

ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



CAVALCAVIA

Cavalcavia alla progressiva 1+621,00

Relazione di Calcolo Spalle

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 2 9 C V 2 0 4 C V 0 2 B C L 0 1 8 A -

Scala:

F																			
E																			
D																			
C																			
B																			
A	Aprile 2011	EMISSIONE				T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI										
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO										

Responsabile del procedimento: Ing. MAURIZIO ARAMINI

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:

3TI ITALIA S.p.A.
DIRETTORE TECNICO
Ing. Stefano Luca Possati
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma n. 20809

Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 1 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

INDICE

1	GENERALITÀ	2
1.1	INTRODUZIONE	2
1.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	2
1.2.1	<i>Condizioni ambientali e classi di esposizione</i>	2
1.2.2	<i>Calcestruzzo</i>	2
1.2.3	<i>Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata</i>	4
1.3	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
2	ANALISI DELLA PALIFICATA SPALLA A	5
2.1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	6
2.2	AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA	8
2.3	RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI	8
2.4	COMBINAZIONI DI CARICO	8
2.5	SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA	8
3	ANALISI DELLA PALIFICATA SPALLA B	8
3.1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	8
3.2	AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA	8
3.3	RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI	8
3.4	COMBINAZIONI DI CARICO	8
3.5	SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA	8
4	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE	8
4.1	VERIFICHE STRUTTURALI	8
4.1.1	<i>S.L.U. – Verifica di resistenza a presso-flessione</i>	8
4.1.2	<i>S.L.U. – Verifica di resistenza a taglio</i>	8
4.2	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI	8
4.2.1	<i>S.L.U. – Verifica a carico limite verticale</i>	8
4.2.2	<i>S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale</i>	8
5	ANALISI STRUTTURALE DELLE SPALLE	8
5.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO DELLA SPALLA	8
5.2	ANALISI DEI CARICHI	8
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO	8
5.4	SOLLECITAZIONI	8
5.5	ARMATURA A FLESSIONE DEGLI ELEMENTI	8
5.6	VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA SPALLA	8
5.6.1	<i>S.L.U. – Verifica di resistenza a presso-flessione</i>	8
5.6.2	<i>S.L.U. – Verifica di resistenza a taglio</i>	8
5.6.3	<i>S.L.E. – Verifica a fessurazione</i>	8

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 2 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

1 GENERALITÀ

1.1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione si riportano le verifiche di sicurezza delle due spalle del cavalcavia sull'asse principale in corrispondenza della progressiva di progetto pk 1+621, previsto nell'ambito del progetto esecutivo "S.S. N° 640 DI Porto Empedocle – Ammodernamento e adeguamento alla cat. B del D.M. 05.11.2001".

Le sollecitazioni sulla base delle quali sono state condotte le verifiche di resistenza e allo stato limite di esercizio sono state desunte dalla risoluzione del modello numerico ad elementi finiti del viadotto, dettagliatamente illustrato nella relazione di calcolo dell'impalcato.

1.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1.2.1 Condizioni ambientali e classi di esposizione

Per l'umidità ambientale si assume $RH = 70 \%$.

Per quanto riguarda le classi di esposizione, si prevede l'alternarsi di cicli di gelo/disgelo, in presenza di agenti disgelanti, per cui, si applicheranno le seguenti classi di esposizione:

- elevazione spalle: XF2;
- zattere spalle: XA1
- pali di fondazione: XA2.

Le caratteristiche del calcestruzzo dovranno pertanto rispettare, oltre i requisiti di resistenza indicati ai punti seguenti, anche i criteri previsti dalla vigente normativa (EN 11104 e EN 206) per quanto riguarda l'esposizione alle classi indicate.

1.2.2 Calcestruzzo

CALCESTRUZZO ELEVAZIONE SPALLE

R_{ck}	= 30	MPa	resistenza caratteristica cubica
R_{ckj}	= 24.9	MPa	resistenza caratteristica cubica a j giorni
f_{ck}	= 24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	= 20.67	MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	= 32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	= 2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	= 3.33	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	= 3.07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	= 31447	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	= 1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	= 0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	= 14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	= 2.22	MPa	resistenza di calcolo a trazione
σ_{ci}	= 17.43	MPa	massima compressione iniziale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 3 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

$\sigma_{ce,rara}$	= 14.94	MPa	massima compressione in esercizio per combinazione rara
$\sigma_{ce,qp}$ XC2	= 11.21	MPa	massima compressione in esercizio per combinazione quasi permanente classe di esposizione

CALCESTRUZZO ZATTERE SPALLE

R_{ck}	= 35	MPa	resistenza caratteristica cubica
R_{ckj}	= 29.1	MPa	resistenza caratteristica cubica a j giorni
f_{ck}	= 29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	= 24.11	MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	= 37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	= 2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	= 3.69	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	= 3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	= 32588	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	= 1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	= 0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	= 16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	= 2.46	MPa	resistenza di calcolo a trazione
σ_{ci}	= 20.34	MPa	massima compressione iniziale
$\sigma_{ce,rara}$	= 17.43	MPa	massima compressione in esercizio per combinazione rara
$\sigma_{ce,qp}$ XA1	= 13.07	MPa	massima compressione in esercizio per combinazione quasi permanente classe di esposizione

CALCESTRUZZO PALI SPALLE

R_{ck}	= 40	MPa	resistenza caratteristica cubica
R_{ckj}	= 33.2	MPa	resistenza caratteristica cubica a j giorni
f_{ck}	= 33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	= 27.56	MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	= 41.20	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	= 3.10	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	= 4.03	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	= 3.72	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	= 33643	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	= 1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	= 0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	= 18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	= 2.69	MPa	resistenza di calcolo a trazione
σ_{ci}	= 23.24	MPa	massima compressione iniziale
$\sigma_{ce,rara}$	= 19.92	MPa	massima compressione in esercizio per combinazione rara
$\sigma_{ce,qp}$ XA2	= 14.94	MPa	massima compressione in esercizio per combinazione quasi permanente classe di esposizione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 4 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

1.2.3 Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata

B450C

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

$$\nu = 0.3$$

$$k = (f_t/f_y)_k = 1.2$$

$$\varepsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 0.075$$

$$\varepsilon_{ud} = 0.9 \cdot \varepsilon_{uk} = 0.0675$$

classe di resistenza

resistenza caratteristica di snervamento

coefficiente parziale di sicurezza

modulo elastico

coefficiente di Poisson

rapporto di sovraresistenza

deformazione ultima caratteristica

deformazione ultima di calcolo

1.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente normativa italiana e da quella europea (Eurocodici). In particolare, al fine di conseguire un approccio il più unitario possibile relativamente alle prescrizioni ed alle metodologie/criteri di verifica, si è fatto diretto riferimento alle varie parti degli Eurocodici, unitamente ai relativi National Application Documents, verificando puntualmente l'armonizzazione del livello di sicurezza conseguito con quello richiesto dalla vigente normativa nazionale.

In dettaglio si sono prese in esame quindi i seguenti documenti, che volta in volta verranno opportunamente richiamati:

- D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC")
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche
- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo
- UNI EN 1994-2: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Ponti
- UNI EN 1998-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti
- UNI EN 1090 - 2: Execution of steel structures and aluminium structures - part 2: technical requirements for steel structures

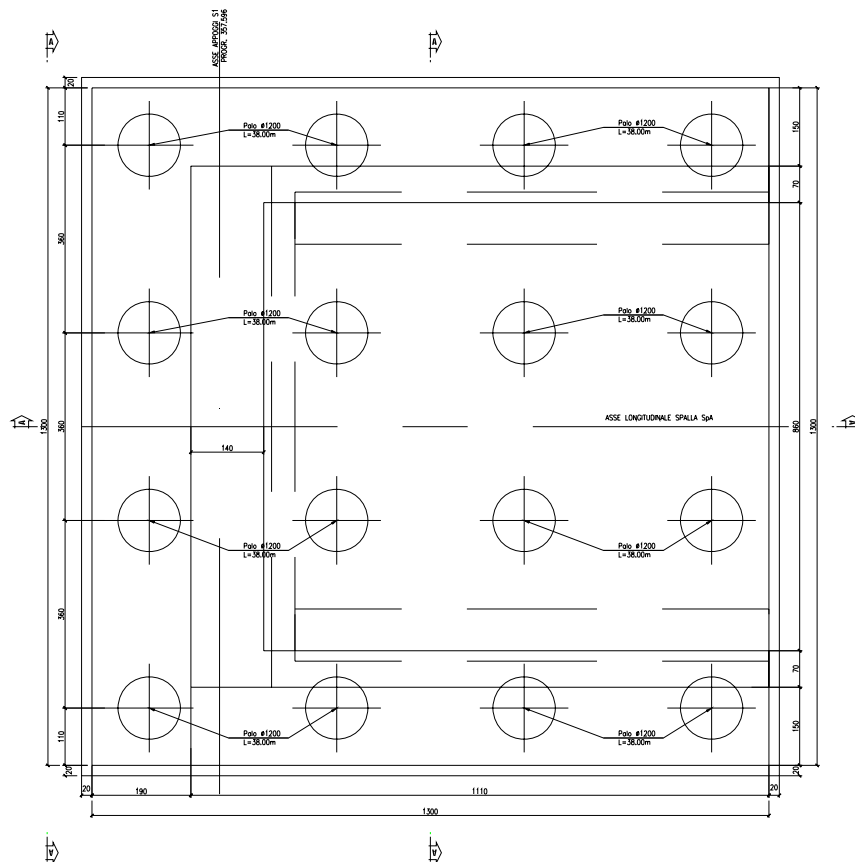
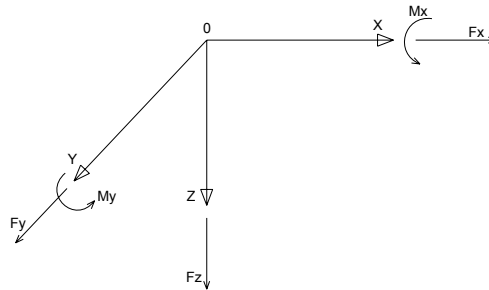
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 5 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

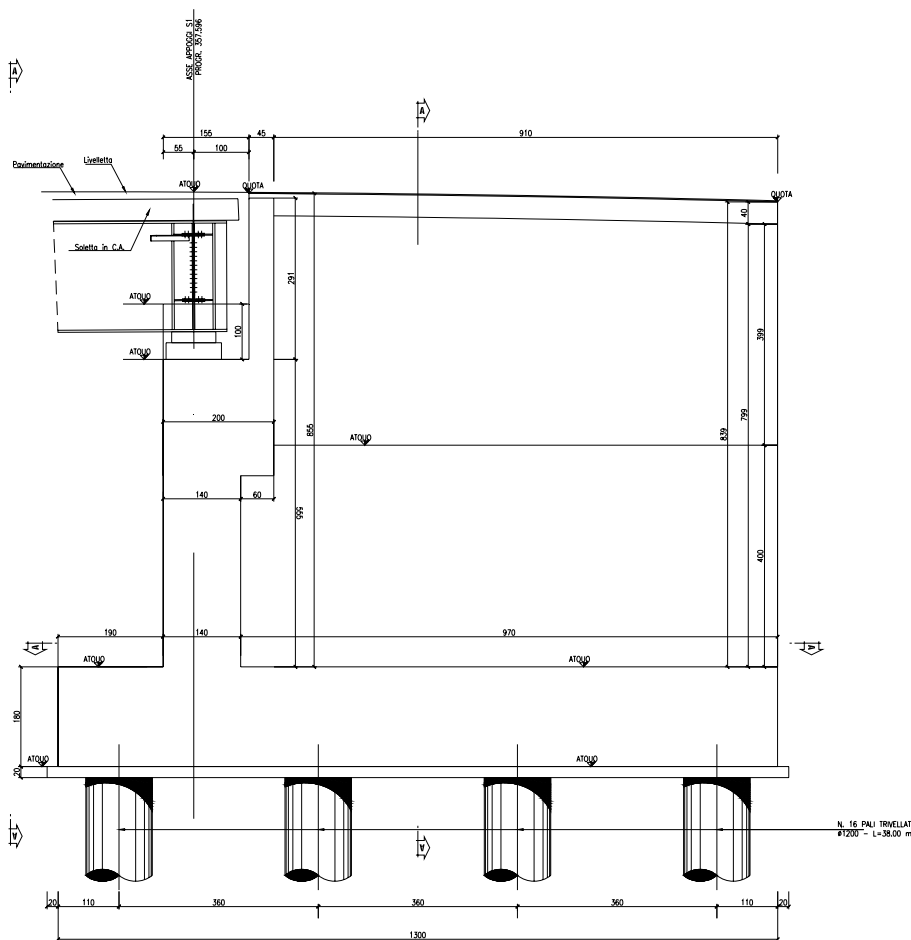
2 ANALISI DELLA PALIFICATA SPALLA A

Si riporta nel presente capitolo il calcolo delle sollecitazioni nei pali di fondazione, e le relative verifiche di sicurezza, della spalla A.

Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione è stato effettuato facendo riferimento ad un sistema di coordinate ortogonali destrogiro, avente origine in corrispondenza del filo di monte del plinto di fondazione (a metà del lato parallelo alla direzione trasversale al viadotto), a livello dell'intradosso del plinto stesso, asse x parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato ed asse z diretto verso il basso.

Le azioni orizzontali (F_x ed F_y) e verticali (F_z) si assumono positive se di verso concorde con quello degli assi. Si indicheranno inoltre con M_x i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse x (momenti trasversali) e con M_y (momenti longitudinali) i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse y. I momenti si assumono positivi se di senso antiorario rispetto all'asse-momento cui si riferiscono.





Geometrie Spalla

	n.	Bx	By	Bz,min	Bz,max	V	X	Y	Z
	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ³]	[m]	[m]	[m]
plinto di fondazione	1	13,00	13,00	1,80	-	304,2	6,50	0,00	-0,90
muro frontale	1	1,40	10,00	5,55	-	77,7	10,40	0,00	-4,58
muro paraghiaia	1	0,45	10,00	2,90	-	13,1	9,33	0,00	-8,80
muro laterale sx	1	9,10	0,70	4,00	-	25,5	5,15	4,65	-3,80
muro laterale dx	1	9,10	0,70	4,00	-	25,5	5,15	-4,65	-3,80
bandiera sx	0	1,00	1,00	1,00	1	0,0	-0,50	4,5	-5,30
bandiera dx	0	1,00	1,00	1,00	1	0,0	-0,50	-4,5	-5,30
baggioli	2	1,00	1,00	0,30	-	0,6	10,55	0	-7,50
apparecchi di appoggio	2	0,55	0,55	0,20	-	0,1	10,55	0	-7,75
muro laterale sup sx	1	9,10	0,50	4,20	-	19,1	4,55	4,75	-7,90
muro laterale sup dx	1	9,10	0,50	4,20	-	19,1	4,55	-4,75	-7,90

2.1 AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

Si riportano nel seguente prospetto le azioni trasmesse dall'impalcato. Tali azioni sono riferite al baricentro appoggi e sono state desunte dalla risoluzione del modello di calcolo del viadotto. In particolare le azioni sismiche trasmesse dall'impalcato sono state ottenute dalla risoluzione di un SDOF con massa pari a quella dell'impalcato – peso proprio + permanenti portati – e rigidezza pari a quella del sistema di isolamento.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 7 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Si è ipotizzato infatti, in virtù della deformabilità trascurabile della spalla rispetto a quella degli isolatori sismici, che il moto dell'impalcato risulti disaccoppiato rispetto a quello della spalla stessa. Per ciascuna componente del moto, noto il periodo fondamentale del sistema dinamico, è stata ottenuta dallo spettro elastico (coefficiente di struttura $q=1$) l'accelerazione spettrale di progetto.

Il sistema di isolamento è costituito da n. 4 isolatori elastomerici – n. 2 su ogni spalla – ciascuno dei quali caratterizzato da:

$K_e = 1.01 \text{ kN/mm}$ (rigidezza equivalente orizzontale);
 $K_v = 1358 \text{ kN/mm}$ (rigidezza verticale);
 $\zeta = 15 \%$ (smorzamento viscoso equivalente).

Sebbene gli isolatori siano caratterizzati da uno smorzamento equivalente superiore al 15%, a favore di sicurezza le azioni sismiche sono state valutate su uno spettro elastico relativo ad uno smorzamento $\zeta = 10\%$.

sisma longitudinale

M	=	614,32 t	massa impalcato
T	=	1,71 s	periodo fondamentale
S	=	0,119 g	ordinata spettrale
F _x	=	716,9 kN	azione sismica longitudinale
M _y	=	-855,8 kNm	momento longitudinale

sisma trasversale

M _{imp}	=	307,16 t	massa impalcato
T	=	1,71 s	periodo fondamentale
S	=	0,119 g	ordinata spettrale
F _y	=	358,4 kN	azione sismica trasversale
M _y	=	427,9 kNm	momento trasversale

sisma verticale

M _{imp}	=	307,16 t	massa impalcato
T	=	0,05 s	periodo fondamentale
S	=	0,166 g	ordinata spettrale
F _z	=	501,3 kN	azione sismica trasversale
M _y	=	-5288,4 kNm	momento longitudinale

Azioni trasmesse (riferite al baricentro appoggi)

	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	0,0	0,0	2507,4	0,0	0,0	peso proprio impalcato
g2	0,0	-0,2	505,9	0,0	0,0	permanenti portati
e2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ritiro
e3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	carico termico
q1.1	0,0	0,0	1640,8	1627,4	0,0	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	0,0	0,0	1097,2	2252,5	0,0	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	460,6	0,0	0,0	0,0	-1154,9	frenatura
q4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	azione centrifuga
q5	0,0	113,5	0,0	34,8	0,0	azione del vento trasversale
q6.1	716,9	0,0	0,0	-855,8	0,0	sisma 1
q6.2	0,0	358,4	0,0	427,9	0,0	sisma 2
q6.3	0,0	0,0	501,3	0,0	-5288,4	sisma 3
q7	90,4	0,0	0,0	0,0	0,0	azione parassita dei vincoli

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 8 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

2.2 AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Peso proprio spalla (g1)

γ_{cls}	=	25,00 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	7605,0 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	1942,5 kN	muro frontale
g1.3	=	326,3 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	637,0 kN	muro laterale sx
g1.5	=	637,0 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0,0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0,0 kN	bandiera dx
g1.8	=	15,0 kN	baggioli
g1.9	=	477,8 kN	elemento 1
g1.10	=	477,8 kN	elemento 2
Fz	=	12118,3 kN	azione verticale
x	=	6,91 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-2,57 m	coordinata z punto di applicazione

Peso terreno su fondazione (g2)

γ_t	=	18,00 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	422,24 m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	7600 kN	peso del terreno
x	=	5,15 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3,80 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g3)

γ	=	18,00 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35,00 °	angolo di attrito del terreno
Ka	=	0,271	coefficiente di spinta attiva
K0	=	0,426	coefficiente di spinta a riposo
K	=	0,426	coefficiente di spinta adottato
H	=	10,25 m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	10,00 m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	4032,10 kN	spinta del terreno
x	=	0,00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3,42 m	coordinata z punto di applicazione

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato (q1.t)

Incremento di spinta			
q	=	20,00 kPa	sovraccarico stradale
ϕ	=	35,00 °	angolo di attrito del terreno
K	=	0,426	coefficiente di spinta
H	=	10,25 m	altezza di spinta terreno
B	=	10,00 m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	874,17 kN	spinta del terreno per effetto del sovraccarico
x	=	0,00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5,13 m	coordinata z punto di applicazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 9 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Incremento di azione verticale

B _x	=	9,10 m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
F _z	=	1820,00 kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	5,15 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1,80 m	coordinata z punto di applicazione

Azioni sismiche (q6)

a _g	=	0,083 g	accelerazione di picco
S _s	=	1,2	coefficiente di amplificazione stratigrafica
S _T	=	1,0	coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1,2	
β _m	=	1,00	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a _{max}	=	0,100 g	accelerazione massima
K _h	=	0,100	coefficiente sismico orizzontale
K _v	=	0,050	coefficiente sismico verticale

Incremento di spinta terreno in fase sismica (q6.1)

Ipotesi di struttura rigida

γ	=	18,00 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	10,25 m	altezza di spinta terreno
B	=	10,00 m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP	=	1883,56	

Ipotesi di struttura flessibile

φ	=	35 °	angolo di attrito
ψ	=	90 °	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte
β	=	0 °	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno
δ	=	0 °	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
θ	=	5,42 °	tan(θ)=K _h /(1+/-K _v)
K ₁	=	0,573	coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per β < φ-θ
K ₂	=	0,763	coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per β > φ-θ
K	=	0,573	coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
E _d	=	5689 kN	spinta terreno in fase sismica
ΔS	=	1656,65 kN	incremento di spinta in fase sismica

Valore adottato

ΔP	=	1883,6 kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	0,00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5,13 m	coordinata z punto di applicazione

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia	coordinata x punto di applicazione	coordinata y punto di applicazione	coordinata z punto di applicazione
	Fi [kN]	x [m]	y [m]	z [m]
plinto	757,5	6,50	0,00	-0,90
muro frontale	193,5	10,40	0,00	-4,58
paraghiaia	32,5	9,33	0,00	-8,80

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 10 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

muro laterale sx	63,4	5,15	4,65	-3,80
muro laterale dx	63,4	5,15	-4,65	-3,80
bandiera sx	0,0	-0,50	4,50	-5,30
bandiera dx	0,0	-0,50	-4,50	-5,30
baggioli	1,5	10,55	0,00	-7,50
elemento 1	47,6	10,55	0,00	-7,75
elemento 2	47,6	4,55	4,75	-7,90
terreno su plinto	757,0	5,15	0,00	-3,80
risultante intradosso plinto	1964,0	6,38	0,12	-3,04

2.3 RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Nella tabella seguente vengono riepilogate le azioni trasmesse in fondazione dalla spalla e dall'impalcato. Dette azioni sono riferite al baricentro della paliificata.

Coordinate baricentro pali

x = 6,50 m coordinata x

y = 0,00 m coordinata y

z = 0,00 m coordinata z

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1-imp	0,0	0,0	2507,4	0,0	-10154,9	peso proprio impalcato
g1-sp	0,0	0,0	12118,3	0,0	-4986,0	peso proprio spalla
g2-imp	0,0	-0,2	505,9	-1,8	-2048,7	permanenti portati su impalcato
g2-sp	0,0	0,0	7600,3	0,0	10260,4	terreno su plinto spalla
g3-sp	4032,1	0,0	0,0	0,0	-13776,3	spinta del terreno su spalla
e2-imp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ritiro
e3-imp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	carico termico differenziale
q1.1-imp	0,0	0,0	1640,8	1627,4	-6645,3	carico mobile - config 1 (max azione verticale)
q1.2-imp	0,0	0,0	1097,2	2252,5	-4443,5	carico mobile - config 2 (max momento trasvers)
q1t-sp	874,2	0,0	1820,0	0,0	-2023,1	effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
q3-imp	460,6	0,0	0,0	0,0	-4724,3	frenatura su impalcato
q4-imp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	azione centrifuga su impalcato
q5-imp	0,0	113,5	0,0	914,7	0,0	azione del vento trasversale su impalcato
q6.1x-imp	716,9	0,0	0,0	-855,8	-5555,7	sisma 1 impalcato
q6.1y-imp	0,0	358,4	0,0	3205,7	0,0	sisma 2 impalcato
q6.1z-imp	0,0	0,0	501,3	0,0	-7318,5	sisma 3 impalcato
q6.1x-sp	1883,6	0,0	0,0	0,0	-9653,2	incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp	1964,0	0,0	0,0	0,0	-5967,4	forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp	0,0	1964,0	0,0	5967,4	0,0	forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp	0,0	0,0	982,0	113,0	120,5	forze d'inerzia verticali
q7-imp	90,4	0,0	0,0	0,0	-700,6	azione parassita dei vincoli

2.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Per le formulazioni generali delle combinazioni di carico nell'ambito dei vari S.L. si rimanda alle NTC cap. 2.5.3 (rif. Eurocodice EN 1990-annex.A2 cap. A2.3, A2.4). Scegliendo di adottare per le verifiche geotecniche della paliificata l'approccio 2 (NTC cap.6) per il quale i coefficienti parziali delle azioni coincidono con quelli da adottare per le verifiche strutturali, le combinazioni da tenere in conto sono quella

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 11 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

fondamentale (S.L.U) e quella sismica. Le azioni elementari sono state combinate attraverso i coefficienti parziali riportati nella seguente matrice.

	SLU q1.1	SLU q1.2	SLU q1.3	SLU q1.4	SLU q1.5	SLU q1.6	SLU q1.7	SLU q1.8	SLU q3.1
g1-imp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g1-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g2-imp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g2-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g3-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
e2-imp	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
e3-imp	0,72	-0,72	0,72	-0,72	0,72	-0,72	0,72	-0,72	-0,72
q1.1-imp	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	1,01
q1.2-imp	0	0	0	0	1,35	1,35	1,35	1,35	0
q1t-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,01
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	1,50
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0,9	0,9	-0,9	-0,9	0,9	0,9	-0,9	-0,9	-0,9
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50

	SLU q3.2	SLU q4.1	SLU q4.2	SLU e2.1	SLU e2.2	SLU e2.3	SLU e2.4	SLU e2.5	SLU e2.6
g1-imp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g1-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g2-imp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g2-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
g3-sp	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
e2-imp	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
e3-imp	-0,72	-0,72	-0,72	1,20	-1,20	1,20	-1,20	1,20	-1,20
q1.1-imp	0	1,01	0	1,01	1,01	1,01	1,01	0	0
q1.2-imp	1,01	0	1,01	0	0	0	0	1,01	1,01
q1t-sp	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
q3-imp	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	1,50	1,50	0	0	0	0	0	0

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 13 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

q5-imp	-1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	0	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
q6.1y-imp	0	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3
q6.1z-imp	0	0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3
q6.1x-sp	0	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
q6.2x-sp	0	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
q6.2y-sp	0	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3
q6.2z-sp	0	0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3
q7-imp	1,50	1	1	1	1	1	1	1	1

	SL Ey.1	SL Ey.2	SL Ey.3	SL Ey.4	SL Ey.5	SL Ey.6	SL Ey.7	SL Ey.8	SL Ez.1
g1-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e3-imp	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
q1.1-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1t-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3
q6.1y-imp	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0,3
q6.1z-imp	0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3	1
q6.1x-sp	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3
q6.2x-sp	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3
q6.2y-sp	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0,3
q6.2z-sp	0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3	1
q7-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	SL Ez.2	SL Ez.3	SL Ez.4	SL Ez.5	SL Ez.6	SL Ez.7	SL Ez.8
g1-imp	1	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1	1
e2-imp	1	1	1	1	1	1	1
e3-imp	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
q1.1-imp	0	0	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	0	0	0
q1t-sp	0	0	0	0	0	0	0
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 14 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

q5-imp	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3
q6.1y-imp	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3
q6.1z-imp	1	1	1	-1	-1	-1	-1
q6.1x-sp	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3
q6.2x-sp	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3
q6.2y-sp	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3
q6.2z-sp	1	1	1	-1	-1	-1	-1
q7-imp	1	1	1	1	1	1	1

2.5 SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni sulla palificata, riferite al baricentro della stessa, nelle combinazioni di carico analizzate.

	SLU q1.1	SLU q1.2	SLU q1.3	SLU q1.4	SLU q1.5	SLU q1.6	SLU q1.7	SLU q1.8	SLU q3.1
Fx [kN]	6759	6759	6759	6759	6759	6759	6759	6759	7153
Fy [kN]	102	102	-102	-102	102	102	-102	-102	-102
Fz [kN]	35360	35360	35360	35360	34626	34626	34626	34626	34183
Mx [kNm]	3018	3018	1371	1371	3862	3862	2215	2215	818
My [kNm]	-40706	-40706	-40706	-40706	-37733	-37733	-37733	-37733	-44845

	SLU q3.2	SLU q4.1	SLU q4.2	SLU e2.1	SLU e2.2	SLU e2.3	SLU e2.4	SLU e2.5	SLU e2.6
Fx [kN]	7153	6462	6462	6462	6462	6462	6462	6462	6462
Fy [kN]	-102	-102	-102	102	102	-102	-102	102	102
Fz [kN]	33634	34183	33634	34183	34183	34183	34183	33634	33634
Mx [kNm]	1449	818	1449	2464	2464	818	818	3096	3096
My [kNm]	-42621	-37758	-35535	-37758	-37758	-37758	-37758	-35535	-35535

	SLU e2.7	SLU e2.8	SLU q5.1	SLU q5.2	SLU q5.3	SLU q5.4	SLU q5.5	SLU q5.6	SLU q5.7
Fx [kN]	6462	6462	6462	6462	6462	6462	6462	6462	6462
Fy [kN]	-102	-102	170	170	-171	-171	170	170	-171
Fz [kN]	33634	33634	34183	34183	34183	34183	33634	33634	33634
Mx [kNm]	1449	1449	3013	3013	269	269	3645	3645	901
My [kNm]	-35535	-35535	-37758	-37758	-37758	-37758	-35535	-35535	-35535

	SLU q5.8	SL Ex.1	SL Ex.2	SL Ex.3	SL Ex.4	SL Ex.5	SL Ex.6	SL Ex.7	SL Ex.8
Fx [kN]	6462	8687	8687	8687	8687	-442	-442	-442	-442
Fy [kN]	-171	696	-697	696	-697	696	-697	696	-697
Fz [kN]	33634	23177	23177	22287	22287	23177	23177	22287	22287
Mx [kNm]	901	1928	-3576	1860	-3643	3640	-1864	3572	-1932
My [kNm]	-35535	-44742	-44742	-40423	-40423	-2389	-2389	1930	1930

	SL Ey.1	SL Ey.2	SL Ey.3	SL Ey.4	SL Ey.5	SL Ey.6	SL Ey.7	SL Ey.8	SL Ez.1
Fx [kN]	5492	2753	5492	2753	5492	2753	5492	2753	5492
Fy [kN]	2322	2322	2322	2322	-2323	-2323	-2323	-2323	696
Fz [kN]	23177	23177	22287	22287	23177	23177	22287	22287	24215

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 15 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Mx [kNm]	8949	9462	8881	9394	-9398	-8884	-9466	-8952	2606
My [kNm]	-29919	-17213	-25600	-12894	-29919	-17213	-25600	-12894	-34957

	SL Ez.2	SL Ez.3	SL Ez.4	SL Ez.5	SL Ez.6	SL Ez.7	SL Ez.8
Fx [kN]	2753	5492	2753	5492	2753	5492	2753
Fy [kN]	696	-697	-697	696	696	-697	-697
Fz [kN]	24215	24215	24215	21249	21249	21249	21249
Mx [kNm]	3120	-2897	-2384	2380	2894	-3124	-2610
My [kNm]	-22251	-34957	-22251	-20561	-7855	-20561	-7855

Geometria della palificata

PALO	coordinate nel riferimento assoluto		coordinate nel riferimento locale (origine nel baricentro palificata)		trasversale longitudinale	
	X	Y	Xp	Yp	Jxi	Jyi
1	1,10	-5,40	-5,40	-5,40	29,16	29,16
2	1,10	-1,80	-5,40	-1,80	3,24	29,16
3	1,10	1,80	-5,40	1,80	3,24	29,16
4	1,10	5,40	-5,40	5,40	29,16	29,16
5	4,70	-5,40	-1,80	-5,40	29,16	3,24
6	4,70	-1,80	-1,80	-1,80	3,24	3,24
7	4,70	1,80	-1,80	1,80	3,24	3,24
8	4,70	5,40	-1,80	5,40	29,16	3,24
9	8,30	-5,40	1,80	-5,40	29,16	3,24
10	8,30	-1,80	1,80	-1,80	3,24	3,24
11	8,30	1,80	1,80	1,80	3,24	3,24
12	8,30	5,40	1,80	5,40	29,16	3,24
13	11,9	-5,40	5,40	-5,40	29,16	29,16
14	11,9	-1,80	5,40	-1,80	3,24	29,16
15	11,9	1,80	5,40	1,80	3,24	29,16
16	11,9	5,40	5,40	5,40	29,16	29,16
16	6,5	0,0			259,20	259,20

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 17 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

	SLU q3.2	SLU q4.1	SLU q4.2	SLU e2.1	SLU e2.2	SLU e2.3	SLU e2.4	SLU e2.5	SLU e2.6
N1	1184,0	1332,8	1331,6	1298,5	1298,5	1332,8	1332,8	1297,3	1297,3
N2	1204,1	1344,1	1351,8	1332,7	1332,7	1344,1	1344,1	1340,3	1340,3
N3	1224,3	1355,5	1371,9	1366,9	1366,9	1355,5	1355,5	1383,3	1383,3
N4	1244,4	1366,9	1392,0	1401,2	1401,2	1366,9	1366,9	1426,3	1426,3
N5	1776,0	1857,2	1825,2	1822,9	1822,9	1857,2	1857,2	1790,9	1790,9
N6	1796,1	1868,6	1845,3	1857,1	1857,1	1868,6	1868,6	1833,9	1833,9
N7	1816,2	1879,9	1865,4	1891,4	1891,4	1879,9	1879,9	1876,9	1876,9
N8	1836,4	1891,3	1885,6	1925,6	1925,6	1891,3	1891,3	1919,9	1919,9
N9	2367,9	2381,6	2318,7	2347,3	2347,3	2381,6	2381,6	2284,4	2284,4
N10	2388,1	2393,0	2338,8	2381,6	2381,6	2393,0	2393,0	2327,4	2327,4
N11	2408,2	2404,4	2359,0	2415,8	2415,8	2404,4	2404,4	2370,4	2370,4
N12	2428,3	2415,7	2379,1	2450,0	2450,0	2415,7	2415,7	2413,4	2413,4
N13	2959,9	2906,1	2812,3	2871,8	2871,8	2906,1	2906,1	2778,0	2778,0
N14	2980,0	2917,4	2832,4	2906,0	2906,0	2917,4	2917,4	2821,0	2821,0
N15	3000,2	2928,8	2852,5	2940,2	2940,2	2928,8	2928,8	2863,9	2863,9
N16	3020,3	2940,1	2872,6	2974,4	2974,4	2940,1	2940,1	2906,9	2906,9
V _x	447,0	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9
V _y	-6,4	-6,4	-6,4	6,4	6,4	-6,4	-6,4	6,4	6,4
V	447,1	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9

	SLU e2.7	SLU e2.8	SLU q5.1	SLU q5.2	SLU q5.3	SLU q5.4	SLU q5.5	SLU q5.6	SLU q5.7
N1	1331,6	1331,6	1287,0	1287,0	1344,2	1344,2	1285,9	1285,9	1343,1
N2	1351,8	1351,8	1328,9	1328,9	1348,0	1348,0	1336,5	1336,5	1355,6
N3	1371,9	1371,9	1370,8	1370,8	1351,7	1351,7	1387,1	1387,1	1368,1
N4	1392,0	1392,0	1412,6	1412,6	1355,4	1355,4	1437,8	1437,8	1380,6
N5	1825,2	1825,2	1811,5	1811,5	1868,6	1868,6	1779,4	1779,4	1836,6
N6	1845,3	1845,3	1853,3	1853,3	1872,4	1872,4	1830,1	1830,1	1849,1
N7	1865,4	1865,4	1895,2	1895,2	1876,1	1876,1	1880,7	1880,7	1861,6
N8	1885,6	1885,6	1937,0	1937,0	1879,9	1879,9	1931,3	1931,3	1874,1
N9	2318,7	2318,7	2335,9	2335,9	2393,1	2393,1	2273,0	2273,0	2330,1
N10	2338,8	2338,8	2377,7	2377,7	2396,8	2396,8	2323,6	2323,6	2342,7
N11	2359,0	2359,0	2419,6	2419,6	2400,5	2400,5	2374,2	2374,2	2355,2
N12	2379,1	2379,1	2461,4	2461,4	2404,3	2404,3	2424,8	2424,8	2367,7
N13	2812,3	2812,3	2860,3	2860,3	2917,5	2917,5	2766,5	2766,5	2823,7
N14	2832,4	2832,4	2902,2	2902,2	2921,2	2921,2	2817,1	2817,1	2836,2
N15	2852,5	2852,5	2944,0	2944,0	2925,0	2925,0	2867,8	2867,8	2848,7
N16	2872,6	2872,6	2985,9	2985,9	2928,7	2928,7	2918,4	2918,4	2861,2
V _x	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9	403,9
V _y	-6,4	-6,4	10,6	10,6	-10,7	-10,7	10,6	10,6	-10,7
V	403,9	403,9	404,0	404,0	404,0	404,0	404,0	404,0	404,0

	SLU q5.8	SL Ex.1	SL Ex.2	SL Ex.3	SL Ex.4	SL Ex.5	SL Ex.6	SL Ex.7	SL Ex.8
N1	1343,1	476,3	590,9	512,0	626,7	1322,9	1437,6	1358,7	1473,4

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 18 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

N2	1355,6	503,0	541,3	537,9	576,1	1373,5	1411,7	1408,3	1446,5
N3	1368,1	529,8	491,6	563,7	525,5	1424,1	1385,8	1457,9	1419,7
N4	1380,6	556,6	441,9	589,5	474,9	1474,6	1359,9	1507,5	1392,9
N5	1836,6	1097,7	1212,3	1073,5	1188,1	1356,1	1470,8	1331,9	1446,6
N6	1849,1	1124,5	1162,7	1099,3	1137,5	1406,7	1444,9	1381,5	1419,7
N7	1861,6	1151,2	1113,0	1125,1	1086,9	1457,2	1419,0	1431,1	1392,9
N8	1874,1	1178,0	1063,3	1151,0	1036,3	1507,8	1393,1	1480,7	1366,1
N9	2330,1	1719,1	1833,7	1634,9	1749,5	1389,3	1504,0	1305,1	1419,8
N10	2342,7	1745,9	1784,1	1660,7	1698,9	1439,9	1478,1	1354,7	1392,9
N11	2355,2	1772,6	1734,4	1686,6	1648,3	1490,4	1452,2	1404,3	1366,1
N12	2367,7	1799,4	1684,8	1712,4	1597,7	1541,0	1426,3	1453,9	1339,3
N13	2823,7	2340,5	2455,2	2196,3	2311,0	1422,5	1537,2	1278,3	1393,0
N14	2836,2	2367,3	2405,5	2222,2	2260,4	1473,0	1511,3	1327,9	1366,1
N15	2848,7	2394,1	2355,8	2248,0	2209,8	1523,6	1485,4	1377,5	1339,3
N16	2861,2	2420,8	2306,2	2273,8	2159,2	1574,2	1459,5	1427,1	1312,5
V _x	403,9	542,9	542,9	542,9	542,9	-27,6	-27,6	-27,6	-27,6
V _y	-10,7	43,5	-43,6	43,5	-43,6	43,5	-43,6	43,5	-43,6
V	404,0	544,7	544,7	544,7	544,7	51,6	51,6	51,6	51,6

	SL Ey.1	SL Ey.2	SL Ey.3	SL Ey.4	SL Ey.5	SL Ey.6	SL Ey.7	SL Ey.8	SL Ez.1
N1	638,8	892,8	674,6	928,6	1021,0	1275,0	1056,8	1310,8	730,9
N2	763,1	1024,2	797,9	1059,1	890,5	1151,6	925,3	1186,5	767,1
N3	887,4	1155,7	921,3	1189,5	760,0	1028,3	793,9	1062,1	803,3
N4	1011,7	1287,1	1044,6	1320,0	629,5	904,9	662,4	937,8	839,5
N5	1054,4	1131,9	1030,1	1107,7	1436,6	1514,1	1412,4	1489,9	1216,4
N6	1178,6	1263,3	1153,5	1238,1	1306,0	1390,7	1280,9	1365,6	1252,6
N7	1302,9	1394,7	1276,8	1368,6	1175,5	1267,3	1149,4	1241,2	1288,8
N8	1427,2	1526,1	1400,2	1499,1	1045,0	1143,9	1018,0	1116,9	1325,0
N9	1469,9	1371,0	1385,7	1286,8	1852,1	1753,2	1767,9	1669,0	1701,9
N10	1594,2	1502,4	1509,0	1417,2	1721,6	1629,8	1636,4	1544,6	1738,1
N11	1718,5	1633,8	1632,4	1547,7	1591,1	1506,4	1505,0	1420,3	1774,3
N12	1842,7	1765,2	1755,7	1678,2	1460,5	1383,0	1373,5	1296,0	1810,5
N13	1885,4	1610,0	1741,2	1465,8	2267,6	1992,2	2123,5	1848,1	2187,4
N14	2009,7	1741,4	1864,6	1596,3	2137,1	1868,8	1992,0	1723,7	2223,6
N15	2134,0	1872,9	1987,9	1726,8	2006,6	1745,4	1860,5	1599,4	2259,8
N16	2258,3	2004,3	2111,3	1857,3	1876,1	1622,1	1729,1	1475,0	2296,0
V _x	343,2	172,1	343,2	172,1	343,2	172,1	343,2	172,1	343,2
V _y	145,1	145,1	145,1	145,1	-145,2	-145,2	-145,2	-145,2	43,5
V	372,7	225,1	372,7	225,1	372,7	225,1	372,7	225,1	346,0

	SL Ez.2	SL Ez.3	SL Ez.4	SL Ez.5	SL Ez.6	SL Ez.7	SL Ez.8
N1	984,9	845,5	1099,5	850,1	1104,1	964,8	1218,8

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 19 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

N2	1028,2	805,3	1066,4	883,1	1144,3	921,4	1182,5
N3	1071,5	765,0	1033,3	916,2	1184,5	878,0	1146,3
N4	1114,9	724,8	1000,2	949,3	1224,7	834,6	1110,0
N5	1293,9	1331,0	1408,6	1135,7	1213,2	1250,3	1327,9
N6	1337,3	1290,8	1375,5	1168,7	1253,4	1206,9	1291,6
N7	1380,6	1250,6	1342,4	1201,8	1293,6	1163,6	1255,4
N8	1423,9	1210,3	1309,3	1234,8	1333,8	1120,2	1219,1
N9	1603,0	1816,6	1717,6	1421,2	1322,3	1535,9	1437,0
N10	1646,3	1776,3	1684,5	1454,3	1362,5	1492,5	1400,7
N11	1689,6	1736,1	1651,4	1487,4	1402,7	1449,1	1364,5
N12	1733,0	1695,8	1618,3	1520,4	1442,9	1405,7	1328,2
N13	1912,0	2302,1	2026,7	1706,8	1431,4	1821,5	1546,1
N14	1955,3	2261,8	1993,6	1739,9	1471,6	1778,1	1509,8
N15	1998,7	2221,6	1960,5	1772,9	1511,8	1734,7	1473,6
N16	2042,0	2181,4	1927,3	1806,0	1552,0	1691,3	1437,3
V _x	172,1	343,2	172,1	343,2	172,1	343,2	172,1
V _y	43,5	-43,6	-43,6	43,5	43,5	-43,6	-43,6
V	177,5	346,0	177,5	346,0	177,5	346,0	177,5

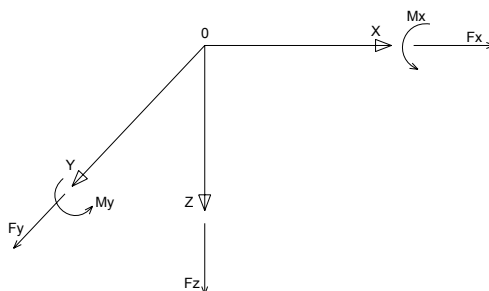
RIEPILOGO RISULTATI	
N _{max} [kN]	3120,9
N _{min} [kN]	441,9
N _{medio} [kN]	2210,0
V _{ma} [kN]	544,7

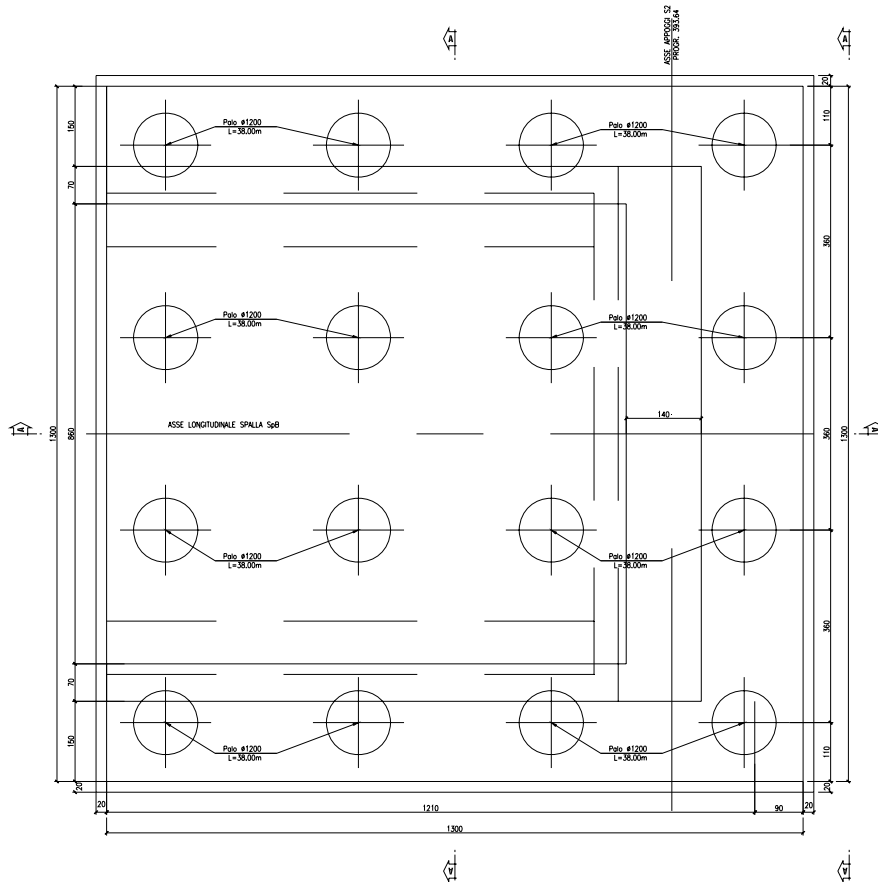
3 ANALISI DELLA PALIFICATA SPALLA B

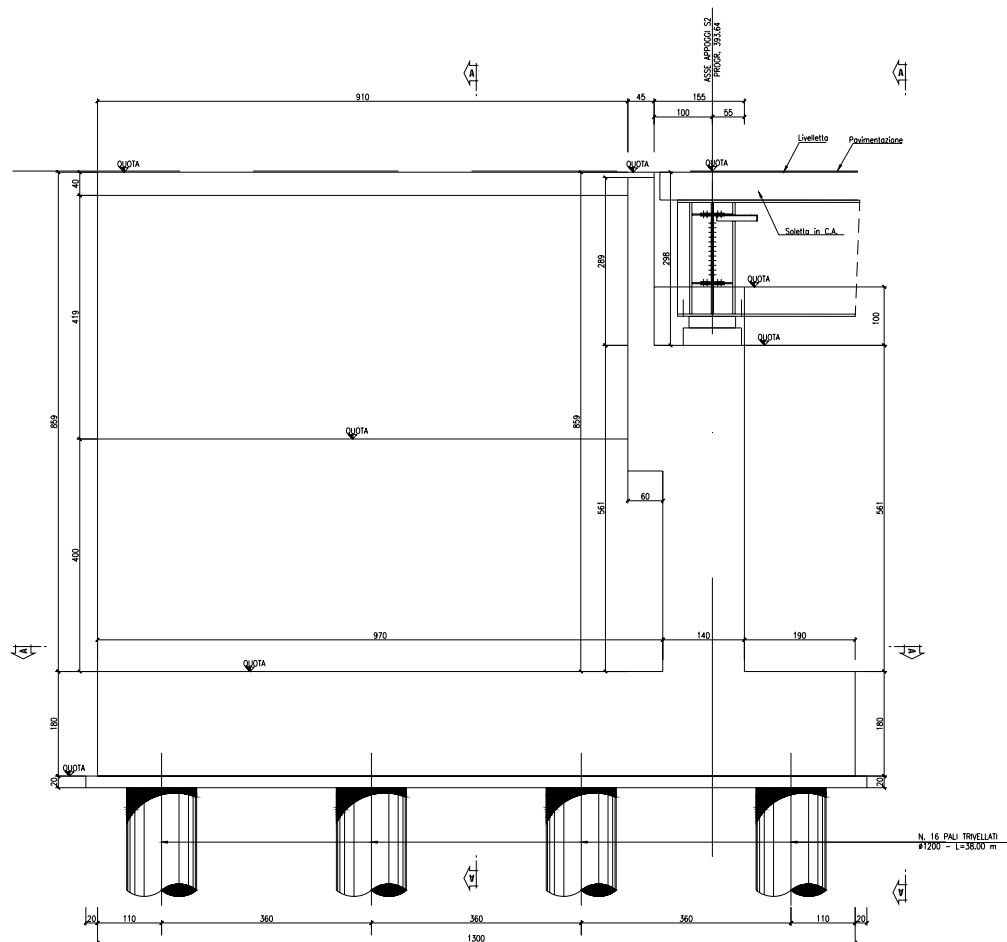
Si riporta nel presente capitolo il calcolo delle sollecitazioni nei pali di fondazione, e le relative verifiche di sicurezza, della spalla B.

Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione è stato effettuato facendo riferimento ad un sistema di coordinate ortogonali destrorso, avente origine in corrispondenza del filo di monte del plinto di fondazione (a metà del lato parallelo alla direzione trasversale al viadotto), a livello dell'intradosso del plinto stesso, asse x parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato ed asse z diretto verso il basso.

Le azioni orizzontali (F_x ed F_y) e verticali (F_z) si assumono positive se di verso concorde con quello degli assi. Si indicheranno inoltre con M_x i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse x (momenti trasversali) e con M_y (momenti longitudinali) i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse y. I momenti si assumono positivi se di senso antiorario rispetto all'asse-momento cui si riferiscono.







Geometrie Spalla

	n.	Bx	By	Bz,min	Bz,max	V	X	Y	Z
	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ³]	[m]	[m]	[m]
plinto di fondazione	1	13,00	13,00	1,80	-	304,2	6,50	0,00	-0,90
muro frontale	1	1,40	10,00	5,60	-	78,4	10,40	0,00	-4,60
muro paraghiaia	1	0,45	10,00	2,90	-	13,1	9,33	0,00	-8,85
muro laterale inf sx	1	9,10	0,70	4,00	-	25,5	5,15	4,65	-3,80
muro laterale inf dx	1	9,10	0,70	4,00	-	25,5	5,15	-4,65	-3,80
bandiera sx	0	1,00	1,00	1,00	1	0,0	-0,50	4,5	-5,30
bandiera dx	0	1,00	1,00	1,00	1	0,0	-0,50	-4,5	-5,30
baggioli	2	1,00	1,00	0,30	-	0,6	10,55	0	-7,55
apparecchi di appoggio	2	0,55	0,55	0,20	-	0,1	10,55	0	-7,80
muro laterale sup sx	1	9,10	0,50	4,10	-	18,7	4,55	4,75	-7,90
muro laterale sup dx	1	9,10	0,50	4,10	-	18,7	4,55	-4,75	-7,90

3.1 AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

Si riportano nel seguente prospetto le azioni trasmesse dall'impalcato. Tali azioni sono riferite al baricentro appoggi e sono state desunte dalla risoluzione del modello di calcolo del viadotto; per quanto riguarda le azioni sismiche esse sono state valutate pseudo-staticamente in riferimento al periodo proprio dell'impalcato dotato di isolatori.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 22 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

sisma trasversale

Mimp	=	307,16 t	massa impalcato
T	=	1,71 s	periodo fondamentale
S	=	0,119 g	ordinata spettrale
Fy	=	358,4 kN	azione sismica trasversale
My	=	427,9 kNm	momento trasversale

sisma verticale

Mimp	=	307,16 t	massa impalcato
T	=	0,05 s	periodo fondamentale
S	=	0,166 g	ordinata spettrale
Fz	=	501,3 kN	azione sismica trasversale
My	=	-5288,4 kNm	momento longitudinale

Azioni trasmesse (riferite al baricentro appoggi)

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	0,0	0,0	2507,4	0,0	0,0	peso proprio impalcato
g2	0,0	-0,2	505,9	0,0	0,0	permanenti portati
e2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ritiro
e3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	carico termico
q1.1	0,0	0,0	1640,8	1627,4	0,0	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	0,0	0,0	1097,2	2252,5	0,0	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	frenatura
q4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	azione centrifuga
q5	0,0	113,5	0,0	34,8	0,0	azione del vento trasversale
q6.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	sisma 1
q6.2	0,0	358,4	0,0	427,9	0,0	sisma 2
q6.3	0,0	0,0	501,3	0,0	-5288,4	sisma 3
q7	90,4	0,0	0,0	0,0	0,0	azione parassita dei vincoli

3.2 AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Peso proprio spalla (g1)

γ_{cls}	=	25,00 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	7605,0 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	1960,0 kN	muro frontale
g1.3	=	326,3 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	637,0 kN	muro laterale sx
g1.5	=	637,0 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0,0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0,0 kN	bandiera dx
g1.8	=	15,0 kN	baggioli
g1.9	=	466,4 kN	elemento 1
g1.10	=	466,4 kN	elemento 2
Fz	=	12113,0 kN	azione verticale
x	=	6,92 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-2,57 m	coordinata z punto di applicazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 23 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Peso terreno su fondazione (g2)

γ_t	=	18,00	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	422,24	m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	7600	kN	peso del terreno
x	=	5,15	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3,80	m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g3)

γ	=	18,00	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35,00	°	angolo di attrito del terreno
Ka	=	0,271		coefficiente di spinta attiva
K0	=	0,426		coefficiente di spinta a riposo
K	=	0,426		coefficiente di spinta adottato
H	=	10,30	m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	10,00	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	4071,53	kN	spinta del terreno
x	=	0,00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3,43	m	coordinata z punto di applicazione

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato (q1.t)

Incremento di spinta

q	=	20,00	kPa	sovraccarico stradale
ϕ	=	35,00	°	angolo di attrito del terreno
K	=	0,426		coefficiente di spinta
H	=	10,30	m	altezza di spinta terreno
B	=	10,00	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	878,43	kN	spinta del terreno per effetto del sovraccarico
x	=	0,00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5,15	m	coordinata z punto di applicazione

Incremento di azione verticale

Bx	=	9,10	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
Fz	=	1820,00	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	5,15	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1,80	m	coordinata z punto di applicazione

Azioni sismiche (q6)

a_g	=	0,100	g	accelerazione di picco
S_S	=	1,2		coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	=	1,0		coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1,2		
β_m	=	1,00		coefficiente di riduzione dell'acceler massima
a_{max}	=	0,120	g	accelerazione massima
K_h	=	0,120		coefficiente sismico orizzontale
K_v	=	0,060		coefficiente sismico verticale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 24 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Incremento di spinta terreno in fase sismica (q6.1)

Ipotesi di struttura rigida

γ	=	18,00 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	10,30 m	altezza di spinta terreno
B	=	10,00 m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP	=	1901,98	

Ipotesi di struttura flessibile

ϕ	=	35 °	angolo di attrito
ψ	=	90 °	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte
β	=	0 °	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno
δ	=	0 °	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
θ	=	5,42 °	$\tan(\vartheta) = Kh/(1+/-Kv)$
K1	=	0,573	coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \Phi - \vartheta$
K2	=	0,763	coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \Phi - \vartheta$
K	=	0,573	coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
Ed	=	5744 kN	spinta terreno in fase sismica
ΔS	=	1672,85 kN	incremento di spinta in fase sismica

Valore adottato

ΔP	=	1901,98 kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	0,00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0,00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5,15 m	coordinata z punto di applicazione

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia	coordinata x punto di applicazione	coordinata y punto di applicazione	coordinata z punto di applicazione
	Fi [kN]	x [m]	y [m]	z [m]
plinto	757,5	6,50	0,00	-0,90
muro frontale	195,2	10,40	0,00	-4,60
paraghiaia	32,5	9,33	0,00	-8,85
muro laterale sx	63,4	5,15	4,65	-3,80
muro laterale dx	63,4	5,15	-4,65	-3,80
bandiera sx	0,0	-0,50	4,50	-5,30
bandiera dx	0,0	-0,50	-4,50	-5,30
baggioli	1,5	10,55	0,00	-7,55
elemento 1	46,5	10,55	0,00	-7,80
elemento 2	46,5	4,55	4,75	-7,90
terreno su plinto	757,0	5,15	0,00	-3,80
risultante intradosso plinto	1963,4	6,38	0,11	-3,04

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 25 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

3.3 RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Nella tabella seguente vengono riepilogate le azioni trasmesse in fondazione dalla spalla e dall'impalcato. Dette azioni sono riferite al baricentro della paliificata.

Coordinate baricentro pali

x = 6,50 m coordinata x

y = 0,00 m coordinata y

z = 0,00 m coordinata z

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1-imp	0,0	0,0	2507,4	0,0	-10154,9	peso proprio impalcato
g1-sp	0,0	0,0	12113,0	0,0	-5098,6	peso proprio spalla
g2-imp	0,0	-0,2	505,9	-1,8	-2048,7	permanenti portati su impalcato
g2-sp	0,0	0,0	7600,3	0,0	10260,4	terreno su plinto spalla
g3-sp	4071,5	0,0	0,0	0,0	-13978,9	spinta del terreno su spalla
e2-imp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ritiro
e3-imp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	carico termico differenziale
q1.1-imp	0,0	0,0	1640,8	1627,4	-6645,3	carico mobile - config 1 (max azione verticale)
q1.2-imp	0,0	0,0	1097,2	2252,5	-4443,5	carico mobile - config 2 (max momento trasvers)
q1t-sp	878,4	0,0	1820,0	0,0	-2066,9	effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
q3-imp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	frenatura su impalcato
q4-imp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	azione centrifuga su impalcato
q5-imp	0,0	113,5	0,0	920,4	0,0	azione del vento trasversale su impalcato
q6.1x-imp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	sisma 1 impalcato
q6.1y-imp	0,0	358,4	0,0	3223,7	0,0	sisma 2 impalcato
q6.1z-imp	0,0	0,0	501,3	0,0	-7318,5	sisma 3 impalcato
q6.1x-sp	1902,0	0,0	0,0	0,0	-9795,2	incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp	1963,4	0,0	0,0	0,0	-5966,6	forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp	0,0	1963,4	0,0	5966,6	0,0	forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp	0,0	0,0	981,7	110,3	118,3	forze d'inerzia verticali
q7-imp	90,4	0,0	0,0	0,0	-705,1	azione parassita dei vincoli

3.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Per le formulazioni generali delle combinazioni di carico nell'ambito dei vari S.L. si rimanda alle NTC cap. 2.5.3 (rif. Eurocodice EN 1990-annex.A2 cap. A2.3, A2.4). Scegliendo di adottare per le verifiche geotecniche della paliificata l'approccio 2 (NTC cap.6) per il quale i coefficienti parziali delle azioni coincidono con quelli da adottare per le verifiche strutturali, le combinazioni da tenere in conto sono quella fondamentale (S.L.U) e quella sismica. Le azioni elementari sono state combinate attraverso i coefficienti parziali riportati nella seguente matrice.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 28 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

	SL Ey.1	SL Ey.2	SL Ey.3	SL Ey.4	SL Ey.5	SL Ey.6	SL Ey.7	SL Ey.8	SL Ez.1
g1-imp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
g1-sp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
g2-imp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
g2-sp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
g3-sp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
e2-imp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
e3-imp	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
q1.1-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1t-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3
q6.1y-imp	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0,3
q6.1z-imp	0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3	1
q6.1x-sp	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3
q6.2x-sp	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3
q6.2y-sp	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0,3
q6.2z-sp	0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3	1
q7-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	SL Ez.2	SL Ez.3	SL Ez.4	SL Ez.5	SL Ez.6	SL Ez.7	SL Ez.8
g1-imp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
g1-sp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
g2-imp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
g2-sp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
g3-sp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
e2-imp	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
e3-imp	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
q1.1-imp	0	0	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	0	0	0
q1t-sp	0	0	0	0	0	0	0
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3
q6.1y-imp	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3
q6.1z-imp	1	1	1	-1	-1	-1	-1
q6.1x-sp	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3
q6.2x-sp	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3
q6.2y-sp	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3
q6.2z-sp	1	1	1	-1	-1	-1	-1
q7-imp	1	1	1	1	1	1	1

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 29 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

3.5 SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni sulla palificata, riferite al baricentro della stessa, nelle combinazioni di carico analizzate.

	SLU q1.1	SLU q1.2	SLU q1.3	SLU q1.4	SLU q1.5	SLU q1.6	SLU q1.7	SLU q1.8	SLU q3.1
Fx [kN]	6818	6818	6818	6818	6818	6818	6818	6818	6519
Fy [kN]	102	102	-102	-102	102	102	-102	-102	-102
Fz [kN]	35353	35353	35353	35353	34619	34619	34619	34619	34176
Mx [kNm]	3023	3023	1366	1366	3867	3867	2210	2210	813
My [kNm]	-41197	-41197	-41197	-41197	-38225	-38225	-38225	-38225	-38235

	SLU q3.2	SLU q4.1	SLU q4.2	SLU e2.1	SLU e2.2	SLU e2.3	SLU e2.4	SLU e2.5	SLU e2.6
Fx [kN]	6519	6519	6519	6519	6519	6519	6519	6519	6519
Fy [kN]	-102	-102	-102	102	102	-102	-102	102	102
Fz [kN]	33627	34176	33627	34176	34176	34176	34176	33627	33627
Mx [kNm]	1444	813	1444	2470	2470	813	813	3101	3101
My [kNm]	-36011	-38235	-36011	-38235	-38235	-38235	-38235	-36011	-36011

	SLU e2.7	SLU e2.8	SLU q5.1	SLU q5.2	SLU q5.3	SLU q5.4	SLU q5.5	SLU q5.6	SLU q5.7
Fx [kN]	6519	6519	6519	6519	6519	6519	6519	6519	6519
Fy [kN]	-102	-102	170	170	-171	-171	170	170	-171
Fz [kN]	33627	33627	34176	34176	34176	34176	33627	33627	33627
Mx [kNm]	1444	1444	3022	3022	261	261	3653	3653	892
My [kNm]	-36011	-36011	-38235	-38235	-38235	-38235	-36011	-36011	-36011

	SLU q5.8	SL Ex.1	SL Ex.2	SL Ex.3	SL Ex.4	SL Ex.5	SL Ex.6	SL Ex.7	SL Ex.8
Fx [kN]	6519	8027	8027	8027	8027	297	297	297	297
Fy [kN]	-171	696	-697	696	-697	696	-697	696	-697
Fz [kN]	33627	23171	23171	22282	22282	23171	23171	22282	22282
Mx [kNm]	892	2788	-2726	2722	-2792	2788	-2726	2722	-2792
My [kNm]	-36011	-39648	-39648	-35328	-35328	-8124	-8124	-3804	-3804

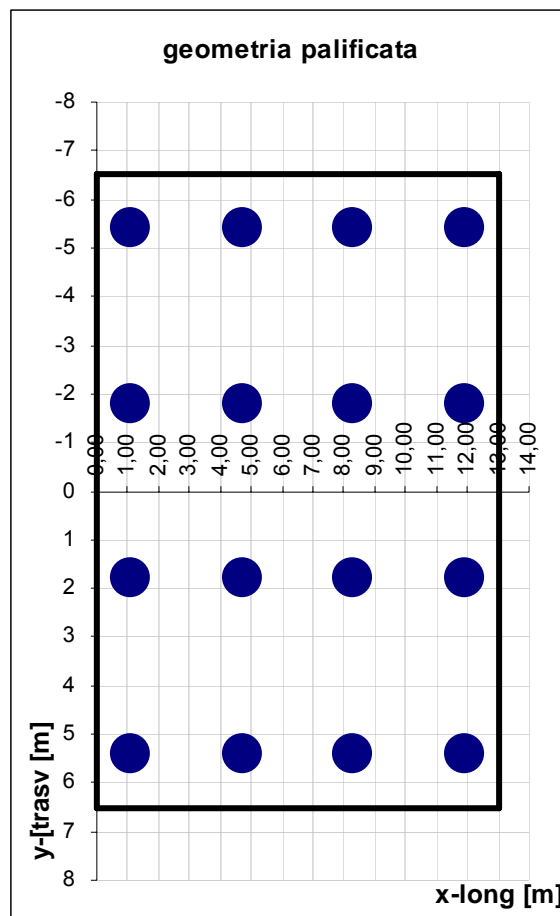
	SL Ey.1	SL Ey.2	SL Ey.3	SL Ey.4	SL Ey.5	SL Ey.6	SL Ey.7	SL Ey.8	SL Ez.1
Fx [kN]	5322	3002	5322	3002	5322	3002	5322	3002	5322
Fy [kN]	2322	2322	2322	2322	-2322	-2322	-2322	-2322	696
Fz [kN]	23171	23171	22282	22282	23171	23171	22282	22282	24210
Mx [kNm]	9222	9222	9155	9155	-9159	-9159	-9225	-9225	2866
My [kNm]	-28614	-19157	-24294	-14837	-28614	-19157	-24294	-14837	-33655

	SL Ez.2	SL Ez.3	SL Ez.4	SL Ez.5	SL Ez.6	SL Ez.7	SL Ez.8
Fx [kN]	3002	5322	3002	5322	3002	5322	3002
Fy [kN]	696	-697	-697	696	696	-697	-697
Fz [kN]	24210	24210	24210	21244	21244	21244	21244
Mx [kNm]	2866	-2649	-2649	2645	2645	-2869	-2869
My [kNm]	-24198	-33655	-24198	-19254	-9797	-19254	-9797

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 30 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Geometria della palificata

PALO	coordinate nel riferimento assoluto		coordinate nel riferimento locale (origine nel baricentro palificata)		trasversale	longitudinale
	X	Y	Xp	Yp	Jxi	Jyi
1	1,10	-5,40	-5,40	-5,40	29,16	29,16
2	1,10	-1,80	-5,40	-1,80	3,24	29,16
3	1,10	1,80	-5,40	1,80	3,24	29,16
4	1,10	5,40	-5,40	5,40	29,16	29,16
5	4,70	-5,40	-1,80	-5,40	29,16	3,24
6	4,70	-1,80	-1,80	-1,80	3,24	3,24
7	4,70	1,80	-1,80	1,80	3,24	3,24
8	4,70	5,40	-1,80	5,40	29,16	3,24
9	8,30	-5,40	1,80	-5,40	29,16	3,24
10	8,30	-1,80	1,80	-1,80	3,24	3,24
11	8,30	1,80	1,80	1,80	3,24	3,24
12	8,30	5,40	1,80	5,40	29,16	3,24
13	11,9	-5,40	5,40	-5,40	29,16	29,16
14	11,9	-1,80	5,40	-1,80	3,24	29,16
15	11,9	1,80	5,40	1,80	3,24	29,16
16	11,9	5,40	5,40	5,40	29,16	29,16
16	6,5	0,0			259,20	259,20



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 32 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

	SLU e2.7	SLU e2.8	SLU q5.1	SLU q5.2	SLU q5.3	SLU q5.4	SLU q5.5	SLU q5.6	SLU q5.7
N1	1321,4	1321,4	1276,5	1276,5	1334,0	1334,0	1275,4	1275,4	1332,9
N2	1341,4	1341,4	1318,5	1318,5	1337,6	1337,6	1326,1	1326,1	1345,3
N3	1361,5	1361,5	1360,4	1360,4	1341,3	1341,3	1376,8	1376,8	1357,7
N4	1381,6	1381,6	1402,4	1402,4	1344,9	1344,9	1427,6	1427,6	1370,1
N5	1821,5	1821,5	1807,5	1807,5	1865,1	1865,1	1775,5	1775,5	1833,0
N6	1841,6	1841,6	1849,5	1849,5	1868,7	1868,7	1826,3	1826,3	1845,4
N7	1861,7	1861,7	1891,5	1891,5	1872,3	1872,3	1877,0	1877,0	1857,8
N8	1881,7	1881,7	1933,4	1933,4	1875,9	1875,9	1927,7	1927,7	1870,2
N9	2321,7	2321,7	2338,6	2338,6	2396,1	2396,1	2275,7	2275,7	2333,2
N10	2341,7	2341,7	2380,6	2380,6	2399,7	2399,7	2326,4	2326,4	2345,6
N11	2361,8	2361,8	2422,5	2422,5	2403,3	2403,3	2377,1	2377,1	2358,0
N12	2381,9	2381,9	2464,5	2464,5	2407,0	2407,0	2427,9	2427,9	2370,4
N13	2821,8	2821,8	2869,6	2869,6	2927,1	2927,1	2775,8	2775,8	2833,3
N14	2841,9	2841,9	2911,6	2911,6	2930,8	2930,8	2826,6	2826,6	2845,7
N15	2862,0	2862,0	2953,6	2953,6	2934,4	2934,4	2877,3	2877,3	2858,1
N16	2882,0	2882,0	2995,5	2995,5	2938,0	2938,0	2928,0	2928,0	2870,5
V _x	407,5	407,5	407,5	407,5	407,5	407,5	407,5	407,5	407,5
V _y	-6,4	-6,4	10,6	10,6	-10,7	-10,7	10,6	10,6	-10,7
V	407,5	407,5	407,6	407,6	407,6	407,6	407,6	407,6	407,6

	SLU q5.8	SL Ex.1	SL Ex.2	SL Ex.3	SL Ex.4	SL Ex.5	SL Ex.6	SL Ex.7	SL Ex.8
N1	1332,9	564,1	679,0	599,9	714,8	1220,9	1335,8	1256,6	1371,5
N2	1345,3	602,9	641,2	637,7	676,0	1259,6	1297,9	1294,5	1332,7
N3	1357,7	641,6	603,3	675,5	637,2	1298,3	1260,0	1332,3	1294,0
N4	1370,1	680,3	565,4	713,3	598,4	1337,1	1222,2	1370,1	1255,2
N5	1833,0	1114,8	1229,7	1090,6	1205,4	1333,7	1448,6	1309,5	1424,4
N6	1845,4	1153,5	1191,8	1128,4	1166,7	1372,4	1410,7	1347,3	1385,6
N7	1857,8	1192,2	1154,0	1166,2	1127,9	1411,2	1372,9	1385,1	1346,8
N8	1870,2	1231,0	1116,1	1204,0	1089,1	1449,9	1335,0	1422,9	1308,0
N9	2333,2	1665,5	1780,3	1581,2	1696,1	1446,5	1561,4	1362,3	1477,2
N10	2345,6	1704,2	1742,5	1619,0	1657,3	1485,3	1523,6	1400,1	1438,4
N11	2358,0	1742,9	1704,6	1656,8	1618,5	1524,0	1485,7	1437,9	1399,6
N12	2370,4	1781,6	1666,8	1694,6	1579,8	1562,7	1447,8	1475,7	1360,9
N13	2833,3	2216,1	2331,0	2071,9	2186,8	1559,4	1674,3	1415,1	1530,0
N14	2845,7	2254,8	2293,1	2109,7	2148,0	1598,1	1636,4	1453,0	1491,2
N15	2858,1	2293,6	2255,3	2147,5	2109,2	1636,8	1598,5	1490,8	1452,5
N16	2870,5	2332,3	2217,4	2185,3	2070,4	1675,6	1560,7	1528,6	1413,7
V _x	407,5	501,7	501,7	501,7	501,7	18,5	18,5	18,5	18,5
V _y	-10,7	43,5	-43,5	43,5	-43,5	43,5	-43,5	43,5	-43,5
V	407,6	503,6	503,6	503,6	503,6	47,3	47,3	47,3	47,3

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 33 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

	SL Ey.1	SL Ey.2	SL Ey.3	SL Ey.4	SL Ey.5	SL Ey.6	SL Ey.7	SL Ey.8	SL Ez.1
N1	660,0	857,0	695,7	892,8	1042,9	1239,9	1078,7	1275,7	752,3
N2	788,0	985,1	822,9	1019,9	915,7	1112,7	950,5	1147,6	792,1
N3	916,1	1113,1	950,1	1147,1	788,5	985,5	822,4	1019,4	831,9
N4	1044,2	1241,2	1077,2	1274,2	661,3	858,3	694,3	891,3	871,7
N5	1057,4	1123,1	1033,2	1098,8	1440,3	1506,0	1416,1	1481,8	1219,7
N6	1185,5	1251,1	1160,3	1226,0	1313,1	1378,8	1288,0	1353,6	1259,5
N7	1313,5	1379,2	1287,5	1353,1	1185,9	1251,6	1159,8	1225,5	1299,3
N8	1441,6	1507,3	1414,6	1480,3	1058,7	1124,4	1031,7	1097,4	1339,1
N9	1454,8	1389,1	1370,6	1304,9	1837,7	1772,1	1753,5	1687,8	1687,1
N10	1582,9	1517,2	1497,7	1432,1	1710,5	1644,9	1625,4	1559,7	1726,9
N11	1711,0	1645,3	1624,9	1559,2	1583,3	1517,6	1497,3	1431,6	1766,7
N12	1839,0	1773,4	1752,1	1686,4	1456,1	1390,4	1369,1	1303,4	1806,5
N13	1852,2	1655,2	1708,0	1511,0	2235,2	2038,1	2090,9	1893,9	2154,5
N14	1980,3	1783,3	1835,2	1638,1	2108,0	1910,9	1962,8	1765,8	2194,3
N15	2108,4	1911,4	1962,3	1765,3	1980,7	1783,7	1834,7	1637,7	2234,1
N16	2236,5	2039,4	2089,5	1892,4	1853,5	1656,5	1706,5	1509,5	2273,9
V _x	332,6	187,6	332,6	187,6	332,6	187,6	332,6	187,6	332,6
V _y	145,1	145,1	145,1	145,1	-145,1	-145,1	-145,1	-145,1	43,5
V	362,9	237,2	362,9	237,2	362,9	237,2	362,9	237,2	335,4

	SL Ez.2	SL Ez.3	SL Ez.4	SL Ez.5	SL Ez.6	SL Ez.7	SL Ez.8
N1	949,3	867,1	1064,2	871,5	1068,5	986,4	1183,4
N2	989,1	830,4	1027,4	908,2	1105,2	946,5	1143,5
N3	1028,9	793,6	990,6	945,0	1142,0	906,7	1103,7
N4	1068,7	756,8	953,8	981,7	1178,7	866,8	1063,8
N5	1285,4	1334,6	1400,2	1138,9	1204,6	1253,8	1319,5
N6	1325,2	1297,8	1363,5	1175,6	1241,3	1213,9	1279,6
N7	1365,0	1261,0	1326,7	1212,4	1278,1	1174,1	1239,8
N8	1404,8	1224,2	1289,9	1249,1	1314,8	1134,2	1199,9
N9	1621,4	1802,0	1736,3	1406,3	1340,7	1521,2	1455,5
N10	1661,2	1765,2	1699,5	1443,1	1377,4	1481,4	1415,7
N11	1701,0	1728,4	1662,7	1479,8	1414,1	1441,5	1375,8
N12	1740,8	1691,6	1626,0	1516,5	1450,9	1401,7	1336,0
N13	1957,5	2269,4	2072,4	1673,7	1476,7	1788,6	1591,6
N14	1997,3	2232,6	2035,6	1710,5	1513,5	1748,8	1551,8
N15	2037,1	2195,8	1998,8	1747,2	1550,2	1708,9	1511,9
N16	2076,9	2159,1	1962,0	1784,0	1586,9	1669,1	1472,1
V _x	187,6	332,6	187,6	332,6	187,6	332,6	187,6
V _y	43,5	-43,5	-43,5	43,5	43,5	-43,5	-43,5
V	192,6	335,4	192,6	335,4	192,6	335,4	192,6

RIEPILOGO RISULTATI	
N _{max} [kN]	3130,8
N _{min} [kN]	564,1
N _{medio} [kN]	2209,6
V _{ma} [kN]	503,6

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 34 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

4 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE

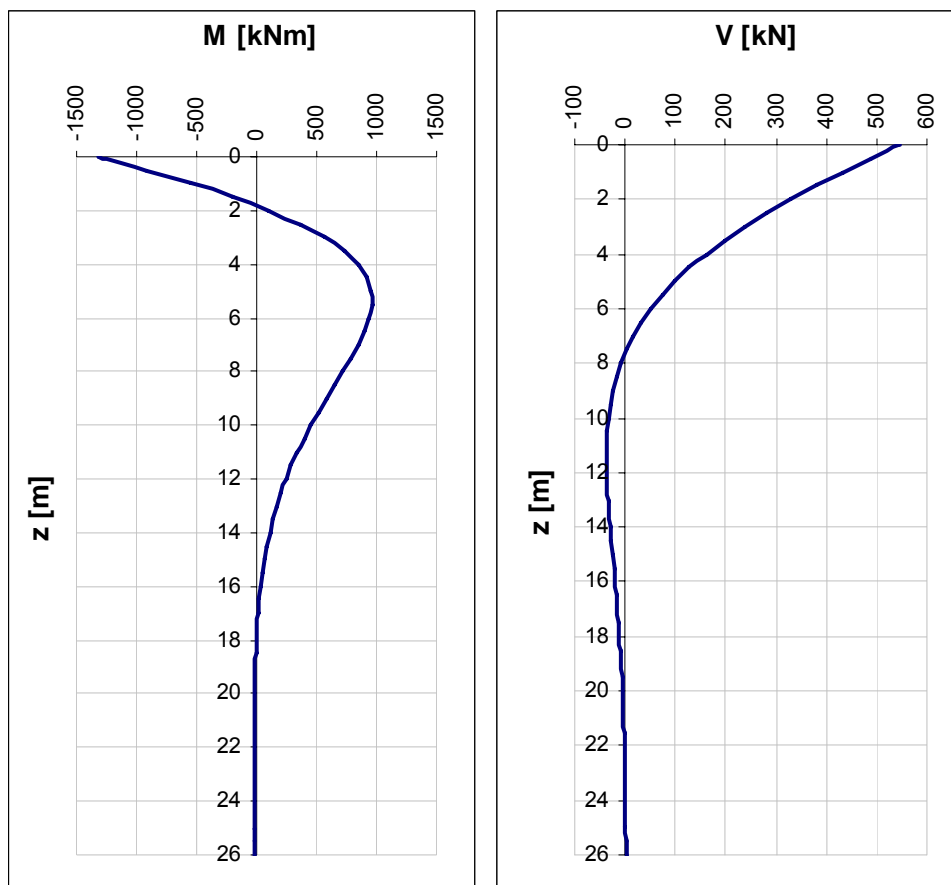
Le verifiche dei pali sono state condotte considerando le condizioni più sfavorevoli tra quelle presentate dalle due palificate.

4.1 VERIFICHE STRUTTURALI

Per il calcolo delle sollecitazioni flettenti e taglianti agenti lungo il fusto del palo si adotta lo schema di palo con la testa impedita di ruotare, ma libera di traslare per effetto dell'azione orizzontale ivi applicata, ed immerso in un terreno schematizzato alla Winkler. Per la determinazione della lunghezza elastica del palo, λ , si adotta l'espressione di Zimmerman.

Di seguito si riporta il dettaglio dei calcoli di dimensionamento e verifica.

E	=	31447 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	0,1018 m ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1,80 m	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
λ	=	4,84 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0,00 m	altezza tratto libero
V	=	544,7 kN	taglio alla testa del palo
M _{max}	=	1317,2 kNm	massimo momento flettente
d _{max}	=	4,81 mm	spostamento massimo in testa



4.1.1 S.L.U. – Verifica di resistenza a presso-flessione

La prima gabbia viene armata con 18 Ø22, mentre per le successive sono sufficienti 15 Ø16.

Il momento ultimo del palo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U.: si riportano di seguito le schermate di output del programma relative alle sezioni verificate (z = 0 m, 9.9m, 20.9 m).

Verifica C.A. S.L.U. - File: palo1

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: PALO Nmin (Max) spalla fissa

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 18
 Diametro barre: 2,2 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 382,1 0 kN
 M_{xEd}: 1430,6 0 kNm
 M_{yEd}: 0 0

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

Tipologia rottura:
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} : 67,5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391,3 N/mm² ϵ_{cu} : 3,5 ‰
 E_s : 200.000 N/mm² f_{cd} : 14,17
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0,8
 ϵ_{syd} : 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9,75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0,6
 τ_{c1} : 1,829

M_{xRd}: 1.471 kN m

σ_c : -14,17 N/mm²
 σ_s : 391,3 N/mm²
 ϵ_c : 3,5 ‰
 ϵ_s : 13,6 ‰
 d: 115 cm
 x: 23,54 w/d: 0,2047
 δ : 0,7

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett.: 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: palo2

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: PALO Nmin (gabbia2) spalla fissa

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 15
 Diametro barre: 1,6 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 382,1 0 kN
 M_{xEd}: 522,9 0 kNm
 M_{yEd}: 0 0

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

Tipologia rottura:
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} : 67,5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391,3 N/mm² ϵ_{cu} : 3,5 ‰
 E_s : 200.000 N/mm² f_{cd} : 14,17
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0,8
 ϵ_{syd} : 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9,75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0,6
 τ_{c1} : 1,829

M_{xRd}: 794,9 kN m

σ_c : -14,17 N/mm²
 σ_s : 391,3 N/mm²
 ϵ_c : 3,5 ‰
 ϵ_s : 19,4 ‰
 d: 113,8 cm
 x: 17,39 w/d: 0,1528
 δ : 0,7

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett.: 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

	Z _{in} [m]	Z _{in} [m]	c' [cm]	Φ [mm]	n	s [cm]	M _{Ed} [kN*m]	N _{Ed} [kN]	M _{res} [kN*m]
gabbia n.1	-1,1	10,9	5	22	18	19,2	1317,2	441,9	1471,0
gabbia n.2	9,9	21,9	5	16	15	23,0	522,9	441,9	794,8
gabbia n.3	20,9	32,9	5	16	15	23,0	16,7	441,9	794,8

4.1.2 S.L.U. – Verifica di resistenza a taglio

Si dispongono spirali Ø10/20 nella prima gabbia dove le sollecitazioni taglianti sono maggiori, mentre nelle altre sono sicuramente sufficienti delle spirali Ø10/30. La verifica a taglio risulta soddisfatta se:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$: taglio resistente

$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d_e \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$: resistenza di calcolo a taglio trazione

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d_e \cdot b_{we} \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{(1 + \cot^2 \theta)}$: resistenza di calcolo a taglio compressione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 37 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

dove:

$$d_e = 0.45 \cdot D + 0.64 \cdot (d - D/2): \quad \text{altezza utile equivalente della sezione}$$

D : diametro della sezione

d : altezza utile della sezione

$b_{we} = 0.9 \cdot D$: base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$: resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

V_{Ed}	=	544,7	kN	taglio di calcolo
N_{Ed}	=	441,9	kN	sforzo assiale di calcolo
D	=	1200	mm	diametro della sezione
d	=	1140	mm	altezza utile della sezione
d_e	=	886	mm	altezza utile equivalente della sezione
b_{we}	=	1080	mm	base equivalente della sezione
ϕ	=	10		diametro dell'armatura a taglio
α	=	90	°	angolo di inclinazione dell' armatura trasversale
s	=	200	mm	passo staffe in direzione longitudinale
n_{br}	=	2		numero bracci
A_{sw}	=	157,08	mm ²	area resistente dell'armatura a taglio
$\cot(\theta)$	=	2,50		inclinazione delle bielle di calcestruzzo
σ_{cp}	=	0,391	MPa	tensione media di compressione nella sezione
α_c	=	1,03		
V_{Rsd}	=	612,4	kN	resistenza taglio trazione
V_{Rcd}	=	2152,1	kN	resistenza taglio compressione
V_{Rd}	=	612,4	kN	resistenza a taglio

4.2 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI

Le verifiche a carico limite verticale delle opere dei pali di fondazione sono effettuate in accordo alle NTC cap.6.4, seguendo l'approccio 2. In particolare viene verificato che sia verificato:

$$E_d \leq R_d$$

nella quale E_d è il valore di progetto dell'azione, mentre R_d rappresenta il valore di progetto della resistenza. Il valore di progetto dell'azione viene determinata amplificando i valori dei carichi agenti attraverso i coefficienti parziali definiti nei paragrafi precedenti. Nelle due tabelle seguenti vengono riportati i coefficienti parziali da applicare ai parametri geotecnici ed i coefficienti parziali attraverso i quali le resistenze caratteristiche alla punta e laterale del palo vengono convertite in resistenze di calcolo (per pali trivellati).

	γ_γ	$\gamma_{\phi'}$	$\gamma_{c'}$	γ_{cu}
tipo di combinazione	peso specifico	angolo di attrito	coesione drenata	coesione non drenata
M1	1	1	1	1

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 38 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

	$\gamma_{R,b}$	$\gamma_{R,s}$
tipo di combinazione	resistenza alla base	resistenza laterale
R3	1,35	1,15

In funzione del numero di verticali investigate, è stato adottato un fattore di correlazione di 1.40 coerentemente con quanto riportato nella relazione geotecnica e nella tabella 6.4.IV delle NTC.

verticali investigate	1	2	3	4	5	7	>10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,65	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

4.2.1 S.L.U. – Verifica a carico limite verticale

Si fornisce al presente paragrafo la verifica a carico limite verticale del palo di diametro $\varnothing 1200$ mm e lunghezza 26.0 m. La verifica viene eseguita in condizioni drenate e non drenate.

DATI GENERALI

D	=	1200 mm	diametro palo
L	=	26,00 m	lunghezza palo
L/D	=	21,67 m	rapporto lunghezza/diametro
z_D	=	0,00 m	profondità testa palo da piano campagna
z_w	=	0,00 m	profondità della falda da piano campagna
γ_w	=	0 kN/m ³	peso specifico dell'acqua (=0 in assenza di falda)

PARAMETRI GEOTECNICI

	profondità da p.c.		potenza	peso specifico di calcolo	angolo di attrito di calcolo	coesione drenata di calcolo	coesione non drenata di calcolo
	da	a	h	γ_d	ϕ_d	c'_d	c_{ud}
	[m]	[m]	[m]	[kN/m ³]	[°]	[kPa]	[kPa]
unità 1	0,0	1,0	1	18,0	17,4	10	40
unità 2	1,0	12,0	11	18,0	17,4	10	40
unità 3	12,0	15,0	3	18,8	21,0	24	110
unità 4	15,0	26,0	11	19,2	16,9	34	119

CALCOLO RESISTENZA LATERALE

	press interstiz tetto	press interstiz base	tens vertic tetto	tens vertic base	tens vertic efficace tetto	tens vertic efficace base	coeff di attrito	coeff di adesione	resist laterale media (condiz drenate)	resist laterale (condiz non drenate)	
	u_t	u_b	σ_{vt}	σ_{vb}	σ'_{vt}	σ'_{vb}	K	μ	α	$\tau_{d,D}$	$\tau_{d,UD}$
	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[-]	[-]	[-]	[kPa]	[kPa]
unità 1	0	0	0	18	0	18	0,50	0,31	0,8	11,4	32,0
unità 2	0	0	18	216	18	216	0,50	0,31	0,8	28,3	32,0
unità 3	0	0	216	272	216	272	0,50	0,38	0,4	70,9	44,0
unità 4	0	0	272	484	272	484	0,50	0,30	0,4	91,4	47,6

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 39 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

CALCOLO DELLA PORTANZA IN CONDIZIONI DRENATE

Portanza laterale

τ_s	=	59,3 kPa	resistenza tangenziale unitaria media
R_s	=	5810,7 kN	resistenza laterale

Portanza alla base

σ'_{vb}	=	484 kPa	tensione verticale efficace base palo
$\phi_{d'}$	=	16,9 °	angolo di attrito di calcolo unità di base
$c'_{d'}$	=	34,0 kPa	coesione drenata di calcolo unità di base
N'_q	=	2,1	fattore di capacita portante
$N_{c'}$	=	3,5	fattore di capacita portante in condizioni drenate
q_b	=	1125,1 kPa	resistenza unitaria alla base in condizioni drenate
R_b	=	1272,5 kN	resistenza alla base in condizioni drenate

Resistenze caratteristiche

ξ	=	1,40	fattore di correlazione funzione del n° di verticali indagate
$R_{s,k}$	=	4150,5 kN	resistenza laterale caratteristica
$R_{b,k}$	=	908,9 kN	resistenza alla base caratteristica

Calcolo della resistenza di progetto

$\gamma_{R,s}$	=	1,15	tensione verticale efficace base palo
$\gamma_{R,b}$	=	1,35	angolo di attrito di calcolo unità di base
$R_{s,d}$	=	3609,1 kN	coesione drenata di calcolo unità di base
$R_{b,d}$	=	673,3 kN	fattore di capacita portante
W'_{palo}	=	735,1 kN	fattore di capacita portante in condizioni drenate
$\gamma_{g,palo}$	=	1,30	resistenza unitaria alla base in condizioni drenate
R_d	=	3326,7 kN	resistenza alla base in condizioni drenate
N	=	3130,8 kN	carico assiale testa palo

CALCOLO DELLA PORTANZA IN CONDIZIONI NON DRENATE

Portanza laterale

τ_s	=	40,0 kPa	resistenza tangenziale unitaria media
R_s	=	3919,2 kN	resistenza laterale

Portanza alla base

σ_{vb}	=	484 kPa	tensione verticale base palo
c_{ud}	=	119 kPa	coesione non drenata di calcolo unità di base
N_c	=	9,0	fattore di capacita portante
q_b	=	1554,6 kPa	resistenza unitaria alla base
R_b	=	1758,2 kN	resistenza alla base

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 40 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Resistenze caratteristiche

ξ	=	1,40	fattore di correlazione funzione del n° di verticali indagate
$R_{s,k}$	=	2799,4 kN	resistenza laterale caratteristica
$R_{b,k}$	=	1255,9 kN	resistenza alla base caratteristica

Calcolo della resistenza di progetto

$\gamma_{R,s}$	=	1,15	coefficiente parziale resistenza laterale
$\gamma_{R,b}$	=	1,35	coefficiente parziale resistenza alla base
$R_{s,d}$	=	2434,3 kN	resistenza laterale di progetto
$R_{b,d}$	=	930,3 kN	resistenza alla base di progetto
W_{palo}	=	147,0 kN	peso netto del palo
$\gamma_{g,palo}$	=	1,30	coefficiente parziale peso palo
R_d	=	3173,4 kN	resistenza di progetto del palo
N	=	2455,2 kN	carico assiale testa palo

4.2.2 S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale

Il calcolo del carico limite orizzontale dei pali viene effettuato secondo il metodo proposto da Broms per terreni coesivi. Si riporta di seguito il dettaglio del calcolo del carico limite trasversale del palo.

CALCOLO DEL CARICO LIMITE ORIZZONTALE

D	=	1,20 m	diametro palo
L	=	26,00 m	lunghezza palo
M_y	=	1471,0 kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	81,5 kPa	coesione non drenata

palo corto

$Q_{lim,1}$	=	21300,8 kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	296081,7 kNm	momento massimo

palo intermedio

$Q_{lim,2}$	=	8052,2 kN	carico limite per palo intermedio
f	=	9,1 m	
M_{max}	=	49854,2 kNm	momento massimo

palo lungo

$Q_{lim,3}$	=	1188,6 kN	carico limite per palo lungo
-------------	---	-----------	------------------------------

MR PALO LUNGO

$Q_{lim,m}$	=	1188,6 kN	carico limite (valore medio)
ξ	=	1,40	fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	849,0 kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1,30	coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	653,1 kN	carico limite (valore di progetto)
F_h	=	544,7 kN	azione trasversale testa palo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 41 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

5 ANALISI STRUTTURALE DELLE SPALLE

Si descrive in questo capitolo l'analisi strutturale della spalla A; considerando che la spalla B le è geometricamente molto simile e con azioni agenti globalmente inferiori, si è deciso di dimensionare anch'essa sulla base dei risultati ottenuti dal modello di calcolo della spalla A.

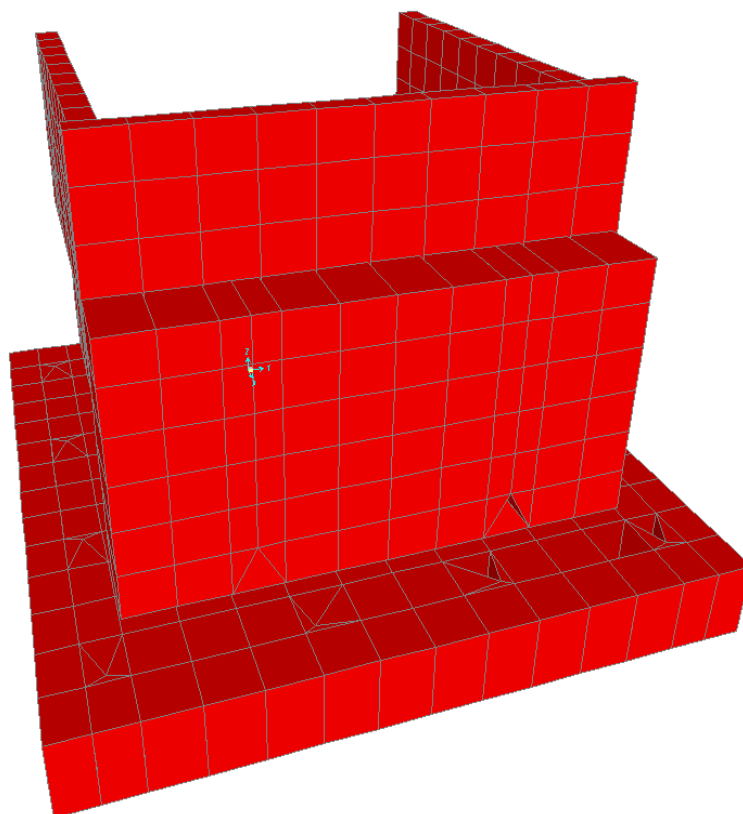
5.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO DELLA SPALLA

Il calcolo delle sollecitazioni agenti sugli elementi che costituiscono la spalla è stato eseguito in SAP2000 schematizzando gli elementi strutturali (plinto di fondazione, muro frontale, trave paraghiaia e muri laterali) come piastre rettangolari, con il plinto vincolato mediante incastri in corrispondenza degli assi dei pali di fondazione.

Lo schema statico appena descritto è stato risolto mettendo a punto un modello numerico agli elementi finiti che, con buona approssimazione, riproduce l'effettiva geometria e la effettiva distribuzione delle rigidzze della struttura reale. Gli elementi shell impiegati includono gli effetti della deformabilità a taglio.

Nella seguente figura si illustra la geometria del modello.

Il sistema di riferimento globale è impostato con asse X parallelo ai muri laterali, asse Y parallelo al muro frontale e asse Z verticale.



5.2 ANALISI DEI CARICHI

La spalla risulta sollecitata da forze concentrate trasmesse dall'impalcato in corrispondenza degli appoggi. Si è tenuto conto dell'eccentricità longitudinale dell'asse appoggi rispetto all'asse del muro frontale inserendo degli elementi frame rigidi, i quali trasmettono le forze concentrate alla spalla.

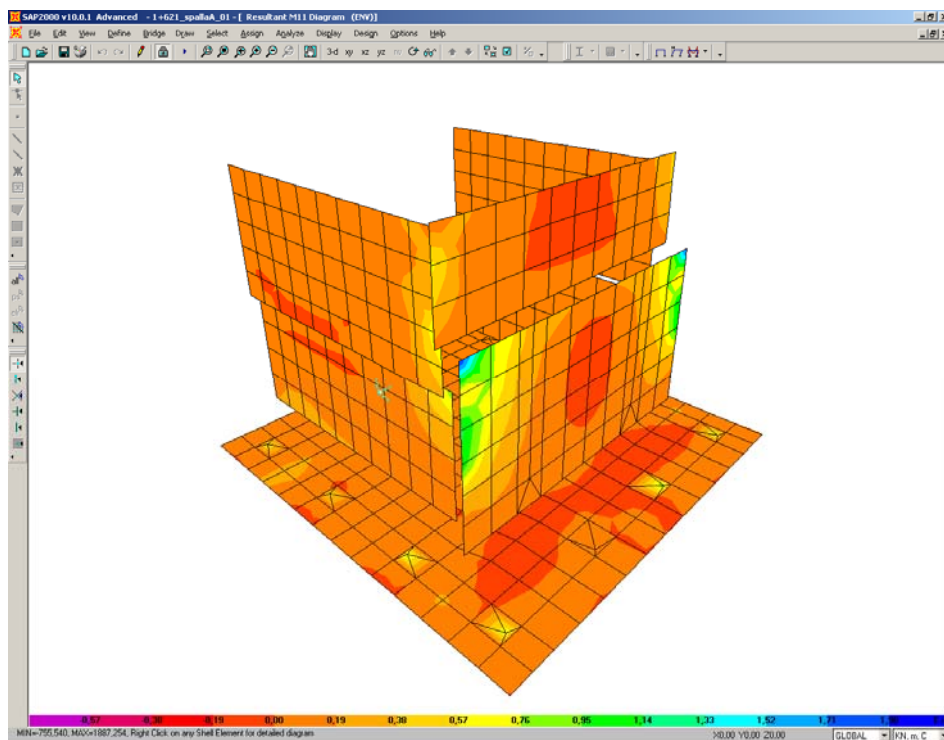
Oltre alle suddette forze concentrate sono state applicate le forze di superficie che agiscono sulle piastre. Di seguito si riportano le condizioni di carico elementari considerate, i cui valori numerici sono stati forniti nel paragrafo dedicato all'analisi della palificata della stessa spalla.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 45 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

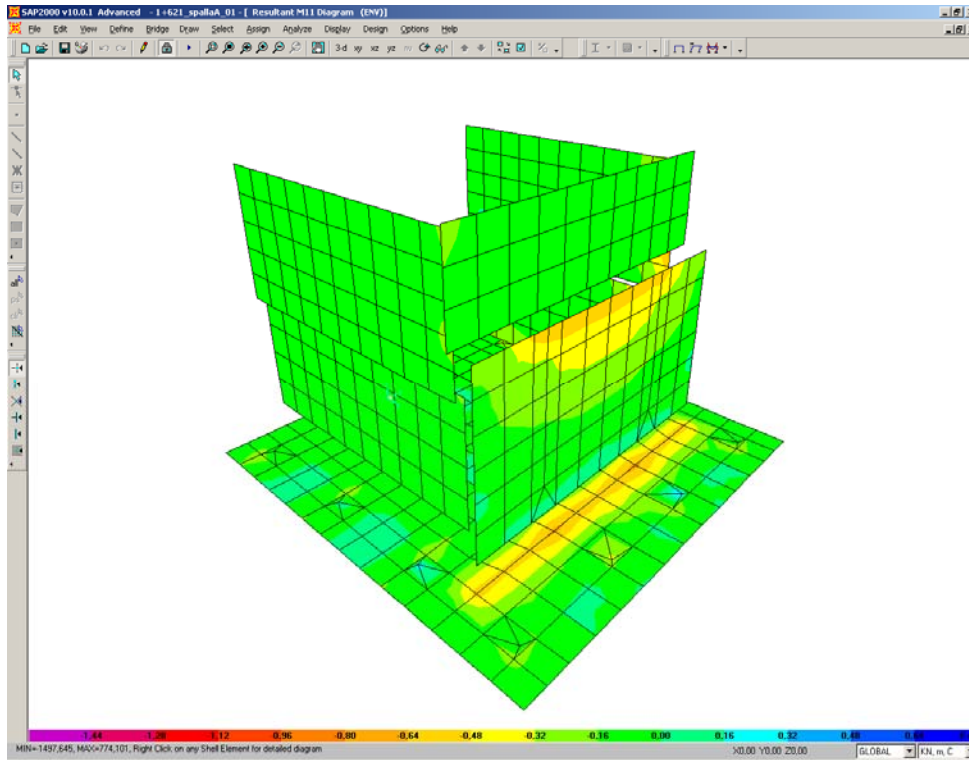
	SL Ez.2	SL Ez.3	SL Ez.4	SL Ez.5	SL Ez.6	SL Ez.7	SL Ez.8	SLE.fr	SLE.qp
g1-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e3-imp	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
q1.1-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1t-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3
q6.1y-imp	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3	-0,3
q6.1z-imp	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
q6.1x-sp	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3
q6.2x-sp	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3
q6.2y-sp	0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3	-0,3
q6.2z-sp	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
q7-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1

5.4 SOLLECITAZIONI

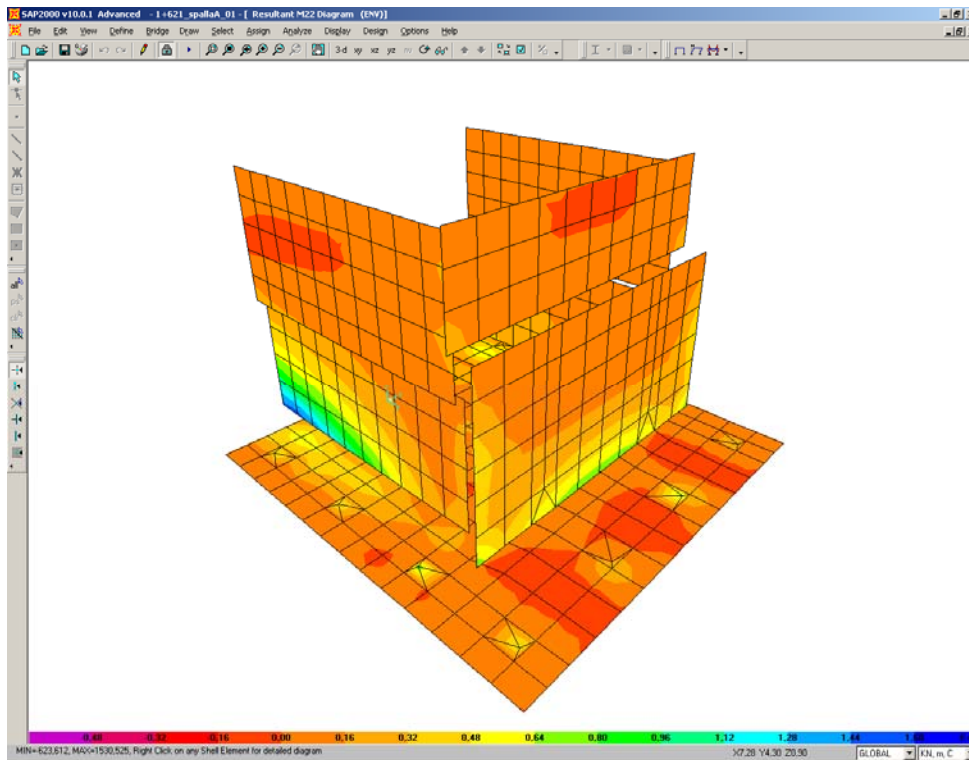
Si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11max, M11min, M22max, M22min, F11max, F11min, F22max, F22min) per l'involuppo delle combinazioni analizzate.



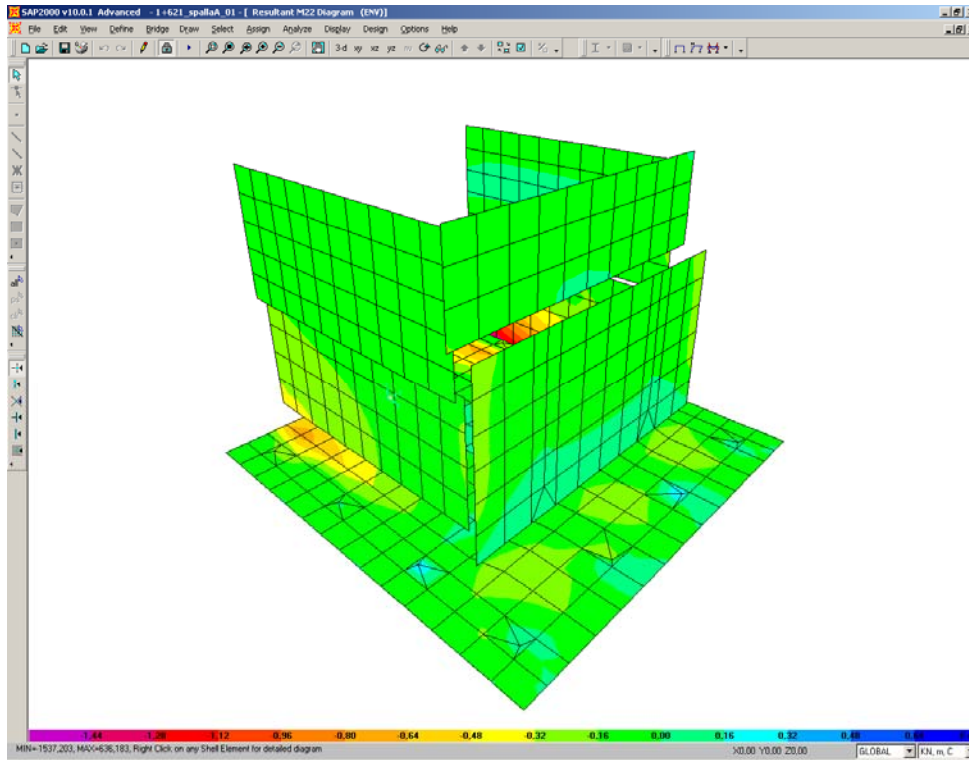
M11max



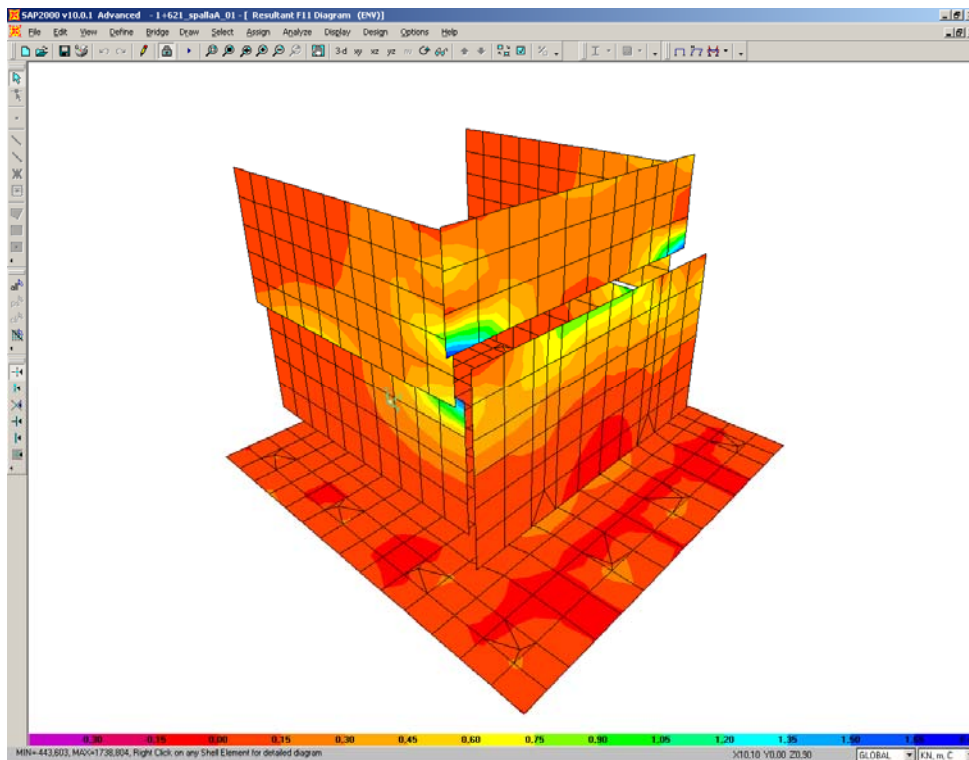
M11min



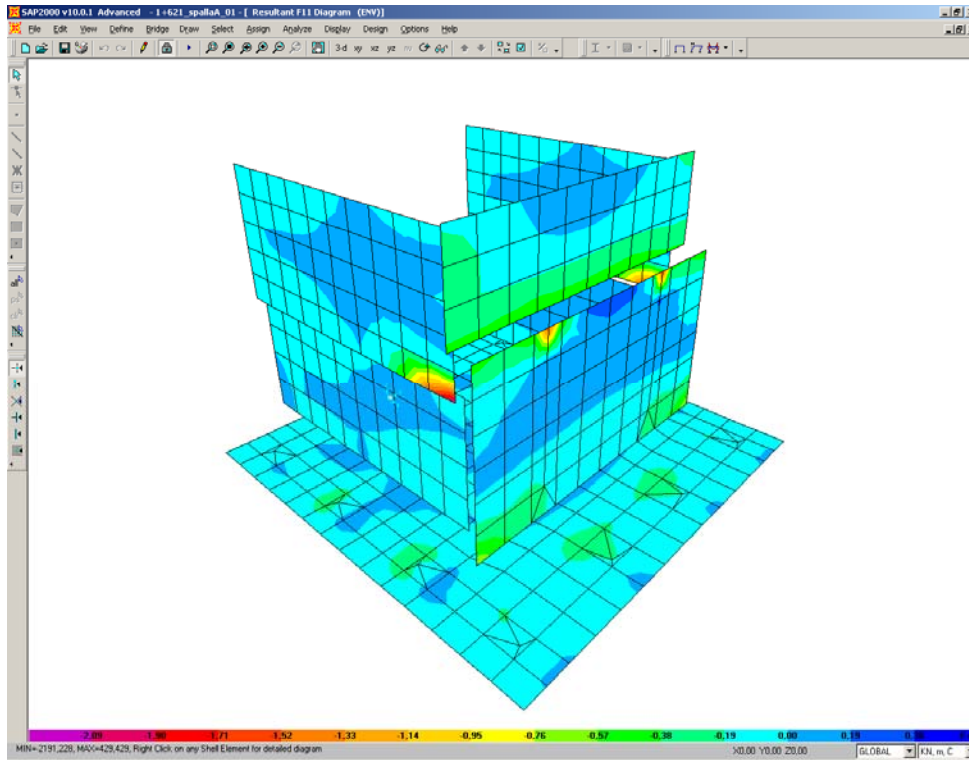
M22max



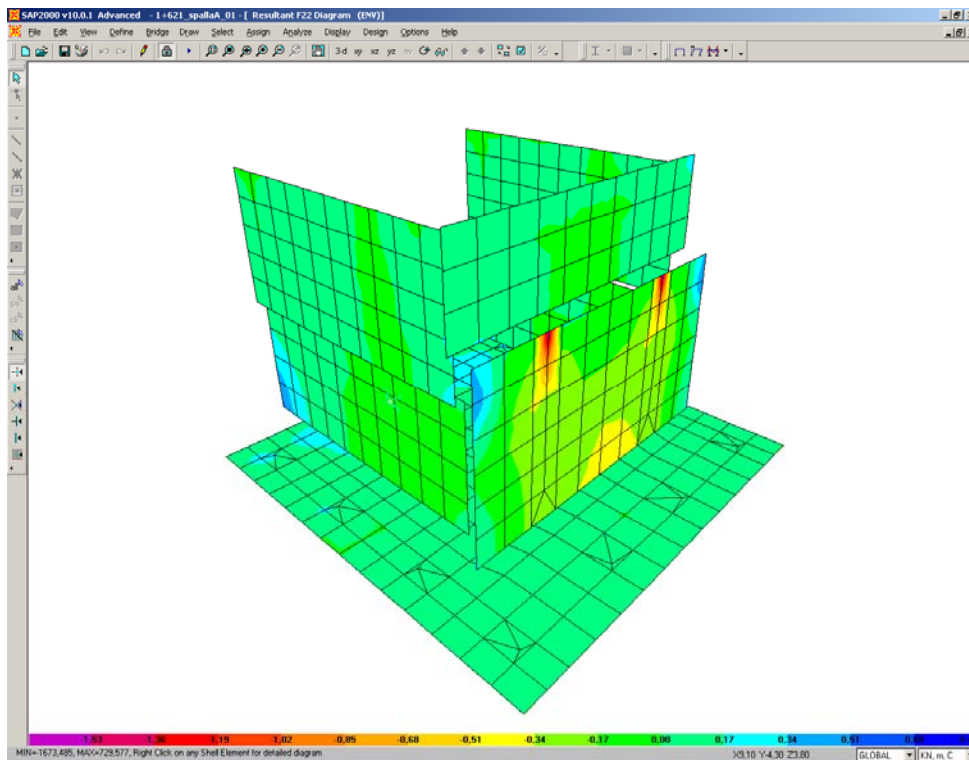
M22min



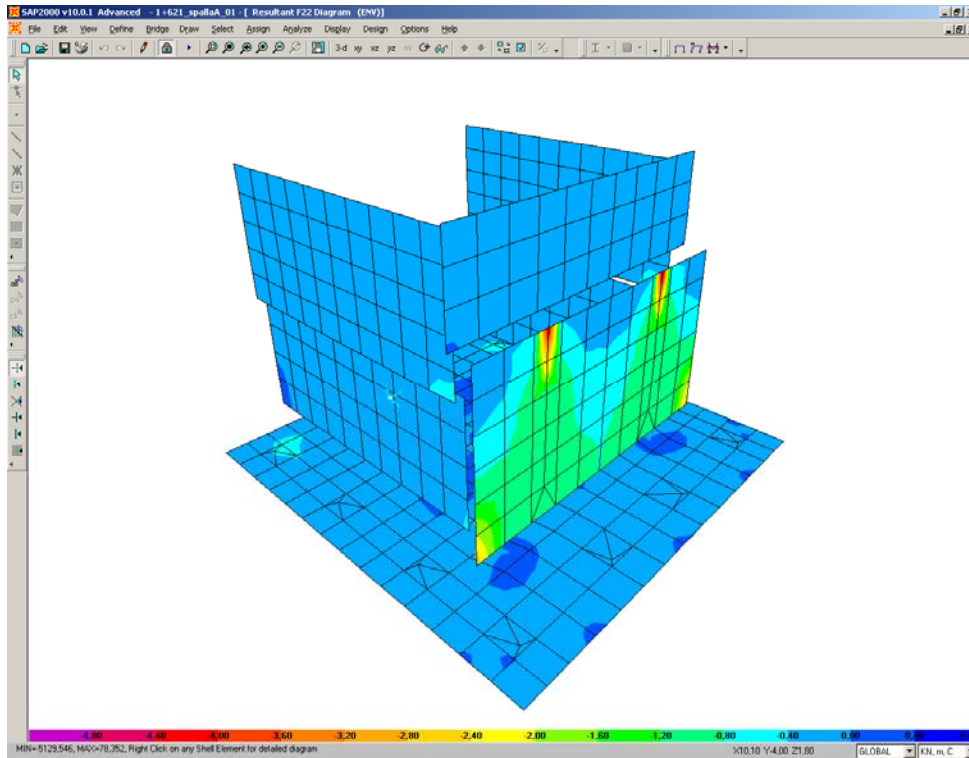
F11max



F11min



F22max



F22min

5.5 ARMATURA A FLESSIONE DEGLI ELEMENTI

Sulla base delle sollecitazioni ottenute è stata disposta la seguente armatura a flessione:

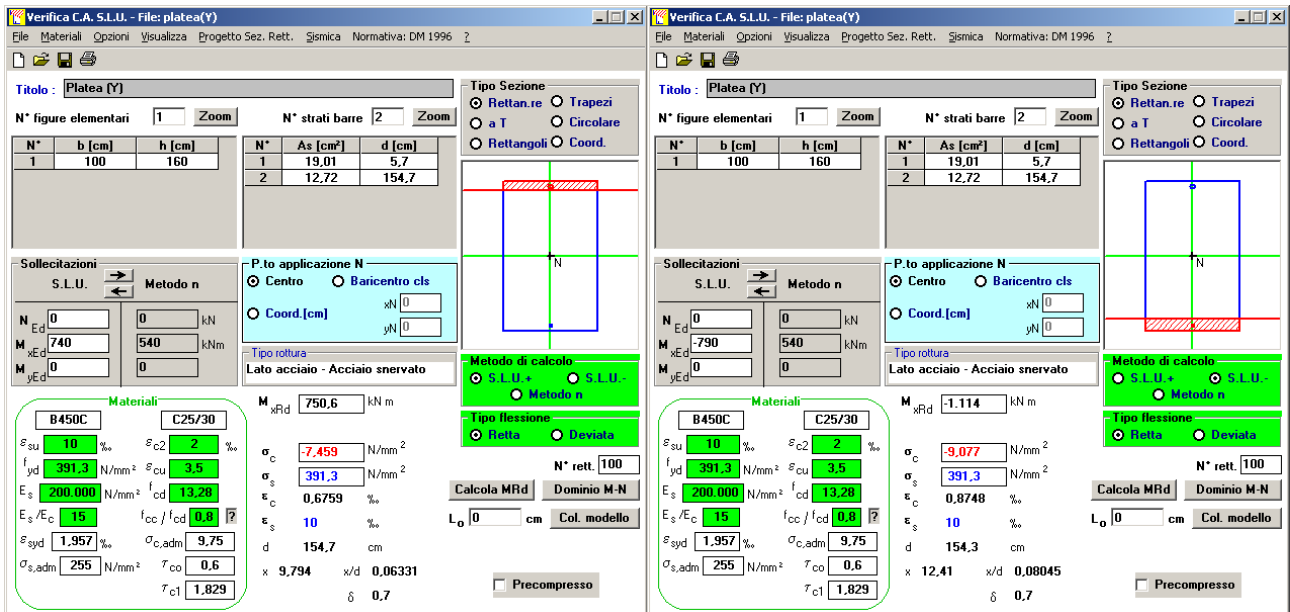
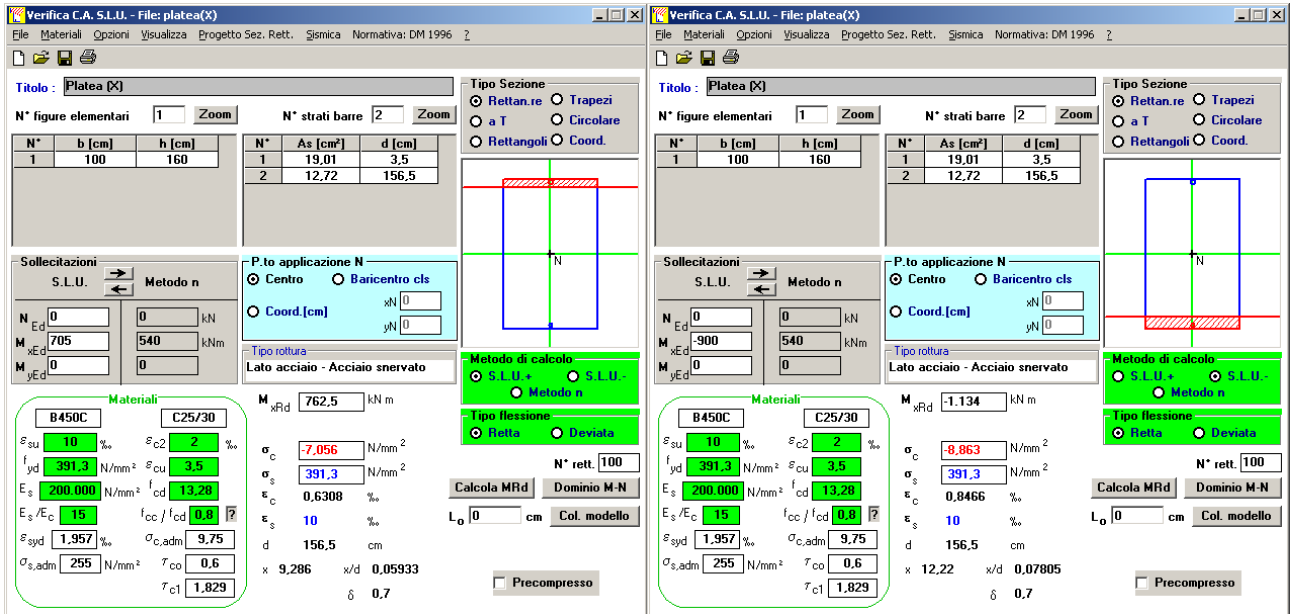
		Armatura Lato terra						Ferri		Armatura Lato viadotto							
		$A_{res,1}$ [cm ²]		$A_{res,2}$ [cm ²]		$A_{res,TOT}$ [cm ²]				$A_{res,1}$ [cm ²]		$A_{res,2}$ [cm ²]		$A_{res,TOT}$ [cm ²]			
plinto	X	5	Φ 22	19,0	+	0	Φ 0	0,0	19,0	5	Φ 18	12,7	+	0	Φ 0	0,0	12,7
	Y	5	Φ 22	19,0	+	0	Φ 0	0,0	19,0	5	Φ 18	12,7	+	0	Φ 0	0,0	12,7
muro front	Y	5	Φ 22	19,0	+	0	Φ 0	0,0	19,0	5	Φ 18	12,7	+	0	Φ 0	0,0	12,7
	Z	5	Φ 22	19,0	+	0	Φ 0	0,0	19,0	5	Φ 18	12,7	+	0	Φ 0	0,0	12,7
trave paragh	Y	5	Φ 22	19,0	+	0	Φ 0	0,0	19,0	5	Φ 16	10,1	+	0	Φ 0	0,0	10,1
	Z	5	Φ 16	10,1	+	0	Φ 0	0,0	10,1	5	Φ 16	10,1	+	0	Φ 0	0,0	10,1
muro lat inf	X	5	Φ 22	19,0	+	5	Φ 22	19,0	38,0	5	Φ 16	10,1	+	0	Φ 0	0,0	10,1
	Z	5	Φ 22	19,0	+	5	Φ 22	19,0	38,0	5	Φ 18	12,7	+	0	Φ 0	0,0	12,7
muro lat sup	X	5	Φ 26	26,5	+	5	Φ 26	26,5	53,1	5	Φ 22	19,0	+	0	Φ 0	0,0	19,0
	Z	5	Φ 22	19,0	+	0	Φ 0	0,0	19,0	5	Φ 18	12,7	+	0	Φ 0	0,0	12,7

Per il plinto lato terra = superiore, lato viadotto = inferiore

5.6 VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA SPALLA

5.6.1 S.L.U. – Verifica di resistenza a presso-flessione

Il momento ultimo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U.: si riportano di seguito le schermate di output del programma relative alle sezioni verificate:



Verifica C.A. S.L.U. - File: muro frontale (Y)

Titolo: Muro frontale (Y)

N° figure elementari: 1 | Zoom | N° strati barre: 2 | Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	140	1	19.01	3.5
			2	12.72	136.5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 580 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Materiali: B450C, C25/30

M_{xRd} 663.7 kN m

σ_c -7.462 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 0.6762 ‰
 ε_s 10 ‰
 d 136.5 cm
 x 8.646 x/d 0.06334
 δ 0.7

Verifica C.A. S.L.U. - File: muro frontale (Y)

Titolo: Muro frontale (Y)

N° figure elementari: 1 | Zoom | N° strati barre: 2 | Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	140	1	19.01	3.5
			2	12.72	136.5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} -795 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Materiali: B450C, C25/30

M_{xRd} -986.5 kN m

σ_c -9.333 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 0.9096 ‰
 ε_s 10 ‰
 d 136.5 cm
 x 11.38 x/d 0.08338
 δ 0.7

MURO FRONTALE - Y

Verifica C.A. S.L.U. - File: muro frontale (Z)

Titolo: Muro frontale (Z)

N° figure elementari: 1 | Zoom | N° strati barre: 2 | Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	140	1	19.01	5.7
			2	12.72	134.7

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 227 kN
 M_{xEd} 175 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Materiali: B450C, C25/30

M_{xRd} 798.2 kN m

σ_c -9.225 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 0.8949 ‰
 ε_s 10 ‰
 d 134.7 cm
 x 11.06 x/d 0.08214
 δ 0.7

Verifica C.A. S.L.U. - File: muro frontale (Z)

Titolo: Muro frontale (Z)

N° figure elementari: 1 | Zoom | N° strati barre: 2 | Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	140	1	19.01	5.7
			2	12.72	134.7

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 227 kN
 M_{xEd} -750 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Materiali: B450C, C25/30

M_{xRd} -1.111 kN m

σ_c -10.62 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 1.106 ‰
 ε_s 10 ‰
 d 134.3 cm
 x 13.37 x/d 0.09955
 δ 0.7

MURO FRONTALE - Z

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave paraghiaia (Y)

Titolo: Trave paraghiaia (Y)

N° figure elementari: 1 | N° strati barre: 2

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	45	1	19,01	3,5
			2	10,05	41,5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 80 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro | Baicentro cls
 Coord. [cm]: xN=0, yN=0

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. | Metodo n

Tipo flessione: Retta | Deviato

Materiali: B450C, C25/30

M_{xRd}: 154,9 kN m

σ_{su}: 10 ‰, ε_{c2}: 2 ‰, σ_c: -11,24 N/mm², σ_s: 391,3 N/mm², ε_c: 1,217 ‰, ε_s: 10 ‰, E_s/E_c: 15, f_{cc}/f_{cd}: 0,8, ε_{syd}: 1,957 ‰, σ_{c,adm}: 9,75, σ_{s,adm}: 255 N/mm², τ_{co}: 0,6, τ_{c1}: 1,829

d: 41,5 cm, x/d: 0,1085, δ: 0,7

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave paraghiaia (Y)

Titolo: Trave paraghiaia (Y)

N° figure elementari: 1 | N° strati barre: 2

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	45	1	19,01	3,5
			2	10,05	41,5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: -230 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro | Baicentro cls
 Coord. [cm]: xN=0, yN=0

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. | Metodo n

Tipo flessione: Retta | Deviato

Materiali: B450C, C25/30

M_{xRd}: -288,6 kN m

σ_{su}: 10 ‰, ε_{c2}: 2 ‰, σ_c: -13,24 N/mm², σ_s: 391,3 N/mm², ε_c: 1,887 ‰, ε_s: 10 ‰, E_s/E_c: 15, f_{cc}/f_{cd}: 0,8, ε_{syd}: 1,957 ‰, σ_{c,adm}: 9,75, σ_{s,adm}: 255 N/mm², τ_{co}: 0,6, τ_{c1}: 1,829

d: 41,5 cm, x/d: 0,1587, δ: 0,7

TRAVE PARAGHIAIA - Y

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave paraghiaia (Z)

Titolo: Trave paraghiaia (Z)

N° figure elementari: 1 | N° strati barre: 2

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	45	1	10,05	5,4
			2	10,05	39,9

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 33 kN
 M_{xEd}: 140 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro | Baicentro cls
 Coord. [cm]: xN=0, yN=0

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. | Metodo n

Tipo flessione: Retta | Deviato

Materiali: B450C, C25/30

M_{xRd}: 155,7 kN m

σ_{su}: 10 ‰, ε_{c2}: 2 ‰, σ_c: -12,71 N/mm², σ_s: 391,3 N/mm², ε_c: 1,585 ‰, ε_s: 10 ‰, E_s/E_c: 15, f_{cc}/f_{cd}: 0,8, ε_{syd}: 1,957 ‰, σ_{c,adm}: 9,75, σ_{s,adm}: 255 N/mm², τ_{co}: 0,6, τ_{c1}: 1,829

d: 39,9 cm, x/d: 0,1368, δ: 0,7

Verifica C.A. S.L.U. - File: trave paraghiaia (Z)

Titolo: Trave paraghiaia (Z)

N° figure elementari: 1 | N° strati barre: 2

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	45	1	10,05	5,4
			2	10,05	39,9

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 33 kN
 M_{xEd}: -150 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N
 Centro | Baicentro cls
 Coord. [cm]: xN=0, yN=0

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. | Metodo n

Tipo flessione: Retta | Deviato

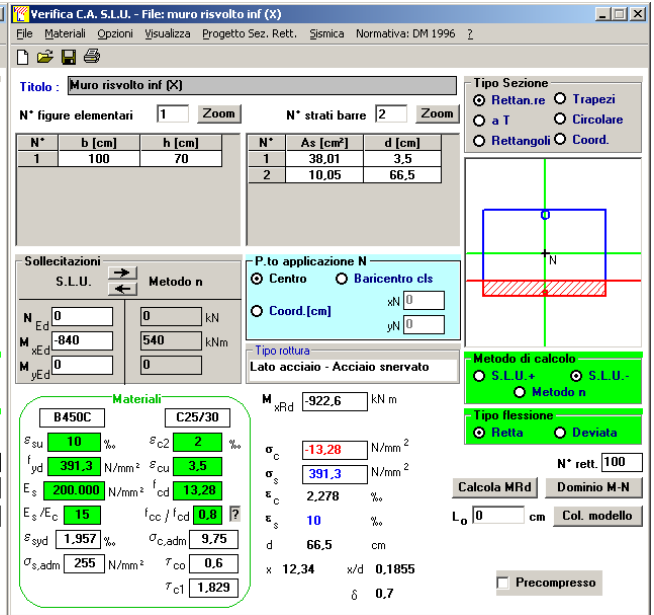
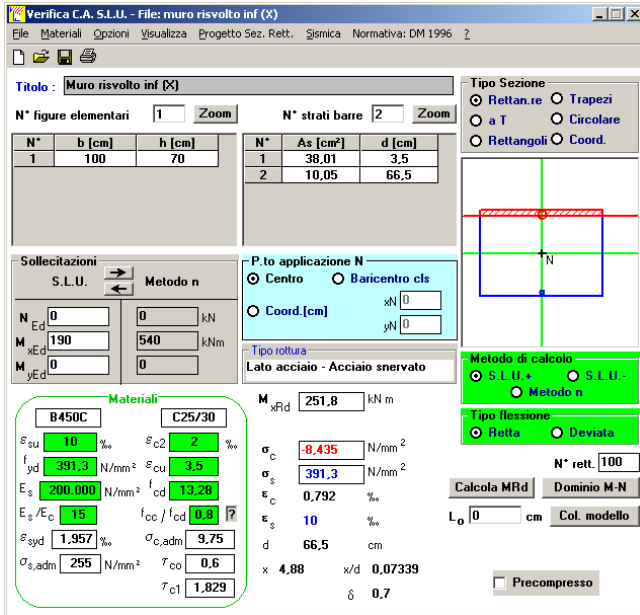
Materiali: B450C, C25/30

M_{xRd}: -154,4 kN m

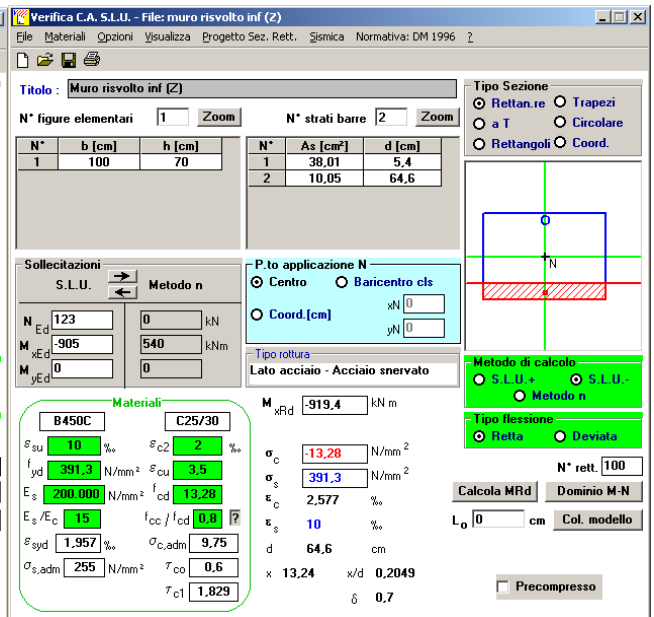
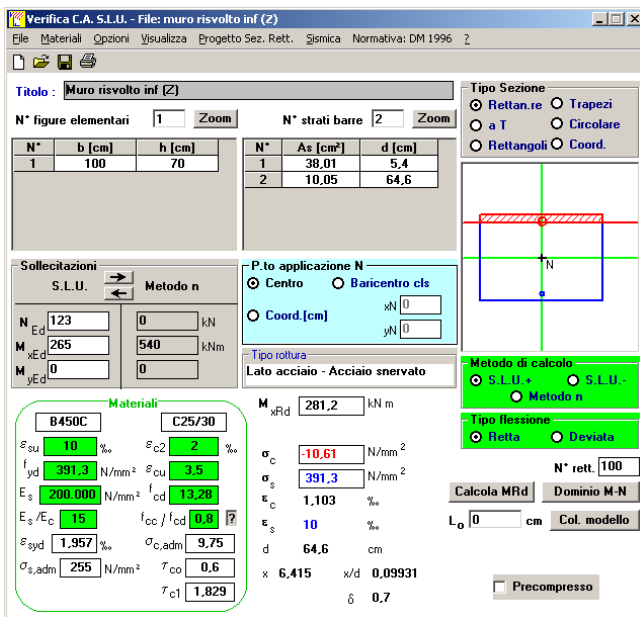
σ_{su}: 10 ‰, ε_{c2}: 2 ‰, σ_c: -12,65 N/mm², σ_s: 391,3 N/mm², ε_c: 1,564 ‰, ε_s: 10 ‰, E_s/E_c: 15, f_{cc}/f_{cd}: 0,8, ε_{syd}: 1,957 ‰, σ_{c,adm}: 9,75, σ_{s,adm}: 255 N/mm², τ_{co}: 0,6, τ_{c1}: 1,829

d: 39,6 cm, x/d: 0,1352, δ: 0,7

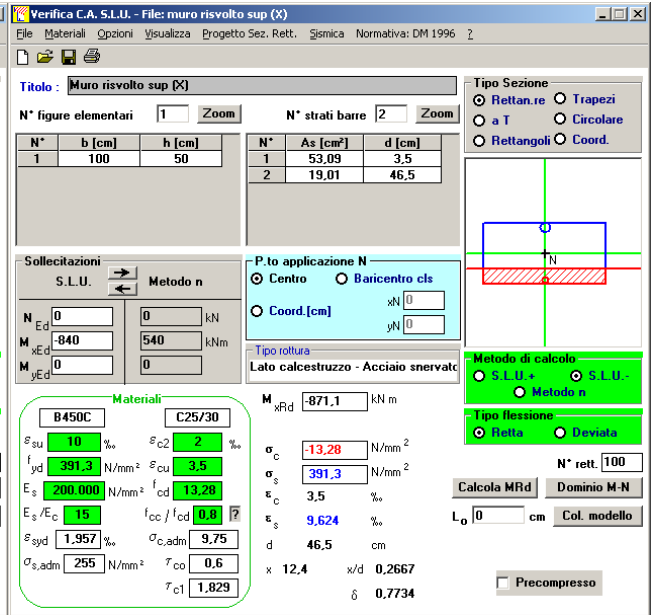
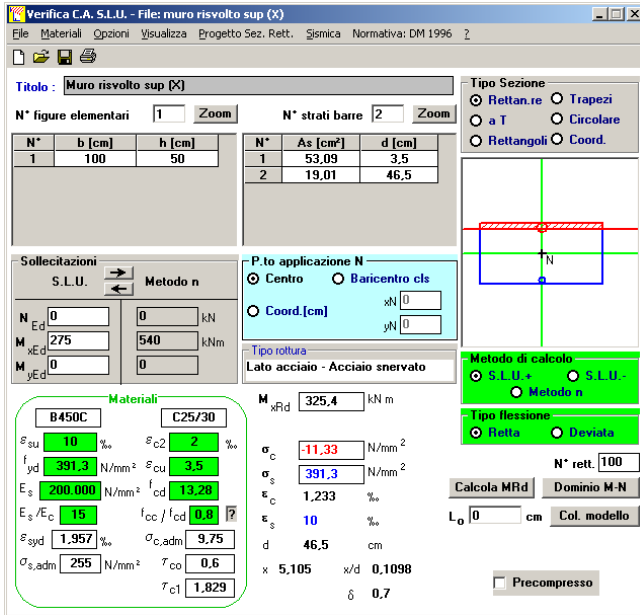
TRAVE PARAGHIAIA - Z



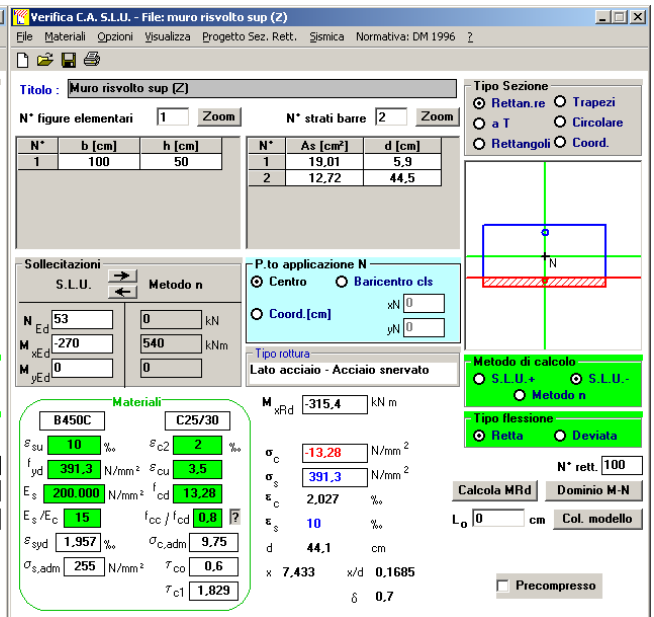
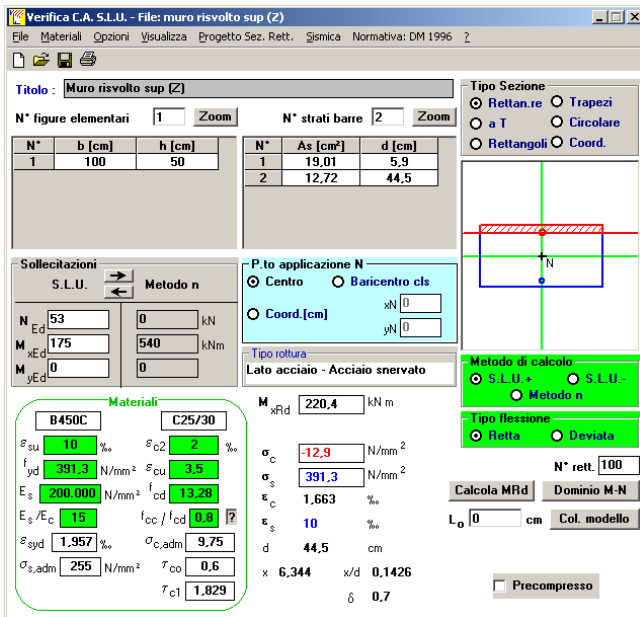
MURO LATERALE INFERIORE - X



MURO LATERALE INFERIORE - Z



MURO LATERALE SUPERIORE - X



MURO LATERALE SUPERIORE - Z

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 55 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

5.6.2 S.L.U. – Verifica di resistenza a taglio

Per quanto riguarda la platea si è ritenuto opportuno disporre un cavallotto al metro quadro per assolvere la funzione di armatura resistente a taglio, mentre sugli altri elementi sono state disposte staffe aperte (a C) a passo costante (20 cm) nelle due direzioni.

Considerando una striscia di un metro di parete, la verifica a taglio risulta soddisfatta se:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$: taglio resistente

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha : \text{resistenza di calcolo a taglio trazione}$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{(1 + \cot^2 \theta)} : \text{resistenza di calcolo a taglio compressione}$$

dove:

d : altezza utile della sezione

b_w : base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$: resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

	PLINTO	MURO FRONT	TRAVE PARAG	MURO LAT INF	MURO LAT SUP		
V_{Ed}	565	5130	1315	800	1540	kN	taglio di calcolo
N_{Ed}	0	227	33	123	53	kN	sforzo assiale di calcolo
h	1600	1400	450	700	500	mm	altezza della sezione
d	1570	1370	420	670	470	mm	altezza utile della sezione
b_w	1000	1000	1000	1000	1000	mm	base della sezione
ϕ	24	16	14	12	14		diametro dell'armatura a taglio
α	90	90	90	90	90	°	inclinaz dell' armatura trasvers
s	1.000	200	200	200	200	mm	passo staffe in direzione longitudin
n_{br}	2,0	5,0	5,0	5,0	5,0		numero bracci
A_{sw}	905	1.005	770	565	770	mm ²	area resistente dell'armatura a taglio
$\cot \theta$	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50		inclinaz delle bielle di calcestruzzo
α_c	1,00	1,01	1,02	1,03	1,03		
V_{Rsd}	1.410,0	6.063,0	1.423,1	1.667,9	1.592,5	kN	resistenza taglio trazione
V_{Rcd}	8.027,6	6.290,6	1.940,2	3.140,1	2.189,1	kN	resistenza taglio compressione
V_{Rd}	1410,0	6063,0	1423,1	1667,9	1592,5	kN	resistenza a taglio

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 56 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

5.6.3 S.L.E. – Verifica a fessurazione

Le verifiche di fessurazione vengono condotte in relazione alle indicazioni riportate negli Eurocodici (in particolare si veda EN 1992-1-1 cap. 7.3) e riprese sia dalle NTC (cap. 4.1.2.2.4) che dalla Circolare n.617.

È richiesto in particolare, laddove il momento agente superi quello di fessurazione, di verificare che la tensione nelle barre di armatura rientri in determinati limiti (dipendenti dal diametro e dalla spaziatura dei ferri) o in alternativa di controllare che l'ampiezza della fessura che si apre non superi un determinato valore (funzione dello stato limite, delle condizioni ambientali e del tipo di armatura).

Si riportano di seguito le tabelle per le combinazioni considerate (frequente e quasi permanente), ricordando che si opera con armature poco sensibili ed in condizioni ambientali ordinarie per quanto riguarda il plinto (classe di esposizione XC2) ed aggressive per il resto degli elementi (classe di esposizione XF2).

Combin	frequente										
	PLINTO				MURO FRONTALE				TRAVE PARAGHIAIA		
	X		Y		X		Y		X		
Sezione	inf	sup	inf	sup	terra	viadot	terra	viadot	terra	viadot	
Materiali											
R _{ck} [MPa]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	resist caratteristica cubica
f _{ck} [MPa]	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	resist caratteristica cilindrica
f _{cm} [MPa]	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	resist cilindrica media
f _{ctm} [MPa]	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	resist media a trazione semplice
f _{ctm} [MPa]	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	resist media a trazione per fless
σ _t [MPa]	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	tens limite di apert delle fessure
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	coeff di omogen armat (compr)
n'	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	coeff di omogen armat (tens)
Geometria											
B [mm]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	base sezione
H [mm]	1800	1800	1800	1800	1400	1400	1400	1400	450	450	altezza sezione
Armatura											
n _{1a}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	n° tondini zona tesa
n _{1b}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ø _{1a} [mm]	22	18	22	18	22	18	22	18	22	16	diametro tondini armatura tesa
Ø _{1b} [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	diametro tondini armatura tesa
Ø _{1eq} [mm]	22	18	22	18	22	18	22	18	22	16	diam equiv tondini armatura tesa
d' _{sup} [mm]	35	35	57	53	35	35	57	53	35	35	copriferro superiore
d ₁ [mm]	1765	1765	1743	1747	1365	1365	1343	1347	415	415	dist dell'armat tesa dal lembo compr
A _{s1} [mm ²]	1901	1272	1901	1272	1901	1272	1901	1272	1901	1005	area armatura tesa
n _{2a}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	n° tondini zona compressa
n _{2b}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ø _{2a} [mm]	18	22	18	22	18	22	18	22	16	22	diametro tondini armatura compr
Ø _{2b} [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	diametro tondini armatura compr
Ø _{2eq} [mm]	18	22	18	22	18	22	18	22	16	22	diam equiv tondini armat compr
d' _{inf} [mm]	35	35	53	57	35	35	53	57	35	35	copriferro inferiore
d ₂ [mm]	35	35	53	57	35	35	53	57	35	35	dist arm compr dal lembo compr
A _{s2} [mm ²]	1272	1901	1272	1901	1272	1901	1272	1901	1005	1901	area armatura compressa
Sollecitazioni											
M [kNm]	570	430	545	205	390	75	160	80	80	20	momento flettente
N [kN]	0	0	0	0	0	0	227	227	0	0	sforzo normale
e [mm]	0	0	0	0	0	0	757	379	0	0	eccentricità

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 57 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione

A_{cls} [mm ²]	1800000	1800000	1800000	1800000	1400000	1400000	1400000	1400000	450000	450000	area calcestruzzo
A_s [mm ²]	3173	3173	3173	3173	3173	3173	3173	3173	2906	2906	area armatura
A_{id} [mm ²]	1,8E+06	1,8E+06	1,8E+06	1,8E+06	1,4E+06	1,4E+06	1,4E+06	1,4E+06	4,9E+05	4,9E+05	area sezione ideale
d_G [mm]	904	896	904	896	704	696	704	696	230	220	dist baric sez ideale da lembo sup
J_{id} [mm ⁴]	5,2E+11	5,2E+11	5,2E+11	5,2E+11	2,5E+11	2,5E+11	2,5E+11	2,5E+11	9,2E+09	9,2E+09	mom d'inerzia baric sez ideale
$\rho_{id,t}$ [mm]	531	531	530	530	415	415	414	414	136	136	raggio giratore di inerzia della sez
$Y_{nocc,s}$ [mm]	1217	1211	1215	1210	949	944	948	942	311	304	dist p.to di nocc sup da asse bar

Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione

$A_{cls,t}$ [mm ²]	1800	1800	1800	1800	1400	1400	1400	1400	450	450	area calcestruzzo
A_s [mm ²]	3173	3173	3173	3173	3173	3173	3173	3173	2906	2906	area armatura
$A_{id,t}$ [mm ²]	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,4E+04	4,4E+04	area sezione ideale
$d_{G,t}$ [mm]	1065	735	1059	741	828	572	822	578	283	167	dist baric sez ideale da lembo sup
$J_{id,t}$ [mm ⁴]	3,5E+10	3,5E+10	3,3E+10	3,3E+10	2,0E+10	2,0E+10	1,9E+10	1,9E+10	1,4E+09	1,4E+09	mom d'inerzia baric sezione ideale
$\rho_{id,t}$ [mm]	839	839	820	820	646	646	627	627	180	180	raggio giratore di inerzia della sez
$Y_{nocc,i}$ [mm]	1726	1692	1694	1648	1333	1303	1301	1259	398	362	dist p.to di nocc sup da asse bar

Sezione parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n [mm]	275	220	274	221	238	190	557	1107	120	85	dist asse neutro da lembo comp
J_n [mm ⁴]	7,1E+10	5,0E+10	6,9E+10	4,9E+10	4,1E+10	2,9E+10	8,0E+10	4,8E+11	3,2E+09	1,9E+09	momento d'inerzia sez parzial
S_n [mm ³]	1,5E-08	7,1E-04	0,0E+00	4,6E-04	0,0E+00	8,2E-04	1,4E+08	6,4E+08	1,3E-07	2,1E-09	momento statico sezione parzial
$f(Y_n)=0$	-	-	-	-	-	-	-1,5E-05	-1,2E-04	-	-	

Tensioni nei materiali

σ_c [MPa]	-2,20	-1,89	-2,16	-0,93	-2,23	-0,49	-1,11	-0,18	-3,02	-0,88	tens di compr nel lembo più compr del cls calcol nella sez fess
σ_s [MPa]	178,6	199,0	173,2	96,1	158,9	45,1	23,5	0,6	112,0	51,7	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Controllo della fessurazione

M_{fess} [kNm]	1242	1229	1237	1226	765	756	817	807	89	85	momento di fessurazione
M_{fess} / M	2,18	2,86	2,27	5,98	1,96	10,08	5,11	10,09	1,11	4,24	check 1

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 58 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Sezione	Combin frequente									
	TRAVE PARAGHIAIA		MURO LATERALE INFERIORE				MURO LATERALE SUPERIORE			
	Y		X		Y		X		Y	
	terra	viadot	terra	viadot	terra	viadot	terra	viadot	terra	viadot

Materiali

R _{ck} [MPa]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	resist caratteristica cubica
f _{ck} [MPa]	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	resist caratteristica cilindrica
f _{cm} [MPa]	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	resist cilindrica media
f _{ctm} [MPa]	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	resist media a trazione semplice
f _{ctm} [MPa]	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	resist media a trazione per fless
σ _t [MPa]	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	tens limite di apert delle fessure
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	coeff di omogen armat (compr)
n'	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	coeff di omogen armat (tens)

Geometria

B [mm]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	base sezione
H [mm]	450	450	700	700	700	700	500	500	500	500	500	altezza sezione

Armatura

n _{1a}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	n° tondini zona tesa
n _{1b}	0	0	5	0	5	0	5	0	0	0	0	
Ø _{1a} [mm]	16	16	22	16	22	18	26	22	22	18	18	diametro tondini armatura tesa
Ø _{1b} [mm]	0	0	22	0	22	0	26	0	0	0	0	diametro tondini armatura tesa
Ø _{1eq} [mm]	16	16	22	16	22	18	26	22	22	18	18	diam equiv tondini armatura tesa
d' _{sup} [mm]	51	51	35	35	57	53	35	35	57	53	53	copriferro superiore
d ₁ [mm]	399	399	665	665	643	647	465	465	443	447	447	dist dell'armat tesa dal lembo compr
A _{s1} [mm ²]	1005	1005	3801	1005	3801	1272	5309	1901	1901	1272	1272	area armatura tesa
n _{2a}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	n° tondini zona compressa
n _{2b}	0	0	0	5	0	5	0	5	0	0	0	
Ø _{2a} [mm]	16	16	16	22	18	22	22	26	18	22	22	diametro tondini armatura compr
Ø _{2b} [mm]	0	0	0	22	0	22	0	26	0	0	0	diametro tondini armatura compr
Ø _{2eq} [mm]	16	16	16	22	18	22	22	26	18	22	22	diam equiv tondini armat compr
d' _{inf} [mm]	51	51	35	35	53	57	35	35	53	57	57	copriferro inferiore
d ₂ [mm]	51	51	35	35	53	57	35	35	53	57	57	dist arm compr dal lembo compr
A _{s2} [mm ²]	1005	1005	1005	3801	1272	3801	1901	5309	1272	1901	1901	area armatura compressa

Sollecitazioni

M [kNm]	30	10	430	55	445	35	395	50	100	30	30	momento flettente
N [kN]	33	33	0	0	123	123	0	0	53	53	53	sforzo normale
e [mm]	920	307	0	0	3633	286	0	0	1905	571	571	eccentricità

Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione

A _{cls} [mm ²]	450000	450000	700000	700000	700000	700000	500000	500000	500000	500000	500000	area calcestruzzo
A _s [mm ²]	2011	2011	4807	4807	5074	5074	7210	7210	3173	3173	3173	area armatura
A _{id} [mm ²]	4,8E+05	4,8E+05	7,7E+05	7,7E+05	7,8E+05	7,8E+05	6,1E+05	6,1E+05	5,5E+05	5,5E+05	5,5E+05	area sezione ideale
d _G [mm]	225	225	367	333	364	336	268	232	253	247	247	dist baric sez ideale da lembo sup
J _{id} [mm ⁴]	8,5E+09	8,5E+09	3,6E+10	3,6E+10	3,5E+10	3,5E+10	1,5E+10	1,5E+10	1,2E+10	1,2E+10	1,2E+10	mom d'inerzia baric sez ideale
ρ _{id,t} [mm]	133	133	214	214	212	212	158	158	149	149	149	raggio giratore di inerzia della sez
Y _{nocc,s} [mm]	304	304	492	471	488	470	361	340	341	337	337	dist p.to di nocc sup da asse bar

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 59 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione

$A_{cls,t}$ [mm ²]	450	450	700	700	700	700	500	500	500	500	area calcestruzzo
A_s [mm ²]	2011	2011	4807	4807	5074	5074	7210	7210	3173	3173	area armatura
$A_{id,t}$ [mm ²]	3,1E+04	3,1E+04	7,3E+04	7,3E+04	7,7E+04	7,7E+04	1,1E+05	1,1E+05	4,8E+04	4,8E+04	area sezione ideale
$d_{G,t}$ [mm]	225	225	531	169	494	206	351	149	286	214	dist baric sez ideale da lembo sup
$J_{id,t}$ [mm ⁴]	9,2E+08	9,2E+08	4,8E+09	4,8E+09	5,0E+09	5,0E+09	3,9E+09	3,9E+09	1,7E+09	1,7E+09	mom d'inerzia baric sezione ideale
$\rho_{id,t}$ [mm]	173	173	256	256	256	256	189	189	191	191	raggio giratore di inerzia della sez
$Y_{nocc,i}$ [mm]	359	359	655	559	626	523	453	390	413	384	dist p.to di nocc sup da asse bar

Sezione parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n [mm]	107	154	214	99	223	354	188	101	136	140	dist asse neutro da lembo comp
J_n [mm ⁴]	1,7E+09	2,3E+09	1,5E+10	5,4E+09	1,4E+10	2,2E+10	9,0E+09	4,5E+09	3,7E+09	2,9E+09	momento d'inerzia sez parzial
S_n [mm ³]	2,2E+06	9,7E+06	5,3E-05	1,6E-07	4,1E+06	7,4E+07	9,3E-09	4,1E-06	2,0E+06	6,3E+06	momento statico sezione parzial
$f(Y_n)=0$	-1,3E-04	0,0E+00	-	-	-4,4E-05	7,6E-06	-	-	-4,3E-06	-4,8E-07	

Tensioni nei materiali

σ_c [MPa]	-1,84	-0,67	-6,01	-1,01	-6,93	-0,58	-8,26	-1,13	-3,71	-1,44	tens di compr nel lembo più compr del cls calcol nella sez fess
σ_s [MPa]	75,4	16,1	189,4	86,7	196,1	7,1	182,4	61,1	126,0	47,5	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Controllo della fessurazione

M_{fess} [kNm]	83	83	227	206	239	220	140	121	110	107	momento di fessurazione
M_{fess} / M	2,77	8,32	0,53	3,75	0,54	6,29	0,35	2,42	1,10	3,58	check 1

Verifica a fessurazione senza il calcolo diretto

w_{max} [mm]	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	crack limit width
\varnothing_{max} [mm]	-	-	22	-	22	-	26	-	-	-	diam max delle barre di armat tesa
σ_{s1}^* [MPa]	-	-	200	-	200	-	200	-	-	-	lim di tens nell'acc (diam dei ferri)
sp_s [mm]	180	180	93	186	89	179	93	186	177	179	spaziatura delle barre superiori
sp_i [mm]	180	180	186	93	179	89	186	93	179	177	spaziatura delle barre inferiori
sp [mm]	-	-	93	-	89	-	93	-	-	-	spaziatura massima delle barre
σ_{s2}^* [MPa]	-	-	240	-	240	-	240	-	-	-	lim di tens nell'acc (spaz dei ferri)
$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	-	-	200	-	200	-	200	-	-	-	limite di tensione nell'acciaio
$\sigma_{s,lim} / \sigma_s$	-	-	1,06	-	1,02	-	1,10	-	-	-	check2

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 60 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Combin	quasi permanente									
	PLINTO				MURO FRONTALE				TRAVE PARAGHIAIA	
	X		Y		X		Y		X	
Sezione	inf	sup	inf	sup	terra	viadot	terra	viadot	terra	viadot

Materiali

R _{ck} [MPa]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	resist caratteristica cubica
f _{ck} [MPa]	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	resist caratteristica cilindrica
f _{cm} [MPa]	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	resist cilindrica media
f _{ctm} [MPa]	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	resist media a trazione semplice
f _{ctm} [MPa]	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	resist media a trazione per fless
σ _t [MPa]	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	tens limite di apert delle fessure
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	coeff di omogen armat (compr)
n'	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	coeff di omogen armat (tens)

Geometria

B [mm]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	base sezione
H [mm]	1800	1800	1800	1800	1400	1400	1400	1400	1400	450	450	altezza sezione

Armatura

n _{1a}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	n° tondini zona tesa
n _{1b}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ø _{1a} [mm]	22	18	22	18	22	18	22	18	22	16	16	diametro tondini armatura tesa
Ø _{1b} [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	diametro tondini armatura tesa
Ø _{1eq} [mm]	22	18	22	18	22	18	22	18	22	16	16	diam equiv tondini armatura tesa
d' _{sup} [mm]	35	35	57	53	35	35	57	53	35	35	35	copriferro superiore
d ₁ [mm]	1765	1765	1743	1747	1365	1365	1343	1347	415	415	415	dist dell'armat tesa dal lembo compr
A _{s1} [mm ²]	1901	1272	1901	1272	1901	1272	1901	1272	1901	1005	1005	area armatura tesa
n _{2a}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	n° tondini zona compressa
n _{2b}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ø _{2a} [mm]	18	22	18	22	18	22	18	22	16	22	22	diametro tondini armatura compr
Ø _{2b} [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	diametro tondini armatura compr
Ø _{2eq} [mm]	18	22	18	22	18	22	18	22	16	22	22	diam equiv tondini armat compr
d' _{inf} [mm]	35	35	53	57	35	35	53	57	35	35	35	copriferro inferiore
d ₂ [mm]	35	35	53	57	35	35	53	57	35	35	35	dist arm compr dal lembo compr
A _{s2} [mm ²]	1272	1901	1272	1901	1272	1901	1272	1901	1005	1901	1901	area armatura compressa

Sollecitazioni

M [kNm]	460	330	455	155	280	50	115	70	50	10	10	momento flettente
N [kN]	0	0	0	0	0	0	227	227	0	0	0	sforzo normale
e [mm]	0	0	0	0	0	0	507	309	0	0	0	eccentricità

Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione

A _{cls} [mm ²]	1800000	1800000	1800000	1800000	1400000	1400000	1400000	1400000	450000	450000	450000	area calcestruzzo
A _s [mm ²]	3173	3173	3173	3173	3173	3173	3173	3173	2906	2906	2906	area armatura
A _{id} [mm ²]	1,8E+06	1,8E+06	1,8E+06	1,8E+06	1,4E+06	1,4E+06	1,4E+06	1,4E+06	4,9E+05	4,9E+05	4,9E+05	area sezione ideale
d _G [mm]	904	896	904	896	704	696	704	696	230	220	220	dist baric sez ideale da lembo sup
J _{id} [mm ⁴]	5,2E+11	5,2E+11	5,2E+11	5,2E+11	2,5E+11	2,5E+11	2,5E+11	2,5E+11	9,2E+09	9,2E+09	9,2E+09	mom d'inerzia baric sez ideale
ρ _{id,t} [mm]	531	531	530	530	415	415	414	414	136	136	136	raggio giratore di inerzia della sez
Y _{nocc,s} [mm]	1217	1211	1215	1210	949	944	948	942	311	304	304	dist p.to di nocc sup da asse bar

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 61 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione

$A_{clis,t}$ [mm ²]	1800	1800	1800	1800	1400	1400	1400	1400	450	450	area calcestruzzo
A_s [mm ²]	3173	3173	3173	3173	3173	3173	3173	3173	2906	2906	area armatura
$A_{id,t}$ [mm ²]	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,9E+04	4,4E+04	4,4E+04	area sezione ideale
$d_{G,t}$ [mm]	1065	735	1059	741	828	572	822	578	283	167	dist baric sez ideale da lembo sup
$J_{id,t}$ [mm ⁴]	3,5E+10	3,5E+10	3,3E+10	3,3E+10	2,0E+10	2,0E+10	1,9E+10	1,9E+10	1,4E+09	1,4E+09	mom d'inerzia baric sezione ideale
$\rho_{id,t}$ [mm]	839	839	820	820	646	646	627	627	180	180	raggio giratore di inerzia della sez
$Y_{nocc,i}$ [mm]	1726	1692	1694	1648	1333	1303	1301	1259	398	362	dist p.to di nocc sup da asse bar

Sezione parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n [mm]	275	220	274	221	238	190	780	1228	120	85	dist asse neutro da lembo comp
J_n [mm ⁴]	7,1E+10	5,0E+10	6,9E+10	4,9E+10	4,1E+10	2,9E+10	1,8E+11	6,6E+11	3,2E+09	1,9E+09	momento d'inerzia sez parzial
S_n [mm ³]	1,5E-08	7,1E-04	0,0E+00	4,6E-04	0,0E+00	8,2E-04	3,0E+08	7,8E+08	1,3E-07	2,1E-09	momento statico sezione parzial
$f(Y_n)=0$	-	-	-	-	-	-	3,1E-05	-4,9E-04	-	-	

Tensioni nei materiali

σ_c [MPa]	-1,78	-1,45	-1,80	-0,70	-1,60	-0,32	-0,51	-0,13	-1,89	-0,44	tens di compr nel lembo più compr del cls calcol nella sez fess
σ_s [MPa]	144,1	152,7	144,6	72,7	114,1	30,1	5,5	0,2	70,0	25,8	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Controllo della fessurazione

M_{fess} [kNm]	1242	1229	1237	1226	765	756	817	807	89	85	momento di fessurazione
M_{fess} / M	2,70	3,73	2,72	7,91	2,73	15,11	7,10	11,53	1,78	8,48	check 1

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 62 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Sezione	Combin										quasi permanente
	TRAVE PARAGHIAIA		MURO LATERALE INFERIORE				MURO LATERALE SUPERIORE				
	Y		X		Y		X		Y		
	terra	viadot	terra	viadot	terra	viadot	terra	viadot	terra	viadot	

Materiali

R _{ck} [MPa]	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	resist caratteristica cubica
f _{ck} [MPa]	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	24,90	resist caratteristica cilindrica
f _{cm} [MPa]	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	32,90	resist cilindrica media
f _{ctm} [MPa]	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	resist media a trazione semplice
f _{ctm} [MPa]	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	resist media a trazione per fless
σ _t [MPa]	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	tens limite di apert delle fessure
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	coeff di omogen armat (compr)
n'	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	coeff di omogen armat (tens)

Geometria

B [mm]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	base sezione
H [mm]	450	450	700	700	700	700	500	500	500	500	500	altezza sezione

Armatura

n _{1a}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	n° tondini zona tesa
n _{1b}	0	0	5	0	5	0	5	0	0	0	0	
Ø _{1a} [mm]	16	16	22	16	22	18	26	22	22	18	18	diametro tondini armatura tesa
Ø _{1b} [mm]	0	0	22	0	22	0	26	0	0	0	0	diametro tondini armatura tesa
Ø _{1eq} [mm]	16	16	22	16	22	18	26	22	22	18	18	diam equiv tondini armatura tesa
d' _{sup} [mm]	51	51	35	35	57	53	35	35	57	53	53	copriferro superiore
d ₁ [mm]	399	399	665	665	643	647	465	465	443	447	447	dist dell'armat tesa dal lembo compr
A _{s1} [mm ²]	1005	1005	3801	1005	3801	1272	5309	1901	1901	1272	1272	area armatura tesa
n _{2a}	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	n° tondini zona compressa
n _{2b}	0	0	0	5	0	5	0	5	0	0	0	
Ø _{2a} [mm]	16	16	16	22	18	22	22	26	18	22	22	diametro tondini armatura compr
Ø _{2b} [mm]	0	0	0	22	0	22	0	26	0	0	0	diametro tondini armatura compr
Ø _{2eq} [mm]	16	16	16	22	18	22	22	26	18	22	22	diam equiv tondini armat compr
d' _{inf} [mm]	51	51	35	35	53	57	35	35	53	57	57	copriferro inferiore
d ₂ [mm]	51	51	35	35	53	57	35	35	53	57	57	dist arm compr dal lembo compr
A _{s2} [mm ²]	1005	1005	1005	3801	1272	3801	1901	5309	1272	1901	1901	area armatura compressa

Sollecitazioni

M [kNm]	20	10	315	45	350	20	270	35	60	25	25	momento flettente
N [kN]	33	33	0	0	123	123	0	0	53	53	53	sforzo normale
e [mm]	613	307	0	0	2857	163	0	0	1143	476	476	eccentricità

Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione

A _{cls} [mm ²]	450000	450000	700000	700000	700000	700000	500000	500000	500000	500000	500000	area calcestruzzo
A _s [mm ²]	2011	2011	4807	4807	5074	5074	7210	7210	3173	3173	3173	area armatura
A _{id} [mm ²]	4,8E+05	4,8E+05	7,7E+05	7,7E+05	7,8E+05	7,8E+05	6,1E+05	6,1E+05	5,5E+05	5,5E+05	5,5E+05	area sezione ideale
d _G [mm]	225	225	367	333	364	336	268	232	253	247	247	dist baric sez ideale da lembo sup
J _{id} [mm ⁴]	8,5E+09	8,5E+09	3,6E+10	3,6E+10	3,5E+10	3,5E+10	1,5E+10	1,5E+10	1,2E+10	1,2E+10	1,2E+10	mom d'inerzia baric sez ideale
ρ _{id,t} [mm]	133	133	214	214	212	212	158	158	149	149	149	raggio giratore di inerzia della sez
Y _{nocc,s} [mm]	304	304	492	471	488	470	361	340	341	337	337	dist p.to di nocc sup da asse bar

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Cavalcavia alla pk 1+621
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 63 di 64
	Nome file: CV02-B-CL018_A.01_relazione spalle.doc

Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione

$A_{cls,t}$ [mm ²]	450	450	700	700	700	700	500	500	500	500	area calcestruzzo
A_s [mm ²]	2011	2011	4807	4807	5074	5074	7210	7210	3173	3173	area armatura
$A_{id,t}$ [mm ²]	3,1E+04	3,1E+04	7,3E+04	7,3E+04	7,7E+04	7,7E+04	1,1E+05	1,1E+05	4,8E+04	4,8E+04	area sezione ideale
$d_{G,t}$ [mm]	225	225	531	169	494	206	351	149	286	214	dist baric sez ideale da lembo sup
$J_{id,t}$ [mm ⁴]	9,2E+08	9,2E+08	4,8E+09	4,8E+09	5,0E+09	5,0E+09	3,9E+09	3,9E+09	1,7E+09	1,7E+09	mom d'inerzia baric sezione ideale
$\rho_{id,t}$ [mm]	173	173	256	256	256	256	189	189	191	191	raggio giratore di inerzia della sez
$Y_{nocc,i}$ [mm]	359	359	655	559	626	523	453	390	413	384	dist p.to di nocc sup da asse bar

Sezione parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial parzial

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n [mm]	117	154	214	99	227	627	188	101	144	149	dist asse neutro da lembo comp
J_n [mm ⁴]	1,8E+09	2,3E+09	1,5E+10	5,4E+09	1,4E+10	1,0E+11	9,0E+09	4,5E+09	3,7E+09	3,0E+09	momento d'inerzia sez parzial
S_n [mm ³]	3,6E+06	9,7E+06	5,3E-05	1,6E-07	5,2E+06	2,3E+08	9,3E-09	4,1E-06	3,6E+06	8,1E+06	momento statico sezione parzial
$f(Y_n)=0$	-1,6E-05	0,0E+00	-	-	-4,1E-04	-1,4E-04	-	-	-2,3E-04	-1,1E-05	

Tensioni nei materiali

σ_c [MPa]	-1,30	-0,67	-4,40	-0,83	-5,53	-0,12	-5,65	-0,79	-2,33	-1,23	tens di compr nel lembo più compr del cls calcol nella sez fess
σ_s [MPa]	47,1	16,1	138,7	70,9	152,4	0,1	124,7	42,8	72,7	36,7	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Controllo della fessurazione

M_{fess} [kNm]	83	83	227	206	239	220	140	121	110	107	momento di fessurazione
M_{fess} / M	4,16	8,32	0,72	4,58	0,68	11,00	0,52	3,46	1,84	4,30	check 1

Verifica a fessurazione senza il calcolo diretto

w_{max} [mm]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	crack limit width
\varnothing_{max} [mm]	-	-	22	-	22	-	26	-	-	-	diam max delle barre di armat tesa
σ_{s1}^* [MPa]	-	-	160	-	160	-	160	-	-	-	lim di tens nell'acc (diam dei ferri)
sp_s [mm]	180	180	93	186	89	179	93	186	177	179	spaziatura delle barre superiori
sp_i [mm]	180	180	186	93	179	89	186	93	179	177	spaziatura delle barre inferiori
sp [mm]	-	-	93	-	89	-	93	-	-	-	spaziatura massima delle barre
σ_{s2}^* [MPa]	-	-	240	-	240	-	240	-	-	-	lim di tens nell'acc (spaz dei ferri)
$\sigma_{s,lim}$ [MPa]	-	-	160	-	160	-	160	-	-	-	limite di tensione nell'acciaio
$\sigma_{s,lim} / \sigma_s$	-	-	1,15	-	1,05	-	1,28	-	-	-	check2