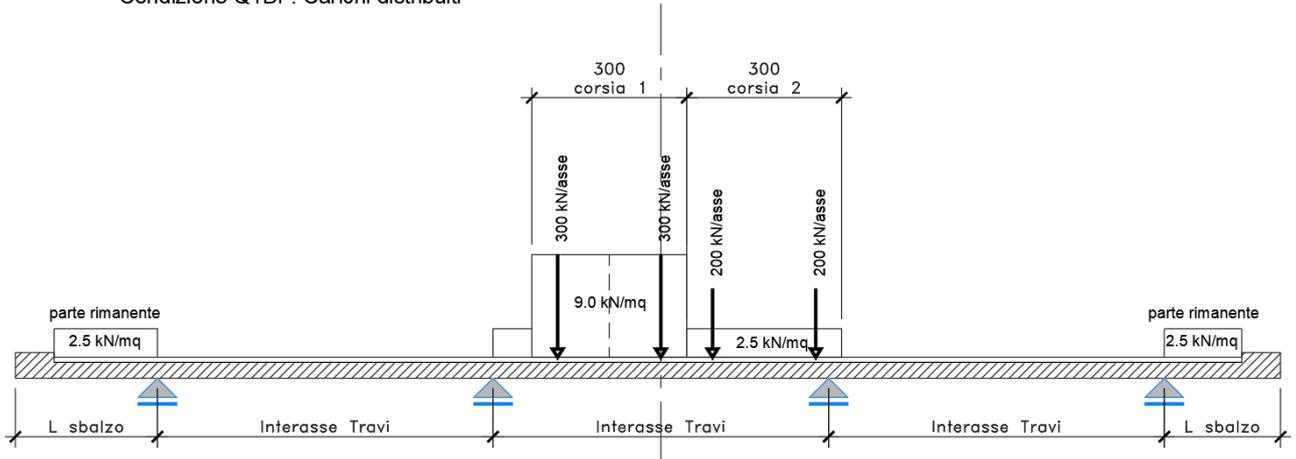
- Condizione Q1CE: Carichi concentrati
- Condizione Q1DE: Carichi distribuiti



*Figura 6.15. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione E*

Configurazione di carico F

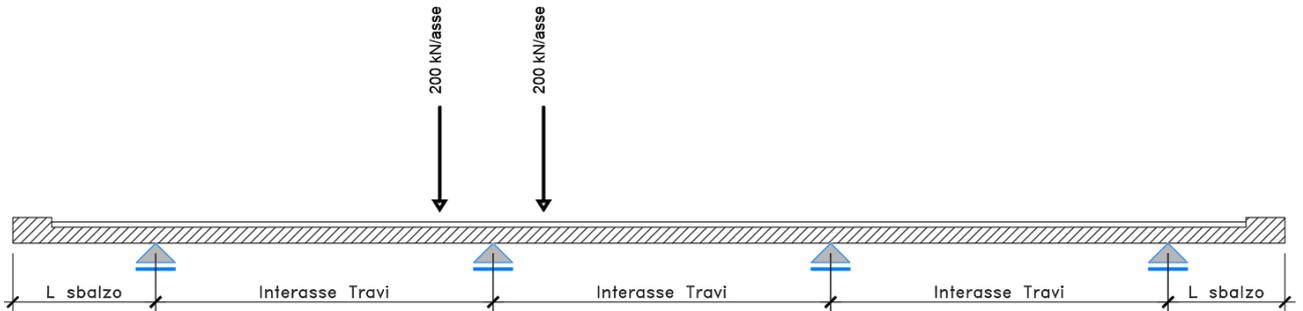
- Condizione Q1CF: Carichi concentrati
- Condizione Q1DF: Carichi distribuiti



*Figura 6.16. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione F*

Configurazione di carico G

- Condizione Q2G: Carichi concentrati



*Figura 6.17. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione G*

Configurazione di carico H

- Condizione Q2H: Carichi concentrati

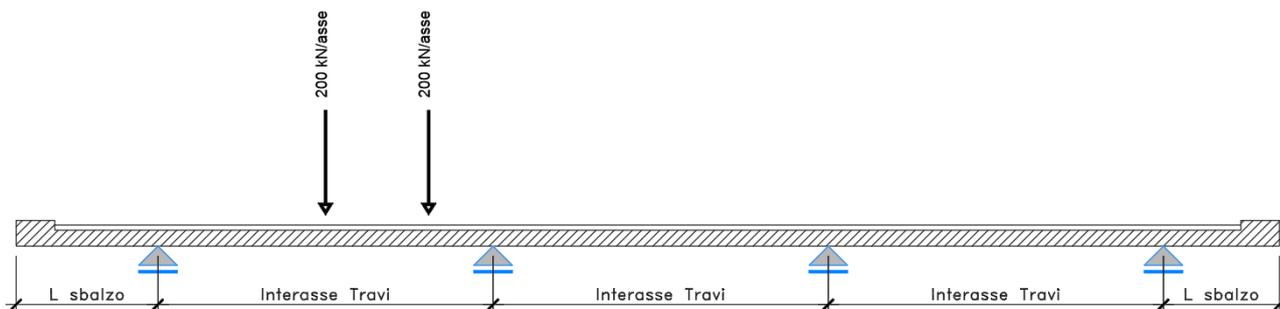


Figura 6.18. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione H

Configurazione di carico I

- Condizione Q2I: Carichi concentrati

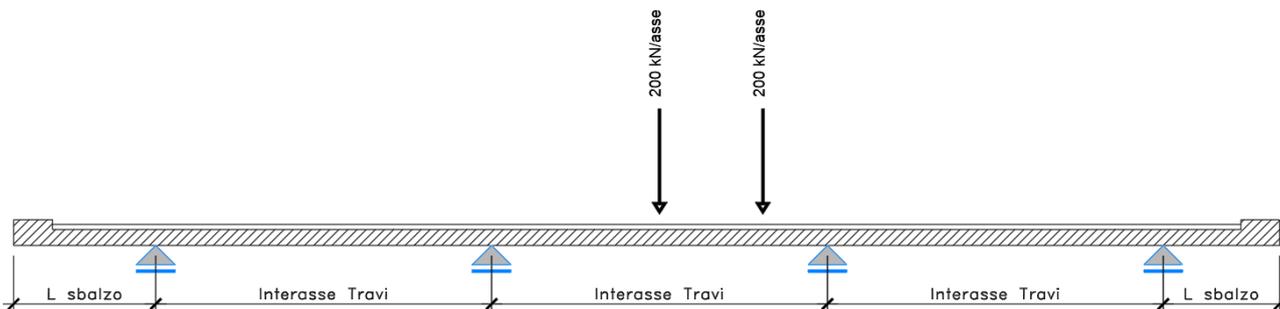


Figura 6.19. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione I

Configurazione di carico L

- Condizione Q2L: Carichi concentrati

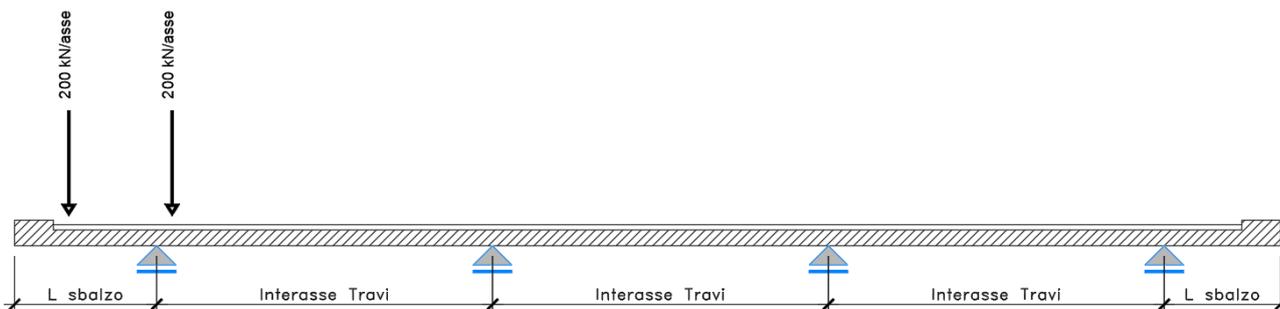


Figura 6.20. Disposizione trasversale dei carichi mobili – Configurazione L

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

E' stata inoltre considerata una condizione di carico eccezionale nella quale alle forze orizzontali d'urto esercitate dal veicolo in svio, esplicitate al par. 5.2.11, agenti alla quota di 1 m sopra il piano stradale (LOAD Q8), è associato un carico verticale isolato costituito dallo Schema di Carico 2, posizionato in adiacenza al sicurvia come prescritto ai paragrafi 5.1.3.10 e 3.6.3.3.2 delle NTC 2018.

### 6.5.2.2 Combinazioni di carico

Sono state considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

ENVEMOB1	che fornisce l'inviluppo di tutte le condizioni di carico relative ai carichi mobili precedentemente definite, prese con coefficienti parziali unitari;
ENVEMOB2	che fornisce l'inviluppo di tutte le condizioni di carico relative ai carichi mobili precedentemente definite, prese con coefficienti parziali pari a 0.75 per i carichi concentrati e a 0.40 per i carichi distribuiti.

#### Combinazioni per verifiche SLU:

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

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

- ENVESLU;

#### Combinazioni per verifiche SLE-RARA:

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

#### Combinazioni per verifiche SLE-FREQUENTE:

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

#### Combinazioni per verifiche SLE-QUASI PERMANENTE:

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

### 6.5.2.3 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche di resistenza e fessurazione

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

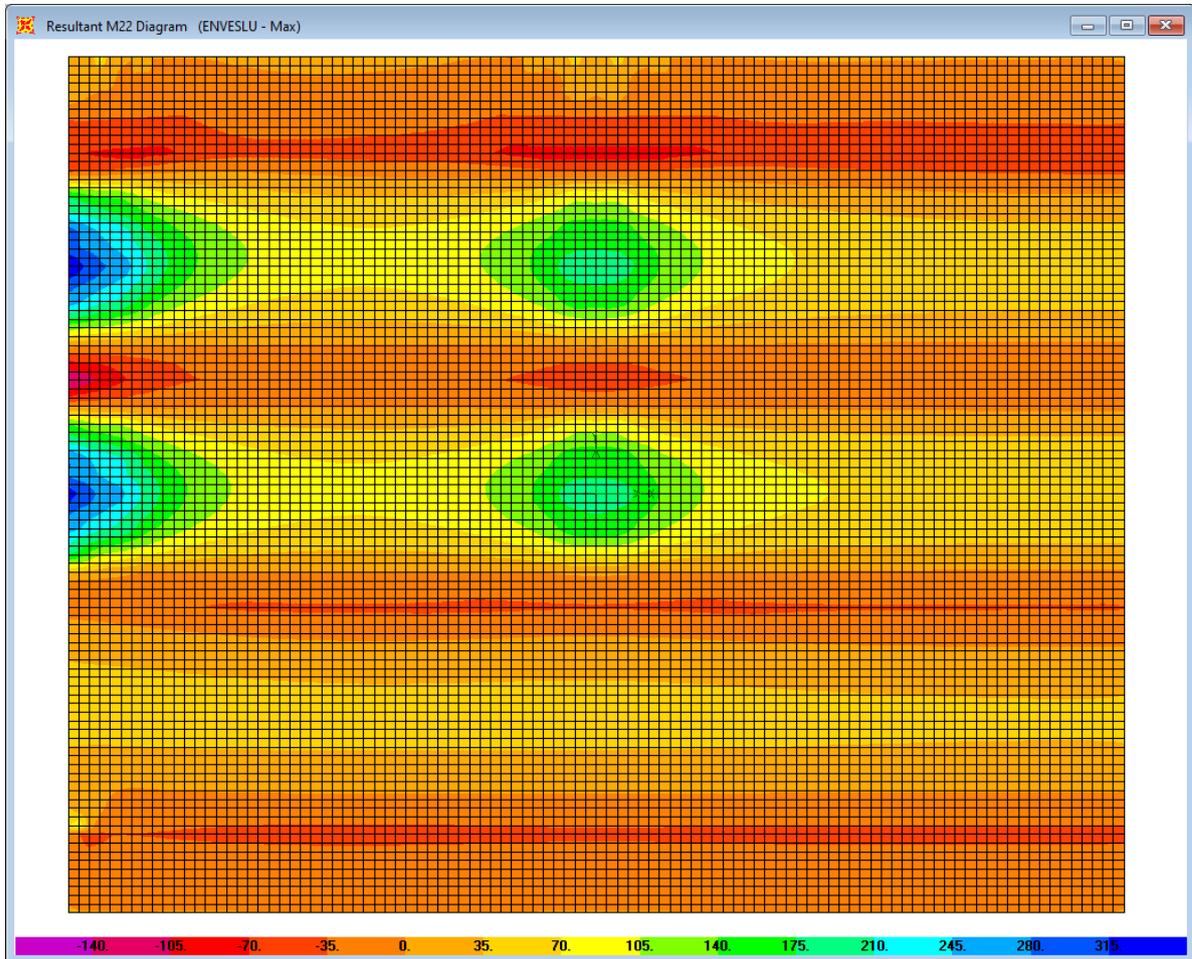


Figura 6.21. Combinazione ENVESLU – M22 max

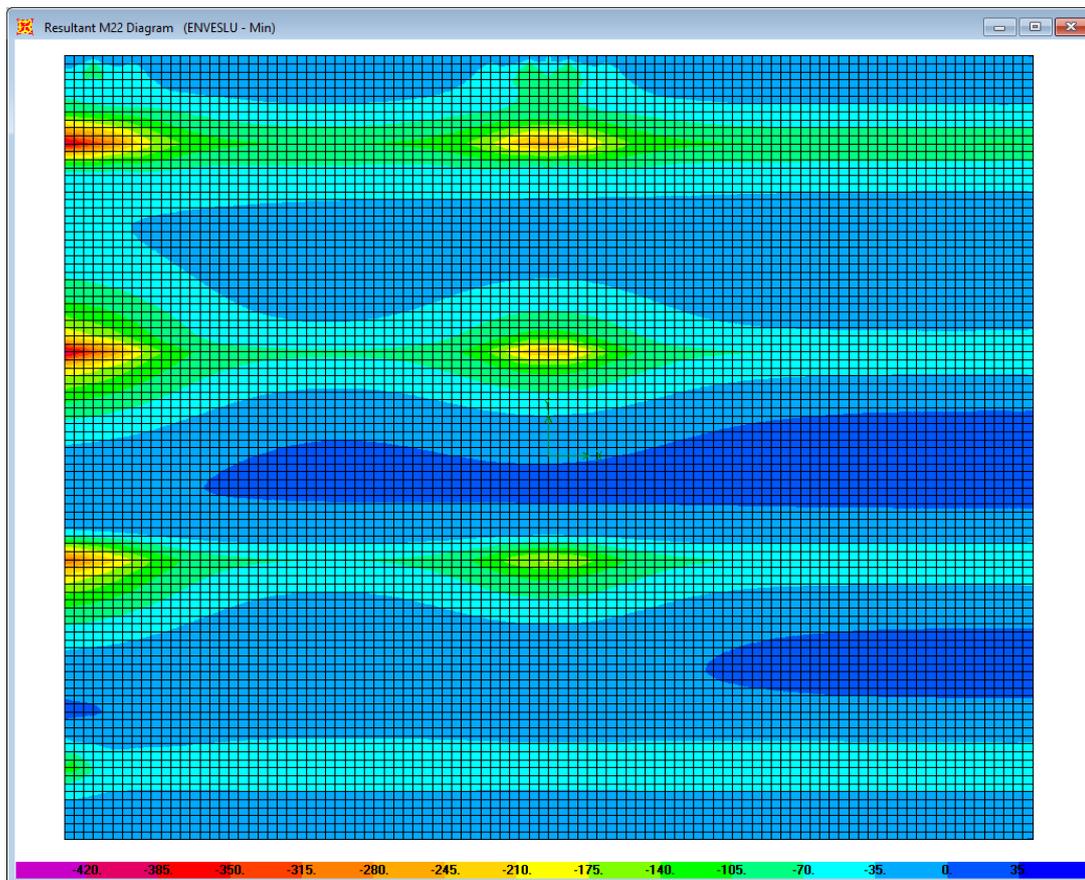


Figura 6.22. Combinazione ENVESLU – M22 min

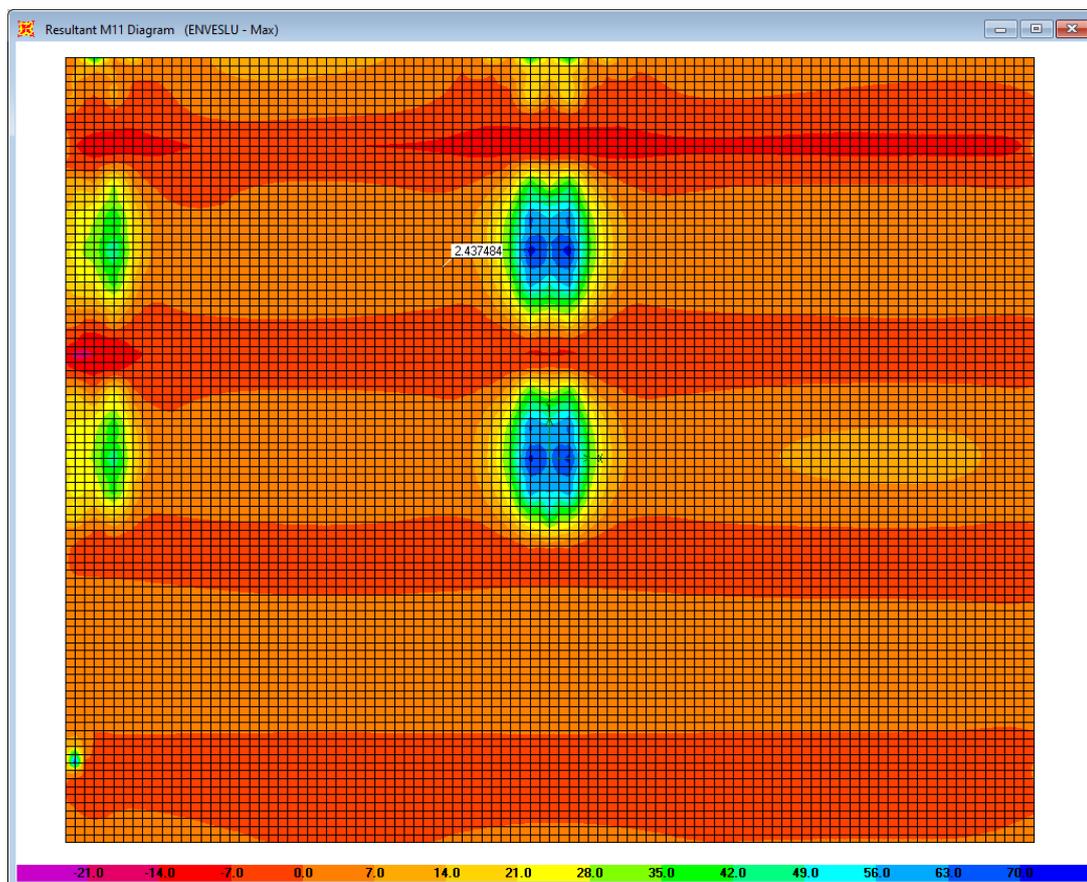


Figura 6.23. Combinazione ENVESLU – M11 max

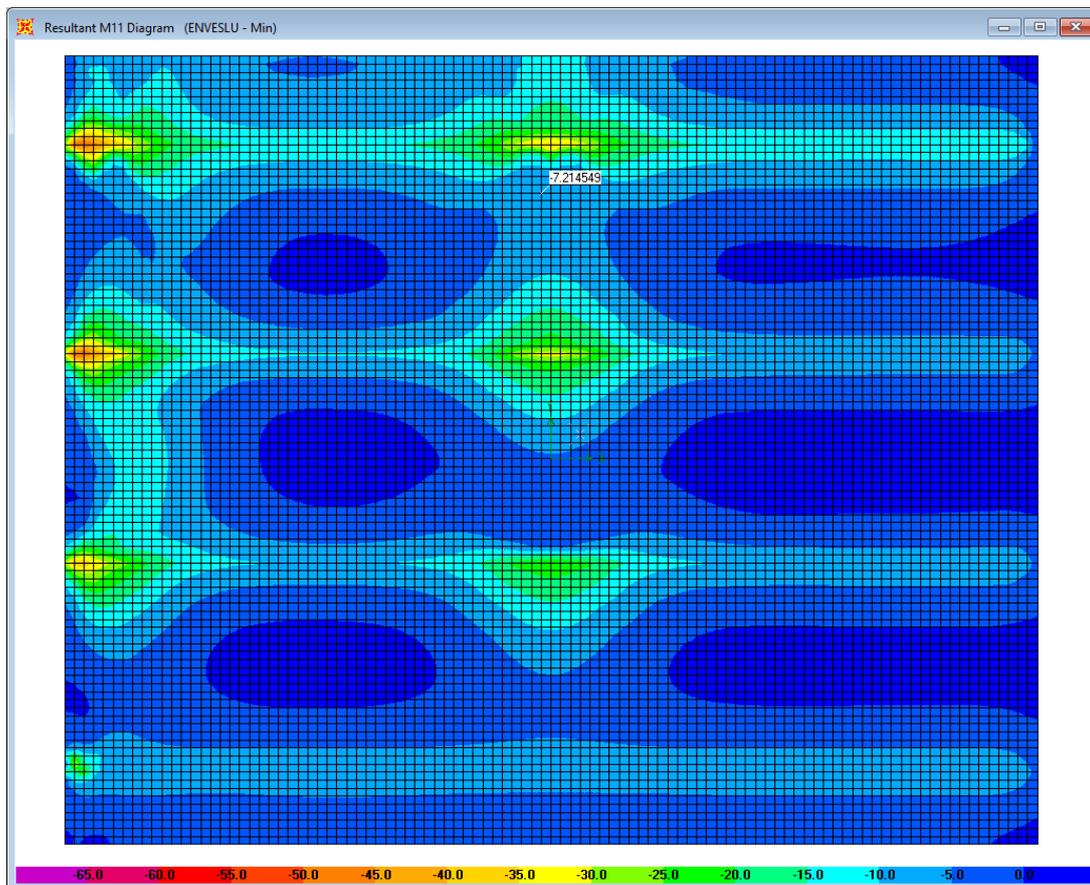


Figura 6.24. Combinazione ENVESLU – M11 min

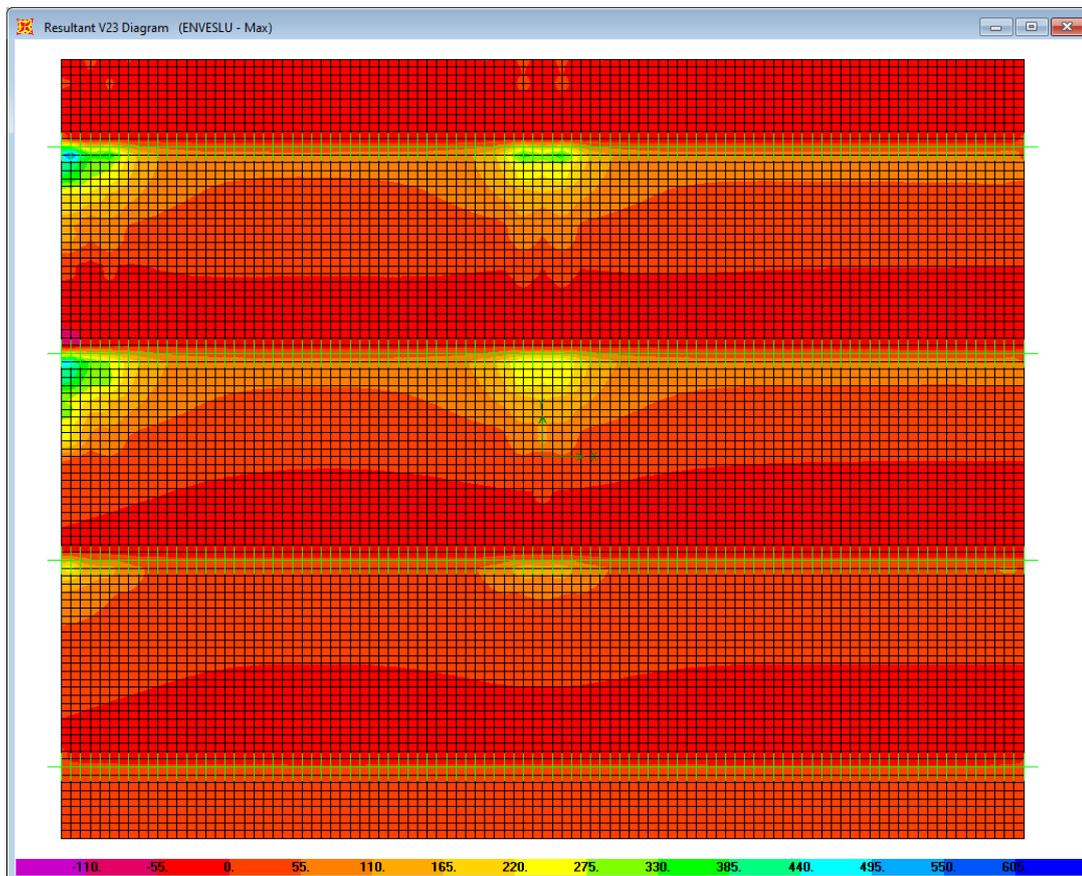


Figura 6.25. Combinazione ENVESLU – V23 max

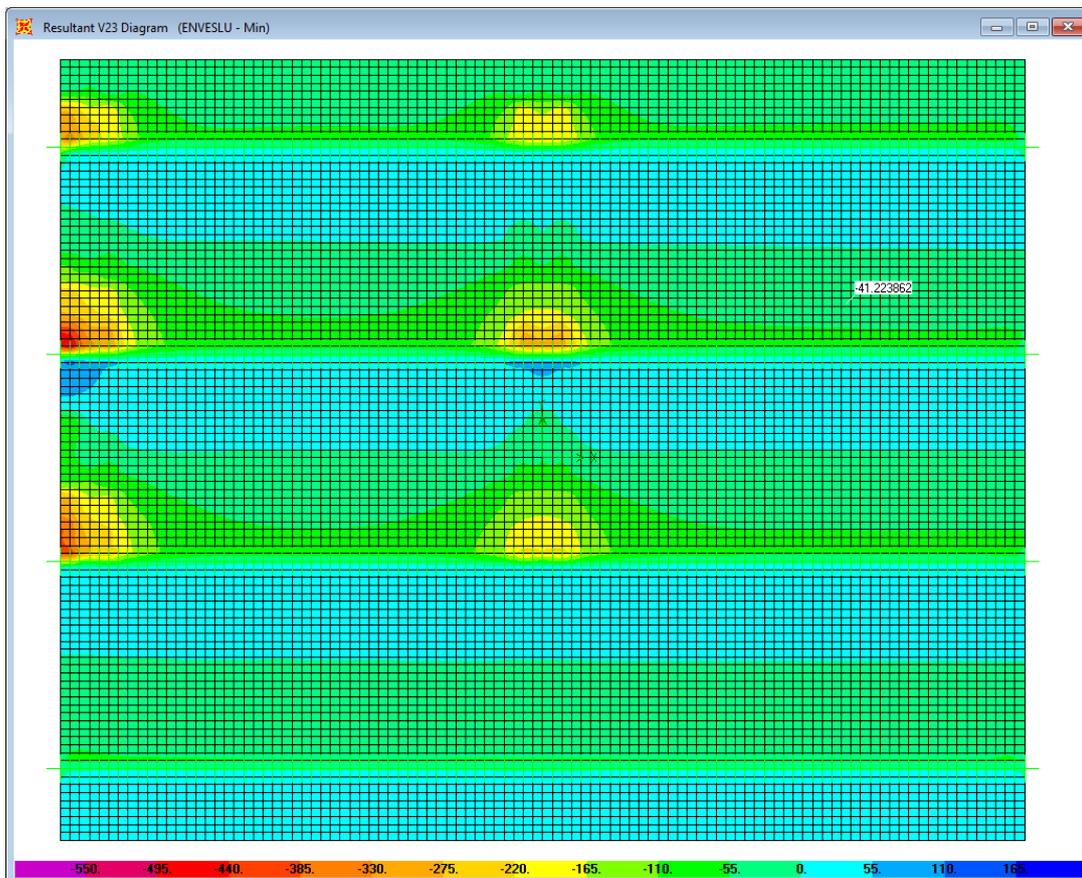


Figura 6.26. Combinazione ENVESLU – V23 min

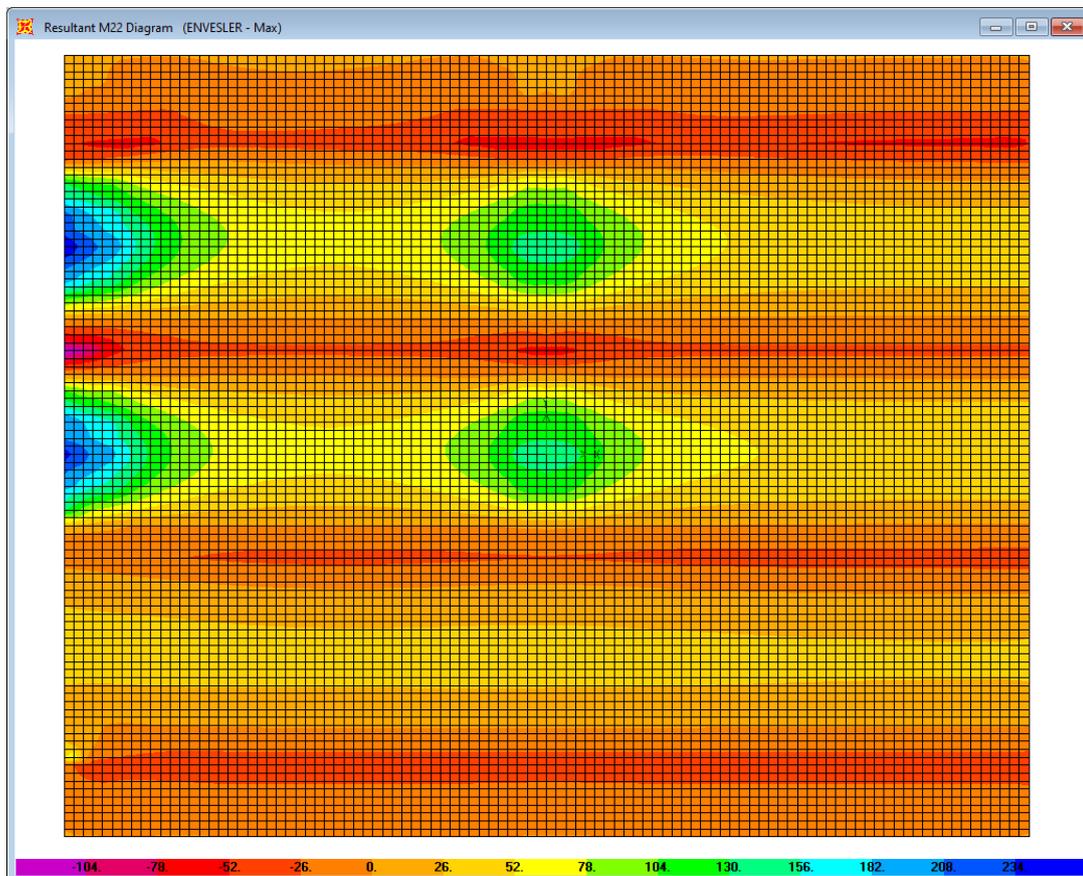


Figura 6.27. Combinazione ENVESLER – M22 max

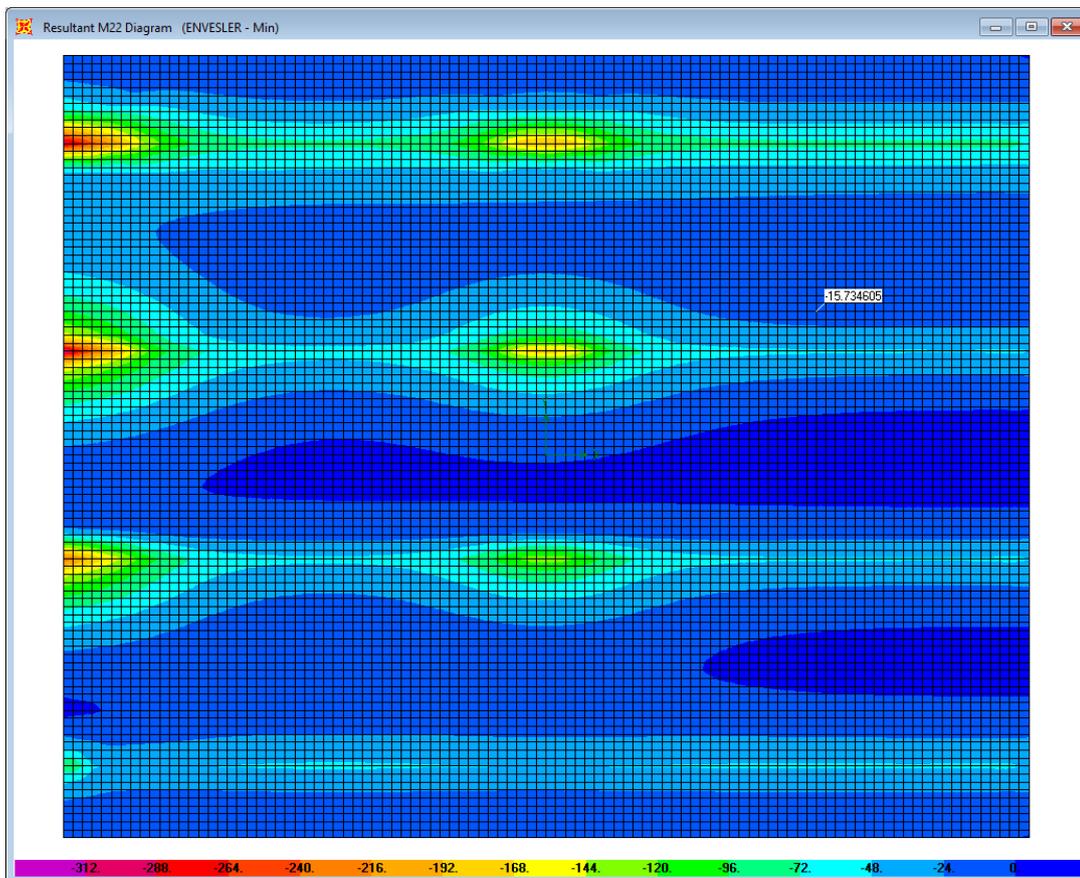


Figura 6.28. Combinazione ENVESLER – M22 min

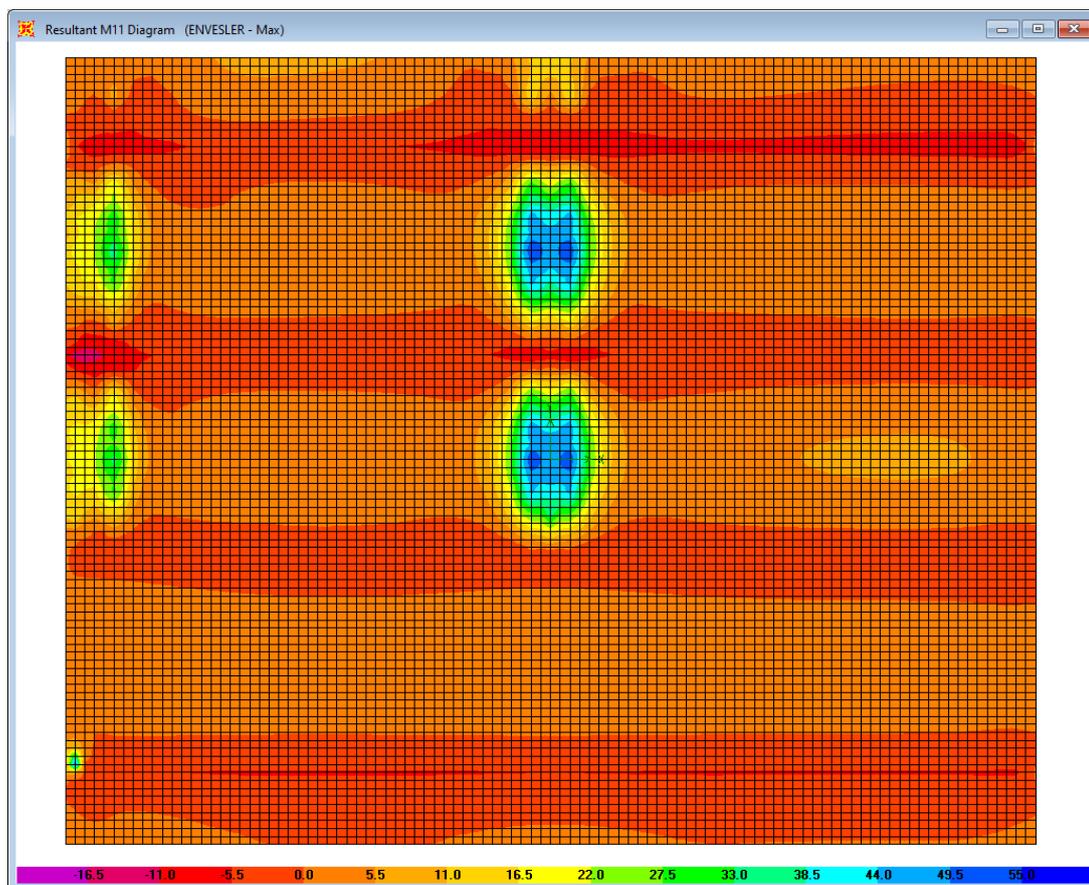


Figura 6.29. Combinazione ENVESLER – M11 max

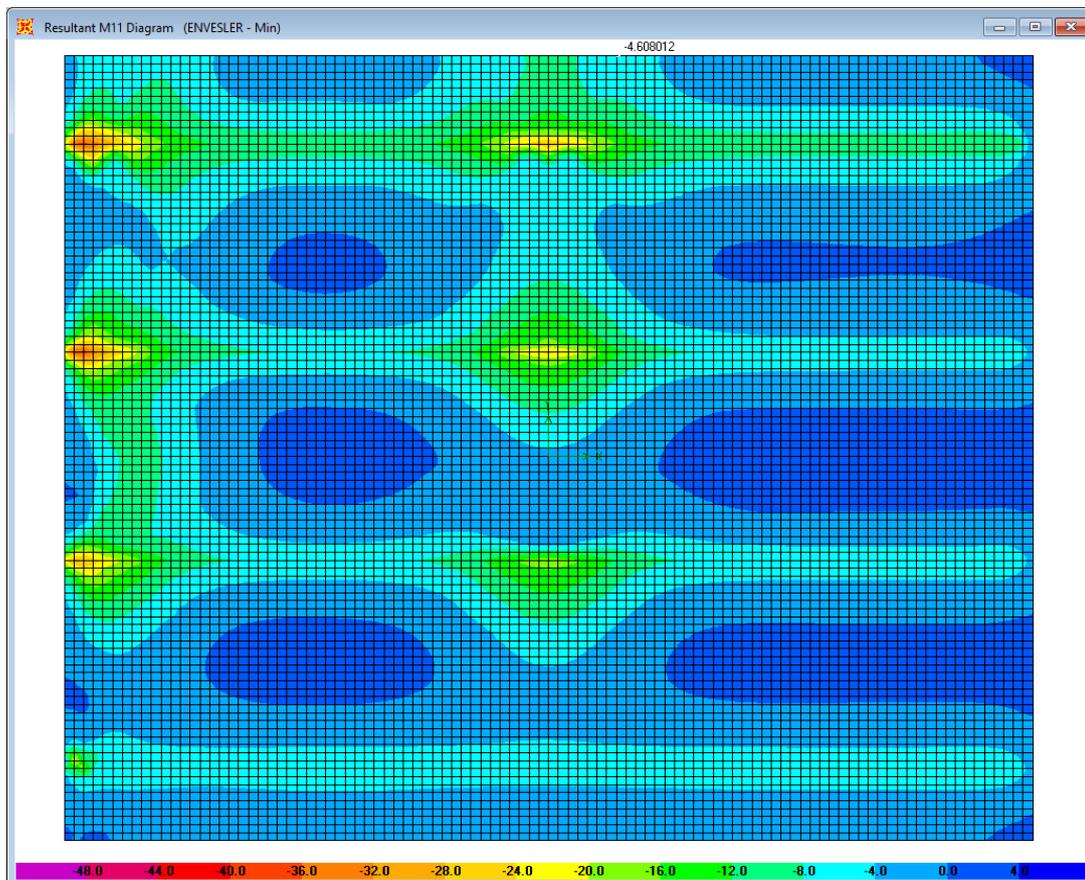


Figura 6.30. Combinazione ENVESLER – M11 min

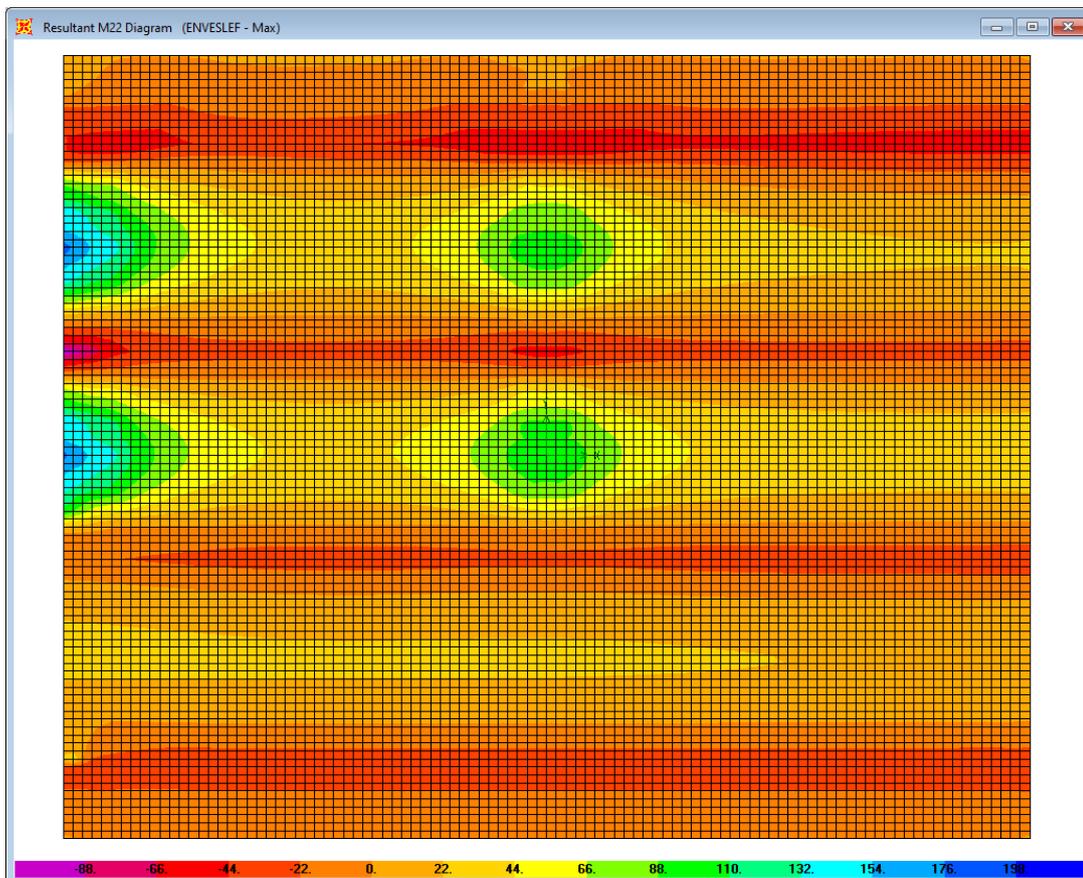


Figura 6.31. Combinazione ENVESLEF – M22 max

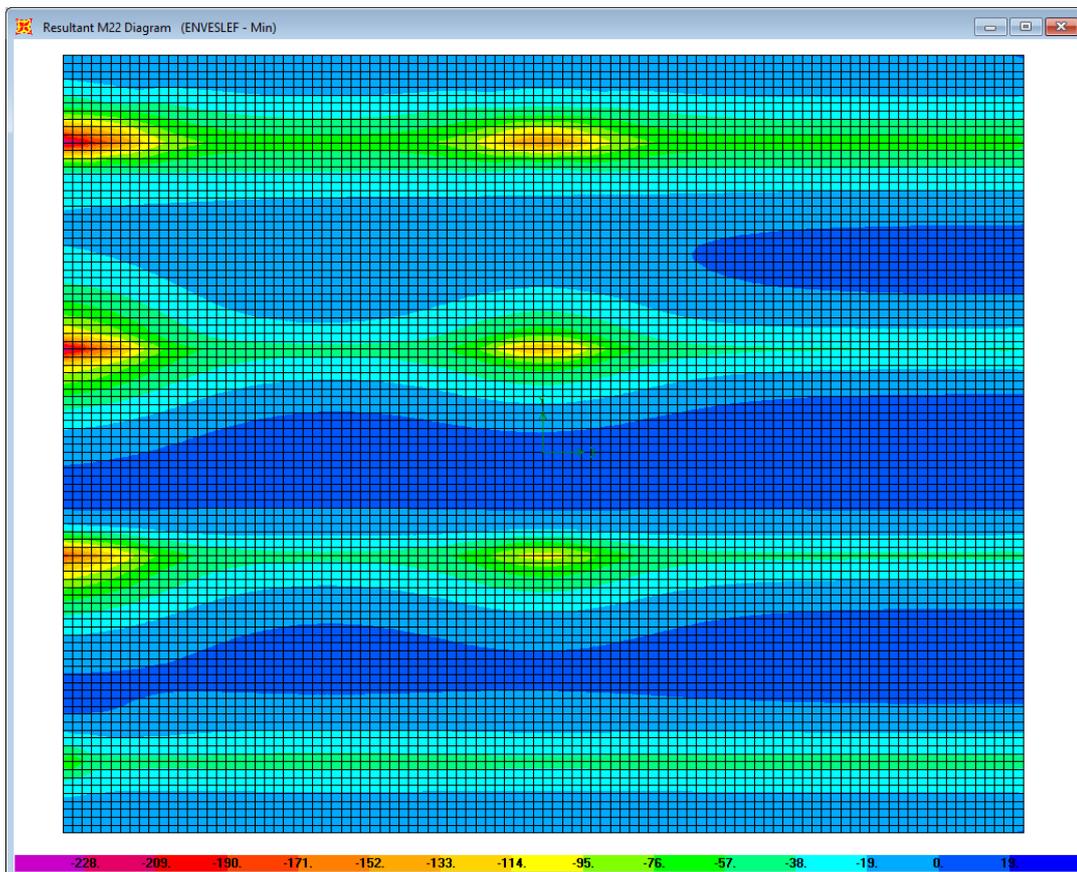


Figura 6.32. Combinazione ENVESLEF – M22 min

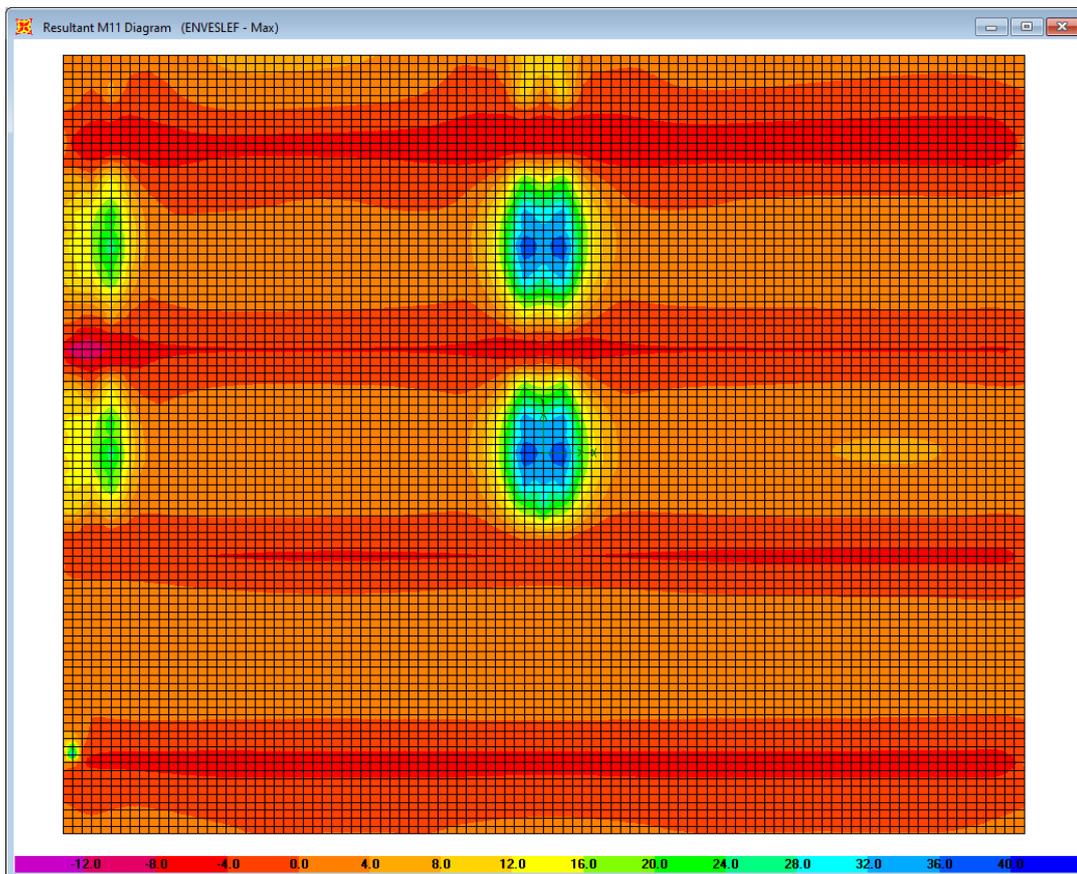


Figura 6.333. Combinazione ENVESLEF – M11 max

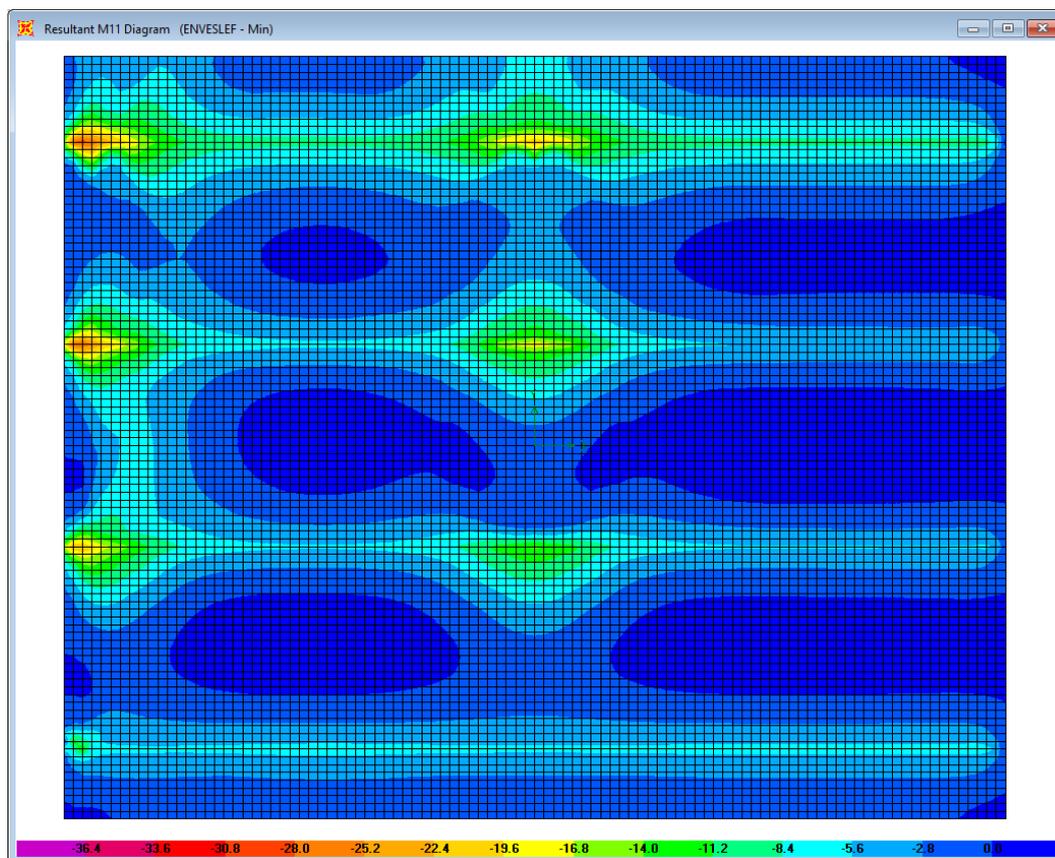


Figura 6.34. Combinazione ENVESLEF – M11 min

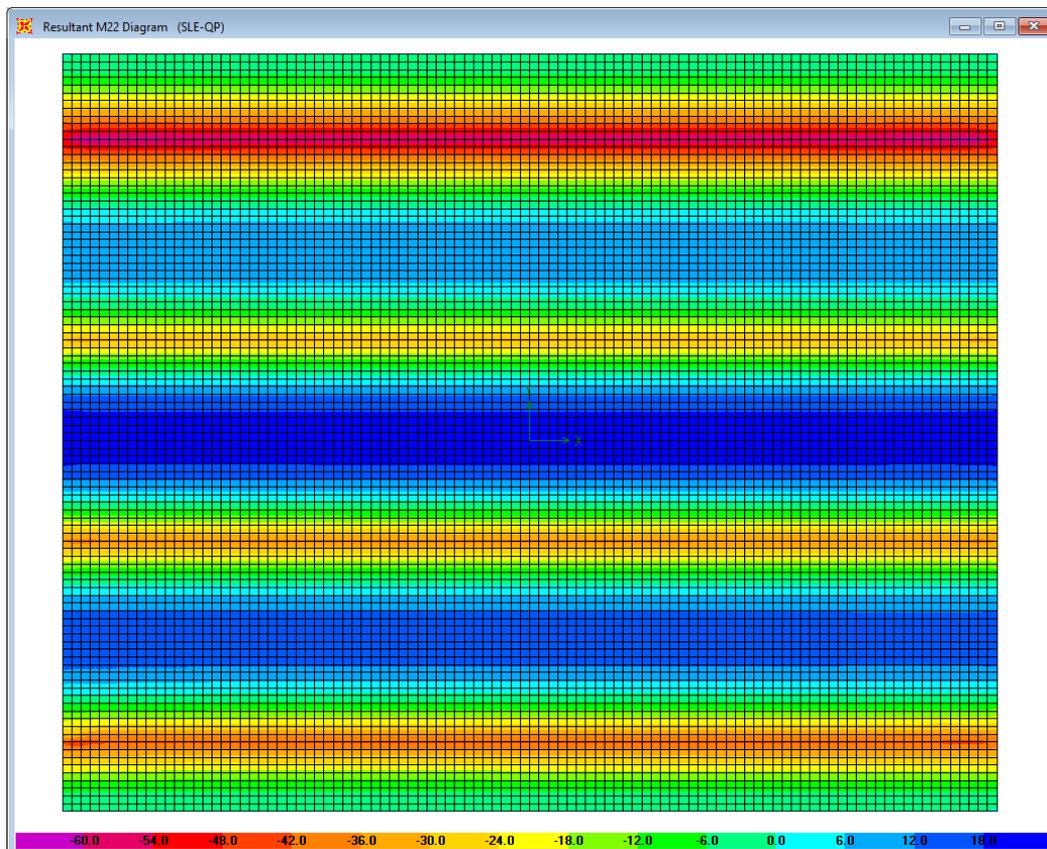


Figura 6.35. Combinazione SLE-QP – M22

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

**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	200	-267	75	-38	356	344	-415	45	-69	647
Verifiche SLE-RARA	145	-198	55	-28		255	-295	33	-51	
Verifiche SLE-FR	105	-157	41	-22		184	-241	25	-39	
Verifiche SLE-QP	23	-64	0.0	0.0		22	-61	0	0	

**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	480	-641			854	826	-996			1553
Verifiche SLE-RARA	348	-475				612	-708			
Verifiche SLE-FR	252	-377				442	-578			
Verifiche SLE-QP	55	-154				53	-146			

**6.5.2.4 Verifiche di resistenza e fessurazione**

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

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

**Sezione corrente – 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.

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

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C35/45

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

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-110.0	5.5	20

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

2	110.0	5.5	20
3	-110.0	23.0	20
4	110.0	23.0	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	480.00	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	348.00	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	252.00 (158.87)	0.00 (0.00)

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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	55.00 (158.87)	0.00 (0.00)

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.5 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	480.00	0.00	0.00	636.80	0.00	1.33	72.3(10.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.300	-120.0	31.0	-0.00016	-110.0	23.0	-0.00815	-110.0	5.5

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000456939	-0.010665098	0.300	0.815

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

		Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre							As eff.
		As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure							
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	
1	S	11.16	-120.0	31.0	-224.8	100.0	5.5	1560	72.3	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	8.08	-120.0	31.0	-162.8	100.0	5.5	1560	72.3

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$											
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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]											
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]											
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00107	0	0.500	20.0	45	0.00052 (0.00047)		226	0.118 (0.30)	158.87	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.76	-120.0	31.0	-35.5	100.0	5.5	1560	72.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm		sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00023	0	0.500	20.0	45	0.00010 (0.00010)		226	0.023 (0.20)	158.87	0.00

### Sezione corrente – Sbalzo – Verifiche in direzione trasversale (M22-)

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

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

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C35/45

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

#### DATI BARRE ISOLATE

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

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-641.00	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	-475.00	0.00

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

### 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	-377.00 (-154.91)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-154.00 (-154.91)	0.00 (0.00)

### RISULTATI DEL CALCOLO

#### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-641.00	0.00	0.00	-701.35	0.49	1.09	92.0(11.0)

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

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.				
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000509	-0.000458080	0.003438866	0.328	0.851

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata								
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]								
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)								
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]								
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)								
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre								
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure								
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	16.15	120.0	0.0	-272.4	-115.0	23.0	2040	92.0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.82	120.0	0.0	-216.2	-115.0	23.0	2040	92.0

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$											
e1	Esito della verifica											
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata											
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]											
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]											
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]											
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali											
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali											
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace 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 = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi											
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00170	0	0.500	22.2	40	0.00077 (0.00062)	220	0.169 (0.30)	-154.91	0.00	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.24	120.0	0.0	-88.3	-115.0	23.0	2040	92.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

1 S -0.00070 0 0.500 22.2 40 0.00025 (0.00025) 220 0.055 (0.20) -154.91 0.00

### Sezione corrente – Verifiche in direzione longitudinale (M11+)

Si considera una sezione di larghezza unitaria.

L'altezza della sezione di verifica è pari a 28 cm, ovvero ci si riferisce al giunto tra due predelle successive in cui ha senso investigare i fenomeni di fessurazione in direzione longitudinale.

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

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

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	28.0
3	50.0	28.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

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

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

1                    0.00                    75.00                    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	55.00	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	41.00 (48.86)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

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

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

Ver                    S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N                    Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx                    Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My                    Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res                    Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Res                    Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Res                    Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic.                    Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
                           Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa                    Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	75.00	0.00	0.00	130.08	0.00	1.73	31.4(4.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

1      0.00350      0.232      -50.0      28.0      -0.00062      -40.0      22.0      -0.01161      -40.0      6.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000686605	-0.015724948	0.232	0.730

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.61	-50.0	28.0	-184.1	20.0	6.0	700	15.7

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.93	-50.0	28.0	-137.2	20.0	6.0	700	15.7

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00093	0	0.500	20.0	50	0.00039 (0.00039)	322	0.126 (0.30)	48.86	0.00

In testata, in virtù delle minori larghezze di ripartizione si determinano condizioni di sollecitazioni più gravose. Si prevede una fascia di armatura rinforzata per un'estensione di circa 3 m dai giunti di estremità.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

### 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 23 $\phi$ 20 (nella predalla) +  $\phi$ 20/10 (nel getto in opera).

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

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

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

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	Diam $\phi$ [mm]
1	-110.0	5.5	20
2	110.0	5.5	20
3	-110.0	23.0	20
4	110.0	23.0	20
5	-110.0	8.2	24
6	110.0	8.2	24

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	$\emptyset$
1	1	2	21	20
2	3	4	10	20
3	5	6	21	24

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	826.00	0.00	0.00	0.00

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

#### 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	612.00	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	442.00 (183.34)	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	53.00 (183.34)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	0.5 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]								

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	826.00	0.00	0.00	1205.02	0.00	1.46	176.3(10.0)

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.574	-120.0	31.0	0.00159	-110.0	23.0	-0.00259	-110.0	5.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000239002	-0.003909062	0.574	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 conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	16.87	-120.0	31.0	-211.4	50.0	5.5	1320	72.3

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.18	120.0	31.0	-152.7	20.0	5.5	1320	72.3

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
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
k2	= 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]
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
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 = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

1 S -0.00107 0 0.500 20.0 45 0.00050 (0.00044) 215 0.108 (0.30) 183.34 0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.46	-120.0	31.0	-18.3	100.0	5.5	1320	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	-0.00013	0	0.500	20.0	45	0.00005 (0.00005)	215	0.011 (0.20)	183.34	0.00

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

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

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

L'armatura in zona tesa è costituita da  $\phi 20/20 + 2\phi 24/20$  accoppiati

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

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

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C35/45

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

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-110.0	5.5	20
2	110.0	5.5	20
3	-115.0	23.0	20
4	105.0	23.0	20
5	-105.0	23.0	37
6	115.0	23.0	37

#### 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
--------	--------------	--------------	---------	---

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

1	1	2	9	20
2	3	4	10	20
3	5	6	10	37

#### 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	-996.00	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	-708.00	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	-578.00 (-172.95)	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	-146.00 (-172.95)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-996.00	0.00	0.00	-1135.68	-2.39	1.14	166.7(11.1)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.587	120.0	0.0	0.00216	110.0	5.5	-0.00246	-115.0	23.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000001775	-0.000241023	0.003287034	0.587	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 conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	20.87	120.0	0.0	-236.5	-115.0	23.0	2182	166.7

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	17.04	120.0	0.0	-193.1	-115.0	23.0	2182	166.7

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00165	0	0.500	31.0	40	0.00074 (0.00055)	205	0.152 (0.30)	-172.95	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.30	120.0	0.0	-48.8	-115.0	23.0	2182	166.7

#### 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	-0.00042	0	0.500	31.0	40	0.00014 (0.00014)	205	0.029 (0.20)	-172.95	0.00

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

Si considera una sezione di larghezza unitaria.

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

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

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

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

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	24.0
3	50.0	24.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-69.00	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	-51.00	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	-39.00 (-38.26)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	1.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	14.0 cm

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
<b>PA-712</b>	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-69.00	0.00	0.00	-102.15	0.00	1.48	15.7(3.2)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.137	-50.0	0.0	0.00066	-40.0	2.0	-0.02209	40.0	18.0

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.001421929	0.003500000	0.137	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.91	-50.0	0.0	-203.1	20.0	18.0	650	15.7

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.28	-50.0	0.0	-155.3	20.0	18.0	650	15.7

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
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 $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot s_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $s_r \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00111	0	0.500	20.0	50	0.00044 (0.00044)	311	0.138 (0.30)	-38.26	0.00

### Verifiche a taglio in direzione trasversale (V23)

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

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

La resistenza a taglio risulta pari a:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

## VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Dati	Var	unità	
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	35
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		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
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>			
Altezza	H	m	0.31
Larghezza	B	m	2.40
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	0.74
Larghezza anima	bw	m	2.40
copriferro	c	m	0.082
altezza utile della sezione	d	m	0.23
<b>Compressione agente nella sezione</b>			
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>			
<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	3255.8
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
diametro staffe	fsw	mm	10
passo staffe	scp	m	0.10
numero di bracci	nb		12
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	942
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	60
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	20.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	2103.7
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	1976.8
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1976.8</b>
<b>Azione di calcolo</b>	<b>V</b>	<b>kN</b>	<b>1553.0</b>

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

## 7 ANALISI E VERIFICA DELLE SPALLE

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

I tabulati di calcolo sono riportati in allegato.

Le analisi fanno riferimento alla Spalla A che risulta maggiormente sollecitata rispetto alla Spalla B in quanto ha un'altezza del paramento frontale maggiore. I risultati ottenuti per la SPA si estendono anche alla SPB.

### 7.1 Azioni trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture

Le azioni verticali trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture per effetto dei carichi verticali relativi al peso proprio, ai permanenti portati ed ai carichi mobili, sono state determinate attraverso i modelli di calcolo dell'impalcato.

Anche le azioni orizzontali trasmesse dall'impalcato alle sottostrutture per effetto delle azioni del vento, sono state determinate secondo il medesimo criterio precedentemente descritto.

Infine gli effetti della frenatura si distribuiscono in maniera uguale su entrambe le spalle.

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

### 7.2 Analisi in fase sismica

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

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

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

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

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

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

Nel caso in esame si ha:

PA-712

**Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX**

Viadotto/Ponte Carreggiata			PO SV02 IMPALCATO SX
Dati impalcato			Analisi SLV
Lunghezza dell'impalcato	Limp	[m]	31.5
Peso dell'impalcato al metro lineare	Pv	[kN]	265.0
Peso complessivo dell'impalcato	Pv	[kN]	8347.3
Massa dell'impalcato	M	[kN / (m/sec <sup>2</sup> )]	850.9
Dati Sistema di isolamento			
Fattore di smorzamento viscoso	ζ	[%]	10%
Fattore η	η	[-]	0.82
Isolatori tipo 1 - Spalle	Tipiso_1	[-]	SI-N450/200
Numero isolatori tipo 1	niso_1	[-]	8
Rigidezza isolatori tipo 1	Kh iso_1	[kN/m]	1250
Rigidezza equivalente	Kh tot	[kN/m]	10000
Periodo equivalente della struttura isolata	T <sub>is</sub>	[sec]	1.83
Dati Sisma			SLV
Accelerazione al suolo	a <sub>g</sub>	[g]	0.290
Parametro F <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	[-]	2.508
Tempo T <sup>*</sup> <sub>C</sub>	T <sup>*</sup> <sub>C</sub>	[sec]	0.408
accelerazione al suolo	a <sub>g</sub>	[m/sec <sup>2</sup> ]	2.84
Categoria di Sottosuolo	Cat_S	[-]	B
Parametro S <sub>S</sub>	S <sub>S</sub>	[-]	1.11
Parametro C <sub>C</sub>	C <sub>C</sub>	[-]	1.32
Categoria topografica	Cat_T	[-]	T1
Parametro S <sub>T</sub>	S <sub>T</sub>	[-]	1.00
Parametro S	S	[-]	1.11
Periodo T <sub>B</sub>	T <sub>B</sub>	[sec]	0.179
Periodo T <sub>C</sub>	T <sub>C</sub>	[sec]	0.537
Periodo T <sub>D</sub>	T <sub>D</sub>	[sec]	2.760
Accelerazione spettrale per T=T <sub>B</sub>	a <sub>g</sub> S η F <sub>0</sub>	Se(T <sub>B</sub> )	[m/sec <sup>2</sup> ] 6.46
Accelerazione spettrale per T=T <sub>C</sub>	a <sub>g</sub> S η F <sub>0</sub>	Se(T <sub>C</sub> )	[m/sec <sup>2</sup> ] 6.46
Accelerazione spettrale per T=T <sub>D</sub>	a <sub>g</sub> S η 2.5 T <sub>C</sub> /T <sub>D</sub>	Se(T <sub>D</sub> )	[m/sec <sup>2</sup> ] 1.26

<b>Risultati</b>			
accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$S_e(T_{is})$	[m/sec <sup>2</sup> ]	<b>1.89</b>
Forza complessiva trasmessa alle sottostrutture	$F_{sis}$	[kN]	<b>1611</b>
Rapporto tra Forza orizzontale e peso dell'impalcato	$F_{sis}/P_{imp}$	[%]	19%
spostamento del centro di rigidità	$d_{dc}$	[m]	0.161
Distanza massima da asse sistema isolamento	$L_{max}$	[m]	<b>15.00</b>
Coefficiente di dilatazione termica impalcato	$\alpha$		1.00E-05
Variazione termica di progetto per appoggi - allungamento	$\Delta T+$	[°]	<b>49.6</b>
Variazione termica di progetto per appoggi - contrazione	$\Delta T-$	[°]	<b>37.0</b>
Allungamento per dilatazione termica positiva	$d_{\Delta T+}$	[m]	0.007
Contrazione per dilatazione termica negativa	$d_{\Delta T-}$	[m]	-0.006
deformazione totale finale per ritiro			<b>0.00027</b>
Area soletta soggetta a ritiro			<b>4.548</b>
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (ritiro)	$\eta_{rit}$		<b>15.1</b>
Area sezione resistente omogeneizzata all'acciaio			<b>0.611</b>
Contrazione complessiva per ritiro del cls			-0.00013
Contrazione per ritiro	$d_{cr}$	[m]	-0.002
spost. di progetto iso: $d_{Ed} = d_{dc} + \max[\alpha(d_{cr} + 0.5d_{\Delta T-}); 0.5d_{\Delta T+}]$	$d_{Ed}$	m	<b>0.166</b>
Azioni trasmesse agli isolatori di tipo 1	$F_{sis\_1}$	kN	<b>201.3</b>

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

Spalle:  $F_h = 201.3 \times 2 = 402.6$  kN

### 7.3 Analisi della palificata

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

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

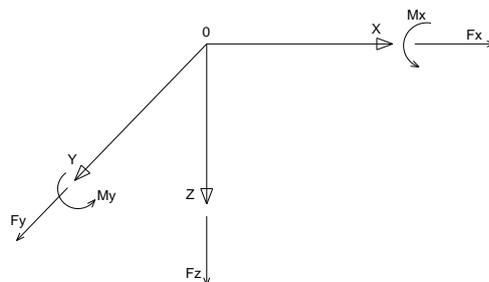


Figura 7.1. Sistema di riferimento

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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 valutati 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:

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

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

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

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

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 micropalo iesimo;

$n_p$  numero di micropali della palificata;

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

Come indicato al paragrafo 7.9.2 delle NTC2018 ai soli fini del progetto dei pali di fondazione, è possibile considerare una limitata capacità dissipativa, dividendo per 1.5 le sollecitazioni sismiche sui pali derivanti dall'analisi strutturale.

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

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	718	529	718	392	369	309
Azione assiale minima	Nmin	-127	190	-127	141	150	170
Azione trasversale massima	Vmax	155	108	155	80	76	67

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

#### 7.4 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:

$$E_s = 1.5 k_h d;$$

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

Nel caso in esame, si assume un modulo di elasticità del terreno pari a 30 MPa, pertanto si ottiene:

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

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	$E_c$	Mpa	32308
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	$E_a$	Mpa	210000
Modulo di elasticità del terreno	$E_t$	Mpa	30.000
Modulo di Poisson del terreno	$\nu$		0.30
Diametro del palo	$D_p$	m	0.30
Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	$D_a$	m	0.1937
Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	$t_a$	m	0.0160
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	$I_c$	m <sup>4</sup>	0.0004
Momento d'inerzia della sezione tubolare in acciaio	$I_a$	m <sup>4</sup>	0.0000
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	$I_p$	m <sup>4</sup>	<b>0.0006</b>
$K_t$ Costante di reazione orizzontale (Vesic)	$k_t$	kN/mc	<b>99273</b>
Lunghezza libera d'inflessione	$L_0$	m	<b>1.14</b>

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

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	$N_{\max}$	kN	529	718	392	369	309
Sforzo normale minimo	$N_{\min}$	kN	190	-127	141	150	170
Momento flettente massimo	$M_{\max\_1a}$	kNm	<b>62</b>	<b>59</b>	<b>46</b>	<b>44</b>	<b>38</b>
Momento AMPLIFICATO DEL 10%	$M_{\max\_1a}$	kNm	<b>68</b>	<b>65</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>42</b>
Sforzo di taglio massimo	$V_{\max\_1a}$	kN	<b>108</b>	<b>103</b>	<b>80</b>	<b>76</b>	<b>67</b>

#### 7.5 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:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

- tubi  $\phi 193.7$  di spessore 16.0 mm per i 4.0 m superiori, tubi  $\phi 193.7$  di spessore 10 mm per la parte restante.

### 7.5.1 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 indisturbato con o senza falda** e vita nominale pari a 100 anni.

**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;

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

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

$$A_v = 2 A / \pi$$

Dove:

A è l'area lorda della sezione del profilo.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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:

$M_{Ed}$  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):

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

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:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

Dati acciaio	var	unità	Spalle SX
Tensione caratteristica di snervamento acciaio	fyk	Mpa	355
modulo elastico acciaio	E	MPa	210000
fattore epsilon	ε		0.814
Coefficiente di sicurezza per resistenza all'instabilità	γ <sub>M0</sub>		1.05

Caratteristiche geometriche della sezione	var	unità	
Diametro esterno del tubo	De	mm	193.7
spessore del tubo	sf	mm	16.0
riduzione di spessore di progetto	srid	mm	1.2
Diametro del tubo "efficace"	De	mm	191.3
spessore del tubo "efficace"	sf	mm	14.8
Classe della sezione compressa	Cl		1
Area lorda della sezione	A	mm <sup>2</sup>	8206
Area resistente a taglio	Av	mm <sup>2</sup>	5224
Momento d'inerzia	I	mm <sup>4</sup>	32180937
Modulo di resistenza elastico	We	mm <sup>3</sup>	336445
Modulo di resistenza plastico	Wp	mm <sup>3</sup>	462134
Modulo di resistenza torsionale	WT	mm <sup>3</sup>	724221

Caratteristiche della sollecitazione	var	unità	
Sforzo di taglio di calcolo	VEd	kN	108.0
Sollecitazione torcente di progetto	TEd	kNm	0.0
Forza di compressione di calcolo (pos. Se di compressione)	NEd	kN	718.0
Momento flettente di calcolo	MEd	kNm	68.0

#### VERIFICHE IN CAMPO PLASTICO (SOLO SEZIONI CL. 1-2) SI

Verifica a torsione	var	unità	
Resistenza torsionale di progetto	TRd	kNm	141.4
Rapporto TEd / TRd (punto 4.2.29)	TEd/TRd		0.00
Status check	Ch		OK
Tensione tangenziale massima	τ <sub>t,Ed</sub>	Mpa	0.0

Verifica a taglio in presenza di torsione	var	unità	
Resistenza di calcolo a taglio	Vc,Rd	kN	1019.8
Resistenza di calcolo a taglio ridotta in presenza di torsione	Vc,Rd,red	kN	1019.8
<b>Rapporto VEd / Vc,Rd,red (punto 4.2.17)</b>	<b>VEd/Vc,Rd,red</b>		<b>0.11</b>
Status check	Ch		OK
<i>Si può trascurare l'influenza del taglio sulla flessione ?</i>			SI

Verifica a presso-tenso flessione retta	var	unità	
Resistenza di calcolo a compressione/trazione	Npl,Rd	kN	2774.6
Resistenza di calcolo a flessione	Mpl,Rd	kNm	156.2
Resistenza di calcolo a flessione ridotta in presenza sforzo normale	MN,Rd	kNm	97.7
Rapporto NEd / Nc,Rd (punto 4.2.10)	NEd/Nc,Rd		0.26
Status check	Ch		OK
<b>Rapporto MEd / MN,Rd (punto 4.2.12)</b>	<b>MEd/MN,Rd</b>		<b>0.70</b>
Status check	Ch		OK

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

### 7.5.2 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:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

#### VERIFICHE DEGLI ANCORAGGI IN TESTA AI MICROPALI

Verifica a tranciamento delle barre di ancoraggio	var	unità	
Numero di maniglioni	nm		4
numero complessivi di bracci resistenti a tranciamento	nb		8
diametro delle barre di ancoraggio	fb	mm	24
Area resistente a tranciamento	Ab	mm <sup>2</sup>	3619
tensione di snervamento dell'acciaio delle barre	fyk	MPa	450
Coefficiente di sicurezza per resistenza	$\gamma_s$		1.15
Resistenza tangenziale di progetto	$\tau_{t,Rd}$	MPa	225.9
Forza di assiale di progetto	NEd	kN	718.0
Resistenza a tranciamento	NRd	kN	817.6
<b>Rapporto NEd / Nt,Rd</b>	<b>NEd/Nt,Rd</b>		<b>0.88</b>
Status check	Ch		<b>OK</b>
Verifica delle saldature delle barre ai tubi	var	unità	
lunghezza minima cordone d'angolo	lc	mm	60
altezza della gola	a	mm	5
Area resistente saldatura	Asal	mm <sup>2</sup>	300
tensione di rottura materiale di apporto	ftk	MPa	510
Coefficiente di sicurezza per resistenza	$\gamma_{M2}$		1.25
Coefficiente beta	$\beta$		0.90
Forza di progetto che sollecita il cordone d'angolo: NEd / (2 x nb)	Fw,Ed	kN	44.9
Resistenza di progetto del cordone d'angolo	Fw,Rd	kN	78.5
<b>Rapporto Fw,Ed / Fw,Rd</b>	<b>Fw,Ed / Fw,Rd</b>		<b>0.57</b>
Status check	Ch		<b>OK</b>

## 7.6 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.**

### 7.6.1 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 micropalo maggiormente caricato (micropalo di spigolo).

### 7.6.2 Mensola posteriore

La verifica della mensola posteriore della zattera di fondazione è stata eseguita con riferimento al modello di trave a mensola soggetta al peso proprio ed al peso del rinterro, e soggetta alle azioni stabilizzanti trasmesse dai micropali di fondazione.

### 7.6.3 Muro frontale

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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.

#### 7.6.4 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).

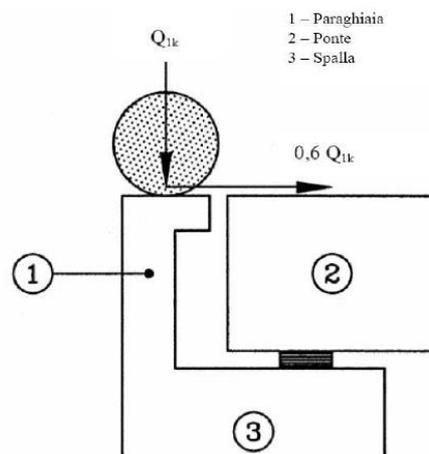


Figura 7.3. Carichi da traffico su muri paraghiaia

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 x 2.20.

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

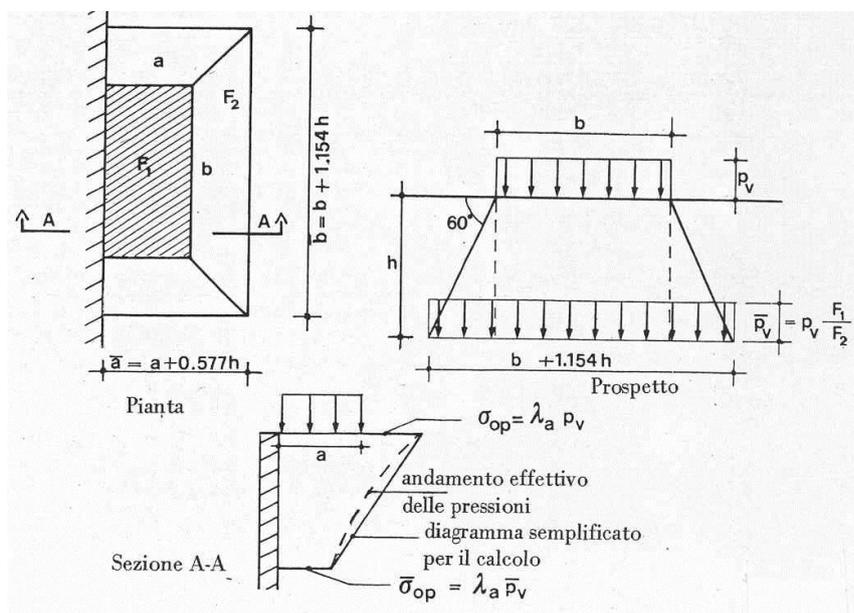


Figura 7.4. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

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  $(b + 1.154h + 2.00)$ .

### 7.6.5 Muri di risvolto

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

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

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

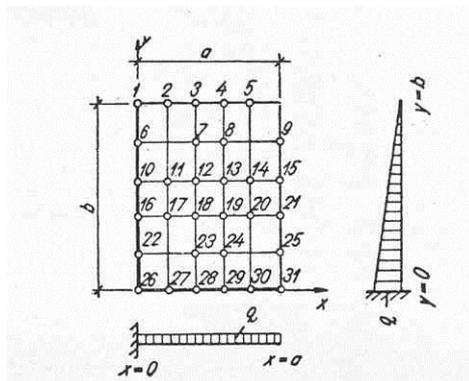


Figura 7.5. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico variabile linearmente con la profondità).

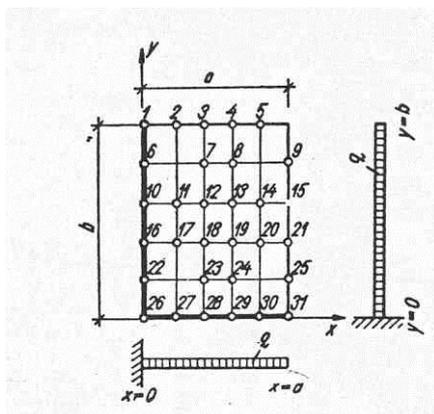


Figura 7.6. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).

### 7.6.6 Verifiche di resistenza a taglio

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

### 8.1 Isolatori elastomerici

Come precedentemente illustrato l'impalcato sarà isolato dalle sottostrutture mediante isolatori elastomerici posizionati in corrispondenza di ciascun allineamento di appoggio delle travi principali.

Di seguito sono riepilogate le caratteristiche degli isolatori elastomerici prescelti:

Allineamento	CARATTERISTICHE ISOLATORI ELASTOMERICI						
	$\xi$ [%]	$s_{max} \pm$ [mm]	Ned [kN]	Fzd [kN]	Ke [kN/mm]	Kv [kN/mm]	n iso
SPA	10	200	1810	4990	1.25	1082	4
SPB	10	200	1810	4990	1.25	1082	4

Essendo:

$\xi$	Coefficiente di smorzamento viscoso equivalente
$s_{max}$	spostamento massimo di progetto $d_2$ per azioni sismiche agli SLC (par. 7.10.6.2.2 NTC2018)
NEd	Carico verticale massimo ammesso in presenza di sisma che provoca uno spostamento $s_{max}$
Fzd	Carico verticale massimo ammesso allo SLU in condizioni statiche
Ke	Rigidezza orizzontale equivalente dell'isolatore allo spostamento $s_{max}$
Kv	Rigidezza verticale
Niso	Numero isolatori elastomerici per allineamento di appoggio

#### 8.1.1 Carichi verticali trasmessi dall'impalcato

I carichi verticali sono stati valutati con i specifici modelli di calcolo utilizzati per il dimensionamento dell'impalcato.

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

**CARICHI VERTICALI TRASMESSI AGLI APPARECCHI DI APPOGGIO**

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

Condizione n.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili Max	Carichi mobili Min
Spalla A	786.9	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6	1120.7	
Spalla B	786.9	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.6	1120.7	

**Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni**

Fattori moltiplicativi

Combinazione n.

SLE-QP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
SLE-RARA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00
SLU-STR	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	0.90	1.35	1.35
SLU-SIS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLE-FREQ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.75	0.75

Carichi trasmessi agli appoggi

Combinazione SLE-QP												MAX	MIN
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano	
Spalla A	786.9	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1076.7	1076.7	
Spalla B	786.9	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1076.7	1076.7	

**Combinazione SLE-RARA**

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano
Spalla A	786.9	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	1120.7	0.0	2210.4	1063.7
Spalla B	786.9	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	1120.7	0.0	2210.4	1063.7

**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	Sommano	Sommano
Spalla A	1062.3	391.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	1513.0	0.0	2985.9	1434.1
Spalla B	1062.3	391.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	1513.0	0.0	2985.9	1434.1

**Combinazione SLU-SIS**

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano
Spalla A	786.9	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1076.7	1076.7
Spalla B	786.9	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1076.7	1076.7

**Combinazione SLE-FREQ**

Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano
Spalla A	786.9	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	840.5	0.0	1917.2	1076.7
Spalla B	786.9	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	840.5	0.0	1917.2	1076.7

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

### 8.1.2 Verifica degli spostamenti orizzontali degli isolatori in fase sismica

La tabella seguente riepiloga gli spostamenti orizzontali agli SLC in direzione longitudinale, combinati secondo quanto precedentemente illustrato, e combinati con gli spostamenti generati dal ritiro e dalle variazioni termiche, quest'ultimi conteggiati al 50%.

L'EC8-2 impone di considerare la variabilità spaziale del moto per i ponti a travata continua quando:

- fra due punti di contatto con il suolo varia la categoria stratigrafica o topografica
- anche in presenza di sottosuolo omogeneo, la lunghezza del segmento di impalcato continuo è maggiore del valore limite  $L_{lim} = L_g/1,5$  dove  $L_g$  è la distanza oltre cui il moto di due punti può ritenersi indipendente, definito nella seguente tabella:

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

Nel caso in esame la categoria di sottosuolo è B. Pertanto si ha  $L_{lim}=500/1.5=333.3$  m.

Essendo la Ingezza d'impalcato massima pari a **31.5 m** minore della lunghezza limite  $L_{min}= 333.3$  m, si trascurano gli effetti dovuti alla variabilità spaziale del moto.

Il modello di riferimento è di SDOF:

<b>Viadotto/Ponte</b>			<b>PO SV02</b>
<b>Carreggiata</b>			<b>IMPALCATO SX</b>
<b>Dati impalcato</b>			<b>Analisi SLC</b>
Lunghezza dell'impalcato	Limp	[m]	31.5
Peso dell'impalcato al metro lineare	Pv	[kN]	265.0
Peso complessivo dell'impalcato	Pv	[kN]	8347.3
Massa dell'impalcato	M	[kN / (m/sec <sup>2</sup> )]	850.9
<b>Dati Sistema di isolamento</b>			
Fattore di smorzamento viscoso	ζ	[%]	10%
Fattore η	η	[-]	0.82
Isolatori tipo 1 - Spalle	Tipiso_1	[-]	SI-N450/200
Numero isolatori tipo 1	niso_1	[-]	8
Rigidezza isolatori tipo 1	Kh iso_1	[kN/m]	1250
Rigidezza equivalente	Kh tot	[kN/m]	<b>10000</b>
Periodo equivalente della struttura isolata	T <sub>is</sub>	[sec]	<b>1.83</b>
<b>Dati Sisma</b>			<b>SLC</b>
Accelerazione al suolo	a <sub>g</sub>	[g]	0.317
Parametro F <sub>0</sub>	F <sub>0</sub>	[-]	2.473
Tempo T <sub>C</sub>	T <sub>C</sub>	[sec]	0.434
accelerazione al suolo	a <sub>g</sub>	[m/sec <sup>2</sup> ]	3.11
Categoria di Sottosuolo	Cat_S	[-]	B
Parametro S <sub>S</sub>	S <sub>S</sub>	[-]	1.09
Parametro C <sub>C</sub>	C <sub>C</sub>	[-]	1.30
Categoria topografica	Cat_T	[-]	T1
Parametro S <sub>T</sub>	S <sub>T</sub>	[-]	1.00
Parametro S	S	[-]	1.09
Periodo T <sub>B</sub>	T <sub>B</sub>	[sec]	0.188
Periodo T <sub>C</sub>	T <sub>C</sub>	[sec]	0.564
Periodo T <sub>D</sub>	T <sub>D</sub>	[sec]	2.868
Accelerazione spettrale per T=T <sub>B</sub>	a <sub>g</sub> S η F <sub>0</sub>	Se(T <sub>B</sub> )	[m/sec <sup>2</sup> ] 6.82
Accelerazione spettrale per T=T <sub>C</sub>	a <sub>g</sub> S η F <sub>0</sub>	Se(T <sub>C</sub> )	[m/sec <sup>2</sup> ] 6.82
Accelerazione spettrale per T=T <sub>D</sub>	a <sub>g</sub> S η 2.5 T <sub>C</sub> /T <sub>D</sub>	Se(T <sub>D</sub> )	[m/sec <sup>2</sup> ] 1.34

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

<b>Risultati</b>			
accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$S_e(T_{is})$	[m/sec <sup>2</sup> ]	<b>2.10</b>
Forza complessiva trasmessa alle sottostrutture	$F_{sis}$	[kN]	1787
Rapporto tra Forza orizzontale e peso dell'impalcato	$F_{sis}/P_{imp}$	[%]	21%
spostamento del centro di rigidità	$d_{dc}$	[m]	<b>0.179</b>
Distanza massima da asse sistema isolamento	$L_{max}$	[m]	15.00
Coefficiente di dilatazione termica impalcato	$\alpha$		1.00E-05
Variazione termica di progetto per appoggi - allungamento	$\Delta T+$	[°]	49.6
Variazione termica di progetto per appoggi - contrazione	$\Delta T-$	[°]	37.0
Allungamento per dilatazione termica positiva	$d_{\Delta T+}$	[m]	0.007
Contrazione per dilatazione termica negativa	$d_{\Delta T-}$	[m]	-0.006
deformazione totale finale per ritiro			0.00027
Area soletta soggetta a ritiro			4.548
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (ritiro)	$n_{rit}$		15.096
Area sezione resistente omogeneizzata all'acciaio			0.611
Contrazione complessiva per ritiro del cls			-0.00013
Contrazione per ritiro	$d_{gr}$	[m]	-0.002
spost. di progetto iso: $d_{Ed} = d_{dc} + \max[as(d_{gr} + 0.5d_{\Delta T-}); 0.5d_{\Delta T+}]$	$d_{Ed}$	m	<b>0.183</b>

Il massimo spostamento dell'isolatore è pari a **183** mm, inferiore quindi al massimo spostamento di progetto, pari a  $\pm 250$ mm.

## 8.2 Giunti di dilatazione

Alle estremità dell'impalcato saranno disposti giunti di dilatazione in elastomero armato in grado di garantire una escursione complessiva di **500** mm in direzione longitudinale e di **400** mm in direzione trasversale (valori calcolati allo SLC).

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

## 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 micropalo singolo nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite di sfilamento del micropalo singolo nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
- Collasso per carico limite del micropalo 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.

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

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

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

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

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

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

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

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

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

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

### 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:

$Rbd = Rbk / \gamma_b$  la resistenza alla base di progetto;

$Rsd = Rsk / \gamma_s$  la resistenza laterale di progetto;

$\gamma_b, \gamma_s$  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;

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

Rb,cal ed Rs,cal rappresentano le resistenze alla base e laterale di calcolo del micropalo valutate con la seguenti espressioni:

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

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

i è lo strato iesimo attraversato dal micropalo 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:

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

Ls = altezza dello strato attraversato dal micropalo;

Ds<sub>i</sub> = Diametro reso del micropalo nello strato i-esimo, correlato al diametro di perforazione Dn attraverso la seguente relazione:

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

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

Terreno	Coefficiente $\alpha$	
	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
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):

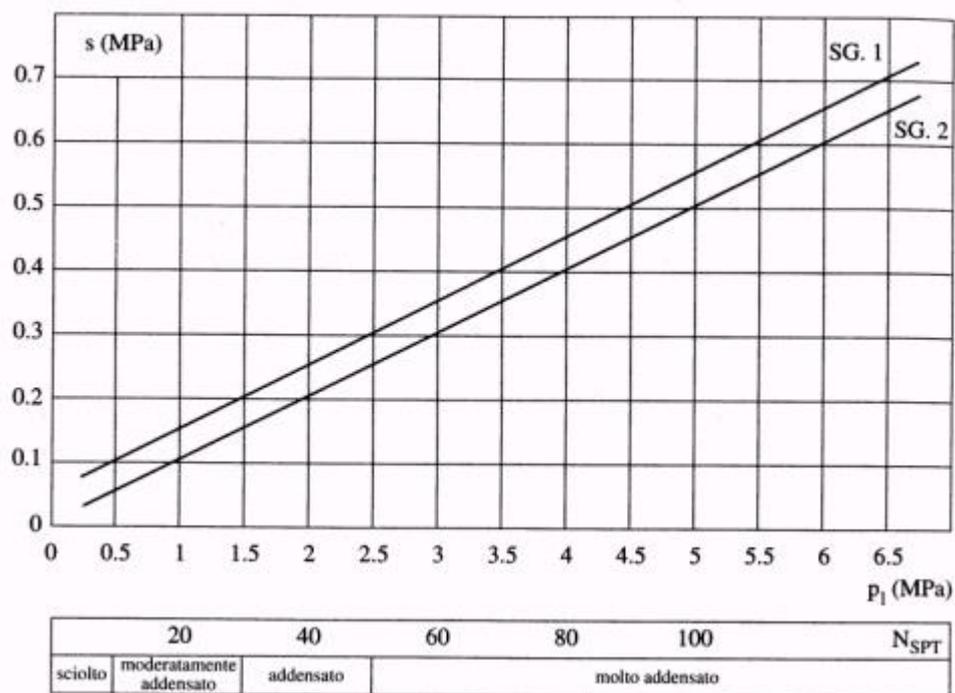


Figura 9.1 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per sabbie e ghiaie

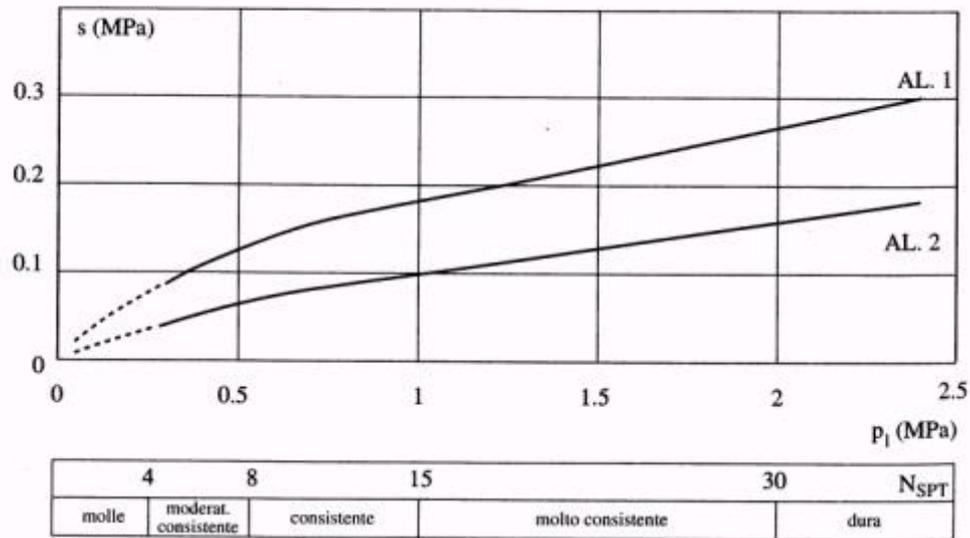


Figura 9.2 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per argille e limi

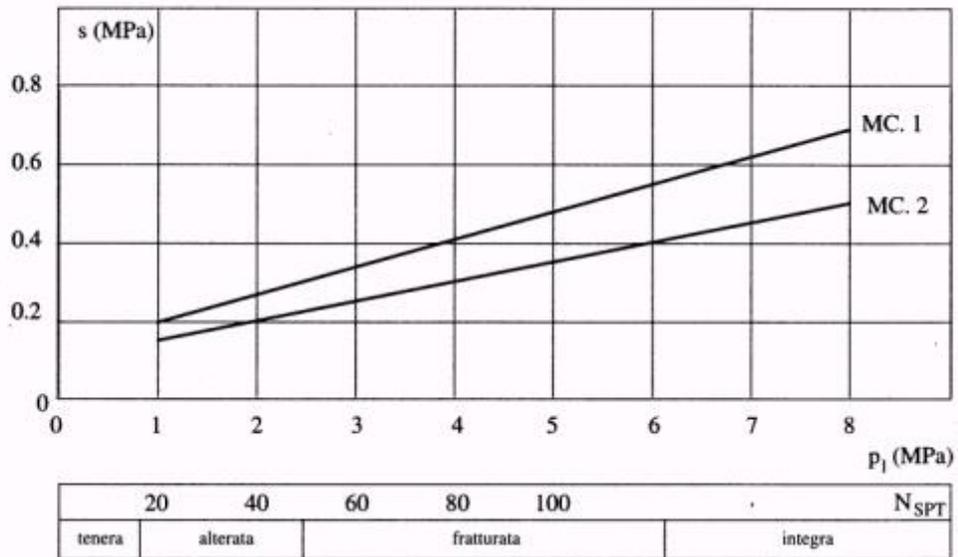


Figura 9.3 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per gessi, marne, marne calcaree

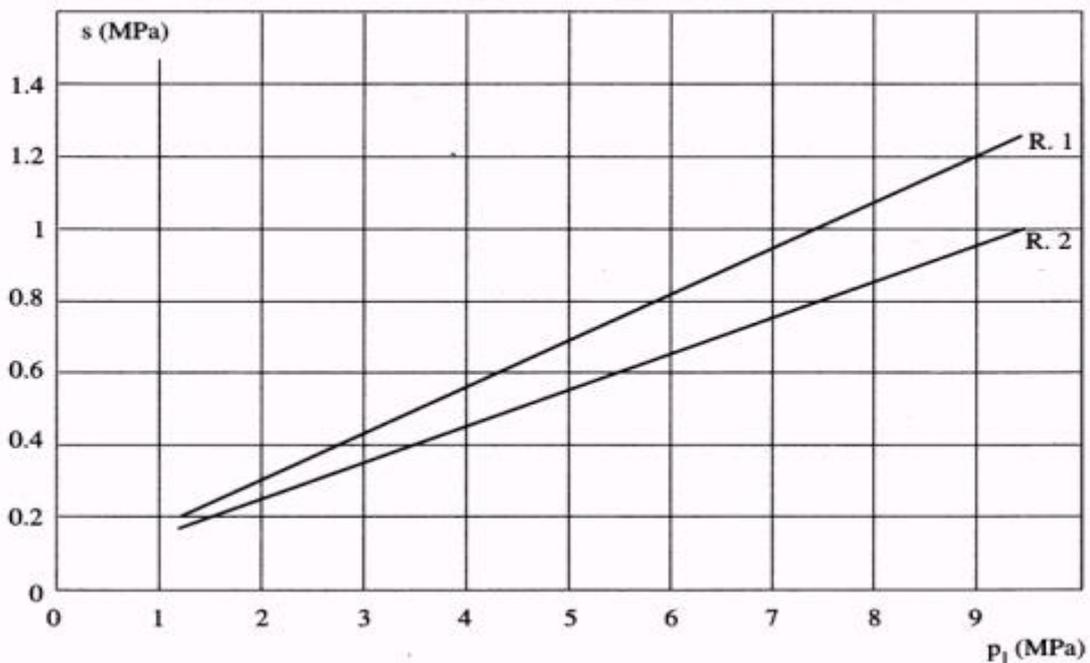


Figura 9.4 – Abaco di Bustamante e Doix per il calcolo di  $q_s$  per rocce alterate e fratturate

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 micropali è fissato ad un valore non minore di tre volte il loro diametro.

La resistenza ai carichi verticali  $R_{cd,gr}$  del gruppo di micropali viene determinata in base alla seguente espressione:

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

In cui:

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

$n$  Il numero complessivo di micropali 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 micropalo singolo è certamente più gravosa di quella relativa al gruppo che, pertanto, viene omessa.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

Deve essere:

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

Dove:

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

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

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

Essendo:

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

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

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

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

Deve essere:

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

Dove:

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

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

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

$\gamma_T$  coefficiente di sicurezza parziale per le verifiche agli stati limite ultimi di micropali 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;

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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".

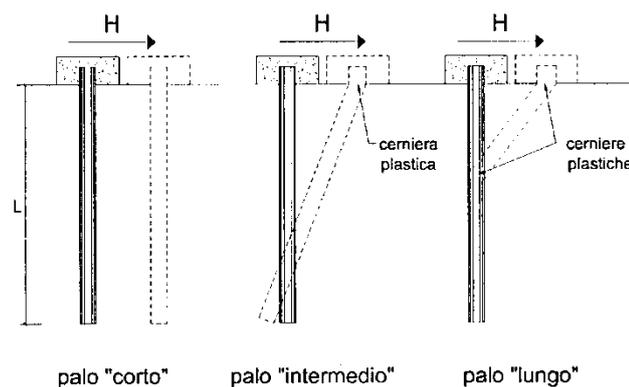


Figura 9.5 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

#### 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.

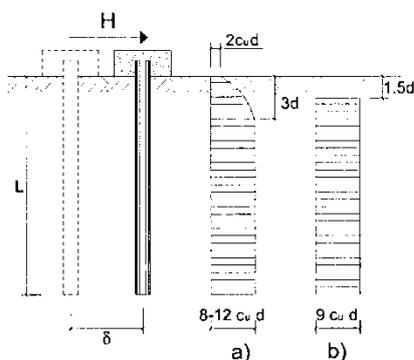


Figura 9.6 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

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

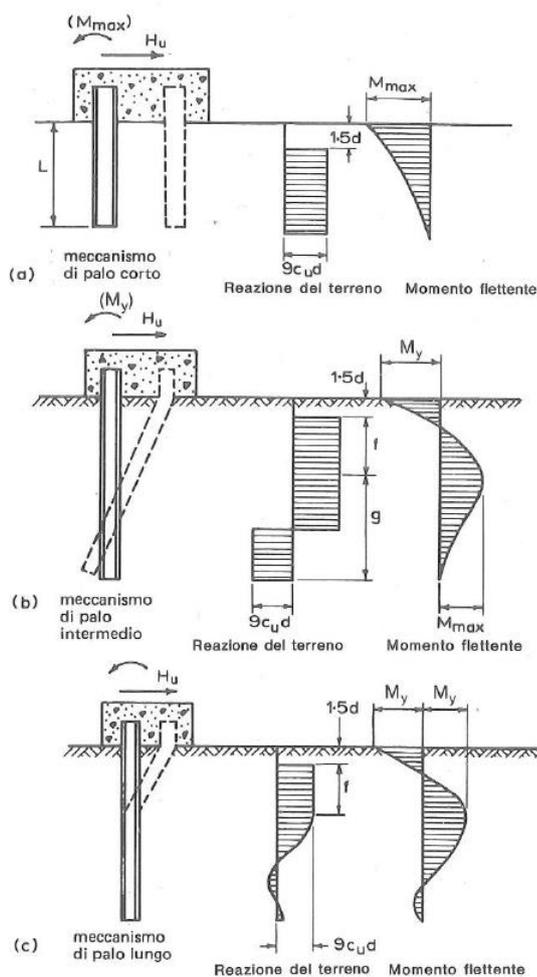


Figura 9.7 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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;

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

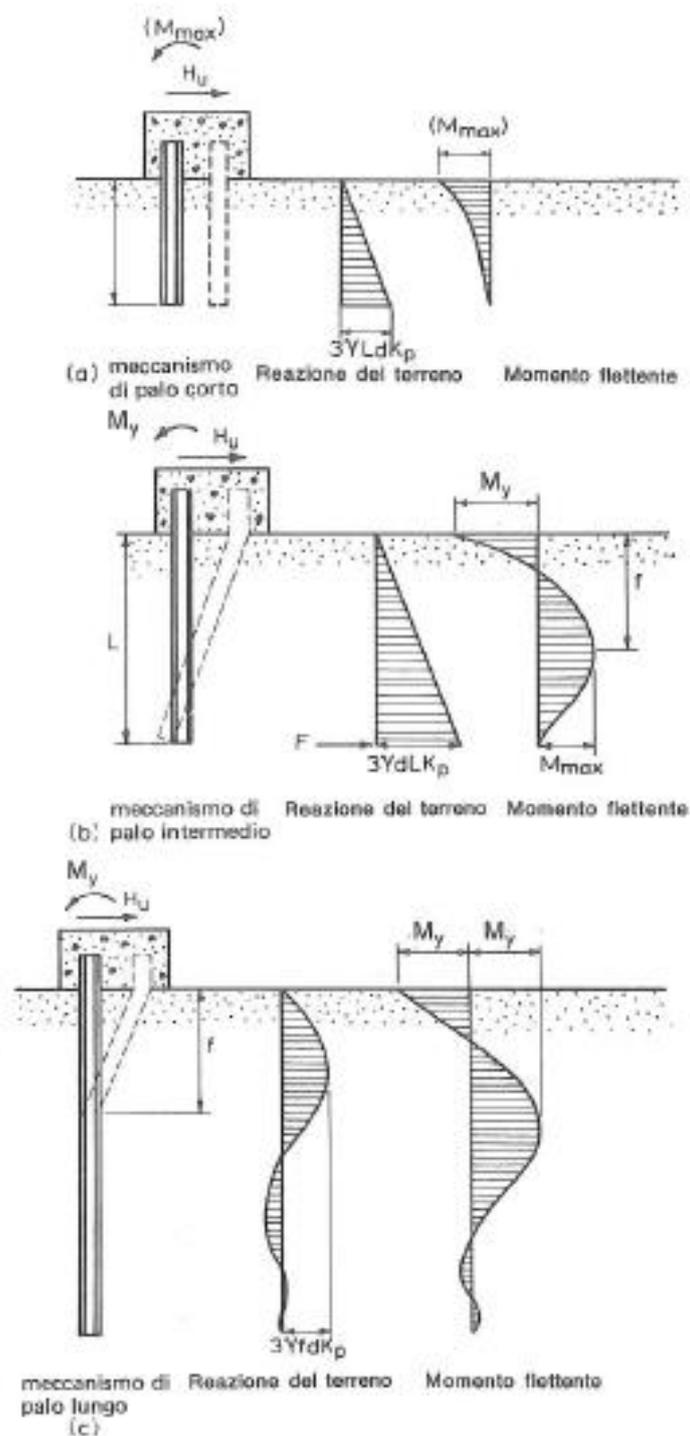


Figura 9.8 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni incoerenti (Broms, 1984).

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

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

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

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:

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

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

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 micropali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{tr,d_{gr}} = \eta \cdot n \cdot R_{tr,d1}$$

In cui:

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

$n$  Il numero complessivo di micropali del gruppo.

$R_{tr,d1}$  la Resistenza di progetto allo SLU per il micropalo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo 9.1.4, 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 micropali; 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 (Dunnivant & O'Neill, 1986) raccomandano fattori di riduzione distinti per pali frontali e pali retrostanti. Tali fattori sono dati in funzione della spaziatura tra i pali nella direzione del carico.

I fattori di riduzione per pali frontali possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in figura successiva.

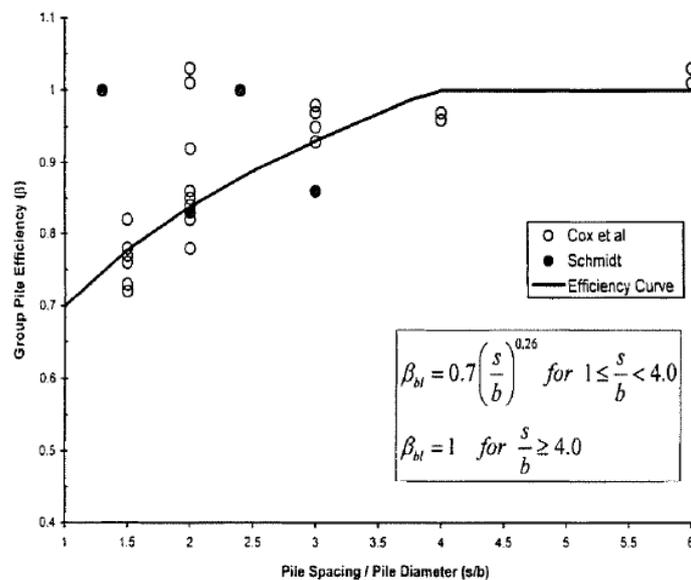


Figura 9.10 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite nella figura successiva.

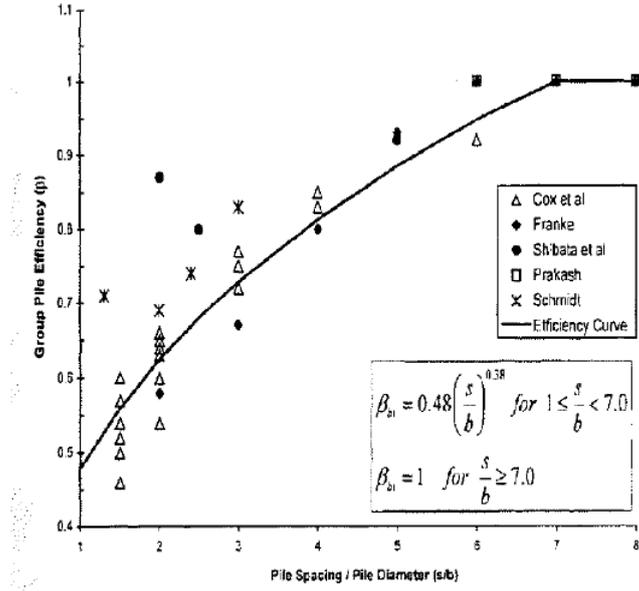


Figura 9.11 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

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

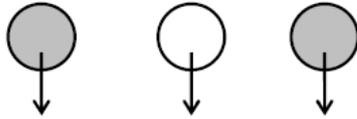


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

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 successiva.

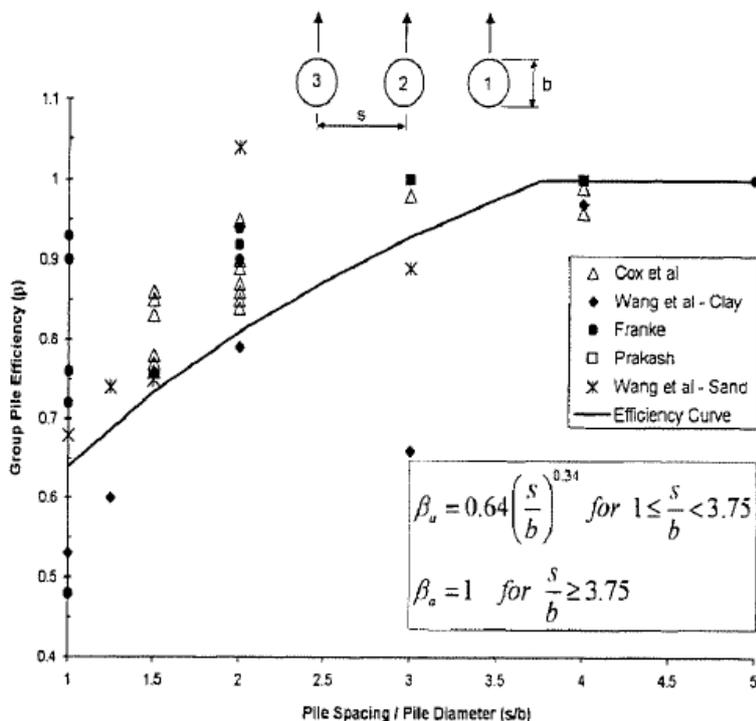


Figura 9.13 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

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 micropalo singolo pari al 10%.

### 9.1.6 Verifiche SLE - Cedimenti delle fondazioni su micropali

Nel caso in esame, 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.

## 9.2 Applicazione al caso in esame

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

### 9.2.1 Caratteristiche delle opere di fondazione su pali

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.

Per le spalle sono previsti i seguenti micropali:

- Carreggiata sinistra: 160 (20 x 8) per la spalla SPA e di 152 (19 x 8) per la spalla SPB.

I micropali sono disposti in modo tale da garantire una distanza minima tra gli assi pari a 0.90 m (3D).

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

### 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.

VIADOTTO: **PO-SV02** N° delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento dei pali **1**

Allineamento: **SPA - SPB**

#### STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO DA INTRADOSSO FONDAZIONE

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA							
				VALORI MEDI				VALORI MINIMI			
				$\gamma_{med}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	NSPT	$\gamma_{min}$ [kPa]	$c'_{min}$ [kPa]	$\phi'_{min}$ [°]	NSPT
1	0.00	1.00	S	20.7		41.0	60	20.2		34.0	40
2	1.00	5.00	R	28.0	2.8	42.7		27.5	0.5	33.3	
3	5.00	20.00	S	20.7		41.0	60	20.2		34.0	40

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

Per tutti gli allineamenti che sono interessati per i primi metri dalla presenza del terreno identificato con “R: Rocce Laviche” si omettono le veriche per carico limite trasversale dei micropali in considerazione delle caratteristiche del terreno.

### 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 MINIMI					MINIMI		
Stratigrafia	Allineamenti	Lp [m]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Edc [kN]	c.u. %	Rtd [kN]	Edt [kN]	c.u. %
STR1	SPALLE SX	10.0	1041	133	1174	718	61%	958	-127	13%

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)

Come illustrato al paragrafo 9.1.2, nei casi in esame, si omettono i risultati delle verifiche di collasso per carico limite della palificata in quanto meno gravose delle verifiche relative al singolo micropalo.

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

In allegato si riporta il calcolo delle resistenze di progetto Rtr,d, relative ai micropali di spalle, che tiene conto dell'affondamento della testa del micropalo da piano di campagna.

I valori di Ftr,d considerati nelle verifiche sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</b>	

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

RIEPILOGO RISULTATI		MICROPALO SINGOLO								
Armatura	Allineamenti	My (kNm)	Rtr,d (kN)	Ftr,d (kN)	c.u.1	npali	η (%)	Rtr,dgr (kN)	Ftr,dgr (kN)	c.u.gr
TIPO 1	SPALLE SX	171	154	108	70%	160	80%	19736	17280	88%

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

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

## **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.

### **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.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<b><i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i></b>	

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.

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO' - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI  
 Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni

Rck = 45 Mpa  
 n0 = 6.16  
 ninf = 15.04  
 nr.it. = 15.72

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	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.600	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000	2.690	2.170	5.220	0.240	0.070	0.540
2	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.600	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000	2.690	2.170	5.220	0.240	0.070	0.540
3	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000	2.690	2.170	5.220	0.240	0.070	0.540
4	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000	2.690	2.170	5.220	0.240	0.070	0.540
5	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000	2.690	2.170	5.220	0.240	0.070	0.540
6	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.400	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000	2.690	2.170	5.220	0.240	0.070	0.540
7	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.600	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000	2.690	2.170	5.220	0.240	0.070	0.540
8	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	13.600	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000	2.690	2.170	5.220	0.240	0.070	0.540

Analisi della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	Armatura soletta in c.a.					Trave isolata						Trave composta - n=ninf.					Trave composta - n=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	0.540	1.2906	0.185	0.006910422	0.008168	0.250	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.179552	1.394	0.09485	6.111923	0.000019	0.175851	1.383	0.093916	6.014366	0.000019	0.303165	1.594	0.113211	9.370815	0.000062
2	0.540	1.2906	0.185	0.006910422	0.008168	0.250	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.179552	1.394	0.09485	6.111923	0.000019	0.175851	1.383	0.093916	6.014366	0.000019	0.303165	1.594	0.113211	9.370815	0.000062
3	0.540	1.2906	0.185	0.006910422	0.008168	0.250	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.192072	1.307	0.118987	6.735194	0.000022	0.188371	1.295	0.117703	6.637637	0.000022	0.315685	1.533	0.144836	9.994086	0.000065
4	0.540	1.2906	0.185	0.006910422	0.008168	0.250	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.192072	1.307	0.118987	6.735194	0.000022	0.188371	1.295	0.117703	6.637637	0.000022	0.315685	1.533	0.144836	9.994086	0.000065
5	0.540	1.2906	0.185	0.006910422	0.008168	0.250	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.192072	1.307	0.118987	6.735194	0.000022	0.188371	1.295	0.117703	6.637637	0.000022	0.315685	1.533	0.144836	9.994086	0.000065
6	0.540	1.2906	0.185	0.006910422	0.008168	0.250	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.192072	1.307	0.118987	6.735194	0.000022	0.188371	1.295	0.117703	6.637637	0.000022	0.315685	1.533	0.144836	9.994086	0.000065
7	0.540	1.2906	0.185	0.006910422	0.008168	0.250	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.179552	1.394	0.09485	6.111923	0.000019	0.175851	1.383	0.093916	6.014366	0.000019	0.303165	1.594	0.113211	9.370815	0.000062
8	0.540	1.2906	0.185	0.006910422	0.008168	0.250	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.179552	1.394	0.09485	6.111923	0.000019	0.175851	1.383	0.093916	6.014366	0.000019	0.303165	1.594	0.113211	9.370815	0.000062

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO' - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI  
 Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico-inerziali sezioni interamente reagenti

Rck = 45 Mpa  
 n0 = 6.16  
 ninf = 15.04  
 nrir = 15.72

eps= 0.814 (c/t)max= 11.39

eps= 0.814 (c/t)max= 11.39

Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	n.campata	X campata (m)	n.travi impalcato	Larghezza soletta impalcato	Dis.trave-asse impalcato	soletta	Piattabanda superiore				Anima		Piattabanda inferiore				Soletta in c.a. - larghezza collaborant																		
										B1 (m)	H1 (m)	B2 (m)	H2 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	spw (m)	Hw (m)	B3 (m)	H3 (m)	B4 (m)	H4 (m)	Beq (m)	Htot (m)	c/t	Classe	Int tr sx (m)	bconn (m)	Int tr dx (m)	tipo campata	Lsx (m)	Lcampata	Ldx (m)	b1 (m)	b2 (m)	bcoll (m)	
1	1.000	0.000	0.000	1	0.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	4.533
2	1.000	5.000	5.000	1	5.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	4.991
3	2.000	0.000	5.000	1	5.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	4.991
4	2.000	3.500	8.500	1	8.500	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	5.220
5	3.000	0.000	8.500	1	8.500	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	5.220
6	3.000	1.500	10.000	1	10.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	5.220
7	4.000	0.000	10.000	1	10.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	5.220
8	4.000	5.000	15.000	1	15.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	5.220
9	5.000	0.000	15.000	1	15.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	5.220
10	5.000	5.000	20.000	1	20.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	5.220
11	6.000	0.000	20.000	1	20.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	5.220
12	6.000	1.500	21.500	1	21.500	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.030	0.000	0.000	0.700	0.030	11.667	4	0.016	1.620	0.800	0.020	0.900	0.030	0.860	0.050	8.440	<4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	5.220
13	7.000	0.000	21.500	1	21.500	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	5.220
14	7.000	3.500	25.000	1	25.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	4.991
15	8.000	0.000	25.000	1	25.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	4.991
16	8.000	5.000	30.000	1	30.000	4	18.950	7.050	reagente	0.700	0.025	0.000	0.000	0.700	0.025	14.000	4	0.020	1.645	0.000	0.000	0.900	0.030	0.900	0.030	14.667	4	5.740	0.360	4.700	ca	30.000				2.690	2.170	4.533

Verifica della struttura - Caratteristiche geometrico inerziali

Sez	e								Armatura soletta in c.a.						Trave isolata										Trave composta - n=ninf.												
	Hc (m)	Hcr (m)	Brsup (m)	Brinf (m)	A (mq)	yGc (m)	Ix (m4)	As1 (mq)	Hs1 (m)	As2 (mq)	Hs2 (m)	As (mq)	yGs (m)	Ixs (m4)	Ha (m)	Aa (mq)	yGa (m)	Ixa (m4)	Iya (m4)	Ja (m4)	Aw (mq)	Sx/Ix B (m-1)	Sx/Ix C (m-1)	WA (m3)	WB (m3)	WC (m3)	WD (m3)	Ai (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	Ixi (m4)	Iyi (m4)	Ji (m4)	Sx/Ix (m-1)	WAI (m3)	WBI (m3)	WCI (m3)
1	0.240	0.070	0.540	0.540	1.1257	0.185	0.006115	0.006912	0.25	0.006912	0.080	0.013823	0.165	9.98715E-05	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.032900	0.525297	0.435180	0.050370	0.052472	0.040756	0.039685	0.166075	1.354	0.511	0.091257	6.111923	0.000019	0.512906	0.067404	0.068932	0.284175
2	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2356	0.185	0.006645	0.00754	0.25	0.00754	0.080	0.015080	0.165	0.000108951	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.032900	0.525297	0.435180	0.050370	0.052472	0.040756	0.039685	0.174641	1.380	0.485	0.093611	6.111923	0.000019	0.521600	0.067835	0.069342	0.317311
3	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2356	0.185	0.006645	0.00754	0.25	0.00754	0.080	0.015080	0.165	0.000108951	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.032900	0.525297	0.435180	0.050370	0.052472	0.040756	0.039685	0.174641	1.380	0.485	0.093611	6.111923	0.000019	0.521600	0.067835	0.069342	0.317311
4	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2906	0.185	0.00691	0.008168	0.25	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.032900	0.525297	0.435180	0.050370	0.052472	0.040756	0.039685	0.179552	1.394	0.471	0.09485	6.111923	0.000019	0.526029	0.068053	0.069550	0.337257
5	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2906	0.185	0.00691	0.008168	0.25	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.025920	0.585802	0.469567	0.070672	0.076532	0.045382	0.044081	0.192072	1.307	0.558	0.118987	6.735194	0.000022	0.494021	0.091055	0.094678	0.327562
6	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2906	0.185	0.00691	0.008168	0.25	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.025920	0.585802	0.469567	0.070672	0.076532	0.045382	0.044081	0.192072	1.307	0.558	0.118987	6.735194	0.000022	0.494021	0.091055	0.094678	0.327562
7	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2906	0.185	0.00691	0.008168	0.25	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.025920	0.585802	0.469567	0.070672	0.076532	0.045382	0.044081	0.192072	1.307	0.558	0.118987	6.735194	0.000022	0.494021	0.091055	0.094678	0.327562
8	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2906	0.185	0.00691	0.008168	0.25	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.025920	0.585802	0.469567	0.070672	0.076532	0.045382	0.044081	0.192072	1.307	0.558	0.118987	6.735194	0.000022	0.494021	0.091055	0.094678	0.327562
9	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2906	0.185	0.00691	0.008168	0.25	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.025920	0.585802	0.469567	0.070672	0.076532	0.045382	0.044081	0.192072	1.307	0.558	0.118987	6.735194	0.000022	0.494021	0.091055	0.094678	0.327562
10	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2906	0.185	0.00691	0.008168	0.25	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.025920	0.585802	0.469567	0.070672	0.076532	0.045382	0.044081	0.192072	1.307	0.558	0.118987	6.735194	0.000022	0.494021	0.091055	0.094678	0.327562
11	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2906	0.185	0.00691	0.008168	0.25	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.025920	0.585802	0.469567	0.070672	0.076532	0.045382	0.044081	0.192072	1.307	0.558	0.118987	6.735194	0.000022	0.494021	0.091055	0.094678	0.327562
12	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2906	0.185	0.00691	0.008168	0.25	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0899	0.653	0.046151	0.003534	0.000019	0.025920	0.585802	0.469567	0.070672	0.076532	0.045382	0.044081	0.192072	1.307	0.558	0.118987	6.735194	0.000022	0.494021	0.091055	0.094678	0.327562
13	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2906	0.185	0.00691	0.008168	0.25	0.008168	0.080	0.016336	0.165	0.00011803	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.032900	0.525297	0.435180	0.050370	0.052472	0.040756	0.039685	0.179552	1.394	0.471	0.09485	6.111923	0.000019	0.526029	0.068053	0.069550	0.337257
14	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2356	0.185	0.006645	0.00754	0.25	0.00754	0.080	0.015080	0.165	0.000108951	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.032900	0.525297	0.435180	0.050370	0.052472	0.040756	0.039685	0.174641	1.380	0.485	0.093611	6.111923	0.000019	0.521600	0.067835	0.069342	0.317311
15	0.240	0.070	0.540	0.540	1.2356	0.185	0.006645	0.00754	0.25	0.00754	0.080	0.015080	0.165	0.000108951	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.032900	0.525297	0.435180	0.050370	0.052472	0.040756	0.039685	0.174641	1.380	0.485	0.093611	6.111923	0.000019	0.521600	0.067835	0.069342	0.317311
16	0.240	0.070	0.540	0.540	1.1257	0.185	0.006115	0.006912	0.25	0.006912	0.080	0.013823	0.165	9.98715E-05	1.700	0.0774	0.749	0.037734	0.002538	0.000016	0.032900	0.525297	0.435180	0.050370	0.052472	0.040756	0.039685	0.166075	1.354	0.511	0.091257	6.111923	0.000019	0.512906	0.067404	0.068932	0.284175

Sez	Trave composta - n=nrit.																	Trave composta - n=n0																	
	WDI (m3)	WAS2i (mc)	WAS1i (mc)	WEI (m3)	WFI (mc)	Ar (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lxr (m4)	lyr (m4)	Ji (m4)	Sx/lx (m-1)	WAr (m3)	WBr (m3)	WCr (m3)	WDr (m3)	WAS2r (mc)	WAS1r (mc)	WEr (m3)	WFr (mc)	A0 (mq)	yG (m)	yG-yGc (m)	lx0 (m4)	ly0 (m4)	Ji (m4)	Sx/lx (m-1)	WA0 (m3)	WB0 (m3)	WC0 (m3)	WD0 (m3)	WAS20 (mc)	WAS10 (mc)	WE0 (m3)	WF0 (mc)
1	0.263650	0.214153	0.153082	3.298097	2.091713	0.162848	1.343	0.522	0.090311	6.014366	0.000019	0.509257	0.067229	0.068764	0.272308	0.253220	0.206827	0.148869	3.326885	2.129180	0.273896	1.563	0.302	0.110271	9.370815	0.000062	0.571166	0.070556	0.071937	0.983444	0.804150	0.507863	0.284844	3.280797	1.519796
2	0.292522	0.234019	0.164226	3.609717	2.234616	0.171098	1.370	0.495	0.092669	6.014366	0.000019	0.518165	0.067665	0.069180	0.303358	0.280410	0.225759	0.159643	3.636851	2.274045	0.29299	1.584	0.281	0.112257	9.370815	0.000062	0.575684	0.070866	0.072234	1.234733	0.968434	0.572986	0.306784	3.720942	1.624224
3	0.292522	0.234019	0.164226	3.609717	2.234616	0.171098	1.370	0.495	0.092669	6.014366	0.000019	0.518165	0.067665	0.069180	0.303358	0.280410	0.225759	0.159643	3.636851	2.274045	0.29299	1.584	0.281	0.112257	9.370815	0.000062	0.575684	0.070866	0.072234	1.234733	0.968434	0.572986	0.306784	3.720942	1.624224
4	0.309725	0.245573	0.170520	3.791391	2.314797	0.175851	1.383	0.482	0.093916	6.014366	0.000019	0.522729	0.067887	0.069392	0.322089	0.296654	0.236813	0.165759	3.818255	2.355754	0.303165	1.594	0.271	0.113211	9.370815	0.000062	0.577779	0.071012	0.072374	1.401960	1.070535	0.609476	0.318231	3.969589	1.678077
5	0.302573	0.251425	0.184977	3.862867	2.544573	0.188371	1.295	0.570	0.117703	6.637637	0.000022	0.490723	0.090864	0.094512	0.314196	0.290900	0.242879	0.179804	3.897746	2.588710	0.315685	1.533	0.332	0.144836	9.994086	0.000065	0.546536	0.094457	0.097641	1.059962	0.869142	0.587231	0.347627	3.771725	1.872581
6	0.302573	0.251425	0.184977	3.862867	2.544573	0.188371	1.295	0.570	0.117703	6.637637	0.000022	0.490723	0.090864	0.094512	0.314196	0.290900	0.242879	0.179804	3.897746	2.588710	0.315685	1.533	0.332	0.144836	9.994086	0.000065	0.546536	0.094457	0.097641	1.059962	0.869142	0.587231	0.347627	3.771725	1.872581
7	0.302573	0.251425	0.184977	3.862867	2.544573	0.188371	1.295	0.570	0.117703	6.637637	0.000022	0.490723	0.090864	0.094512	0.314196	0.290900	0.242879	0.179804	3.897746	2.588710	0.315685	1.533	0.332	0.144836	9.994086	0.000065	0.546536	0.094457	0.097641	1.059962	0.869142	0.587231	0.347627	3.771725	1.872581
8	0.302573	0.251425	0.184977	3.862867	2.544573	0.188371	1.295	0.570	0.117703	6.637637	0.000022	0.490723	0.090864	0.094512	0.314196	0.290900	0.242879	0.179804	3.897746	2.588710	0.315685	1.533	0.332	0.144836	9.994086	0.000065	0.546536	0.094457	0.097641	1.059962	0.869142	0.587231	0.347627	3.771725	1.872581
9	0.302573	0.251425	0.184977	3.862867	2.544573	0.188371	1.295	0.570	0.117703	6.637637	0.000022	0.490723	0.090864	0.094512	0.314196	0.290900	0.242879	0.179804	3.897746	2.588710	0.315685	1.533	0.332	0.144836	9.994086	0.000065	0.546536	0.094457	0.097641	1.059962	0.869142	0.587231	0.347627	3.771725	1.872581
10	0.302573	0.251425	0.184977	3.862867	2.544573	0.188371	1.295	0.570	0.117703	6.637637	0.000022	0.490723	0.090864	0.094512	0.314196	0.290900	0.242879	0.179804	3.897746	2.588710	0.315685	1.533	0.332	0.144836	9.994086	0.000065	0.546536	0.094457	0.097641	1.059962	0.869142	0.587231	0.347627	3.771725	1.872581
11	0.302573	0.251425	0.184977	3.862867	2.544573	0.188371	1.295	0.570	0.117703	6.637637	0.000022	0.490723	0.090864	0.094512	0.314196	0.290900	0.242879	0.179804	3.897746	2.588710	0.315685	1.533	0.332	0.144836	9.994086	0.000065	0.546536	0.094457	0.097641	1.059962	0.869142	0.587231	0.347627	3.771725	1.872581
12	0.302573	0.251425	0.184977	3.862867	2.544573	0.188371	1.295	0.570	0.117703	6.637637	0.000022	0.490723	0.090864	0.094512	0.314196	0.290900	0.242879	0.179804	3.897746	2.588710	0.315685	1.533	0.332	0.144836	9.994086	0.000065	0.546536	0.094457	0.097641	1.059962	0.869142	0.587231	0.347627	3.771725	1.872581
13	0.309725	0.245573	0.170520	3.791391	2.314797	0.175851	1.383	0.482	0.093916	6.014366	0.000019	0.522729	0.067887	0.069392	0.322089	0.296654	0.236813	0.165759	3.818255	2.355754	0.303165	1.594	0.271	0.113211	9.370815	0.000062	0.577779	0.071012	0.072374	1.401960	1.070535	0.609476	0.318231	3.969589	1.678077
14	0.292522	0.234019	0.164226	3.609717	2.234616	0.171098	1.370	0.495	0.092669	6.014366	0.000019	0.518165	0.067665	0.069180	0.303358	0.280410	0.225759	0.159643	3.636851	2.274045	0.29299	1.584	0.281	0.112257	9.370815	0.000062	0.575684	0.070866	0.072234	1.234733	0.968434	0.572986	0.306784	3.720942	1.624224
15	0.292522	0.234019	0.164226	3.609717	2.234616	0.171098	1.370	0.495	0.092669	6.014366	0.000019	0.518165	0.067665	0.069180	0.303358	0.280410	0.225759	0.159643	3.636851	2.274045	0.29299	1.584	0.281	0.112257	9.370815	0.000062	0.575684	0.070866	0.072234	1.234733	0.968434	0.572986	0.306784	3.720942	1.624224
16	0.263650	0.214153	0.153082	3.298097	2.091713	0.162848	1.343	0.522	0.090311	6.014366	0.000019	0.509257	0.067229	0.068764	0.272308	0.253220	0.206827	0.148869	3.326885	2.129180	0.273896	1.563	0.302	0.110271	9.370815	0.000062	0.571166	0.070556	0.071937	0.983444	0.804150	0.507863	0.284844	3.280797	1.519796

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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



Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

**LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO' - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI**  
**RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE - VERIFICHE SLU**

Coefficienti parziali verifiche SLU (STR)

FRAME	LOC (m)	Progr. (m)	1.35		1.35		1.20				1.35						0.90		1.20				0.90				0.90								
			peso proprio		perm. Portati		Ced Max		Ced Min		Mmax		Mmin		Vmax		Vmin		Azione del vento		Ritiro: Effetti isostatici		Ritiro: effetti iperstatici		Var.Term.-: Effetti isostatici		V.T.+.: effetti iperstatici		Var.Term.-: Effetti isostatici		V.T.-.: effetti iperstatici				
			M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	N (kN)	M (kNm)	M (kN)	V (kN)	N (kN)	N (kN)	M (kNm)	M (kN)	V (kN)	N (kN)	N (kN)	M (kNm)	M (kN)	V (kN)
1	0.00	0.00	0.0	-1062.4	0.0	-391.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1513.0	0.0	-5.4	4786.5	-4786.5	2591.7	0.0	0.0	-3452.5	3452.5	-1111.4	0.0	0.0	3452.5	-3452.5	1111.4	0.0	0.0
1	5.00	5.00	4438.7	-713.1	1630.1	-260.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6285.8	-1167.6	0.0	0.0	4008.9	160.3	5910.0	-1182.6	22.5	-3.6	5253.9	-5253.9	2709.6	0.0	0.0	-3789.6	3789.6	-1141.3	0.0	0.0	3789.6	-3789.6	1141.3	0.0	0.0
2	0.00	5.00	4438.7	-713.1	1630.1	-260.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6288.0	-1167.3	0.0	0.0	4008.7	160.3	5912.1	-1182.3	22.5	-3.6	5253.9	-5253.9	2709.6	0.0	0.0	-3789.6	3789.6	-1141.3	0.0	0.0	3789.6	-3789.6	1141.3	0.0	0.0
2	3.50	8.50	6506.8	-468.6	2383.2	-169.5	0.0	0.0	0.0	0.0	9168.4	-925.5	0.0	0.0	6545.9	304.4	8233.9	-969.0	32.9	-2.3	5487.6	-5487.6	2755.0	0.0	0.0	-3958.2	3958.2	-1152.7	0.0	0.0	3958.2	-3958.2	1152.7	0.0	0.0
3	0.00	8.50	6506.8	-468.6	2383.2	-169.5	0.0	0.0	0.0	0.0	9169.5	-429.8	0.0	0.0	6545.4	304.4	8234.6	-968.7	32.9	-2.3	5487.6	-5487.6	2709.6	0.0	0.0	-3958.2	3958.2	-1393.7	0.0	0.0	3958.2	-3958.2	1393.7	0.0	0.0
3	1.50	10.00	7128.6	-360.5	2608.2	-130.4	0.0	0.0	0.0	0.0	10021.4	-326.0	0.0	0.0	7414.1	370.7	8817.4	-881.7	36.0	-1.8	5487.6	-5487.6	3238.1	0.0	0.0	-3958.2	3958.2	-1393.7	0.0	0.0	3958.2	-3958.2	1393.7	0.0	0.0
4	0.00	10.00	7128.6	-360.5	2608.2	-130.4	0.0	0.0	0.0	0.0	10021.4	-326.0	0.0	0.0	7414.1	370.7	8817.4	-881.7	36.0	-1.8	5487.6	-5487.6	3238.1	0.0	0.0	-3958.2	3958.2	-1393.7	0.0	0.0	3958.2	-3958.2	1393.7	0.0	0.0
4	5.00	15.00	8029.8	0.0	2934.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11200.2	-476.0	0.0	0.0	9168.4	611.1	9169.2	-611.4	40.5	0.0	5487.6	-5487.6	3238.1	0.0	0.0	-3958.2	3958.2	-1393.7	0.0	0.0	3958.2	-3958.2	1393.7	0.0	0.0
5	0.00	15.00	8029.8	0.0	2934.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11200.2	-19.7	0.0	0.0	9167.6	611.1	9167.6	-611.1	40.5	0.0	5487.6	-5487.6	3238.1	0.0	0.0	-3958.2	3958.2	-1393.7	0.0	0.0	3958.2	-3958.2	1393.7	0.0	0.0
5	5.00	20.00	7128.6	360.5	2608.2	130.4	0.0	0.0	0.0	0.0	10023.0	325.8	0.0	0.0	8818.8	881.7	7417.4	-370.9	36.0	1.8	5487.6	-5487.6	3238.1	0.0	0.0	-3958.2	3958.2	-1393.7	0.0	0.0	3958.2	-3958.2	1393.7	0.0	0.0
6	0.00	20.00	7128.6	360.5	2608.2	130.4	0.0	0.0	0.0	0.0	10021.4	326.0	0.0	0.0	8817.4	881.7	7414.1	-370.7	36.0	1.8	5487.6	-5487.6	3238.1	0.0	0.0	-3958.2	3958.2	-1393.7	0.0	0.0	3958.2	-3958.2	1393.7	0.0	0.0
6	1.50	21.50	6506.8	468.6	2383.2	169.5	0.0	0.0	0.0	0.0	9169.5	429.8	0.0	0.0	8234.6	968.7	6545.4	-304.4	32.9	2.3	5487.6	-5487.6	3238.1	0.0	0.0	-3958.2	3958.2	-1393.7	0.0	0.0	3958.2	-3958.2	1393.7	0.0	0.0
7	0.00	21.50	6506.8	468.6	2383.2	169.5	0.0	0.0	0.0	0.0	9169.5	429.8	0.0	0.0	8234.6	968.7	6545.4	-304.4	32.9	2.3	5487.6	-5487.6	2755.0	0.0	0.0	-3958.2	3958.2	-1152.7	0.0	0.0	3958.2	-3958.2	1152.7	0.0	0.0
7	3.50	25.00	4438.7	713.1	1630.1	260.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6290.9	671.6	0.0	0.0	5914.4	1182.3	4013.1	-160.5	22.5	3.6	5253.9	-5253.9	2709.6	0.0	0.0	-3789.6	3789.6	-1141.3	0.0	0.0	3789.6	-3789.6	1141.3	0.0	0.0
8	0.00	25.00	4438.7	713.1	1630.1	260.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6288.0	1167.3	0.0	0.0	5912.1	1182.3	4008.7	-160.3	22.5	3.6	5253.9	-5253.9	2709.6	0.0	0.0	-3789.6	3789.6	-1141.3	0.0	0.0	3789.6	-3789.6	1141.3	0.0	0.0
8	5.00	30.00	0.0	1062.4	0.0	391.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	1513.0	0.0	0.0	3.8	1513.0	0.0	0.0	0.0	5.4	4786.5	-4786.5	2591.7	0.0	0.0	-3452.5	3452.5	-1111.4	0.0	0.0	3452.5	-3452.5	1111.4	0.0	0.0

LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO<sup>1</sup> - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C1Mmax

Sez	soletta			Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI										
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-44.3	355.0	355.0	355.0	1.015	4	0.0725	0.799	0.0349	0.0437
2	1.000	5.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	213.7	206.8	-172.7	-178.4	-75.6	-94.8	-65.2	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
3	2.000	0.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	213.7	206.8	-172.7	-178.4	-75.6	-94.8	-65.2	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	306.3	296.8	-226.9	-234.9	-82.6	-107.4	-47.6	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	224.4	211.3	-212.6	-220.5	-82.5	-103.0	-41.3	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	244.7	230.6	-227.8	-236.3	-84.9	-106.7	-31.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	244.7	230.6	-227.8	-236.3	-84.9	-106.7	-31.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	273.6	257.9	-249.8	-259.2	-88.2	-111.9	-18.4	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	273.6	257.9	-249.8	-259.2	-88.2	-111.9	-0.8	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	244.7	230.6	-227.8	-236.3	-84.9	-106.7	31.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	244.7	230.6	-227.8	-236.3	-84.9	-106.7	31.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	224.4	211.3	-212.6	-220.5	-82.5	-103.0	41.3	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	306.3	296.8	-226.9	-234.9	-82.6	-107.4	32.5	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
14	7.000	3.500	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	213.8	206.8	-172.7	-178.4	-75.6	-94.8	50.1	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
15	8.000	0.000	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	213.7	206.8	-172.7	-178.4	-75.6	-94.8	65.2	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	fessurata	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	90.3	355.0	355.0	355.0	1.015	4	0.0774	0.749	0.0377	0.0504

ONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																								Long	Isl (m4)																				
1	0.0454	0.0398	0.0387	0.0	0.0	0.050	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	7293.0	20698.0	29919	3703.1	-8239.1	19128.4	0.00	0.00	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1459	0.32	0.38	0.00										
2							213.7	206.8	-172.7	-178.4	0.62	0.52	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16228.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2145	0.47	0.00	0.00									
3							213.7	206.8	-172.7	-178.4	0.62	0.52	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2145	0.47	0.00	0.00									
4							306.3	296.8	-226.9	-234.9	0.89	0.68	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	21999.0	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1566	0.34	0.00	0.00									
5							224.4	211.3	-212.6	-220.5	0.64	0.64	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1070	0.34	0.00	0.00									
6							244.7	230.6	-227.8	-236.3	0.70	0.69	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	819	0.26	0.00	0.00									
7							244.7	230.6	-227.8	-236.3	0.70	0.69	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	819	0.26	0.00	0.00									
8							273.6	257.9	-249.8	-259.2	0.79	0.75	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.6	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	476	0.15	0.00	0.00									
9							273.6	257.9	-249.8	-259.2	0.79	0.75	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.5	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	20	0.01	0.00	0.00									
10							244.7	230.6	-227.8	-236.3	0.70	0.69	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24427.7	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	818	0.26	0.00	0.00									
11							244.7	230.6	-227.8	-236.3	0.70	0.69	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	819	0.26	0.00	0.00									
12							224.4	211.3	-212.6	-220.5	0.64	0.64	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1070	0.34	0.00	0.00									
13							306.3	296.8	-226.9	-234.9	0.89	0.68	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	22000.1	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1070	0.23	0.00	0.00									
14							213.8	206.8	-172.7	-178.4	0.62	0.52	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16233.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1649	0.36	0.00	0.00									
15							213.7	206.8	-172.7	-178.4	0.62	0.52	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2145	0.47	0.00	0.00									
16	0.0525	0.0408	0.0397	2.8	1.0	0.000	0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	9392.7	22458.2	31578	3706.9	-8239.1	20929.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2972	0.65	0.45	0.50									

LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO<sup>1</sup> - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C1Vmax

Sez	soletta			Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI										
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-44.3	355.0	355.0	355.0	1.015	4	0.0725	0.799	0.0349	0.0437
2	1.000	5.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	181.6	175.2	-170.8	-176.1	-71.6	-87.4	-24.8	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
3	2.000	0.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	181.5	175.2	-170.8	-176.1	-71.6	-87.4	-24.8	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	269.4	260.5	-225.0	-232.4	-78.3	-99.2	-10.2	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	196.6	184.4	-210.2	-217.5	-78.1	-95.5	-13.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	217.1	203.9	-225.4	-233.3	-80.4	-99.2	-4.7	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	217.1	203.9	-225.4	-233.3	-80.4	-99.2	-4.7	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	252.1	237.1	-247.9	-256.9	-84.7	-106.0	23.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	252.1	237.1	-247.9	-256.9	-84.7	-106.0	23.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	232.0	218.2	-226.7	-234.9	-82.8	-103.3	53.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	232.0	218.2	-226.7	-234.9	-82.8	-103.3	53.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	214.5	201.7	-211.7	-219.4	-80.9	-100.4	62.1	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	293.2	283.9	-226.3	-234.0	-81.1	-104.5	48.9	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
14	7.000	3.500	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	208.4	201.6	-172.4	-178.0	-75.0	-93.6	65.6	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
15	8.000	0.000	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	208.4	201.6	-172.4	-178.0	-75.0	-93.6	65.6	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	fessurata	0.1	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	90.3	355.0	355.0	355.0	1.015	4	0.0774	0.749	0.0377	0.0504

ONI EFFICACI				Analisi elastica														Analisi plastica														Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter						
																								Long	Isl (m4)																
1	0.0454	0.0398	0.0387	0.0	0.0	0.050	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	7293.0	20698.0	29919	3703.1	-8239.1	19128.4	0.00	0.00	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1459	0.32	0.38	0.00					
2							181.6	175.2	-170.8	-176.1	0.53	0.51	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16228.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	817	0.18		0.00					
3							181.5	175.2	-170.8	-176.1	0.53	0.51	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	817	0.18		0.00					
4							269.4	260.5	-225.0	-232.4	0.78	0.68	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	21999.0	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	336	0.07		0.00					
5							196.6	184.4	-210.2	-217.5	0.56	0.63	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	336	0.11		0.00					
6							217.1	203.9	-225.4	-233.3	0.62	0.68	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	122	0.04		0.00					
7							217.1	203.9	-225.4	-233.3	0.62	0.68	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	122	0.04		0.00					
8							252.1	237.1	-247.9	-256.9	0.72	0.75	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.6	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	611	0.19		0.00					
9							252.1	237.1	-247.9	-256.9	0.72	0.75	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.5	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	611	0.19		0.00					
10							232.0	218.2	-226.7	-234.9	0.67	0.68	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24427.7	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1374	0.43		0.00					
11							232.0	218.2	-226.7	-234.9	0.67	0.68	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1374	0.43		0.00					
12							214.5	201.7	-211.7	-219.4	0.62	0.64	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1609	0.51		0.00					
13							293.2	283.9	-226.3	-234.0	0.85	0.68	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	22000.1	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1609	0.35		0.00					
14							208.4	201.6	-172.4	-178.0	0.61	0.52	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16233.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2160	0.47		0.00					
15							208.4	201.6	-172.4	-178.0	0.61	0.52	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2160	0.47		0.00					
16	0.0525	0.0408	0.0397	2.8	1.0	0.000	0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	9392.7	22458.2	31578	3706.9	-8239.1	20929.3	0.00	0.00	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2972	0.65	0.45	0.50					

LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO<sup>1</sup> - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C1Vmin

Sez	soletta			Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI										
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-90.3	355.0	355.0	355.0	1.015	4	0.0725	0.799	0.0349	0.0437
2	1.000	5.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	208.4	201.6	-172.3	-178.0	-75.0	-93.6	-65.7	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
3	2.000	0.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	208.4	201.6	-172.4	-178.0	-75.0	-93.6	-65.6	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	293.2	283.9	-226.3	-234.0	-81.1	-104.5	-48.9	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	214.5	201.7	-211.7	-219.4	-80.9	-100.4	-62.1	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	232.0	218.2	-226.7	-234.9	-82.8	-103.3	-53.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	232.0	218.2	-226.7	-234.9	-82.8	-103.3	-53.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	252.1	237.1	-247.9	-256.9	-84.7	-106.0	-23.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	252.1	237.1	-247.9	-256.9	-84.7	-106.0	-23.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	217.1	203.9	-225.4	-233.3	-80.4	-99.2	4.7	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	217.1	203.9	-225.4	-233.3	-80.4	-99.2	4.7	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	196.6	184.4	-210.2	-217.5	-78.1	-95.5	13.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	269.4	260.5	-225.0	-232.4	-78.3	-99.2	10.2	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
14	7.000	3.500	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	181.6	175.3	-170.8	-176.1	-71.6	-87.4	24.8	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
15	8.000	0.000	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	181.5	175.2	-170.8	-176.1	-71.6	-87.4	24.8	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	fessurata	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.3	355.0	355.0	355.0	1.015	4	0.0725	0.799	0.0349	0.0437

ONI EFFICACI				Analisi elastica										Analisi plastica										Ver. stabilità pannelli d'anima												
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter	
																								Long	Isl (m4)											
1	0.0454	0.0398	0.0387	0.0	0.0	0.050	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	7293.0	20698.0	29919	3703.1	-8239.1	19128.4	0.00	0.00	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2972	0.65	0.38	0.43
2							208.4	201.6	-172.3	-178.0	0.61	0.52	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16228.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2160	0.47	0.00	0.00
3							208.4	201.6	-172.4	-178.0	0.61	0.52	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2160	0.47	0.00	0.00
4							293.2	283.9	-226.3	-234.0	0.85	0.68	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	21999.0	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1609	0.35	0.00	0.00
5							214.5	201.7	-211.7	-219.4	0.62	0.64	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1609	0.51	0.00	0.00
6							232.0	218.2	-226.7	-234.9	0.67	0.68	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1374	0.43	0.00	0.00
7							232.0	218.2	-226.7	-234.9	0.67	0.68	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1374	0.43	0.00	0.00
8							252.1	237.1	-247.9	-256.9	0.72	0.75	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.6	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	611	0.19	0.00	0.00
9							252.1	237.1	-247.9	-256.9	0.72	0.75	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.5	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	611	0.19	0.00	0.00
10							217.1	203.9	-225.4	-233.3	0.62	0.68	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24427.7	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	122	0.04	0.00	0.00
11							217.1	203.9	-225.4	-233.3	0.62	0.68	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	122	0.04	0.00	0.00
12							196.6	184.4	-210.2	-217.5	0.56	0.63	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	336	0.11	0.00	0.00
13							269.4	260.5	-225.0	-232.4	0.78	0.68	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	22000.1	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	336	0.07	0.00	0.00
14							181.6	175.3	-170.8	-176.1	0.53	0.51	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16233.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	817	0.18	0.00	0.00
15							181.5	175.2	-170.8	-176.1	0.53	0.51	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	817	0.18	0.00	0.00
16	0.0454	0.0398	0.0387	0.0	0.0	0.050	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	7293.0	20698.0	29919	3706.9	-8239.1	19128.4	0.00	0.00	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1459	0.32	0.38	0.00

LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO<sup>1</sup> - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C2Mmax

Sez	soletta			Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI										
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	-3.1	-2.8	13.7	14.0	14.8	16.5	-44.3	355.0	355.0	355.0	1.779	1				
2	1.000	5.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	198.0	192.6	-105.3	-109.8	-3.0	-13.8	-65.2	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
3	2.000	0.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	198.0	192.6	-105.3	-109.8	-3.1	-13.8	-65.2	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	290.6	282.5	-159.4	-166.1	-9.9	-26.2	-47.6	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	213.5	202.7	-145.5	-151.9	-10.2	-22.8	-41.3	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	233.8	222.0	-160.7	-167.8	-12.6	-26.5	-31.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	233.8	222.0	-160.7	-167.8	-12.6	-26.5	-31.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	262.6	249.3	-182.6	-190.6	-15.9	-31.7	-18.4	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	262.6	249.3	-182.6	-190.6	-15.9	-31.7	-0.8	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	233.8	222.0	-160.7	-167.8	-12.6	-26.5	31.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	233.8	222.0	-160.7	-167.8	-12.6	-26.5	31.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	213.5	202.7	-145.5	-151.9	-10.2	-22.8	41.3	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	290.6	282.6	-159.4	-166.1	-9.9	-26.2	32.5	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
14	7.000	3.500	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	198.1	192.6	-105.3	-109.8	-3.1	-13.9	50.1	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
15	8.000	0.000	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	198.0	192.6	-105.3	-109.8	-3.1	-13.8	65.2	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	-3.1	-2.8	13.7	14.0	14.8	16.5	90.3	355.0	355.0	355.0	1.779	1				

ONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																								Long	Isl (m4)																				
1							-3.1	-2.8	13.7	14.0	0.01	0.04	0.00	0.00	12687.3	26872.6	52246	3703.1	-8239.1	26204.3	0.14	0.14	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1459	0.32	0.00										
2							198.0	192.6	-105.3	-109.8	0.58	0.32	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16228.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2145	0.47	0.00										
3							198.0	192.6	-105.3	-109.8	0.58	0.32	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2145	0.47	0.00										
4							290.6	282.5	-159.4	-166.1	0.85	0.48	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	21999.0	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1566	0.34	0.00										
5							213.5	202.7	-145.5	-151.9	0.62	0.44	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1070	0.34	0.00										
6							233.8	222.0	-160.7	-167.8	0.67	0.49	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	819	0.26	0.00										
7							233.8	222.0	-160.7	-167.8	0.67	0.49	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	819	0.26	0.00										
8							262.6	249.3	-182.6	-190.6	0.76	0.55	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.6	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	476	0.15	0.00										
9							262.6	249.3	-182.6	-190.6	0.76	0.55	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.5	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	20	0.01	0.00										
10							233.8	222.0	-160.7	-167.8	0.67	0.49	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24427.7	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	818	0.26	0.00										
11							233.8	222.0	-160.7	-167.8	0.67	0.49	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	819	0.26	0.00										
12							213.5	202.7	-145.5	-151.9	0.62	0.44	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1070	0.34	0.00										
13							290.6	282.6	-159.4	-166.1	0.85	0.48	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	22000.1	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1070	0.23	0.00										
14							198.1	192.6	-105.3	-109.8	0.58	0.32	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16233.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1649	0.36	0.00										
15							198.0	192.6	-105.3	-109.8	0.58	0.32	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2145	0.47	0.00										
16							-3.1	-2.8	13.7	14.0	0.01	0.04	0.00	0.00	12687.3	26872.6	52246	3706.9	-8239.1	26204.3	0.14	0.14	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2972	0.65	0.00										

LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO<sup>1</sup> - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C2Vmax

Sez	soletta			Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI										
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	-3.1	-2.8	13.7	14.0	14.8	16.5	-44.3	355.0	355.0	355.0	1.779	1				
2	1.000	5.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	165.9	161.0	-103.5	-107.5	1.0	-6.4	-24.8	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
3	2.000	0.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	165.9	161.0	-103.5	-107.5	1.0	-6.4	-24.8	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	253.7	246.3	-157.5	-163.7	-5.6	-18.0	-10.2	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	185.7	175.8	-143.0	-148.9	-5.8	-15.3	-13.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	206.2	195.3	-158.2	-164.8	-8.1	-19.0	-4.7	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	206.2	195.3	-158.2	-164.8	-8.1	-19.0	-4.7	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	241.1	228.5	-180.7	-188.3	-12.4	-25.8	23.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	241.1	228.5	-180.7	-188.3	-12.4	-25.8	23.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	221.0	209.6	-159.5	-166.4	-10.5	-23.0	53.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	221.0	209.6	-159.5	-166.4	-10.5	-23.0	53.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	203.6	193.1	-144.6	-150.9	-8.6	-20.1	62.1	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	277.4	269.6	-158.7	-165.2	-8.3	-23.3	48.9	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
14	7.000	3.500	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	192.8	187.4	-105.0	-109.4	-2.4	-12.6	65.6	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
15	8.000	0.000	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	192.7	187.4	-105.0	-109.4	-2.4	-12.6	65.6	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	-3.1	-2.8	13.7	14.0	14.8	16.5	90.3	355.0	355.0	355.0	1.779	1				

ONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																								Long	Isl (m4)																				
1							-3.1	-2.8	13.7	14.0	0.01	0.04	0.00	0.00	12687.3	26872.6	52246	3703.1	-8239.1	26204.3	0.14	0.14	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1459	0.32	0.00										
2							165.9	161.0	-103.5	-107.5	0.48	0.31	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16228.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	817	0.18	0.00										
3							165.9	161.0	-103.5	-107.5	0.48	0.31	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	817	0.18	0.00										
4							253.7	246.3	-157.5	-163.7	0.74	0.48	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	21999.0	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	336	0.07	0.00										
5							185.7	175.8	-143.0	-148.9	0.53	0.43	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	336	0.11	0.00										
6							206.2	195.3	-158.2	-164.8	0.59	0.48	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	122	0.04	0.00										
7							206.2	195.3	-158.2	-164.8	0.59	0.48	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	122	0.04	0.00										
8							241.1	228.5	-180.7	-188.3	0.69	0.55	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.6	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	611	0.19	0.00										
9							241.1	228.5	-180.7	-188.3	0.69	0.55	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.6	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	611	0.19	0.00										
10							221.0	209.6	-159.5	-166.4	0.64	0.48	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24427.7	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1374	0.43	0.00										
11							221.0	209.6	-159.5	-166.4	0.64	0.48	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1374	0.43	0.00										
12							203.6	193.1	-144.6	-150.9	0.59	0.44	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1609	0.51	0.00										
13							277.4	269.6	-158.7	-165.2	0.81	0.48	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	22000.1	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1609	0.35	0.00										
14							192.8	187.4	-105.0	-109.4	0.56	0.32	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16233.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2160	0.47	0.00										
15							192.7	187.4	-105.0	-109.4	0.56	0.32	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2160	0.47	0.00										
16							-3.1	-2.8	13.7	14.0	0.01	0.04	0.00	0.00	12687.3	26872.6	52246	3706.9	-8239.1	26204.3	0.14	0.14	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2972	0.65	0.00										

LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO<sup>1</sup> - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI

Verifica di resistenza sezioni in Classe 4

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

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

COMBINAZIONE C2Vmin

Sez	soletta			Armature soletta				piattabanda superiore		anima		piattabanda inferiore		TENSIONI AGENTI SU SEZIONE LORDA										CARATTERISTICHE DELLE SEZIONI										
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	Bcoll (m)	Hc (m)	Hcr (m)	Bcr (m)	Assup (m2)	yGs sup (m)	Asinf (m2)	yGs inf (m)	Beq (m)	tf (m)	hw (m)	tw (m)	Beq (m)	tf (m)	Status soletta	σA (Mpa)	σB (Mpa)	σC (Mpa)	σD (Mpa)	σAs_inf (Mpa)	σAs_sup (Mpa)	τ (Mpa)	fyfs (Mpa)	fyw (Mpa)	fyfi (Mpa)	PNA (m)	Classe	Aeff (m2)	yGa_eff (m)	Ixa_eff (m4)	WA_eff (m3)
1	1.000	0.000	0.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	-3.1	-2.8	13.7	14.0	14.8	16.5	-90.3	355.0	355.0	355.0	1.779	1				
2	1.000	5.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	192.7	187.4	-105.0	-109.4	-2.4	-12.6	-65.7	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
3	2.000	0.000	5.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	192.7	187.4	-105.0	-109.4	-2.4	-12.6	-65.6	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
4	2.000	3.500	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	277.4	269.6	-158.7	-165.2	-8.3	-23.3	-48.9	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
5	3.000	0.000	8.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	203.6	193.1	-144.6	-150.9	-8.6	-20.1	-62.1	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
6	3.000	1.500	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	221.0	209.6	-159.5	-166.4	-10.5	-23.0	-53.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
7	4.000	0.000	10.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	221.0	209.6	-159.5	-166.4	-10.5	-23.0	-53.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
8	4.000	5.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	241.1	228.5	-180.7	-188.3	-12.4	-25.8	-23.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
9	5.000	0.000	15.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	241.1	228.5	-180.7	-188.3	-12.4	-25.8	-23.6	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
10	5.000	5.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	206.2	195.3	-158.2	-164.8	-8.2	-19.0	4.7	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
11	6.000	0.000	20.000	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	206.2	195.3	-158.2	-164.8	-8.1	-19.0	4.7	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
12	6.000	1.500	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.030	1.620	0.016	0.860	0.050	reagente	185.7	175.8	-143.0	-148.9	-5.8	-15.3	13.0	355.0	355.0	355.0	1.778	1				
13	7.000	0.000	21.500	5.220	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	253.7	246.3	-157.5	-163.7	-5.6	-18.0	10.2	355.0	355.0	355.0	1.819	1				
14	7.000	3.500	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	165.9	161.1	-103.5	-107.5	1.0	-6.4	24.8	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
15	8.000	0.000	25.000	4.991	0.240	0.070	0.540	0.008	0.250	0.008	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	165.9	161.0	-103.5	-107.5	1.0	-6.4	24.8	355.0	355.0	355.0	1.805	1				
16	8.000	5.000	30.000	4.533	0.240	0.070	0.540	0.007	0.250	0.007	0.080	0.700	0.025	1.645	0.020	0.900	0.030	reagente	-3.1	-2.8	13.7	14.0	14.8	16.5	44.3	355.0	355.0	355.0	1.779	1				

ONI EFFICACI				Analisi elastica																Analisi plastica																Ver. stabilità pannelli d'anima									
Sez	WB_eff (m3)	WC_eff (m3)	WD_eff (m3)	MEd (kNm)	NEd (kN)	eN (m)	σA' C1Mmax (Mpa)	σB' C1Mmax (Mpa)	σC' C1Mmax (Mpa)	σD' C1Mmax (Mpa)	η1,inf	η1,sup	η1,inf grafico	η1,sup grafico	Mf,Rd (kNm)	MPI,Rd (kNm)	NPI,Rd (kN)	MEd (kN)	Ned (kN)	MN,Rd	η1,plast	η1	a (m)	n.irr.		κτ	(hw/t) max	lw	Xw	Vbw,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	VEd (kN)	η3	η1_s	η1_inter										
																								Long	Isl (m4)																				
1							-3.1	-2.8	13.7	14.0	0.01	0.04	0.00	0.00	12687.3	26872.6	52246	3703.1	-8239.1	26204.3	0.14	0.14	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2972	0.65	0.00										
2							192.7	187.4	-105.0	-109.4	0.56	0.32	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16228.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2160	0.47	0.00										
3							192.7	187.4	-105.0	-109.4	0.56	0.32	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	2160	0.47	0.00										
4							277.4	269.6	-158.7	-165.2	0.81	0.48	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	21999.0	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1609	0.35	0.00										
5							203.6	193.1	-144.6	-150.9	0.59	0.44	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1609	0.51	0.00										
6							221.0	209.6	-159.5	-166.4	0.64	0.48	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1374	0.43	0.00										
7							221.0	209.6	-159.5	-166.4	0.64	0.48	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	1374	0.43	0.00										
8							241.1	228.5	-180.7	-188.3	0.69	0.55	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.6	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	611	0.19	0.00										
9							241.1	228.5	-180.7	-188.3	0.69	0.55	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	26836.6	-9445.8	36672.5	0.73	0.73	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	611	0.19	0.00										
10							206.2	195.3	-158.2	-164.8	0.59	0.48	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24427.7	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	122	0.04	0.00										
11							206.2	195.3	-158.2	-164.8	0.59	0.48	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	24426.0	-9445.8	36672.5	0.67	0.67	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	122	0.04	0.00										
12							185.7	175.8	-143.0	-148.9	0.53	0.43	0.00	0.00	23742.2	37532.8	62391	22724.2	-9445.8	36672.5	0.62	0.62	5.000	0	0	5.760	50.4	SI	1.39	0.657	3172	3172	336	0.11	0.00										
13							253.7	246.3	-157.5	-163.7	0.74	0.48	0.00	0.00	15246.6	30179.2	58158	22000.1	-9445.8	29383.1	0.75	0.75	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	336	0.07	0.00										
14							165.9	161.1	-103.5	-107.5	0.48	0.31	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16233.2	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	817	0.18	0.00										
15							165.9	161.0	-103.5	-107.5	0.48	0.31	0.00	0.00	15214.9	30064.4	56576	16230.3	-9043.5	29296.2	0.55	0.55	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	817	0.18	0.00										
16							-3.1	-2.8	13.7	14.0	0.01	0.04	0.00	0.00	12687.3	26872.6	52246	3706.9	-8239.1	26204.3	0.14	0.14	5.000	0	0	5.773	50.5	SI	1.12	0.751	4603	4603	1459	0.32	0.00										

**LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO' - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI**

**Verifica di resistenza sezioni in Classe 4**

Sez	INVILUPPI										
	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	$\eta_{1,inf}$	$\eta_{1,sup}$	$\eta_{1,inf}$ grafico	$\eta_{1,sup}$ grafico	$\eta_{1,plast}$	$\eta_1$	$\eta_3$	$\eta_{1\_inter}$
1	1.000	0.000	0.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.14	<b>0.14</b>	<b>0.65</b>	<b>0.43</b>
2	1.000	5.000	5.000	0.62	0.52	0.34	0.40	0.55	<b>0.55</b>	<b>0.47</b>	<b>0.00</b>
3	2.000	0.000	5.000	0.62	0.52	0.34	0.40	0.55	<b>0.55</b>	<b>0.47</b>	<b>0.00</b>
4	2.000	3.500	8.500	0.89	0.68	0.50	0.58	0.75	<b>0.75</b>	<b>0.35</b>	<b>0.00</b>
5	3.000	0.000	8.500	0.64	0.64	0.35	0.54	0.62	<b>0.62</b>	<b>0.51</b>	<b>0.00</b>
6	3.000	1.500	10.000	0.70	0.69	0.38	0.60	0.67	<b>0.67</b>	<b>0.43</b>	<b>0.00</b>
7	4.000	0.000	10.000	0.70	0.69	0.38	0.60	0.67	<b>0.67</b>	<b>0.43</b>	<b>0.00</b>
8	4.000	5.000	15.000	0.79	0.75	0.43	0.67	0.73	<b>0.73</b>	<b>0.19</b>	<b>0.00</b>
9	5.000	0.000	15.000	0.79	0.75	0.43	0.67	0.73	<b>0.73</b>	<b>0.19</b>	<b>0.00</b>
10	5.000	5.000	20.000	0.70	0.69	0.38	0.60	0.67	<b>0.67</b>	<b>0.43</b>	<b>0.00</b>
11	6.000	0.000	20.000	0.70	0.69	0.38	0.60	0.67	<b>0.67</b>	<b>0.43</b>	<b>0.00</b>
12	6.000	1.500	21.500	0.64	0.64	0.35	0.54	0.62	<b>0.62</b>	<b>0.51</b>	<b>0.00</b>
13	7.000	0.000	21.500	0.89	0.68	0.50	0.58	0.75	<b>0.75</b>	<b>0.35</b>	<b>0.00</b>
14	7.000	3.500	25.000	0.62	0.52	0.34	0.40	0.55	<b>0.55</b>	<b>0.47</b>	<b>0.00</b>
15	8.000	0.000	25.000	0.62	0.52	0.34	0.40	0.55	<b>0.55</b>	<b>0.47</b>	<b>0.00</b>
16	8.000	5.000	30.000	0.01	0.04	0.00	0.00	0.14	<b>0.14</b>	<b>0.65</b>	<b>0.50</b>

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

**LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO' - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI**

**Verifica delle saldature longitudinali**

<b>Verifica saldature longitudinali</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
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	35.3
permanententi portati	Qc2	kN/ml	16.8
Carico accidentale fattorizzato per verifiche SLU	Qik	kN	150
larghezza di diffusione in dir. longitudinale	Ld	m	1.20
Carico accidentale distribuito	Qik		125.0
Fattore parziale per verifiche SLU	γc		1.35
Carico complessivo fattorizzato	Qtot		239.1
Classe di resistenza a fatica per saldature longitudinali	Δtc	Mpa	80.0
Coefficiente di resistenza parziale	γMf		1.35
resistenza di calcolo a fatica	Δtc/γMf	Mpa	27.1

Sez	FRAME	LOC (m)	Progr (m)	X lato (m)	a gola (m)	Vde (kN)	VERIFICHE SLU								VERIFICHE A FATICA						
							fibra B			fibra C					fibra B				fibra C		
							Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver SLU	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	oper (Mpa)	sid (Mpa)	Ver SLU	ΔVde (kN)	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver fat	Sx/lx (m-1)	τ par (Mpa)	Ver fat
1	1.000	0.000	0.000	0.010	0.007	2972.0	0.52530	110.39	OK!	0.43518	91.45	16.91	93.0	OK!	320.7	0.52530	11.91	OK!	0.51291	11.63	OK!
2	1.000	5.000	5.000	0.010	0.007	2160.1	0.52530	80.24	OK!	0.43518	66.47	16.91	68.6	OK!	284.4	0.52530	10.56	OK!	0.52160	10.49	OK!
3	2.000	0.000	5.000	0.010	0.007	2159.9	0.52530	80.23	OK!	0.43518	66.46	16.91	68.6	OK!	284.4	0.52530	10.56	OK!	0.52160	10.49	OK!
4	2.000	3.500	8.500	0.010	0.007	1609.5	0.52530	59.78	OK!	0.43518	49.53	16.91	52.3	OK!	268.0	0.52530	9.96	OK!	0.52603	9.97	OK!
5	3.000	0.000	8.500	0.008	0.006	1609.2	0.58580	83.32	OK!	0.46957	66.79	21.13	70.1	OK!	268.0	0.58580	13.87	OK!	0.49402	11.70	OK!
6	3.000	1.500	10.000	0.008	0.006	1374.4	0.58580	71.16	OK!	0.46957	57.04	21.13	60.8	OK!	265.3	0.58580	13.73	OK!	0.49402	11.58	OK!
7	4.000	0.000	10.000	0.008	0.006	1374.4	0.58580	71.16	OK!	0.46957	57.04	21.13	60.8	OK!	265.3	0.58580	13.73	OK!	0.49402	11.58	OK!
8	4.000	5.000	15.000	0.008	0.006	611.4	0.58580	31.66	OK!	0.46957	25.38	21.13	33.0	OK!	263.5	0.58580	13.64	OK!	0.49402	11.51	OK!
9	5.000	0.000	15.000	0.008	0.006	611.1	0.58580	31.64	OK!	0.46957	25.37	21.13	33.0	OK!	263.5	0.58580	13.64	OK!	0.49402	11.50	OK!
10	5.000	5.000	20.000	0.008	0.006	1374.4	0.58580	71.16	OK!	0.46957	57.04	21.13	60.8	OK!	265.3	0.58580	13.74	OK!	0.49402	11.59	OK!
11	6.000	0.000	20.000	0.008	0.006	1374.4	0.58580	71.16	OK!	0.46957	57.04	21.13	60.8	OK!	265.3	0.58580	13.73	OK!	0.49402	11.58	OK!
12	6.000	1.500	21.500	0.008	0.006	1609.2	0.58580	83.32	OK!	0.46957	66.79	21.13	70.1	OK!	268.0	0.58580	13.87	OK!	0.49402	11.70	OK!
13	7.000	0.000	21.500	0.010	0.007	1609.2	0.52530	59.77	OK!	0.43518	49.52	16.91	52.3	OK!	268.0	0.52530	9.95	OK!	0.52603	9.97	OK!
14	7.000	3.500	25.000	0.010	0.007	2159.8	0.52530	80.22	OK!	0.43518	66.46	16.91	68.6	OK!	284.4	0.52530	10.56	OK!	0.52160	10.49	OK!
15	8.000	0.000	25.000	0.010	0.007	2159.9	0.52530	80.23	OK!	0.43518	66.46	16.91	68.6	OK!	284.4	0.52530	10.56	OK!	0.52160	10.49	OK!
16	8.000	5.000	30.000	0.010	0.007	2972.0	0.52530	110.39	OK!	0.43518	91.45	16.91	93.0	OK!	320.7	0.52530	11.91	OK!	0.51291	11.63	OK!

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

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

LAVORO: SS284 ADRANO-PATERNO<sup>1</sup> - 30 m - IMPALCATO QUATTRO TRAVI

Verifica delle piolature

Resistenza dei connettori	Var	unità	
resistenza a rottura dell'acciaio del piolo	ft	Mpa	450
coefficiente di resistenza parziale	$\gamma_v$		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	$\alpha$		1.0
Resistenza del piolo (componente acciaio)	$P_{RD,a}$	kN	109.5
Resistenza del piolo (componente cls)	$P_{RD,c}$	kN	122.6
Resistenza del piolo SLU (min ( $P_{RD,a}, P_{RD,c}$ ))	$P_{RD,SLU}$	kN	109.5
Coefficiente Ks	Ks		0.75
Resistenza del piolo SLE (ks x Prd)	$P_{RD,SLE}$	kN	82.1

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

Azioni concentrate alle estremità	kN	Ritiro	Var.Ter.+	Var.Ter.-
Sforzo normale	m	4028.7	-3874.6	3874.6
yG-yGc	m	0.541	0.322	0.322
yG-yGa	m2	0.594	0.814	0.814
A trave isolata	m2	0.077	0.077	0.077
A sezione composta	m4	0.163	0.274	0.274
I sezione composta	kN/m	0.09031	0.11027	0.11027
Sforzo assiale trave in acciaio	m	804.0	-382.5	382.5
lunghezza ls	kN	4.533	4.533	4.533
Vmax	m	354.7	-168.8	168.8
lunghezza totale viadotto		30	30	30

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 di veicoli di massa superiore a 10 ton transitanti sulla corsia	Nobs		5.0E+05
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda 2	$\lambda_2$		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	$\lambda_3$		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	$\lambda_4$		1.00
fattore lambda v 1	$\lambda_{v1}$		1.55
fattore che tiene conto del volume di traffico lambda v 2	$\lambda_{v2}$		0.927
fattore che tiene conto della vita di progetto del ponte	$\lambda_{v3}$		1.00
fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie	$\lambda_{v4}$		1.00
fattore lambda v	$\lambda_v$		1.437

coeff. Par. 1.20      coeff. Par. 0.90      coeff. Par. 0.90

Sez		FRAME				TC n.inf		TC n.rit		TC n0		Geometria pioli		Verifiche SLU												Inviluppi		Cedimenti vincolari			
		LOC (m)	Progr (m)	Sx/lx (m-1)	Sx/lx (m-1)	Sx/lx (m-1)	passo pioli (m)	n. effettivo pioli per fila	permanenti portati	Ced1	Ced2	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	CMmax	CMmin	CVmax	CVmin	Vento	C1 Mmax	C2 Mmax	C1 Vmax	C2 Vmax	Sd (kN)	c.u.	permanenti portati	Ced1	Ced2
		LOC (m)	Progr (m)	Sx/lx (m-1)	Sx/lx (m-1)	Sx/lx (m-1)	passo pioli (m)	n. effettivo pioli per fila	Sd2 (kN)	Sdced1 (kN)	Sdced2 (kN)	Sdrit_cod e (kN)	Sdrit3 (kN)	SdDT+_code (kN)	SdDT+3 (kN)	SdDT-_code (kN)	SdDT-3 (kN)	SdCMmax (kN)	SdCMmin (kN)	SdCVmax (kN)	SdCVmin (kN)	Sdq5 (kN)	SdC1 (kN)	SdC2 (kN)	SdC1 (kN)	SdC2 (kN)	Sd (kN)	c.u.	Sd2 (kN)	Sdced1 (kN)	Sdced2 (kN)
1	1.000	0.000	0.000	0.51291	0.50926	0.57117	0.20	4	-200.7	0.0	0.0	216.8	0.0	-86.7	0.0	86.7	0.0	0.0	0.0	-864.2	-3.1	99.8	-290.5	99.8	-1154.7	1154.7	0.53	-148.6	0.0	0.0	
2	1.000	5.000	5.000	0.52160	0.51817	0.57568	0.20	4	-136.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.3	-680.8	-2.1	-810.3	-810.3	-818.9	-818.9	818.9	0.37	-100.8	0.0	0.0	
3	2.000	0.000	5.000	0.52160	0.51817	0.57568	0.20	4	-136.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.3	-680.7	-2.1	-810.1	-810.1	-818.8	-818.8	818.8	0.37	-100.8	0.0	0.0	
4	2.000	3.500	8.500	0.52603	0.52273	0.57778	0.20	4	-89.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	175.9	-559.9	-1.4	-625.3	-625.3	-650.4	-650.4	650.4	0.30	-66.1	0.0	0.0	
5	3.000	0.000	8.500	0.49402	0.49072	0.54654	0.20	3	-83.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	166.4	-529.4	-1.3	-319.9	-319.9	-614.5	-614.5	614.5	0.37	-62.0	0.0	0.0	
6	3.000	1.500	10.000	0.49402	0.49072	0.54654	0.20	3	-64.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	202.6	-481.9	-1.0	-243.6	-243.6	-547.3	-547.3	547.3	0.33	-47.7	0.0	0.0	
7	4.000	0.000	10.000	0.49402	0.49072	0.54654	0.20	3	-64.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	202.6	-481.9	-1.0	-243.6	-243.6	-547.3	-547.3	547.3	0.33	-47.7	0.0	0.0	
8	4.000	5.000	15.000	0.49402	0.49072	0.54654	0.20	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	334.0	-334.1	0.0	0.0	0.0	334.0	334.0	334.0	0.20	0.0	0.0	0.0	
9	5.000	0.000	15.000	0.49402	0.49072	0.54654	0.20	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	334.0	-334.0	0.0	0.0	0.0	334.0	334.0	334.0	0.20	0.0	0.0	0.0	
10	5.000	5.000	20.000	0.49402	0.49072	0.54654	0.20	3	64.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	481.9	-202.7	1.0	243.5	243.5	547.3	547.3	547.3	0.33	47.7	0.0	0.0	
11	6.000	0.000	20.000	0.49402	0.49072	0.54654	0.20	3	64.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	481.9	-202.6	1.0	243.6	243.6	547.3	547.3	547.3	0.33	47.7	0.0	0.0	
12	6.000	1.500	21.500	0.49402	0.49072	0.54654	0.20	3	83.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	529.4	-166.4	1.3	319.9	319.9	614.5	614.5	614.5	0.37	62.0	0.0	0.0	
13	7.000	0.000	21.500	0.52603	0.52273	0.57778	0.20	4	89.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	559.7	-175.9	1.4	338.9	338.9	650.2	650.2	650.2	0.30	66.1	0.0	0.0	
14	7.000	3.500	25.000	0.52160	0.51817	0.57568	0.20	4	136.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	680.6	-92.4	2.1	524.7	524.7	818.7	818.7	818.7	0.37	100.8	0.0	0.0	
15	8.000	0.000	25.000	0.52160	0.51817	0.57568	0.20	4	136.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	680.7	-92.3	2.1	810.1	810.1	818.8	818.8	818.8	0.37	100.8	0.0	0.0	
16	8.000	5.000	30.000	0.51291	0.50926	0.57117	0.20	4	200.7	0.0	0.0	-216.8	0.0	86.7	0.0	-86.7	0.0	0.0	864.2	0.0	3.1	-99.8	1154.7	-99.8	1154.7	1154.7	0.53	148.6	0.0	0.0	

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				Involuppi															
azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	azioni alle estremità	iperstatico	CMmax	CMmin	CVmax	CVmin	Vento	C1 Mmax	C2 Mmax	C1 Vmax	C2 Vmax	Sd	c.u.	$\lambda_1$	$\lambda_{max}$	$\lambda$	$\Delta\tau E$	$\Delta\sigma E$	$\frac{\Delta\tau E}{\Delta\tau_{rid}} \leq 1.0$	$\frac{\Delta\sigma E}{\Delta\sigma_{rid}} \leq 1.0$	Interazione $\leq 1.3$	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.													
180.6	0.0	-57.8	0.0	57.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-640.1	-2.1	87.8	-208.5	87.8	-848.7	848.7	0.52	0.00	0.00	0.00	46.8	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	-497.9	0.0	68.4	-504.3	-1.4	-600.0	-600.0	-606.5	-606.5	606.5	0.37	0.00	0.00	0.00	41.7	0.0	0.53	0.00	0.53	0.53	0.53	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-497.8	0.0	68.4	-504.2	-1.4	-599.9	-599.9	-606.3	-606.3	606.3	0.37	0.00	0.00	0.00	41.7	0.0	0.53	0.00	0.53	0.53	0.53	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-396.1	0.0	130.3	-414.7	-0.9	-463.1	-463.1	-481.7	-481.7	481.7	0.29	0.00	0.00	0.00	39.2	0.0	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-174.0	0.0	123.2	-392.2	-0.9	-236.9	-236.9	-455.1	-455.1	455.1	0.37	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	-132.0	0.0	150.1	-356.9	-0.7	-180.4	-180.4	-405.3	-405.3	405.3	0.33	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	-132.0	0.0	150.1	-356.9	-0.7	-180.4	-180.4	-405.3	-405.3	405.3	0.33	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	-192.7	0.0	247.4	-247.5	0.0	0.0	0.0	247.4	247.4	247.4	0.20	0.00	0.00	0.00	52.3	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	-8.0	0.0	247.4	-247.4	0.0	0.0	0.0	247.4	247.4	247.4	0.20	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	131.9	0.0	356.9	-150.2	0.7	180.3	180.3	405.3	405.3	405.3	0.33	0.00	0.00	0.00	52.3	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	132.0	0.0	356.9	-150.1	0.7	180.4	180.4	405.3	405.3	405.3	0.33	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	174.0	0.0	392.2	-123.2	0.9	236.9	236.9	455.1	455.1	455.1	0.37	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	183.9	0.0	414.6	-130.3	0.9	250.9	250.9	481.6	481.6	481.6	0.29	0.00	0.00	0.00	39.2	0.0	0.50	0.00	0.50	0.50	0.50	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	286.4	0.0	504.2	-68.5	1.4	388.5	388.5	606.3	606.3	606.3	0.37	0.00	0.00	0.00	41.7	0.0	0.53	0.00	0.53	0.53	0.53	OK!	Fatica	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	497.8	0.0	504.2	-68.4	1.4	599.9	599.9	606.3	606.3	606.3	0.37	0.00	0.00	0.00	41.7	0.0	0.53	0.00	0.53	0.53	0.53	OK!	Fatica	
-180.6	0.0	57.8	0.0	-57.8	0.0	640.1	0.0	640.1	0.0	2.1	-87.8	848.7	-87.8	848.7	848.7	0.52	0.00	0.00	0.00	46.8	0.0	0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	OK!	Fatica	

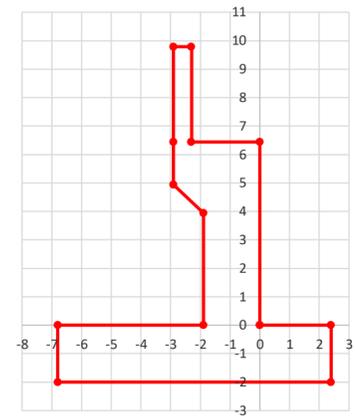
Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etna Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

## **17 ALLEGATO 7 – SOTTOSTRUTTURE: SPALLA SPA SINISTRA**

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX****Dati e risoluzione della palificata****Caratteristiche geometriche elevazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Paraghiaia - 1	0.60	0.60	19.38	3.35	-2.30	0.00	6.44
Muro frontale - 2	2.90	2.90	19.38	1.50	0.00	0.00	4.94
Muro frontale - 3	2.90	1.90	19.38	1.00	0.00	0.00	3.94
Muro frontale - 4	1.90	1.90	19.38	3.94	0.00	0.00	0.00
Muro risolto posteriore sx - 1	3.90	3.90	0.60	3.70	-2.90	-9.39	6.44
Muro risolto posteriore sx - 2	3.90	3.90	0.60	1.50	-2.90	-9.39	4.94
Muro risolto posteriore sx - 3	3.90	4.90	0.60	1.00	-1.90	-9.39	3.94
Muro risolto posteriore sx - 4	4.90	4.90	0.60	3.94	-1.90	-9.39	0.00
Muro risolto posteriore dx - 1	3.90	3.90	0.75	3.00	-2.90	9.32	6.44
Muro risolto posteriore dx - 2	3.90	3.90	0.75	1.50	-2.90	9.32	4.94
Muro risolto posteriore dx - 3	3.90	4.90	0.75	1.00	-1.90	9.32	3.94
Muro risolto posteriore dx - 4	4.90	4.90	0.75	3.94	-1.90	9.32	0.00
Cordolo risolto sx	3.90	3.90	0.25	0.50	-2.90	-8.97	9.89
Cordolo risolto dx	3.90	3.90	0.25	0.50	-2.90	8.82	9.19

**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	20.10	2.00	-2.40	0.00

**Caratteristiche geometriche compressive muro frontale (Paraghiaia+Muro frontale)**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Unità	Valore	
Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	9.79
Area sezione trasversale	Afron	mq	16.25
Volume c.a.	Vfron	mc	314.85
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.33
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	4.10
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	0.95

**Caratteristiche geometriche compressive elevazione (Paraghiaia+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	373.16
Xbaricentro	Xg ele	m	-1.83
Ybaricentro	Yg ele	m	0.11
Zbaricentro	Zg ele	m	4.19

**Caratteristiche geometriche compressive fondazione**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume c.a.	Vfon	mc	369.84
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	$\gamma$	kN/mc	18.0
Coefficiente di spinta attiva (Rankine)	ka		0.271
Coefficiente di spinta a riposo	k0		0.426
Condizioni di spinta: 1 - attiva; 2 - riposo	Tip_spinta		2
Coefficiente di spinta di calcolo	K		0.426

**Caratteristiche geometriche compressive rinterro**

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Rinterro - 1	3.90	3.90	18.03	3.35	-2.90	0.00	6.44
Rinterro - 2	3.90	3.90	18.03	1.50	-2.90	0.00	4.94
Rinterro - 3	3.90	4.90	18.03	1.00	-1.90	0.00	3.94
Rinterro - 4	4.90	4.90	18.03	3.94	-1.90	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Descrizione	Unità	Valore	
Volume rinterro	Vrin	mc	768.46
Xbaricentro	Xg rin	m	-6.95
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	6.62

**Dati sovraccarico terrapieno**

Descrizione	Unità	Valore	
sovraccarico	Q	kN/mq	20.0

**AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA**

Rispetto al baricentro della palificata

**Peso proprio spalla**

Descrizione	Unità	Valore	
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	18575
Momento longitudinale	Myg1	kNm	3440
Momento trasversale	Mxg1	kNm	1008.4

**Peso terreno su fondazione**

Descrizione	Unità	Valore	
Peso rinterro	Fzg2	kN	13832
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-32465
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

**Spinta statica del terreno**

Descrizione	Unità	Valore	
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	10723
Momento longitudinale	Myg3	kNm	42141

**Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato**

Descrizione	Unità	Valore	
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	2021
Carico verticale	Fzg3	kN	1406
Momento longitudinale	Myg3	kNm	8187

**Azioni sismiche**

Descrizione	Unità	Valore
parametri sismici		
Categoria di suolo fondazione	Cat	B
Fattore Ss		1.11
Fattore St		1.0
Fattore S	S	1.11
Valore di ag/g	ag/g	0.290
fattore bm	$\beta_m$	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.322
Coefficiente sismico verticale	kv	0.161

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX**

**Dati e risoluzione della palificata**

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	$\psi$	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	$\beta$	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	$\delta$	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	11.79
peso specifico del terreno	$\gamma^*$	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tan $\theta$ a		0.277
angolo teta a	$\theta$ a	deg	15.5
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		<b>0.458</b>
tangente teta b= kh/(1-kv)	tan $\theta$ b		0.384
angolo teta b	$\theta$ b	deg	21.0
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		<b>0.562</b>
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	13363.6
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	11867.0
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	<b>13363.6</b>
altezza di applicazione	H	kN	5.90
Momento longitudinale	MyDP	kNm	<b>78779</b>

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

Condizioni di spinta adottate:	<b>Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)</b>		
Spinta del terreno	Es	kN	13364
Momento longitudinale	MyEs	kNm	78779

**Forze inerziali**

<b>Sisma longitudinale</b>			
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	10432
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	51027
<b>Sisma trasversale</b>			
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	10432
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	51027
<b>Sisma verticale</b>			
Forza verticale	FzE.2z	kN	-5216
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	4672
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	-162

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

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni	9.19
Distanza asse appoggi - asse fondazione	1.20

	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1a	0	0	3029	0	0
g2a	0	0	1122	209	0
e4	0	0	0	0	0
e2	0	0	0	0	0
q1a	0	0	2200	8520	0
q1b	0	0	1548	9627	0
q1c	0	0	2200	-8520	0
q1d	0	0	1548	-9627	0
q3	223	0	0	0	0
q4a	0	-69	0	145	0
q4b	0	-69	0	-145	0
q5a	0	132	0	278	0
q5b	0	205	0	532	0
q7a	0	0	0	0	0
q7b	0	0	0	0	0
q9	0	0	0	0	0
Ex	808	0	0	0	0
Ey	0	808	0	1624	0
Ez	0	0	3020	0	0

**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI**

Coordinate baricentro pali			
x	=	3.83	coordinata x
y	=	0.15	coordinata y
z	=	0.00	coordinata z

	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1a	0	0	3029	454	-3635
g1b-sp	0	0	18575	2786	-3440
g2a	0	0	1122	377	-1346
g2b-sp	0	0	13832	2075	32465
g3-sp	10723	0	0	0	-42141
e4	0	0	0	0	0
e2	0	0	0	0	0
q1a	0	0	2200	8851	-2640
q1b	0	0	1548	9859	-1858
q1c	0	0	2200	-8190	-2640
q1d	0	0	1548	-9394	-1858
q1e-sp	2021	0	1406	211	-8187
q3	223	0	0	0	-2045
q4a	0	-69	0	-485	0
q4b	0	-69	0	-775	0
q5a	0	132	0	1494	0
q5b	0	205	0	2414	0
q7a	0	0	0	0	0
q7b	0	0	0	0	0
q9	0	0	0	0	0
Ex	808	0	0	0	-7426
Ey	0	808	0	9050	0
Ez	0	0	3020	453	-3623
E.1x-sp	13364	0	0	0	-78779
E.2x-sp	10432	0	0	0	-51027
E.2y-sp	0	10432	0	51027	0
E.2z-sp	0	0	-5216	782	-4672

**COMBINAZIONI DI CARICO**

**MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI**

	<b>S.L.U.</b>															
	<b>q1</b>								<b>q3</b>							
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1b-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
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



**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX**

**Dati e risoluzione della palificata**

	q4								q5							
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
g1b-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
g2b-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
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
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	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	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4a	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00
q7a	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
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
Ey	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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.2y-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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

**S.L.E. CAR**

	q7							
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1b-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2b-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
q7a	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
q7b	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00
q9	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
Ey	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2y-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**S.L.E.freq**

	q1								q7		q5		S.L.E.qp			
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	
g1b-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	
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	
g2b-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	
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	
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	
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	
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q4a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q4b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q5a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00	
q5b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
q7a	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	
q7b	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00	0.50	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	
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	
Ey	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
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	
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	
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	
E.2y-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
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	

**SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1				q3				q4				q5			
Fx	17204	17204	17204	17204	17204	17204	17204	17204	16822	16822	16822	16822	16822	16822	16822	16822
Fy	184	184	184	184	-184	-184	-184	-184	184	184	184	184	-184	-184	-184	-184
Fz	54223	54223	53343	53343	54223	54223	53343	53343	53006	53006	52346	52346	53006	53006	52346	52346
Mx	22092	22092	23453	23453	-5258	-5258	-6884	-6884	19034	19034	20055	20055	-2565	-2565	-3785	-3785
My	-39049	-39049	-37993	-37993	-39049	-39049	-37993	-37993	-38155	-38155	-37363	-37363	-38155	-38155	-37363	-37363
	S.L.U. <td colspan="4">S.L.V. </td>				S.L.V.											
	e3				E.x				E.y				E.z			
Fx	16522	16522	16522	16522	16522	16522	16522	16522	24603	24603	7381	7381	7381	7381	7381	7381
Fy																

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX**

**Dati e risoluzione della palificata**

					S.L.E.car												
					q1					q3							
Fx	12744	12744	12744	12744	12744	12744	12744	12744	12744	12461	12461	12461	12461	12461	12461	12461	12239
Fy	123	123	123	123	-123	-123	-123	-123	-123	123	123	123	123	-123	-123	-123	-123
Fz	40165	40165	39513	39513	40165	40165	39513	39513	39513	39264	39264	38775	38775	39264	39264	38775	38775
Mx	16203	16203	17212	17212	-3734	-3734	-4938	-4938	-4938	13938	13938	14694	14694	-1739	-1739	-2642	-2642
My	-28925	-28925	-28143	-28143	-28925	-28925	-28143	-28143	-28143	-28263	-28263	-27676	-27676	-28263	-28263	-27676	-25631

					S.L.E.car												
					q4					q5							
Fx	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239
Fy	54	54	54	54	-191	-191	-191	-191	-191	205	205	205	205	-205	-205	-205	-205
Fz	39264	39264	38775	38775	39264	39264	38775	38775	38775	39264	39264	38775	38775	39264	39264	38775	38775
Mx	13453	13453	13919	13919	-2225	-2225	-3417	-3417	-3417	14904	14904	15660	15660	-2705	-2705	-3608	-3608
My	-26218	-26218	-25631	-25631	-26218	-26218	-25631	-25631	-25631	-26218	-26218	-25631	-25631	-26218	-26218	-25631	-25631

					S.L.E.car												
					e3												
Fx	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239								
Fy	123	123	123	123	-123	-123	-123	-123	-123								
Fz	39264	39264	38775	38775	39264	39264	38775	38775	38775								
Mx	13938	13938	14694	14694	-1739	-1739	-2642	-2642	-2642								
My	-26218	-26218	-25631	-25631	-26218	-26218	-25631	-25631	-25631								

					S.L.freq				e3				q5				S.L.qp		
					q1													X	Y
Fx	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	12239	10723	10723	10723	10723	10723	10723	10723	10723		
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	-26	0	0	0	0		
Fz	39264	39264	38775	38775	39264	39264	38775	38775	38775	36559	36559	36559	36559	36559	36559	36559	36559		
Mx	12490	12490	13246	13246	-291	-291	-1194	-1194	-1194	5693	5693	5992	5395	5693	5693	5693	5693		
My	-26218	-26218	-25631	-25631	-26218	-26218	-25631	-25631	-25631	-18097	-18097	-18097	-18097	-18097	-18097	-18097	-18097		

**CALCOLO AZIONI SUI PALI**

**Geometria della palificata**

PALO	Fila	Attenzione: 1° fila sempre posteriore					trasv		long		trasv		long		Plinto	X	Y
		X	Y	Xp	Yp	Jxi	Jyi	Yp/SJxi	Xp/SJyi								
1	1	0.50	9.50	-3.33	9.35	87.42	11.0574	0.002	-0.003						0.00	10.05	
2	1	0.50	8.55	-3.33	8.40	70.56	11.0574	0.002	-0.003						9.20	10.05	
3	1	0.50	7.60	-3.33	7.45	55.50	11.06	0.001	-0.003						9.20	-10.05	
4	1	0.50	6.65	-3.33	6.50	42.25	11.06	0.001	-0.003						0.00	-10.05	
5	1	0.50	5.70	-3.33	5.55	30.80	11.06	0.001	-0.003						0.00	10.05	
6	1	0.50	4.75	-3.33	4.60	21.16	11.06	0.001	-0.003								
7	1	0.50	2.85	-3.33	2.70	7.29	11.06	0.000	-0.003								
8	1	0.50	1.90	-3.33	1.75	3.06	11.06	0.000	-0.003								
9	1	0.50	0.95	-3.33	0.80	0.64	11.06	0.000	-0.003								
10	1	0.50	0.00	-3.33	-0.15	0.02	11.06	0.000	-0.003								
11	1	0.50	-0.95	-3.33	-1.10	1.21	11.06	0.000	-0.003								
12	1	0.50	-1.90	-3.33	-2.05	4.20	11.06	0.000	-0.003								
13	1	0.50	-2.85	-3.33	-3.00	9.00	11.06	-0.001	-0.003								
14	1	0.50	-3.80	-3.33	-3.95	15.60	11.06	-0.001	-0.003								
15	1	0.50	-4.75	-3.33	-4.90	24.01	11.06	-0.001	-0.003								
16	1	0.50	-5.70	-3.33	-5.85	34.22	11.06	-0.001	-0.003								
17	1	0.50	-6.65	-3.33	-6.80	46.24	11.06	-0.001	-0.003								
18	1	0.50	-7.60	-3.33	-7.75	60.06	11.06	-0.001	-0.003								
19	1	0.50	-8.55	-3.33	-8.70	75.69	11.06	-0.002	-0.003								
20	1	0.50	-9.50	-3.33	-9.65	93.12	11.06	-0.002	-0.003								
21	2	1.67	9.50	-2.16	9.35	87.42	4.65	0.002	-0.002								
22	2	1.67	8.55	-2.16	8.40	70.56	4.65	0.002	-0.002								
23	2	1.67	7.60	-2.16	7.45	55.50	4.65	0.001	-0.002								
24	2	1.67	6.65	-2.16	6.50	42.25	4.65	0.001	-0.002								
25	2	1.67	5.70	-2.16	5.55	30.80	4.65	0.001	-0.002								
26	2	1.67	4.75	-2.16	4.60	21.16	4.65	0.001	-0.002								
27	2	1.67	2.85	-2.16	2.70	7.29	4.65	0.000	-0.002								
28	2	1.67	1.90	-2.16	1.75	3.06	4.65	0.000	-0.002								
29	2	1.67	0.95	-2.16	0.80	0.64	4.65	0.000	-0.002								
30	2	1.67	0.00	-2.16	-0.15	0.02	4.65	0.000	-0.002								
31	2	1.67	-0.95	-2.16	-1.10	1.21	4.65	0.000	-0.002								
32	2	1.67	-1.90	-2.16	-2.05	4.20	4.65	0.000	-0.002								
33	2	1.67	-2.85	-2.16	-3.00	9.00	4.65	-0.001	-0.002								
34	2	1.67	-3.80	-2.16	-3.95	15.60	4.65	-0.001	-0.002								
35	2	1.67	-4.75	-2.16	-4.90	24.01	4.65	-0.001	-0.002								
36	2	1.67	-5.70	-2.16	-5.85	34.22	4.65	-0.001	-0.002								
37	2	1.67	-6.65	-2.16	-6.80	46.24	4.65	-0.001	-0.002								
38	2	1.67	-7.60	-2.16	-7.75	60.06	4.65	-0.001	-0.002								
39	2	1.67	-8.55	-2.16	-8.70	75.69	4.65	-0.002	-0.002								
40	2	1.67	-9.50	-2.16	-9.65	93.12	4.65	-0.002	-0.002								
41	3	2.84	9.50	-0.99	9.35	87.42	0.97	0.002	-0.001								
42	3	2.84	8.55	-0.99	8.40	70.56	0.97	0.002	-0.001								
43	3	2.84	7.60	-0.99	7.45	55.50	0.97	0.001	-0.001								
44	3	2.84	6.65	-0.99	6.50	42.25	0.97	0.001	-0.001								
45	3	2.84	5.70	-0.99	5.55	30.80	0.97	0.001	-0.001								
46	3	2.84	4.75	-0.99	4.60	21.16	0.97	0.001	-0.001								
47	3	2.84	2.85	-0.99	2.70	7.29	0.97	0.000	-0.001								
48	3	2.84	1.90	-0.99	1.75	3.06	0.97	0.000	-0.001								
49	3	2.84	0.95	-0.99	0.80	0.64	0.97	0.000	-0.001								
50	3	2.84	0.00	-0.99	-0.15	0.02	0.97	0.000	-0.001								
51	3	2.84	-0.95	-0.99	-1.10	1.21	0.97	0.000	-0.001								
52	3	2.84	-1.90	-0.99	-2.05	4.20	0.97	0.000	-0.001								
53	3	2.84	-2.85	-0.99	-3.00	9.00	0.97	-0.001	-0.001								
54	3	2.84	-3.80	-0.99	-3.95	15.60	0.97	-0.001	-0.001								
55	3	2.84	-4.75	-0.99	-4.90	24.01	0.97	-0.001	-0.001								
56	3	2.84	-5.70	-0.99	-5.85	34.22	0.97	-0.001	-0.001								
57	3	2.84	-6.65	-0.99	-6.80	46.24	0.97	-0.001	-0.001								
58	3	2.84	-7.60	-0.99	-7.75	60.06	0.97	-0.001	-0.001								
59	3	2.84	-8.55	-0.99	-8.70	75.69	0.97	-0.002	-0.001								
60	3	2.84	-9.50	-0.99	-9.65	93.12	0.97	-0.002	-0.001								
61	4	4.01	9.50	0.18	9.35	87.42	0.03	0.002	0.000								
62	4	4.01	8.55	0.18	8.40	70.56	0.03	0.002	0.000								
63	4	4.01	7.60	0.18	7.45	55.50	0.03	0.001	0.000								
64	4	4.01	6.65	0.18	6.50	42.25	0.03	0.001	0.000								

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX**

**Dati e risoluzione della palificata**

75	4	4.01	-4.75	0.18	-4.90	24.01	0.03	-0.001	0.000
76	4	4.01	-5.70	0.18	-5.85	34.22	0.03	-0.001	0.000
77	4	4.01	-6.65	0.18	-6.80	46.24	0.03	-0.001	0.000
78	4	4.01	-7.60	0.18	-7.75	60.06	0.03	-0.001	0.000
79	4	4.01	-8.55	0.18	-8.70	75.69	0.03	-0.002	0.000
80	4	4.01	-9.50	0.18	-9.65	93.12	0.03	-0.002	0.000
81	5	5.18	9.50	1.35	9.35	87.42	1.84	0.002	0.001
82	5	5.18	8.55	1.35	8.40	70.56	1.84	0.002	0.001
83	5	5.18	7.60	1.35	7.45	55.50	1.84	0.001	0.001
84	5	5.18	6.65	1.35	6.50	42.25	1.84	0.001	0.001
85	5	5.18	5.70	1.35	5.55	30.80	1.84	0.001	0.001
86	5	5.18	4.75	1.35	4.60	21.16	1.84	0.001	0.001
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
87	5	5.18	2.85	1.35	2.70	7.29	1.84	0.000	0.001
88	5	5.18	1.90	1.35	1.75	3.06	1.84	0.000	0.001
89	5	5.18	0.95	1.35	0.80	0.64	1.84	0.000	0.001
90	5	5.18	0.00	1.35	-0.15	0.02	1.84	0.000	0.001
91	5	5.18	-0.95	1.35	-1.10	1.21	1.84	0.000	0.001
92	5	5.18	-1.90	1.35	-2.05	4.20	1.84	0.000	0.001
93	5	5.18	-2.85	1.35	-3.00	9.00	1.84	-0.001	0.001
94	5	5.18	-3.80	1.35	-3.95	15.60	1.84	-0.001	0.001
95	5	5.18	-4.75	1.35	-4.90	24.01	1.84	-0.001	0.001
96	5	5.18	-5.70	1.35	-5.85	34.22	1.84	-0.001	0.001
97	5	5.18	-6.65	1.35	-6.80	46.24	1.84	-0.001	0.001
98	5	5.18	-7.60	1.35	-7.75	60.06	1.84	-0.001	0.001
99	5	5.18	-8.55	1.35	-8.70	75.69	1.84	-0.002	0.001
100	5	5.18	-9.50	1.35	-9.65	93.12	1.84	-0.002	0.001
101	6	6.35	9.50	2.52	9.35	87.42	6.37	0.002	0.002
102	6	6.35	8.55	2.52	8.40	70.56	6.37	0.002	0.002
103	6	6.35	7.60	2.52	7.45	55.50	6.37	0.001	0.002
104	6	6.35	6.65	2.52	6.50	42.25	6.37	0.001	0.002
105	6	6.35	5.70	2.52	5.55	30.80	6.37	0.001	0.002
106	6	6.35	4.75	2.52	4.60	21.16	6.37	0.001	0.002
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
107	6	6.35	2.85	2.52	2.70	7.29	6.37	0.000	0.002
108	6	6.35	1.90	2.52	1.75	3.06	6.37	0.000	0.002
109	6	6.35	0.95	2.52	0.80	0.64	6.37	0.000	0.002
110	6	6.35	0.00	2.52	-0.15	0.02	6.37	0.000	0.002
111	6	6.35	-0.95	2.52	-1.10	1.21	6.37	0.000	0.002
112	6	6.35	-1.90	2.52	-2.05	4.20	6.37	0.000	0.002
113	6	6.35	-2.85	2.52	-3.00	9.00	6.37	-0.001	0.002
114	6	6.35	-3.80	2.52	-3.95	15.60	6.37	-0.001	0.002
115	6	6.35	-4.75	2.52	-4.90	24.01	6.37	-0.001	0.002
116	6	6.35	-5.70	2.52	-5.85	34.22	6.37	-0.001	0.002
117	6	6.35	-6.65	2.52	-6.80	46.24	6.37	-0.001	0.002
118	6	6.35	-7.60	2.52	-7.75	60.06	6.37	-0.001	0.002
119	6	6.35	-8.55	2.52	-8.70	75.69	6.37	-0.002	0.002
120	6	6.35	-9.50	2.52	-9.65	93.12	6.37	-0.002	0.002
121	7	7.52	9.50	3.69	9.35	87.42	13.65	0.002	0.003
122	7	7.52	8.55	3.69	8.40	70.56	13.65	0.002	0.003
123	7	7.52	7.60	3.69	7.45	55.50	13.65	0.001	0.003
124	7	7.52	6.65	3.69	6.50	42.25	13.65	0.001	0.003
125	7	7.52	5.70	3.69	5.55	30.80	13.65	0.001	0.003
126	7	7.52	4.75	3.69	4.60	21.16	13.65	0.001	0.003
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
127	7	7.52	2.85	3.69	2.70	7.29	13.65	0.000	0.003
128	7	7.52	1.90	3.69	1.75	3.06	13.65	0.000	0.003
129	7	7.52	0.95	3.69	0.80	0.64	13.65	0.000	0.003
130	7	7.52	0.00	3.69	-0.15	0.02	13.65	0.000	0.003
131	7	7.52	-0.95	3.69	-1.10	1.21	13.65	0.000	0.003
132	7	7.52	-1.90	3.69	-2.05	4.20	13.65	0.000	0.003
133	7	7.52	-2.85	3.69	-3.00	9.00	13.65	-0.001	0.003
134	7	7.52	-3.80	3.69	-3.95	15.60	13.65	-0.001	0.003
135	7	7.52	-4.75	3.69	-4.90	24.01	13.65	-0.001	0.003
136	7	7.52	-5.70	3.69	-5.85	34.22	13.65	-0.001	0.003
137	7	7.52	-6.65	3.69	-6.80	46.24	13.65	-0.001	0.003
138	7	7.52	-7.60	3.69	-7.75	60.06	13.65	-0.001	0.003
139	7	7.52	-8.55	3.69	-8.70	75.69	13.65	-0.002	0.003
140	7	7.52	-9.50	3.69	-9.65	93.12	13.65	-0.002	0.003
141	8	8.69	9.50	4.86	9.35	87.42	23.67	0.002	0.004
142	8	8.69	8.55	4.86	8.40	70.56	23.67	0.002	0.004
143	8	8.69	7.60	4.86	7.45	55.50	23.67	0.001	0.004
144	8	8.69	6.65	4.86	6.50	42.25	23.67	0.001	0.004
145	8	8.69	5.70	4.86	5.55	30.80	23.67	0.001	0.004
146	8	8.69	4.75	4.86	4.60	21.16	23.67	0.001	0.004
				0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
147	8	8.69	2.85	4.86	2.70	7.29	23.67	0.000	0.004
148	8	8.69	1.90	4.86	1.75	3.06	23.67	0.000	0.004
149	8	8.69	0.95	4.86	0.80	0.64	23.67	0.000	0.004
150	8	8.69	0.00	4.86	-0.15	0.02	23.67	0.000	0.004
151	8	8.69	-0.95	4.86	-1.10	1.21	23.67	0.000	0.004
152	8	8.69	-1.90	4.86	-2.05	4.20	23.67	0.000	0.004
153	8	8.69	-2.85	4.86	-3.00	9.00	23.67	-0.001	0.004
154	8	8.69	-3.80	4.86	-3.95	15.60	23.67	-0.001	0.004
155	8	8.69	-4.75	4.86	-4.90	24.01	23.67	-0.001	0.004
156	8	8.69	-5.70	4.86	-5.85	34.22	23.67	-0.001	0.004
157	8	8.69	-6.65	4.86	-6.80	46.24	23.67	-0.001	0.004
158	8	8.69	-7.60	4.86	-7.75	60.06	23.67	-0.001	0.004
159	8	8.69	-8.55	4.86	-8.70	75.69	23.67	-0.002	0.004
160	8	8.69	-9.50	4.86	-9.65	93.12	23.67	-0.002	0.004
<b>160</b>	<b>8</b>					<b>5456.60</b>	<b>1244.68</b>		

**S.L.U.**

CARICO ASSIALE		q1								q3							
PALO	FILA																
1	1	272	272	272	272	226	226	220	220	262	262	262	262	225	225	221	221
2	1	269	269	268	268	226	226	221	221	259	259	258	258	225	225	222	222
3	1	265	265	264	264	227	227	222	222	255	255	255	255	226	226	222	222
4	1	261	261	260	260	228	228	224	224	252	252	251	251	226	226	223	223
5	1	257	257	256	256	229	229	225	225	249	249	248	248	227	227	223	223
6	1	253	253	252	252	230	230	226	226	245	245	244	244	227	227	224	224
7	0	339	339	333	333	339	339	333	333	331	331	327	327	331	331	327	327
8	1	246	246	243	243	232	232	228	228	239	239	237	237	228	228	225	225
9	1	242	242	239	239	233	233	230	230	235	235	234	234	229	229	226	226
10	1	238	238	235	235	234	234	231	231	232	232	230	230	229	229	227	227
11	1	234	234	231	231	235	235	232	232	229	229	227	227	229	229	227	227
12	1	230	230	227	227	236	236	233	233	226	226	223	223	230	230	228	228
13	1	226	226	223	223	237	237	234	234	222	222	220	220	230	230	229	229
14	1	222	222	219	219	237	237	236	236	219	219	216	216	231	231	229	229
15	1	219	219	215	215	238	238	237	237	216	216	213	213	231	231	230	230
16	1	215	215	211	211	239	239	238	238	212	212	209	209	232	232	231	231
17	1	211	211	207	207	240	240	239	239	209	209	206	206	232	232	231	231
18	1	207	207	203	203	241	241	240	240	206	206	202	202	233	233	232	232
19	1	203	203	199	199	242	242	242	242	202	202	199	199	233	233	233	233
20	1	199	199	194	194	243	243	243	243	199	199	195	195	233	233	233	233
21	1	196	196	190	190	244	244	244	244	196	196	192	192	234	234	234	234

LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

Dati e risoluzione della palificata

22	2	309	309	308	308	262	262	256	256	298	298	297	297	261	261	256	256
23	2	305	305	304	304	263	263	257	257	295	295	293	293	261	261	257	257
24	2	301	301	300	300	264	264	258	258	291	291	290	290	262	262	257	257
25	2	298	298	296	296	265	265	259	259	288	288	286	286	262	262	258	258
26	2	294	294	291	291	266	266	261	261	285	285	283	283	263	263	259	259
27	2	290	290	287	287	267	267	262	262	281	281	279	279	263	263	259	259
28	0	339	339	333	333	339	339	333	333	331	331	327	327	331	331	327	327
29	2	282	282	279	279	269	269	264	264	275	275	272	272	264	264	261	261
30	2	278	278	275	275	270	270	265	265	271	271	269	269	264	264	261	261
31	2	275	275	271	271	271	271	267	267	268	268	265	265	265	265	262	262
32	2	271	271	267	267	271	271	268	268	265	265	262	262	265	265	263	263
33	2	267	267	263	263	272	272	269	269	261	261	258	258	266	266	263	263
34	2	263	263	259	259	273	273	270	270	258	258	255	255	266	266	264	264
35	2	259	259	255	255	274	274	271	271	255	255	251	251	267	267	265	265
36	2	255	255	251	251	275	275	273	273	251	251	248	248	267	267	265	265
37	2	251	251	247	247	276	276	274	274	248	248	244	244	268	268	266	266
38	2	248	248	242	242	277	277	275	275	245	245	241	241	268	268	267	267
39	2	244	244	238	238	278	278	276	276	241	241	237	237	268	268	267	267
40	2	240	240	234	234	279	279	277	277	238	238	234	234	269	269	268	268
41	2	236	236	230	230	280	280	279	279	235	235	230	230	269	269	268	268
42	2	232	232	226	226	281	281	280	280	232	232	227	227	270	270	269	269
43	3	346	346	344	344	299	299	292	292	334	334	332	332	297	297	291	291
44	3	342	342	339	339	300	300	293	293	330	330	328	328	297	297	292	292
45	3	338	338	335	335	301	301	294	294	327	327	325	325	298	298	292	292
46	3	334	334	331	331	302	302	295	295	324	324	321	321	298	298	293	293
47	3	330	330	327	327	303	303	296	296	320	320	318	318	298	298	294	294
48	3	327	327	323	323	304	304	298	298	317	317	314	314	299	299	294	294
49	0	339	339	333	333	339	339	333	333	331	331	327	327	331	331	327	327
50	3	319	319	315	315	305	305	300	300	311	311	308	308	300	300	296	296
51	3	315	315	311	311	306	306	301	301	307	307	304	304	300	300	296	296
52	3	311	311	307	307	307	307	302	302	304	304	301	301	301	301	297	297
53	3	307	307	303	303	308	308	304	304	301	301	297	297	301	301	298	298
54	3	304	304	299	299	309	309	305	305	297	297	294	294	302	302	298	298
55	3	300	300	295	295	310	310	306	306	294	294	290	290	302	302	299	299
56	3	296	296	290	290	311	311	307	307	291	291	287	287	302	302	300	300
57	3	292	292	286	286	312	312	308	308	287	287	283	283	303	303	300	300
58	3	288	288	282	282	313	313	310	310	284	284	280	280	303	303	301	301
59	3	284	284	278	278	314	314	311	311	281	281	276	276	304	304	302	302
60	3	280	280	274	274	315	315	312	312	277	277	273	273	304	304	302	302
61	3	277	277	270	270	315	315	313	313	274	274	269	269	305	305	303	303
62	3	273	273	266	266	316	316	314	314	271	271	266	266	305	305	304	304
63	3	269	269	262	262	317	317	315	315	267	267	262	262	306	306	304	304
64	4	383	383	379	379	336	336	327	327	370	370	367	367	333	333	326	326
65	4	379	379	375	375	337	337	328	328	366	366	364	364	333	333	327	327
66	4	375	375	371	371	338	338	330	330	363	363	360	360	333	333	328	328
67	4	371	371	367	367	338	338	331	331	360	360	357	357	334	334	328	328
68	4	367	367	363	363	339	339	332	332	356	356	353	353	334	334	329	329
69	4	363	363	359	359	340	340	333	333	353	353	350	350	335	335	330	330
70	0	339	339	333	333	339	339	333	333	331	331	327	327	331	331	327	327
71	4	356	356	351	351	342	342	336	336	346	346	343	343	336	336	331	331
72	4	352	352	347	347	343	343	337	337	343	343	339	339	336	336	331	331
73	4	348	348	342	342	344	344	338	338	340	340	336	336	337	337	332	332
74	4	344	344	338	338	345	345	339	339	336	336	332	332	337	337	333	333
75	4	340	340	334	334	346	346	340	340	333	333	329	329	337	337	333	333
76	4	336	336	330	330	347	347	342	342	330	330	325	325	338	338	334	334
77	4	333	333	326	326	348	348	343	343	326	326	322	322	338	338	335	335
78	4	329	329	322	322	348	348	344	344	323	323	318	318	339	339	335	335
79	4	325	325	318	318	349	349	345	345	320	320	315	315	339	339	336	336
80	4	321	321	314	314	350	350	346	346	317	317	311	311	340	340	337	337
81	4	317	317	310	310	351	351	348	348	313	313	308	308	340	340	337	337
82	4	313	313	306	306	352	352	349	349	310	310	304	304	341	341	338	338
83	4	309	309	302	302	353	353	350	350	307	307	301	301	341	341	339	339
84	4	306	306	298	298	354	354	351	351	303	303	297	297	341	341	339	339
85	5	419	419	415	415	372	372	363	363	405	405	402	402	368	368	361	361
86	5	415	415	411	411	373	373	364	364	402	402	399	399	369	369	362	362
87	5	412	412	407	407	374	374	365	365	399	399	395	395	369	369	363	363
88	5	408	408	403	403	375	375	367	367	395	395	392	392	370	370	363	363
89	5	404	404	399	399	376	376	368	368	392	392	388	388	370	370	364	364
90	5	400	400	395	395	377	377	369	369	389	389	385	385	371	371	365	365
91	0	339	339	333	333	339	339	333	333	331	331	327	327	331	331	327	327
92	5	392	392	386	386	379	379	371	371	382	382	378	378	372	372	366	366
93	5	388	388	382	382	380	380	373	373	379	379	374	374	372	372	367	367
94	5	385	385	378	378	381	381	374	374	376	376	371	371	372	372	367	367
95	5	381	381	374	374	382	382	375	375	372	372	367	367	373	373	368	368
96	5	377	377	370	370	382	382	376	376	369	369	364	364	373	373	369	369
97	5	373	373	366	366	383	383	377	377	366	366	360	360	374	374	369	369
98	5	369	369	362	362	384	384	379	379	362	362	357	357	374	374	370	370
99	5	365	365	358	358	385	385	380	380	359	359	353	353	375	375	371	371
100	5	362	362	354	354	386	386	381	381	356	356	350	350	375	375	371	371
101	5	358	358	350	350	387	387	382	382	352	352	346	346	376	376	372	372
102	5	354	354	346	346	388	388	383	383	349	349	343	343	376	376	373	373
103	5	350	350	341	341	389	389	385	385	346	346	339	339	376	376	373	373
104	5	346	346	337	337	390	390	386	386	342	342	336	336	377	377	374	374
105	5	342	342	333	333	391											

LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

Dati e risoluzione della palificata

138	7	450	450	441	441	456	456	448	448	441	441	434	434	445	445	439	439
139	7	447	447	437	437	457	457	449	449	437	437	431	431	446	446	439	439
140	7	443	443	433	433	458	458	450	450	434	434	427	427	446	446	440	440
141	7	439	439	429	429	459	459	451	451	431	431	424	424	446	446	441	441
142	7	435	435	425	425	460	460	452	452	427	427	420	420	447	447	441	441
143	7	431	431	421	421	460	460	454	454	424	424	417	417	447	447	442	442
144	7	427	427	417	417	461	461	455	455	421	421	413	413	448	448	443	443
145	7	423	423	413	413	462	462	456	456	418	418	410	410	448	448	443	443
146	7	420	420	409	409	463	463	457	457	414	414	406	406	449	449	444	444
147	7	416	416	405	405	464	464	458	458	411	411	403	403	449	449	445	445
148	8	529	529	522	522	483	483	470	470	513	513	508	508	476	476	467	467
149	8	526	526	518	518	483	483	471	471	510	510	504	504	476	476	467	467
150	8	522	522	514	514	484	484	472	472	506	506	501	501	477	477	468	468
151	8	518	518	510	510	485	485	474	474	503	503	497	497	477	477	469	469
152	8	514	514	506	506	486	486	475	475	500	500	494	494	478	478	469	469
153	8	510	510	502	502	487	487	476	476	496	496	490	490	478	478	470	470
154	0	339	339	333	333	339	339	333	333	331	331	327	327	331	331	327	327
155	8	502	502	493	493	489	489	478	478	490	490	483	483	479	479	471	471
156	8	499	499	489	489	490	490	480	480	487	487	480	480	480	480	472	472
157	8	495	495	485	485	491	491	481	481	483	483	476	476	480	480	473	473
158	8	491	491	481	481	492	492	482	482	480	480	473	473	480	480	473	473
159	8	487	487	477	477	493	493	483	483	477	477	469	469	481	481	474	474
160	8	483	483	473	473	493	493	484	484	473	473	466	466	481	481	475	475
<b>Nmax</b>		<b>529</b>	<b>529</b>	<b>522</b>	<b>522</b>	<b>501</b>	<b>501</b>	<b>494</b>	<b>494</b>	<b>513</b>	<b>513</b>	<b>508</b>	<b>508</b>	<b>485</b>	<b>485</b>	<b>480</b>	<b>480</b>
<b>Nmin</b>		<b>196</b>	<b>196</b>	<b>190</b>	<b>190</b>	<b>226</b>	<b>226</b>	<b>220</b>	<b>220</b>	<b>196</b>	<b>196</b>	<b>192</b>	<b>192</b>	<b>225</b>	<b>225</b>	<b>221</b>	<b>221</b>
<b>TAGLIO</b>																	
taglio Vx		108	108	108	108	108	108	108	108	105	105	105	105	105	105	105	105
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
V		<b>108</b>	<b>105</b>														

		S.L.U.															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1	1	268	268	267	267	231	231	226	226	272	272	272	272	230	230	226	226
2	1	265	265	264	264	232	232	227	227	268	268	268	268	231	231	227	227
3	1	262	262	261	261	232	232	228	228	265	265	264	264	231	231	228	228
4	1	259	259	257	257	233	233	229	229	261	261	260	260	232	232	228	228
5	1	255	255	254	254	233	233	230	230	258	258	257	257	233	233	229	229
6	1	252	252	251	251	234	234	231	231	254	254	253	253	233	233	230	230
7	0	331	331	327	327	331	331	327	327	331	331	327	327	331	331	327	327
8	1	246	246	244	244	235	235	232	232	247	247	245	245	235	235	232	232
9	1	243	243	241	241	236	236	233	233	243	243	242	242	235	235	233	233
10	1	239	239	238	238	236	236	234	234	240	240	238	238	236	236	234	234
11	1	236	236	234	234	237	237	235	235	236	236	234	234	237	237	235	235
12	1	233	233	231	231	237	237	236	236	233	233	230	230	238	238	236	236
13	1	230	230	228	228	238	238	237	237	229	229	227	227	238	238	237	237
14	1	227	227	224	224	238	238	237	237	225	225	223	223	239	239	238	238
15	1	223	223	221	221	239	239	238	238	222	222	219	219	240	240	239	239
16	1	220	220	218	218	240	240	239	239	218	218	215	215	240	240	239	239
17	1	217	217	214	214	240	240	240	240	215	215	212	212	241	241	240	240
18	1	214	214	211	211	241	241	241	241	211	211	208	208	242	242	241	241
19	1	211	211	208	208	241	241	242	242	208	208	204	204	242	242	242	242
20	1	207	207	204	204	242	242	242	242	204	204	200	200	243	243	243	243
21	1	204	204	201	201	242	242	243	243	201	201	197	197	244	244	244	244
22	2	301	301	300	300	264	264	259	259	305	305	304	304	263	263	258	258
23	2	298	298	297	297	265	265	260	260	302	302	300	300	264	264	259	259
24	2	295	295	293	293	266	266	261	261	298	298	297	297	265	265	260	260
25	2	292	292	290	290	266	266	261	261	294	294	293	293	265	265	261	261
26	2	289	289	287	287	267	267	262	262	291	291	289	289	266	266	262	262
27	2	285	285	283	283	267	267	263	263	287	287	285	285	267	267	263	263
28	0	331	331	327	327	331	331	327	327	331	331	327	327	331	331	327	327
29	2	279	279	277	277	268	268	265	265	280	280	278	278	268	268	265	265
30	2	276	276	273	273	269	269	266	266	277	277	274	274	269	269	266	266
31	2	273	273	270	270	270	270	267	267	273	273	270	270	269	269	266	266
32	2	269	269	267	267	270	270	267	267	269	269	267	267	270	270	267	267
33	2	266	266	263	263	271	271	268	268	266	266	263	263	271	271	268	268
34	2	263	263	260	260	271	271	269	269	262	262	259	259	272	272	269	269
35	2	260	260	257	257	272	272	270	270	259	259	255	255	272	272	270	270
36	2	257	257	253	253	272	272	271	271	255	255	252	252	273	273	271	271
37	2	253	253	250	250	273	273	272	272	252	252	248	248	274	274	272	272
38	2	250	250	247	247	273	273	272	272	248	248	244	244	274	274	273	273
39	2	247	247	244	244	274	274	273	273	244	244	240	240	275	275	274	274
40	2	244	244	240	240	275	275	274	274	241	241	237	237	276	276	275	275
41	2	241	241	237	237	275	275	275	275	237	237	233	233	276	276	276	276
42	2	237	237	234	234	276	276	276	276	234	234	229	229	277	277	276	276
43	3	335	335	332	332	298	298	291	291	338	338	337	337	296	296	291	291
44	3	332	332	329	329	298	298	292	292	335	335	333	333	297	297	292	292
45	3	328	328	326	326	299	299	293	293	331	331	329	329	298	298	293	293
46	3	325	325	322	322	299	299	294	294	328	328	325	325	298	298	294	294
47	3	322	322	319	319	300	300	295	295	324	324	322	322	299	299	294	294
48	3	319	319	316	316	301	301	296	296	321	321	318	318	300	300	295	295
49	0	331	331	327	327	331	331	327	327	331	331	327	327	331	331	327	327
50	3	312	312	309	309	302	302	297	297	313	313	310	310	301	301	297	297
51	3	309	309	306	306	302	302	298	298	310	310	307	307	302	302	298	298
52	3	306	306	303	303	303	303	299	299	306	306	303	303	303	303	299	299
53	3	303	303	299	299	303	303	300	300	303	303	299	299				



LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

Dati e risoluzione della palificata

30	2	276	276	274	274	269	269	266	266	32	48	212	228	179	234
31	2	273	273	270	270	270	270	267	267	28	44	200	217	174	230
32	2	269	269	267	267	270	270	267	267	23	40	189	205	170	226
33	2	266	266	263	263	271	271	268	268	19	36	177	194	166	222
34	2	263	263	260	260	271	271	269	269	15	32	166	183	161	218
35	2	260	260	256	256	271	271	269	269	11	28	154	171	157	215
36	2	256	256	253	253	272	272	270	270	7	24	143	160	153	211
37	2	253	253	249	249	272	272	271	271	2	20	131	149	148	207
38	2	250	250	246	246	273	273	271	271	-2	16	120	137	144	203
39	2	246	246	242	242	273	273	272	272	-6	12	108	126	140	199
40	2	243	243	239	239	274	274	273	273	-10	8	96	114	135	195
41	2	240	240	235	235	274	274	273	273	-14	4	85	103	131	191
42	2	236	236	232	232	275	275	274	274	-19	0	73	92	127	187
43	3	336	336	334	334	299	299	293	293	174	185	322	333	237	274
44	3	333	333	331	331	299	299	294	294	170	181	311	322	233	270
45	3	329	329	327	327	300	300	295	295	166	177	299	310	229	266
46	3	326	326	324	324	300	300	295	295	161	173	288	299	224	262
47	3	323	323	320	320	301	301	296	296	157	169	276	288	220	258
48	3	319	319	317	317	301	301	297	297	153	165	265	276	216	254
49	0	331	331	327	327	331	331	327	327	224	233	224	233	215	242
50	3	313	313	310	310	302	302	298	298	145	157	242	253	207	246
51	3	309	309	306	306	302	302	299	299	141	152	230	242	203	242
52	3	306	306	303	303	303	303	299	299	136	148	219	231	198	239
53	3	303	303	299	299	303	303	300	300	132	144	207	219	194	235
54	3	299	299	296	296	304	304	301	301	128	140	196	208	190	231
55	3	296	296	292	292	304	304	301	301	124	136	184	196	185	227
56	3	293	293	289	289	305	305	302	302	120	132	172	185	181	223
57	3	289	289	285	285	305	305	303	303	115	128	161	174	177	219
58	3	286	286	282	282	306	306	303	303	111	124	149	162	172	215
59	3	283	283	278	278	306	306	304	304	107	120	138	151	168	211
60	3	280	280	275	275	306	306	304	304	103	116	126	140	164	207
61	3	276	276	271	271	307	307	305	305	99	112	115	128	159	203
62	3	273	273	268	268	307	307	306	306	94	108	103	117	155	199
63	3	270	270	264	264	308	308	306	306	90	104	92	105	151	195
64	4	369	369	367	367	332	332	326	326	283	289	341	347	261	282
65	4	366	366	363	363	333	333	326	326	279	285	329	335	257	278
66	4	363	363	360	360	333	333	327	327	274	281	318	324	253	274
67	4	359	359	356	356	333	333	328	328	270	277	306	313	248	270
68	4	356	356	353	353	334	334	328	328	266	273	295	301	244	266
69	4	353	353	349	349	334	334	329	329	262	269	283	290	240	262
70	0	331	331	327	327	331	331	327	327	224	233	224	233	215	242
71	4	346	346	342	342	335	335	330	330	253	261	260	267	231	255
72	4	343	343	339	339	336	336	331	331	249	257	248	256	227	251
73	4	339	339	335	335	336	336	332	332	245	252	237	244	222	247
74	4	336	336	332	332	337	337	332	332	241	248	225	233	218	243
75	4	333	333	328	328	337	337	333	333	237	244	214	222	214	239
76	4	329	329	325	325	338	338	334	334	232	240	202	210	209	235
77	4	326	326	321	321	338	338	334	334	228	236	191	199	205	231
78	4	323	323	318	318	338	338	335	335	224	232	179	187	200	227
79	4	319	319	314	314	339	339	336	336	220	228	168	176	196	223
80	4	316	316	311	311	339	339	336	336	216	224	156	165	192	219
81	4	313	313	307	307	340	340	337	337	212	220	145	153	187	216
82	4	310	310	304	304	340	340	338	338	207	216	133	142	183	212
83	4	306	306	300	300	341	341	338	338	203	212	122	131	179	208
84	4	303	303	297	297	341	341	339	339	199	208	110	119	174	204
85	5	402	402	399	399	365	365	358	358	392	393	359	361	285	290
86	5	399	399	396	396	366	366	359	359	387	389	348	349	281	286
87	5	396	396	392	392	366	366	360	360	383	385	336	338	277	283
88	5	392	392	389	389	367	367	360	360	379	381	325	326	272	279
89	5	389	389	385	385	367	367	361	361	375	377	313	315	268	275
90	5	386	386	382	382	368	368	362	362	371	373	301	304	263	271
91	0	331	331	327	327	331	331	327	327	224	233	224	233	215	242
92	5	379	379	375	375	369	369	363	363	362	365	278	281	255	263
93	5	376	376	371	371	369	369	364	364	358	361	267	270	250	259
94	5	373	373	368	368	369	369	364	364	354	357	255	258	246	255
95	5	369	369	364	364	370	370	365	365	350	352	244	247	242	251
96	5	366	366	361	361	370	370	366	366	345	348	232	235	237	247
97	5	363	363	357	357	371	371	366	366	341	344	221	224	233	243
98	5	359	359	354	354	371	371	367	367	337	340	209	213	229	239
99	5	356	356	350	350	372	372	368	368	333	336	198	201	224	236
100	5	353	353	347	347	372	372	368	368	329	332	186	190	220	232
101	5	349	349	343	343	373	373	369	369	324	328	175	178	216	228
102	5	346	346	340	340	373	373	370	370	320	324	163	167	211	224
103	5	343	343	336	336	373	373	370	370	316	320	152	156	207	220
104	5	339	339	333	333	374	374	371	371	312	316	140	144	203	216
105	5	336	336	329	329	374	374	372	372	308	312	129	133	198	212
106	6	436	436	432	432	399	399	391	391	500	497	377	374	309	299
107	6	432	432	428	428	399	399	392	392	496	493	366	363	305	295
108	6	429	429	425	425	400	400	392	392	492	489	354	352	300	291
109	6	426	426	421	421	400	400	393	393	488	485	343	340	296	287
110	6	422	422	418	418	400	400	394	394	484	481	331	329	292	283
111	6	419	419	414	414	401	401	394	394	479	477	320	317	287	279
112	0	331	331	327	327	331	331	327	327	224	233	224	233	215	242
113	6	412	412	407	407	402	402	395	395	471	469	297	295	279	271
114	6	409	409	404	404	402	402	396	396	467	465	285	283	274	267
115	6	406	406	400	400	403	403	397	397	463	461	274	272	270	263
116	6	403	403	397	397	403	403	397	397	458	457	262	261	266	260
117	6	399	399	393	393	404	404	398	398	454	452	251	249	261	256
118	6	396	396	390	390	404	404	399	399	450	448	239	238	257	252
119	6	393	393	386	386	404	404	399	399	446	444	228	226	253	248
120	6	389	389	383	383	405	405	400	400	442	440	216	215	248	244
121	6	386	386	379	379	405	405	401	401	437	436	205	204	244	240
122	6	383	383	376	376	406	406	401	401	433	432	193	192	240	236
123	6	379	379	372	372	406	406	402	402	429	428	182	18		

LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

Dati e risoluzione della palificata

146	7	406	406	398	398	440	440	436	436	529	524	177	172	250	233
147	7	403	403	394	394	441	441	437	437	525	520	166	160	246	229
148	8	502	502	497	497	465	465	456	456	718	705	414	402	357	315
149	8	499	499	493	493	466	466	457	457	714	701	403	390	353	311
150	8	496	496	490	490	466	466	457	457	709	697	391	379	348	307
151	8	492	492	486	486	467	467	458	458	705	693	380	368	344	304
152	8	489	489	483	483	467	467	459	459	701	689	368	356	339	300
153	8	486	486	479	479	467	467	459	459	697	685	357	345	335	296
154	0	331	331	327	327	331	331	327	327	224	233	224	233	215	242
155	8	479	479	472	472	468	468	461	461	688	677	334	322	326	288
156	8	476	476	469	469	469	469	461	461	684	673	322	311	322	284
157	8	472	472	465	465	469	469	462	462	680	669	311	299	318	280
158	8	469	469	462	462	470	470	463	463	676	665	299	288	313	276
159	8	466	466	458	458	470	470	463	463	672	661	288	277	309	272
160	8	462	462	455	455	471	471	464	464	667	657	276	265	305	268
<b>Nmax</b>		<b>502</b>	<b>502</b>	<b>497</b>	<b>497</b>	<b>474</b>	<b>474</b>	<b>469</b>	<b>469</b>	<b>718</b>	<b>705</b>	<b>414</b>	<b>402</b>	<b>357</b>	<b>315</b>
<b>Nmin</b>		<b>203</b>	<b>203</b>	<b>199</b>	<b>199</b>	<b>232</b>	<b>232</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>-127</b>	<b>-104</b>	<b>55</b>	<b>78</b>	<b>103</b>	<b>179</b>
<b>TAGLIO</b>															
taglio Vx		103	103	103	103	103	103	103	103	154	154	46	46	46	46
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	21	21	70	70	21	21
V		<b>103</b>	<b>155</b>	<b>155</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>51</b>	<b>51</b>							

CARICO ASSIALE PALO		S.L.E.car															
		q1								q3							
1	1	202	202	201	201	167	167	163	163	194	194	194	194	167	167	164	169
2	1	199	199	198	198	168	168	164	164	191	191	191	191	167	167	164	170
3	1	196	196	195	195	169	169	165	165	189	189	188	188	168	168	165	170
4	1	193	193	192	192	169	169	166	166	186	186	186	186	168	168	165	171
5	1	190	190	189	189	170	170	167	167	184	184	183	183	168	168	166	171
6	1	187	187	186	186	171	171	168	168	182	182	181	181	168	168	166	172
7	0	251	251	247	247	251	251	247	247	245	245	242	242	245	245	242	242
8	1	182	182	180	180	172	172	169	169	177	177	176	176	169	169	167	173
9	1	179	179	177	177	173	173	170	170	174	174	173	173	169	169	168	173
10	1	176	176	174	174	173	173	171	171	172	172	171	171	170	170	168	173
11	1	173	173	171	171	174	174	172	172	170	170	168	168	170	170	168	174
12	1	170	170	168	168	175	175	173	173	167	167	165	165	170	170	169	174
13	1	168	168	165	165	175	175	174	174	165	165	163	163	171	171	169	175
14	1	165	165	162	162	176	176	174	174	162	162	160	160	171	171	170	175
15	1	162	162	159	159	176	176	175	175	160	160	158	158	171	171	170	176
16	1	159	159	156	156	177	177	176	176	157	157	155	155	171	171	171	176
17	1	156	156	153	153	178	178	177	177	155	155	153	153	172	172	171	177
18	1	154	154	150	150	178	178	178	178	153	153	150	150	172	172	172	177
19	1	151	151	147	147	179	179	179	179	150	150	148	148	172	172	172	178
20	1	148	148	144	144	180	180	180	180	148	148	145	145	173	173	173	178
21	1	145	145	141	141	180	180	181	181	145	145	142	142	173	173	173	179
22	2	229	229	228	228	195	195	190	190	220	220	220	220	193	193	190	193
23	2	226	226	225	225	195	195	191	191	218	218	217	217	194	194	190	194
24	2	223	223	222	222	196	196	191	191	215	215	214	214	194	194	191	194
25	2	220	220	219	219	196	196	192	192	213	213	212	212	194	194	191	195
26	2	217	217	216	216	197	197	193	193	211	211	209	209	195	195	192	195
27	2	215	215	213	213	198	198	194	194	208	208	207	207	195	195	192	196
28	0	251	251	247	247	251	251	247	247	245	245	242	242	245	245	242	242
29	2	209	209	207	207	199	199	196	196	203	203	202	202	196	196	193	197
30	2	206	206	204	204	200	200	197	197	201	201	199	199	196	196	194	197
31	2	203	203	201	201	200	200	198	198	199	199	197	197	196	196	194	198
32	2	201	201	198	198	201	201	198	198	196	196	194	194	197	197	194	198
33	2	198	198	195	195	202	202	199	199	194	194	191	191	197	197	195	198
34	2	195	195	192	192	202	202	200	200	191	191	189	189	197	197	195	199
35	2	192	192	189	189	203	203	201	201	189	189	186	186	197	197	196	199
36	2	189	189	186	186	204	204	202	202	186	186	184	184	198	198	196	200
37	2	186	186	183	183	204	204	203	203	184	184	181	181	198	198	197	200
38	2	184	184	180	180	205	205	204	204	182	182	179	179	198	198	197	201
39	2	181	181	177	177	206	206	204	204	179	179	176	176	199	199	198	201
40	2	178	178	174	174	206	206	205	205	177	177	174	174	199	199	198	202
41	2	175	175	171	171	207	207	206	206	174	174	171	171	199	199	199	202
42	2	172	172	168	168	208	208	207	207	172	172	168	168	200	200	199	203
43	3	256	256	254	254	222	222	216	216	247	247	246	246	220	220	216	218
44	3	253	253	251	251	222	222	217	217	244	244	243	243	220	220	216	218
45	3	250	250	248	248	223	223	218	218	242	242	240	240	221	221	217	218
46	3	247	247	245	245	224	224	219	219	240	240	238	238	221	221	217	219
47	3	245	245	242	242	224	224	220	220	237	237	235	235	221	221	218	219
48	3	242	242	239	239	225	225	221	221	235	235	233	233	222	222	218	220
49	0	251	251	247	247	251	251	247	247	245	245	242	242	245	245	242	242
50	3	236	236	233	233	226	226	222	222	230	230	228	228	222	222	219	221
51	3	233	233	230	230	227	227	223	223	227	227	225	225	222	222	220	221
52	3	231	231	227	227	228	228	224	224	225	225	223	223	223	223	220	222
53	3	228	228	224	224	228	228	225	225	223	223	220	220	223	223	221	222
54	3	225	225	221	221	229	229	226	226	220	220	217	217	223	223	221	223
55	3	222	222	218	218	230	230	227	227	218	218	215	215	224	224	221	223
56	3	219	219	215	215	230	230	227	227	215	215	212	212	224	224	222	224
57	3	216	216	212	212	231	231	228	228	213	213	210	210	224	224	222	224
58	3	214	214	209	209	231	231	229	229	211	211	207	207	225	225	223	224
59	3	211	211	206	206	232	232	230	230	208	208	205	205	225	225	223	225
60	3	208	208	203	203	233	233	231	231	206	206	202	202	225	225	224	225
61	3	205	205	200	200	233	233	232	232	203	203	200	200	225	225	224	226
62	3	202	202	197	197	234	234	233	233	201	201	197	197	226	226	225	226
63	3	199	199	194	194	235	235	233	233	198	198	194	194	226	226	225	227
64	4	283	283	281	281												

LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

Dati e risoluzione della palificata

92	5	291	291	286	286	281	281	275	275	283	283	280	280	275	275	271	269
93	5	288	288	283	283	281	281	276	276	281	281	277	277	276	276	272	269
94	5	285	285	280	280	282	282	277	277	278	278	275	275	276	276	272	270
95	5	282	282	277	277	283	283	278	278	276	276	272	272	276	276	273	270
96	5	279	279	274	274	283	283	279	279	273	273	270	270	277	277	273	271
97	5	276	276	271	271	284	284	279	279	271	271	267	267	277	277	273	271
98	5	274	274	268	268	285	285	280	280	268	268	264	264	277	277	274	272
99	5	271	271	265	265	285	285	281	281	266	266	262	262	277	277	274	272
100	5	268	268	262	262	286	286	282	282	264	264	259	259	278	278	275	273
101	5	265	265	259	259	287	287	283	283	261	261	257	257	278	278	275	273
102	5	262	262	256	256	287	287	284	284	259	259	254	254	278	278	276	274
103	5	260	260	253	253	288	288	285	285	256	256	252	252	279	279	276	274
104	5	257	257	250	250	288	288	285	285	254	254	249	249	279	279	277	274
105	5	254	254	247	247	289	289	286	286	252	252	246	246	279	279	277	275
106	6	337	337	334	334	303	303	296	296	327	327	324	324	300	300	294	290
107	6	335	335	331	331	304	304	296	296	324	324	321	321	300	300	294	290
108	6	332	332	328	328	305	305	297	297	322	322	319	319	300	300	295	291
109	6	329	329	325	325	305	305	298	298	319	319	316	316	301	301	295	291
110	6	326	326	322	322	306	306	299	299	317	317	313	313	301	301	296	292
111	6	323	323	319	319	307	307	300	300	314	314	311	311	301	301	296	292
112	0	251	251	247	247	251	251	247	247	245	245	242	242	245	245	242	242
113	6	318	318	313	313	308	308	302	302	310	310	306	306	302	302	297	293
114	6	315	315	310	310	309	309	302	302	307	307	303	303	302	302	298	293
115	6	312	312	307	307	309	309	303	303	305	305	301	301	302	302	298	294
116	6	309	309	304	304	310	310	304	304	302	302	298	298	303	303	299	294
117	6	306	306	301	301	310	310	305	305	300	300	296	296	303	303	299	295
118	6	304	304	298	298	311	311	306	306	297	297	293	293	303	303	299	295
119	6	301	301	295	295	312	312	307	307	295	295	290	290	304	304	300	296
120	6	298	298	292	292	312	312	308	308	293	293	288	288	304	304	300	296
121	6	295	295	289	289	313	313	308	308	290	290	285	285	304	304	301	297
122	6	292	292	286	286	314	314	309	309	288	288	283	283	305	305	301	297
123	6	290	290	283	283	314	314	310	310	285	285	280	280	305	305	302	298
124	6	287	287	280	280	315	315	311	311	283	283	278	278	305	305	302	298
125	6	284	284	277	277	316	316	312	312	281	281	275	275	306	306	303	299
126	6	281	281	274	274	316	316	313	313	278	278	272	272	306	306	303	299
127	7	365	365	360	360	330	330	322	322	353	353	350	350	326	326	320	314
128	7	362	362	357	357	331	331	323	323	351	351	347	347	327	327	320	314
129	7	359	359	354	354	332	332	324	324	348	348	345	345	327	327	321	315
130	7	356	356	351	351	332	332	325	325	346	346	342	342	327	327	321	315
131	7	353	353	348	348	333	333	325	325	343	343	339	339	328	328	322	316
132	7	351	351	345	345	334	334	326	326	341	341	337	337	328	328	322	316
133	0	251	251	247	247	251	251	247	247	245	245	242	242	245	245	242	242
134	7	345	345	339	339	335	335	328	328	336	336	332	332	328	328	323	317
135	7	342	342	336	336	336	336	329	329	334	334	329	329	329	329	324	318
136	7	339	339	333	333	336	336	330	330	331	331	327	327	329	329	324	318
137	7	336	336	330	330	337	337	331	331	329	329	324	324	329	329	325	318
138	7	334	334	327	327	338	338	331	331	326	326	322	322	330	330	325	319
139	7	331	331	324	324	338	338	332	332	324	324	319	319	330	330	325	319
140	7	328	328	321	321	339	339	333	333	322	322	316	316	330	330	326	320
141	7	325	325	318	318	340	340	334	334	319	319	314	314	331	331	326	320
142	7	322	322	315	315	340	340	335	335	317	317	311	311	331	331	327	321
143	7	320	320	312	312	341	341	336	336	314	314	309	309	331	331	327	321
144	7	317	317	309	309	342	342	337	337	312	312	306	306	331	331	328	322
145	7	314	314	306	306	342	342	338	338	309	309	304	304	332	332	328	322
146	7	311	311	303	303	343	343	338	338	307	307	301	301	332	332	329	323
147	7	308	308	300	300	343	343	339	339	305	305	299	299	332	332	329	323
148	8	392	392	386	386	358	358	348	348	380	380	376	376	353	353	346	338
149	8	389	389	383	383	358	358	349	349	377	377	373	373	353	353	346	338
150	8	386	386	380	380	359	359	350	350	375	375	371	371	353	353	347	339
151	8	383	383	377	377	360	360	351	351	372	372	368	368	354	354	347	339
152	8	381	381	374	374	360	360	352	352	370	370	365	365	354	354	348	340
153	8	378	378	371	371	361	361	353	353	368	368	363	363	354	354	348	340
154	0	251	251	247	247	251	251	247	247	245	245	242	242	245	245	242	242
155	8	372	372	365	365	362	362	355	355	363	363	358	358	355	355	349	341
156	8	369	369	362	362	363	363	355	355	360	360	355	355	355	355	350	342
157	8	366	366	359	359	364	364	356	356	358	358	353	353	356	356	350	342
158	8	364	364	356	356	364	364	357	357	355	355	350	350	356	356	351	343
159	8	361	361	353	353	365	365	358	358	353	353	348	348	356	356	351	343
160	8	358	358	350	350	365	365	359	359	351	351	345	345	357	357	352	344
<b>Nmax</b>		<b>392</b>	<b>392</b>	<b>386</b>	<b>386</b>	<b>371</b>	<b>371</b>	<b>366</b>	<b>366</b>	<b>380</b>	<b>380</b>	<b>376</b>	<b>376</b>	<b>359</b>	<b>359</b>	<b>355</b>	<b>347</b>
<b>Nmin</b>		<b>145</b>	<b>145</b>	<b>141</b>	<b>141</b>	<b>167</b>	<b>167</b>	<b>163</b>	<b>163</b>	<b>145</b>	<b>145</b>	<b>142</b>	<b>142</b>	<b>167</b>	<b>167</b>	<b>164</b>	<b>169</b>
<b>TAGLIO</b>																	
taglio Vx		80	80	80	80	80	80	80	80	78	78	78	78	78	78	78	76
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
V		<b>80</b>	<b>78</b>	<b>76</b>													

		S.L.E.car															
CARICO ASSIALE		q4								q5							
PALO																	
1	1	198	198	198	198	172	172	168	168	201	201	201	201	171	171	168	168
2	1	196	196	195	195	172	172	169	169	198	198	198	198	171	171	168	168
3	1	194	194	193	193	172	172	169	169	196	196	195	195	172	172	169	169
4	1	191	191	190	190	173	173	170	170	193	193	193	193	172	172	170	170
5	1	189	189	188	188	173	173	170	170	191	191	190	190	173	173	170	170
6	1	187	187	186	186	173	173	171	171	188	188	187	187	173	173	171	171
7	0	245	245	242	242	245	245	242	242	24							

## LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

## Dati e risoluzione della palificata

38	2	186	186	183	183	202	202	202	202	184	184	181	181	203	203	202	202
39	2	183	183	181	181	203	203	202	202	181	181	178	178	203	203	202	202
40	2	181	181	178	178	203	203	203	203	179	179	176	176	204	204	203	203
41	2	179	179	176	176	204	204	203	203	176	176	173	173	204	204	204	204
42	2	176	176	173	173	204	204	204	204	174	174	170	170	205	205	204	204
43	3	248	248	246	246	221	221	216	216	250	250	249	249	220	220	216	216
44	3	245	245	243	243	221	221	217	217	248	248	246	246	220	220	216	216
45	3	243	243	241	241	222	222	217	217	245	245	243	243	221	221	217	217
46	3	241	241	239	239	222	222	218	218	242	242	241	241	221	221	218	218
47	3	238	238	236	236	222	222	219	219	240	240	238	238	222	222	218	218
48	3	236	236	234	234	223	223	219	219	237	237	235	235	222	222	219	219
49	0	245	245	242	242	245	245	242	242	245	245	242	242	245	245	242	242
50	3	231	231	229	229	224	224	220	220	232	232	230	230	223	223	220	220
51	3	229	229	227	227	224	224	221	221	229	229	227	227	224	224	221	221
52	3	227	227	224	224	224	224	222	222	227	227	224	224	224	224	222	222
53	3	224	224	222	222	225	225	222	222	224	224	222	222	225	225	222	222
54	3	222	222	219	219	225	225	223	223	222	222	219	219	225	225	223	223
55	3	220	220	217	217	225	225	223	223	219	219	216	216	226	226	223	223
56	3	217	217	214	214	226	226	224	224	216	216	213	213	226	226	224	224
57	3	215	215	212	212	226	226	225	225	214	214	211	211	227	227	225	225
58	3	213	213	210	210	227	227	225	225	211	211	208	208	227	227	225	225
59	3	210	210	207	207	227	227	226	226	209	209	205	205	228	228	226	226
60	3	208	208	205	205	227	227	226	226	206	206	203	203	228	228	227	227
61	3	206	206	202	202	228	228	227	227	203	203	200	200	228	228	227	227
62	3	203	203	200	200	228	228	228	228	201	201	197	197	229	229	228	228
63	3	201	201	197	197	229	229	228	228	198	198	194	194	229	229	228	228
64	4	272	272	270	270	245	245	240	240	275	275	273	273	245	245	240	240
65	4	270	270	268	268	246	246	241	241	272	272	270	270	245	245	241	241
66	4	268	268	265	265	246	246	241	241	270	270	268	268	246	246	241	241
67	4	265	265	263	263	247	247	242	242	267	267	265	265	246	246	242	242
68	4	263	263	260	260	247	247	243	243	264	264	262	262	247	247	242	242
69	4	261	261	258	258	247	247	243	243	262	262	259	259	247	247	243	243
70	0	245	245	242	242	245	245	242	242	245	245	242	242	245	245	242	242
71	4	256	256	253	253	248	248	244	244	257	257	254	254	248	248	244	244
72	4	254	254	251	251	249	249	245	245	254	254	251	251	248	248	245	245
73	4	251	251	248	248	249	249	246	246	251	251	248	248	249	249	246	246
74	4	249	249	246	246	249	249	246	246	249	249	246	246	249	249	246	246
75	4	247	247	243	243	250	250	247	247	246	246	243	243	250	250	247	247
76	4	244	244	241	241	250	250	247	247	244	244	240	240	250	250	248	248
77	4	242	242	238	238	251	251	248	248	241	241	238	238	251	251	248	248
78	4	240	240	236	236	251	251	249	249	239	239	235	235	251	251	249	249
79	4	237	237	234	234	251	251	249	249	236	236	232	232	252	252	249	249
80	4	235	235	231	231	252	252	250	250	233	233	229	229	252	252	250	250
81	4	233	233	229	229	252	252	250	250	231	231	227	227	253	253	251	251
82	4	230	230	226	226	252	252	251	251	228	228	224	224	253	253	251	251
83	4	228	228	224	224	253	253	252	252	226	226	221	221	254	254	252	252
84	4	225	225	222	222	253	253	252	252	223	223	218	218	254	254	253	253
85	5	297	297	294	294	270	270	264	264	299	299	297	297	269	269	264	264
86	5	295	295	292	292	271	271	265	265	297	297	294	294	270	270	265	265
87	5	292	292	289	289	271	271	266	266	294	294	292	292	270	270	265	265
88	5	290	290	287	287	271	271	266	266	292	292	289	289	271	271	266	266
89	5	288	288	284	284	272	272	267	267	289	289	286	286	271	271	267	267
90	5	285	285	282	282	272	272	267	267	286	286	283	283	272	272	267	267
91	0	245	245	242	242	245	245	242	242	245	245	242	242	245	245	242	242
92	5	281	281	277	277	273	273	269	269	281	281	278	278	273	273	268	268
93	5	278	278	275	275	273	273	269	269	279	279	275	275	273	273	269	269
94	5	276	276	272	272	274	274	270	270	276	276	273	273	274	274	270	270
95	5	274	274	270	270	274	274	270	270	274	274	270	270	274	274	270	270
96	5	271	271	267	267	274	274	271	271	271	271	267	267	274	274	271	271
97	5	269	269	265	265	275	275	272	272	268	268	264	264	275	275	272	272
98	5	267	267	263	263	275	275	272	272	266	266	262	262	275	275	272	272
99	5	264	264	260	260	276	276	273	273	263	263	259	259	276	276	273	273
100	5	262	262	258	258	276	276	273	273	261	261	256	256	276	276	273	273
101	5	260	260	255	255	276	276	274	274	258	258	253	253	277	277	274	274
102	5	257	257	253	253	277	277	274	274	255	255	251	251	277	277	275	275
103	5	255	255	250	250	277	277	275	275	253	253	248	248	278	278	275	275
104	5	252	252	248	248	277	277	276	276	250	250	245	245	278	278	276	276
105	5	250	250	246	246	278	278	276	276	248	248	243	243	279	279	277	277
106	6	322	322	318	318	295	295	288	288	324	324	321	321	294	294	288	288
107	6	319	319	316	316	295	295	289	289	322	322	318	318	294	294	289	289
108	6	317	317	313	313	296	296	290	290	319	319	316	316	295	295	289	289
109	6	315	315	311	311	296	296	290	290	316	316	313	313	295	295	290	290
110	6	312	312	308	308	296	296	291	291	314	314	310	310	296	296	291	291
111	6	310	310	306	306	297	297	291	291	311	311	308	308	296	296	291	291
112	0	245	245	242	242	245	245	242	242	245	245	242	242	245	245	242	242
113	6	305	305	301	301	297	297	293	293	306	306	302	302	297	297	293	293
114	6	303	303	299	299	298	298	293	293	303	303	299	299	298	298	293	293
115	6	301	301	296	296	298	298	294	294	301	301	297	297	298	298	294	294
116	6	298	298	294	294	299	299	294	294	298	298	294	294	299	299	294	294
117	6	296	296	292	292	299	299	295	295	296	296	291	291	299	299	295	295
118	6	294	294	289	289	299	299	296	296	293	293	288	288	300	300	296	296
119	6	291	291	287	287	300	300	296	296	290	290	286	286	300	300	296	296
120	6	289	289	284	284	300	300	297	297	288	288	283	283	301	301	297	297
121	6	286	286	282	282	301											

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX**

**Dati e risoluzione della palificata**

154	0	245	245	242	242	245	245	242	242	245	245	242	242	245	245	242	242
155	8	355	355	349	349	347	347	341	341	355	355	350	350	347	347	341	341
156	8	352	352	347	347	347	347	341	341	353	353	348	348	347	347	341	341
157	8	350	350	345	345	348	348	342	342	350	350	345	345	347	347	342	342
158	8	347	347	342	342	348	348	343	343	347	347	342	342	348	348	343	343
159	8	345	345	340	340	348	348	343	343	345	345	339	339	348	348	343	343
160	8	343	343	337	337	349	349	344	344	342	342	337	337	349	349	344	344
<b>Nmax</b>		<b>371</b>	<b>371</b>	<b>366</b>	<b>366</b>	<b>352</b>	<b>352</b>	<b>349</b>	<b>349</b>	<b>373</b>	<b>373</b>	<b>369</b>	<b>369</b>	<b>353</b>	<b>353</b>	<b>349</b>	<b>349</b>
<b>Nmin</b>		<b>152</b>	<b>152</b>	<b>149</b>	<b>149</b>	<b>172</b>	<b>172</b>	<b>168</b>	<b>168</b>	<b>149</b>	<b>149</b>	<b>146</b>	<b>146</b>	<b>171</b>	<b>171</b>	<b>168</b>	<b>168</b>
<b>TAGLIO</b>																	
taglio Vx		76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
taglio Vy		0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
V		<b>76</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>77</b>											

**S.L.E.car**

**CARICO ASSIALE**

PALO		q7															
1	1	199	199	199	199	172	172	169	169								
2	1	197	197	196	196	173	173	170	170								
3	1	194	194	194	194	173	173	170	170								
4	1	192	192	191	191	173	173	171	171								
5	1	190	190	189	189	174	174	171	171								
6	1	187	187	186	186	174	174	172	172								
7	0	245	245	242	242	245	245	242	242								
8	1	182	182	181	181	174	174	173	173								
9	1	180	180	179	179	175	175	173	173								
10	1	177	177	176	176	175	175	173	173								
11	1	175	175	173	173	175	175	174	174								
12	1	173	173	171	171	176	176	174	174								
13	1	170	170	168	168	176	176	175	175								
14	1	168	168	166	166	176	176	175	175								
15	1	165	165	163	163	177	177	176	176								
16	1	163	163	161	161	177	177	176	176								
17	1	160	160	158	158	177	177	177	177								
18	1	158	158	156	156	178	178	177	177								
19	1	156	156	153	153	178	178	178	178								
20	1	153	153	150	150	178	178	178	178								
21	1	151	151	148	148	178	178	179	179								
22	2	224	224	223	223	197	197	193	193								
23	2	221	221	221	221	197	197	194	194								
24	2	219	219	218	218	198	198	194	194								
25	2	217	217	215	215	198	198	195	195								
26	2	214	214	213	213	198	198	195	195								
27	2	212	212	210	210	199	199	196	196								
28	0	245	245	242	242	245	245	242	242								
29	2	207	207	205	205	199	199	197	197								
30	2	204	204	203	203	199	199	197	197								
31	2	202	202	200	200	200	200	198	198								
32	2	200	200	198	198	200	200	198	198								
33	2	197	197	195	195	200	200	198	198								
34	2	195	195	192	192	201	201	199	199								
35	2	192	192	190	190	201	201	199	199								
36	2	190	190	187	187	201	201	200	200								
37	2	187	187	185	185	202	202	200	200								
38	2	185	185	182	182	202	202	201	201								
39	2	183	183	180	180	202	202	201	201								
40	2	180	180	177	177	202	202	202	202								
41	2	178	178	175	175	203	203	202	202								
42	2	175	175	172	172	203	203	203	203								
43	3	249	249	247	247	222	222	218	218								
44	3	246	246	245	245	222	222	218	218								
45	3	244	244	242	242	222	222	218	218								
46	3	241	241	240	240	223	223	219	219								
47	3	239	239	237	237	223	223	219	219								
48	3	236	236	234	234	223	223	220	220								
49	0	245	245	242	242	245	245	242	242								
50	3	232	232	229	229	224	224	221	221								
51	3	229	229	227	227	224	224	221	221								
52	3	227	227	224	224	224	224	222	222								
53	3	224	224	222	222	225	225	222	222								
54	3	222	222	219	219	225	225	223	223								
55	3	219	219	217	217	225	225	223	223								
56	3	217	217	214	214	226	226	224	224								
57	3	215	215	211	211	226	226	224	224								
58	3	212	212	209	209	226	226	224	224								
59	3	210	210	206	206	227	227	225	225								
60	3	207	207	204	204	227	227	225	225								
61	3	205	205	201	201	227	227	226	226								
62	3	202	202	199	199	227	227	226	226								
63	3	200	200	196	196	228	228	227	227								
64	4	273	273	271	271	246	246	242	242								
65	4	271	271	269	269	247	247	242	242								
66	4	268	268	266	266	247	247	243	243								
67	4	266	266	264	264	247	247	243	243								
68	4	263	263	261	261	248	248	243	243								
69	4	261	261	259	259	248	248	244	244								
70	0	245	245	242	242	245	245	242	242								
71	4	256	256	253	253	248	248	245	245								
72	4	254	254	251	251	249	249	245	245								
73	4	251	251	248	248	249	249	246	246								
74	4	249	249	246	246	249	249	246	246								
75	4	246	246	243	243	250	250	247	247								
76	4	244	244	241	241	250	250	247	247								
77	4	242	242	238	238	250	250	248	248								
78	4	239	239	236	236	251	251	248	248								
79	4	237	237	233	233	251	251	249	249								
80	4	234	234	230	230	251	251	249	249								
81	4	232	232	228	228	251	251	249	249								
82	4	229	229	225	225	252	252	250	250								
83	4	227	227	223	223	252	252	250	250								
84	4	225	225	220	220	252	252	251	251								
85	5	298	298	295	295	271	271	266	266								
86	5	295	295	293	293	271	271	266	266								
87	5	293	293	290	290	272	272	267	267								
88	5	291	291	288	288	272	272	267	267		</						

LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

Dati e risoluzione della palificata

100	5	261	261	257	257	275	275	273	273
101	5	259	259	254	254	276	276	273	273
102	5	257	257	252	252	276	276	274	274
103	5	254	254	249	249	276	276	274	274
104	5	252	252	247	247	277	277	274	274
105	5	249	249	244	244	277	277	275	275
106	6	322	322	320	320	296	296	290	290
107	6	320	320	317	317	296	296	290	290
108	6	318	318	314	314	296	296	291	291
109	6	315	315	312	312	297	297	291	291
110	6	313	313	309	309	297	297	292	292
111	6	310	310	307	307	297	297	292	292
112	0	245	245	242	242	245	245	242	242
113	6	305	305	302	302	298	298	293	293
114	6	303	303	299	299	298	298	293	293
115	6	301	301	296	296	298	298	294	294
116	6	298	298	294	294	299	299	294	294
117	6	296	296	291	291	299	299	295	295
118	6	293	293	289	289	299	299	295	295
119	6	291	291	286	286	300	300	296	296
120	6	288	288	284	284	300	300	296	296
121	6	286	286	281	281	300	300	297	297
122	6	284	284	279	279	300	300	297	297
123	6	281	281	276	276	301	301	298	298
124	6	279	279	273	273	301	301	298	298
125	6	276	276	271	271	301	301	299	299
126	6	274	274	268	268	302	302	299	299
127	7	347	347	344	344	320	320	314	314
128	7	345	345	341	341	321	321	314	314
129	7	342	342	338	338	321	321	315	315
130	7	340	340	336	336	321	321	315	315
131	7	337	337	333	333	321	321	316	316
132	7	335	335	331	331	322	322	316	316
133	0	245	245	242	242	245	245	242	242
134	7	330	330	326	326	322	322	317	317
135	7	328	328	323	323	323	323	318	318
136	7	325	325	321	321	323	323	318	318
137	7	323	323	318	318	323	323	318	318
138	7	320	320	315	315	324	324	319	319
139	7	318	318	313	313	324	324	319	319
140	7	316	316	310	310	324	324	320	320
141	7	313	313	308	308	324	324	320	320
142	7	311	311	305	305	325	325	321	321
143	7	308	308	303	303	325	325	321	321
144	7	306	306	300	300	325	325	322	322
145	7	303	303	298	298	326	326	322	322
146	7	301	301	295	295	326	326	323	323
147	7	299	299	292	292	326	326	323	323
148	8	372	372	368	368	345	345	338	338
149	8	369	369	365	365	345	345	338	338
150	8	367	367	363	363	345	345	339	339
151	8	364	364	360	360	346	346	339	339
152	8	362	362	357	357	346	346	340	340
153	8	360	360	355	355	346	346	340	340
154	0	245	245	242	242	245	245	242	242
155	8	355	355	350	350	347	347	341	341
156	8	352	352	347	347	347	347	342	342
157	8	350	350	345	345	348	348	342	342
158	8	347	347	342	342	348	348	343	343
159	8	345	345	340	340	348	348	343	343
160	8	343	343	337	337	349	349	344	344
<b>Nmax</b>		<b>372</b>	<b>372</b>	<b>368</b>	<b>368</b>	<b>351</b>	<b>351</b>	<b>347</b>	<b>347</b>
<b>Nmin</b>		<b>151</b>	<b>151</b>	<b>148</b>	<b>148</b>	<b>172</b>	<b>172</b>	<b>169</b>	<b>169</b>
<b>TAGLIO</b>									
taglio Vx		76	76	76	76	76	76	76	76
taglio Vy		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
V		<b>76</b>							

CARICO ASSIALE	PALO	S.L.freq								S.L.qp					
		q1				q7		q5							
1	1	197	197	197	197	175	175	172	172	190	190	190	189	190	190
2	1	195	195	194	194	175	175	172	172	189	189	189	188	189	189
3	1	192	192	192	192	175	175	172	172	188	188	188	188	188	188
4	1	190	190	190	190	175	175	172	172	187	187	187	187	187	187
5	1	188	188	187	187	175	175	173	173	186	186	186	186	186	186
6	1	186	186	185	185	175	175	173	173	185	185	185	185	185	185
7	0	245	245	242	242	245	245	242	242	228	228	228	228	228	228
8	1	182	182	180	180	175	175	173	173	183	183	183	183	183	183
9	1	179	179	178	178	175	175	173	173	182	182	182	182	182	182
10	1	177	177	176	176	175	175	174	174	181	181	181	181	181	181
11	1	175	175	174	174	175	175	174	174	180	180	180	180	180	180
12	1	173	173	171	171	175	175	174	174	179	179	179	179	179	179
13	1	171	171	169	169	175	175	174	174	178	178	178	178	178	178
14	1	168	168	167	167	176	176	175	175	177	177	177	177	177	177
15	1	166	166	164	164	176	176	175	175	176	176	176	176	176	176
16	1	164	164	162	162	176	176	175	175	175	175	175	175	175	175
17	1	162	162	160	160	176	176	175	175	174	174	174	174	174	174
18	1	160	160	157	157	176	176	175	175	173	173	173	173	173	173
19	1	158	158	155	155	176	176	176	176	172	172	172	172	172	172
20	1	155	155	153	153	176	176	176	176	171	171	171	171	171	171
21	1	153	153	150	150	176	176	176	176	170	170	170	170	170	170
22	2	221	221	221	221	200	200	196	196	207	207	207	206	207	207
23	2	219	219	218	218	200	200	196	196	206	206	206	205	206	206
24	2	217	217	216	216	200	200	196	196	205	205	205	205	205	205
25	2	215	215	214	214	200	200	197	197	204	204	204	204	204	204
26	2	213	213	211	211	200	200	197	197	203	203	203	203	203	203
27	2	211	211	209	209	200	200	197	197	202	202	202	202	202	202
28	0	245	245	242	242	245	245	242	242	228	228	228	228	228	228
29	2	206	206	205	205	200	200	197	197	200	200	200	200	200	200
30	2	204	204	202	202	200	200	198	198	199	199	199	199	199	199
31	2	202	202	200	200	200	200	198	198	198	198	198	198	198	198
32	2	200	200	198	198	200	200	198	198	197	197	197	197	197	197
33	2	197	197	195	195	200	200	198	198	196	196	196	196	196	196
34	2	195	195	193	193	200	200	198	198	195	195	195	195	195	195
35	2	193	193	191	191	200	200	199	199	194	194	194	194	194	194
36	2	191	191	188	188	200	200	199	199	193	193	193	193	193	193
37	2	189	189	186	186	200	200	199	199	192	192	192	192	192	192
38	2	187	187	184	184	200	200	199	199	191	191	191	191	191	191
39	2	184	184	181	181	200	200	199	199	190	190	190	190	190	190
40	2	182	182	179	179	200	200	200	200	189	189	189	189	189	189
41	2	180	180	177	177	200	200	200	200	188	188	188	188	188	188
42	2	178	178	175	175	201	201	200	200	187	187	187	188	187	187
43	3	246	246	245	245	224	224	220	220	224	224	224	223	224	224
44	3	244	244	242	242	224	224	220	220	223	223	223	222	223	223
45	3	242	242	240	240	224	224	220	220	222	222	222	222	222	222

LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

Dati e risoluzione della palificata

46	3	240	240	238	238	224	224	221	221	221	221	221	221	221	221
47	3	237	237	236	236	224	224	221	221	220	220	220	220	220	220
48	3	235	235	233	233	224	224	221	221	219	219	219	219	219	219
49	0	245	245	242	242	245	245	242	242	228	228	228	228	228	228
50	3	231	231	229	229	224	224	221	221	217	217	217	217	217	217
51	3	229	229	226	226	225	225	222	222	216	216	216	216	216	216
52	3	226	226	224	224	225	225	222	222	215	215	215	215	215	215
53	3	224	224	222	222	225	225	222	222	214	214	214	214	214	214
54	3	222	222	219	219	225	225	222	222	213	213	213	213	213	213
55	3	220	220	217	217	225	225	223	223	212	212	212	212	212	212
56	3	218	218	215	215	225	225	223	223	211	211	211	211	211	211
57	3	216	216	212	212	225	225	223	223	210	210	210	210	210	210
58	3	213	213	210	210	225	225	223	223	209	209	209	209	209	209
59	3	211	211	208	208	225	225	223	223	208	208	208	208	208	208
60	3	209	209	206	206	225	225	224	224	207	207	207	207	207	207
61	3	207	207	203	203	225	225	224	224	206	206	206	206	206	206
62	3	205	205	201	201	225	225	224	224	205	205	205	206	205	205
63	3	203	203	199	199	225	225	224	224	204	204	204	205	204	204
64	4	271	271	269	269	249	249	244	244	241	241	241	240	241	241
65	4	269	269	267	267	249	249	244	244	240	240	240	239	240	240
66	4	266	266	264	264	249	249	245	245	239	239	239	239	239	239
67	4	264	264	262	262	249	249	245	245	238	238	238	238	238	238
68	4	262	262	260	260	249	249	245	245	237	237	237	237	237	237
69	4	260	260	257	257	249	249	245	245	236	236	236	236	236	236
70	0	245	245	242	242	245	245	242	242	228	228	228	228	228	228
71	4	255	255	253	253	249	249	246	246	234	234	234	234	234	234
72	4	253	253	250	250	249	249	246	246	233	233	233	233	233	233
73	4	251	251	248	248	249	249	246	246	232	232	232	232	232	232
74	4	249	249	246	246	249	249	246	246	231	231	231	231	231	231
75	4	247	247	243	243	249	249	246	246	230	230	230	230	230	230
76	4	245	245	241	241	249	249	247	247	229	229	229	229	229	229
77	4	242	242	239	239	249	249	247	247	228	228	228	228	228	228
78	4	240	240	237	237	249	249	247	247	227	227	227	227	227	227
79	4	238	238	234	234	250	250	247	247	226	226	226	226	226	226
80	4	236	236	232	232	250	250	247	247	225	225	225	225	225	225
81	4	234	234	230	230	250	250	248	248	224	224	224	224	224	224
82	4	232	232	227	227	250	250	248	248	223	223	223	224	223	223
83	4	229	229	225	225	250	250	248	248	222	222	222	223	222	222
84	4	227	227	223	223	250	250	248	248	221	221	221	222	221	221
85	5	295	295	293	293	273	273	268	268	258	258	258	257	258	258
86	5	293	293	291	291	273	273	268	268	257	257	257	256	257	257
87	5	291	291	288	288	274	274	269	269	256	256	256	256	256	256
88	5	289	289	286	286	274	274	269	269	255	255	255	255	255	255
89	5	287	287	284	284	274	274	269	269	254	254	254	254	254	254
90	5	284	284	281	281	274	274	269	269	253	253	253	253	253	253
91	0	245	245	242	242	245	245	242	242	228	228	228	228	228	228
92	5	280	280	277	277	274	274	270	270	251	251	251	251	251	251
93	5	278	278	274	274	274	274	270	270	250	250	250	250	250	250
94	5	276	276	272	272	274	274	270	270	249	249	249	249	249	249
95	5	274	274	270	270	274	274	270	270	248	248	248	248	248	248
96	5	271	271	268	268	274	274	270	270	247	247	247	247	247	247
97	5	269	269	265	265	274	274	271	271	246	246	246	246	246	246
98	5	267	267	263	263	274	274	271	271	245	245	245	245	245	245
99	5	265	265	261	261	274	274	271	271	244	244	244	244	244	244
100	5	263	263	258	258	274	274	271	271	243	243	243	243	243	243
101	5	261	261	256	256	274	274	272	272	242	242	242	242	242	242
102	5	258	258	254	254	274	274	272	272	241	241	241	241	241	241
103	5	256	256	251	251	274	274	272	272	240	240	240	241	240	240
104	5	254	254	249	249	274	274	272	272	239	239	239	240	239	239
105	5	252	252	247	247	274	274	272	272	238	238	238	239	238	238
106	6	320	320	317	317	298	298	292	292	275	275	275	274	275	275
107	6	318	318	315	315	298	298	292	292	274	274	274	274	274	274
108	6	316	316	312	312	298	298	293	293	273	273	273	273	273	273
109	6	313	313	310	310	298	298	293	293	272	272	272	272	272	272
110	6	311	311	308	308	298	298	293	293	271	271	271	271	271	271
111	6	309	309	306	306	298	298	293	293	270	270	270	270	270	270
112	0	245	245	242	242	245	245	242	242	228	228	228	228	228	228
113	6	305	305	301	301	298	298	294	294	268	268	268	268	268	268
114	6	303	303	299	299	298	298	294	294	267	267	267	267	267	267
115	6	300	300	296	296	299	299	294	294	266	266	266	266	266	266
116	6	298	298	294	294	299	299	294	294	265	265	265	265	265	265
117	6	296	296	292	292	299	299	295	295	264	264	264	264	264	264
118	6	294	294	289	289	299	299	295	295	263	263	263	263	263	263
119	6	292	292	287	287	299	299	295	295	262	262	262	262	262	262
120	6	290	290	285	285	299	299	295	295	261	261	261	261	261	261
121	6	287	287	282	282	299	299	295	295	260	260	260	260	260	260
122	6	285	285	280	280	299	299	296	296	259	259	259	259	259	259
123	6	283	283	278	278	299	299	296	296	258	258	258	258	258	258
124	6	281	281	276	276	299	299	296	296	257	257	257	258	257	257
125	6	279	279	273	273	299	299	296	296	256	256	256	257	256	256
126	6	276	276	271	271	299	299	296	296	255	255	255	256	255	255
127	7	345	345	341	341	323	323	316	316	292	292	292	291	292	292
128	7	342	342	339	339	323	323	317	317	291	291	291	291	291	291
129	7	340	340	337	337	323	323	317	317	290	290	290	290	290	290
130	7	338	338	334	334	323	323	317	317	289	289	289	289	289	289
131	7	336	336	332	332	323	323	317	317	288	288	288	288	288	288
132	7	334	334	330	330	323	323	317	317	287	287	287	287	287	287
133	0	245	245	242	242	245	245	242	242	228	228	228	228	228	228
134	7	329	329	325	325	323	323	318	318	285	285	285	285	285	285
135	7	327	327	323	323	323	323	318	318	284	284	284	284	284	284
136	7	325	325	320	320	323	323	318	318	283	283	283	283	283	283
137	7	323	323	318	318	323	323	318	318	282	282	282	282	282	282
138	7	321	321	316	316	323	323	319	319	281	281	281	281	281	281
139	7	319	319	313	313	3									

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX****Dati e risoluzione della palificata**

Nmin	153	153	150	150	175	175	172	172	170	170	170	171	170	170
<b>TAGLIO</b>														
taglio Vx	76	76	76	76	76	76	76	76	67	67	67	67	67	67
taglio Vy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	<b>76</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>67</b>							

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	<b>718</b>	529	718	392	369	309
Azione assiale minima	Nmin	<b>-127</b>	190	-127	141	150	170
Azione trasversale massima	Vmax	<b>155</b>	<b>108</b>	<b>155</b>	<b>80</b>	<b>76</b>	<b>67</b>
Azione trasversale ridotta	Vrid			<b>103</b>			

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

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	<b>32308</b>
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	<b>210000</b>
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	<b>30.000</b>
Modulo di Poisson del terreno	v		<b>0.30</b>
Diametro del palo	Dp	m	<b>0.30</b>
Diametro dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	Da	m	<b>0.1937</b>
Spessore dell'armatura tubolare (0 se non c'è)	ta	m	<b>0.0160</b>
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	<b>0.0006</b>
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	<b>99273</b>
Lunghezza libera d'inflessione	LO	m	<b>1.14</b>

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI P <sub>i</sub>		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	529	718	392	369
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	190	-127	141	150
Momento flettente massimo	Mmax_1a	kNm	<b>62</b>	<b>59</b>	<b>46</b>	<b>44</b>
Momento AMPLIFICATO DEL 10%	Mmax_1a	kNm	<b>68</b>	<b>65</b>	<b>50</b>	<b>48</b>
Sforzo di taglio massimo	Vmax_1a	kN	<b>108</b>	<b>103</b>	<b>80</b>	<b>76</b>

## LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

#### MENSOLA ANTERIORE

Modello di calcolo:

**Tirante - puntone**

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.00
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	1.90
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	0.73
copriferro	c	m	0.122
larghezza puntone	b	m	0.98
larghezza collaborante	bt	m	0.98
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	30
resistenza a compressione caratteristica cls	FCK	fck	25
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.2
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	1.88
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	2.28
fattore lambda ( $l1 / 0.9d$ ) = $\arctan \psi$	$\lambda_1$		1.35
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	1.11
fattore lambda ( $l2 / 0.9d$ ) = $\arctan \psi$	$\lambda_2$		0.65
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.0
Classe di esposizione	CIE		XC2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Ordinarie

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	$\phi$	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/passi	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	4	26	0.089	2124
secondo strato dal basso	20	4	26	0.155	2124
terzo strato dal basso	0	0	26	0.221	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.122	4247

#### VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	529.4	0.0	107.5	749.0	1914	933.0
SLU-SIS	717.8	0.0	155.2	1024.9	2619	1276.7
				<b>1024.9</b>	<b>2619</b>	<b>1276.7</b>

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	4247	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	1662.0	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		62%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	6186.8	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		21%	OK!

#### VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	$\sigma_s$
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-CARATTERISTICA	391.8	0.0	79.7	554.5	131

## LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

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

#### VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma_s$ Mpa
SLE-FREQUENTE	369.3	0.0	76.5	523.9	123

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.40	w3
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{lim}$	MPa	220.0	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		56%	OK!

#### VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	$\sigma_s$ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	309.0	0.0	67.0	441.4	104

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	$\sigma_{lim}$	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		53%	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	0.95
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		XC2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Ordinarie

Armatura superiore mensola posteriore sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/passo	$\phi$ mm	c m	As mmq
primo strato dall'alto	10	10	26	0.089	5309
secondo strato dall'alto	0	0	26	0.155	0
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.221	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.089	5309

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

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX****Calcolo e verifica zattera di fondazione**

primo strato dal basso	20	5	26	0.089	2655
secondo strato dal basso	0	0	26	0.155	0
terzo strato dal basso	0	0	26	0.221	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.287	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.089	2655

VERIFICA SLU	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	64.1	314	769.8
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	226.0	1107	2713.2
sommano			1421.6	3483.0
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	47.5	233	570.2
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	167.4	820	2009.7
sommano			1053.1	2580.0

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	-190.4	-226.1	-261.7	-294.3	-973	-2369.3
SLU-STR (MAX)	-272.4	-309.1	-345.8	-382.5	-1310	-3250.1
SLU-SIS (MIN)	127.3	18.5	-90.2	-110.3	-55	335.8
SLU-SIS (MAX)	-305.6	-319.3	-333.1	-346.8	-1305	-3370.8

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLU-STR (MIN)	449	1114
SLU-STR (MAX)	112	233
SLU-SIS (MIN)	998	2916
SLU-SIS (MAX)	-252	-791

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLU-STR (MIN)	473	1172
SLU-STR (MAX)	118	245
SLU-SIS (MIN)	1051	3069
SLU-SIS (MAX)	265	-832

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	4560	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	5309	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3573	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		86%	OK!

Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	1237	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	2655	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-1787	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		47%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	47.5	233	570.2

## LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	167.4	820	2009.7
sommano			<b>1053.1</b>	<b>2580.0</b>

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-141.3	-167.8	-194.2	-218.5	-722	-1758.4
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-201.5	-228.7	-255.9	-283.1	-969	-2404.5

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	<b>331</b>	<b>822</b>
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	<b>84</b>	<b>175</b>

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	<b>349</b>	<b>865</b>
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	<b>88</b>	<b>185</b>

Tasso di lavoro armature superiori	$\sigma_{sup}$	Mpa	95	
Tasso di lavoro armature inferiori	$\sigma_{inf}$	Mpa	0	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		26%	OK!
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni	c.u.		0%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	47.5	233	570.2
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	167.4	820	2009.7
sommano			<b>1053.1</b>	<b>2580.0</b>

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-150.4	-174.5	-198.6	-220.6	-744	-1831.2
SLE-FREQUENTE (MAX)	-196.8	-221.4	-246.0	-270.7	-935	-2328.6

sollecitazioni risultanti	V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	<b>309</b>	<b>749</b>
SLE-FREQUENTE (MAX)	<b>118</b>	<b>251</b>

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria	V kN/m	M kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)	<b>325</b>	<b>788</b>
SLE-FREQUENTE (MAX)	<b>124</b>	<b>265</b>

Tasso di lavoro armature superiori	$\sigma_{sup}$	Mpa	86	
Tasso di lavoro armature inferiori	$\sigma_{inf}$	Mpa	0	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.40	w3

## LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX

### Calcolo e verifica zattera di fondazione

Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>220.0</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		<b>39%</b>	<b>OK!</b>
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>220.0</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		<b>0%</b>	<b>OK!</b>

#### VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

	fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera	1.0	47.5	233	570.2
sollecitazioni dovute al peso del rinterro	1.0	167.4	820	2009.7
sommano			<b>1053.1</b>	<b>2580.0</b>

sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN	R3 kN	R4 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	-170.1	-187.1	-204.1	-221.1	-782	-1969.8
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	-189.9	-206.9	-223.9	-240.9	-862	-2179.6

#### sollecitazioni risultanti

	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	<b>271</b>	<b>610</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	<b>191</b>	<b>400</b>

#### sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)	<b>285</b>	<b>642</b>
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)	<b>201</b>	<b>421</b>

Tasso di lavoro armature superiori	sfsup	Mpa	<b>70</b>			
Tasso di lavoro armature inferiori	sfinf	Mpa	<b>0</b>			
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2		
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>194.3</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		<b>36%</b>	<b>OK!</b>
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	$\sigma_{lim}$	MPa	<b>194.3</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		<b>0%</b>	<b>OK!</b>

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

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

**AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE**

<b>Peso proprio spalla</b>			
Peso proprio spalla	Fzg1	kN	406
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-153
<b>Spinta statica del terreno</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	368
Momento longitudinale	Myg3	kNm	1200
<b>Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato</b>			
Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	83
Momento longitudinale	Myg3	kNm	409
<b>Azioni sismiche</b>			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		B
Fattore Ss			1.11
Fattore St			1.00
Fattore S	S		1.11
Valore di ag/g	ag/g		0.290
fattore bm	βm		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.322
Coefficiente sismico verticale	kv		0.161

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip_spost	1
---	-----------	---

**K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK**

Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ψ	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	9.79
peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.277
angolo teta a	θa	deg	15.497
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.458
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.384
angolo teta b	θb	deg	20.989
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-b		0.562

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	458.4
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	407.1
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	<b>458.4</b>
altezza di applicazione	H	m	4.9
Momento longitudinale	MyDP	kNm	<b>2244.0</b>

Spinta massima in caso sismico

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

Incremento di spinta del terreno	DP	kN	555
altezza di applicazione	H	m	4.9
Momento longitudinale	MyDP	kNm	<b>2718</b>

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate: <b>Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)</b>			
Spinta del terreno	Es	kN	<b>458</b>
Momento longitudinale	MyEs	kNm	<b>2244</b>

Forze inerziali (q6.2)

<i>Sisma longitudinale</i>			
Forza orizzontale longitudinale	Fxq6.2x	kN	131
Momento longitudinale	Myq6.2x	kNm	536
<i>Sisma verticale</i>			
Forza verticale	Fzq6.2z	kN	-65
Momento longitudinale	Myq6.2z	kNm	25

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

Altezza appoggi + muro frontale	7.19
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.00

		Fx [kN]	Fz [kN]
g1a	Peso proprio impalcato	0	156
g2a	Perm. portati - impalcato	0	58
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0
e2	ritiro	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	114
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	80
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	114
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	80
q3	Frenatura	11	0
q7a	Var. termica positiva	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0
Ex	Sisma longitudinale	42	0
Ez	Sisma verticale	0	156

**RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE**

Fx Fz My

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

		[kN]	[kN]	[kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	156	0
g1-sp	Peso proprio spalla	0	406	153
g2a	Perm. portati - impalcato	0	58	0
g3-sp	g3-sp	368	0	-1200
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	114	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	80	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	114	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	80	0
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	83	0	-409
q3	Frenatura	11	0	-83
q7a	Var. termica positiva	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	42	0	-300
Ez	Sisma verticale	0	156	0
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	458	0	-2244
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	131	0	-536
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-65	-25

**COMBINAZIONI DI CARICO**

**MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI**

	S.L.U.															
	q1								q3							
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
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	0.00	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
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	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q1e-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
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								E.x		E.z	
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7b	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
q1a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q1e-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00

	S.L.E.car															
	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	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
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							
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX**

**Calcolo e Verifica muro frontale**

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

	S.L.freq								S.L.qp	
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

	S.L.U.								S.L.V.							
	q1				q3				E.x				E.z			
Fx	609	609	609	609	609	609	609	609	597	597	597	597	597	597	597	597
Fz	991	991	945	945	991	991	945	945	952	952	918	918	952	952	918	918
My	-1965	-1965	-1965	-1965	-1965	-1965	-1965	-1965	-1939	-1939	-1939	-1939	-1939	-1939	-1939	-1939
	S.L.U.								E.x				E.z			
	q7				q3											
Fx	581	581	581	581	581	581	581	581	631	631	189	189	631	631	189	189
Fz	952	952	918	918	952	952	918	918	648	593	711	530	648	593	711	530
My	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-1827	-2933	-2919	-795	-746	-2933	-2919	-795	-746
	S.L.E.car								S.L.E.qp							
	q1				q3											
Fx	451	451	451	451	451	451	451	451	442	442	442	442	442	442	442	442
Fz	734	734	700	700	734	734	700	700	706	706	680	680	706	706	680	680
My	-1456	-1456	-1456	-1456	-1456	-1456	-1456	-1456	-1436	-1436	-1436	-1436	-1436	-1436	-1436	-1436
	S.L.E.car								S.L.E.qp							
	q7															
Fx	430	430	430	430	430	430	430	430	368	368			368	368		
Fz	706	706	680	680	706	706	680	680	620	620			620	620		
My	-1354	-1354	-1354	-1354	-1354	-1354	-1354	-1354	-1047	-1047			-1047	-1047		

Armatura zona tesa muro frontale	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/passio	mm	m	mmq
primo strato	10	10	26	0.091	5309
secondo strato	0	0	26	0.147	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.091	5309

VERIFICHE AGLI SLU	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	1965
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	2933
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	4604
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	5309 <b>OK!</b>
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	3382
Coefficiente di utilizzo	c.u.		87% <b>OK!</b>
Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	609
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	631

VERIFICHE AGLI SLE-CAR	Var	unità	
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	168
Tensione massima ammissibile	σs,max	MPa	360
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		47% <b>OK!</b>

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX**  
**Calcolo e Verifica muro frontale**

---

**VERIFICHE AGLI SLE-FR**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	<b>157</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>194</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		<b>81%</b>	<b>OK!</b>

**VERIFICHE AGLI SLE-QP**

Tasso di lavoro armature in zona tesa	$\sigma_s$	Mpa	<b>121</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 26.0	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>156</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		<b>78%</b>	<b>OK!</b>

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX****Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.70
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

**Effetti dovuti al sovraccarico accidentale**

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m	7.47
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m	4.54
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa	7.5
pressione orizzontale dovuta al carico qik distribuito	shd	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	Vmax	kNm	383.7
Momento alla base complessivo	Mmax	kNm	767.0

**Effetti dovuti al carico Qik sul paraghiaia**

larghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	b1	m	2.6
larghezza dell'impronta di carico alla base	b2	m	10
Carico verticale in testa al paraghiaia	Qik	kN	300
Azione orizzontale in testa al paraghiaia	H	kN	180

**Sollecitazioni alla base del paraghiaia**

Condizione	N kN	V kN	M kNm
Peso proprio	55.5	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	52.5	64.8
Spinta dovuta al carico Qik	0.0	51.3	102.6
Carico Qik sul paraghiaia	30.0	18.0	68.4
Sisma - forze inerziali	0.0	17.9	33.1
Spinta sismica del terreno	0.0	56.4	104.3

**Armatura zona tesa paraghiaia**

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.086	3142
secondo strato	0	0	20	0.136	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.086	3142

**VERIFICHE SLU**

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Peso proprio	1.00	1.00
Spinta statica del terreno	1.35	0.00
Spinta dovuta al carico Qik	1.35	0.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Spinta sismica del terreno	0.00	1.00

**Combinazioni SLU-STR**

Combinazione	N kN	V kN	M kNm
SLU-STR	96.0	164.5	318.4
SLU-SIS	55.5	74.3	137.4

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	1759	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	569	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		56%	OK!

**VERIFICHE SLE-RARA**

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

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX****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**

	<b>N</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>
SLE-RARA	85.5	121.9	235.8

Tasso di lavoro armature	$\sigma_s$	Mpa	<b>162</b>
--------------------------	------------	-----	------------

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360
------------------------------	------------------	-----	-----

coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		<b>45%</b>	<b>OK!</b>
---	------	--	------------	------------

**VERIFICHE SLE-FREQUENTE**

<b>Condizione di carico</b>	<b>fattori parziali per azioni SLE-FRE</b>		
-----------------------------	--	--	--

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**

	<b>N</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>
SLE-FRE	78.0	104.5	193.1

Tasso di lavoro armature	$\sigma_s$	Mpa	<b>133</b>
--------------------------	------------	-----	------------

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
---	------	----	------	----

Tensione limite ammissibile per barre f 20.0	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>222</b>
--	-----------------	-----	------------

coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		<b>60%</b>	<b>OK!</b>
---	------	--	------------	------------

**VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE**

<b>Condizione di carico</b>	<b>fattori parziali per azioni SLE-QP</b>		
-----------------------------	---	--	--

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**

	<b>N</b>	<b>V</b>	<b>M</b>
	<b>kN</b>	<b>kN</b>	<b>kN</b>
SLE-QP	55.5	52.5	64.8

Tasso di lavoro armature	$\sigma_s$	Mpa	<b>45</b>
--------------------------	------------	-----	-----------

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
---	------	----	------	----

Tensione limite ammissibile per barre f 20.0	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>182</b>
--	-----------------	-----	------------

coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		<b>24%</b>	<b>OK!</b>
---	------	--	------------	------------

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX****Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	10.14
larghezza muro di risvolto	a	m	4.90
spessore muro di risvolto	s	m	0.75
coefficiente gamma	$\gamma$		0.48
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	f <sub>yd</sub>	MPa	391
Muro con bandiera	band		no
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Momento massimo orizzontale:  $M_x = fac_x \cdot q \cdot a^2$

Momento massimo verticale:  $M_y = fac_y \cdot q \cdot h^2$

N.B. i coefficienti fac<sub>x</sub> e fac<sub>y</sub> sono ricavati da: "Calcolo di lastre e piastre" - Richard Bares - Ed. CittàStudi

**Effetti dovuti alla spinta delle terre**

pressione orizzontale alla base	q	kN/mq	77.8
direzione orizzontale	$\gamma$	0.375	0.500
coefficiente fac <sub>x</sub>	fac <sub>Mx</sub>	0.166	0.134
coefficiente fac <sub>Vx</sub>	fac <sub>Vx</sub>	0.546	0.462

Momento flettente in direzione orizzontale	M <sub>xmax</sub>	kNm	257.7
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M <sub>xband</sub>	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V <sub>xmax</sub>	kN	180.6
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V <sub>xband</sub>	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.38	0.50
coefficiente fac <sub>y</sub>	fac <sub>My</sub>	0.035	0.055
coefficiente fac <sub>Vy</sub>	fac <sub>Vy</sub>	0.419	0.483

Momento flettente in direzione verticale	M <sub>y</sub> max	kNm	416.3
Sforzo di taglio in direzione verticale	V <sub>y</sub> max	kN	374.2

**Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali**

larghezza dell'impronta del carico Q <sub>ik</sub> in sommità	b <sub>1</sub>	m	2.40
lunghezza dell'impronta di carico Q <sub>ik</sub> in sommità	a <sub>1</sub>	m	3.10
larghezza dell'impronta del carico Q <sub>ik</sub> alla base	b <sub>2</sub>	m	8.25
lunghezza dell'impronta di carico Q <sub>ik</sub> alla base	a <sub>2</sub>	m	8.95
pressione orizzontale dovuta al carico Q <sub>ik</sub> in sommità	sh <sub>1</sub>	kPa	34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Q <sub>ik</sub> alla base	sh <sub>2</sub>	kPa	3.5

pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	18.9
direzione orizzontale	$\gamma$	0.38	0.50
coefficiente fac <sub>x</sub>	fac <sub>Mx</sub>	0.429	0.360
coefficiente fac <sub>Vx</sub>	fac <sub>Vx</sub>	1.102	1.114

Momento flettente in direzione orizzontale	M <sub>x</sub> max	kNm	167.6
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	M <sub>x</sub> band	kNm	0.0
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	V <sub>x</sub> max	kN	103.2
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	V <sub>x</sub> band	kN	0.0

direzione verticale	$\gamma$	0.38	0.50
coefficiente fac <sub>x</sub>	fac <sub>My</sub>	0.059	0.105
coefficiente fac <sub>Vy</sub>	fac <sub>Vy</sub>	0.671	0.874

Momento flettente in direzione verticale	M <sub>y</sub> max	kNm	192.5
Sforzo di taglio in direzione verticale	V <sub>y</sub> max	kN	162.5

**Effetti dovuti al sisma**

forza inerziale	q <sub>1</sub>	kN/mq	6.04
incremento di spinta delle terre	q <sub>2</sub>	kN/mq	58.8
pressione orizzontale di calcolo	q	kN/mq	64.8
direzione orizzontale	$\gamma$	0.38	0.50

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX****Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

coefficiente facx	facMx	0.429	0.360	<b>0.37</b>
coefficiente facVx	facVx	1.102	1.114	<b>1.11</b>

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	<b>573.8</b>
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	<b>0.0</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	<b>353.1</b>
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	<b>0.0</b>

direzione verticale	$\gamma$	0.38	0.50	0.48
coefficiente facx	facMy	0.059	0.105	<b>0.099</b>
coefficiente facVy	facVy	0.671	0.874	<b>0.847</b>

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	<b>658.9</b>
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	<b>556.2</b>

**Riepilogo sollecitazioni sul muro**

Condizione	Mx kNm	My kNm	Vx kN	Vy kN
Spinta del terreno	257.7	416.3	180.6	374.2
Spinta sovraccarichi accidentali	167.6	192.5	103.2	162.5
Spinta dovuta al sisma	573.8	658.9	353.1	556.2

**Armatura zona tesa - dir. Orizzontale**

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	$\phi$ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.072	3142
secondo strato	10	10	20	0.122	3142
Armatura effettivamente disposta			20	0.097	<b>6283</b>

**Armatura zona tesa - dir. Verticale**

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	$\phi$ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	24	0.094	4524
secondo strato	10	10	24	0.148	4524
Armatura effettivamente disposta			24	0.121	<b>9048</b>

**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	574.2	821.9	383.0	724.5
SLU-SIS	831.5	1075.2	533.7	930.4

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale

Afh\_min mmq/ml **3616**

Armatura effettivamente adottata:

**Afs** mmq **6283**

Momento Resistente dir. Orizzontale

**MR\_h** kNm/ml **1445**

Coefficiente di utilizzo

c.u. **58%**

OK!

OK!

Armatura minima richiesta in dir. Verticale

Afh\_min mmq/ml **4854**

Armatura effettivamente adottata:

**Afs** mmq **9048**

Momento Resistente dir. Verticale

**MR\_v** kNm/ml **2004**

Coefficiente di utilizzo

c.u. **54%**

OK!

OK!

**VERIFICHE SLE-RARA**

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

**Combinazioni SLE-RARA**

Combinazione	Mx kNm	My kNm
SLE-RARA	425.3	608.8

Tasso di lavoro armature orizzontali

 $\sigma_{sh}$  Mpa **115**

**LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX****Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{SV}$	Mpa	<b>119</b>	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature orizzontali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		<b>32%</b>	<b>OK!</b>
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		<b>33%</b>	<b>OK!</b>

**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	383.4	560.7

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	<b>104</b>	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{SV}$	Mpa	<b>109</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>222</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		<b>47%</b>	<b>OK!</b>
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>204</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		<b>54%</b>	<b>OK!</b>

**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	257.7	416.3

Tasso di lavoro armature orizzontali	$\sigma_{sh}$	Mpa	<b>70</b>	
Tasso di lavoro armature verticali	$\sigma_{SV}$	Mpa	<b>81</b>	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>182</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		<b>38%</b>	<b>OK!</b>
Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 (arm.verticale)	$\sigma_{slim}$	MPa	<b>164</b>	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		<b>49%</b>	<b>OK!</b>

LAVORO: SS284 ADRANO PATERNO' - PO SV02- SPALLA SPA CARR SX  
Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

			Zattera - Mensola posteriore	Mfron	Paraghiaia	Mrisv_h	Mrisv_v	
<b>Sollecitazioni di calcolo</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>					
<b>Taglio di calcolo</b>	<b>V<sub>Ed</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1050.9</b>	<b>630.9</b>	<b>164.5</b>	<b>533.7</b>	<b>930.4</b>	
<b>Dati</b>		<b>Var</b>	<b>unità</b>					
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30	40	40	40	40	
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	25	32.00	32.00	32.00	32.00	
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.2	18.1	18.1	18.1	18.1	
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450	450	450	450	
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3	
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>								
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	2.00	1.90	0.60	0.60	0.60	
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	2.00	1.90	0.60	0.60	0.60	
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
copriferro	c	m	0.089	0.091	0.086	0.097	0.121	
altezza utile della sezione	d	m	1.91	1.81	0.51	0.50	0.48	
<b>Compressione agente nella sezione</b>								
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>								
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata								
	Asl	mmq	5309	5309	3142	6283	9048	
Coefficiente k	k	m	1.32	1.33	1.62	1.63	1.65	
vmin	vmin		0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00278	0.00293	0.00611	0.01249	0.01889	
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Resistenza a taglio</b>		<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>579.1</b>	<b>610.3</b>	<b>269.8</b>	<b>336.5</b>	<b>371.3</b>
				<b>N.V.</b>	<b>N.V.</b>	<b>OK</b>	<b>N.V.</b>	<b>N.V.</b>
<b>Elementi con armature trasversali resistenti al taglio</b>								
<i>Verifica del conglomerato</i>								
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	8121.8	9841.0	2796.2	2736.3	2605.8	
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>								
diametro staffe	fsw	mm	24	12	10	12	12	
passo staffe	scp	m	1.20	0.40	0.40	0.20	0.20	
numero di bracci	nb		2.5	2.5	2.5	2.5	5	
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1131	283	196	283	565	
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90	90	90	90	
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0	0	0	0	
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	1585.8	1125.9	222.2	626.1	1192.5	
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	4200.7	5089.9	1446.2	1415.3	1347.7	
<b>Resistenza a taglio</b>		<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1585.8</b>	<b>1125.9</b>	<b>222.2</b>	<b>626.1</b>	<b>1192.5</b>
				<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		 GRUPPO FS ITALIANE
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

**18 ALLEGATO 8 - FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO  
PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO SINGOLO PER CARICHI ASSIALI**

**CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO- BUSTAMANTE&DOIX - A1 + M1 + R3**  
**LAVORO: SS284 - MICROPALI DI FONDAZIONE SOTTOSTRUTTURE Dn300**

OPERA: PO-SV02 - SX

**PARAMETRI GEOTECNICI MINIMI**

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$$Rcd = Rbd + Rsd$$

in cui:

- Rbd = Rbk /  $\gamma_b$ : Resistenza alla punta di progetto
- Rsd = Rsk /  $\gamma_s$ : Resistenza laterale di progetto
- Rbk = Rbm /  $\zeta$ : Resistenza alla punta caratteristica
- Rsk = Rsm /  $\zeta$ : Resistenza laterale caratteristica
- Rbm = Qb: Resistenza media alla punta
- Rsm = Qs: Resistenza media laterale

**RESISTENZA LATERALE**

Terreni granulari ( $c = 0, \phi < 0$ )

$$Qs = \pi \times Ds \times Ls \times qs \quad \text{con:}$$

Ds = diametro del bulbo

Ls = lunghezza del bulbo

qs = attrito laterale unitario tra bulbo e terreno

il diametro del bulbo è correlato al diametro di perforazione attraverso:

$$Ds = \alpha \times Dn$$

con  $\alpha$  dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali secondo la seguente tabella:

Terreno	Coefficiente $\alpha$	
	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

qs è pure dipendente dal tipo di terreno e dalla modalità realizzativa dei micropali in funzione di Nspt e/o dei risultati di prove pressiometriche (vedi il grafici a lato):

**RESISTENZA ALLA PUNTA**  $Qb = 0.15 Qs$

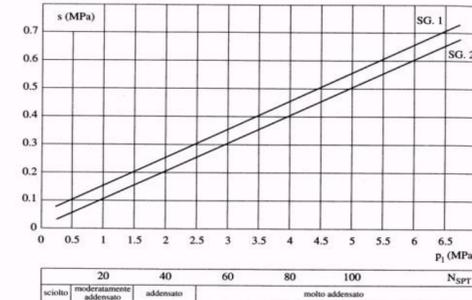
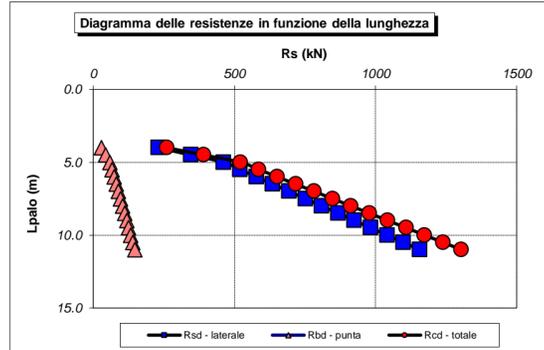


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di s per sabbie e ghiaie

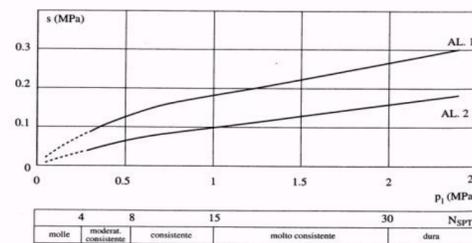


Fig. 13.17. Abaco per il calcolo di s per argille e limi

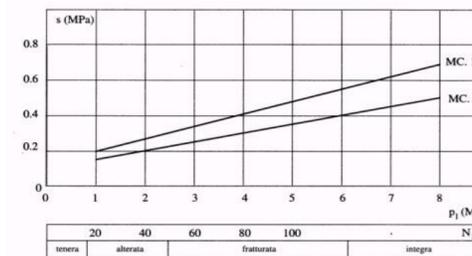


Fig. 13.18. Abaco per il calcolo di s per gessi, marne, marne calcaree

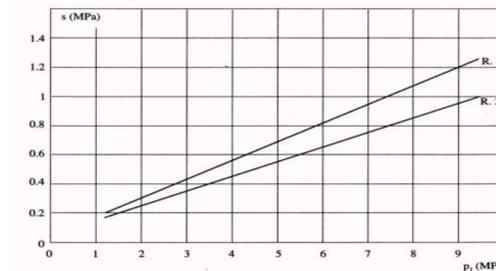


Fig. 13.19. Abaco per il calcolo di s per rocce alterate e fratturate

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

**AFFONDAMENTO TESTA PALO DA p.c.**

Q.T.P.	m	2.00
--------	---	------

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

**STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA INTRADOSSO FOND.)** COMBINAZIONE **M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Mod	$\alpha$	$q_{sk}$ kPa	$\gamma_{qs}$	$q_{sd}$ kPa	$\alpha q_{sd}$ kPa
0	Strato inefficace	0.0	3.0	IGU	0.00	0	1.00	0.0	0.0
R	Rocce laviche	3.0	5.0	IGU	1.20	400	1.00	400.0	480.0
S	Piroclastiti e rocce	5.0	20.0	IGU	1.20	200	1.00	200.0	240.0

Mod = IGU - IRS

**COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE**

COMBINAZIONE	COMPR	TRAZ
	R3	R3
coefficiente $\gamma_b$	1.35	-
coefficiente $\gamma_s$	1.15	1.25

**FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA**

Numero di verticali indagate	1
coefficiente $\zeta_3$	1.70

Unità	z m	Lp (m)	a $q_{sd}$ kPa	Qs kN	Qp kN	COMPR			TRAZ
						Rsd kN	Rbd kN	Rcd kN	Rsd kN
0	2.0	0.0							
0	2.5	0.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	3.0	1.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	3.5	1.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	4.0	2.0	0.0	0	0	0	0	0	0
0	4.5	2.5	0.0	0	0	0	0	0	0
0	5.0	3.0	0.0	0	0	0	0	0	0
R	5.5	3.5	480.0	226	34	116	15	130	106
R	6.0	4.0	480.0	452	68	231	30	261	213
R	6.5	4.5	480.0	679	102	347	44	391	319
R	7.0	5.0	480.0	905	136	463	59	522	426
S	7.5	5.5	240.0	1018	153	521	67	587	479
S	8.0	6.0	240.0	1131	170	579	74	652	532
S	8.5	6.5	240.0	1244	187	636	81	718	585
S	9.0	7.0	240.0	1357	204	694	89	783	639
S	9.5	7.5	240.0	1470	221	752	96	848	692
S	10.0	8.0	240.0	1583	238	810	103	913	745
S	10.5	8.5	240.0	1696	254	868	111	979	798
S	11.0	9.0	240.0	1810	271	926	118	1044	852
S	11.5	9.5	240.0	1923	288	983	126	1109	905
S	12.0	10.0	240.0	2036	305	1041	133	1174	958
S	12.5	10.5	240.0	2149	322	1099	140	1240	1011
S	13.0	11.0	240.0	2262	339	1157	148	1305	1064
S	13.5	11.5	240.0	2375	356	1215	155	1370	1118
S	14.0	12.0	240.0	2488	373	1273	163	1435	1171

ALLINEAMENTO	Lp (m)	Nmax kN	Nmin kN	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Rsd (kN)	c.u. COMPR	c.u. TRAZ
SPALLE SX	10	718	-127	1041	133	1174	958	61%	13%

Progettazione definitiva dell'Intervento S.S. 284 Occidentale Etnea Ammodernamento del Tratto Adrano – Catania, 1° lotto Adrano - Paternò		
PA-712	<i>Rel. tecnica e di calcolo PO04 – Ponte PO-SV02 Carreggiata SX</i>	

**19 ALLEGATO 9 - FONDAZIONI SU MICROPALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO  
PER CARICO LIMITE DEL MICROPALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER  
CARICHI TRASVERSALI**

## RESISTENZA DI UN MICROPALO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi trasversali  $R_{tr,d}$  è pari a:

$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$ :	Resistenza ai carichi trasversali di progetto
$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$	Resistenza ai carichi trasversali caratteristica
$R_{tr,calc} = H_{lim}$ :	Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

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

Coefficiente parziale (R3)	$\gamma_T$	1.30
----------------------------	------------	------

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

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
$\xi_3$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
$\xi_4$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

## CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL MICROPALO

Diametro di perforazione	D	m	0.30
Diametro esterno armatura tubolare	$f_e$	mm	193.7
spessore armatura tubolare	sp	mm	16.0
Modulo di resistenza plastico	$W_p$	mm <sup>3</sup>	506602
Tensione caratteristica di snervamento acciaio	$f_{yk}$	MPA	355
Coefficiente parziale di sicurezza per verifiche di resistenza	$\gamma_{M0}$		1.05
Momento di plasticizzazione: $M_y = W_p \times f_{yk} / \gamma_{M0}$	$M_y = MR_d$	kNm	171.3

## AFFONDAMENTO DEL MICROPALO

Profondità della testa del micropalo da piano di campagna	$H_r$	m	2.00
---	-------	---	------

## FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	1
coefficiente $\xi_3$	1.70
coefficiente $\xi_4$	1.70

DESCRIZIONE	$\gamma'_{med}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_{med}$ deg	$kp_{med}$	$L_{med}$ (m)	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI	20.7	41.0	4.81	1.58	395.9	179.1

DESCRIZIONE	$\gamma'_{min}$ kN/m <sup>3</sup>	$\phi'_{min}$ deg	$kp_{min}$	$L_{min}$ (m)	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI	20.2	34.0	3.54	1.82	340.8	154.2

Resistenza di progetto del micropalo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	154.2
--	------------	----	-------

ALLINEAMENTO	MICROPALO SINGOLO			PALIFICATA				
	$R_{tr,d}$ (kN)	$F_{tr,d}$ (kN)	c.u.1	$n_{micropali}$	$\eta$ (%)	$R_{tr,dgr}$ (kN)	$F_{tr,dgr}$ (kN)	c.u.gr
SPALLE SX	154.2	108.0	70%	160	80%	19736	17280.0	88%