

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA**

**U.O. PRODUZIONE SUD – ISOLE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA**

**Opera di scavalco Torrente Petroso**

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	A.Ingletti	Luglio 2015	D.Guerci	Luglio 2015	P. Carlesimo	Luglio 2015	D. Tiberti Ottobre 2015
B	Emissione a seguito di validazione	A.Ingletti	Ottobre 2015	D.Caputo	Ottobre 2015	P. Carlesimo	Ottobre 2015	



File:RS0S00E78CLIV0100001B.doc

n. Elab.:

43



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL IV0100 001 B 2 di 83

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	DOCUMENTI CORRELATI.....	11
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	11
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	12
5	ANALISI DEI CARICHI .....	16
5.1	PESI PROPRI E PERMANENTI PORTATI (G1,G2).....	16
5.2	CARICHI VERTICALI DA TRAFFICO (Q1K,Q10).....	17
5.3	FRENATURA (Q3) .....	19
5.4	CENTRIFUGA (Q4).....	19
5.5	VENTO (Q5,Q5Q) .....	19
5.6	RESISTENZE PARASSITE NEI VINCOLI (Q7) .....	21
5.7	AZIONE SISMICA (SX,SY,SZ).....	21
6	SIMBOLOGIA E CONVENZIONI .....	27
7	COMBINAZIONI .....	28
8	ANALISI SPALLA A .....	31
8.1	GEOMETRIA.....	31
8.2	PARAMETRI DI CALCOLO .....	32
8.3	AZIONI GLOBALI NON FATTORIZZATE .....	34
8.4	CARATTERISTICHE PALIFICATA .....	39
8.5	SLE RARA .....	39
8.6	SLU GEO.....	40
8.7	SISMICA.....	40
8.8	RIEPILOGO CARICHI SUI PALI .....	41
9	ANALISI SPALLA B .....	42

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RS0S	00	E	78	CL	VI0000	001	B	3 di 83

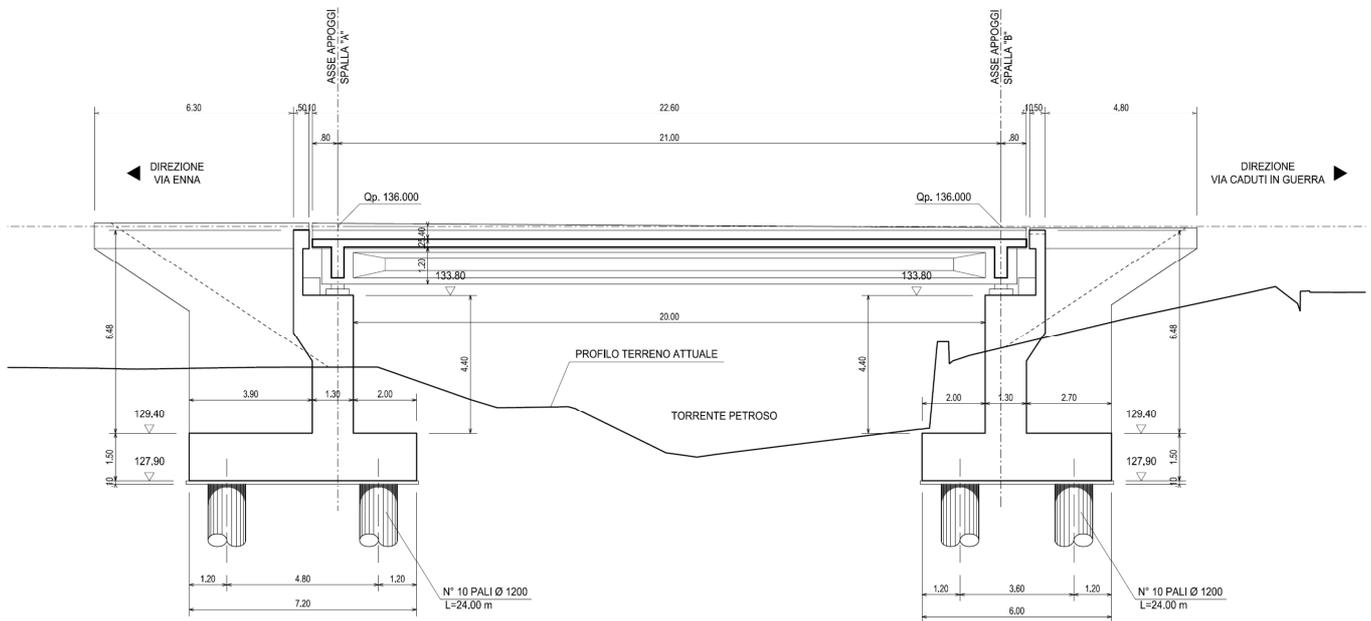
9.1	GEOMETRIA .....	42
9.2	PARAMETRI DI CALCOLO .....	43
9.3	AZIONI GLOBALI NON FATTORIZZATE .....	43
9.4	CARATTERISTICHE PALIFICATA .....	46
9.5	SLE RARA .....	46
9.6	SLU GEO.....	47
9.7	SISMICA.....	47
9.8	RIEPILOGO CARICHI SUI PALI .....	48
10	VERIFICHE LOCALI SPALLE .....	49
10.1	MURO FRONTALE.....	49
10.2	MURI DI RISVOLTO E BANDIERE.....	55
10.3	RITEGNI SISMICI .....	62
10.4	CUSCINETTO.....	68
11	VERIFICHE PALO.....	69
11.1	CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE DEL PALO IN CONDIZIONI DRENATE.....	70
11.2	CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE DEL PALO IN CONDIZIONI NON DRENATE .....	74
11.3	CARICO LIMITE ORIZZONTALE DI UN PALO IN TERRENI COESIVI. ....	78
11.4	VERIFICA STRUTTURALE DEL PALO.....	80

## 1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica strutturale dell’impalcato dell’opera di scavalco del Torrente Petroso nell’ambito del raddoppio della tratta Catenanuova – Raddusa Agira.

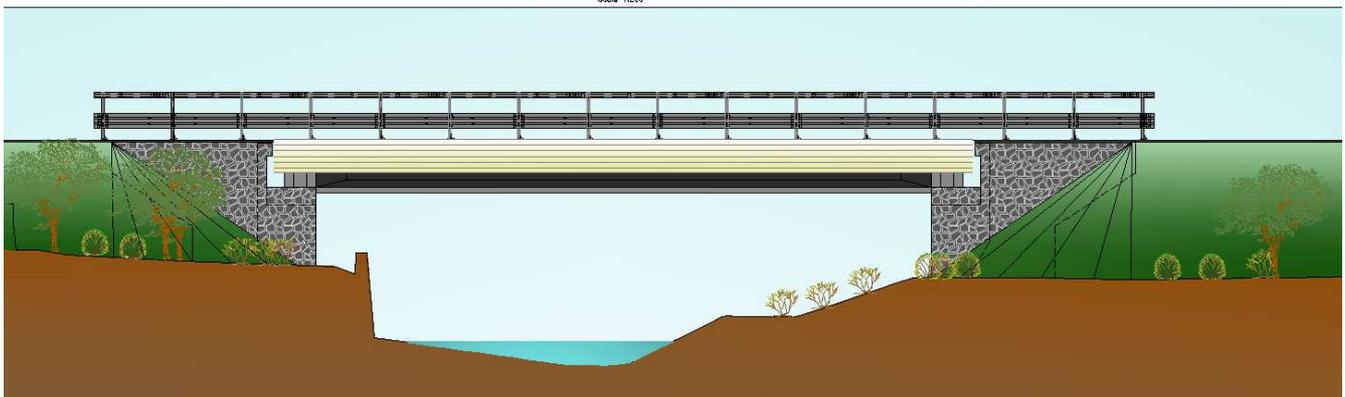
Si tratta di un ponte stradale a singola campata con luce in asse appoggi di 21.0m.

PROFILO LONGITUDINALE (1:100)



PROSPETTO

Scala 1:200

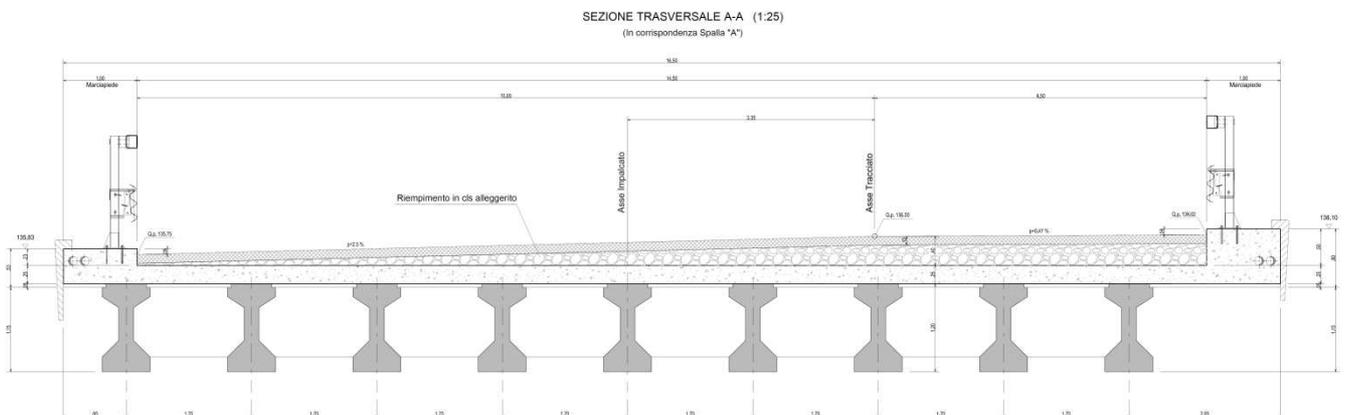
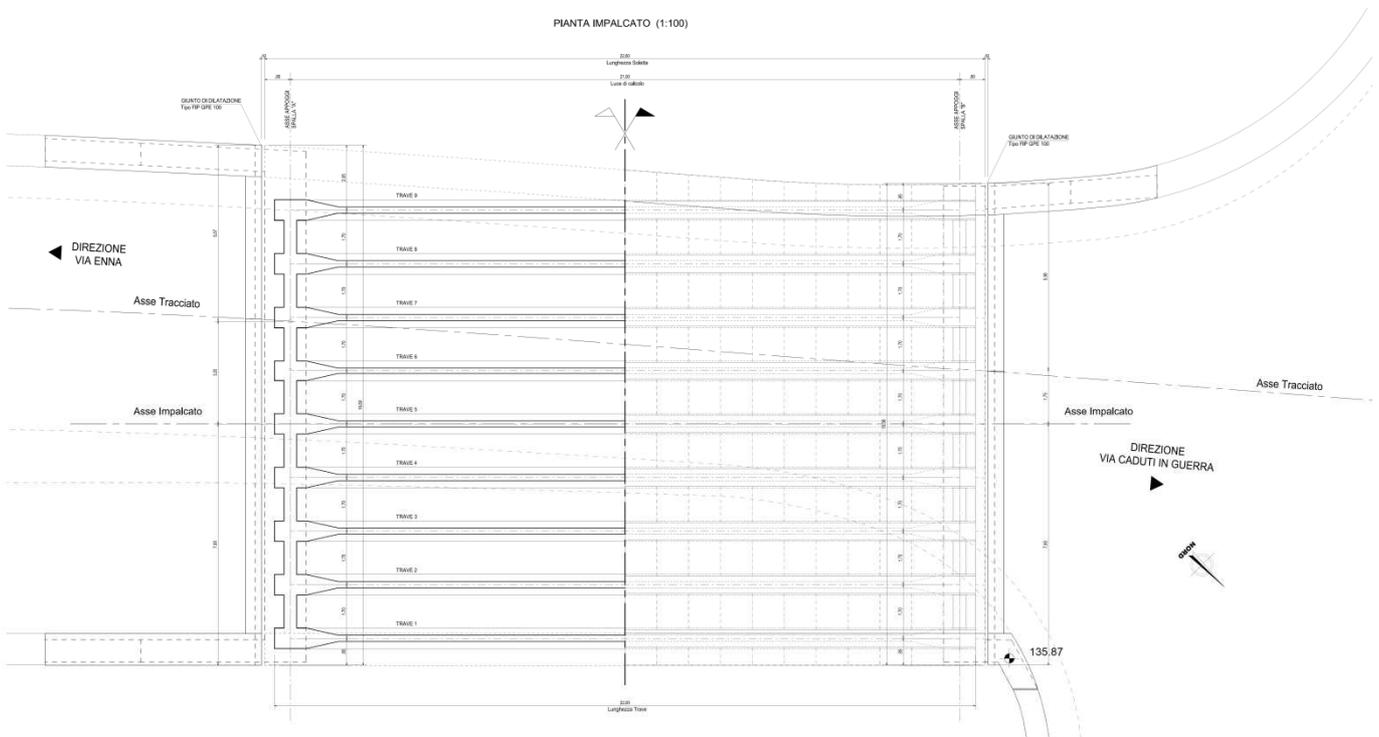


**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

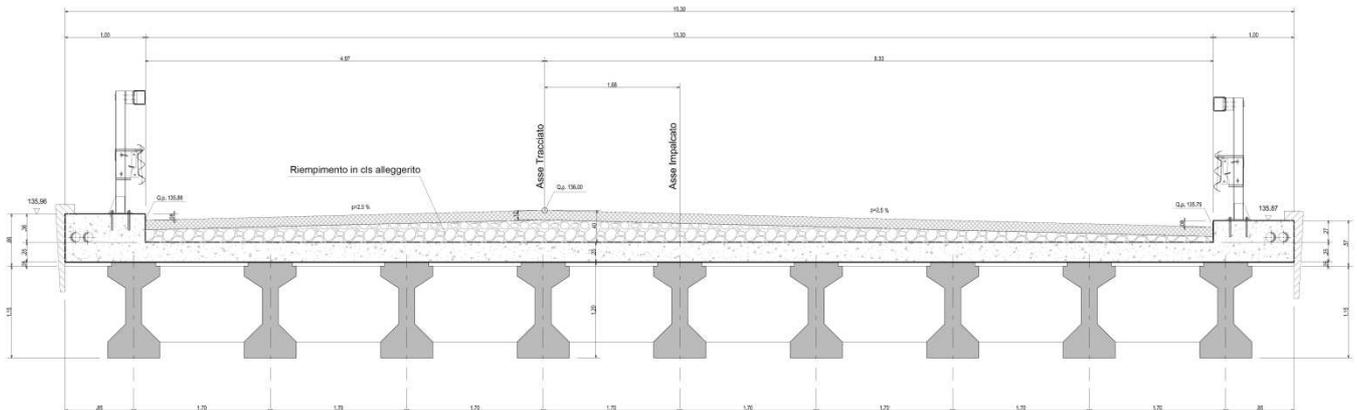
PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RS0S	00	E	78	CL	VI0000	001	B	5 di 83

La larghezza dell’impalcato è variabile da un massimo di 16.50m sulla spalla B fino ad un minimo di 15.31m sulla spalla A. Ai lati della zona carrabile sono presenti due cordoli non pedonabili da 1.0m ciascuno, i quali sono equipaggiati con barriere bordo ponte in acciaio.

L’impalcato è realizzato con 9 travi in cap ad I, alte 1.20m poste ad interasse 1.70m. Sono presenti solo i trasversi di testata con sezione rettangolare larga 40cm. Lo spessore della soletta è variabile da un minimo di 25cm al ciglio del cordolo fino ad un massimo di 43cm in mezzeria, al fine di garantire una pendenza trasversale minima del 2.5%

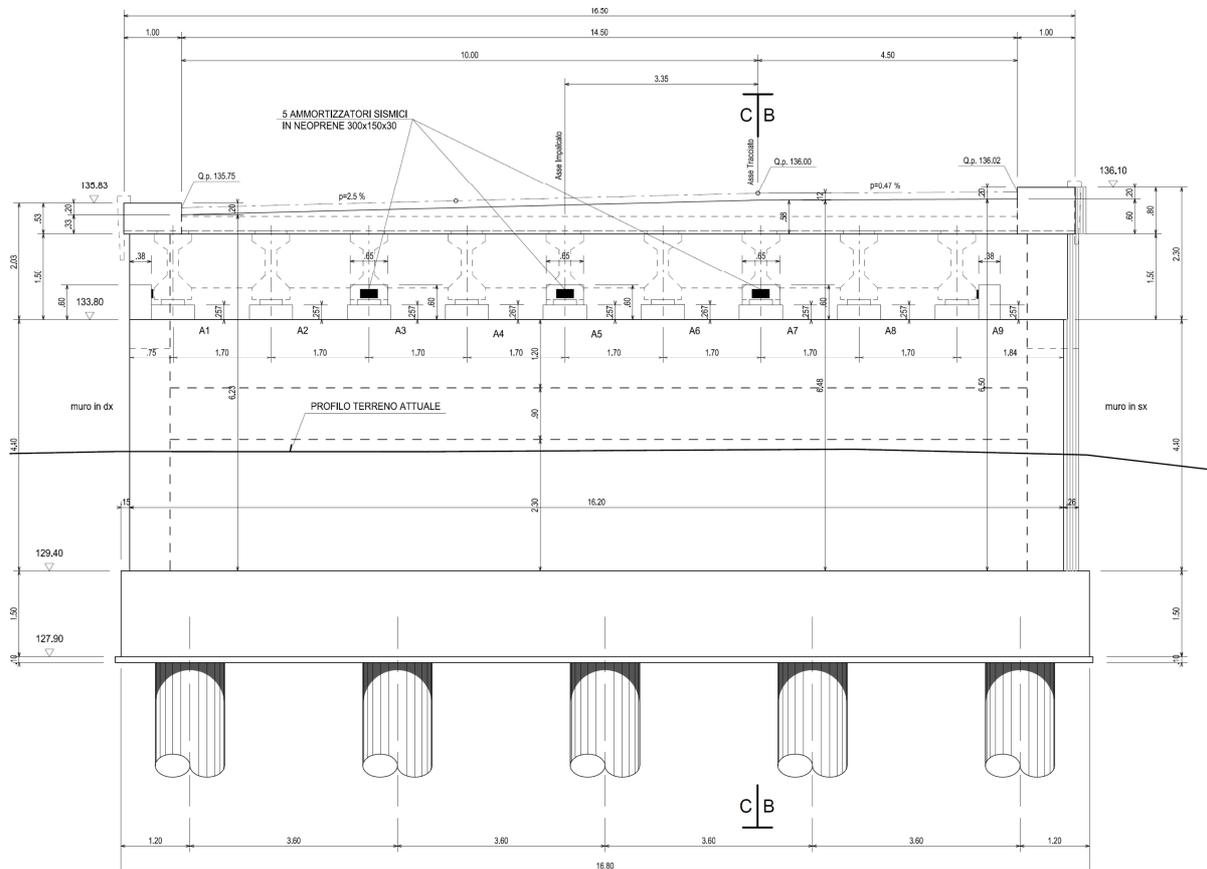


SEZIONE TRASVERSALE B-B (1:25)  
(in corrispondenza Spalla "B")

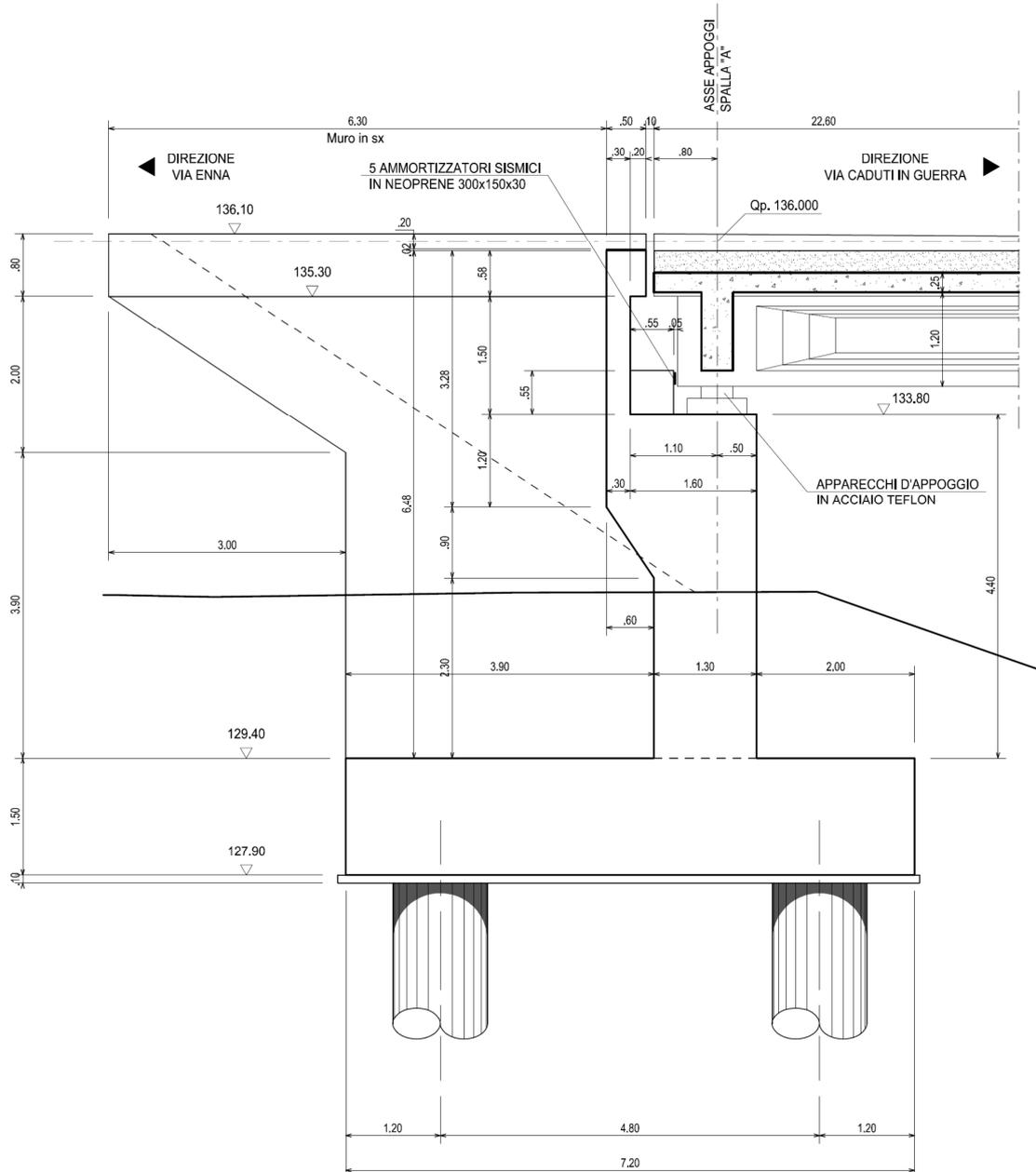


L'impalcato poggia su due spalle con dimensioni molto simili, variabili solo in funzione della larghezza dell'impalcato e della lunghezza della zattera di fondazione. Entrambe sono fondate su 10 pali del 1200.

VISTA FRONTALE A-A (1:50)



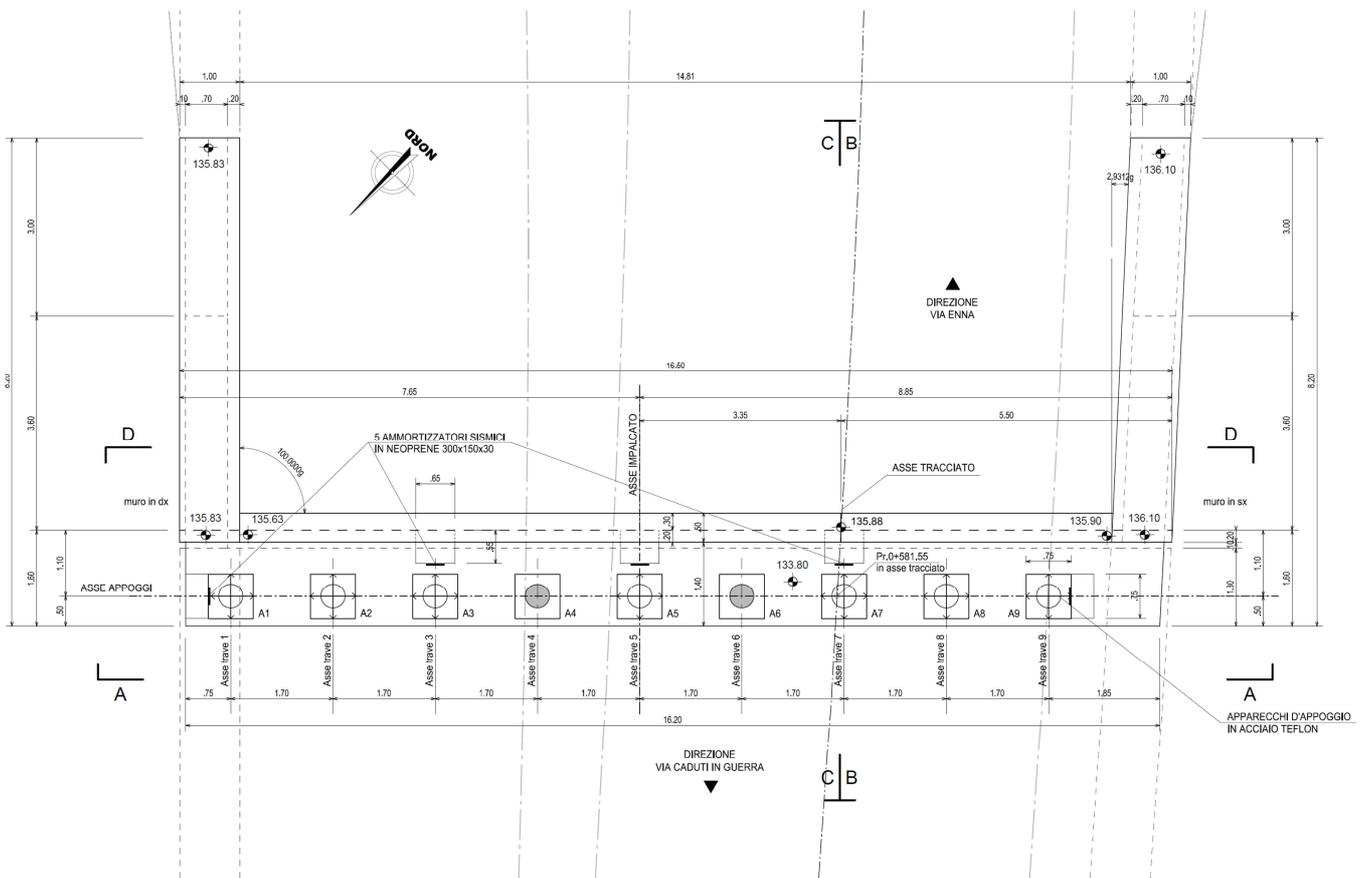
SEZIONE B-B (1:50)





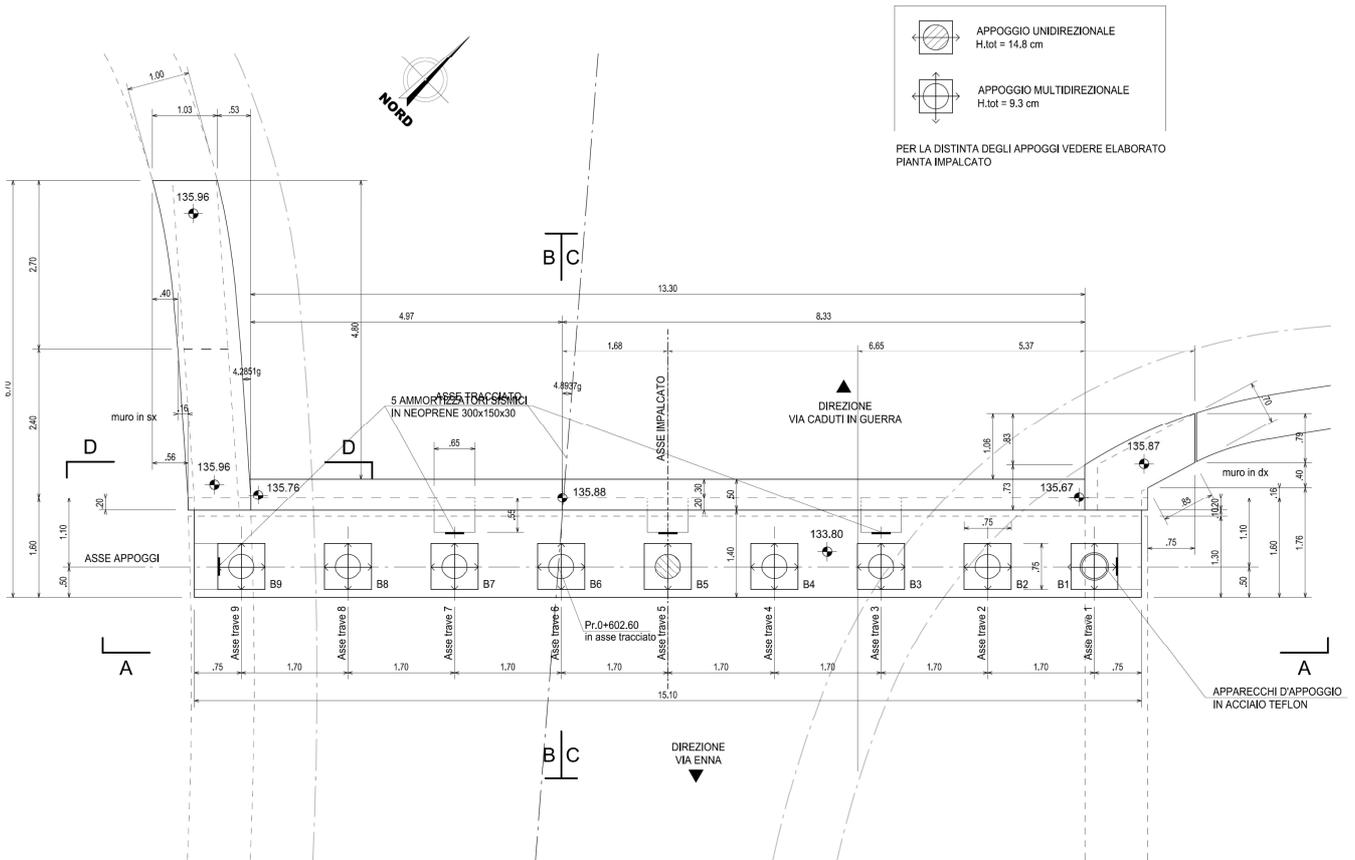
VISTA DALL'ALTO (1:50)

PER LA DISTINTA DEGLI APPOGGI VEDERE ELABORATO PIANTA IMPALCATO



**Figura 1 - carpenteria spalla A**

VISTA DALL'ALTO (1:50)



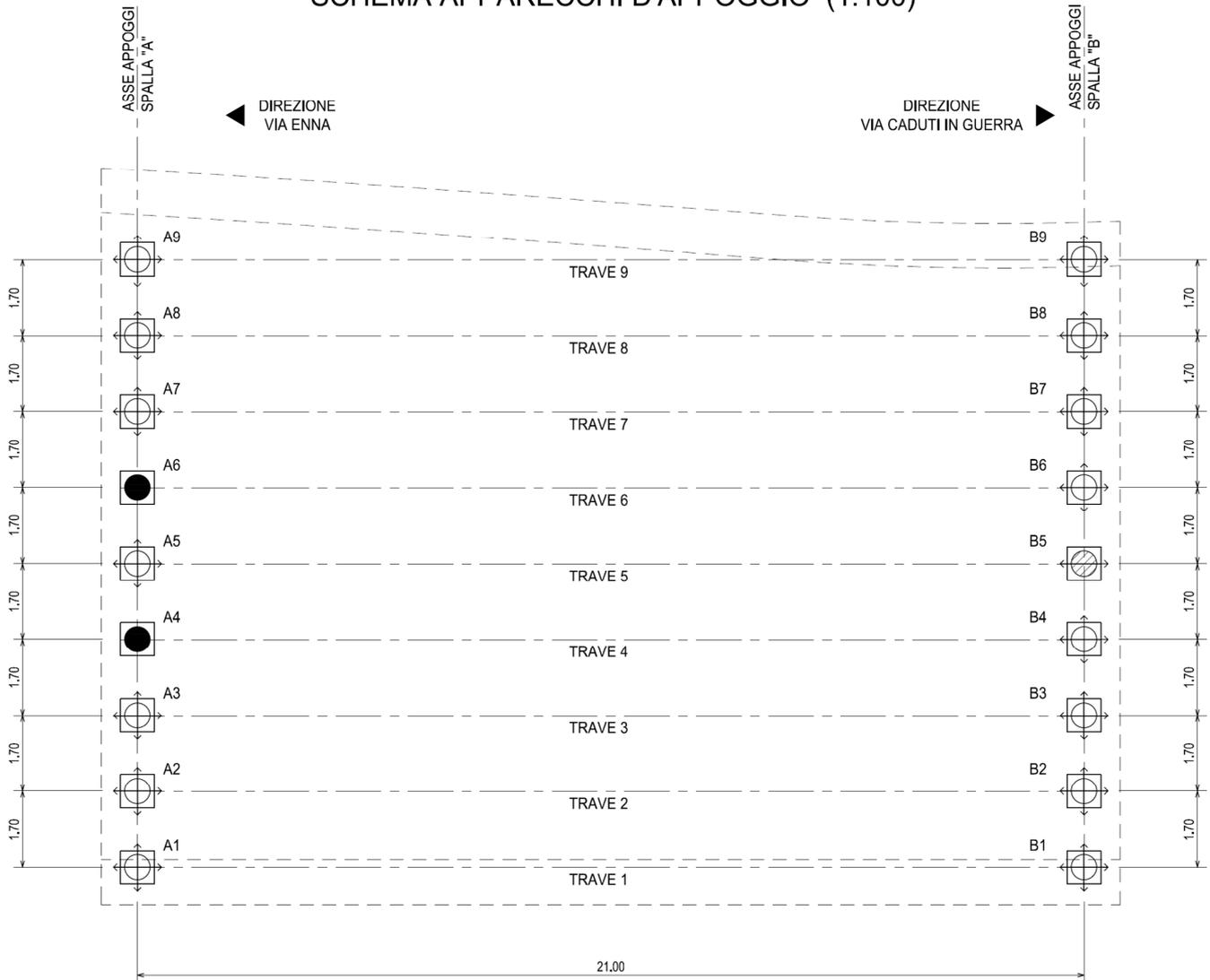
**Figura 2 - pianta elevazione spalla B**

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RSOS	00	E	78	CL	VI0000	001	B	10 di 83

Lo schema appoggi prevede la presenza di 2 appoggi fissi sulla spalla A e 1 unidirezionale longitudinale sulla spalla B. Tutti gli altri sono appoggi multidirezionali.

**SCHEMA APPARECCHI D'APPOGGIO (1:100)**





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

## RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RS0S	00	E	78	CL	VI0000	001	B	11 di 83

## 2 DOCUMENTI CORRELATI

Non esistono documenti correlati

## 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

[N1] **D.M. del 14 Gennaio 2008:** *Nuove norme tecniche per le costruzioni;*

[N2] **C.M. 02/02/2009 n.617:** *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni;*



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RSOS	00	E	78	CL	VI0000	001	B	12 di 83

#### 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si prescrivono i seguenti materiali

## CALCESTRUZZO GETTATO IN OPERA

### CALCESTRUZZO MAGRO GETTO DI LIVELLAMENTO : C12/15

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C12/15
- CONFORME UNI-EN 206-1
- TIPO CEMENTO CEM I÷V
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : X0

### CALCESTRUZZO PALI E CORDOLI : C25/30

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- CONFORME UNI-EN 206-1
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.60$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO = 6 cm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 32 mm

### CALCESTRUZZO FONDAZIONE PILE E SPALLE: C28/35

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C28/35
- CONFORME UNI-EN 206-1
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.50$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO = 4 cm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 13 di 83

### CALCESTRUZZO ELEVAZIONE PILE E SPALLE: C32/40

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- CONFORME UNI-EN 206-1
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.50$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC3
- COPRIFERRO = 4 cm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

### CALCESTRUZZO TRAVERSI GETTATI IN OPERA: C32/40

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- CONFORME UNI-EN 206-1
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.50$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC3
- COPRIFERRO = 4 cm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

### CALCESTRUZZO SOLETTA GETTATA IN OPERA: C32/40

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- CONFORME UNI-EN 206-1
- TIPO CEMENTO CEM I÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.50$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC3
- COPRIFERRO = 3.5 cm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 20 mm

### ACCIAIO ORDINARIO PER CALCESTRUZZO ARMATO :

- ARMATURA ORDINARIA : B 450C SALDABILE  
che presenta le seguenti caratteristiche :
- Tensione di snervamento caratteristica  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 14 di 83

## CALCESTRUZZO TRAVI IN C.A.P

### CALCESTRUZZO TRAVI PREFABBRICATE IN C.A.P.: C45/55

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C45/55
- CONFORME UNI-EN 206-1
- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA AL RILASCIO DEI TREFOLI C40/50
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.45$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S5
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC3
- COPRIFERRO MINIMO ARMATURA ORDINARIA : 30 mm
- COPRIFERRO TREFOLI : 50 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 20 mm

### ACCIAIO ARMONICO STABILIZZATO PER TREFOLI DA 0.6"

TENSIONE CARATTERISTICA DI ROTTURA	$F_{ptk} = 1860 \text{ MPa}$
TENSIONE CARATTERISTICA ALL'1% DI DEFORMAZIONE TOTALE	$F_{p(0.1)k} = 1670 \text{ MPa}$
TENSIONE UTILE ALL'ATTO DEL RILASCIO TREFOLI	$\sigma_{pi} = 1350 \text{ MPa}$
AREA NOMINALE SINGOLO TREFOLO	$A = 140 \text{ mm}^2$
MODULO DI ELASTICITA'	$E = 195000 \text{ MPa}$
PERDITA PER RILASSAMENTO A 1000h DOPO LA MESSA IN TENSIONE	$\rho \leq 2.5\%$

### ACCIAIO IN BARRE DYWIDAG PER POST TENSIONE TRAVERSI

TIPO	Y 1050
CONFORME ALLE LINEE GUIDA ETAG 013	
TENSIONE CARATTERISTICA DI ROTTURA	$F_{ptk} \geq 1050 \text{ MPa}$
TENSIONE CARATTERISTICA DI SNERVAMENTO	$F_{pyk} \geq 950 \text{ MPa}$
TENSIONE INIZIALE ALL'ATTO DELLA TESATURA	$\sigma_{pi} = 787.5 \text{ MPa}$
DIAMETRO NOMINALE BARRA	$d = 36 \text{ mm}$
AREA NOMINALE BARRA	$A = 1018 \text{ mm}^2$
MODULO DI ELASTICITA'	$E = 195000 \text{ MPa}$

### ACCIAIO ORDINARIO PER TRAVE PREFABBRICATA

- ARMATURA ORDINARIA : B 450C SALDABILE che presenta le seguenti caratteristiche :	
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
	$1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 15 di 83

## CALCESTRUZZO PREDALLE

### CALCESTRUZZO PREDALLE: C32/40

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- CONFORME UNI-EN 206-1
- TIPO CEMENTO CEM I÷V
- RAPPORTO A/C :  $\leq 0.50$
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XA1
- COPRIFERRO = 3.5 cm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 15 mm

### GUAINE FORI TRAVERSI

- GUAINE IN METALLO CORRUGATO  
DIAMETRO ESTERNO 56 mm  
SPESSORE 5 mm

### MALTA PER INIEZIONE GUAINA BARRA DYWIDAG

- IN ACCORDO CON ETAG 013

### MALTA CEMENTIZIA REOPLASTICA COLABILE A RITIRO

### COMPENSATO PER SIGILLATURA FORI DI SOLLEVAMENTO TRAVI

- PRODOTTO PREMISCELATO TIPO EMACO S100 O EQUIVALENTE 100 Kg
- ACQUA 13.3/16.7 L
- AGGREGATO 30/40 Kg

### RIEMPIMENTO IMPALCATO

- CALCESTRUZZO ALLEGGERITO TIPO LECA 1400 O EQUIVALENTE
- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA LC20/22
- DENSITA' 1400 KG/MC

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 16 di 83

**5 ANALISI DEI CARICHI**

**5.1 Pesì propri e permanenti portati (G1,G2)**

I pesì propri strutturali sono stati valutati considerando un peso specifico del cls pari a 25 kN/mc. Si riporta nella tabella a seguire il riepilogo delle azioni agenti con riferimento all'intero impalcato.

<b>Travi longitudinali</b>										
	Parti simili	Ripetizioni	Spessore	Larghezza	Area	Lunghezza	Volume p(KN/mc-mq)	Peso (kN)		
Travi - sezione corrente	9	1			0.4886	18.00	79.15	25	1 979	
Travi - sezione intermedia	9	1			0.6343	2.00	11.42	25	285	
Travi - sezione all'appoggio	9	1	1.2	0.65		2.00	14.04	25	351	
<b>Totale</b>						<b>22.00</b>	<b>104.61</b>		<b>2 615</b>	
<b>Trasversi</b>										
	Parti simili	Ripetizioni	Spessore	Larghezza	Area	Lunghezza	Volume p(KN/mc-mq)	Peso (kN)		
Trasversi di testata	2	8	1	0.4		1.05	6.72	25	168	
<b>Totale</b>							<b>6.72</b>		<b>168</b>	
<b>Soletta gettata in opera</b>										
	Parti simili	Ripetizioni	Spessore	Larghezza	Area	Lunghezza	Volume p(KN/mc-mq)	Peso (kN)		
Soletta gettata in opera	1	1	0.25	15.90		22.60	89.84	25	2246	
Predalle	1	1	0.05	10.95		22.60	12.37	25	309	
<b>Totale</b>							<b>84.24</b>		<b>2555</b>	
<b>Sommario</b>										
	Peso (kN)	Lungh.(m)	Peso (kN/ml)							
Travi longitudinali	2 615	22.60	115.72							
Trasversi	168	22.60	7.43							
Soletta gettata in opera	2 555	22.60	113.05							
<b>Totale</b>	<b>5 338</b>									
Lunghezza (m)		22.6 m								
Peso a metro lineare		<b>236.2 kN/ml</b>								
<b>Analisi pesì propri</b>										
	Ripetizioni	Spessore	Larghezza	Area	Lunghezza	Volume	p(KN/mc-mq)	Peso (kN/m)	L (m)	p(kN)
impalcato	1					1.0000	236.2	236.2	22.6	5 338
sommano pesì propri						1.0000	<b>G1</b>	236.2		5 338
<b>Analisi sovraccarichi permanenti portati</b>										
	Ripetizioni	Spessore	Larghezza	Area	Lunghezza	Volume	p(KN/mc-mq)	Peso (kN/m)	L (m)	p(kN)
cordolo sx	1	0.45	1.00			0.4500	25	11.3	22.6	254
cordolo dx	1	0.27	1.00			0.2700	25	6.8	22.6	153
pavimentazione	1	0.12	13.90			1.6680	20	33.4	22.6	754
veletta	2			0.1132		0.2264	25	5.7	22.6	128
barriera bordo ponte	2					2.0000	2	4.0	22.6	90
varie	1					1.0000	5	5.0	22.6	113
riempimento	1	0.22	13.90			3.0580	14	42.8	22.6	968
sommano permanenti portati						8.6724	<b>G2</b>	109.0		2 460
sommano pesì propri + permanenti portati							<b>G1+G2</b>	<b>345.2</b>		<b>7 798</b>

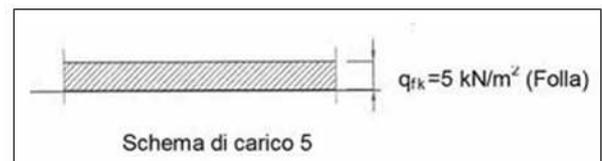
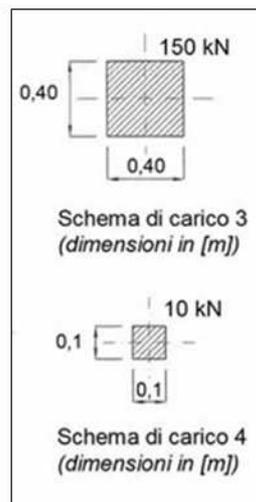
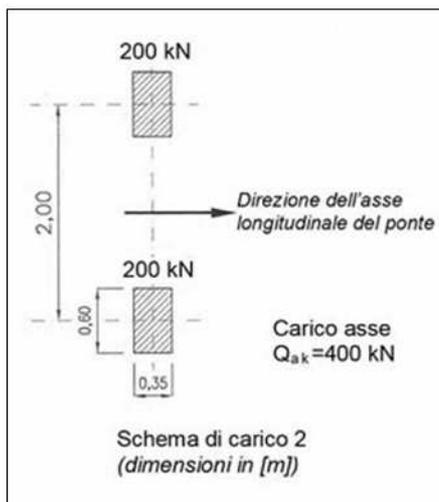
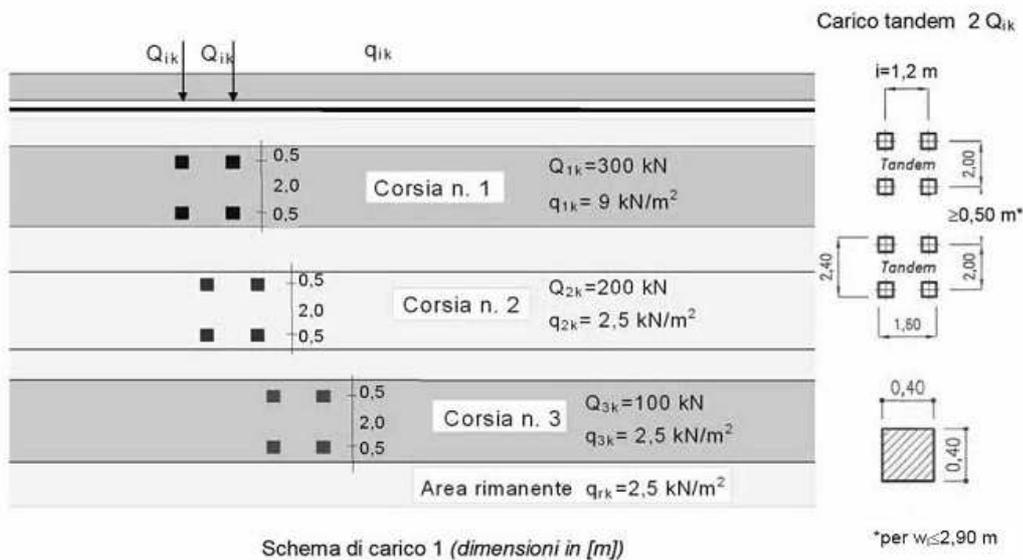
RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 17 di 83

5.2 Carichi verticali da traffico (Q1K,Q10)

Con il simbolo Q1K è stato definito il valore caratteristico del carico verticale da traffico, mentre con Q10 è stato definito il valore frequente del carico, con i valori degli assi moltiplicati per 0.75 e i valori del carico distribuito moltiplicati per 0.40.

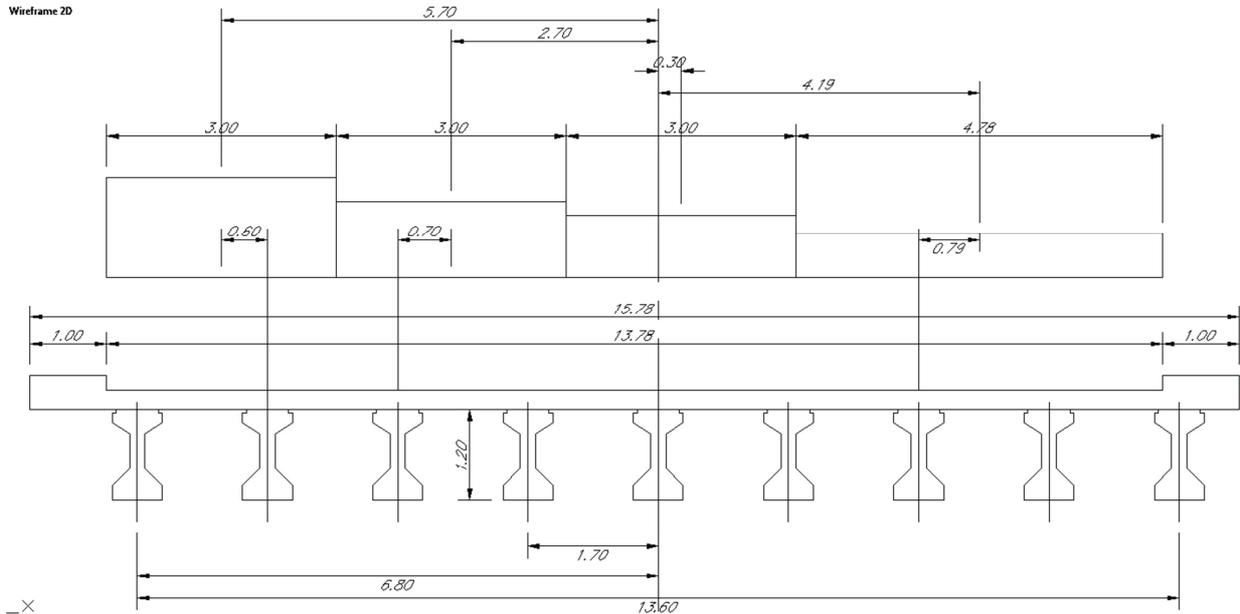
Si applicano i modelli di carico di normativa descritti nella figura seguente.



Posizione	Carico asse $Q_{ak}$ [kN]	$q_{ak}$ [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

Essendo l'impalcato a larghezza variabile, il calcolo è stato effettuato sulla larghezza media, pari a 13.78m di larghezza carrabile. I due marciapiedi laterali di 1m ciascuno non sono pedonabili e non è stato considerato alcun carico agente.

I carichi mobili sono stati disposti secondo la figura seguente:

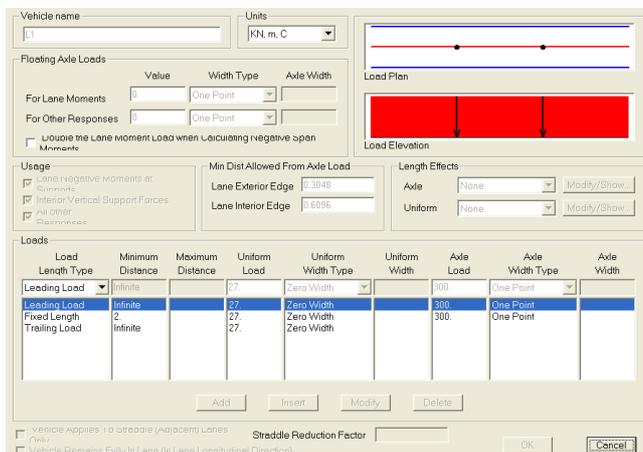


Le azioni da traffico sono state applicate alla struttura utilizzando carichi tipo “Moving Load” imponendo che i modelli di carico possano muoversi lungo il viadotto.

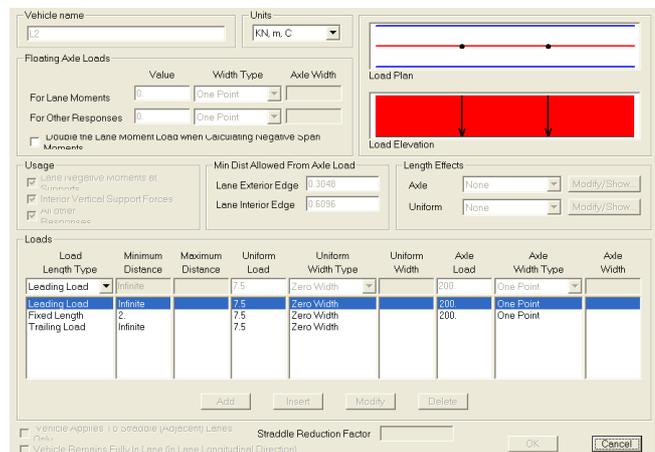
Il modulo di calcolo Bridge utilizzato provvede automaticamente a scegliere lo schema di carico e a posizionare i carichi lungo il viadotto in modo da rendere massima o minima ciascuna delle 6 caratteristiche di sollecitazione (N,Tl,Tt,Mt,Ml,Mt) e fornendo per ciascun massimo o minimo i valori congruenti delle 5 restanti.

Sono stati considerati i modelli di carico di normativa, descritti nelle seguenti figure:

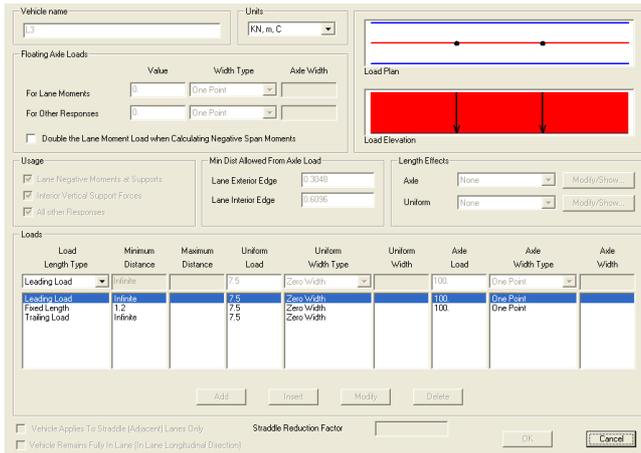
**Corsia N°1 (L1):**



**Corsia N°2 (L2):**

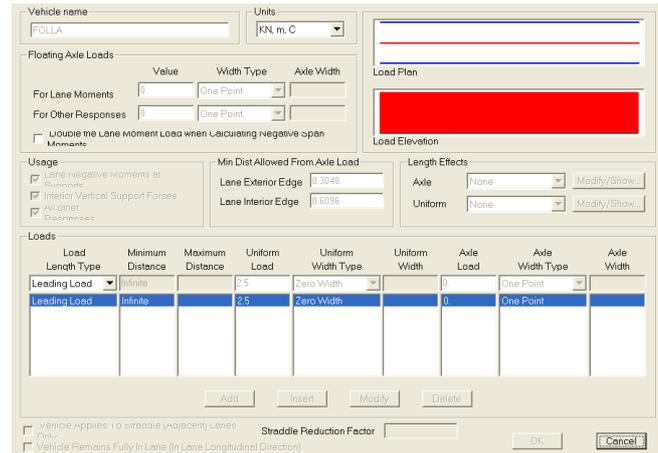


Corsia N°3 (L3):



Load	Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Uniform Width Type	Uniform Width	Axle Load	Axle Width Type	Axle Width
Leading Load	Infinite	7.5		100	Zero Width		100	One Point	
Fixed Length	1.2	7.5		100	Zero Width		100	One Point	
Trailing Load	Infinite	7.5		100	Zero Width		100	One Point	

Porzione rimanente:



Load	Length Type	Minimum Distance	Maximum Distance	Uniform Load	Uniform Width Type	Uniform Width	Axle Load	Axle Width Type	Axle Width
Leading Load	Infinite	2.5		0	Zero Width		0	One Point	
Leading Load	Infinite	2.5		0	Zero Width		0	One Point	

**5.3 Frenatura (Q3)**

La forza di frenatura è stata applicata a livello della pavimentazione come forza uniformemente distribuita. Tale azione è variabile in funzione della lunghezza del viadotto, limitata ad un massimo di 900 kN.

Luce  $L = 22.6$  m

Forza di frenatura  $Q_k = 421 \text{ kN} < 900 \text{ kN}$  applicata a livello pavimentazione

**5.4 Centrifuga (Q4)**

Tale azione è trascurabile in quanto l'asse stradale è rettilineo

**5.5 Vento (Q5,Q5q)**

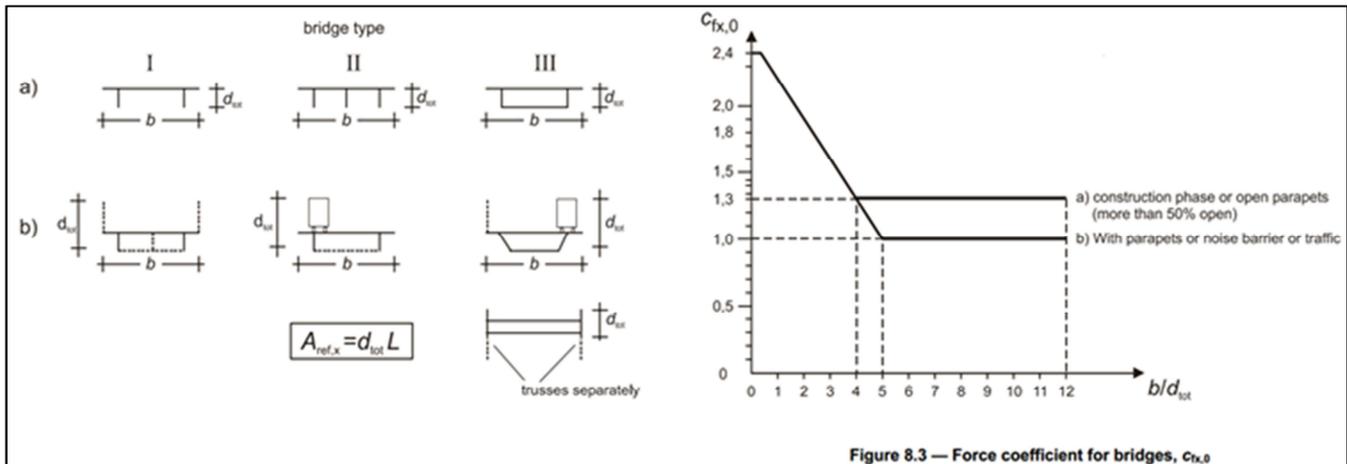
Viene effettuato un calcolo del vento a ponte carico (Q5q) ed uno a ponte scarico (Q5). La velocità di riferimento del vento a ponte scarico viene calcolata con la normativa nazionale, mentre quella relativa al vento a ponte carico viene assunta pari a 23 m/s come da indicazione dell'EN 1991-1-4 Part 1-4: General actions Wind actions.

**CALCOLO DELLA PRESSIONE DEL VENTO - DM08**

altitudine sul livello del mare	$a_s$	130	m
zona		4	
parametri	$v_{b,0}$	28	m/s
parametri	$a_0$	500	m
parametri	$k_a$	0.020	1/s
<b>velocità di riferimento (Tr=50 anni)</b>	$v_b = v_{b0} + k_a * (a_s - a_0)$	<b>28</b>	<b>m/s</b>

A ponte scarico si considera in favore di sicurezza, una superficie piena investita dal vento che comprende anche l'altezza della barriera. A ponte carico si considera presente un veicolo di altezza 3m dal piano stradale.

Il calcolo dell'azione statica equivalente del vento viene condotto secondo le formule dell'EC sopra citato.



### Vento a ponte scarico

high above ground

$z$  6.6 m

#### SECTION 4: Wind velocity and velocity pressure

##### Basic values

fundamental value of basic wind velocity

$v_{b,0}$  28.00 m/s

exposure factor

$c_e(z) = (1 + 7 \cdot I_v(z)) \cdot v_m(z)^2 / v_b^2$  2.52 -

air density

$\rho$  1.25 kg/m<sup>3</sup>

basic velocity pressure

$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$  0.49 kN/m<sup>2</sup>

peak velocity pressure

$q_p = c_e(z) \cdot q_b$  1.24 kN/m<sup>2</sup>

#### SECTION 8: Wind actions on bridges

total width

$b$  15.78 m

total height

$d_{tot}$  3.21 m

width/height ratio

$b/d_{tot}$  4.92 -

##### 8.3.1 - Force coefficient in x-direction (general method)

Force coefficient without free-end flow

$c_{fx,0}$  1.02 -

Force coefficient without free-end flow

$c_{fx,0}$  1.02 -

Force coefficient

$c_{fx} = c_{fx,0}$  1.02 -

Wind load factor

$C = c_e \cdot c_{fx}$  2.58 -

##### 8.3.2 - Force in x-direction (simplified method)

Design static pressure in x-direction

$0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C = q_b \cdot C$  1.27 kN/m<sup>2</sup>

Force in x-direction

$F_w = q_b \cdot C \cdot d_{tot}$  4.06 kN/ml

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RS0S	00	E	78	CL	VI0000	001	B	21 di 83

**Vento a ponte carico**

high above ground

z **6.6** m

**SECTION 4: Wind velocity and velocity pressure**

**Basic values**

fundamental value of basic wind velocity

vb,0 **23.00** m/s

exposure factor

$ce(z)=(1+7*lv(z))*vm(z)^2/vb^2$  **2.52** -

air density

$\rho$  1.25 kg/m<sup>3</sup>

basic velocity pressure

$qb=0.5*\rho*vb^2$  **0.33** kN/m<sup>2</sup>

peak velocity pressure

$qp=ce(z)*qb$  **0.83** kN/m<sup>2</sup>

**SECTION 8: Wind actions on bridges**

total width

b **15.78** m

total height

d\_tot **4.73** m

width/height ratio

b/dtot **3.34** -

**8.3.1 - Force coefficient in x-direction (general method)**

Force coefficient without free-end flow

cfx,0 **1.47** -

Force coefficient without free-end flow

cfx,0 1.47 -

Force coefficient

cfx=cfx,0 **1.47** -

Wind load factor

C=ce\*cf,x **3.70** -

**8.3.2 - Force in x-direction (simplified method)**

Design static pressure in x-direction

$0.5*\rho*vb^2*C=qb*C$  **1.22** kN/m<sup>2</sup>

Force in x-direction

$Fw=qb*C*d_tot$  **5.79** kN/ml

**5.6 Resistenze parassite nei vincoli (Q7)**

Si considera agente a livello estradosso appoggio un'azione orizzontale derivante dalla resistenza degli appoggi pari al 3% dei carichi permanenti.

**5.7 Azione sismica (SX,SY,SZ)**

La vita nominale  $V_N$  dell'opera strutturale è assunta pari a **50** anni, la classe d'uso è la **III**, da cui deriva un coefficiente d'uso  $C_U = 1,5$ . L'azione sismica è valutata in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R = V_N \cdot C_U =$  **75** anni.

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

Il sottosuolo rientra nella categoria C.

Ai fini degli effetti dell'azione sismica locale, si è assunto un coefficiente di topografia  $S_T=1$  in quanto l'opera rientrano nella categoria topografica T1.

Le masse partecipanti all'azione sismica sono solo i pesi propri e i permanenti portati.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RS0S	00	E	78	CL	VI0000	001	B	22 di 83

Tutte le sollecitazioni, siano esse relative alle elevazioni, alle fondazioni o agli apparecchi di appoggio, sono state calcolate con un fattore di struttura  $q=1$ .

Nel seguito si riportano le coordinate geografiche del sito e i parametri principali dei due spettri orizzontali e verticali.

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATTUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

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".

Nodi del reticolo intorno al sito

## 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	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \end{array} \right.$	<input type="text" value="45"/>	info
		<input type="text" value="75"/>	info
Stati limite ultimi - SLU	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \end{array} \right.$	<input type="text" value="712"/>	info
		<input type="text" value="1462"/>	info

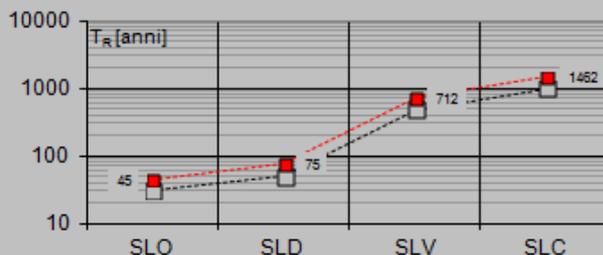
### Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

### Strategia di progettazione



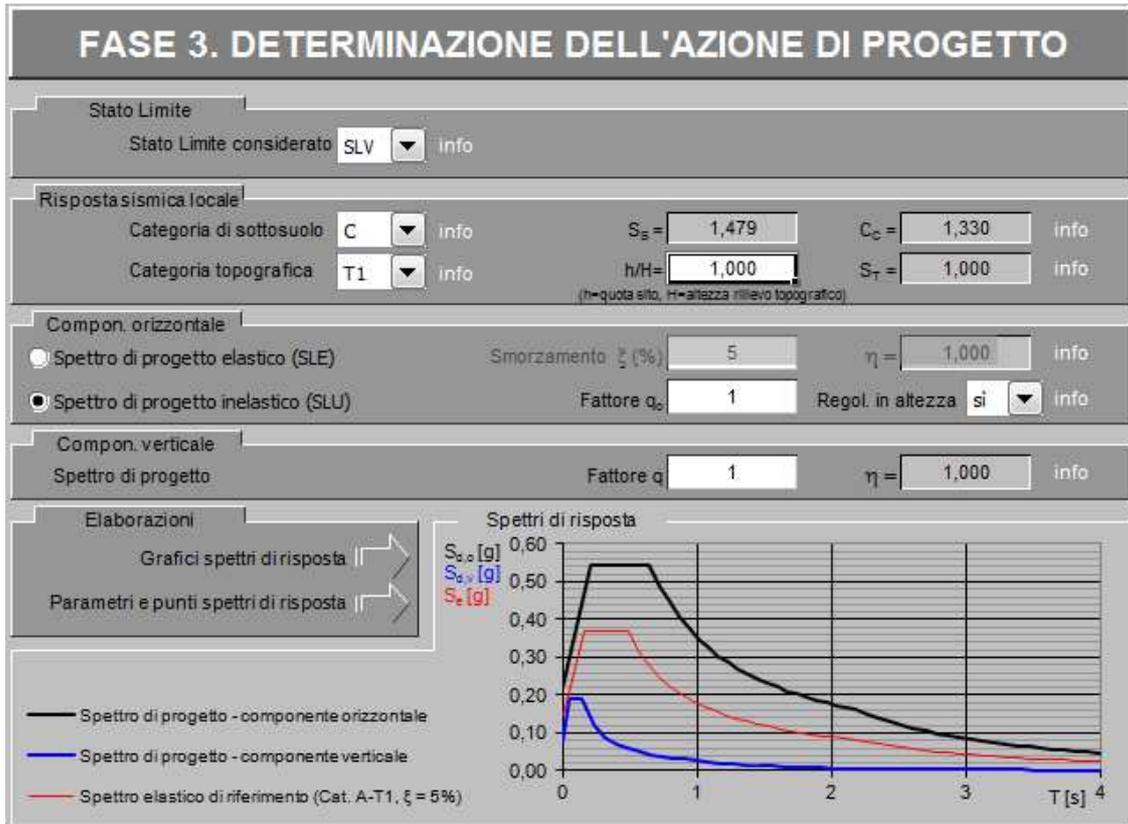
### LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

## Valori dei parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	45	0,049	2,587	0,267
SLD	75	0,058	2,598	0,297
SLV	712	0,147	2,512	0,488
SLC	1462	0,197	2,544	0,537



**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_0$	0,147 g
$F_0$	2,512
$T_C^*$	0,488 s
$S_B$	1,479
$C_C$	1,330
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,479
$\eta$	1,000
$T_B$	0,216 s
$T_C$	0,649 s
$T_D$	2,186 s

**Figura 3: Parametri spettro di risposta componente orizzontale**

**Parametri indipendenti**

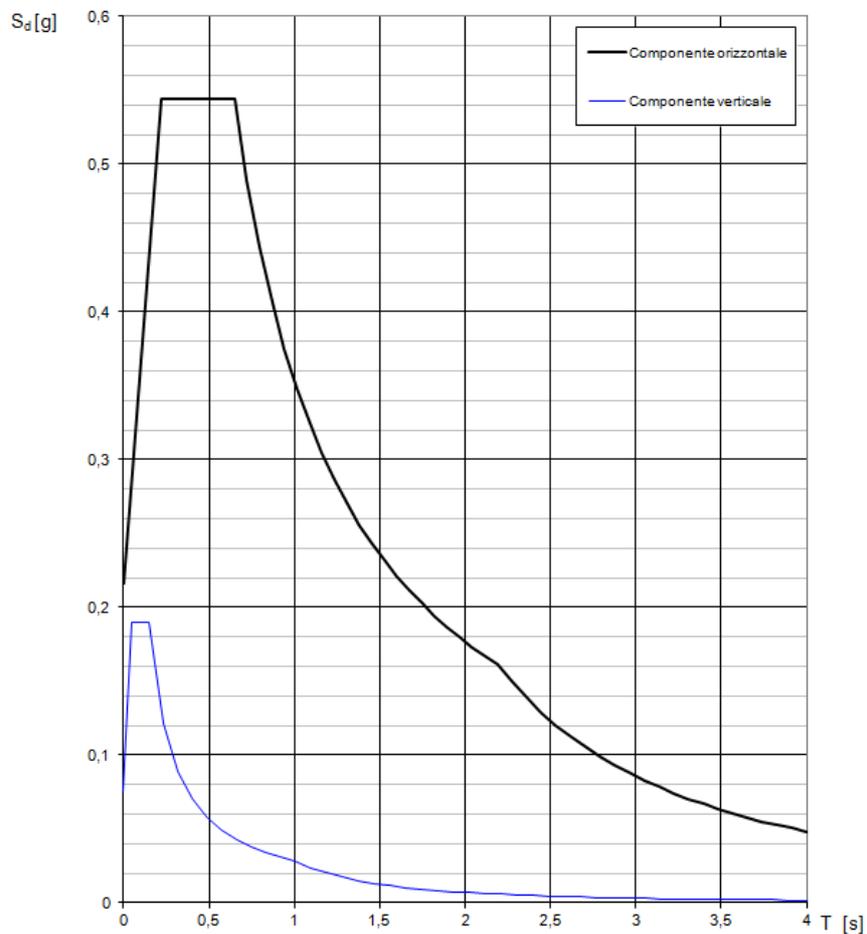
STATO LIMITE	SLV
$a_{nv}$	0,076 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,000
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,298
$S$	1,000
$\eta$	1,000

Figura 4: : Parametri spettro di risposta componente verticale

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





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RS0S	00	E	78	CL	VI0000	001	B	26 di 83

Calcolo azione sismica longitudinale:

L'azione sismica longitudinale, visto lo schema statico di trave semplicemente appoggiata vincolata su una sola spalla, è stata calcolata moltiplicando il peso totale dell'intero viadotto per l'ordinata dello spettro al periodo  $T=0$ , ossia:

$$F_{l, sis} = P_{tot} (G1+G2) * a_g * S$$

Per Categoria topografica T1 si ha:  $F_{l, sis} = P_{tot} (G1+G2) * 0.217$

In condizioni sismiche, all'azione inerziale è stato sommato il 50% dell'attrito Q7, la quale azione è fisicamente connessa all'azione termica.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RS0S	00	E	78	CL	VI0000	001	B	27 di 83

## 6 SIMBOLOGIA E CONVENZIONI

Se non diversamente specificato, nel seguito le sollecitazioni e le tensioni rispondono ai seguenti simboli e convenzioni:

- Sollecitazioni
  - P = sforzo assiale
  - V2 = sforzo di taglio longitudinale
  - M3 = momento flettente longitudinale
  - V3 = sforzo di taglio trasversale
  - M2 = momento flettente trasversale
  - T = momento torcente

Le sollecitazioni sono espresse in kN,m e le tensioni in MPa.

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

 PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 28 di 83

**7 COMBINAZIONI**

	SLEqp.1	SLEf.1	SLEf.2	SLEf.3	SLEf.4	SLEf.5
G1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1
Q1K						
Q10		1	0.4	0.4		
Q3			0.4			
Q4				0.4		
Q5					0.2	
Q5q						
Q7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
E3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6

	SLEr.1	SLEr.2	SLEr.3	SLEr.4	SLEr.5	SLEr.6
G1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1
Q1K	1					
Q10		1	1	1	1	
Q3		1				
Q4			1			
Q5						0.6
Q5q	0.6	0.6	0.6	1	0.6	
Q7	0.6	0.6	0.6	0.6	1	1
E3	0.6	0.6	0.6	0.6	1	1

	SLUstr.1	SLUstr.2	SLUstr.3	SLUstr.4	SLUstr.5	SLUstr.6	SLUstr.7	SLUstr.8
G1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Q1K	1.35							
Q10		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35		
Q3		1.35						
Q4			1.35					
Q5							0.9	0.9
Q5q	0.9	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9		
Q7	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5	0.9	1.5	0.9
E3	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	1.2	0.72	1.2

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 29 di 83

	SLUstr.9	SLUstr.10	SLUstr.11	SLUstr.12	SLUstr.13	SLUstr.14	SLUstr.15	SLUstr.16
G1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1K	1.35							
Q10		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35		
Q3		1.35						
Q4			1.35					
Q5							0.9	0.9
Q5q	0.9	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9		
Q7	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5	0.9	1.5	0.9
E3	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	1.2	0.72	1.2

	SLUgeo.1	SLUgeo.2	SLUgeo.3	SLUgeo.4	SLUgeo.5	SLUgeo.6	SLUgeo.7	SLUgeo.8
G1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Q1K	1.15							
Q10		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15		
Q3		1.15						
Q4			1.15					
Q5							0.9	0.9
Q5q	0.78	0.78	0.78	1.3	0.78	0.78		
Q7	0.78	0.78	0.78	0.78	1.3	0.78	1.3	0.78
E3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1	0.6	1

	SLUgeo.9	SLUgeo.10	SLUgeo.11	SLUgeo.12	SLUgeo.13	SLUgeo.14	SLUgeo.15	SLUgeo.16
G1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1K	1.15							
Q10		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15		
Q3		1.15						
Q4			1.15					
Q5							0.9	0.9
Q5q	0.78	0.78	0.78	1.3	0.78	0.78		
Q7	0.78	0.78	0.78	0.78	1.3	0.78	1.3	0.78
E3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1	0.6	1

	SIS.1	SIS.2	SIS.3	SIS.4	SIS.5	SIS.6	SIS.7	SIS.8
G1	1	1	1	1	1	1	1	1



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 30 di 83

G2	1	1	1	1	1	1	1	1
Q7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
E3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SX	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
SY	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3
SZ	0.3	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	0.3	0.3

	SIS.9	SIS.10	SIS.11	SIS.12	SIS.13	SIS.14	SIS.15	SIS.16
G1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1	1	1
Q7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
E3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SX	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3
SY	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
SZ	0.3	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	0.3	0.3

	SIS.17	SIS.18	SIS.19	SIS.20	SIS.21	SIS.22	SIS.23	SIS.24
G1	1	1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1	1	1
Q7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
E3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
SX	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.3	-0.3	0.3
SY	0.3	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	0.3	0.3
SZ	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1

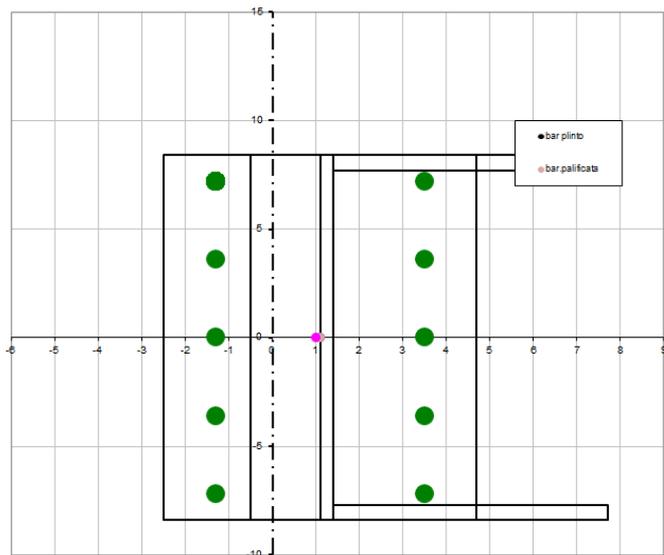
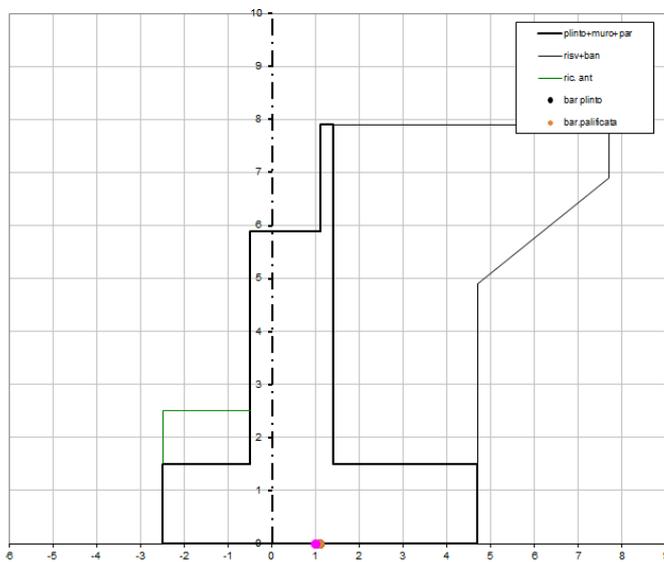
**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RSOS	00	E	78	CL	VI0000	001	B	31 di 83

## 8 ANALISI SPALLA A

Nel presente capitolo viene presentato il calcolo delle spalla A. Tale spalla alloggia gli appoggi fissi. E' fondata su 10 pali  $\phi 1200$ . Vengono mostrati tutti i parametri di calcolo, la geometria e le azioni. Lo scopo è quello di calcolare le azioni in testa ai pali ai fini del loro dimensionamento.

### 8.1 Geometria





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 32 di 83

## 8.2 Parametri di calcolo

		TERRENO (con $\gamma_M$ (M1))						TERRENO (con $\gamma_M$ (M2))				(M2)/(M1)																									
		[°]						[°]				[°]																									
		$\lambda_0$						$\lambda_a$				$\lambda_s$																									
		$\lambda_s^+$						$\lambda_s^-$				$\lambda_s^+$																									
		$\lambda_s^-$						$\lambda_s^+$				$\lambda_s^-$																									
20.00	2.04	35.00	0.426	0.271	0.429	0.337	29.26	0.511	0.343	0.528	0.416	1.199	1.267	1.228	1.233																						
SISMA						CLS				ALTEZZE				PARAMETRI		PARAMETRI																					
g [m/sec <sup>2</sup> ]						$\gamma$ [KN/m <sup>3</sup> ]				H [m]				f (M1)		f (M2)																					
a <sub>gd</sub> [g]						H <sub>1</sub>				0.50		23.3		0.40		23.3																					
σ <sub>H</sub> [g]						25.00				2.55		7.90		6.40																							
σ <sub>v</sub> [g]						2.13				0.56																											
a <sub>H</sub> [m/sec <sup>2</sup> ]																																					
a <sub>v</sub> [m/sec <sup>2</sup> ]																																					
SOVRACCARICO ACCIDENTALE																																					
B(q) [m]		L(fr) [m]		q [KN/m <sup>2</sup> ]																																	
16.39		13.68		20.00																																	
ENTITA' DELLE SPINTE (con $\gamma_M$ (M1)) - per $\gamma_M$ (M2) si adottano opportuni coefficienti correttivi nelle combinazioni																																					
DIREZIONE LONGITUDINALE																																					
SPINTA RIPOSO (M1)						SPINTA ATTIVA (M1)				SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE)																											
verso il basso SV(+)						verso l'alto SV(-)				verso il basso SV(+)						verso l'alto SV(-)																					
$\lambda_s^+$						$\lambda_s^-$				$\lambda_s^+$		F [kN]		ΔF [kN]		$\lambda_s^-$		F [kN]		ΔF [kN]																	
terreno						0.426				3 663		1 580		3 989		0.271		2 535		0		2 535		terreno M1		0.429		4 017		1 482		0.337		3 154		619	
sovr. acciden						0.426				927		400		1 010		0.271		642		0		642		terreno M2		0.528		4 935		1 722		0.416		3 888		675	
SPINTA LONGT WOOD																																					
a <sub>max</sub>																																					
ΔF [kN]																																					
terreno																																					
0.217																																					
4060																																					
DIREZIONE TRASVERSALE																																					
SPINTA RIPOSO (M1)						SPINTA ATTIVA (M1)				SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE)																											
verso il basso SV(+)						verso l'alto SV(-)				verso il basso SV(+)						verso l'alto SV(-)																					
$\lambda_s^+$						$\lambda_s^-$				$\lambda_s^+$		F [kN]		ΔF [kN]		$\lambda_s^-$		F [kN]		ΔF [kN]																	
risvolti						0.426				0		0		0		0.271		0		0		0		0.429		0		0		0.337		0		0			
bandiere						0.426				0		0		0		0.271		0		0		0		0.429		0		0		0.337		0		0			
TOTALE						0				0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0					
SPINTA TRASV WOOD																																					
a <sub>max</sub>																																					
ΔF [kN]																																					
terreno su risvolti																																					
0.217																																					
0																																					
terreno su bandiere																																					
0.217																																					
0																																					
Totale su terreno																																					
0.217																																					
0																																					

Per le verifiche strutturali e per quelle geotecniche, i parametri relativi al terreno sono stati calcolati secondo il seguente approccio:

FONDAZIONE PROFONDA - Approccio 1 - Comb. 1 (STR) - Azioni con A1 e Terreno con M1

FONDAZIONE PROFONDA - Approccio 1 - Comb. 2 (GEO)- Azioni con A2 e Terreno con M1

Per le fondazioni profonde, i parametri del terreno vanno sempre considerati con i coefficienti M1 (vedi tab. 6.2.II)

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnic del terreno (M) M1**

Tangente dell'angolo di resistenza al taglio  $\tan \varphi'_k$  1.00

Le spinte delle terre vengono calcolate con i coefficienti M2 (vedi tab. 6.2.II)

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnic del terreno (M) M2**

Tangente dell'angolo di resistenza al taglio

$$\tan \varphi'_k = 1.25$$

Le spinte del terreno in condizioni statiche sono state calcolate con il coefficiente di spinta a riposo considerando l'angolo di attrito terra – muro  $\delta$  pari a  $2/3\varphi$ . In condizioni sismiche, le spinte sono state calcolate secondo la teoria di Wood, come riportato nell'Appendice E dell'Eurocodice 8 parte 5

### E.9

#### *Forze causate dalla spinta del terreno per strutture rigide*

Nel caso di strutture rigide che sono completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, e per un muro verticale con terrapieno a superficie orizzontale, la forza dinamica dovuta all'incremento di spinta del terreno può essere preso uguale a:

$$\Delta P_d = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2 \quad (E.19)$$

dove:

$H$  è l'altezza del muro.

Il punto di applicazione può essere preso a metà dell'altezza.

Nella tabella precedente e in quella successiva, si ha il seguente significato dei simboli

- $\varphi$  = angolo di attrito del terrapieno
- $\lambda_0$  = coefficiente di spinta a riposo
- $\lambda_a$  = coefficiente di spinta attiva
- $f$  = angolo di attrito tra cls e terreno (solo per verifica a scorrimento nelle fondazioni dirette)
- $\delta$  = angolo di attrito paramento muro - terrapieno
- $H$  = altezza totale spalla (plinto + muro frontale + paraghiaia)
- $H1$  = altezza (muro frontale + paraghiaia)
- $a_{g0}$  = accelerazione di picco al suolo (SLV)
- $\sigma_H$  = accelerazione orizzontale massima =  $\beta_m \cdot a_{max} = \beta_m \cdot S \cdot a_{g0}$
- $\sigma_V$  = accelerazione verticale massima
- $a_H$  = accelerazione orizzontale =  $\sigma_H \cdot g$
- $a_V$  = accelerazione verticale (combinata con sisma longt/trasv) =  $\sigma_V \cdot g \cdot 0.3$
- $q$  = sovraccarico accidentale
- $\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 1, per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, come nella spalla da ponte oggetto della presente.

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

 PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 34 di 83

### 8.3 Azioni globali non fattorizzate

Le azioni trasmesse dall'impalcato alla quota testa spalla sono:

- G1: carico relativo al solo peso proprio non fattorizzato
- G2: carico relativo al solo peso permanente portato non fattorizzato
- SLUSTR.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLU STR
- SLUGEO.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLU GEO
- SLER.ACC(i): quota parte di tutte le azioni variabili combinate allo SLERara
- SIS(i) etc: azione globale combinata in condizioni sismiche

Nella seguente tabella vengono riportate le azioni provenienti dall'impalcato, sia in termini di valori caratteristici che in termini di valori combinati secondo le combinazioni precedentemente descritte (per la simbologia vedi Cap. 0):

azioni elementari	V2	M3	V3	M2	T	P	load type	$\phi / \psi$
G1	0	0	0	0	0	-2 669		1
G2	0	0	0	0	0	-1 230		1
Q1K	0	0	0	-5 774	0	-1 822	moving	1
Q10	0	0	0	-3 849	0	-1 153	moving	1
Q3	-421	-126	0	0	0	-22	env	1
Q4	0	0	0	0	0	0	env	1
Q5	0	0	-46	-87	0	0		1
Q5q	0	0	-65	-175	0	0		1
Q7	-117	-36	0	0	0	0	env	1
E3	0	0	0	0	0	0	env	1
SX	1 692	508	0	0	0	113	max	1
SY	0	0	879	1 232	0	0	max	1
SZ	0	0	0	0	0	487	max	1

Tutte le sollecitazioni significative proprie del carico mobile Q1k sono:

Frame	Station	Output Case	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	0	Q1K	LinMoving	Max P	24	0	0	0	0	0
1	0	Q1K	LinMoving	Min P	-1 822	0	0	0	-5 774	0
1	0	Q1K	LinMoving	Max M2	-422	0	0	0	651	0
1	0	Q1K	LinMoving	Min M2	-1 400	0	0	0	-6 425	0

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

 PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 35 di 83

V2	M3	V3	M2	T	P	
0	0	0	0	0	-2 669	<b>G1</b>
0	0	0	0	0	-1 230	<b>G2</b>
669	201	-59	-157	0	30	<b>SLUSTRacc.2</b>
-669	-201	-59	-157	0	-30	<b>SLUSTRacc.2</b>
669	201	-59	-157	0	30	<b>SLUSTRacc.2</b>
-669	-201	-59	-157	0	-30	<b>SLUSTRacc.2</b>
168	50	-41	-78	0	0	<b>SLUSTRacc.7</b>
-101	-30	-98	-262	0	0	<b>SLUSTRacc.4</b>
101	30	-59	721	0	-570	<b>SLUSTRacc.1</b>
-101	-30	-59	-8 831	0	-1 890	<b>SLUSTRacc.1</b>
101	30	-59	-157	0	0	<b>SLUSTRacc.1</b>
-101	-30	-59	-157	0	0	<b>SLUSTRacc.1</b>
669	201	-59	-157	0	53	<b>SLUSTRacc.2</b>
-101	-30	-59	-7 952	0	-2 459	<b>SLUSTRacc.1</b>
571	171	-51	-136	0	25	<b>SLUGEOacc.2</b>
-571	-171	-51	-136	0	-25	<b>SLUGEOacc.2</b>
571	171	-51	-136	0	25	<b>SLUGEOacc.2</b>
-571	-171	-51	-136	0	-25	<b>SLUGEOacc.2</b>
145	44	-41	-78	0	0	<b>SLUGEOacc.7</b>
-87	-26	-85	-227	0	0	<b>SLUGEOacc.4</b>
87	26	-51	612	0	-485	<b>SLUGEOacc.1</b>
-87	-26	-51	-7 525	0	-1 610	<b>SLUGEOacc.1</b>
87	26	-51	-136	0	0	<b>SLUGEOacc.1</b>
-87	-26	-51	-136	0	0	<b>SLUGEOacc.1</b>
571	171	-51	-136	0	45	<b>SLUGEOacc.2</b>
-87	-26	-51	-6 777	0	-2 095	<b>SLUGEOacc.1</b>
488	146	-39	-105	0	22	<b>SLERacc.2</b>
-488	-146	-39	-105	0	-22	<b>SLERacc.2</b>
488	146	-39	-105	0	22	<b>SLERacc.2</b>
-488	-146	-39	-105	0	-22	<b>SLERacc.2</b>
112	34	-27	-52	0	0	<b>SLERacc.6</b>
-67	-20	-65	-175	0	0	<b>SLERacc.4</b>
67	20	-39	546	0	-422	<b>SLERacc.1</b>
-67	-20	-39	-6 530	0	-1 400	<b>SLERacc.1</b>
67	20	-39	-105	0	0	<b>SLERacc.1</b>
-67	-20	-39	-105	0	0	<b>SLERacc.1</b>
488	146	-39	-105	0	40	<b>SLERacc.2</b>
-67	-20	-39	-5 879	0	-1 822	<b>SLERacc.1</b>
1 750	526	263	370	0	-3 866	<b>SIS.1</b>
-1 750	-526	-263	-370	0	-4 158	<b>SIS.5</b>
1 750	526	263	370	0	-3 866	<b>SIS.1</b>
-1 750	-526	-263	-370	0	-4 158	<b>SIS.5</b>
566	170	879	1232	0	-3 640	<b>SIS.9</b>
-566	-170	-879	-1232	0	-4 079	<b>SIS.13</b>
566	170	879	1232	0	-3 640	<b>SIS.9</b>

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RS0S	00	E	78	CL	VI0000	001	B	36 di 83

-566	-170	-879	-1 232	0	-4 078	<b>SIS.13</b>
1 633	526	263	370	0	-3 866	<b>SIS.1</b>
1 633	490	263	370	0	-3 866	<b>SIS.1</b>
566	170	263	370	0	-3 378	<b>SIS.17</b>
-566	-170	-263	-370	0	-4 420	<b>SIS.21</b>

Le azioni caratteristiche vengono di seguito tabellate con il seguente significato:

- Fv = forza verticale
- Fl = forza longitudinale
- Ft = forza trasversale
- Msl = momento stabilizzante rispetto al piede anteriore del plinto
- Mrl = momento ribaltante rispetto al piede anteriore del plinto
- Mt = momento trasversale
- bl = braccio longitudinale, rispetto al piede anteriore del plinto
- bh = braccio verticale, rispetto all'intradosso del plinto
- et = eccentricità trasversale, rispetto all'asse baricentrico della zattera di fondazione.

Nel seguito, vengono riportate le azioni caratteristiche non fattorizzate. Le azioni provenienti dall'impalcato, precedentemente riportate, vengono fatte ruotare a seconda delle combinazioni usate. A titolo di esempio si riportano quelle relative allo SLUGEO.

**PESO PROPRIO SPALLA**

elemento	FV [kN]	Fl [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	et [m]	Mt [kNm]
<b>PLINTO</b>	4 536			3.60	0.75	16 330			0
<b>MURO FRONTALE</b>	3 426			2.95	3.70	10 105		0.00	0
<b>PARAGHIAIA</b>	246			3.75	6.90	922		0.00	0
<b>OGGETTO I-ESIMO</b>	0			0.00	0.00	0		0.00	0
<b>MURI LATERALI</b>	739			5.55	4.70	4 103		0.00	0
<b>BANDIERA</b>	210			8.45	6.90	1 775		0.00	0
<b>TOTALE</b>	9 157					33 234			0

**PESO TERRENO**

elemento	FV [kN]	Fl [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	et [m]	Mt [kNm]
<b>RIEMPIMENTO</b>	6 505			5.55	4.70	36 103			
<b>RICOPRIMENTO</b>	672			1.00	2.00	672			

**AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO**

condizione	FV [kN]	Fl [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	et [m]	Mt [kNm]
<b>G1</b>	2 669	0	0	2.50	5.90	6 673	0	0.00	0
<b>G2</b>	1 230	0	0	2.50	5.90	3 075	0	0.00	0
<b>SLUGEOacc.2</b>	-25	571	51	2.50	5.90	-63	3 543	0.00	437

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 37 di 83

SLUGEOacc.2	25	571	51	2.50	5.90	63	3 543	0.00	437
SLUGEOacc.2	-25	571	51	2.50	5.90	-63	3 543	0.00	437
SLUGEOacc.2	25	571	51	2.50	5.90	63	3 543	0.00	437
SLUGEOacc.7	0	145	41	2.50	5.90	0	902	0.00	320
SLUGEOacc.4	0	87	85	2.50	5.90	0	541	0.00	729
SLUGEOacc.1	485	87	51	2.50	5.90	1 213	541	0.00	913
SLUGEOacc.1	1 610	87	51	2.50	5.90	4 024	541	0.00	7 826
SLUGEOacc.1	0	87	51	2.50	5.90	0	541	0.00	437
SLUGEOacc.1	0	87	51	2.50	5.90	0	541	0.00	437
SLUGEOacc.2	-45	571	51	2.50	5.90	-114	3 543	0.00	437
SLUGEOacc.1	2 095	87	51	2.50	5.90	5 238	541	0.00	7 078
SISMA LONG - VERT	3 866	1 750		2.50	5.90	9 665	10 325	0.00	0
SISMA LONG + VERT	4 158	1 750		2.50	5.90	10 395	10 325	0.00	0
SISMA +TRASV - VERT	3 753		879	2.50	5.90	9 382	0	0.00	6 417
SISMA +TRASV + VERT	4 045		879	2.50	5.90	10 113	0	0.00	6 417
SISMA -TRASV - VERT	3 753		879	2.50	5.90	9 382	0	0.00	6 417
SISMA -TRASV + VERT	4 045		879	2.50	5.90	10 113	0	0.00	6 417

**SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta**

condizione	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
SPINTA RIPOSO (M2)	1 896	4 396		7.20	2.63	13 652	11 575	
SOVRACCARICO (M2)	480	1 112		7.20	3.95	3 456	4 396	
FRENATURA		0			3.95		0	

**SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta**

condizione	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
RISVOLTI (M2)	0		0	2.90	3.63			0
BANDIERE (M2)	0		0	2.90	6.57			0
TOTALE (M2)			0					0

**SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete + delta**

condizione	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
RISVOLTI (M2)	0		0	2.90	4.70			0
BANDIERE (M2)	0		0	2.90	6.90			0
TOTALE (M2)			0					0

**SISMA LONGITUDINALE SPALLA**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
PLINTO		984			0.75		738	
M FRONTALE		744			3.70		2 752	
PARAGHIAIA		53			6.90		366	
OGGETTO I-ESIMO		0			0.00		0	
RISVOLTI		160			4.70		754	
BANDIERE		46			6.90		316	
TOTALE		1 987					4 926	

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 38 di 83

**SISMA TRASVERSALE SPALLA**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>PLINTO</b>			984		0.75			738
<b>M FRONTALE</b>			744		3.70			2 752
<b>PARAGHIAIA</b>			53		6.90			366
<b>OGGETTO I-ESIMO</b>			0		0.00			0
<b>RISVOLTI</b>			160		4.70			754
<b>BANDIERE</b>			46		6.90			316
<b>TOTALE</b>			1 987					4 926

**SISMA VERTICALE SPALLA**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>PLINTO</b>	220			3.60		792		
<b>M FRONTALE</b>	166			2.95		490		
<b>PARAGHIAIA</b>	12			3.75		46		
<b>OGGETTO I-ESIMO</b>	0			0.00		0		
<b>RISVOLTI</b>	36			5.55		202		
<b>BANDIERE</b>	11			8.45		91		
<b>TOTALE</b>	446					1 621		

**SISMA LONGITUDINALE RINTERRO**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>TERRENO</b>		1 412			4.70		6 635	

**SISMA TRASVERSALE RINTERRO**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>TERRENO</b>			1 412		4.70			6 635

**SISMA VERTICALE RINTERRO**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>TERRENO</b>	316			5.55		1 754		

**SPINTA LONGT IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>TERRENO</b>		4 060			3.95		16 037	

**SPINTA TRASV IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>RISVOLTI</b>			0		4.70			0
<b>BANDIERE</b>			0		6.90			0
<b>TOTALE</b>			0					0

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 39 di 83

### 8.4 Caratteristiche palificata

Nel seguito vengono riportate per intero solo le combinazioni che generano le massime azioni sui pali.

Le caratteristiche della palificata sono le seguenti:

	7.20	3.60	0.00	-3.60	-7.20
2.40	1	1	1	1	1
-2.40	1	1	1	1	1
<b>dimensione long.fondazione</b>	7.20 m				
<b>dimensione trasv. fondazione</b>	16.80 m				
<b>i(min) pali direzione long.</b>	3.60 m				
<b>i(min) pali in dir. Trasv.</b>	3.60 m				
<b>Δi rispetto ad i(min) long</b>	0.00 m				
<b>Δi rispetto ad i(min) trasv</b>	0.00 m				
<b>diametro dei pali</b>	1200 mm				
<b>Numero di pali totale</b>	10				
<b>Modulo long.minimo palo</b>	24.0 m				
<b>Modulo trasv.minimo palo</b>	36.0 m				
<b>elong</b>	0.00 m				
<b>etrasv</b>	0.00 m				
<b>Teta</b>	0				

### 8.5 SLE rara

#### SLE RARA.12

CODICE CARICO	DESCRIZIONE	FATTOR.	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	Mt [kNm]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	MI [kNm]	
1	PESO PROPRIO SPALLA	-	1.000	9 157	0	0	0	33 234	0	-270
2	PESO TERRENO	RIEMPIMENTO	1.000	6 505	0	0	0	36 103	0	-12 685
2_1	PESO TERRENO	RICOPRIMENTO	1.000	672	0	0	0	672	0	1 747
3	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	G1	1.000	2 669	0	0	0	6 673	0	2 936
3_1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	G2	1.000	1 230	0	0	0	3 075	0	1 353
4_12	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	SLERacc.1	1.000	1 822	67	39	6 111	4 554	416	2 420
9a	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta	SPINTA RIPOSO (M2)	1.000	1 896	4 396	0	0	13 652	11 575	4 570
19a	SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta	SPINTA RIPOSO (M2)	1.000	0	0	0	0	0	0	0
10a	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta	SOVRACCARICO (M2)	1.000	480	1 112	0	0	3 456	4 396	2 668
20a	SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete	SOVRACCARICO (M2)	1.000	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE AZIONI AGENTI				FV [kN] 24 431	FI [kN] 5 575	Ft [kN] 39	Mt [kNm] 6 111	Msl [kNm] 101 419	Mrl [kNm] 16 387	MI [kNm] 2 739

Condizione peggiore	N [kN]	HI [kN]	MI [kN m]	Ht [kN]	Mt [kN m]
<b>SLE RARA.12</b>	24 431	5 575	2 739	39	6 111
Trasporto al baricentro palificata	24 431	5 575	2 739	39	6 111
Trasporto assi principali palificata	24 431		2 739		6 111
<b>Nmax</b>	<b>2 727</b>				
<b>Nmin</b>	<b>2 159</b>				
<b>H max</b>	<b>558</b>				

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 40 di 83

**8.6 SLU GEO**

**SLE GEO.12**

CODICE CARICO	DESCRIZIONE	FATTOR.	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	Mt [kNm]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	MI [kNm]	
1	PESO PROPRIO SPALLA	-	1.000	9 157	0	0	0	33 234	0	-270
2	PESO TERRENO	RIEMPIMENTO	1.000	6 505	0	0	0	36 103	0	-12 685
2_1	PESO TERRENO	RICOPRIMENTO	1.000	672	0	0	0	672	0	1 747
3	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	G1	1.000	2 669	0	0	0	6 673	0	2 936
3_1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	G2	1.300	1 599	0	0	0	3 998	0	1 759
4_12	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	SLUGEOacc.1	1.000	2 095	87	51	7 078	5 238	416	2 846
9a	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta	SPINTA RIPOSO (M2)	1.000	1 896	4 396	0	0	13 652	11 575	4 570
19a	SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta	SPINTA RIPOSO (M2)	1.000	0	0	0	0	0	0	0
10a	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta	SOVRACCARICO (M2)	1.000	480	1 112	0	0	3 456	4 396	2 668
20a	SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete	SOVRACCARICO (M2)	1.000	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE AZIONI AGENTI				FV [kN] 25 073	FI [kN] 5 595	Ft [kN] 51	Mt [kNm] 7 078	Msl [kNm] 103 026	Mrl [kNm] 16 512	MI [kNm] 3 571

Condizione peggiore	N [kN]	HI [kN]	MI [kN m]	Ht [kN]	Mt [kN m]
<b>SLU GEO.12</b>	25 073	5 595	3 571	51	7 078
Trasporto al baricentro palificata	25 073	5 595	3 571	51	7 078
Trasporto assi principali palificata	25 073		3 571		7 078
<b>Nmax</b>	<b>2 853</b>				
<b>Nmin</b>	<b>2 162</b>				
<b>H max</b>	<b>560</b>				

**8.7 Sismica**

**SISM. GEO2 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO IL BASSO(SV+) + SISMA LONG**

CODICE CARICO	DESCRIZIONE	FATTOR.	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	Mt [kNm]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	MI [kNm]	
1	PESO PROPRIO SPALLA	-	1.000	9 157	0	0	0	33 234	0	-270
2	PESO TERRENO	RIEMPIMENTO	1.000	6 505	0	0	0	36 103	0	-12 685
2_1	PESO TERRENO	RICOPRIMENTO	1.000	672	0	0	0	672	0	1 747
7	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	SISMA LONG + VERT	1.000	4 158	1 750	0	0	10 325	10 325	13 535
9a	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta	SPINTA RIPOSO (M2)	1.000	1 896	4 396	0	0	13 652	11 575	4 570
19a	SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta	SPINTA RIPOSO (M2)	1.000	0	0	0	0	0	0	0
25	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)	TERRENO	1.000	0	4 060	0	0	0	16 036	16 036
12_1	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	PLINTO	1.000	0	984	0	0	0	738	738
12_2	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	M FRONTALE	1.000	0	744	0	0	0	2 752	2 752
12_3	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	PARAGHIAIA	1.000	0	53	0	0	0	366	366
12_3_1	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	OGGETTO I-ESIMO	1.000	0	0	0	0	0	0	0
12_4	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	RISVOLTI	1.000	0	160	0	0	0	754	754
12_5	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	BANDIERE	1.000	0	46	0	0	0	316	316
16	SISMA LONGITUDINALE RINTERRO	-	1.000	0	1 412	0	0	0	6 635	6 635
14_1	SISMA VERTICALE SPALLA	PLINTO	1.000	220	0	0	0	792	0	0
14_2	SISMA VERTICALE SPALLA	M FRONTALE	1.000	166	0	0	0	490	0	108
14_3	SISMA VERTICALE SPALLA	PARAGHIAIA	1.000	12	0	0	0	46	0	-1
14_3_1	SISMA VERTICALE SPALLA	OGGETTO I-ESIMO	1.000	0	0	0	0	0	0	0
14_4	SISMA VERTICALE SPALLA	RISVOLTI	1.000	36	0	0	0	202	0	-70
14_5	SISMA VERTICALE SPALLA	BANDIERE	1.000	11	0	0	0	91	0	-50
18	SISMA VERTICALE RINTERRO	-	1.000	446	0	0	0	1 621	0	-617
TOTALE AZIONI AGENTI				FV [kN] 23 279	FI [kN] 13 605	Ft [kN] 0	Mt [kNm] 0	Msl [kNm] 97 298	Mrl [kNm] 49 497	MI [kNm] 33 864



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 41 di 83

Condizione peggiore	N [kN]	HI [kN]	MI [kN m]	Ht [kN]	Mt [kN m]
<b>SISM. GEO2</b>	23 279	13 605	33 864	0	0
Trasporto al baricentro palificata	23 279	13 605	33 864	0	0
Trasporto assi principali palificata	23 279		33 864		0
<b>Nmax</b>	<b>3 739</b>				
<b>Nmin</b>	<b>917</b>				
<b>H max</b>	<b>1 361</b>				

**8.8 Riepilogo carichi sui pali**

Carichi massimi sui pali

	Np-max	Np-min	Hp-max
SLU STR	3704	2922	744
SISM STR	3739	917	1361

	Np-max	Np-min	Hp-max
SLU GEO	2853	2162	560
SISM GEO	3739	917	1361

	Np-max	Np-min	Hp-max
SLE RARA	2727	2159	558

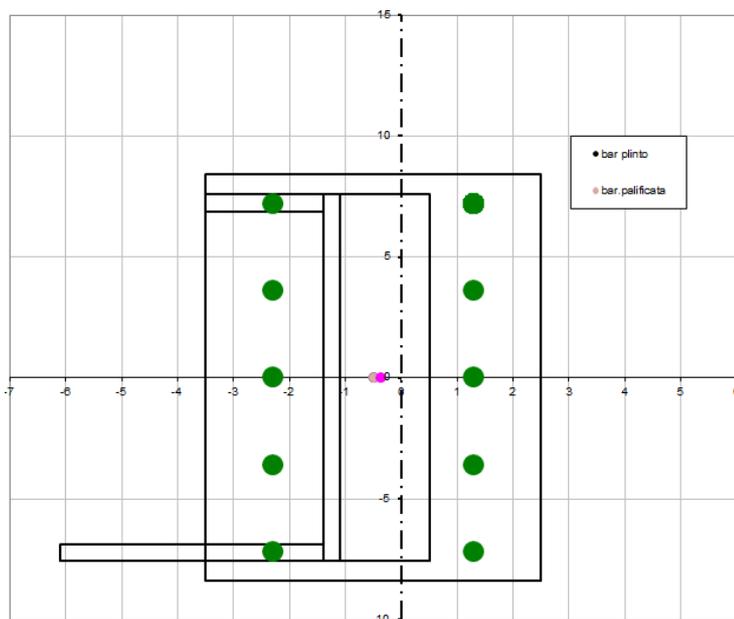
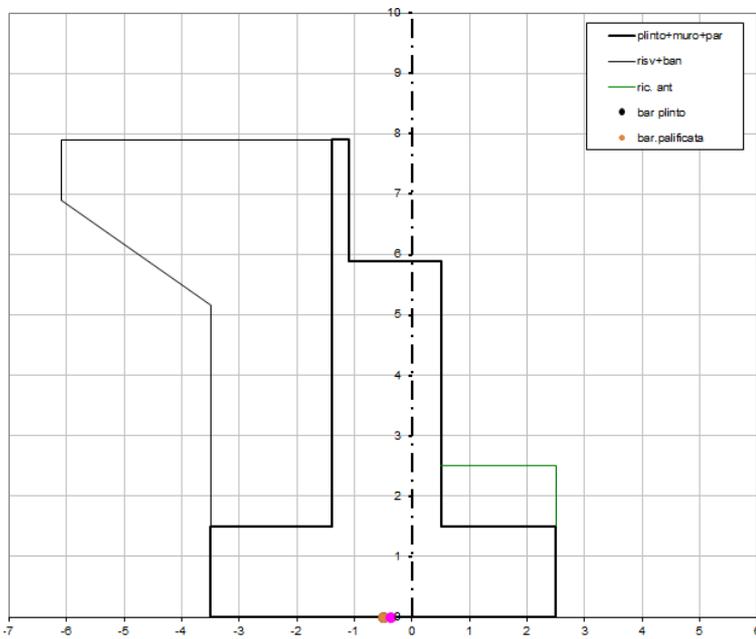
**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RS0S	00	E	78	CL	VI0000	001	B	42 di 83

**9 ANALISI SPALLA B**

**9.1 Geometria**

La spalla B è simile alla A. Alloggia però gli appoggi mobili ed ha un muro frontale leggermente più stretto. I pali tuttavia hanno l'interasse longitudinale di 3.6m contro i 4.8m della Spalla A. Senza ripetere tutti i passaggi effettuati nella spalla A, vengono qui riportate le principali fasi di calcolo della spalla al fine di dimostrare che le sollecitazioni in testa ai pali sono inferiori a quelli della spalla A.





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 43 di 83

## 9.2 Parametri di calcolo

TERRENO (con $\gamma_M$ (M1))						TERRENO (con $\gamma_M$ (M2))					(M2)/(M1)				
20.00	2.04	35.00	0.426	0.271	0.429	0.337	29.26	0.511	0.343	0.528	0.416	1.199	1.267	1.228	1.233
SISMA						CLS		ALTEZZE		PARAMETRI		PARAMETRI			
$g$ [m/sec <sup>2</sup> ]	$a_{g0}$ [g]	$\sigma_H$ [g]	$\sigma_V$ [g]	$a_H$ [m/sec <sup>2</sup> ]	$a_V$ [m/sec <sup>2</sup> ]	$\gamma$ [KN/m <sup>3</sup> ]	$m$ [KNm/m <sup>3</sup> ]	H [m]	H1	f (M1)	$\delta$ [°]	f (M2)	$\delta$ [°]		
9.81	0.147	0.217	0.190	2.13	0.50	25.00	2.55	7.90	6.40	0.50	23.3	0.40	23.3		
SOVRACCARICO ACCIDENTALE															
B(q) [m]	L(fr) [m]	q [KN/m <sup>2</sup> ]													
15.17	13.68	20.00													

ENTITA' DELLE SPINTE (con $\gamma_M$ (M1)) - per $\gamma_M$ (M2) si adottano opportuni coefficienti correttivi nelle combinazioni															
DIREZIONE LONGITUDINALE									SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE)						
SPINTA RIPOSO (M1)				SPINTA ATTIVA (M1)				verso il basso SV(+)		verso l'alto SV(-)					
	$\lambda_0$	$F_{0h}$ [kN]	$F_{0v}$ [kN]	$F_0$ [kN]	$\lambda_a$	$F_{ah}$ [kN]	$F_{av}$ [kN]	$F_a$ [kN]	$\lambda_s^+$	F [kN]	$\Delta F$ [kN]	$\lambda_s^-$	F [kN]	$\Delta F$ [kN]	
terreno	0.426	3 365	1 451	3 665	0.271	2 329	0	2 329	terreno M1	0.429	3 690	1 361	0.337	2 897	569
sovr. acciden	0.426	852	367	928	0.271	590	0	590	terreno M2	0.528	4 533	1 582	0.416	3 572	620
									SPINTA LONGT WOOD						
									$a_{max}$	$\Delta F$ [kN]					
									terreno	0.217	3 730				

DIREZIONE TRASVERSALE															
SPINTA RIPOSO (M1)				SPINTA ATTIVA (M1)				SOVRASPINTA SISMICA GLOBALE (MONONOBE - OKABE)							
	$\lambda_0$	$F_{0h}$ [kN]	$F_{0v}$ [kN]	$F_0$ [kN]	$\lambda_a$	$F_{ah}$ [kN]	$F_{av}$ [kN]	$F_a$ [kN]	verso il basso SV(+)		verso l'alto SV(-)				
	$\lambda_s^+$	F [kN]	$\Delta F$ [kN]	$\lambda_s^-$	F [kN]	$\Delta F$ [kN]									
risvolti	0.426	0	0	0	0.271	0	0	0	0.429	0	0	0.337	0	0	
bandiere	0.426	35	15	39	0.271	25	15	29	terreno M1	0.429	39	14	0.337	30	6
TOTALE		35				25				39	14		30	6	
									$\lambda_s^+$	F [kN]	$\Delta F$ [kN]	$\lambda_s^-$	F [kN]	$\Delta F$ [kN]	
									0.528	0	0	0.416	0	0	
									terreno M2	0.528	48	17	0.416	38	7
										48	17		38	7	
									SPINTA TRASV WOOD						
									$a_{max}$	$\Delta F$ [kN]					
									terreno su risvolti	0.217	0				
									terreno su bandiere	0.217	0				
									Totale su terreno	0.217	0				

## 9.3 Azioni globali non fattorizzate

### PESO PROPRIO SPALLA

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	et [m]	Mt [kNm]
<b>PLINTO</b>	3 780			3.00	0.75	11 340			0
<b>MURO FRONTALE</b>	3 171			2.95	3.70	9 353		0.60	1902
<b>PARAGHIAIA</b>	228			3.75	6.90	853		0.60	137
<b>OGGETTO I-ESIMO</b>	0			0.00	0.00	0		0.00	0
<b>MURI LATERALI</b>	470			4.95	4.70	2 328		0.00	0
<b>BANDIERA</b>	85			7.10	6.97	602		0.00	0
<b>TOTALE</b>	7 733					24 477			2039

### PESO TERRENO

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>RIEMPIMENTO</b>	3 701			4.95	4.70	18 322		

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

 PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 44 di 83

**RICOPRIMENTO** 672 1.00 2.00 672

**AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO**

condizione	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	et [m]	Mt [kNm]
<b>G1</b>	2 669	0	0	2.50	5.90	6 673	0	0.60	1 467
<b>G2</b>	1 230	0	0	2.50	5.90	3 075	0	0.60	771
<b>SLUGEOacc.5</b>	0	145	51	2.50	5.90	0	902	0.60	437
<b>SLUGEOacc.5</b>	0	145	51	2.50	5.90	0	902	0.60	437
<b>SLUGEOacc.5</b>	0	145	51	2.50	5.90	0	902	0.60	437
<b>SLUGEOacc.5</b>	0	145	51	2.50	5.90	0	902	0.60	437
<b>SLUGEOacc.7</b>	0	145	41	2.50	5.90	0	902	0.60	320
<b>SLUGEOacc.4</b>	0	87	85	2.50	5.90	0	541	0.60	729
<b>SLUGEOacc.1</b>	485	87	51	2.50	5.90	1 213	541	0.60	1 204
<b>SLUGEOacc.1</b>	1 610	87	51	2.50	5.90	4 024	541	0.60	8 792
<b>SLUGEOacc.1</b>	0	87	51	2.50	5.90	0	541	0.60	437
<b>SLUGEOacc.1</b>	0	87	51	2.50	5.90	0	541	0.60	437
<b>SLUGEOacc.2</b>	-45	87	51	2.50	5.90	-114	541	0.60	410
<b>SLUGEOacc.1</b>	2 095	87	51	2.50	5.90	5 238	541	0.60	8 335
<b>SISMA LONG - VERT</b>	3 866	59		2.50	5.90	9 665	366	0.60	2 320
<b>SISMA LONG + VERT</b>	4 158	59		2.50	5.90	10 395	366	0.60	2 495
<b>SISMA +TRASV - VERT</b>	3 753		879	2.50	5.90	9 100	0	0.60	8 669
<b>SISMA +TRASV + VERT</b>	4 045		879	2.50	5.90	10 108	0	0.60	8 844
<b>SISMA -TRASV - VERT</b>	3 753		879	2.50	5.90	8 445	0	0.60	8 669
<b>SISMA -TRASV + VERT</b>	4 045		879	2.50	5.90	11 050	0	0.60	8 844

**SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta**

condizione	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>SPINTA RIPOSO (M2)</b>	1 741	4 038		6.00	2.63	10 446	10 633	
<b>SOVRACCARICO (M2)</b>	440	1 022		6.00	3.95	2 640	4 038	
<b>FRENATURA</b>		0			3.95		0	

**SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta**

condizione	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>RISVOLTI (M2)</b>	0		0	1.49	3.63			0
<b>BANDIERE (M2)</b>	18		42	1.49	6.66			310
<b>TOTALE (M2)</b>			42					310

**SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete + delta**

condizione	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>RISVOLTI (M2)</b>	0		0	1.49	4.70			0
<b>BANDIERE (M2)</b>	22		49	1.49	6.97			378

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 45 di 83

TOTALE (M2)

49

378

**SISMA LONGITUDINALE SPALLA**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>PLINTO</b>		820			0.75		615	
<b>M FRONTALE</b>		688			3.70		2 547	
<b>PARAGHIAIA</b>		49			6.90		341	
<b>OGGETTO I-ESIMO</b>		0			0.00		0	
<b>RISVOLTI</b>		102			4.70		482	
<b>BANDIERE</b>		18			6.97		126	
<b>TOTALE</b>		1 678					4 111	

**SISMA TRASVERSALE SPALLA**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>PLINTO</b>			820		0.75			615
<b>M FRONTALE</b>			688		3.70			2 547
<b>PARAGHIAIA</b>			49		6.90			341
<b>OGGETTO I-ESIMO</b>			0		0.00			0
<b>RISVOLTI</b>			102		4.70			482
<b>BANDIERE</b>			18		6.97			126
<b>TOTALE</b>			1 678					4 111

**SISMA VERTICALE SPALLA**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>PLINTO</b>	184			3.00		551		
<b>M FRONTALE</b>	154			2.95		454		
<b>PARAGHIAIA</b>	11			3.75		41		
<b>OGGETTO I-ESIMO</b>	0			0.00		0		
<b>RISVOLTI</b>	23			4.95		114		
<b>BANDIERE</b>	4			7.10		29		
<b>TOTALE</b>	446					1 188		

**SISMA LONGITUDINALE RINTERRO**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>TERRENO</b>		803			4.70		3 774	

**SISMA TRASVERSALE RINTERRO**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>TERRENO</b>			803		4.70			3 774

**SISMA VERTICALE RINTERRO**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>TERRENO</b>	180			4.95		891		

**SPINTA LONGT IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 46 di 83

TERRENO

3 730

3.95

14 734

**SPINTA TRASV IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)**

elemento	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	bl [m]	bh [m]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	Mt [kNm]
<b>RISVOLTI</b>			0		4.70			0
<b>BANDIERE</b>			40		6.97			277

**9.4 Caratteristiche palificata**

Nel seguito vengono riportate per intero solo le combinazioni che generano le massime azioni sui pali.

	7.20	3.60	0.00	-3.60	-7.20
1.80	1	1	1	1	1
-1.80	1	1	1	1	1

<b>dimensione long.fondazione</b>	6.00 m
<b>dimensione trasv. fondazione</b>	16.80 m
<b>i(min) pali direzione long.</b>	3.60 m
<b>i(min) pali in dir. Trasv.</b>	3.60 m
<b>Δi rispetto ad i(min) long</b>	0.00 m
<b>Δi rispetto ad i(min) trasv</b>	0.00 m
<b>diametro dei pali</b>	1200 mm
<b>Numero di pali totale</b>	10
<b>Modulo long.minimo palo</b>	18.0 m
<b>Modulo trasv.minimo palo</b>	36.0 m
<b>Elong</b>	0.00 m
<b>Etrasv</b>	0.00 m
<b>Teta</b>	0

**9.5 SLE rara**

**SLE RARA.12**

CODICE CARICO	DESCRIZIONE	FATTOR.	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	Mt [kNm]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	MI [kNm]
1	PESO PROPRIO SPALLA	1.000	7 733	0	0	0	24 477	0	-110
2	PESO TERRENO	1.000	3 701	0	0	0	18 322	0	-6 847
2_1	PESO TERRENO	1.000	672	0	0	0	672	0	1 344
3	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	1.000	2 669	0	0	0	6 673	0	1 388
3_1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	1.000	1 230	0	0	0	3 075	0	640
4_12	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	1.000	1 822	67	39	6 111	4 554	416	1 343
9a	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta	1.000	1 741	4 038	0	0	10 446	10 633	4 875
19a	SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta	1.000	18	0	42	0	0	0	59
10a	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta	1.000	440	1 022	0	0	2 640	4 038	2 585
20a	SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete	1.000	22	0	49	0	0	0	72
TOTALE AZIONI AGENTI			FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	Mt [kNm]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	MI [kNm]
			20 048	5 127	130	6 111	70 859	15 087	5 349

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 47 di 83

Condizione peggiore	N [kN]	HI [kN]	MI [kN m]	Ht [kN]	Mt [kN m]
<b>SLE RARA.12</b>	20 048	5 127	5 349	130	6 111
Trasporto al baricentro palificata	20 048	5 127	5 349	130	6 111
Trasporto assi principali palificata	20 048		5 349		6 111
<b>Nmax</b>	<b>2 472</b>				
<b>Nmin</b>	<b>1 538</b>				
<b>H max</b>		<b>513</b>			

**9.6 SLU GEO**

**SLE GEO.12**

CODICE CARICO	DESCRIZIONE	FATTOR.	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	Mt [kNm]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	MI [kNm]
1	PESO PROPRIO SPALLA	-	7 733	0	0	0	24 477	0	-110
2	PESO TERRENO	RIEMPIMENTO	3 701	0	0	0	18 322	0	-6 847
2_1	PESO TERRENO	RICOPRIMENTO	672	0	0	0	672	0	1 344
3	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	G1	2 669	0	0	0	6 673	0	1 388
3_1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	G2	1 599	0	0	0	3 998	0	832
4_12	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	SLUGEOacc.1	2 095	87	51	7 078	5 238	541	1 579
9a	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta	SPINTA RIPOSO (M2)	1 741	4 038	0	0	10 446	10 633	4 875
19a	SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta	SPINTA RIPOSO (M2)	18	0	42	0	0	0	59
10a	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO quiete + delta	SOVRACCARICO (M2)	440	1 022	0	0	2 640	4 038	2 585
20a	SPINTA TRASVERSALE SOVRACCARICO - quiete	SOVRACCARICO (M2)	22	0	49	0	0	0	72
TOTALE AZIONI AGENTI			FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	Mt [kNm]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	MI [kNm]
			20 690	5 147	142	7 078	72 466	15 212	5 777

Condizione peggiore	N [kN]	HI [kN]	MI [kN m]	Ht [kN]	Mt [kN m]
<b>SLU GEO.12</b>	20 690	5 147	5 777	142	7 078
Trasporto al baricentro palificata	20 690	5 147	5 777	142	7 078
Trasporto assi principali palificata	20 690		5 777		7 078
<b>Nmax</b>	<b>2 587</b>				
<b>Nmin</b>	<b>1 551</b>				
<b>H max</b>		<b>515</b>			

**9.7 Sismica**

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 48 di 83

**SISM. GEO2 - VERIFICA SISMICA CON SISMA VERTICALE DIRETTO VERSO IL BASSO(SV+) + SISMA LONG**

CODICE CARICO	DESCRIZIONE	FATTOR.	FV [kN]	FI [kN]	Ft [kN]	Mt [kNm]	Msl [kNm]	Mrl [kNm]	MI [kNm]	
1	PESO PROPRIO SPALLA	-	1.000	7 733	0	0	0	24 477	0	-110
2	PESO TERRENO	RIEMPIMENTO	1.000	3 701	0	0	0	18322	0	-6 847
2_1	PESO TERRENO	RICOPRIMENTO	1.000	672	0	0	0	672	0	1 344
7	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	SISMA LONG + VERT	1.000	4 158	59	0	0	10 395	366	2 592
9a	SPINTA LONGITUDINALE TERRENO - quiete + delta	SPINTA RIPOSO (M2)	1.000	1 741	4 038	0	0	10 446	10633	4 875
19a	SPINTA TRASVERSALE TERRENO - quiete + delta	SPINTA RIPOSO (M2)	1.000	0	0	0	0	0	0	0
25	SPINTA LONGT IN CONDIZIONI SISMICHE (WOOD)	TERRENO	1.000	0	3 730	0	0	0	14 734	14 734
12_1	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	PLINTO	1.000	0	820	0	0	0	615	615
12_2	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	M FRONTALE	1.000	0	688	0	0	0	2 547	2 547
12_3	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	PARAGHIAIA	1.000	0	49	0	0	0	341	341
12_3_1	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	OGGETTO I-ESIMO	1.000	0	0	0	0	0	0	0
12_4	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	RISVOLTI	1.000	0	102	0	0	0	482	482
12_5	SISMA LONGITUDINALE SPALLA	BANDIERE	1.000	0	18	0	0	0	126	126
16	SISMA LONGITUDINALE RINTERRO	-	1.000	0	803	0	0	0	3 774	3 774
14_1	SISMA VERTICALE SPALLA	PLINTO	1.000	184	0	0	0	551	0	0
14_2	SISMA VERTICALE SPALLA	M FRONTALE	1.000	154	0	0	0	454	0	57
14_3	SISMA VERTICALE SPALLA	PARAGHIAIA	1.000	11	0	0	0	41	0	-1
14_3_1	SISMA VERTICALE SPALLA	OGGETTO I-ESIMO	1.000	0	0	0	0	0	0	0
14_4	SISMA VERTICALE SPALLA	RISVOLTI	1.000	23	0	0	0	114	0	-48
14_5	SISMA VERTICALE SPALLA	BANDIERE	1.000	4	0	0	0	29	0	-15
18	SISMA VERTICALE RINTERRO	-	1.000	180	0	0	0	891	0	-218
TOTALE AZIONI AGENTI				FV [kN] 18 561	FI [kN] 10 307	Ft [kN] 0	Mt [kNm] 0	Msl [kNm] 66 392	Mrl [kNm] 33 618	MI [kNm] 24 248

Condizione peggiore	N [kN]	HI [kN]	MI [kN m]	Ht [kN]	Mt [kN m]
<b>SISM. GEO2</b>	18 561	10 307	24 248	0	0
Trasporto al baricentro palificata	18 561	10 307	24 248	0	0
Trasporto assi principali palificata	18 561		24 248		0
<b>Nmax</b>	<b>3 203</b>				
<b>Nmin</b>	<b>509</b>				
<b>H max</b>	<b>1 031</b>				

**9.8 Riepilogo carichi sui pali**

**Carichi massimi sui pali**

	Np-max	Np-min	Hp-max		Np-max	Np-min	Hp-max		Np-max	Np-min	Hp-max
SLU STR	3 412	2 434	567	SLU GEO	2 587	1 551	515	SLE RARA	2 472	1 538	513
SISM STR	3 203	509	1 031	SISM GEO	3 203	509	1 031				

Come prevedibile e come risultato dalle tabelle precedenti le sollecitazioni agenti sono inferiori a quelli della spalla A.

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

 PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 49 di 83

**10 VERIFICHE LOCALI SPALLE**
**10.1 Muro frontale**

Viene verificato il muro frontale della spalla A che è senz'altro il più sollecitato. Il muro viene calcolato in favore di sicurezza con lo schema di calcolo a mensola. Il calcolo è riferito a 1m di larghezza. Tutta l'elevazione rientra nella classe XC3 e pertanto in condizioni ordinarie.

VALORI CARATTERISTICI - MURO FRONTALE				
AZIONI	FATTOR	m [KNm/ml]	t [KNm/ml]	n [KN/ml]
SPINTA A RIPOSO	1	342	192	0
SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO	1	160	60	0
SPINTA WOOD	1	569	177	0
MASSA PARAGHIAIA	1	15	3	0
MASSA MURO FRONTALE	1	83	38	0
G1	1	73	0	163
G2	1	34	0	75
SLUSTRacc.1	1	96	6	150
SISMA LONG - VERT	1	589	107	235
PESO PROPRIO PARAGHIAIA	1	0	0	15
PESO PROPRIO MURO	1	0	0	209

VERIFICA IN FASE SISMICA MURO FRONTALE				
AZIONI	FATTOR	m [KNm/ml]	t [KNm/ml]	n [KN/ml]
SPINTA A RIPOSO	1.00	410	192	0
SPINTA WOOD	1.00	569	177	0
MASSA PARAGHIAIA	1.00	15	3	0
MASSA MURO FRONTALE	1.00	83	38	0
SISMA LONG - VERT	1.00	589	107	235
PESO PROPRIO PARAGHIAIA	1.00	0	0	15
PESO PROPRIO MURO	1.00	0	0	209
TOTALE		1 666	517	459

VERIFICA IN FASE ESERCIZIO SLU STR MURO FRONTALE				
AZIONI	FATTOR	m [KNm/ml]	t [KNm/ml]	n [KN/ml]
SPINTA A RIPOSO	1.35	462	217	0
SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO	1.35	217	68	0
G1	1.35	99	0	220
G2	1.50	51	0	113
SLUSTRacc.1	1.00	96	6	150
PESO PROPRIO PARAGHIAIA	1.00	0	0	15
PESO PROPRIO MURO	1.00	0	0	209
TOTALE		925	291	707

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 50 di 83

<b>VERIFICA IN FASE DI ESERCIZIO (SLE rara) MURO FRONTALE</b>				
AZIONI	FATTOR	m [KNm/ml]	t [KNm/ml]	n [KN/ml]
SPINTA A RIPOSO	1.00	342	160	0
SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO	1.00	160	50	0
G1	1.00	73	0	163
G2	1.00	34	0	75
SLUSTRacc.1	0.74	71	5	111
PESO PROPRIO PARAGHIAIA	1.00	0	0	15
PESO PROPRIO MURO	1.00	0	0	209
<b>TOTALE</b>		<b>680</b>	<b>215</b>	<b>573</b>

<b>VERIFICA IN FASE DI ESERCIZIO (SLE frequente) MURO FRONTALE</b>				
AZIONI	FATTOR	m [KNm/ml]	t [KNm/ml]	n [KN/ml]
SPINTA A RIPOSO	1.00	342	160	0
SPINTA SOVRACCARICO A RIPOSO	0.75	120	38	0
G1	1.00	73	0	163
G2	1.00	34	0	75
SLUSTRacc.1	0.74	71	5	111
PESO PROPRIO PARAGHIAIA	1.00	0	0	15
PESO PROPRIO MURO	1.00	0	0	209
<b>TOTALE</b>		<b>640</b>	<b>203</b>	<b>573</b>

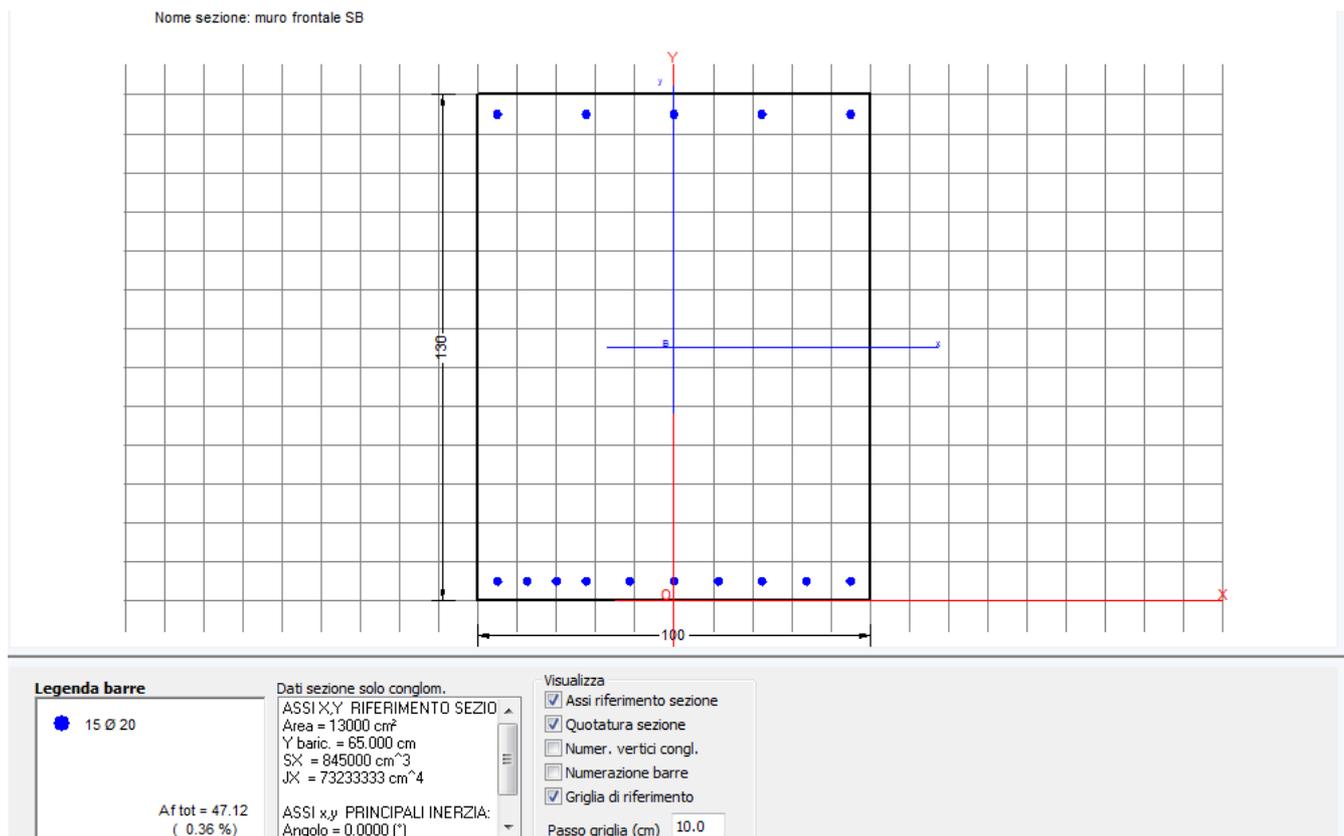
<b>VERIFICA IN FASE DI ESERCIZIO (SLE q.p.) MURO FRONTALE</b>				
AZIONI	FATTOR	m [KNm/ml]	t [KNm/ml]	n [KN/ml]
SPINTA A RIPOSO	1.00	342	160	0
G1	1.00	73	0	163
G2	1.00	34	0	75
PESO PROPRIO PARAGHIAIA	1.00	0	0	15
PESO PROPRIO MURO	1.00	0	0	209
<b>TOTALE</b>		<b>449</b>	<b>160</b>	<b>462</b>

<b>RIEPILOGO SOLLECITAZIONI</b>			
	m [KNm/ml]	t [KNm/ml]	n [KN/ml]
SLE q.p.	449	160	462
SLE fr	640	203	573
SLE rara	680	315	573
SLU STR	925	291	707
SISMICA	1 666	517	459

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 51 di 83

Il muro viene armato con  $\phi 20/20$  correnti verticali rinforzati alla base con  $\phi 20/20$ .



**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE:** muro frontale SB

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Tipologia sezione: Sezione predefinita  
 Forma della sezione: Rettangolare  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.500 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 52 di 83

Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.000	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500	MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm

**ACCIAIO -**

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1^*\beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1^*\beta_2$ :	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20 + 5Ø20	(31.4 cm <sup>2</sup> )
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm <sup>2</sup> )
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	707.00	925.00	0.00	0.00
2	459.00	1666.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	573.00	680.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
---------	---	----

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 53 di 83

1 573.00 640.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	462.00	449.00

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.5 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
Yneuro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	707.00	925.00	708.00	1902.00	2.048	120.1	1778.33	---	---	--- 12)
2	S	459.00	1666.00	459.01	1762.10	1.056	121.4	1653.20	---	---	--- 12)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
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)  
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 compressione)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01611	130.0	0.00174	125.0	-0.04049	5.0
2	0.00350	-0.01906	130.0	0.00148	125.0	-0.04711	5.0

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 54 di 83

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

VerS = combinazione verificata / N = combin. non verificata

Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)  
D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre > 14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.03	129.0	0.00	84.0	-110.2	125.0	19.0	1900	31.4	10.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sclmax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
Sclmin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
K3 = 0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica  
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1\*Beta2  
Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/Sclmin)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es  
srm Distanza media in mm tra le fessure  
wk Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.57	-1.68	---	0.125	1.00	0.400	0.000220 (0.000220)	160	0.060	1165.36

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.63	130.0	0.00	85.9	-99.7	125.0	19.0	1900	31.4	10.0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.44	-1.56	---	0.125	0.50	0.400	0.000199 (0.000199)	160	0.054 (0.40)	1182.73

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.54	130.0	0.00	82.9	-63.0	125.0	19.0	1900	31.4	10.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	1.75	-1.05	---	0.125	0.50	0.400	0.000126 (0.000126)	160	0.034 (0.30)	1228.37

## 10.2 Muri di risvolto e bandiere

Viene verificato il muro di risvolto e la bandiera della spalla A che hanno le dimensioni maggiori. Le spinte considerate sono sempre a riposo e con Wood in condizioni sismiche. Le sollecitazioni sono state calcolate con un modello agli elementi finiti modellando l'intera spalla con le rispettive geometrie al fine di cogliere al meglio il gioco delle rigidità tra i vari elementi. Sono state applicate due forme di spinte, una triangolare ed una uniforme. Tutte le azioni in gioco sono state ottenute applicando opportuni coefficienti.

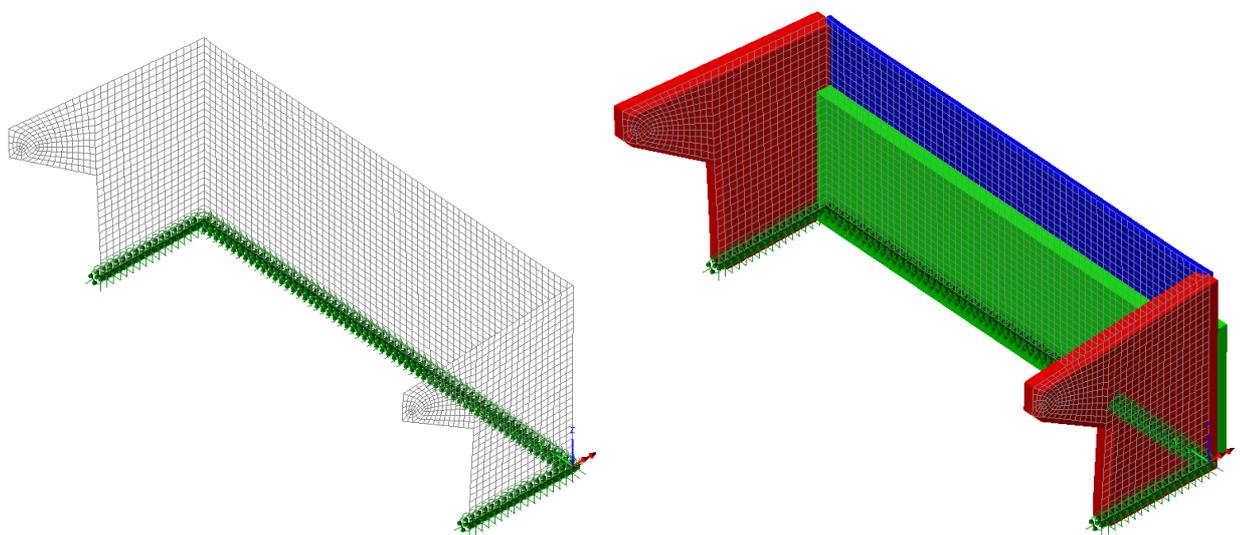


Figure 1 – mesh di calcolo e spessori

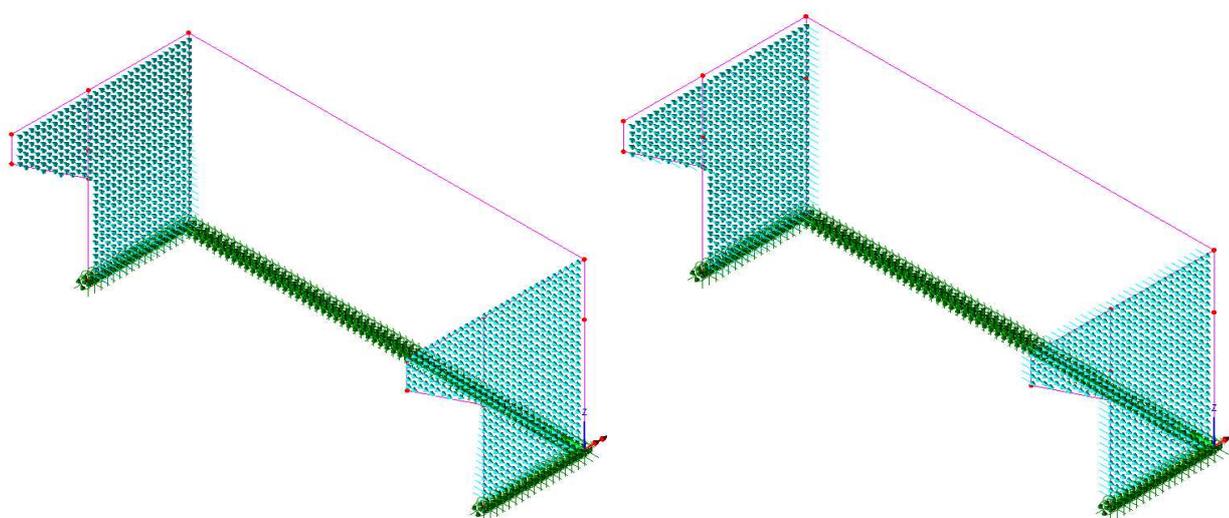


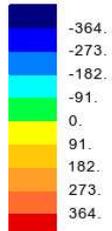
Figure 2 – spinta triangolare e uniforme

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

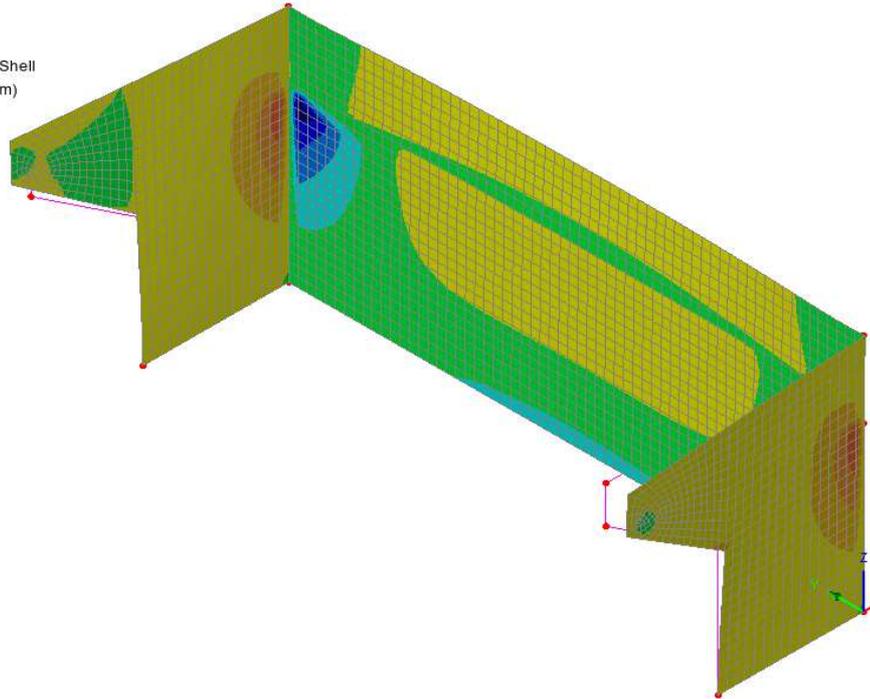
PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RSOS	00	E	78	CL	VI0000	001	B	56 di 83

RIPOSO SLU STR

Entity: Force/Moment - Thick Shell  
Component: Mx (Units: kN.m/m)



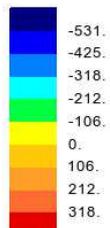
Maximum 374. at node 1725  
Minimum -446. at node 1709



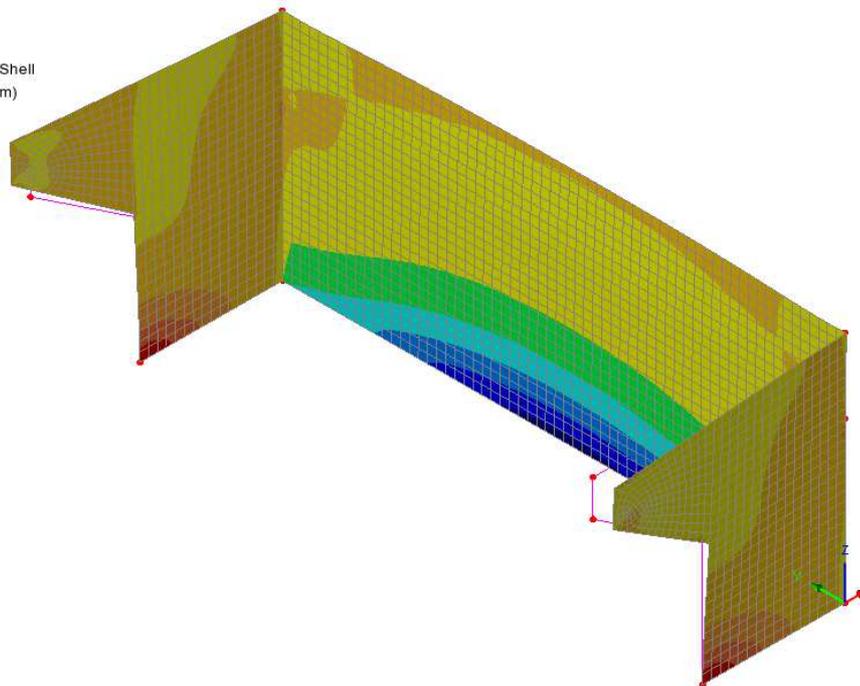
**Figure 3 – momenti orizzontali (SLU STR)**

RIPOSO SLU STR

Entity: Force/Moment - Thick Shell  
Component: My (Units: kN.m/m)



Maximum 395. at node 1  
Minimum -560. at node 48



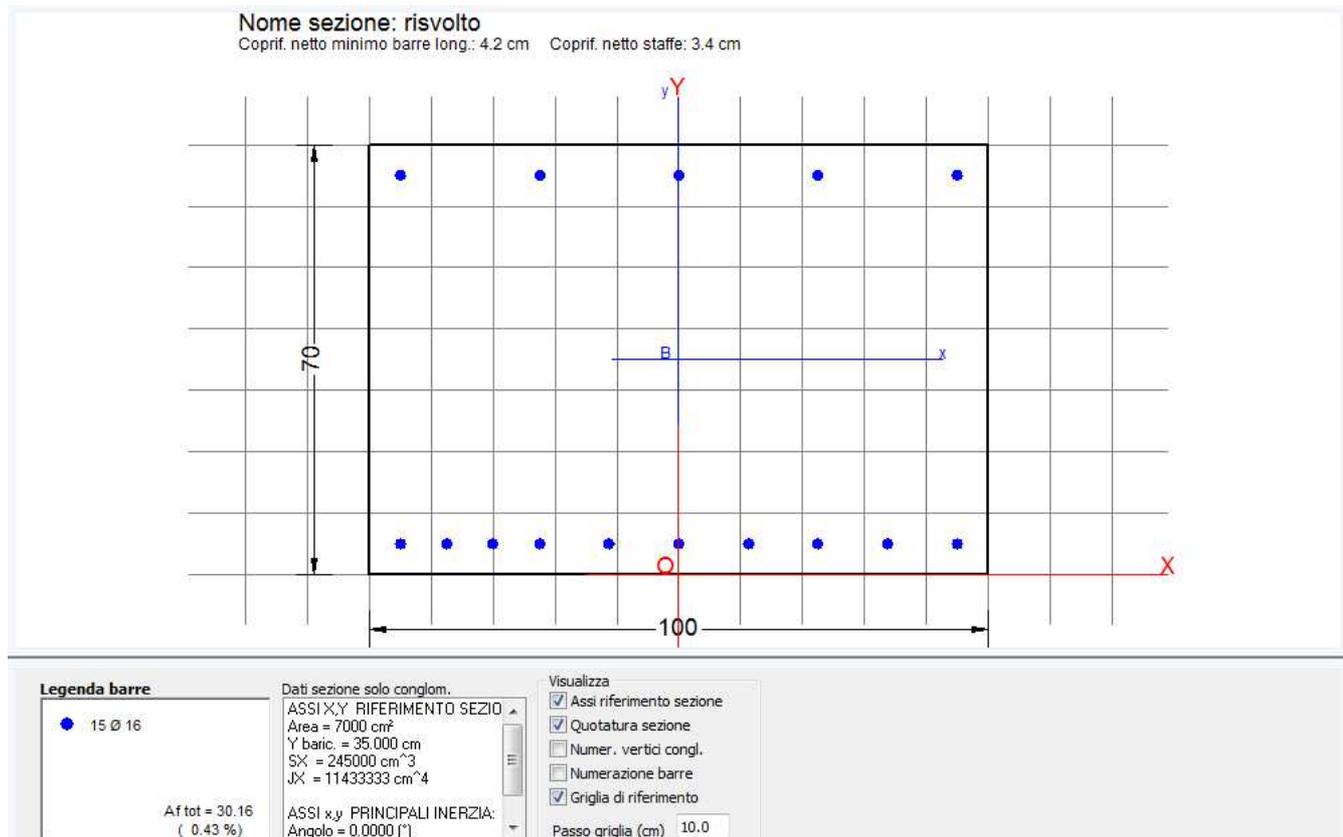
**Figure 4 – momenti verticali (SLU STR)**

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 57 di 83

Vengono tabellate le sollecitazioni massime ottenute. Viene effettuata una sola verifica con le sollecitazioni massime, quelle verticali, al fine di valutare l'armatura massima necessaria. E' sufficiente armare con  $\phi 16/20$  correnti orizzontali e verticali, rinforzati con  $\phi 20/20$  alla base del risolto e all'attacco con il muro frontale all'altezza dell'innesto della paraghiaia.

	momenti (kNm/m)	
	orizzontali	verticali
SLE qp	150	190
SLE frequente	220	260
SLE rara	240	290
SLU STR	325	390
SISMICA	333	444



**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE:** risolto

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Stati Limite Ultimi

N.T.C.

Sezione predefinita

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 58 di 83

Forma della sezione: Rettangolare  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

**CALCESTRUZZO -** Classe: C30/37  
Resistenza compress. di calcolo fcd: 17.00 MPa  
Resistenza compress. ridotta fcd': 8.500 MPa  
Deform. unitaria max resistenza ec2: 0.0020  
Deformazione unitaria ultima ecu: 0.0035  
Diagramma tensioni-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa  
Resis. media a trazione fctm: 2.900 MPa  
Coeff.Omogen. S.L.E.: 15.00  
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 18.000 MPa  
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 18.000 MPa  
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.400 mm  
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 13.500 MPa  
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.300 mm

**ACCIAIO -** Tipo: B450C  
Resist. caratt. a snervamento fyk: 450.00 MPa  
Resist. caratt. a rottura ftk: 450.00 MPa  
Resist. a snerv. di calcolo fyd: 391.30 MPa  
Resist. ultima di calcolo ftd: 391.30 MPa  
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef: 200000.0 MPa  
Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito  
Coeff. Aderenza istant.  $\beta_1 \cdot \beta_2$ : 1.00  
Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 \cdot \beta_2$ : 0.50  
Comb.Rare - Sf Limite: 360.00 MPa

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Base: 100.0 cm  
Altezza: 70.0 cm  
Barre inferiori: 5Ø16 + 5Ø16 (20.1 cm<sup>2</sup>)  
Barre superiori: 5Ø16 (10.1 cm<sup>2</sup>)  
Coprif.Inf.(dal baric. barre): 5.0 cm  
Coprif.Sup.(dal baric. barre): 5.0 cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	390.00	0.00	0.00
2	0.00	444.00	0.00	0.00



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO**

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 59 di 83

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	563.00	290.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	563.00	260.00 (373.03)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	452.00	190.00 (386.61)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.9 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
Yneutro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0.00	390.00	0.28	492.56	1.263	64.6	470.35	0.08	0.70	20.1 (10.9)
2	S	0.00	444.00	0.28	492.56	1.108	64.6	470.35	0.08	0.70	20.1 (10.9)

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 60 di 83

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.01606	70.0	0.00024	65.0	-0.03888	5.0
2	0.00350	-0.01606	70.0	0.00024	65.0	-0.03888	5.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza media in cm tra le barre tese efficaci utilizzata nel calcolo di fessurazione (se Dbarre >14Ø viene posto Dbarre=14Ø nel calcolo di fess. [B.6.6.3 Circ. 252/96])

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.63	70.0	0.00	43.6	-123.7	65.0	16.2	1620	20.1	10.0

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sclmax	Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
Sclmin	Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]
K3	=0,125 per flessione; = 0,25 (Sclmin + Sclmax)/(2 Sclmin) per trazione eccentrica
Beta12	Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Psi	= 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/Sclmin)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure . Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es
srm	Distanza media in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.96	-2.34	---	0.125	1.00	0.400	0.000247 (0.000247)	168	0.071	359.79

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	5.04	70.0	0.00	42.1	-100.6	65.0	16.2	1620	20.1	10.0



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO**

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 61 di 83

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	3.63	-2.02	---	0.125	0.50	0.400	0.000201 (0.000201)	168	0.058 (0.40)	373.03

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI**

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.67	70.0	0.00	40.6	-66.6	65.0	16.2	1620	20.1	10.0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Scmax	Scmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	2.71	-1.43	---	0.125	0.50	0.400	0.000133 (0.000133)	168	0.038 (0.30)	386.61

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RSOS	00	E	78	CL	VI0000	001	B	62 di 83

### 10.3 Ritegni sismici

Il peso totale dell'impalcato è di circa 7800 kN. Visto lo schema in semplice appoggio su spalle rigide, l'accelerazione massima è pari a  $ag \cdot S$ . La forza sismica totale è pari quindi a  $0.217 \cdot 7800 = 1693$  kN.

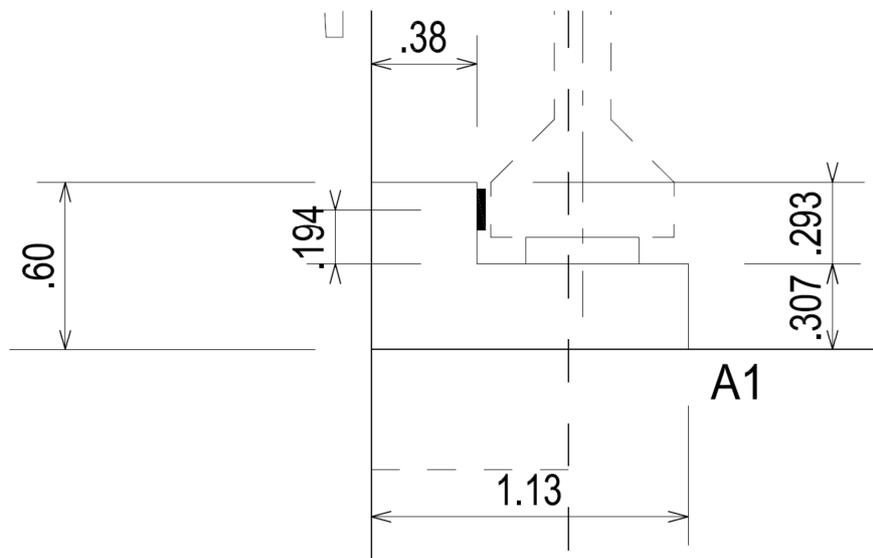
In direzione trasversale, la forza sul singolo ritegno vale quindi  $1693/2 \approx 847$  kN

In direzione longitudinale si utilizzano 3 ritegni totali dietro le travi, pertanto la forza è più piccola ed inoltre la carpenteria del ritegno è più grande.

Tuttavia vengono verificati sia il ritegno trasversale che quello longitudinale, entrambi con una forza di 900 kN (in favore di sicurezza), ipotizzando quindi che solo 2 dei 3 ritegni longitudinali entrino in azione.

#### Ritegno trasversale

Come sezione di verifica si considerano quelle a filo superiore baggiolo e quella a quota testa spalla.



Sezione a filo superiore baggiolo

Vengono inseriti 7Φ22 quale armatura del tirante e staffe 4Φ16 a 4 braccia.

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

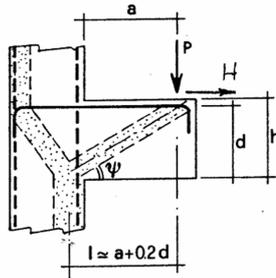
PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 63 di 83

**Verifica di una mensola tozza - DM 08**

Con riferimento alle Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 12 Gennaio 2008" ed alle figure e ai simboli indicati validi per una generica mensola tozza si ha:

**dati di progetto:**

h = 0.38 m  
a = 0.2 m  
d = 0.33 m  
b = 0.75 m  
P = 900 KN  
H = 0 KN



**caratteristiche calcestruzzo**

Rck = 40 MPa  
fck = 32 MPa  
γc = 1.5  
fcd = 21.3 MPa

**caratteristiche acciaio**

fyk = 450 MPa  
γs = 1.15  
fyd = 391 MPa

**armatura di forza tirante:**

φ = 22 mm diametro armatura  
i = 10 cm passo armatura  
ns = 1 numero strati  
n = 7.0 numero di barre  
c = 4 cm copriferro netto  
φ' = 0 mm diametro ripartitori (armatura ortogonale a quella di forza)  
d' = 5.1 cm  
As = 26.61 cm<sup>2</sup> area del tirante effettiva

**Verifica dell'armatura**

l = 0.27 m a+0.2\*d  
λ = cotg ψ = 0.91 = l/(0.9\*d)  
ψ = 47.73 °  
Pr = Prs = 1143 KN  
Ped = 900 KN  
Pr = 1143 >= 900 =Ped verifica soddisfatta

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda}$$

**Verifica del puntone compresso**

c = 1 = 1; per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura  
= 1.5; per sbalzi di travi provvisti di staffatura  
Prc = 1153 KN  
Prc = 1153 >= 1143 =Prs verifica soddisfatta

$$P_{Rc} = 0.4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RS0S	00	E	78	CL	VI0000	001	B	64 di 83

Sezione a filo testa spalla

Vengono inseriti  $7\Phi 22$  quale armatura del tirante e staffe  $4\Phi 16$  a 4 braccia.

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 65 di 83

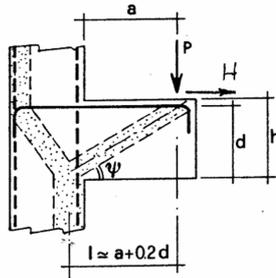
**Verifica di una mensola tozza - DM 08**

Con riferimento alle Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 12 Gennaio 2008" ed alle figure e ai simboli indicati validi per una generica mensola tozza si ha:

**dati di progetto:**

h = 1.13 m  
a = 0.50 m  
d = 1.08 m  
b = 0.75 m

P = 900 KN  
H = 0 KN



**caratteristiche calcestruzzo**

Rck = 40 MPa  
fck = 32 MPa  
γc = 1.5  
fcd = 21.3 MPa

**caratteristiche acciaio**

fyk = 450 MPa  
γs = 1.15  
fyd = 391 MPa

**armatura di forza tirante:**

φ = 22 mm diametro armatura  
i = 10 cm passo armatura  
ns = 1 numero strati  
n = 7.0 numero di barre  
c = 4 cm copriferro netto  
φ' = 0 mm diametro ripartitori (armatura ortogonale a quella di forza)  
d' = 5.1 cm  
As = 26.61 cm<sup>2</sup> area del tirante effettiva

**Verifica dell'armatura**

l = 0.72 m a+0.2\*d  
λ = cotg ψ = 0.74 = l/(0.9\*d)  
ψ = 53.47 °  
Pr = Prs = 1406 KN  
Ped = 900 KN  
Pr = 1406 >= 900 =Ped verifica soddisfatta

$$P_R = P_{R_s} = (A_s f_{y,d} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda}$$

**Verifica del puntone compresso**

c = 1 = 1; per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura  
= 1.5; per sbalzi di travi provvisti di staffatura  
Prc = 4459 KN  
Prc = 4459 >= 1406 =Prs verifica soddisfatta

$$P_{R_c} = 0.4 b d f_{c,d} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{R_s}$$

**Ritegno longitudinale**

Come sezione di verifica si considera quella a quota testa spalla.



Vengono inseriti  $7\Phi 22$  quale armatura del tirante.

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 67 di 83

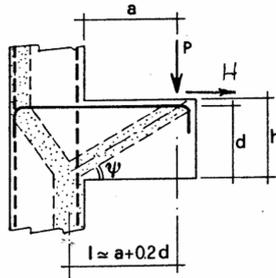
**Verifica di una mensola tozza - DM 08**

Con riferimento alle Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 12 Gennaio 2008" ed alle figure e ai simboli indicati validi per una generica mensola tozza si ha:

**dati di progetto:**

h = 0.85 m  
a = 0.50 m  
d = 0.80 m  
b = 0.65 m

P = 900 KN  
H = 0 KN



**caratteristiche calcestruzzo**

Rck = 40 MPa  
fck = 32 MPa  
γc = 1.5  
fcd = 21.3 MPa

**caratteristiche acciaio**

fyk = 450 MPa  
γs = 1.15  
fyd = 391 MPa

**armatura di forza tirante:**

φ = 22 mm diametro armatura  
i = 10 cm passo armatura  
ns = 1 numero strati  
n = 7.0 numero di barre  
c = 4 cm copriferro netto  
φ' = 0 mm diametro ripartitori (armatura ortogonale a quella di forza)  
d' = 5.1 cm  
As = 26.61 cm<sup>2</sup> area del tirante effettiva

**Verifica dell'armatura**

l = 0.66 m a+0.2\*d  
λ = cotg ψ = 0.92 = l/(0.9\*d)  
ψ = 47.49 °  
Pr = Prs = 1131 KN  
Ped = 900 KN  
Pr = 1131 >= 900 =Ped verifica soddisfatta

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda}$$

**Verifica del puntone compresso**

c = 1 = 1; per sbalzi di piastre non provvisti di staffatura  
= 1.5; per sbalzi di travi provvisti di staffatura  
Prc = 2399 KN  
Prc = 2399 >= 1131 =Prs verifica soddisfatta

$$P_{Rc} = 0,4bd f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 68 di 83

**10.4 Cuscinetto**

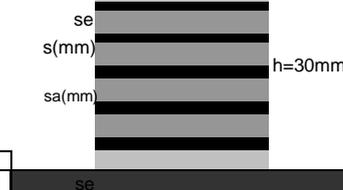
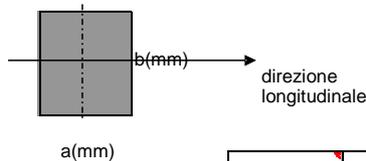
Lato spalla, viene inserito su ogni ritegno un cuscinetto in neoprene armato 150x300x30 mm, atto a sopportare la forza sismica di 900 kN.

**Dimensionamento apparecchi di appoggio in gomma - UNI EN 1337-3:2005**

Verifica allo Stato Limite Ultimo

Azioni			
	Fzd	Htd	Hld
max [kN]	900.0		
min [kN]			

fy [MPa]	G [Mpa]	vxd [mm]	vvd [mm]	α [rad]
235	0.9			0



Appoggi rettangolari	b(mm)	a(mm)	nsg	s(mm)	nsa	sa(mm)	hg(mm)	h(mm)	A <sub>c</sub> (mm <sup>2</sup> )
	300	150	2	8	3	3	16	30	45000

**- dati geometrici**

distanza bordo lamierino - bordo gomma	d1	4 mm
dimensione trasversale lamierino	a'=a-2*d1	142 mm
dimensione longitudinale lamierino	b'=b-2*d1	292 mm
area efficace dell'appoggio	A1=a'*b'	41 464 mm <sup>2</sup>
perimetro del lamierino	lp=2*(a'+b')	868 mm
spessore efficace dell'elastomero	te=s	8 mm
fattore di forma	S=A1/lp/te	6.0 -
area efficace ridotta dell'appoggio	Ar	41 464 mm <sup>2</sup>

deformazione di progetto per carichi di compressione	ecd	6.0 -
deformazione di progetto dovuta ai movimenti traslatori	eqd	0 -
deformazione di progetto dovuta alle rotazioni	ead	0 -
fattore che dipende dal tipo di carico	Kl	1

**- verifica della deformazione massima**

somma delle deformazioni	etd	6.0 -
deformazione limite caratteristica	euk	7.0 -
coefficiente parziale di sicurezza	gm	1
deformazione limite di progetto	eud	7.0 -

verifica etd **6.0 <** 7.0

**- verifica spessore minimo lamierino**

spessore gomma su un lato del lamierino	t1	8 mm
spessore gomma su un lato del lamierino	t2	8 mm
fattore di correzione delle tensioni	Kp	1.3 -
influenza dei fori sulla gomma	Kh	1 -
coefficiente parziale di sicurezza	gm	1 -

spessore minimo lamierino etd **1.6 mm**

**- verifica di stabilità**

pressione di progetto	sz	21.7 MPa
fattore di forma	S1=S	6.0 -
spessore totale della sola gomma	Te	21 mm
pressione limite	sz-lim	24.2 MPa

verifica sz **21.7 <** 24.2



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE

PROGETTO	LOTTO	FASE	ENTE	COD.	DOC.	PROG.	REV.	FOGLIO
RSOS	00	E	78	CL	VI0000	001	B	69 di 83

## 11 VERIFICHE PALO

In questo capitolo viene riportata la verifica strutturale e geotecnica del palo in termini di capacità resistente verticale e orizzontale. La verifica a carico verticale è stata effettuata in condizioni di esercizio (comb. GEO) e in condizioni sismiche. In esercizio è possibile la condizione di massima piena e pertanto è stata considerata la falda a piano campagna, in condizioni sismiche invece la falda è stata considerata alla sua quota corrente di 6m da p.c.

Per la capacità portante orizzontale la verifica dimensionante è quella in condizioni sismiche. Al fine di garantire la resistenza del terreno è necessario armare il palo in testa con 48 $\phi$ 30 pari al 3.0% dell'area del calcestruzzo. Tale armatura è comunque limitata ai 6 m superficiali del palo dove è possibile la formazione della cerniera plastica.

La verifica si riferisce al palo maggiormente caricato che si ha nella Spalla A.

Per il dimensionamento delle fondazioni si distingue la seguente stratigrafia desunta dal sondaggio D35 e si associano i seguenti parametri geotecnici, cautelativi in accordo a quanto riportato nella relazione geotecnica:

**Unità bb – argilla limosa** da 0.0 a 16.5 m: (quota assoluta del letto delle argille limose=116.30 m s.l.m.m)  
 $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $\phi' = 20^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $c_u = 80 \text{ kPa}$  resistenza al taglio non drenata

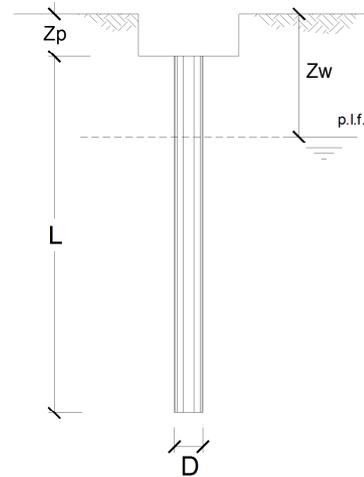
**Unità AAC – argille marnose** da 16.5 a 40.0 m:  
 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $\phi' = 25^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $c' = 10 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $c_u = 300 \text{ kPa}$  resistenza al taglio non drenata

### 11.1 Capacità portante verticale del palo in condizioni drenate

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D):	<b>1.20</b>	(m)	Area del Palo (A <sub>p</sub> ):	<b>1.131</b>	(m <sup>2</sup> )
Quota testa Palo dal p.c. (z <sub>p</sub> ):	<b>1.60</b>	(m)	Quota falda dal p.c. (z <sub>w</sub> ):	<b>0.00</b>	(m)
Carico Assiale Permanente (G):	<b>2853</b>	(kN)	Carico Assiale variabile (Q):		(kN)
Numero di strati	<b>2</b>		L <sub>palo</sub> =	<b>24.00</b>	(m)

coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz.
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			<b>1.10</b>	<b>1.20</b>	<b>1.50</b>	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	<b>1.00</b>
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	<b>1.00</b>

PARAMETRI MEDI						
Strato	Spess	Tipo di terreno	Parametri del terreno			C <sub>u med</sub>
			γ	C' med	Φ' med	
(-)	(m)		(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)
1	14.00		19.50	0.0	20.0	
2	10.00		20.00			300.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0.66	0.36		<b>0.00</b>
0.00	0.00		<b>0.35</b>

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)						
Strato	Spess	Tipo di terreno	Parametri del terreno			C <sub>u min</sub>
			γ	C' min	Φ' min	
(-)	(m)		(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)
1	14.00		19.50		20.0	
2	10.00		20.00			300.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0.66	0.36		<b>0.00</b>
0.00	0.00		<b>0.35</b>

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 71 di 83

**RISULTATI**

Strato	Spess	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Qsi (kN)	Nq (-)	Nc (-)	qb (kPa)	Qbm (kN)	Qsi (kN)	Nq (-)	Nc (-)	qb (kPa)	Qbm (kN)
1	14.00		1032.7					1032.7				
2	10.00		3958.4	0.00	9.00	3204.2	3623.9	3958.4	0.00	9.00	5042.0	5702.4

**CARICO ASSIALE AGENTE**

$$N_d = N_G \cdot \gamma_G + N_Q \cdot \gamma_Q$$

$$N_d = 2853.0 \text{ (kN)}$$

**CAPACITA' PORTANTE MEDIA**

$$\text{base } R_{b,cal \text{ med}} = 3623.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ med}} = 4991.1 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ med}} = 8614.9 \text{ (kN)}$$

**CAPACITA' PORTANTE MINIMA**

$$\text{base } R_{b,cal \text{ min}} = 5702.4 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ min}} = 4991.1 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ min}} = 10693.4 \text{ (kN)}$$

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

$$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{b,cal \text{ min}}/\xi_4) = 2131.7 \text{ (kN)}$$

$$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{s,cal \text{ min}}/\xi_4) = 2935.9 \text{ (kN)}$$

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 5067.6 \text{ (kN)}$$

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**

$$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$$

$$R_{c,d} = 3278.7 \text{ (kN)}$$

$$F_s = R_{c,d} / N_d$$

$$F_s = 1.15$$

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

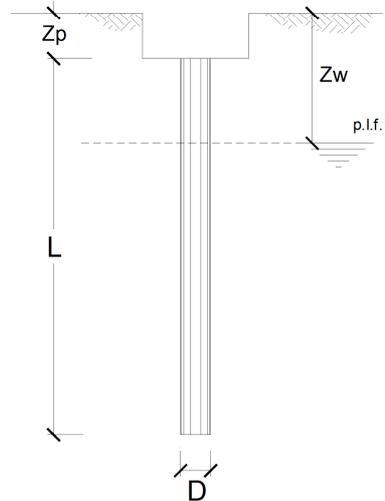
PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 72 di 83

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): **1.20** (m) Area del Palo (Ap): **1.131** (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): **1.60** (m) Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): **6.00** (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): **3739** (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)  
 Numero di strati **2** Lpalo = **24.00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> traz
SLU	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<b>1.10</b>	<b>1.20</b>	<b>1.50</b>	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A	prog.
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	<b>1.00</b>
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	<b>1.00</b>

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' med (kPa)	φ' med (°)	c <sub>u</sub> med (kPa)
1	14.00		19.50	0.0	20.0	
2	10.00		20.00			300.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.66	0.36		0.00
0.00	0.00		0.35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' min (kPa)	φ' min (°)	c <sub>u</sub> min (kPa)
1	14.00		19.50		20.0	
2	10.00		20.00			300.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.66	0.36		0.00
0.00	0.00		0.35

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 73 di 83

**RISULTATI**

Strato	Spess	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)					
			Qsi (kN)	Nq (-)	Nc (-)	qb (kPa)	Qbm (kN)	Qsi (kN)	Nq (-)	Nc (-)	qb (kPa)	Qbm (kN)	
1	14.00	argilla consistente	1703.7					1703.7					
2	10.00	argilla consistente	3958.4	0.00	9.00	3204.2	3623.9	3958.4	0.00	9.00	5042.0	5702.4	

**CARICO ASSIALE AGENTE**

$$N_d = N_G \cdot \gamma_G + N_Q \cdot \gamma_Q$$

$$N_d = 3739.0 \text{ (kN)}$$

**CAPACITA' PORTANTE MEDIA**

$$\text{base } R_{b,cal \text{ med}} = 3623.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ med}} = 5662.1 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ med}} = 9285.9 \text{ (kN)}$$

**CAPACITA' PORTANTE MINIMA**

$$\text{base } R_{b,cal \text{ min}} = 5702.4 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ min}} = 5662.1 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ min}} = 11364.4 \text{ (kN)}$$

**CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA**

$$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{b,cal \text{ min}}/\xi_4) = 2131.7 \text{ (kN)}$$

$$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{s,cal \text{ min}}/\xi_4) = 3330.6 \text{ (kN)}$$

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 5462.3 \text{ (kN)}$$

**CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO**

$$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$$

$$R_{c,d} = 4475.2 \text{ (kN)}$$

$$F_s = R_{c,d} / N_d$$

$$F_s = 1.20$$

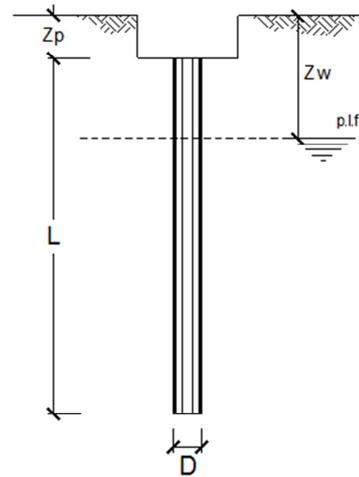
## 11.2 Capacità portante verticale del palo in condizioni non drenate

### DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D):	1.20	(m)	Area del Palo (A <sub>p</sub> ):	1.131	(m <sup>2</sup> )
Quota testa Palo dal p.c. (z <sub>p</sub> ):	1.60	(m)	Quota falda dal p.c. (z <sub>w</sub> ):	0.00	(m)
Carico Assiale Permanente (G):	2853	(kN)	Carico Assiale variabile (Q):		(kN)
Numero di strati	2		L <sub>palo</sub> =	24.00	(m)

coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>straz</sub>
			γ <sub>s</sub>	γ <sub>q</sub>			
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			1.10	1.20	1.50	1.30	1.30

n	1	2	3	4	5	7	≥10	TA	prog.
ξ <sub>1</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ <sub>2</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



### PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' med (kPa)	φ' med (°)	c <sub>u</sub> med (kPa)
1	14.00	argilla consistente	19.50			80.0
2	10.00	argilla consistente	20.00			300.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0.00	0.00		0.35
0.00	0.00		0.35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

### PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c' min (kPa)	φ' min (°)	c <sub>u</sub> min (kPa)
1	14.00	argilla consistente	19.50			80.0
2	10.00	argilla consistente	20.00			300.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0.00	0.00		0.35
0.00	0.00		0.35



**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

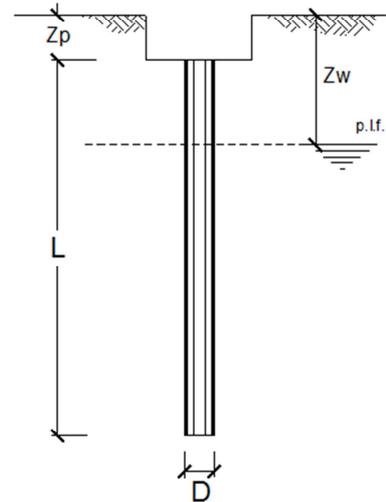
PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 76 di 83

**CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO**

**DATI DI INPUT:**

Diametro del Palo (D): 1.20 (m) Area del Palo (A<sub>p</sub>): 1.131 (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 1.60 (m) Quota falda dal p.c. (z<sub>w</sub>): 6.00 (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): 3739 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)  
 Numero di strati  $2 \frac{1}{2}$  L<sub>palo</sub> = 24.00 (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ <sub>b</sub>	γ <sub>s</sub>	γ <sub>s</sub> trac	
C D	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	●	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88		○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		○	1.10	1.20	1.50	1.30	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ <sub>3</sub>	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ <sub>4</sub>	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

**PARAMETRI MEDI**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c <sub>med</sub> (kPa)	φ <sub>med</sub> (°)	c <sub>u,med</sub> (kPa)
1	14.00	argilla consistente	19.50			80.0
2	10.00	argilla consistente	20.00			300.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0.00	0.00		0.35
0.00	0.00		0.35

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

**PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)**

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m <sup>3</sup> )	c <sub>min</sub> (kPa)	φ <sub>min</sub> (°)	c <sub>u,min</sub> (kPa)
1	14.00	argilla consistente	19.50			80.0
2	10.00	argilla consistente	20.00			300.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0.00	0.00		0.35
0.00	0.00		0.35



**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

**11.3 Carico limite orizzontale di un palo in terreni coesivi.**

Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo:

Fattore di correlazione Psi scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Coeff. parziale di sicurezza sulla resistenza trasversale = 1.3

Verifica condotta in combinazione SISMA

Portanza trasversale di progetto = 1492 kN

Sforzo trasversale di progetto = 1361 kN

Coefficiente di sicurezza = 1.05 > 1

Parametri utilizzati nel calcolo

Geometria:

Palo a testa incastrata

Lunghezza del tratto infisso nel terreno = 24 m

Larghezza del fronte di spinta = 120 cm

Momento di plasticizzazione della sezione = 5728.89 kNm

Dati del suolo:

Calcolo condotto per la condizione non drenata e terreno coesivo

Coesione non drenata = 80 kPa

Palo corto: 
$$H = 9c_u d^2 \left( \frac{L}{d} - 1.5 \right)$$

Palo intermedio: 
$$H = -9c_u d^2 \left( \frac{L}{d} + 1.5 \right) + 9c_u d^2 \sqrt{2 \left( \frac{L}{d} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u d^3} + 4.5}$$

Palo lungo: 
$$H = -13.5c_u d^2 + c_u d^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}}$$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RSOS 00 E 78 CL VI0000 001 B 79 di 83

Palo corto:

$$H1_{med} = 19180.80 \text{ (kN)}$$

$$H1_{min} = 19180.80 \text{ (kN)}$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 7451.02 \text{ (kN)}$$

$$H2_{min} = 7451.02 \text{ (kN)}$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 3158.36 \text{ (kN)}$$

$$H3_{min} = 3158.36 \text{ (kN)}$$

$$H_{med} = 3158.36 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_{min} = 3158.36 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 1857.86 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 1429.12 \text{ (kN)}$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 1361.00 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 1.05$$

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

 PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
 RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 80 di 83

**11.4 Verifica strutturale del palo**

Il palo viene armato con 48 $\phi$ 30 per i primi 6 metri superficiali, poi con 16 $\phi$ 30 per ulteriori 6 m e poi con 16 $\phi$ 20 fino in fondo. Viene armato poi con una spirale  $\phi$ 12/10 per i primi 3 metri superficiali e con una spirale  $\phi$ 10/20 fino in fondo.

*Quota: quota sezione [m]*

*As: Area complessiva delle armature verticali [m<sup>2</sup>]*

*cop: Distanza baricentrica minima delle barre dal lembo esterno [m]*

*Mx: Momento Mx [kN\*m]*

*My: Momento My [kN\*m]*

*N: Sforzo normale [kN]*

*comb: Combinazione peggiore*

*Coeff: Coefficiente sicurezza minimo*

*Sc,max: Tensione massima sul calcestruzzo [kN/m<sup>2</sup>]*

*Sf,max: Tensione massima sull'acciaio [kN/m<sup>2</sup>]*

*Wk,mm: Apertura delle fessure [m]*

*Sm,cm: Distanza media fra le fessure [m]*

*Tx: Taglio Tx [kN]*

*Ty: Taglio Ty [kN]*

*Vrd,4.1.14: Resistenza calcestruzzo non staffato [kN]*

*VRsd,4.1.18: Resistenza staffe [kN]*

*VRcd,4.1.19: Resistenza delle bielle compresse [kN]*

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

**Caratteristiche geometriche**

Diametro 120 cm

Lunghezza 24 m

**Caratteristiche dei materiali**

Calcestruzzo "C25/30" Rck 300

Acciaio "B450C" fyk 450 N/mm<sup>2</sup>

**Verifiche del coefficiente di sicurezza a pressoflessione**

Quota	As	cop	Mx	My	N	comb	Coeff
0	0.033929	0.087	-2447.8557	-0.1729	-868.44	SISMA	2.27241
-0.6	0.033929	0.087	-1695.5477	-0.1198	-3660.98	SISMA	2.62834
-2.66	0.033929	0.087	-63.9917	-0.0045	-3254.8	SISMA	7.98155
-4.38	0.033929	0.085	438.1959	0.031	-3034.6	SISMA	7.13465
-4.61	0.033929	0.085	467.1171	0.033	-2952.89	SISMA	6.87871
-4.83	0.033929	0.085	485.37	0.0343	-2959.15	SISMA	6.86925
-5.03	0.033929	0.085	500.954	0.0354	-2877.46	SISMA	6.78795
-5.31	0.033929	0.085	509.0492	0.036	-2885.29	SISMA	6.77646
-7.97	0.01131	0.085	363.2961	0.0257	-2513.24	SISMA	5.44332
-10.4	0.007097	0.08	147.5282	0.0104	-2151.53	SISMA	7.11925



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO**

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 81 di 83

Quota	As	cop	Mx	My	N	comb	Coeff
-10.43	0.006823	0.08	145.5334	0.0103	-2152.28	SISMA	7.07434
-10.62	0.005027	0.08	131.9566	0.0093	-2073.49	SISMA	7.07436
-13.28	0.005027	0.08	20.5675	0.0015	-1734.86	SISMA	8.4552
-13.95	0.005027	0.08	10.3961	0.0007	-1674.36	SISMA	8.76073
-15.93	0.005027	0.08	-7.0145	-0.0005	-1416.76	SISMA	10.35363
-18.59	0.005027	0.08	-10.4521	-0.0007	-1031.63	SISMA	14.21893
-21.24	0.005027	0.08	-4.4265	-0.0003	-730.53	SISMA	20.07942

**Verifiche delle tensioni in combinazioni rara**

tensione limite del calcestruzzo 14940

tensione limite dell'acciaio 360000

Quota	Mx	My	N	comb	Sc,max	Mx	My	N	comb	Sf,max
0	-1003.6201	0	-2727.44	SLE RA 1	-5589	-1003.6201	0	-2218.44	SLE RA 2	41385
-0.6	-695.174	0	-2671.45	SLE RA 1	-4960	-695.174	0	-2173.75	SLE RA 2	30708
-2.66	-26.2366	0	-2374.14	SLE RA 1	-1566	-26.2366	0	-1931.2	SLE RA 2	-16275
-4.38	179.6602	0	-2216.67	SLE RA 1	-1927	179.6602	0	-1805.28	SLE RA 2	-9224
-4.61	191.5179	0	-2155.46	SLE RA 1	-1993	191.5179	0	-1754.39	SLE RA 2	-7426
-4.83	199.0015	0	-2161.73	SLE RA 1	-1997	199.0015	0	-1760.65	SLE RA 2	-7484
-5.03	205.391	0	-2100.35	SLE RA 1	-2017	205.391	0	-1709.5	SLE RA 2	-6274
-5.31	208.71	0	-2108.18	SLE RA 1	-2022	208.71	0	-1717.32	SLE RA 2	-6346
-7.97	148.9513	0	-1839.59	SLE RA 1	-2233	148.9513	0	-1500.76	SLE RA 2	-6932
-10.4	60.4865	0	-1576.87	SLE RA 1	-1660	60.4865	0	-1287.84	SLE RA 2	-10747
-10.43	59.6686	0	-1577.62	SLE RA 1	-1667	59.6686	0	-1288.59	SLE RA 2	-10786
-10.62	54.1022	0	-1518.15	SLE RA 1	-1575	54.1022	0	-1238.84	SLE RA 2	-11442
-13.28	8.4327	0	-1274.03	SLE RA 1	-1117	8.4327	0	-1042.24	SLE RA 2	-12292
-13.95	4.2624	0	-1231.62	SLE RA 1	-1063	4.2624	0	-1008.93	SLE RA 2	-12118
-15.93	-2.876	0	-1045.32	SLE RA 1	-880	-2.876	0	-858.5	SLE RA 2	-10602
-18.59	-4.2854	0	-764.4	SLE RA 1	-660	-4.2854	0	-630	SLE RA 2	-7562
-21.24	-1.8149	0	-548.26	SLE RA 1	-469	-1.8149	0	-456.58	SLE RA 2	-5545

**Verifiche delle tensioni sul calcestruzzo in combinazioni quasi permanenti**

tensione limite del calcestruzzo 11205

Quota	Mx	My	N	comb	Sc,max
0	-1003.6201	0	-2727.44	SLE QP 1	-5589
-0.6	-695.174	0	-2671.45	SLE QP 1	-4960
-2.66	-26.2366	0	-2374.14	SLE QP 1	-1566
-4.38	179.6602	0	-2216.67	SLE QP 1	-1927
-4.61	191.5179	0	-2155.46	SLE QP 1	-1993
-4.83	199.0015	0	-2161.73	SLE QP 1	-1997
-5.03	205.391	0	-2100.35	SLE QP 1	-2017



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 82 di 83

Quota	Mx	My	N	comb	Sc,max
-5.31	208.71	0	-2108.18	SLE QP 1	-2022
-7.97	148.9513	0	-1839.59	SLE QP 1	-2233
-10.4	60.4865	0	-1576.87	SLE QP 1	-1660
-10.43	59.6686	0	-1577.62	SLE QP 1	-1667
-10.62	54.1022	0	-1518.15	SLE QP 1	-1575
-13.28	8.4327	0	-1274.03	SLE QP 1	-1117
-13.95	4.2624	0	-1231.62	SLE QP 1	-1063
-15.93	-2.876	0	-1045.32	SLE QP 1	-880
-18.59	-4.2854	0	-764.4	SLE QP 1	-660
-21.24	-1.8149	0	-548.26	SLE QP 1	-469

**Verifiche delle fessure nella famiglia SLE frequente**  
valore limite di controllo 0.0003

Quota	Mx	My	N	comb	Wk,mm	Sm,cm
0	-1003.6201	0	-2218.44	SLE FR 2	0.000096	0.09917
-0.6	-695.174	0	-2173.75	SLE FR 2	0.000063	0.08982
-2.66	-26.2366	0	-2374.14	SLE FR 1	0	0
-4.38	179.6602	0	-2216.67	SLE FR 1	0	0
-4.61	191.5179	0	-2155.46	SLE FR 1	0	0
-4.83	199.0015	0	-2161.73	SLE FR 1	0	0
-5.03	205.391	0	-2100.35	SLE FR 1	0	0
-5.31	208.71	0	-2108.18	SLE FR 1	0	0
-7.97	148.9513	0	-1839.59	SLE FR 1	0	0
-10.4	60.4865	0	-1576.87	SLE FR 1	0	0
-10.43	59.6686	0	-1577.62	SLE FR 1	0	0
-10.62	54.1022	0	-1518.15	SLE FR 1	0	0
-13.28	8.4327	0	-1274.03	SLE FR 1	0	0
-13.95	4.2624	0	-1231.62	SLE FR 1	0	0
-15.93	-2.876	0	-1045.32	SLE FR 1	0	0
-18.59	-4.2854	0	-764.4	SLE FR 1	0	0
-21.24	-1.8149	0	-548.26	SLE FR 1	0	0

**Verifiche delle fessure nella famiglia SLE quasi permanente**  
valore limite di controllo 0.0002

Quota	Mx	My	N	comb	Wk,mm	Sm,cm
0	-1003.6201	0	-2218.44	SLE QP 2	0.000096	0.09917
-0.6	-695.174	0	-2173.75	SLE QP 2	0.000063	0.08982
-2.66	-26.2366	0	-2374.14	SLE QP 1	0	0
-4.38	179.6602	0	-2216.67	SLE QP 1	0	0
-4.61	191.5179	0	-2155.46	SLE QP 1	0	0
-4.83	199.0015	0	-2161.73	SLE QP 1	0	0
-5.03	205.391	0	-2100.35	SLE QP 1	0	0
-5.31	208.71	0	-2108.18	SLE QP 1	0	0
-7.97	148.9513	0	-1839.59	SLE QP 1	0	0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

RADDOPPIO DELLA TRATTA CATENANUOVA–RADDUSA AGIRA  
OPERA DI SCAVALCO TORRENTE PETROSO

**RELAZIONE DI CALCOLO SPALLE**

PROGETTO LOTTO FASE ENTE COD. DOC. PROG. REV. FOGLIO  
RS0S 00 E 78 CL VI0000 001 B 83 di 83

Quota	Mx	My	N	comb	Wk,mm	Sm,cm
-10.4	60.4865	0	-1576.87	SLE QP 1	0	0
-10.43	59.6686	0	-1577.62	SLE QP 1	0	0
-10.62	54.1022	0	-1518.15	SLE QP 1	0	0
-13.28	8.4327	0	-1274.03	SLE QP 1	0	0
-13.95	4.2624	0	-1231.62	SLE QP 1	0	0
-15.93	-2.876	0	-1045.32	SLE QP 1	0	0
-18.59	-4.2854	0	-764.4	SLE QP 1	0	0
-21.24	-1.8149	0	-548.26	SLE QP 1	0	0

**Verifiche a taglio**

Quota	Tx	Ty	N	Vrd,4.1.14	VRsd,4.1.18	VRcd,4.1.19	comb	Coeff
0	0	1361	-3739.44	555	1557	1851	SISMA	1.144
-4.38	0	148.14	-714.16	555	540	1851	SISMA	3.649