



# PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA

## POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

### PROGETTO DEFINITIVO

CUP F520C05000070003

GRUPPO DI PROGETTAZIONE (ATI):

**SIS S.r.l. (MANDATARIA)**  
**A&S Engineering S.r.l.**  
**BONIFICA ITALIA S.r.l.**  
**CO.RE. INGEGNERIA**  
**OMNISERVICE Engineering S.r.l.**

RESPONSABILI DI PROGETTO:

**Prof. Ing. Antonio Bevilacqua**  
Ordine Ingegneri di Palermo n. 4058  
**Dott. Ing. Franco Persio Bocchetto**  
Ordine Ingegneri di Roma n. 8664  
**Dott. Ing. Vincenzo Calzona**  
Ordine Ingegneri di Roma n. 16656  
**Dott. Ing. Pietro Agnello**  
Ordine Ingegneri di Agrigento n. 543

RESPONS. INTEG. PREST. SPECIALISTICHE  
Prof. Ing. Antonio Bevilacqua n. 4058

UFFICIO DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Dott. Ing. Vincenzo Corallo

ASSISTENTE  
Dott. Ing. Salvatore Dipasquale

## PONTE SUL "FOSSO VOLPE" RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO


CODICE: PD-VI01-STR-RE-01-B

SCALA: ---

DATA: Ottobre 2010


NOME FILE: PD-VI01-STR-RE-01-B.dwg

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Visto	Approvato
A	Luglio 2010	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO	S. Bolognesi	S. Bolognesi	V. Calzona
B	Ottobre 2010	REVISIONE GIUSTA NOTA PROV. RG PROT. 052241 DEL 02/09/2010	S. Bolognesi	S. Bolognesi	V. Calzona

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

## INDICE

<b>1.</b>	<b>Descrizione dell'opera .....</b>	<b>2</b>
1.1	Generalità.....	2
1.2	Criteri adottati per le misure di sicurezza.....	3
1.3	Metodologia di calcolo.....	3
<b>2.</b>	<b>Materiali .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Normative di riferimento .....</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>Analisi in fase d'esercizio .....</b>	<b>9</b>
4.1	Analisi dei carichi .....	9
4.1.1	Azioni permanenti .....	9
	Peso proprio calcestruzzo (g1) .....	9
	Pavimentazione bituminosa ed impermeabilizzazione (g2) .....	9
	Cordoli, parapetti e varie (g2) .....	9
4.1.2	Deformazioni impresse .....	9
	Effetti termici (g3) .....	9
4.1.3	Azioni variabili da traffico .....	10
	Carichi mobili (q1) .....	10
	Incremento dinamico (q2) .....	10
	Azioni longitudinali di frenamento o di accelerazione (q3) .....	11
4.1.4	Azione del vento (q5) .....	11
4.1.5	Azione sismica (q6) .....	12
4.1.6	Urto dei veicoli in svio (q8) .....	17
4.2	Descrizione del modello di calcolo .....	18
4.2.1	Dati di input .....	20
4.2.2	Dati di output .....	20
4.3	Combinazioni di carico .....	21
4.4	Verifiche di resistenza degli elementi strutturali portanti .....	23
4.4.1	Verifica delle travi in c.a.p. ....	23
4.4.2	Verifica trasversale soletta di impalcato .....	27
4.4.3	Verifica strutturale spalle .....	30
4.4.4	Verifica strutturale palo di fondazione .....	35
4.4.5	Verifica sezione di attacco spalla-impalcato .....	37
<b>5.</b>	<b>Analisi geotecniche delle fondazioni.....</b>	<b>38</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusioni .....</b>	<b>40</b>

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

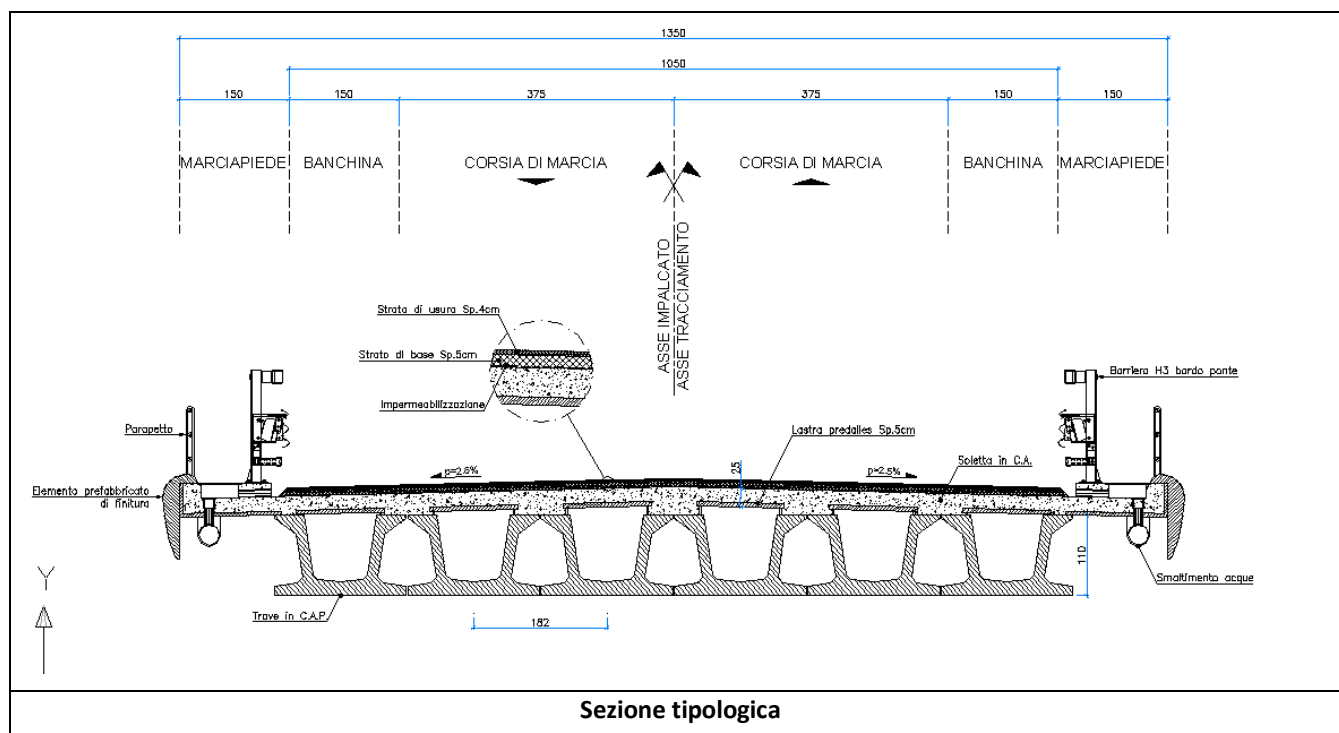
## 1. Descrizione dell'opera


### 1.1 Generalità

Nel presente fascicolo sono riportati i calcoli statici e le verifiche di sicurezza del nuovo ponte sul torrente Volpe nell'ambito del progetto per il "Potenziamento dei collegamenti stradali fra la s.s. n. 115 tratto Comiso-Vittoria, il nuovo aeroporto di Comiso e la s.s. n. 514 Ragusa-Catania".

Il ponte è costituito da un impalcato formato da travi prefabbricate in calcestruzzo armato precomprese con trefoli aderenti, aventi sezione a cassone aperto, accostate una all'altra. Le travi sono collegate con vincolo di continuità a due spalle in calcestruzzo armato parallele al fosso, "fondate" su un diaframma di pali trivellati di grande diametro. Le travi, con luce di 20 m, sono completate da una soletta superiore in cls gettata in opera.

La luce del ponte è di 20 m per una larghezza stradale utile di 13.50m. Le travi prefabbricate hanno sezione a  $\pi$  rovescio, con un'altezza di 110 cm ed interasse di 182 cm.



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

La verifica degli elementi resistenti é stata eseguita in base all'analisi delle sollecitazioni prodotte dalla più sfavorevole combinazione delle seguenti condizioni di carico:


- peso proprio;
- sovraccarichi permanenti;
- sovraccarichi accidentali;
- azione sismica;
- spinta del vento.

## 1.2 Criteri adottati per le misure di sicurezza

Per assicurare la sicurezza e le prestazioni della struttura è stato adottato come metodo di verifica il Metodo degli Stati Limite. Sono stati esaminati gli Stati Limite Ultimi per la messa in sicurezza contro crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi.

## 1.3 Metodologia di calcolo

Il calcolo delle sollecitazioni che agiscono sulla struttura è stato effettuato realizzando un modello di calcolo atto a rappresentare il comportamento strutturale nel suo insieme, con il programma agli elementi finiti *Sap2000plus*.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

## 2. Materiali


Sono riportate le caratteristiche meccaniche e le proprietà di resistenza dei materiali impiegati valutate come prescritto

da: **Nuove norme tecniche per le costruzioni – DM Infrastrutture 14 gennaio 2008.**

### CALCESTRUZZO

#### Pali di fondazione

Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	300,00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	249,00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Valor medio resistenza cilindrica	$f_{cm}$	329,00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Modulo elastico convenzionale	$E_c$	314472	(kg/cm <sup>2</sup> )
Coefficiente di Poisson (cls non fessurato)	$\nu$	0,20	
<b>Resistenza a compressione</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	$\gamma_C$	1,50	
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	141,10	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Resistenza a trazione</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	$\gamma_C$	1,50	
Resistenza a trazione media cilindrica	$f_{ctm}$	25,58	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk}$	17,91	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	11,94	(kg/cm <sup>2</sup> )


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandatara) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	---

## Corpo spalla

Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	350,00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	290,50	(kg/cm <sup>2</sup> )
Valor medio resistenza cilindrica	$f_{cm}$	370,50	(kg/cm <sup>2</sup> )
Modulo elastico convenzionale	$E_c$	325881	(kg/cm <sup>2</sup> )
Coefficiente di Poisson (cls non fessurato)	$\nu$	0,20	
<b>Resistenza a compressione</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	$\gamma_C$	1,50	
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	164,62	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Resistenza a trazione</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	$\gamma_C$	1,50	
Resistenza a trazione media cilindrica	$f_{ctm}$	28,35	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk}$	19,84	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	13,23	(kg/cm <sup>2</sup> )

## Soletta di impalcato e predalles

Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	400.00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	332.00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Valor medio resistenza cilindrica	$f_{cm}$	412.00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Modulo elastico convenzionale	$E_c$	336428	(kg/cm <sup>2</sup> )
Coefficiente di Poisson (cls non fessurato)	$\nu$	0.20	
<b>Resistenza a compressione</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	$\gamma_C$	1.50	
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0.85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	188.13	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Resistenza a trazione</b>			
Coefficiente parziale di sicurezza per il cls	$\gamma_C$	1.50	
Resistenza a trazione media cilindrica	$f_{ctm}$	30.99	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk}$	21.69	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd}$	14.46	(kg/cm <sup>2</sup> )


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

### Travi in c.a.p.

Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}$	550,00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}$	456,50	(kg/cm <sup>2</sup> )
Valor medio resistenza cilindrica	$f_{cm}$	536,50	(kg/cm <sup>2</sup> )
Modulo elastico convenzionale	$E_c$	364161	(kg/cm <sup>2</sup> )
Coefficiente di Poisson (cls non fessurato)	$\nu$	0,20	
<b>Resistenza a compressione</b>			
Tensioni di esercizio a cadute avvenute quasi premanenti	$\sigma_c$	205,43	(kg/cm <sup>2</sup> )
Tensioni di esercizio a cadute avvenute rare	$\sigma_c$	273,90	(kg/cm <sup>2</sup> )
Resistenza caratteristica cil. a compressione al giorno j	$f_{ckj}$	290,00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Tensioni iniziali	$\sigma_c$	203,00	(kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Resistenza a trazione</b>			
Tensioni in esercizio di trazione	NON AMMESSE		
Tensioni di trazione iniziali	$\sigma_{ti}$		(kg/cm <sup>2</sup> )


### ACCIAIO

<b>ACCIAIO ORDINARIO</b>			
Acciaio tipo		B450C	
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	4400.00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Modulo elastico convenzionale	$E_a$	2100000	(kg/cm <sup>2</sup> )
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0.3	
Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1.15	
Tensione di calcolo cilindrica	$f_{yd}$	3826.09	(kg/cm <sup>2</sup> )

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--


ACCIAIO PER C.A.P.			
Acciaio armonico per c.a.p.		in trefoli	
Modulo elastico convenzionale	Ea	2100000	(kg/cm <sup>2</sup> )
Coefficiente di Poisson	v	0.30	
Tensione caratteristica a rottura	f <sub>ptk</sub>	18246.00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	f <sub>p(1)k</sub>	16382.00	(kg/cm <sup>2</sup> )
Tensione iniziale armatura post-tesa	σ <sub>spi</sub>	14596.80	(kg/cm <sup>2</sup> )
Tensione iniziale armatura pre-tesa	σ <sub>spi</sub>	13684.50	(kg/cm <sup>2</sup> )
Tensione in esercizio	σ <sub>spi</sub>	13105.60	(kg/cm <sup>2</sup> )



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

### 3. Normative di riferimento

- ❑ **Legge 5/11/1971 nr.1086:** Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e pre-compresso ed a struttura metallica.
- ❑ **D.M. 05/11/2001:** Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- ❑ **D.M. 14/01/2008:** Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- ❑ **C.N.R. 10011 N.182 del 21/12/1997:** Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- ❑ **C.N.R. 10016 N.194 del 14/09/2000:** Strutture composte di acciaio e calcestruzzo – Istruzioni per l’impiego nelle costruzioni
- ❑ **EN1993 Eurocode3:** Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. Part 1-5: Plated structural elements. Part 1-9: Fatigue.
- ❑ **EN1994 Eurocode4:** Design of composite steel and concrete structures.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

## 4. Analisi in fase d'esercizio

### 4.1 Analisi dei carichi

#### 4.1.1 Azioni permanenti

##### Peso proprio calcestruzzo (g1)

Si assume peso per unità di volume del calcestruzzo pari a  $\gamma_s = 2500 \text{ kg/m}^3$ .

Per le travi si assume un peso a metro lineare di trave pari a 2 t/m.

Il carico complessivo dovuto alla soletta di impalcato è pari a:

	h (m)	$\gamma (\text{kg/m}^3)$	W (kg/mq)
Lastra prefabbricata	0.05	2500	125
Soletta (stato fluido)	0.2	2500	500
Tot. P.p.			625

##### Pavimentazione bituminosa ed impermeabilizzazione (g2)

Si assume peso per unità di volume pari a  $\gamma_s = 2000 \text{ kg/m}^3$ .

Il carico complessivo è pari a:

	h (m)	g (kg/m <sup>3</sup> )	W (kg/mq)
Pavimentazione	0.11	2000	220
Tot. Perm.			220

##### Cordoli, parapetti e varie (g2)


Per i cordoli, i parapetti ed altri sovraccarichi permanenti si assume un carico pari a 1,00 t/m per lato.

#### 4.1.2 Deformazioni impresse

##### Effetti termici (g3)

Non reputando necessario uno studio termodinamico degli effetti della temperatura, per la valutazione delle deformazioni e degli stati tensionali si considera una variazione termica uniforme  $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$  per le strutture in calcestruzzo armato.

Inoltre è considerato una differenza di temperatura tra estradosso ed intradosso dell'impalcato pari a  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ , che applicato ad una trave di altezza 135 cm comporta un gradiente termico di  $\Delta T/m = 7.41^\circ\text{C/m}$ .

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

#### 4.1.3 Azioni variabili da traffico

##### Carichi mobili ( $q_1$ )

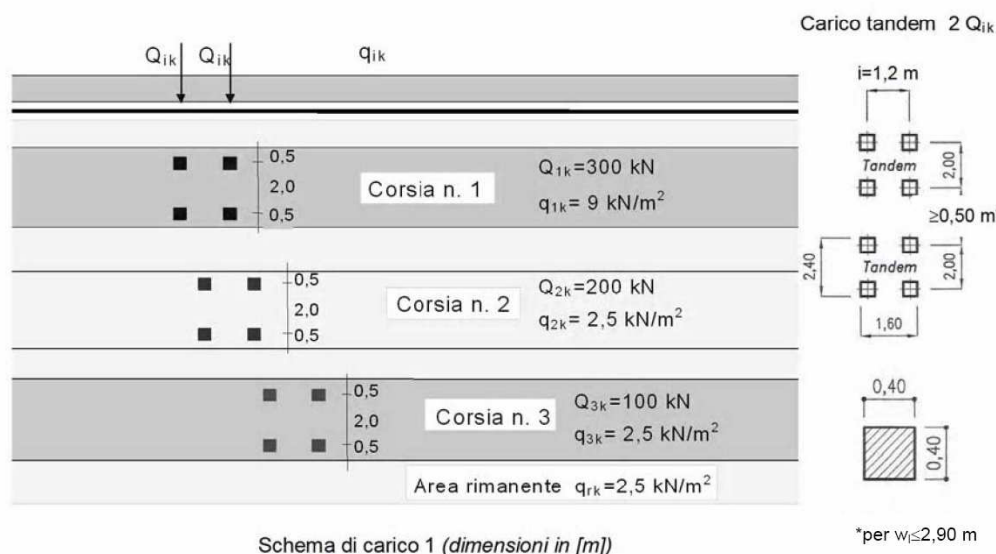
Come previsto dalle norme vigenti si adottano colonne di carico con larghezza convenzionale di 3.00m. L'impalcato ha una larghezza totale di 13,50m con una carreggiata di 10.50m, per cui occorre prendere in conto 3 colonne di carico per la carreggiata.

Per i ponti di 1<sup>a</sup> categoria si devono considerare le seguenti intensità dei carichi:

**Tabella 1:** Schema di carico per il Carico mobile di ciascuna corsia

Posizione	Carico asse $Q_{1k}$ (kg)	Carico distribuito $q_{1k}$ (kg/m <sup>2</sup> )	Carico lineare $q_{1k}$ (kg/m)
Corsia 1	30000	900	900x3 = 2700
Corsia 2	20000	250	250x3 = 750
Corsia 3	10000	250	250x3 = 750


Di seguito si riporta il grafico con la disposizione dei carichi.



Sui due marciapiedi si considera il carico  $q_{fk} = 500 \text{ kg/m}^2$ ; essendo il marciapiede largo 0,75m il carico lineare applicato sarà pari a 0.375 t/m per lato.

##### Incremento dinamico ( $q_2$ )

I carichi mobili sopra descritti includono gli effetti dinamici per le pavimentazioni di media rugosità.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

### Azioni longitudinali di frenamento o di accelerazione (q3)

Sono azioni orizzontali trasmesse alla pavimentazione stradale ed hanno interesse principalmente per il dimensionamento degli apparecchi d'appoggio e degli elementi verticali con relative fondazioni.

La forza di frenatura agisce parallelamente all'asse longitudinale del viadotto, è trasmessa alle spalle solo attraverso gli appoggi "fissi".

La forza  $q_3$  è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n°1 e per i ponti di 1ª categoria è uguale a:  $180 \text{ kN} < q_3 = 0.6 (2Q_{1k}) + 0.10q_{1k} \times w_1 \times L < 900 \text{ kN}$

$$q_3 = 414 \text{ kN} = 42 \text{ t}$$


#### 4.1.4 Azione del vento (q5)

L'azione del vento può essere assimilata convenzionalmente ad un carico orizzontale statico. La superficie dei carichi transianti sul viadotto esposta al vento si assimila ad una parte rettangolare continua dell'altezza di 3 metri dal piano stradale. L'area complessiva investita dal vento risulta essere :  $H = 5.25 \text{ m}$ , data la posizione dell'impalcato.

La pressione del vento è pari a:  $p = q_b c_e c_p c_d$ , con:

- $q_b$  = pressione cinetica di riferimento =  $1/2 \rho v_b^2$
- $\rho$  = densità dell'aria =  $1.25 \text{ (kg/m}^3\text{)}$
- $v_b$  = velocità di riferimento del vento
- $c_e(z)$  = coefficiente di esposizione, dipendente dall'altezza che si considera:  $c_{ev}(z) = k_r \sqrt{c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[7 + c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)\right]}$
- $k_r, z_0, z$  = parametri assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito
- $c_t$  = coefficiente di topografia = 1
- $c_p$  = coefficiente di forma, pari a 1.2 per elementi con inclinazione sull'orizzontale  $0^\circ < \alpha < 20^\circ$ ;
- $c_d$  = coefficiente dinamico, pari a 1.

CALCOLO DELLA SPINTA ESERCITATA DAL VENTO							
DATI TOPOGRAFICI				PARAMETRI DI CALCOLO			
Altezza sito s.l.m.	As [m]	200		Zona di vento	Vref,o [m/s]	Ao [m]	Ka [m]
Altezza costruzione	Z [m]	10		4	28	500	0.030
				Cat. Esposizione	Kr	Zo [m]	Zmin [m]
				III	0.20	0.10	5
COEFFICIENTI DI CALCOLO				CARICO DEL VENTO AGENTE			
vb	28	m/s		P vento =	N/mq	1257	
p	1.25	kg/m3		P vento =	Kg/mq	128	
qb	490	N/mq					
Ce =	2.1378	-					
Ct =	1	-					
Cp =	1.2	-					
Cd =	1	-					

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

#### 4.1.5 Azione sismica (q6)

La normativa definisce la pericolosità sismica su reticolo di riferimento. Le coordinate indicate si riferiscono alla situazione più gravosa lungo l'asse dell'intervento.

Di seguito si riportano i fogli di calcolo dell'azione sismica.

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☐ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE  
14.611

LATITUDINE  
36.9524

☒ Ricerca per comune

REGIONE  
Sicilia

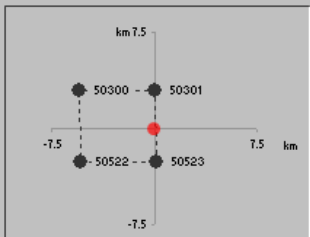
PROVINCIA  
Ragusa

COMUNE  
Comiso

Elaborazioni grafiche  
 Grafici spettri di risposta  
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche  
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo  
☐ Sito esterno al reticolo  
☒ Interpolazione su 3 nodi  
☐ Interpolazione corretta

Interpolazione  
 superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$   info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO -  $P_{VR} = 81\%$

SLD -  $P_{VR} = 63\%$

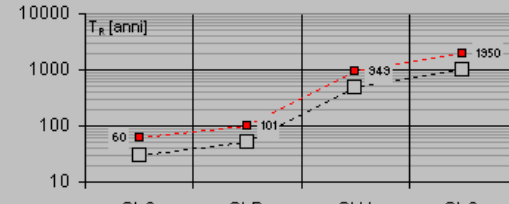
Stati limite ultimi - SLU

SLV -  $P_{VR} = 10\%$

SLC -  $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni  
 Grafici parametri azione  
 Grafici spettri di risposta  
 Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO  
 ---□--- Strategia per costruzioni ordinarie  
 ---■--- Strategia scelta



Provincia Regionale di Ragusa

POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA  
S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR-  
TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo

SIS S.r.l. (Mandataria)  
A&S Engineering S.r.l.  
BONIFICA ITALIA S.r.l.  
CO.RE. INGEGNERIA  
OMNISERVICE Engineering S.r.l.

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_D = 1.311$

$C_e = 1.363$  info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$  info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%) **5**

$\eta = 1.000$  info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_o$  **3**

Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore  $q$  **1**

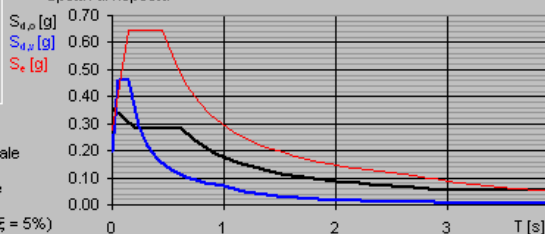
$\eta = 1.000$  info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta





Provincia Regionale di Ragusa

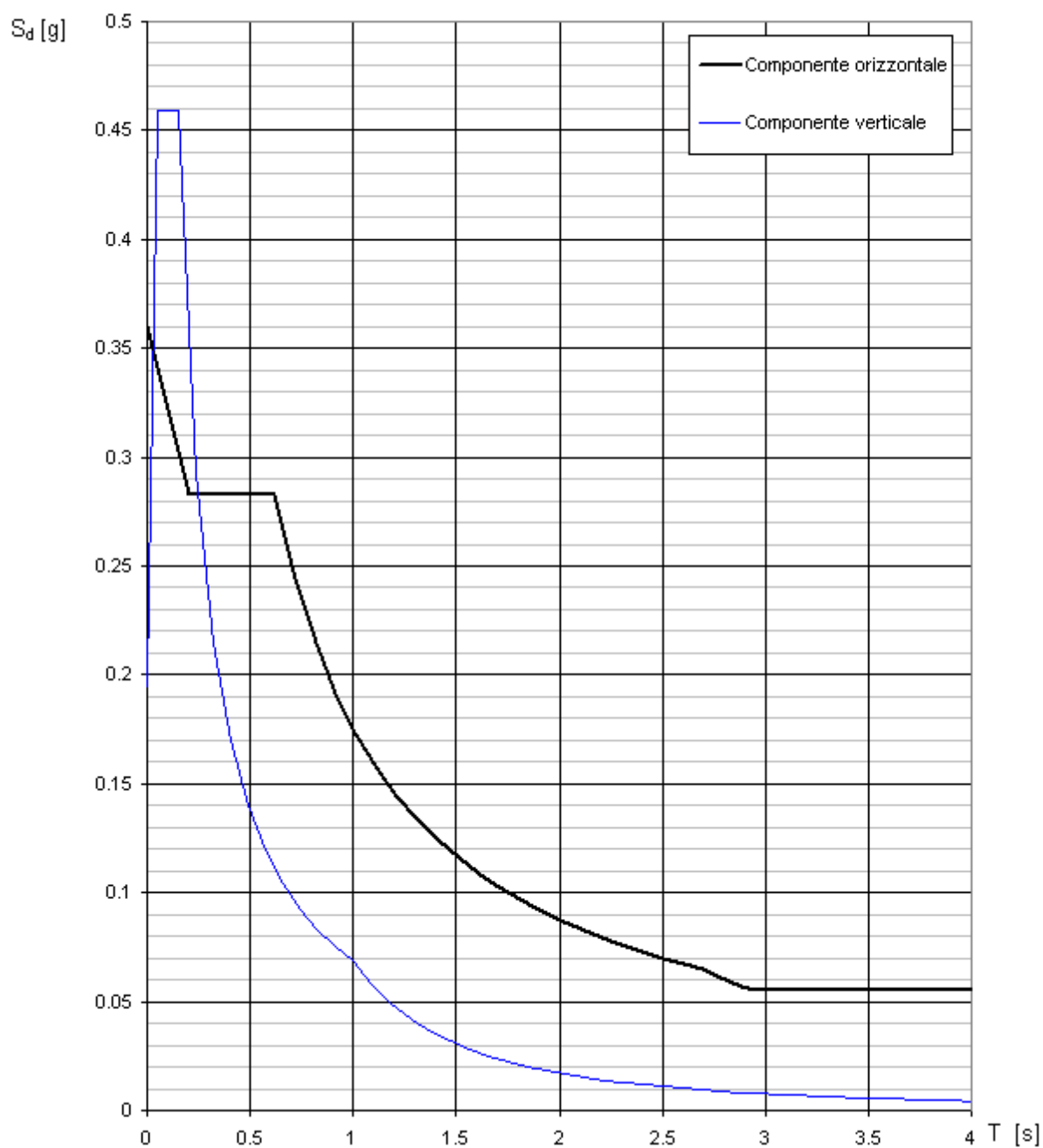
POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA  
S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR-  
TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA


PROGETTO DEFINITIVO

Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo

SIS S.r.l. (Mandataria)  
A&S Engineering S.r.l.  
BONIFICA ITALIA S.r.l.  
CO.RE. INGEGNERIA  
OMNISERVICE Engineering S.r.l.

## Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

# Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale dello stato limite SLV

## Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.275 g
$F_o$	2.357
$T_c$	0.453 s
$S_s$	1.311
$C_c$	1.363
$S_T$	1.000
$q$	3.000

### Parametri dipendenti

$S$	1.311
$\eta$	0.333
$T_b$	0.206 s
$T_c$	0.618 s
$T_D$	2.700 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_b = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_b \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_b} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_b} \right) \right]$$

$$T_b \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$


$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_c T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.361
$T_b \leftarrow$	0.206	0.283
$T_c \leftarrow$	0.618	0.283
	0.717	0.244
	0.816	0.214
	0.915	0.191
	1.015	0.173
	1.114	0.157
	1.213	0.144
	1.312	0.133
	1.411	0.124
	1.510	0.116
	1.609	0.109
	1.709	0.102
	1.808	0.097
	1.907	0.092
	2.006	0.087
	2.105	0.083
	2.204	0.079
	2.303	0.076
	2.402	0.073
	2.502	0.070
	2.601	0.067
$T_D \leftarrow$	2.700	0.065
	2.762	0.062
	2.824	0.059
	2.886	0.057
	2.947	0.055
	3.009	0.055
	3.071	0.055
	3.133	0.055
	3.195	0.055
	3.257	0.055
	3.319	0.055
	3.381	0.055
	3.443	0.055
	3.505	0.055
	3.567	0.055
	3.629	0.055
	3.690	0.055
	3.752	0.055
	3.814	0.055
	3.876	0.055
	3.938	0.055
	4.000	0.055



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

## Parametri e punti dello spettro di risposta verticale dello stato limite SLV

### Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0.195 g
$S_S$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

#### Parametri dipendenti

$F_v$	1.668
$S$	1.000
$\eta$	1.000

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$


$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_v}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.1f})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.195
$T_B$	0.050	0.459
$T_C$	0.150	0.459
	0.235	0.293
	0.320	0.215
	0.405	0.170
	0.490	0.140
	0.575	0.120
	0.660	0.104
	0.745	0.092
	0.830	0.083
	0.915	0.075
$T_D$	1.000	0.069
	1.094	0.058
	1.188	0.049
	1.281	0.042
	1.375	0.036
	1.469	0.032
	1.563	0.028
	1.656	0.025
	1.750	0.022
	1.844	0.020
	1.938	0.018
	2.031	0.017
	2.125	0.015
	2.219	0.014
	2.313	0.013
	2.406	0.012
	2.500	0.011
	2.594	0.010
	2.688	0.010
	2.781	0.009
	2.875	0.008
	2.969	0.008
	3.063	0.007
	3.156	0.007
	3.250	0.007
	3.344	0.006
	3.438	0.006
	3.531	0.006
	3.625	0.005
	3.719	0.005
	3.813	0.005
	3.906	0.005
	4.000	0.004


 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

#### 4.1.6 Urto dei veicoli in svio (q8)

L'altezza dei parapetti non dovrà essere inferiore ad 1.1m e dovranno essere calcolati in base ad un'azione orizzontale di 150 kg/m applicata al corrimano.

I sicurvia devono invece essere dimensionati per un'azione orizzontale trasversale non inferiore a 10 t, distribuita su una lunghezza di 50 cm ed applicata ad una quota h, misurata dal piano viario, pari alla minore delle seguenti due dimensioni:

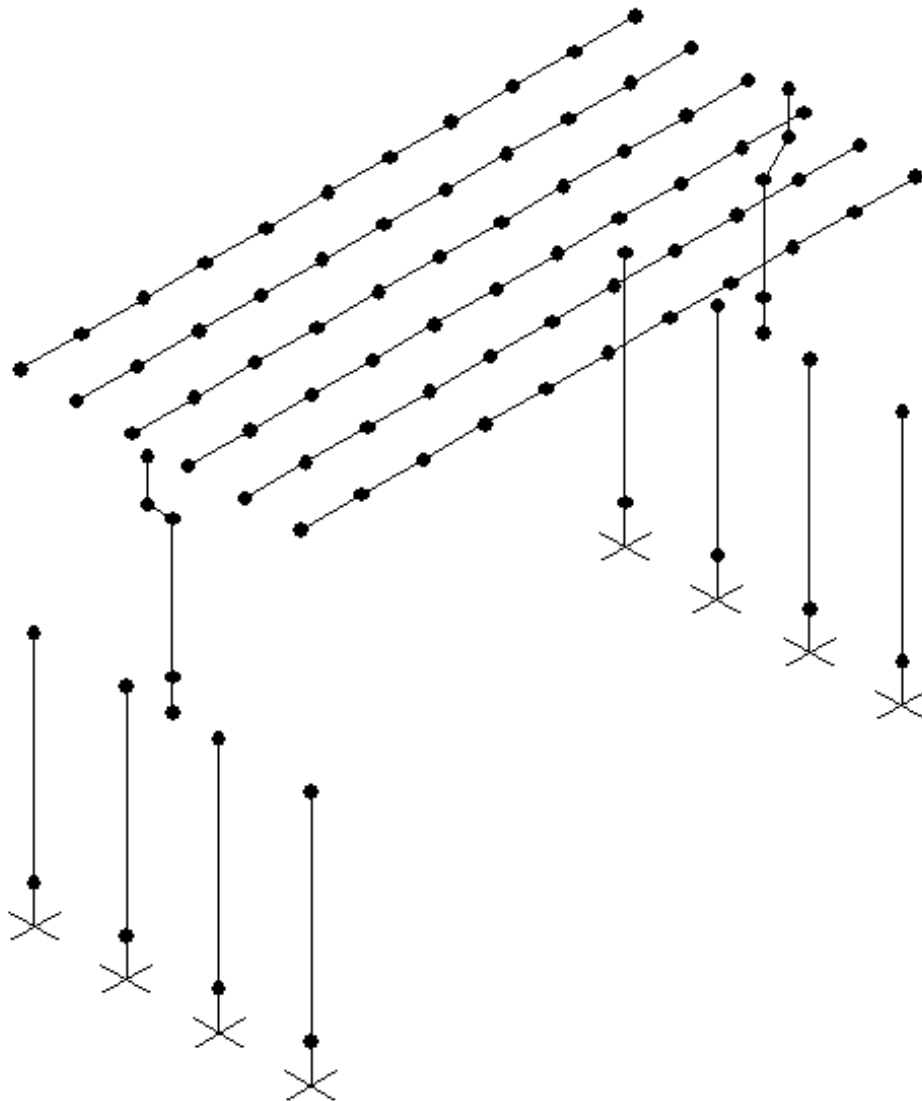
- $h_1$  = altezza della barriera -0.1m;
- $h_2$  = 1,00m.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--


## 4.2 Descrizione del modello di calcolo

L'insieme delle parti della struttura sono state studiate con l'ausilio del programma di calcolo ad elementi finiti *Sap2000plus*.

In particolare, l'impalcato è modellato come un grigliato di travi con le opportune caratteristiche di rigidità, tenendo conto della larghezza collaborante della soletta d'impalcato, e i pali sono modellati secondo la schematizzazione del "palo equivalente".



Vista del modello di calcolo

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

### Palo equivalente

Di seguito si riporta il calcolo delle caratteristiche elastiche e geometriche di un'asta fittizia equivalente. Questo calcolo permette di modellare un palo nel terreno con un'unica asta di un telaio, anziché come una serie di aste ai cui nodi delle molle di rigidezza  $K_{tAD}$  rappresentano la reazione del terreno. Considerando la teoria di Winkler per i pali lunghi, le caratteristiche di rigidezza da imporre al palo saranno le seguenti.

#### Lunghezza equivalente

$$l^* = \lambda \sqrt{\frac{3}{2}}$$

ove:

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4EJ}{DK_t}}$$

lunghezza d'onda d'infissione;

$E$  = modulo elastico del palo;

$J$  = momento d'inerzia del palo;

$D$  = diametro del palo;

$K_t$  = costante elastica del suolo.

$$\text{Area trasversale della sezione equivalente } A^* = K_x \frac{l^*}{E^*} = K_x \frac{\lambda \beta}{E} \sqrt{\frac{3}{2}}$$

ove:

$A$  = area trasversale del palo;

$l$  = lunghezza del palo.

Nel caso in cui  $K_x$  non sia un valore sperimentale vale l'espressione:

$$K_x = \frac{EA}{l}$$

per cui risulterà:


$$A^* = \frac{K_x l^*}{E^*} = \left( \frac{EA}{l} \right) \frac{l^*}{E^*} = \beta A \frac{l^*}{l}$$

$$J^* = J \beta \sqrt{\frac{3}{8}}$$

Momento d'inerzia equivalente

ove:  $\beta = E/E^*$  con  $E^*$  modulo elastico della struttura.

In questo caso:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

<b>E</b>	3 117 690	t/m2
<b>E s</b>	3 117 690	t/m2
<b>D</b>	1.2	m
<b>J</b>	0.102	m4
<b>A</b>	1.131	m2
<b>K t</b>	1 000	t/m3
<b>I</b>	20	m
<b>λ</b>	6	m

<b>I*</b>	6.98	m
<b>A*</b>	0.395	m2
<b>J*</b>	0.062	m4

#### 4.2.1 Dati di input

I dati di ingresso prevedono una prima parte nella quale sono riportate le informazioni di carattere generale, necessarie per la descrizione della struttura e delle caratteristiche dei materiali utilizzati, ed una seconda parte di carattere particolare dove sono fornite:

- le coordinate dei nodi;
- le caratteristiche di inerzia delle varie sezioni;
- le caratteristiche dei materiali;
- i tipi di carico;
- i nodi di estremità, il tipo di sezione ed i carichi agenti su ogni elemento;
- i coefficienti moltiplicativi per ogni condizione di carico.


#### 4.2.2 Dati di output

*Caratteristiche di sollecitazione:* per ogni elemento frame sono fornite le caratteristiche di sollecitazione nei nodi nonché l'eventuale valore massimo del momento flettente in mezzzeria;

*Spostamenti nodali.*

Il programma indica con:

- UX, UY e UZ gli spostamenti dei nodi lungo gli assi X, Y e Z;
- RX, RY e RZ le rotazioni dei nodi intorno gli assi X, Y e Z;
- N gli sforzi assiali;
- Ty taglio lungo l'asse locale y;
- Tz taglio lungo l'asse locale z;
- T torsione;
- My momento intorno all'asse locale y;
- Mz momento intorno all'asse locale z.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

### 4.3 Combinazioni di carico

Di seguito si riportano i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	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 di GEO.


<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti 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

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\Psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\Psi_1$ (valori frequenzia)	Coefficiente $\Psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 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 $q_s$	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_s$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

In particolare nel seguito si è fatto riferimento allo stato limite di resistenza della struttura STR, compresi gli elementi di fondazione: per le azioni si sono impiegati quindi i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 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 $q_s$	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_s$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

Inoltre, seguendo quanto indicato nella tabella sopra riportata, si sono considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

▪ **Combinazione fondamentale impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):**

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove:

- $G_1$  valore caratteristico delle azioni da peso proprio;
- $G_2$  valore caratt. delle azioni da carichi permanenti portati;
- $Q_{k1}$  valore caratt. dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- $Q_{ki}$  valore caratt. delle azioni variabili tra loro indipendenti;
- $P$  valore caratt. delle deformazioni impresse;
- $\gamma_G, \gamma_Q, \gamma_P$  coefficienti parziali per le azioni;
- $\psi_{0i}$  coefficienti di comb. per le verifiche allo stato limite ultimo.

▪ **Combinazione sismica**

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


dove:

- $E$  = azione sismica.

Si considerano 3 direzioni principali secondo cui si effettuano le combinazioni sismiche:

$$A_{Ex} + 0,30A_{Ey} + 0,30A_{Ez}$$

Per assicurare la sicurezza e le prestazioni della struttura è stato adottato come metodo di verifica il Metodo degli Stati Limite. Sono stati esaminati gli Stati Limite Ultimi per la messa in sicurezza contro crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

## 4.4 Verifiche di resistenza degli elementi strutturali portanti

### 4.4.1 Verifica delle travi in c.a.p.

Il calcolo delle tensioni è stato svolto per le seguenti fasi di carico:


- ❑ **PESO PROPRIO + PRECOMPRESSIONE:** si calcolano le caratteristiche di sollecitazione dovute a questi carichi (schema a trave appoggiata) e quindi le tensioni sulla sola sezione in c.a.p. del travetto.
- ❑ **TRAVETTO APPOGGIATO:** si calcolano dapprima le caratteristiche di sollecitazione dovute ai seguenti carichi agenti in questa fase (schema a trave appoggiata), ossia il peso del calcestruzzo fluido e le cadute di tensione parziali. Dopo avere calcolato le rispettive tensioni sulla sola sezione in c.a.p. del travetto, si sommano a quelle ottenute nella fase precedente.
- ❑ **TRAVETTO INCASTRATO:** si calcolano gli effetti delle sollecitazioni dovute ai seguenti carichi, ottenuti dal calcolo a telaio:
  - sollecitazioni dovute ai vincoli variati, pari al 70% delle sollecitazioni agenti alla fine delle fase precedente;
  - sovraccarichi permanenti (peso e spinta del terreno);
  - sovraccarichi accidentali.

Inoltre sono calcolate le caratteristiche di sollecitazione dovute alle seguenti azioni agenti in questa fase:

- cadute di tensione residue, pari al 60% delle totali;
- ritiro differenziale tra travetto e getto di completamento.

Dopo avere calcolato le rispettive tensioni sulla sezione costituita dal travetto + il getto di completamento, queste sono sommate a quelle avute nella fase precedente.




 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Disposizione dei trefoli e calcolo degli effetti della precompressione nelle sezioni in mezzeria e in testata.

Calcolo Precompressione									
<b>Mezzeria</b>									
	Trefoli	Area	Altezza	Y inf	Tensione		N	M	
Pos 1	20	27.8	0.0550	0.419	14285		397.12	-144.55	
Pos 2	10	13.9	0.1050	0.419	14285		198.56	-62.35	
Pos 3	4	5.56	1.0450	0.419	14285		79.42	49.72	
							<b>675.11</b>	<b>-157.18</b>	
<b>Testata</b>									
	Trefoli	Area	Altezza	Y inf	Tensione		N	M	
Pos 1	4	5.56	0.0550	0.419	14285		79.42	-28.91	
Pos 2	0	0	0.1050	0.419	14285		0.00	0.00	
Pos 3	4	5.56	1.0450	0.419	14285		79.42	49.72	
							<b>158.85</b>	<b>20.81</b>	

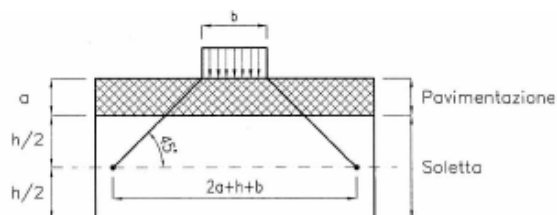


Sezione Testata										perdite di carico				RITIRO	
Fase 1		Fase 2		Fase 3		elasticità istantanea		viscosità		ritiro		rilassamento		ε cd	
Area	0.670	Area	1.125	Area	1.125	Inerzia	0.2741	Inerzia	0.2741	H sez	1.35	H sez	0.6049	ε0	0.00038
Inerzia	0.0957	Inerzia	0.2741	Inerzia	0.2741	H sez	1.35	H sez	1.35	Y sup	0.6049	Y sup	0.7451	h0	446.33333
H sez	1.10	H sez	1.35	H sez	1.35	Y inf	0.7451	Y inf	0.7451	soletta	0.25	soletta	0.25	Ac	669500
Y sup	0.681	Y sup	0.6049	Y sup	0.6049	soletta	0.25	soletta	0.25					u	3000
Y inf	0.419	Y inf	0.7451	Y inf	0.7451									ε ca	0.0000875
														ε cd	0.0003915
Tensioni parziali										Tensioni totali		VISCOSITA'			
Fase 1	N	M	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
Prec.		158.85	20.81	14.62	0.00	38.53	14.62	38.53	14.62	38.53	14.62	38.53	14.62	38.53	14.62
PP		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Soletta Fluida		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cadute Parziali		0.00	2.81	-1.23	2.00	2.00	13.39	40.53	13.39	40.53	13.39	40.53	13.39	40.53	13.39
Fase 2	N	M	Inf.	Sup.	Soletta	Sup.	Inf.	Sup.	Soletta	Sup.	Inf.	Sup.	Soletta	Sup.	Inf.
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fase 3	N	M	Inf.	Sup.	Soletta	Sup.	Inf.	Sup.	Soletta	Sup.	Inf.	Sup.	Soletta	Sup.	Inf.
Cadute Residue		0.00	4.21	-1.15	0.55	0.93	12.24	41.08	12.24	41.08	12.24	41.08	12.24	41.08	12.24
Altri Perm		0.00	-26.00	7.07	-3.37	-5.74	19.31	37.71	19.31	37.71	19.31	37.71	19.31	37.71	19.31
Accidentali		0.00	-95.00	25.82	-12.30	-20.97	45.13	25.41	45.13	25.41	45.13	25.41	45.13	25.41	45.13
armatura da precompresso										armatura ordinaria		TRAVETTO (m)			
Ap	dp	Apxdp	Ao	do	Aoxdo							lunghezza	10.5	larghezza	1.2
			47.79	117.90	5634.44							altezza	0.3	s soletta	0.2
			47.79	107.10	5118.31										
5.56	94.05	522.92													
	M rdp	72.75			M rd.o	411.41									
M rd =	484.16	γ													
M sd =	163.35	2.96													

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

#### 4.4.2 Verifica trasversale soletta di impalcato

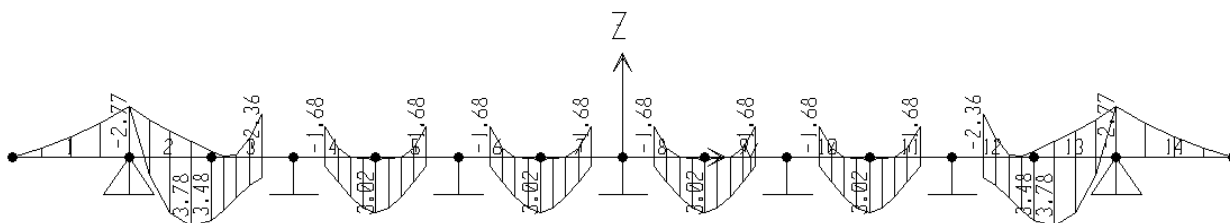
Per lo studio del comportamento della soletta di impalcato (di spessore pari a 25cm) in direzione trasversale all'asse del viadotto si è realizzato un modello agli elementi finiti che rappresenta una striscia di soletta ottenuta effettuando una diffusione a 45 gradi dell'impronta di carico applicata all'estremità dello sbalzo.



I carichi che vengono applicati sono:


- peso proprio della soletta;
- peso delle barriere, dei cordoli e della pavimentazione stradale;
- carico dovuto ai veicoli, come definiti dalla normativa;
- carico dovuto alla folla sul marciapiede.

Con i seguenti carichi combinati per la verifica allo S.L.U. si ottiene il seguente diagramma dei momenti flettenti riportati ad una striscia di 1 m di larghezza:



*Momento flettente per una striscia di 1m di soletta*

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni maggiormente sollecitate.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
	PROGETTO DEFINITIVO	
	Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	

Verifica a momento negativo:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

**N° strati barre**  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	4

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  **Metodo n**

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="-27.7"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

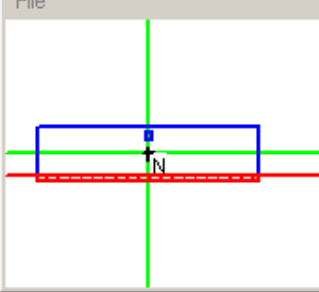
**Materiali**

B450C		C28/35	
$\varepsilon_{su}$	<input type="text" value="67.5"/> ‰	$\varepsilon_{c2}$	<input type="text" value="2"/> ‰
$f_{yd}$	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	$\varepsilon_{cu}$	<input type="text" value="3.5"/> ‰
$E_s$	<input type="text" value="200 000"/> N/mm²	$f_{cd}$	<input type="text" value="15.87"/> N/mm²
$E_s/E_c$	<input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$	<input type="text" value="0.8"/> ?
$\varepsilon_{syd}$	<input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="11"/> N/mm²
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	$\tau_{co}$	<input type="text" value="0.6667"/>
		$\tau_{c1}$	<input type="text" value="1.971"/>

**M<sub>xRd</sub>**  kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\varepsilon_c$   ‰  
 $\varepsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sezione C.A.**  
 File 

**Metodo di calcolo**  
☐ S.L.U.+ ☒ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata


**N° rett.**

**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 L<sub>0</sub>  cm **Col. modello**

☐ Precompresso

Il momento resistente vale:

M<sub>rd</sub> = -7.76 tm

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Verifica a momento positivo:

**Titolo :**

**N° strati barre**  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	21

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

$N_{Ed}$   kN  
 $M_{xEd}$   kNm  
 $M_{yEd}$   kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm]  $x_N$    $y_N$

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C		C28/35	
$\varepsilon_{su}$	67.5 ‰	$\varepsilon_{c2}$	2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm²	$\varepsilon_{cu}$	3.5 ‰
$E_s$	200 000 N/mm²	$f_{cd}$	15.87
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0.8 ?
$\varepsilon_{syd}$	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	11
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	$\tau_{co}$	0.6667
		$\tau_{c1}$	1.971

**M**  $M_{xRd}$   kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\varepsilon_c$  3.5 ‰  
 $\varepsilon_s$  20.54 ‰  
 $d$  21 cm  
 $x$  3.057  $x/d$  0.1456  
 $\delta$  0.7

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.**


**Calcola MRd** **Dominio M-N**

$L_0$   cm **Col. modello**

☐ Precompresso

Il momento resistente vale:

$M_{rd} = 7.76 \text{ tm}$

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

#### 4.4.3 Verifica strutturale spalle

Si riportano in seguito le massime sollecitazioni sulla parete che costituisce la spalla:


Si riportano in seguito le massime sollecitazioni sulla parete che costituisce la spalla:

STR

Testa spalla:	Piede spalla:
N = -314 t	N = -655 t
Mx = 1140 tm	Mx = 433 tm
My = 448 tm	My = 411 tm

Sisma

Testa spalla:	Piede spalla:
N = 58 t	N = -461 t
Mx = 1395 tm	Mx = 478 tm
My = 13 tm	My = 209 tm

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

**Titolo :** \_\_\_\_\_

**N° Vertici**  **Zoom** **N° barre**  **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	1350	80
2	0	80
3	0	0
4	1350	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.309291	4	76
2	5.309291	15	76
3	5.309291	25	76
4	5.309291	35	76
5	5.309291	45	76
6	5.309291	55	76

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

**N<sub>Ed</sub>**  **0** kN  
**M<sub>xEd</sub>**  **0** kNm  
**M<sub>yEd</sub>**  **0**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
**B450C** **C28/35**  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   ‰  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   ‰  
 $\tau_{c1}$   ‰

**M<sub>xRd</sub>**  kN m  
**M<sub>yRd</sub>**  kN m  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
**d**  cm  
**x**  **x/d**   
 $\delta$

**Tipo Sezione**  
☐ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☒ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☐ Retta ☒ Deviata

**N° rett.**

**Calcola MRd** **Dominio Mx-My**

**angolo asse neutro  $\theta^\circ$**

☐ Precompresso

Con il programma Vcaslu si producono domini di rottura Mx-My corrispondenti alle condizioni di carico elencate.





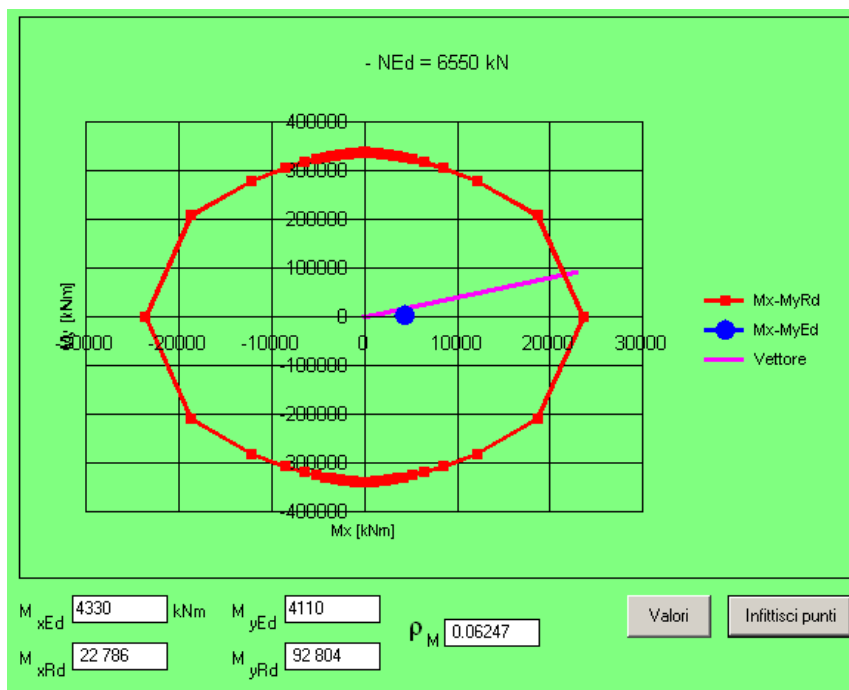
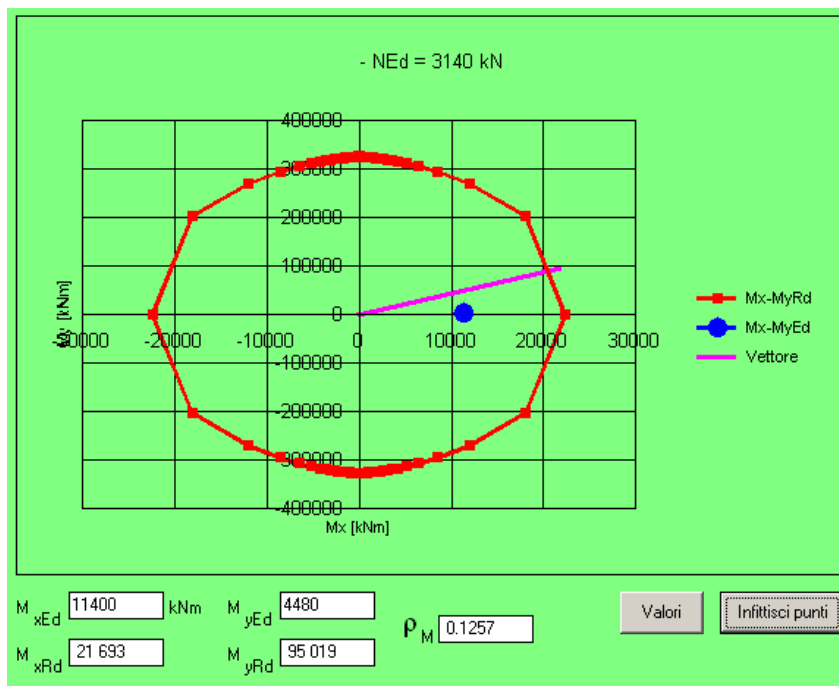
Provincia Regionale di Ragusa

POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA  
S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR-  
TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo

SIS S.r.l. (Mandataria)  
A&S Engineering S.r.l.  
BONIFICA ITALIA S.r.l.  
CO.RE. INGEGNERIA  
OMNISERVICE Engineering S.r.l.





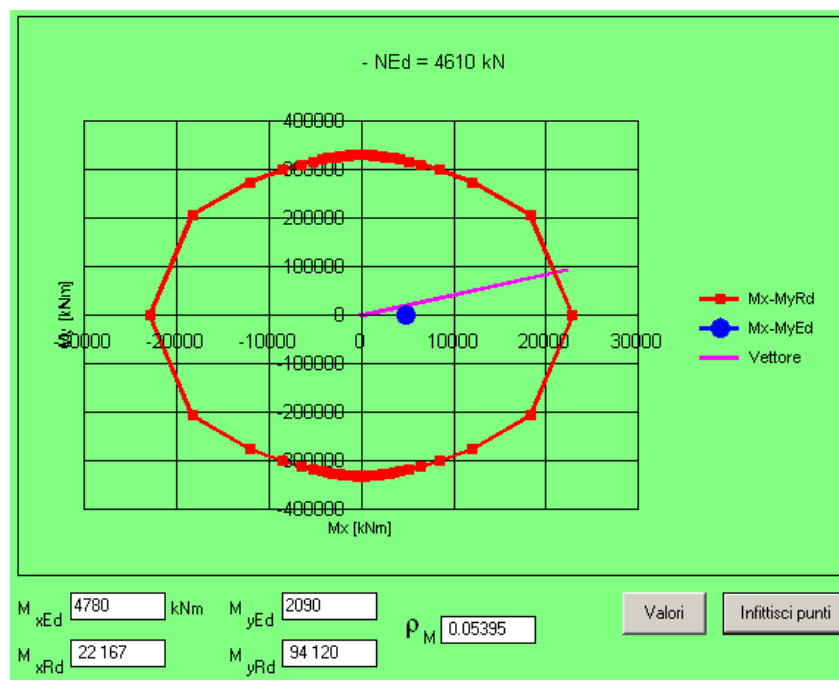
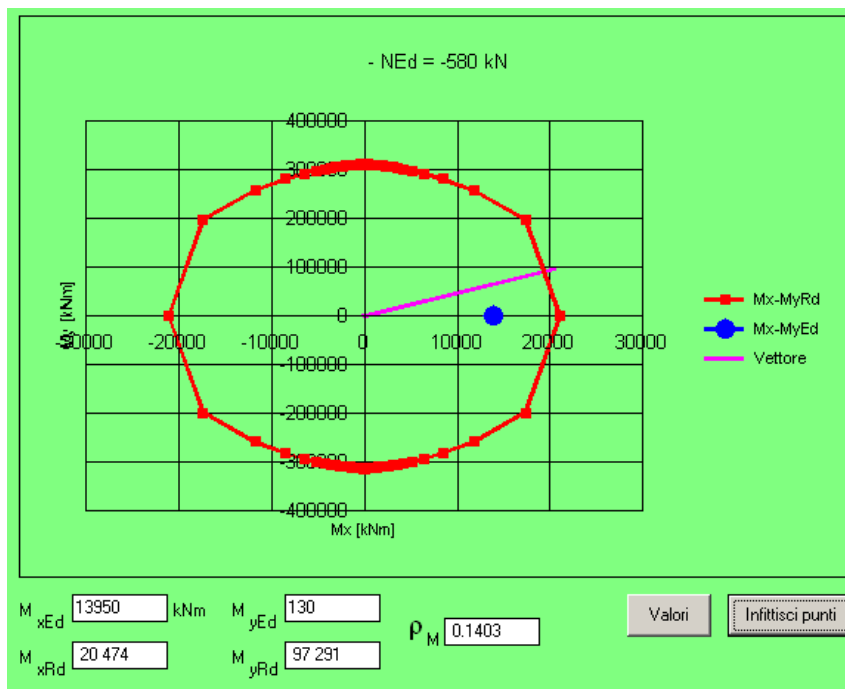
Provincia Regionale di Ragusa


POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA  
S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR-  
TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo

SIS S.r.l. (Mandataria)  
A&S Engineering S.r.l.  
BONIFICA ITALIA S.r.l.  
CO.RE. INGEGNERIA  
OMNISERVICE Engineering S.r.l.




 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

### Verifica a taglio

Il massimo taglio agente nella sezione è:

T = 224 ton

Taglio Resistente				
ACCIAIO		CALCESTRUZZO		
VRsd [kg]	402882.1	VRcd [kg]	2620410.1	
h [cm]	80	h [cm]	80	
d [cm]	76.0	d [cm]	76	
ϕ staffe [cm]	1.4	bw [cm]	1350	
braccia staffe	10	σcp	0.0	
Asw [cmq]	15.39	Ned	0	
s [cm]	25.0	Ac	108000	
fyd [kg/cm <sup>2</sup> ]	3826.0	αc	1.0	
α	90	fcd [kg/cm <sup>2</sup> ]	164.6	
θ	21.80	f'cd [kg/cm <sup>2</sup> ]	82.3	
Cot(θ)	2.50	α	90	
		θ	21.80	
VRd [t]	403			

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

#### 4.4.4 Verifica strutturale palo di fondazione

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza strutturale del palo di fondazione nelle combinazioni STR e sismica con valore positivo e negativo.

	STR	Sisma +	Sisma -
<b>N [t]</b>	-204	-23	162
<b>M [tm]</b>	80	84	84

**Titolo :** \_\_\_\_\_

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 60 [cm]  
 Raggio interno: \_\_\_\_\_ [cm]  
 N° barre uguali: 30  
 Diametro barre: 2.6 [cm]  
 Copriferro (baric.): 4 [cm]

N° barre: 0 Zoom

**Tipologia Sezione**  
☐ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☒ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

**Tipologia rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipologia flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**Materiali**

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$ : 2 ‰  
 $f_{yd}$ : 391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰  
 $E_s$ : 200 000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$ : 14.17  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 9.75  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$ : 0.6  
 $\tau_{c1}$ : 1.829

M<sub>xRd</sub>: 2 857 kN m

$\sigma_c$ : -14.17 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$ : 391.3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$ : 3.5 ‰  
 $\epsilon_s$ : 10.12 ‰  
 d: 116 cm  
 x: 29.81 x/d: 0.2569  
 $\delta$ : 0.7612

Vertici: 52 N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub>: 0 cm Col. modello

☐ Precompresso



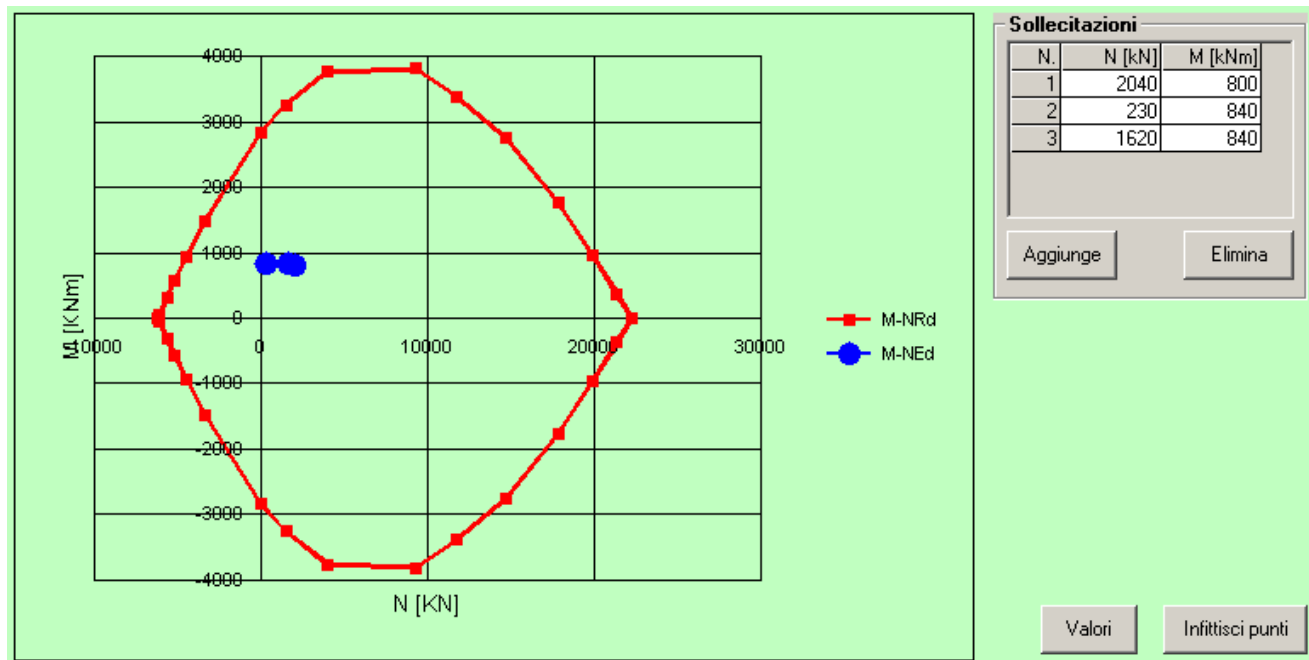
Provincia Regionale di Ragusa

POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA  
S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR-  
TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo

SIS S.r.l. (Mandataria)  
A&S Engineering S.r.l.  
BONIFICA ITALIA S.r.l.  
CO.RE. INGEGNERIA  
OMNISERVICE Engineering S.r.l.




Il massimo taglio agente sulla sezione è pari a :

T=50 ton

Si ha dunque:

Taglio Resistente				
ACCIAIO		CALCESTRUZZO		
VRsd [kg]	136379.4	VRcd [kg]	110257.0	
h [cm]	116	h [cm]	116	
d [cm]	112.0	d [cm]	112	
ϕ staffe [cm]	1.2	bw [cm]	43.0	
braccia staffe	2	σcp	0.0	
Asw [cmq]	2.26	Ned	0	
s [cm]	15.0	Ac	4988	
fyd [kg/cm <sup>2</sup> ]	3826.0	αc	1.0	
α	90	fcd [kg/cm <sup>2</sup> ]	141.0	
θ	23	f'cd [kg/cm <sup>2</sup> ]	70.5	
Cot (θ)	2.35	α	90	
		θ	23.09	
VRd [t]	110			

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--


#### 4.4.5 Verifica sezione di attacco spalla-impalcato

Il momento flettente massimo nella sezione di attacco tra impalcato e spalle vale:

$$M_x = - 1395 \text{ tm}$$

Il momento resistente, considerando un doppio strato di ferri  $\varnothing 26/10$  per una larghezza di 13,50m vale:

$$MR_d = 0.9 \times 130 \times 716.85 \times 3826 = 3209 \text{ tm}$$

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandatara) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	---


## 5. Analisi geotecniche delle fondazioni

Il massimo sforzo normale agente sul palo di fondazione vale:

$N = 237 \text{ t}$


Di seguito si riporta il calcolo della portata del palo:

CALCOLO PORTANZA GEOTECNICA PALI DI FONDAZIONE										
Caratteristiche geometriche								Verifica:	a lungo termine	
Intervento:	Volpe		Diametro:	[m]	1.50					
Profondità testa:	[m]	0.00	Area trasv:	[mq]	1.77					
Lunghezza:	[m]	15.00	Area lat. unitaria:	[mq]	4.71					
Profondità punta:	[m]	15.00	Area lat. totale:	[mq]	22.21			profondità falda [m]:		25.00
Caratteristiche terreni										
Strato	Nome	Tipo	spessore strato	peso specifico	angolo di attrito	coesione non drenata	coesione efficace	angolo di attrito terreno-palo	fattore di aderenza	coefficiente di spinta
			h	γ	φ	Cu	C'	μ	α	k
			[m]	[t/mc]	[°]	[t/mc]	[t/mc]	[°]		
1	Terreno agrario	I	0.40	1.90	0.0	0.00	0.00	0.0	0	0.40
2	Sabbia	I	5.90	1.90	32.0	0.00	0.10	32.0	0	0.40
3	Marne argillose	C	7.00	1.80	20.0	0.00	0.40	20.0	0	0.40
4	Limo	C	1.70	1.90	26.0	0.00	0.30	26.0	0	0.40
5										
6										
7										

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

Portata laterale									
S trato	Nome	z media	tensione litostatica z media	pressione piezometrica	tensione efficace z media	tangente angolo di attrito terreno-palo	area laterale palo per lo s trato i-esimo	Portanza laterale unitaria	Portata laterale
		[m]	[t/mq]	u(z1) (t/mq)	$\sigma'v(z1)$ [t/mq]	$tg\mu$ [°]	Ai [mq]	qli [t/mq]	Q <sub>lat</sub> [t]
1	Terreno agrario	0.20	0.38	0.00	0.38	0.00	1.88	0.00	0.00
2	Sabbia	3.35	6.37	0.00	6.37	0.62	27.80	1.59	44.23
3	Marne argillose	9.80	18.27	0.00	18.27	0.36	32.99	2.66	87.74
4	Limo	14.15	26.19	0.00	26.19	0.49	8.01	5.11	40.92
5	0.00	15.00	27.80	0.00	27.80	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	15.00	27.80	0.00	27.80	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	15.00	27.80	0.00	27.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale portata laterale:									172.90
Portata alla punta									
profondità punta	Tipo terreno punta	coesione alla punta	angolo di attrito terreno punta	coefficienti di carico limite	coefficienti di carico limite	Tensione litostatica efficace alla punta	Portanza unitaria alla punta	Portanza totale alla punta	
z		C'	$\phi$	Nc	Nq	$\sigma'v$	qp	Q <sub>pt</sub>	
[m]		[t/mc]	[°]			(t/mq)	[t/mq]	[t]	
15.00	C	0.30	26.00	0.00	12.11	27.80	336.60	594.82	
PORTATA TOTALE									
Portanza laterale	Portanza alla punta	$\xi$	$\gamma R$ laterale	$\gamma R$ punta	Portanza di calcolo				
Q <sub>lat</sub>	Q <sub>pt</sub>				Q <sub>d</sub>				
[t]	[t]				[t]				
173	595	1.7	1.15	1.35	348				



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPOR- TO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Ponte sul torrente Volpe - Relazione Tecnica e di Calcolo	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
---	---	--

## 6. Conclusioni

Si riporta il riassunto dei risultati riscontrati durante i precedenti calcoli:

Travi in c.a.p.			
	$\sigma_{max}$	$\sigma_{min}$	$\gamma$
	[kg/cmq]	[kg/cmq]	
Mezzeria	133	7.61	1.38
Appoggio	45.13	12.24	2.96

Soletta			
Resistenze		Sollecitazioni	
Mrd(-)	Mrd(+)	Msd(-)	Msd(+)
[tm]	[tm]	[tm]	[tm]
-7.76	7.76	-2.77	3.78

Spalle	
	pmax
Testa spalla	0.13
Piede spalla	0.14

**Palo di fondazione**

**Sollecitazioni**

N	N [kN]	M [kNm]
1	2040	800
2	230	840
3	1620	840

Aggiunge Elimina

Valori Iniziali punti

Sezione attacco spalla-impalcato	
Mrd	Msd
[tm]	[tm]
3209	1395

Verifiche geotecniche fondazioni	
Nrd	Nsd
[t]	[t]
348	237