



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:



OPERE D'ARTE MAGGIORI VIADOTTI

Viadotto Busita III Relazione di calcolo Spalle - Carreggiata DX

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 5 1 V I 2 0 8 V I 0 8 B C L 0 0 8 B Scala: -

F							
E							
D							
C							
B	Ottobre 2011	Rif. Istruttoria prot. CDG-0141142-P del 19/10/11	T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI	
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 Fossati
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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 1 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

INDICE

1	GENERALITA'	4
1.1	PREMESSA	4
1.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL VIADOTTO	4
1.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
1.4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
1.4.1	<i>Condizioni ambientali e classi di esposizione</i>	7
1.4.2	<i>Calcestruzzo</i>	7
1.4.3	<i>Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata</i>	8
2	ANALISI GLOBALE DEL VIADOTTO	9
2.1	DESCIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	9
3	AZIONI DELLE PALIFICATE SPALLE CARREGGIATA DESTRA	11
3.1	SPALLA SPA_DX	11
3.1.1	<i>Azioni trasmesse dall'impalcato</i>	12
3.1.2	<i>Azioni trasmesse dalla spalla</i>	13
3.1.3	<i>Riepilogo sollecitazioni rispetto a baricentro pali</i>	15
3.1.3.1	Combinazioni di carico SLU	16
3.1.3.2	Calcolo azioni sui pali agli SLU della SPA_dx	18
3.1.3.3	Combinazioni di carico SLE	21
3.1.3.4	Calcolo azione sui pali agli SLE della SPA_dx	22
3.2	SPALLA SPB_DX	23
3.2.1	<i>Azioni trasmesse dall'impalcato</i>	24
3.2.2	<i>Azioni trasmesse dalla spalla</i>	25
3.2.3	<i>Riepilogo sollecitazioni rispetto a baricentro pali</i>	27
3.2.3.1	Combinazioni di carico SLU	28
3.2.3.2	Calcolo azioni sui pali agli SLU della SPB_dx	28
3.2.3.3	Combinazioni di carico SLE	31
3.2.3.4	Calcolo azione sui pali agli SLE della SPB_dx	31
3.3	SPALLA SPC_DX (SVINCOLO)	32
3.3.1	<i>Azioni trasmesse dall'impalcato</i>	33
3.3.2	<i>Azioni trasmesse dalla spalla</i>	34
3.3.3	<i>Riepilogo sollecitazioni rispetto a baricentro pali</i>	36
3.3.3.1	Combinazioni di carico SLU	37
3.3.3.2	Calcolo azioni sui pali agli SLU della SPC_dx	37
3.3.3.3	Combinazioni di carico SLE	39
3.3.3.4	Calcolo azione sui pali agli SLE della SPC_dx	39
4	VERIFICA DI RESISTENZA DEI PALI (SLU)	40
4.1	CARREGGIATA DESTRA	40
4.2	PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPA_DX	40
4.2.1	<i>Verifica per tensioni normali</i>	41
4.2.2	<i>Verifica a taglio</i>	43
4.3	PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPB_DX	44
4.3.1	<i>Verifica per tensioni normali</i>	45
4.3.2	<i>Verifica a taglio</i>	47
4.4	PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPC_DX	48
4.4.1	<i>Verifica per tensioni normali</i>	49
4.4.2	<i>Verifica a taglio</i>	51
5	VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE DEI PALI (SLE)	52
5.1	PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPA_DX	52
5.1.1	<i>Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni frequenti</i>	53
5.1.2	<i>Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione quasi permanente</i>	54
5.2	PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPB_DX	54
5.2.1	<i>Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni frequenti</i>	55

5.2.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione quasi permanente.....	56
5.2.3	Palo più sollecitato della SPC_DX (Svincolo).....	56
5.2.4	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni frequenti.....	57
5.2.5	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione quasi permanente.....	58
6	VERIFICA GEOTECNICA DEI PALI.....	59
6.1	CARICO LIMITE VERTICALE DEL PALO PIU' CARICATO.....	59
6.1.1	Criteri di calcolo del carico limite verticale.....	59
6.1.2	Criteri di verifiche.....	61
6.1.3	Risultati.....	63
6.2	CARICO LIMITE ORIZZONTALE.....	63
6.2.1	Criteri di calcolo del carico limite orizzontale.....	63
6.2.2	Criteri di verifica.....	64
6.2.3	RISULTATI.....	64
6.2.3.1	Pali Spalla SPA_DX.....	64
6.2.3.2	Pali Spalla SPB_DX.....	65
6.2.3.3	Pali Spalla SPC_DX (Svincolo).....	65
7	ANALISI STRUTTURALE DELLE SPALLE AGLI SLU.....	67
7.1	SPALLA SPA_DX.....	67
7.2	ANALISI DEI CARICHI.....	68
7.3	VERIFICHE DEL MURO FRONTALE.....	69
7.3.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	69
7.3.2	Verifiche a taglio.....	69
7.4	VERIFICHE DEI MURI LATERALI.....	70
7.4.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	70
7.4.2	Verifiche a taglio.....	71
7.5	VERIFICHE DEL MURO PARAGHIAIA.....	72
7.5.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	72
7.5.2	Verifiche a taglio.....	72
7.6	VERIFICHE DEL PLINTO DI FONDAZIONE.....	73
7.6.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	73
7.6.2	Verifiche a taglio.....	74
7.7	SPALLA SPB_DX.....	75
7.8	ANALISI DEI CARICHI.....	77
7.9	VERIFICHE DEL MURO FRONTALE.....	78
7.9.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	78
7.9.2	Verifiche a taglio.....	78
7.10	VERIFICHE DEI MURI LATERALI.....	79
7.10.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	79
7.10.2	Verifiche a taglio.....	80
7.11	VERIFICHE DEL MURO PARAGHIAIA.....	81
7.11.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	81
7.11.2	Verifiche a taglio.....	81
7.12	VERIFICHE DEL PLINTO DI FONDAZIONE.....	82
7.12.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	82
7.12.2	Verifiche a taglio.....	83
7.13	SPALLA SPC_SX (SVINCOLO).....	84
7.14	ANALISI DEI CARICHI.....	86
7.15	VERIFICHE DEL MURO FRONTALE.....	87
7.15.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	87
7.15.2	Verifiche a taglio.....	88
7.16	VERIFICHE DEI MURI LATERALI.....	89
7.16.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	89
7.16.2	Verifiche a taglio.....	90
7.17	VERIFICHE DEL MURO PARAGHIAIA.....	91
7.17.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	91
7.17.2	Verifiche a taglio.....	92
7.18	VERIFICHE DEL PLINTO DI FONDAZIONE.....	93
7.18.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali.....	93

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 3 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

7.18.2	Verifiche a taglio	95
8	VERIFICA DELLE SPALLE AGLI STATI LIMITE DI FESSURAZIONE.....	96
8.1	COMBINAZIONI DI CARICO SLE.....	96
8.2	SPALLA A_DX	97
8.2.1	Plinto di fondazione.....	97
8.2.1.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	97
8.2.1.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	98
8.2.2	Muro Frontale.....	100
8.2.2.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	100
8.2.2.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	101
8.2.3	Muro Paraghiaia.....	102
8.2.3.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	103
8.2.3.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	104
8.2.4	Muri Lateralì	105
8.2.4.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	105
8.2.4.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	106
8.3	SPALLA B_DX.....	108
8.3.1	Plinto di fondazione.....	108
8.3.1.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	108
8.3.1.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	109
8.3.2	Muro Frontale.....	111
8.3.2.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	111
8.3.2.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	112
8.3.3	Muro Paraghiaia.....	113
8.3.3.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	113
8.3.3.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	115
8.3.4	Muri Lateralì	116
8.3.4.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	116
8.3.4.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	117
8.4	SPALLA C_SX (SVINCOLO).....	119
8.4.1	Plinto di fondazione.....	119
8.4.1.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	119
8.4.1.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	120
8.4.2	Muro Frontale.....	122
8.4.2.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	122
8.4.2.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	123
8.4.3	Muro Paraghiaia.....	124
8.4.3.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	124
8.4.3.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	126
8.4.4	Muri Lateralì	127
8.4.4.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	127
8.4.4.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	128

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 4 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

1 GENERALITA'

1.1 PREMESSA

Nella presente relazione si riportano le verifiche di sicurezza delle pile della carreggiata destra del viadotto Busita III, previsto nell'ambito del progetto esecutivo "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".

1.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL VIADOTTO

Il viadotto in esame è a carreggiate separate (carreggiata dx e carreggiata sx). Esso presenta un tracciato planimetrico pressoché rettilineo con raggio di curvatura maggiore di 2000 m. Le due carreggiate sono composte entrambe da n. 6 campate le cui luci sono riportate in tabella.

Carreggiata DX	
Numero campata	L [m]
1	35.00
2	45.00
3	61.00
4	61.00
5	61.00
6	45.00

L'impalcato della carreggiata è realizzato in acciaio-clc con schema statico di trave continua su più appoggi.

La sezione trasversale dell'impalcato è formata da una coppia di travi a "doppia T" in composizione saldata. I traversi sono ad anima piena con sezione trasversale a doppia "T".

Le travi principali sono irrigidite mediante stiffeners trasversali e longitudinali per tutto lo sviluppo della travata. La stabilizzazione della struttura metallica durante le fasi antecedenti alla realizzazione e solidarizzazione della soletta in c.a. è assicurata da un sistema di controventi superiori a croce, realizzato mediante profili angolari standard che vengono rimossi dopo il varo dell'impalcato in acciaio effettuato a spinta a partire da una spalla del viadotto.

L'interasse delle travi, della carreggiata di *Destra*, è pari a 8.25 m per le prime 4 campate (dalla SPA alla pila P04), e diventa di 8.75 in corrispondenza della P05 per poi ritornare a 8.25 sulla spalla SPB.

La soletta in calcestruzzo presenta larghezza complessiva di 16.25 m. Essa, si presenta con spessore variabile, pari a 410 mm in asse travi e 310 mm in asse impalcato.

La larghezza del piano viabile è di 14.00 m, ai cui lati sono posti due cordoli di larghezza pari a 1.50 m e 0.75 m.

In corrispondenza della pila P05 (km 19+119,97) della carreggiata si innesta la rampa dello svincolo "Caltanissetta Nord".

La rampa è costituita da una campata di lunghezza di 35.0 m con travi disposte ad interasse di 5.50 m.

La figura seguente riporta la pianta impalcato del viadotto.

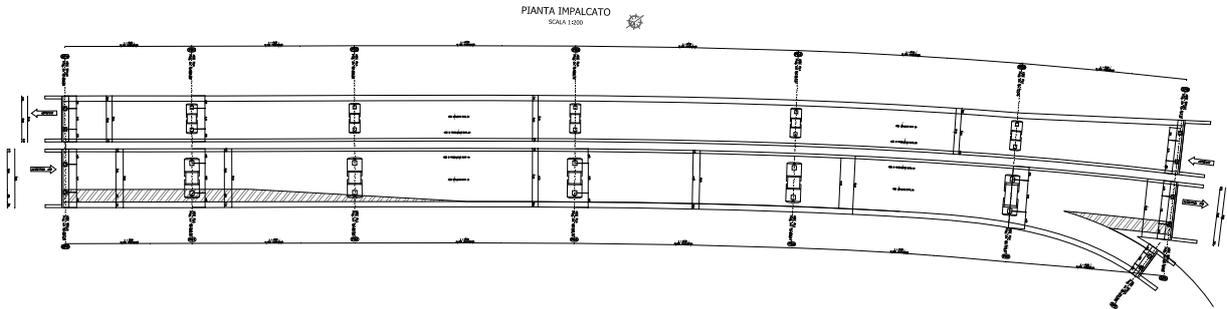


Figura 1: Pianta impalcato

Le pile sono realizzate in c.a. e presentano una sagoma cruciforme costituite da un fusto a sezione piena costante, iscritta in un rettangolo le cui dimensioni variano in funzione della tipologia:

Tipo A: 3,00 m x 4,00 m altezza pilvino 5,86 m e interasse travi 5,75 m

Tipo B: 3,00 m x 5,25 m altezza pulvino 6,06 m e interasse travi 8,75 m

Tipo C: 3,00 m x 5,25 m altezza pulvino 6,06 m e interasse travi 8,25 m

CARREGGIATA SX

PILA	TIPO	H _{fusto} [m]	H _{pulvino} [m]	H [m]
P01	A	3.60	5.86	9.46
P02	A	9.60	5.86	15.46
P03	A	9.60	5.86	15.46
P04	A	9.60	5.86	15.46
P05	A	10.80	5.86	16.66

CARREGGIATA DX

PILA	TIPO	H _{fusto} [m]	H _{pulvino} [m]	H [m]
P01	C	2.40	6.06	8.46
P02	C	7.20	6.06	13.26
P03	C	7.20	6.06	13.26
P04	C	8.40	6.06	14.46
P05	B	8.40	6.06	14.46

Tutte le pile di entrambe le carreggiate del viadotto sono fondate su pali trivellati di grande diametro. In particolare la palificata è costituita da 6 pali di diametro Ø1500 mm, posti ad interasse di 5.40 m. I pali sono collegati in testa da un plinto di fondazione di altezza 2.50m a pianta rettangolare di dimensioni

L'impalcato è vincolato alle pile ed alle spalle mediante isolatori sismici ad elastomero armato; questi funzionano come appoggi elastici lineari sia in fase sismica che per le azioni statiche agenti, compreso effetti lenti quali variazioni termiche, fluage e ritiro. Tali dispositivi sono caratterizzati da:

$K_e = 5.3 \text{ kN/mm}$ (rigidezza equivalente orizzontale);

$K_v = 3546 \text{ kN/mm}$ (rigidezza verticale).

Gli isolatori impiegati garantiscono uno smorzamento superiore allo 10%, tuttavia nelle analisi sismiche condotte si è assunto un valore pari al 10%.

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 6 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono svolti in conformità alle normative vigenti con particolare riferimento a:

- D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 – “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” – pubblicato sul S.O. n. 30 alla G.U. 4 febbraio 2008, n.29
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- EUROCODICE 1 – UNI-ENV 1991-3 “Basi di calcolo ed azioni sulle strutture”;
- EUROCODICE 2 – UNI-ENV 1992 “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- EUROCODICE 7 – UNI-ENV 1997 “Progettazione geotecnica”;
- EUROCODICE 8 – UNI-ENV 1997 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture”.

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 7 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

1.4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1.4.1 Condizioni ambientali e classi di esposizione

Per l'umidità ambientale si assume $RH = 70 \%$. Per quanto riguarda le classi di esposizione si prevede l'utilizzo di quanto segue:

- pali: XC2;
- zattere pile: XC2;
- elevazione spalle XF2
- elevazione pile e pulvini: XF2;
- baggioli: XF2;
- soletta impalcato: XC4; cordoli e marciapiedi: XF2.

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.

1.4.2 Calcestruzzo

Calcestruzzo PALI C25/30

R_{ck}	=	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.9	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	32.9	MPa	resistenza cilindrica media
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctm}	=	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice (assiale)
f_{ctk}	=	1.79	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
c	=	1.00		per solette, pareti, ed elementi con spessori minori di 50mm va ridotta di 0,80
f_{ctd}	=	1.19	MPa	resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
f_{cfm}	=	2.15	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.13	MPa	tensione limite apertura fessure
E_{cm}	=	31447	MPa	modulo elastico istantaneo del cls
XC2				classe di esposizione
S3-S4				classe di consistenza

Calcestruzzo ZATTERE C25/30

R_{ck}	=	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.9	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	32.9	MPa	resistenza cilindrica media
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctm}	=	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice (assiale)
f_{ctk}	=	1.79	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
c	=	1.00		per solette, pareti, ed elementi con spessori minori di 50mm va ridotta di 0,80
f_{ctd}	=	1.19	MPa	resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
f_{cfm}	=	2.15	MPa	resistenza media a trazione per flessione

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 8 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

σ_t	=	2.13	MPa	tensione limite apertura fessure
E_{cm}	=	31447	MPa	modulo elastico istantaneo del cls
XC2				classe di esposizione
S3-S4				classe di consistenza
Calcestruzzo ELEVAZIONE C28/35				
R_{ck}	=	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctm}	=	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice (assiale)
f_{ctk}	=	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
c	=	1.00		per solette, pareti, ed elementi con spessori minori di 50mm va ridotta di 0,80
f_{ctd}	=	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
f_{cfm}	=	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
E_{cm}	=	32588	MPa	modulo elastico istantaneo del cls
XF2				classe di esposizione
S3-S4				classe di consistenza
Calcestruzzo BAGGIOLI C35/45				
R_{ck}	=	45	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	37.35	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	45.35	MPa	resistenza cilindrica media
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	21.17	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctm}	=	3.35	MPa	resistenza media a trazione semplice (assiale)
f_{ctk}	=	2.35	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
c	=	1.00		per solette, pareti, ed elementi con spessori minori di 50mm va ridotta di 0,80
f_{ctd}	=	1.56	MPa	resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
f_{cfm}	=	2.82	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.79	MPa	tensione limite apertura fessure
E_{cm}	=	34625	MPa	modulo elastico istantaneo del cls
XF4	f2			classe di esposizione
S4				classe di consistenza

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

ACCIAIO PER C.A. B450C

$f_{y,nom}$	=	450	MPa	tensione nominale di snervamento
$f_{t,nom}$	=	540	MPa	tensione nominale di rottura
f_{yk}	≥	$f_{y,nom}$		tensione caratteristica di snervamento
f_{tk}	≥	$f_{t,nom}$		tensione caratteristica di rottura

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 9 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

$(f_t/f_y)_k$	\geq	1.15		
$(f_t/f_y)_k$	$<$	1.35		
γ_s	$=$	1.15		coefficiente di sicurezza
f_{yd}	$=$	391	MPa	tensione di snervamento di calcolo
σ_s	$=$	360.0	MPa	massima tensione in esercizio

2 ANALISI GLOBALE DEL VIADOTTO

2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Per la valutazione delle azioni trasmesse alle sottostrutture dall'impalcato ed, in particolare, per la valutazione della risposta sismica del viadotto, è stato messo a punto per ciascuna carreggiata un modello numerico agli elementi finiti dell'opera che, con buona approssimazione riproduce la distribuzione delle rigidezze e delle masse della struttura reale.

Tutte le membrature costituenti l'impalcato (travi longitudinali, trasversi) sono stati simulati attraverso elementi finiti del tipo beam a sei gradi di libertà per nodo. Con lo stesso tipo di elementi sono state modellate le pile del viadotto. Queste ultime sono state vincolate al piede – in corrispondenza dell'estradosso plinto – mediante vincoli di incastro. Allo scopo di simulare in maniera adeguata i cinematismi consentiti dagli apparecchi di appoggio di tipo elastomerico, tra l'impalcato e le pile sono stati introdotti degli elementi del tipo "Nlink". Nel caso specifico tali elementi sono caratterizzati da un comportamento elastico lineare:

$$K_e = 5.30 \text{ kN/mm (rigidezza equivalente orizzontale);}$$

$$K_v = 3546 \text{ kN/mm (rigidezza verticale);}$$

Anche sulle spalle sono previsti isolatori elastomerici aventi le medesime caratteristiche di quelli predisposti sulle pile, pertanto, trascurando la deformabilità delle spalle rispetto a quella dei dispositivi sismici, ossia ipotizzando che il moto sismico dell'impalcato risulti disaccoppiato rispetto a quello delle spalle, queste ultime sono state assimilate semplicemente a vincoli cedevoli elasticamente alla traslazione longitudinale, trasversale e verticale.

Come detto, le pile sono state schematizzate con elementi finiti del tipo beam a sei gradi di libertà per nodo. In particolare, gli elementi del fusto presentano sezione costante, sezione variabile quelli del pulvino.

I modelli numerici sono stati implementati mediante il codice di calcolo agli elementi finiti SAP2000 della *Computers and Structuers, Inc.* Nelle seguenti figure sono riportate delle viste di tali modelli.

Per una descrizione di maggiore dettaglio dei modelli di calcolo messi a punto si rimanda alla relazione di calcolo delle pile.

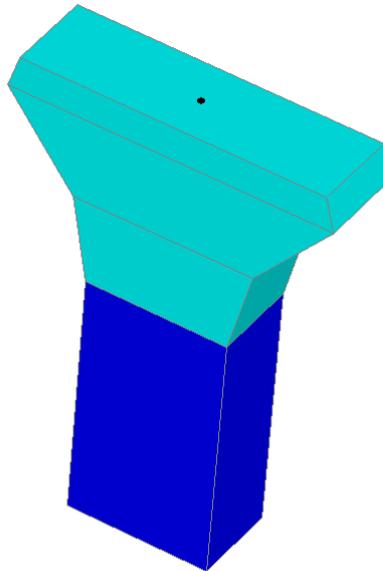


Figura 2: Modello agli elementi finiti della Pila

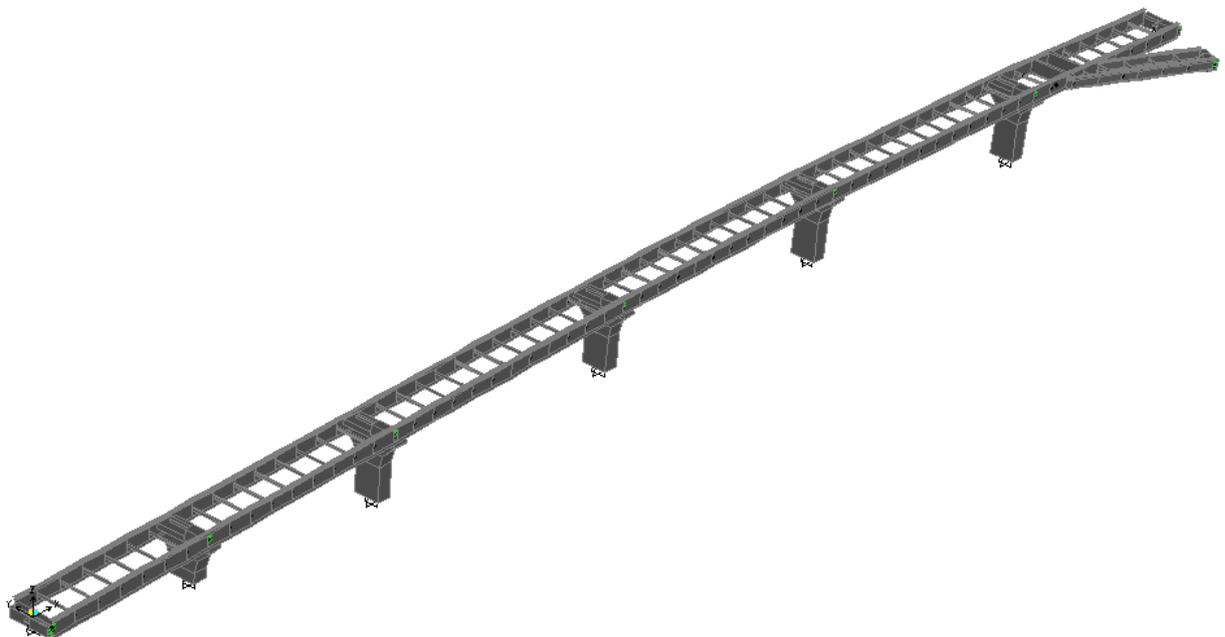


Figura 3: Modello numerico carreggiata destra

3 AZIONI DELLE PALIFICATE SPALLE CARREGGIATA DESTRA

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

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

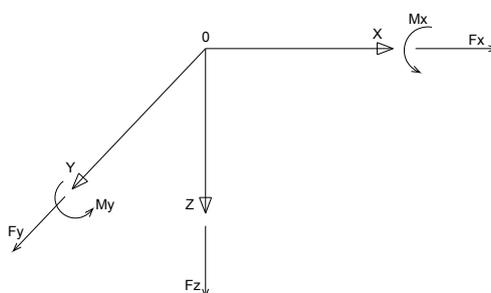


Figura 4: Sistema di riferimento

In particolare in questo capitolo vengono riportate le azioni sulle spalle A e B della carreggiata destra (SPA_dx SPA_sx) necessarie alle verifiche strutturali della stessa. Inoltre vengono riportate le azioni sulle palificate relative ad entrambe le spalle della carreggiata destra.

3.1 SPALLA SPA_DX

La fondazione della spalla in esame ha dimensioni in pianta di 9.60 m x 16.70 m, altezza di 1.80 m ed è fondata su 15 pali di diametro $\varnothing 1200$ e lunghezza 20m. Il muro frontale ha invece un' altezza di 3.5m ed è stato assunto uno spessore di 2 m

Le altre caratteristiche geometriche della spalla in esame sono riportate nella tabella e nelle figure che seguono.

Tabella 1: Caratteristiche geometriche della SPA_dx

Geometrie Spalla SPA_dx			
	Bx	By	Bz
	[m]	[m]	[m]
plinto di fondazione	9.60	16.70	1.80
muro frontale	2.00	16.25	4.50
muro paraghiaia	1.20	16.25	5.07
muro laterale sx	4.60	0.80	8.37
muro laterale dx	4.60	0.80	8.37
n° pali	15		
L_pali	20 m		

SPALLA SPA_DX

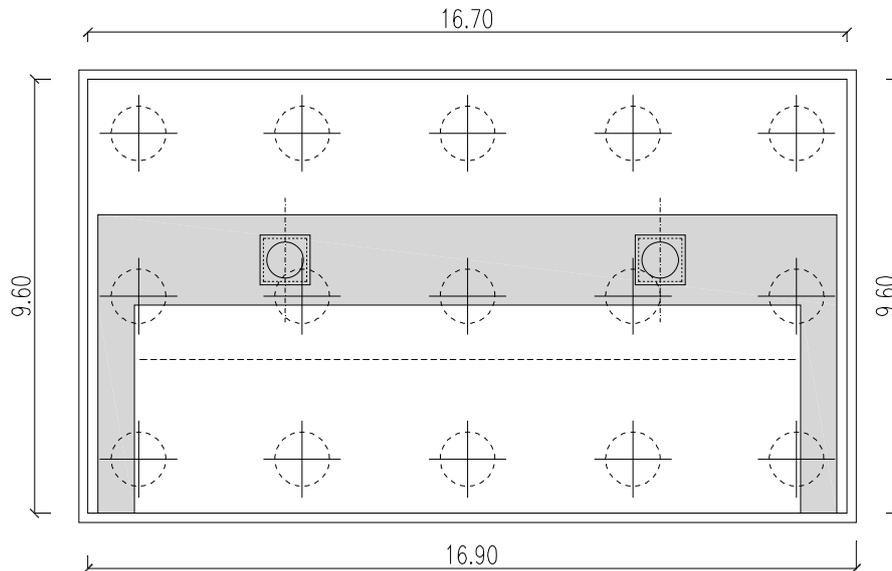


Figura 5: Pianta fondazione Spalla A carreggiata destra

3.1.1 Azioni trasmesse dall'impalcato

Le azioni trasmesse dall'impalcato alle spalle sono state determinate attraverso la risoluzione del modello di calcolo agli elementi finiti del viadotto descritto nella relazione di calcolo delle pile. Tali azioni sono riepilogate nel seguente prospetto. Le azioni riportate sono riferite al baricentro appoggi.

Azioni trasmesse dall'impalcato (riferite al baricentro appoggi)

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	0	0	2699	4	0	peso proprio impalcato
g2	0	0	552	1	0	permanenti portati
e2	203	42	-507	32	163	ritiro
e3.1	225	5	-249	4	180	carico termico (max azione verticale)
e3.2	643	13	-186	11	514	carico termico (max azione orizzontale)
q1.1	0	1	2171	4376	38	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	0	1	1785	7966	69	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	161	4	0	3	129	frenatura
q4	0	0	0	0	0	azione centrifuga
q5	46	269	0	304	36	azione del vento trasversale
q6.1x	734	79	-28	68	587	sisma longitudinale
q6.1y	229	249	-28	204	183	sisma trasversale
q6.1z	221	75	-92	62	177	sisma verticale
q7	33	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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 13 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

3.1.2 Azioni trasmesse dalla spalla

Peso proprio spalla (g1)

γ_{cls}	=	25 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	7214.4 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	3656.3 kN	muro frontale
g1.3	=	2472.6 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	770.2 kN	muro laterale sx
g1.5	=	770.2 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0.0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0.0 kN	bandiera dx
g1.8	=	9.1 kN	baggioli
g1.9	=	14.2 kN	apparecchi di appoggio
g1.10	=	0.0 kN	elemento 1
g1.11	=	0.0 kN	elemento 2
Fz	=	14906.9 kN	azione verticale
x	=	4.61 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.52 m	coordinata z punto di applicazione

Peso terreno su fondazione (g2)

γ_t	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	581.5 m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	10467.3 kN	peso del terreno
x	=	2.30 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.99 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g3)

γ	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35 °	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	=	11.37 m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	16.25 m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	8065.1 kN	spinta del terreno
x	=	0.00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.79 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 °	angolo di attrito del terreno
K	=	0.426	coefficiente di spinta
H	=	11.37 m	altezza di spinta terreno

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 14 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

B	=	16.25	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
F _x	=	1576.0	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	=	-5.69	m	coordinata z punto di applicazione
Incremento di azione verticale				
B _x	=	4.60	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
F _z	=	1495.0	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	2.30	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)

parametri sismici

a _g	=	0.093	g	accelerazione di picco
S _S	=	1.20		coefficiente di amplificazione stratigrafica
S _T	=	1.00		coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.20		
β _m	=	1.00		coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a _{max}	=	0.112	g	accelerazione massima
K _h	=	0.112		coefficiente sismico orizzontale
K _v	=	0.056		coefficiente sismico verticale

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

γ	=	18	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	11.37	m	altezza di spinta terreno
B	=	16.25	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP	=	4221.5		incremento di spinta in fase sismica (ipotesi di struttura rigida)
Ipotesi di struttura flessibile				
φ	=	35	°	angolo di attrito
ψ	=	90	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro rivolta a monte
β	=	0	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno
δ	=	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
θ	=	6.04	°	angolo definito per livello di falda al di sotto dell'opera di sostegno dalla relazione $\tan(\vartheta) = K_h / (1 + K_v)$
K1	=	0.588		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \Phi - \vartheta$
K2	=	0.774		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \Phi - \vartheta$
K	=	0.588		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
Ed	=	11748	kN	spinta terreno in fase sismica (Mononobe-Okabe)
ΔS	=	3682.7	kN	incremento di spinta in fase sismica (ipotesi struttura flessibile)
Valore adottato				
ΔP	=	4221.5	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	=	-5.69	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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 15 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia	coord x p.to di applicaz	coord y p.to di applicaz	coord z p.to di applicaz
	Fi	x	y	z
plinto	805	4.80	0.00	-0.90
muro frontale	408	5.60	0.00	-4.05
paraghiaia	276	4.00	0.00	-8.84
muro laterale sx	86	2.30	7.73	-5.99
muro laterale dx	86	2.30	-7.73	-5.99
bandiera sx	0	-1.40	7.38	-8.91
bandiera dx	0	-0.50	-7.63	-9.67
baggioli	1	5.60	0.00	-6.38
apparecchi di appoggio	2	5.60	0.00	-6.63
elemento 1	0	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	4.55	-4.75	-7.90
terreno su plinto	1168	2.30	0.00	-5.99
risultante intradosso plinto	2832	3.65	0.00	-4.54
risultante base muro frontale	857	4.42	0.00	-5.98

3.1.3 Riepilogo sollecitazioni rispetto a baricentro pali

Conoscendo le sollecitazioni in prossimità della sezione di base del muro frontale si possono facilmente ricavare le sollecitazioni agenti sulla palificata.

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

Coordinate baricentro pali

x = 4.80 m coordinata x

y = 0.00 m coordinata y

z = 0.00 m coordinata z

Tabella 2: Sollecitazioni rispetto al baricentro pali (SPA_dx)

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1-imp	0	0	2699	7	-2161	peso proprio impalcato
g1-sp	0	0	14907	0	2886	peso proprio spalla
g2-imp	0	0	552	1	-442	permanenti portati su impalcato
g2-sp	0	0	10467	0	26168	terreno su plinto spalla
g3-sp	8065	0	0	0	-30572	spinta del terreno su spalla
e2-imp	203	42	-507	309	-776	ritiro
e3.1	225	5	-249	34	-1112	carico termico differenziale
e3.2	643	13	-186	99	-3596	
q1.1-imp	0	1	2171	4380	-1701	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2-imp	0	1	1785	7971	-1361	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q1t-sp	1576	0	1495	0	-5224	effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
q3-imp	161	4	0	30	-939	frenatura su impalcato
q4-imp	0	0	0	0	0	azione centrifuga su impalcato

g2-imp	1.35	1.35	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	1.35	1.35
g3-sp	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e2-imp	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72
e3-imp	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0
q1.1-imp	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01
q1.2-imp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q1t-sp	1.50	1.50	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0
q3-imp	0	0	0	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
q4-imp	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90
q5-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

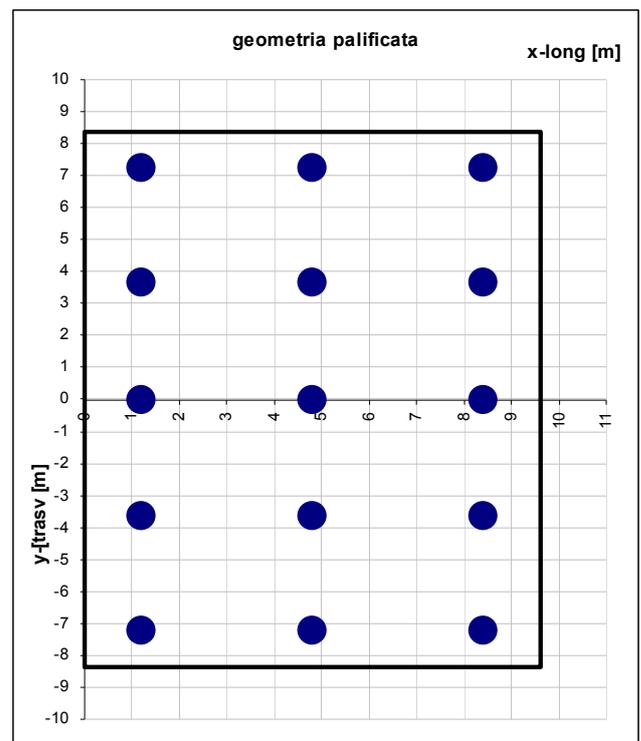
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35
g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2-imp	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e3-imp	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	1.20	-1.20	1.20
q1.1-imp	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01
q1.2-imp	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0
q1t-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	1.50	1.50	-1.50	-1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	0.90	0.90	-0.90
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

	SLU36	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6
g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1

e2-imp	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1	1	1	1	1	1
e3-imp	-1.20	1.20	-1.20	1.20	-1.20	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50
q1.1-imp	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0	0
q1t-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0	0
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
q7-imp	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
g1-imp											

3.1.3.2 Calcolo azioni sui pali agli SLU della SPA_dx

Geometria della palificata			trasversale	longitudinale
PALO	X	Y	Jxi	Jyi
1	1.20	7.24	52.38	12.96
2	1.20	3.64	13.23	12.96
3	1.20	0.00	0.00	12.96
4	1.20	-3.64	13.23	12.96
5	1.20	-7.24	52.38	12.96
6	4.80	7.24	52.38	0.00
7	4.80	3.64	13.23	0.00
8	4.80	0.00	0.00	0.00
9	4.80	-3.64	13.23	0.00
10	4.80	-7.24	52.38	0.00
11	8.40	7.24	52.38	12.96
12	8.40	3.64	13.23	12.96
13	8.40	0.00	0.00	12.96
14	8.40	-3.64	13.23	12.96
15	8.40	-7.24	52.38	12.96



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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 19 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Le sollecitazioni sui singoli pali della spalla A della carreggiata destra sono riportate nelle tabelle seguenti:

SFORZO NORMALE N

PALO	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
1	2530	2484	2474	2428	2597	2551	2542	2496	2447	2401	2391	2345
2	2455	2409	2434	2387	2478	2432	2457	2410	2385	2339	2364	2317
3	2379	2333	2393	2346	2357	2311	2371	2324	2323	2276	2336	2289
4	2304	2256	2352	2304	2237	2190	2285	2238	2260	2213	2308	2261
5	2229	2181	2311	2263	2118	2070	2200	2152	2198	2151	2281	2233
6	3004	3008	2935	2939	3059	3063	2990	2994	2896	2899	2826	2830
7	2929	2933	2895	2898	2940	2943	2905	2908	2834	2837	2799	2802
8	2854	2857	2854	2857	2819	2822	2819	2822	2771	2774	2771	2774
9	2778	2780	2813	2815	2698	2701	2733	2736	2709	2711	2743	2746
10	2703	2705	2772	2774	2579	2581	2648	2650	2647	2649	2716	2718
11	3479	3532	3396	3450	3521	3574	3438	3492	3344	3398	3262	3315
12	3404	3457	3356	3409	3401	3454	3353	3406	3282	3335	3234	3287
13	3328	3381	3315	3367	3281	3333	3267	3320	3220	3272	3206	3259
14	3252	3305	3274	3326	3160	3212	3181	3234	3157	3210	3179	3231
15	3177	3229	3233	3285	3041	3093	3097	3148	3095	3147	3151	3203
Nmax	3479	3532	3396	3450	3521	3574	3438	3492	3344	3398	3262	3315

TAGLI

Vx	900	920	894	914	899	920	894	914	880	900	875	895
Vy	20	20	-12	-12	20	20	-12	-12	20	21	-12	-12
V	900	920	894	914	900	920	894	914	880	900	875	895

PALO	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
1	2497	2452	2442	2396	2485	2439	2430	2384	2536	2490	2480	2434
2	2402	2356	2381	2335	2424	2378	2402	2356	2441	2395	2420	2373
3	2306	2259	2320	2273	2362	2315	2375	2328	2345	2299	2359	2312
4	2210	2163	2258	2211	2300	2252	2348	2301	2250	2202	2298	2251
5	2115	2067	2197	2150	2238	2191	2321	2273	2155	2107	2237	2190
6	2936	2940	2867	2871	2895	2899	2826	2829	2936	2939	2867	2870
7	2841	2845	2807	2810	2833	2837	2799	2802	2841	2844	2806	2810
8	2745	2748	2745	2748	2771	2774	2771	2774	2745	2748	2745	2748
9	2649	2652	2684	2686	2709	2712	2744	2746	2650	2652	2684	2687
10	2554	2556	2623	2625	2648	2650	2717	2719	2555	2557	2624	2626
11	3375	3429	3293	3347	3304	3358	3222	3275	3336	3389	3253	3307
12	3280	3333	3232	3285	3243	3296	3195	3248	3241	3294	3193	3246
13	3184	3237	3171	3224	3181	3233	3167	3220	3145	3198	3132	3184
14	3088	3140	3109	3162	3119	3171	3140	3192	3049	3102	3071	3123
15	2993	3045	3049	3101	3057	3109	3113	3165	2955	3007	3010	3062
Nmax	3375	3429	3293	3347	3304	3358	3222	3275	3336	3389	3253	3307

TAGLI

Vx	880	900	875	895	864	884	859	879	864	884	859	879
Vy	20	21	-12	-12	20	20	-12	-12	20	20	-12	-12
V	880	900	875	895	864	884	859	879	864	884	859	879

PALO	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
1	2504	2458	2411	2365	2554	2508	2461	2416	2463	2386	2407	2331
2	2431	2385	2395	2349	2448	2402	2413	2366	2401	2324	2380	2303
3	2357	2311	2380	2333	2341	2294	2363	2316	2339	2261	2352	2274
4	2284	2236	2364	2317	2234	2186	2314	2267	2277	2198	2325	2246
5	2211	2163	2348	2301	2127	2080	2265	2217	2215	2136	2298	2218
6	2918	2922	2803	2806	2959	2962	2843	2847	2887	2893	2818	2824
7	2845	2848	2787	2790	2852	2856	2795	2798	2825	2831	2791	2796
8	2771	2774	2771	2774	2745	2748	2745	2748	2763	2768	2763	2768
9	2698	2700	2755	2758	2638	2640	2696	2698	2701	2705	2736	2740
10	2625	2627	2740	2742	2532	2534	2647	2649	2639	2643	2708	2712
11	3332	3385	3194	3248	3363	3417	3226	3279	3311	3401	3229	3318
12	3259	3312	3179	3232	3257	3310	3177	3230	3250	3338	3202	3290
13	3185	3238	3163	3215	3150	3202	3127	3180	3188	3275	3174	3262
14	3111	3164	3147	3199	3042	3095	3078	3130	3125	3212	3147	3234
15	3039	3090	3131	3183	2936	2988	3029	3081	3064	3150	3119	3206
Nmax	3332	3385	3194	3248	3363	3417	3226	3279	3311	3401	3229	3318

TAGLI

Vx	866	886	857	877	866	886	857	877	871	905	866	899
Vy	31	31	-23	-23	31	31	-23	-23	20	21	-12	-12
V	866	886	857	877	866	886	857	877	871	905	866	899

PALO	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6
1	2513	2437	2457	2381	584	553	1949	1918	1827	1795
2	2418	2341	2397	2320	576	544	1812	1780	1819	1787
3	2322	2245	2336	2258	567	535	1673	1640	1811	1778
4	2227	2148	2275	2196	559	526	1534	1501	1803	1770
5	2132	2053	2214	2135	550	517	1396	1363	1794	1761
6	2928	2934	2859	2865	1881	1884	2141	2144	1971	1974
7	2833	2839	2798	2804	1873	1875	2003	2006	1963	1965
8	2737	2742	2737	2742	1864	1866	1864	1866	1955	1957
9	2641	2646	2676	2680	1856	1858	1725	1727	1946	1948
10	2547	2550	2616	2619	1847	1849	1588	1589	1938	1940
11	3343	3432	3260	3349	3178	3216	2332	2370	2115	2152
12	3248	3336	3200	3288	3170	3207	2195	2232	2106	2143
13	3152	3240	3139	3226	3161	3198	2056	2093	2098	2135
14	3056	3143	3077	3165	3153	3189	1917	1953	2090	2126
15	2961	3048	3017	3103	3144	3180	1779	1815	2082	2118
Nmax	3343	3432	3260	3349	3178	3216	2332	2370	2115	2152

TAGLI

Vx	871	905	866	899	1079	1093	575	589	575	589
Vy	20	21	-12	-12	8	9	208	209	8	8
V	871	905	866	899	1079	1093	612	625	575	589

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 21 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

RIEPILOGO			
Statica	Nmax	Nmin	Vmax
SPA	3574	2053	920
Sismica	Nmax	Nmin	Vmax
SPA	3216	517	1093

3.1.3.3 Combinazioni di carico SLE

Di seguito si riporta la matrice dei coefficienti di combinazioni adottate per le verifiche la cui simbologia fa riferimento a:

- SLE_F combinazioni frequenti agli stati limiti di esercizio
- SLE_QP combinazioni quasi permanente agli stati limiti di esercizio

Tabella 4: Matrice dei coefficienti comb. frequente

	S.L.E. F1	S.L.E. F2	S.L.E. F3	S.L.E. F4	S.L.E. F5	S.L.E. F6	S.L.E. F7	S.L.E. F8
g1-imp	1	1	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
e2-imp	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
q1.1-imp	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75
q1t-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

Tabella 5: Matrice dei coefficiente comb. Quasi permanente

	S.L.E. QP1	S.L.E. QP2
g1-imp		
g1-sp	1	1
g2-imp	1	1
g2-sp	1	1
g3-sp	1	1
e2-imp	1	1
e3-imp	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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 22 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

q1.1-imp	0.50	-0.50
q1.2-imp	0	0
q1t-sp	0	0
q3-imp	0	0
q4-imp	0	0
q5-imp	0	0
q6.1x-imp	0	0
q6.1y-imp	0	0
q6.1z-imp	0	0
q6.1x-sp	0	0
q6.2x-sp	0	0
q6.2y-sp	0	0
q6.2z-sp	0	0
q7-imp	0	0
g1-imp	0.60	0.60

3.1.3.4 Calcolo azione sui pali agli SLE della SPA_dx

Combinazione Frequente

SFORZO NORMALE N

PALO	SLE-F1	SLE-F2	SLE-F3	SLE-F4	SLE-F5	SLE-F6	SLE-F7	SLE-F8
1	1818	1780	1806	1768	1514	1476	1502	1463
2	1781	1743	1777	1738	1562	1523	1557	1518
3	1744	1705	1747	1708	1610	1571	1613	1574
4	1707	1667	1717	1678	1658	1619	1669	1630
5	1670	1630	1688	1648	1706	1666	1724	1685
6	2122	2125	2107	2110	1754	1757	1739	1742
7	2085	2088	2077	2080	1802	1805	1794	1797
8	2048	2050	2048	2050	1850	1853	1850	1853
9	2011	2013	2018	2020	1898	1900	1906	1908
10	1974	1975	1989	1991	1946	1948	1961	1963
11	2426	2471	2408	2452	1994	2039	1976	2020
12	2389	2433	2378	2423	2042	2086	2031	2075
13	2352	2396	2349	2393	2090	2134	2087	2131
14	2314	2358	2319	2363	2138	2182	2143	2187
15	2277	2321	2290	2333	2186	2229	2199	2242
Nmax	2426	2471	2408	2452	2186	2229	2199	2242

TAGLI

Vx	641	658	640	656	641	658	640	656
Vy	7	7	-1	0	7	7	-1	0
V	641	658	640	656	641	658	640	656

RIEPILOGO SLE_F		
Nmax	Nmin	Vmax
2471	1463	658

Combinazione Quasi Permanente

SFORZO NORMALE N

PALO	SLE-QP1	SLE-QP2
1	1717	1686
2	1714	1682
3	1711	1679
4	1708	1675
5	1705	1672
6	1872	1875
7	1869	1872
8	1866	1868
9	1863	1865
10	1860	1862
11	2027	2065
12	2024	2061
13	2021	2058
14	2018	2054
15	2015	2051
Nmax	2027	2065

TAGLI

Vx	560	574
Vy	3	3
V	560	574

RIEPILOGO SLE_QP		
Nmax	Nmin	Vmax
2065	1672	574

3.2 SPALLA SPB_DX

La fondazione della spalla in esame ha dimensioni in pianta di 13.20 m x 16.70 m, altezza di 1.80 m ed è fondata su 16 pali di diametro Ø1200 e lunghezza 24m. Il muro frontale ha invece un' altezza di 3.5m ed è stato assunto uno spessore di 2 m

Le altre caratteristiche geometriche della spalla in esame sono riportate nella tabella e nelle figure che seguono.

Tabella 6: Caratteristiche geometriche della SPB_dx

Geometrie Spalla SPB_dx			
	Bx	By	Bz
	[m]	[m]	[m]
plinto di fondazione	13.20	16.70	1.80
muro frontale	2.00	16.25	6.50
muro paraghiaia	1.20	16.25	5.20
muro laterale sx	7.05	0.80	10.50
muro laterale dx	7.05	0.80	10.50
n° pali	16		
L_pali	24 m		

SPALLA SPB_DX

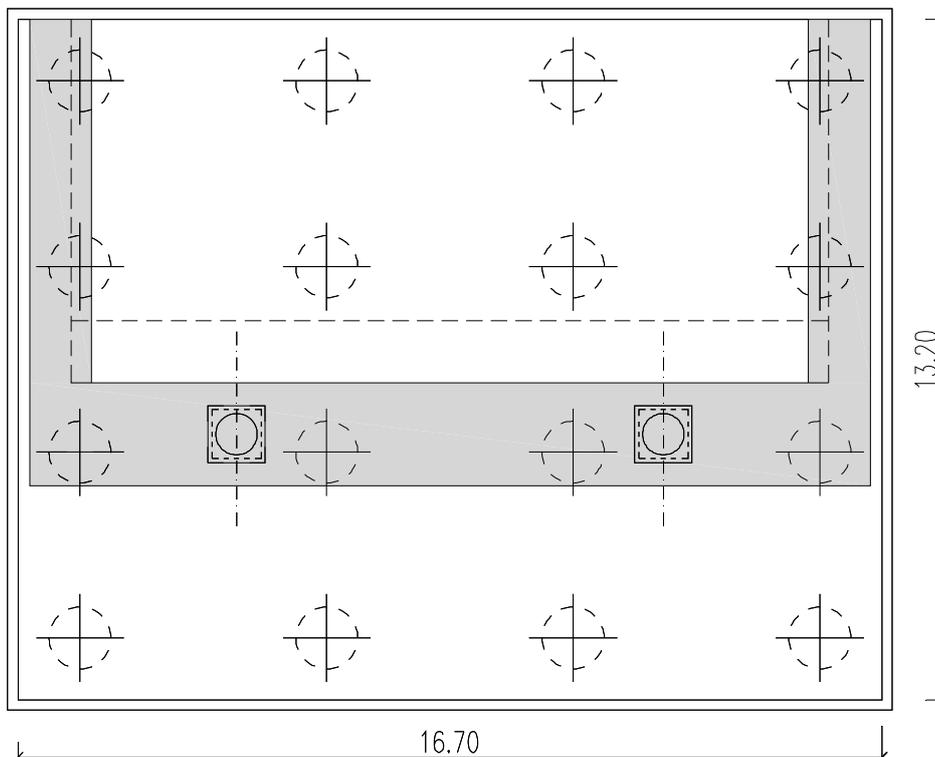


Figura 6: Pianta fondazione Spalla B carreggiata destra

3.2.1 Azioni trasmesse dall'impalcato

Le azioni trasmesse dall'impalcato alle spalle sono state determinate attraverso la risoluzione del modello di calcolo agli elementi finiti del viadotto descritto nella relazione di calcolo delle pile. Tali azioni sono riepilogate nel seguente prospetto. Le azioni riportate sono riferite al baricentro appoggi.

Azioni trasmesse dall'impalcato (riferite al baricentro appoggi)

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	0	4	3454	358	0	peso proprio impalcato
g2	0	1	700	34	0	permanenti portati
e2	179	7	-364	237	143	ritiro
e3.1	194	2	-124	195	155	carico termico (max azione verticale)
e3.2	553	5	-93	150	443	carico termico (max azione orizzontale)
q1.1	0	2	2632	3375	0	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	0	0	1911	8618	0	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	167	34	0	27	134	frenatura
q4	0	0	0	0	0	azione centrifuga
q5	17	295	-12	298	13	azione del vento trasversale
q6.1x	736	76	-24	68	589	sisma longitudinale

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 25 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

q6.1y	233	246	-26	213	187	sisma trasversale
q6.1z	222	74	-80	83	177	sisma verticale
q7	42	0	0	0	0	azione parassita dei vincoli

3.2.2 Azioni trasmesse dalla spalla

Peso proprio spalla (g1)

γ_{cls}	=	25 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	9919.8 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	5281.3 kN	muro frontale
g1.3	=	2535.0 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	1480.5 kN	muro laterale sx
g1.5	=	1480.5 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0.0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0.0 kN	bandiera dx
g1.8	=	9.1 kN	baggioli
g1.9	=	14.2 kN	apparecchi di appoggio
g1.10	=	0.0 kN	elemento 1
g1.11	=	0.0 kN	elemento 2
Fz	=	20720.3 kN	azione verticale
x	=	6.51 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-4.07 m	coordinata z punto di applicazione

Peso terreno su fondazione (g2)

γ_t	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	1117.8 m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	20120.0 kN	peso del terreno
x	=	3.53 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-7.05 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g3)

γ	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35 °	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	=	13.50 m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	16.25 m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	11365.9 kN	spinta del terreno
x	=	0.00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-4.50 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 °	angolo di attrito del terreno

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 26 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

K	=	0.426		coefficiente di spinta
H	=	13.50	m	altezza di spinta terreno
B	=	16.25	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
F _x	=	1870.9	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	=	-6.75	m	coordinata z punto di applicazione
Incremento di azione verticale				
B _x	=	7.05	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
F _z	=	2291.3	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	3.53	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)

parametri sismici

a _g	=	0.095	g	accelerazione di picco
S _s	=	1.20		coefficiente di amplificazione stratigrafica
S _T	=	1.00		coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.20		
β _m	=	1.00		coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a _{max}	=	0.114	g	accelerazione massima
K _h	=	0.114		coefficiente sismico orizzontale
K _v	=	0.057		coefficiente sismico verticale

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

γ	=	18	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	13.50	m	altezza di spinta terreno
B	=	16.25	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP	=	5949.2		incremento di spinta in fase sismica (ipotesi di struttura rigida)
Ipotesi di struttura flessibile				
φ	=	35	°	angolo di attrito angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro rivolta a monte
ψ	=	90	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno
β	=	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
δ	=	0	°	angolo definito per livello di falda al di sotto dell'opera di sostegno dalla relazione $\tan(\vartheta) = Kh/(1+/-Kv)$
θ	=	6.04	°	
K1	=	0.588		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \Phi - \vartheta$
K2	=	0.774		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \Phi - \vartheta$
K	=	0.588		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
Ed	=	16556	kN	spinta terreno in fase sismica (Mononobe-Okabe)
ΔS	=	5190.0	kN	incremento di spinta in fase sismica (ipotesi struttura flessibile)
Valore adottato				
ΔP	=	5949.2	kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	0.00	m	coordinata x 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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 27 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

y = 0.00 m coordinata y punto di applicazione
z = -6.75 m coordinata z punto di applicazione

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia	coord x p.to di applicaz	coord y p.to di applicaz	coord z p.to di applicaz
	Fi	x	y	z
plinto	1107	6.60	0.00	-0.90
muro frontale	589	8.05	0.00	-5.05
paraghiaia	283	6.45	0.00	-10.90
muro laterale sx	165	3.53	7.73	-7.05
muro laterale dx	165	3.53	-7.73	-7.05
bandiera sx	0	-1.40	7.38	-11.03
bandiera dx	0	-0.50	-7.63	-11.80
baggioli	1	8.05	0.00	-8.38
apparecchi di appoggio	2	8.05	0.00	-8.63
elemento 1	0	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	4.55	-4.75	-7.90
terreno su plinto	2245	3.53	0.00	-7.05
risultante intradosso plinto	4558	5.04	0.00	-5.54
risultante base muro frontale	1204	6.43	0.00	-6.98

3.2.3 Riepilogo sollecitazioni rispetto a baricentro pali

Conoscendo le sollecitazioni in prossimità della sezione di base del muro frontale si possono facilmente ricavare le sollecitazioni agenti sulla palificata.

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

Coordinate baricentro pali

x = 6.60 m coordinata x
y = 0.00 m coordinata y
z = 0.00 m coordinata z

Tabella 7: Sollecitazioni rispetto al baricentro pali (SPB_dx)

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1-imp	0	4	3454	397	-5010	peso proprio impalcato
g1-sp	0	0	20720	0	1794	peso proprio spalla
g2-imp	0	1	700	40	-1016	permanenti portati su impalcato
g2-sp	0	0	20120	0	61869	terreno su plinto spalla
g3-sp	11366	0	0	0	-51147	spinta del terreno su spalla
e2-imp	179	7	-364	299	-876	ritiro
e3.1	194	2	-124	216	-1336	carico termico differenziale
e3.2	553	5	-93	194	-4194	
q1.1-imp	0	2	2632	3388	-3817	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2-imp	0	0	1911	8619	-2772	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q1t-sp	1871	0	2291	0	-5583	effetti del sovraccarico variabile sulla 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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 28 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

q3-imp	167	34	0	316	-1307	frenatura su impalcato
q4-imp	0	0	0	0	0	azione centrifuga su impalcato
q5-imp	17	295	-12	2846	-111	azione del vento trasversale su impalcato
q6.1x-imp	736	76	-24	728	-5728	sisma 1 impalcato
q6.1y-imp	233	246	-26	2336	-1789	sisma 2 impalcato
q6.1z-imp	222	74	-80	721	-1620	sisma 3 impalcato
q6.1x-sp	5949	0	0	0	-40157	incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp	4558	0	0	0	-25238	forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp	0	4558	0	25238	0	forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp	0	0	2279	0	3552	forze d'inerzia verticali
q7-imp	42	0	0	0	-358	azione parassita dei vincoli

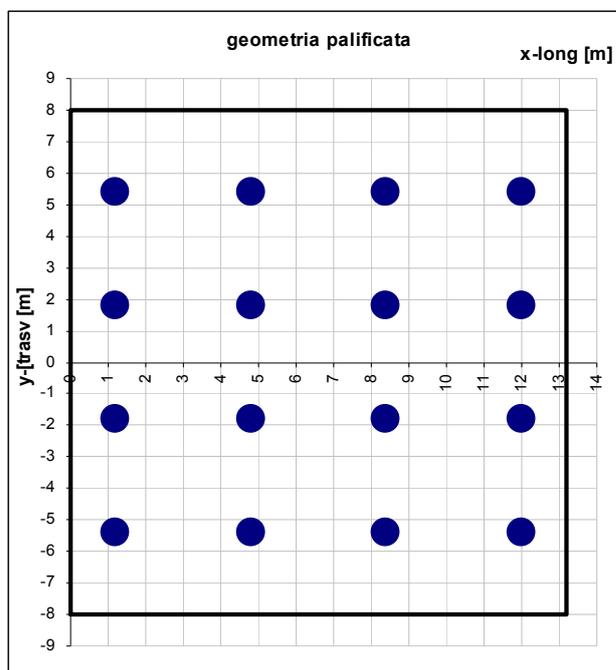
3.2.3.1 Combinazioni di carico SLU

Nelle verifiche nei confronti degli stati limiti ultimi strutturali (STR) si adotta l'APPROCCIO 2 che prevede un' unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali.

La matrice dei coefficienti di combinazione è la stessa utilizzata per le verifiche della spalla A.

3.2.3.2 Calcolo azioni sui pali agli SLU della SPB_dx

Geometria della palificata			trasversale	longitudinale
PALO	X	Y	Jxi	Jyi
1	1.20	5.40	29.16	29.16
2	1.20	1.80	3.24	29.16
3	1.20	-1.80	3.24	29.16
4	1.20	-5.40	29.16	29.16
5	4.80	5.40	29.16	3.24
6	4.80	1.80	3.24	3.24
7	4.80	-1.80	3.24	3.24
8	4.80	-5.40	29.16	3.24
9	8.40	5.40	29.16	3.24
10	8.40	1.80	3.24	3.24
11	8.40	-1.80	3.24	3.24
12	8.40	-5.40	29.16	3.24
13	12.00	5.40	29.16	29.16
14	12.00	1.80	3.24	29.16
15	12.00	-1.80	3.24	29.16
16	12.00	-5.40	29.16	29.16



Le sollecitazioni sui singoli pali della spalla B della carreggiata destra sono riportate nelle tabelle seguenti:

SFORZO NORMALE N

PALO	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
1	4175	4134	4100	4059	4255	4213	4180	4138	4086	4044	4011	3969
2	4089	4047	4068	4026	4094	4053	4073	4032	4007	3965	3985	3944
3	4002	3961	4035	3994	3934	3893	3966	3925	3927	3886	3960	3918
4	3916	3875	4002	3961	3773	3732	3860	3818	3848	3807	3934	3893
5	4264	4251	4186	4173	4324	4311	4246	4233	4158	4145	4080	4067
6	4177	4164	4153	4140	4163	4150	4139	4126	4078	4065	4054	4041
7	4091	4078	4120	4108	4003	3990	4032	4020	3999	3986	4029	4016
8	4004	3992	4088	4075	3842	3830	3926	3913	3919	3907	4003	3990
9	4352	4368	4272	4287	4393	4408	4312	4327	4229	4245	4149	4164
10	4266	4281	4239	4254	4232	4248	4205	4221	4150	4165	4123	4139
11	4179	4195	4206	4222	4072	4087	4098	4114	4071	4086	4097	4113
12	4093	4109	4173	4189	3911	3927	3992	4008	3991	4007	4072	4088
13	4441	4485	4357	4401	4461	4505	4378	4422	4301	4345	4217	4262
14	4354	4398	4324	4369	4301	4345	4271	4315	4221	4266	4192	4236
15	4268	4312	4292	4336	4140	4185	4164	4209	4142	4186	4166	4210
16	4181	4226	4259	4304	3980	4024	4058	4102	4063	4107	4140	4185
Nmax	4441	4485	4357	4401	4461	4505	4378	4422	4301	4345	4217	4262

TAGLI

Vx	1142	1159	1140	1157	1142	1159	1140	1157	1119	1135	1117	1133
Vy	18	18	-15	-15	18	18	-16	-15	21	21	-12	-12
V	1142	1159	1141	1157	1142	1159	1141	1157	1119	1135	1117	1133

PALO	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
1	4146	4104	4071	4029	4120	4078	4045	4003	4179	4138	4104	4063
2	4011	3969	3990	3948	4045	4004	4024	3982	4049	4008	4028	3986
3	3876	3835	3908	3867	3971	3929	4003	3962	3919	3878	3952	3910
4	3741	3700	3827	3786	3896	3855	3982	3941	3789	3748	3875	3834
5	4203	4190	4125	4112	4164	4151	4086	4073	4209	4196	4131	4118
6	4068	4055	4044	4031	4089	4076	4065	4052	4079	4066	4055	4042
7	3933	3920	3963	3950	4015	4002	4045	4032	3949	3936	3979	3966
8	3798	3785	3881	3869	3941	3928	4024	4011	3819	3806	3902	3890
9	4260	4275	4179	4195	4208	4224	4128	4143	4239	4254	4158	4173
10	4125	4140	4098	4113	4134	4149	4107	4123	4109	4124	4082	4097
11	3990	4006	4017	4032	4059	4075	4086	4102	3979	3994	4005	4021
12	3855	3871	3935	3951	3985	4001	4065	4081	3849	3864	3929	3945
13	4317	4361	4233	4277	4253	4297	4169	4213	4268	4312	4185	4229
14	4181	4226	4152	4196	4178	4222	4148	4193	4138	4182	4109	4153
15	4047	4091	4071	4115	4104	4148	4128	4172	4008	4053	4032	4077
16	3912	3956	3989	4034	4029	4074	4107	4152	3878	3923	3956	4001
Nmax	4317	4361	4233	4277	4253	4297	4169	4213	4268	4312	4185	4229

TAGLI

Vx	1119	1135	1117	1133	1103	1119	1101	1117	1103	1119	1101	1117
Vy	21	21	-12	-12	18	18	-15	-15	18	18	-16	-15

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 30 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

V **1119** **1135** **1117** **1133** **1103** **1119** **1101** **1117** **1103** **1119** **1101** **1117**

PALO	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
1	4145	4103	4020	3978	4204	4163	4079	4038	4104	4035	4029	3960
2	4052	4011	4017	3975	4056	4015	4021	3979	4029	3959	4007	3938
3	3960	3919	4014	3973	3909	3867	3963	3921	3953	3884	3986	3917
4	3867	3826	4011	3970	3761	3719	3904	3863	3878	3809	3964	3895
5	4190	4177	4060	4047	4235	4222	4105	4092	4157	4135	4080	4058
6	4097	4084	4057	4044	4087	4074	4047	4034	4082	4060	4058	4036
7	4005	3992	4055	4042	3939	3926	3989	3976	4006	3985	4036	4015
8	3913	3900	4052	4039	3791	3778	3930	3917	3931	3910	4014	3993
9	4235	4251	4101	4116	4266	4281	4131	4147	4211	4236	4130	4156
10	4143	4158	4098	4114	4117	4133	4073	4088	4135	4161	4108	4134
11	4050	4066	4095	4111	3970	3985	4014	4030	4060	4086	4086	4113
12	3958	3974	4092	4108	3822	3838	3956	3972	3984	4011	4065	4091
13	4280	4324	4141	4185	4296	4340	4157	4201	4264	4337	4180	4254
14	4188	4232	4139	4183	4148	4192	4099	4143	4188	4262	4159	4232
15	4096	4140	4136	4180	4000	4045	4040	4085	4113	4187	4137	4211
16	4003	4048	4133	4178	3852	3897	3982	4026	4037	4111	4115	4189
Nmax	4280	4324	4141	4185	4296	4340	4157	4201	4264	4337	4180	4254

TAGLI

Vx	1103	1120	1100	1117	1103	1120	1100	1117	1109	1136	1107	1134
Vy	29	29	-27	-26	29	29	-27	-26	18	18	-15	-15
V	1104	1120	1101	1117	1104	1120	1101	1117	1109	1136	1107	1134

PALO	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6
1	4164	4094	4089	4019	1426	1397	3293	3264	3086	3057
2	4033	3963	4011	3942	1409	1380	2994	2965	3070	3041
3	3902	3833	3934	3865	1393	1364	2696	2668	3054	3025
4	3771	3702	3857	3788	1376	1348	2398	2369	3037	3009
5	4202	4181	4125	4103	2348	2339	3252	3243	2994	2985
6	4071	4050	4047	4026	2331	2322	2953	2944	2977	2968
7	3940	3919	3970	3949	2315	2306	2655	2647	2961	2952
8	3809	3788	3892	3871	2298	2289	2357	2348	2945	2936
9	4241	4267	4160	4186	3270	3281	3211	3222	2901	2912
10	4110	4136	4083	4109	3253	3264	2912	2923	2885	2896
11	3979	4005	4006	4032	3237	3248	2615	2626	2869	2879
12	3848	3874	3928	3955	3220	3231	2316	2327	2852	2863
13	4280	4353	4196	4270	4192	4223	3170	3201	2809	2839
14	4148	4222	4119	4192	4175	4206	2872	2902	2792	2823
15	4017	4091	4041	4115	4159	4190	2574	2605	2776	2807
16	3886	3960	3964	4038	4142	4173	2275	2306	2760	2790
Nmax	4280	4353	4196	4270	4192	4223	3293	3264	3086	3057

TAGLI

Vx	1109	1136	1107	1134	1432	1443	744	755	743	754
Vy	18	18	-15	-15	6	6	301	301	5	6
V	1109	1136	1107	1134	1432	1443	802	813	743	754

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 31 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

RIEPILOGO			
Statica	Nmax	Nmin	Vmax
SPB	4505	3700	1159
Sismica	Nmax	Nmin	Vmax
SPB	4223	1348	1443

3.2.3.3 Combinazioni di carico SLE

La matrice dei coefficienti utilizzata per le verifiche agli SLE è la stessa utilizzata per la spalla A.

3.2.3.4 Calcolo azione sui pali agli SLE della SPB_dx

Combinazione Frequente

SFORZO NORMALE N

PALO	SLE-F1	SLE-F2	SLE-F3	SLE-F4	SLE-F5	SLE-F6	SLE-F7	SLE-F8
1	3026	2992	3010	2975	2775	2740	2758	2723
2	2985	2950	2980	2945	2828	2793	2823	2788
3	2943	2909	2950	2916	2880	2846	2887	2853
4	2901	2867	2920	2886	2933	2899	2952	2918
5	3061	3050	3043	3033	2740	2729	2723	2712
6	3019	3008	3014	3003	2793	2782	2788	2777
7	2977	2967	2984	2973	2846	2835	2853	2842
8	2936	2925	2954	2944	2899	2888	2917	2907
9	3095	3108	3077	3090	2706	2719	2688	2701
10	3053	3066	3047	3060	2759	2772	2753	2766
11	3012	3025	3018	3031	2812	2825	2818	2831
12	2970	2983	2988	3001	2864	2878	2882	2896
13	3130	3166	3111	3148	2672	2709	2653	2690
14	3088	3125	3081	3118	2725	2762	2718	2755
15	3046	3083	3051	3088	2777	2814	2783	2820
16	3004	3041	3022	3059	2830	2867	2848	2885
Nmax	3130	3166	3111	3148	2933	2899	2952	2918

TAGLI

Vx	818	832	818	831	818	832	818	831
Vy	5	5	-3	-3	5	5	-3	-3
V	818	832	818	831	818	832	818	831

RIEPILOGO SLE_F		
Nmax	Nmin	Vmax
3166	2653	832

Combinazione Quasi Permanente

SFORZO NORMALE N

PALO SLE-QP1 SLE-QP2

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 32 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

1	2897	2868
2	2889	2860
3	2880	2851
4	2871	2842
5	2832	2823
6	2823	2814
7	2814	2805
8	2805	2796
9	2766	2777
10	2757	2768
11	2748	2759
12	2739	2750
13	2700	2731
14	2691	2722
15	2683	2713
16	2674	2705
Nmax	2897	2868

TAGLI

Vx	729	740
Vy	1	1
V	729	740

RIEPILOGO SLE_QP		
Nmax	Nmin	Vmax
2897	2674	740

3.3 SPALLA SPC_DX (SVINCOLO)

La fondazione della spalla in esame ha dimensioni in pianta di 10 m x 11.70 m, altezza di 1.80 m ed è fondata su 9 pali di diametro Ø1200 e lunghezza 22m. Il muro frontale ha invece un' altezza di 4.5m ed è stato assunto uno spessore di 2 m

Le altre caratteristiche geometriche della spalla in esame sono riportate nella tabella e nelle figure che seguono.

Tabella 8: Caratteristiche geometriche della SPC_dx

Geometrie Spalla SPC_dx			
	Bx	By	Bz
	[m]	[m]	[m]
plinto di fondazione	11.70	10.00	1.80
muro frontale	2.00	9.50	4.50
muro paraghiaia	1.20	9.50	4.96
muro laterale sx	6.65	0.80	8.26
muro laterale dx	6.65	0.80	8.26
n° pali	9		
L_pali	22 m		

SPALLA SPC_DX - "Rampa Svincolo"

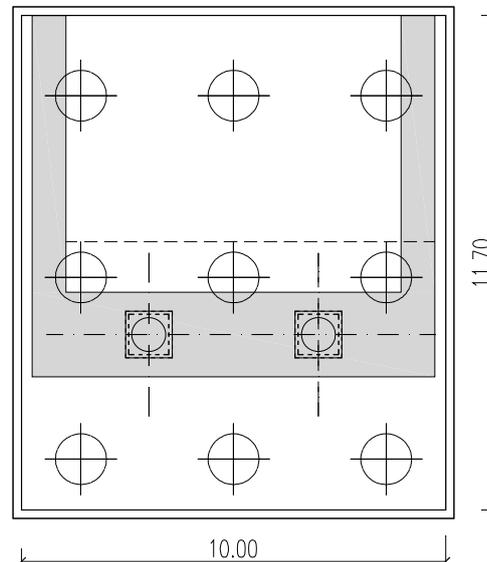


Figura 7: Pianta fondazione Spalla C dello svincolo

3.3.1 Azioni trasmesse dall'impalcato

Le azioni trasmesse dall'impalcato alle spalle sono state determinate attraverso la risoluzione del modello di calcolo agli elementi finiti del viadotto descritto nella relazione di calcolo delle pile. Tali azioni sono riepilogate nel seguente prospetto. Le azioni riportate sono riferite al baricentro appoggi.

Azioni trasmesse dall'impalcato (riferite al baricentro appoggi)

	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	3	4	2032	461	3	peso proprio impalcato
g2	1	1	349	64	0	permanentemente portati
e2	141	75	-38	110	113	ritiro
e3.1	161	72	-87	44	129	carico termico (max azione verticale)
e3.2	459	208	-66	90	368	carico termico (max azione orizzontale)
q1.1	2	2	1856	785	2	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	2	1	1100	1678	1	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	162	49	0	40	130	frenatura
q4	0	0	0	0	0	azione centrifuga
q5	235	234	23	314	188	azione del vento trasversale
q6.1x	630	350	-13	280	504	sisma longitudinale
q6.1y	272	214	-17	169	217	sisma trasversale
q6.1z	197	118	-40	94	158	sisma verticale
q7	24	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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 34 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

3.3.2 Azioni trasmesse dalla spalla

Peso proprio spalla (g1)

γ_{cls}	=	25 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	5265.0 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	2612.5 kN	muro frontale
g1.3	=	1128.6 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	1098.6 kN	muro laterale sx
g1.5	=	1098.6 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0.0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0.0 kN	bandiera dx
g1.8	=	9.1 kN	baggioli
g1.9	=	14.2 kN	apparecchi di appoggio
g1.10	=	0.0 kN	elemento 1
g1.11	=	0.0 kN	elemento 2
Fz	=	11226.5 kN	azione verticale
x	=	5.80 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.59 m	coordinata z punto di applicazione

Peso terreno su fondazione (g2)

γ_t	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	461.4 m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	8305.3 kN	peso del terreno
x	=	3.33 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.93 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g3)

γ	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35 °	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	=	11.26 m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	9.50 m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	4622.6 kN	spinta del terreno
x	=	0.00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.75 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 °	angolo di attrito del terreno
K	=	0.426	coefficiente di spinta
H	=	11.26 m	altezza di spinta terreno

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 35 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

B	=	9.50	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
F _x	=	912.3	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	=	-5.63	m	coordinata z punto di applicazione
Incremento di azione verticale				
B _x	=	6.65	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
F _z	=	1263.5	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	3.33	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)

parametri sismici

a _g	=	0.093	g	accelerazione di picco
S _s	=	1.20		coefficiente di amplificazione stratigrafica
S _T	=	1.00		coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.20		
β _m	=	1.00		coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a _{max}	=	0.112	g	accelerazione massima
K _h	=	0.112		coefficiente sismico orizzontale
K _v	=	0.056		coefficiente sismico verticale

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

γ	=	18	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	11.26	m	altezza di spinta terreno
B	=	9.50	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP	=	2419.6		incremento di spinta in fase sismica (ipotesi di struttura rigida)
Ipotesi di struttura flessibile				
φ	=	35	°	angolo di attrito
ψ	=	90	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro rivolta a monte
β	=	0	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno
δ	=	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
θ	=	6.04	°	angolo definito per livello di falda al di sotto dell'opera di sostegno dalla relazione $\tan(\vartheta) = K_h / (1 + K_v)$
K1	=	0.588		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \Phi - \vartheta$
K2	=	0.774		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \Phi - \vartheta$
K	=	0.588		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
Ed	=	6733	kN	spinta terreno in fase sismica (Mononobe-Okabe)
ΔS	=	2110.8	kN	incremento di spinta in fase sismica (ipotesi struttura flessibile)
Valore adottato				
ΔP	=	2419.6	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	=	-5.63	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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 36 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia	coord x p.to di applicaz	coord y p.to di applicaz	coord z p.to di applicaz
	Fi	x	y	z
plinto	588	5.85	0.00	-0.90
muro frontale	292	7.65	0.00	-4.55
paraghiaia	126	6.05	0.00	-9.28
muro laterale sx	123	3.33	4.35	-5.93
muro laterale dx	123	3.33	-4.35	-5.93
bandiera sx	0	-1.40	4.00	-8.79
bandiera dx	0	-0.50	-4.25	-9.56
baggioli	1	7.55	0.00	-7.38
apparecchi di appoggio	2	7.55	0.00	-7.63
elemento 1	0	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	4.55	-4.75	-7.90
terreno su plinto	927	3.33	0.00	-5.93
risultante intradosso plinto	2180	4.75	0.00	-4.58
risultante base muro frontale	664	5.75	0.00	-5.96

3.3.3 Riepilogo sollecitazioni rispetto a baricentro pali

Conoscendo le sollecitazioni in prossimità della sezione di base del muro frontale si possono facilmente ricavare le sollecitazioni agenti sulla palificata.

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

Coordinate baricentro pali

x = 6.20 m coordinata x

y = 0.00 m coordinata y

z = 0.00 m coordinata z

Tabella 9: Sollecitazioni rispetto al baricentro pali (SPC_dx)

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1-imp	3	4	2032	488	-2766	peso proprio impalcato
g1-sp	0	0	11227	0	4509	peso proprio spalla
g2-imp	1	1	349	68	-476	permanenti portati su impalcato
g2-sp	0	0	8305	0	23878	terreno su plinto spalla
g3-sp	4623	0	0	0	-17350	spinta del terreno su spalla
e2-imp	141	75	-38	682	-913	ritiro
e3.1	161	72	-87	596	-983	carico termico differenziale
e3.2	459	208	-66	1677	-3047	
q1.1-imp	2	2	1856	797	-2519	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2-imp	2	1	1100	1685	-1495	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q1t-sp	912	0	1264	0	-1504	effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
q3-imp	162	49	0	417	-1106	frenatura su impalcato
q4-imp	0	0	0	0	0	azione centrifuga su impalcato

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 37 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

q5-imp	235	234	23	2094	-1636	azione del vento trasversale su impalcato
q6.1x-imp	630	350	-13	2946	-4282	sisma 1 impalcato
q6.1y-imp	272	214	-17	1798	-1831	sisma 2 impalcato
q6.1z-imp	197	118	-40	991	-1290	sisma 3 impalcato
q6.1x-sp	2420	0	0	0	-13622	incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp	2180	0	0	0	-9994	forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp	0	2180	0	9994	0	forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp	0	0	1090	0	1584	forze d'inerzia verticali
q7-imp	24	0	0	0	-182	azione parassita dei vincoli

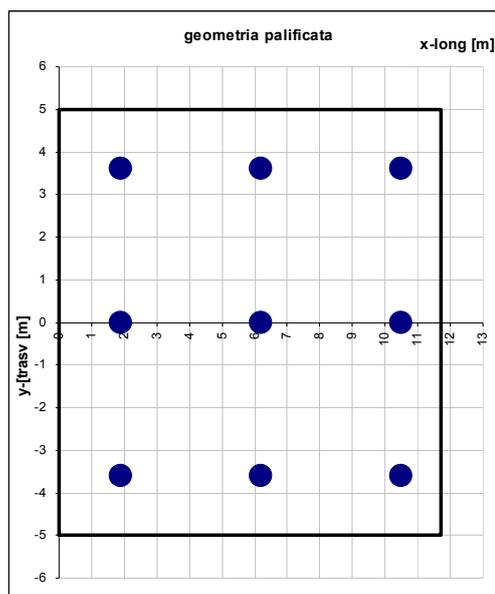
3.3.3.1 Combinazioni di carico SLU

Nelle verifiche nei confronti degli stati limiti ultimi strutturali (STR) si adotta l'APPROCCIO 2 che prevede un' unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali.

La matrice dei coefficienti di combinazione è la stessa utilizzata per le verifiche della spalle A.

3.3.3.2 Calcolo azioni sui pali agli SLU della SPC_dx

Geometria della palificata			trasversale	longitudinale
PALO	X	Y	Jxi	Jyi
1	1.90	3.60	12.96	18.49
2	1.90	0.00	0.00	18.49
3	1.90	-3.60	12.96	18.49
4	6.20	3.60	12.96	0.00
5	6.20	0.00	0.00	0.00
6	6.20	-3.60	12.96	0.00
7	10.50	3.60	12.96	18.49
8	10.50	0.00	0.00	18.49
9	10.50	-3.60	12.96	18.49



Le sollecitazioni sui singoli pali della spalla C della carreggiata destra sono riportate nelle tabelle seguenti:

SFORZO NORMALE N

PALO	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
1	4039	4019	3974	3954	4035	4015	3970	3950	3927	3907	3862	3842
2	3809	3753	3919	3863	3750	3694	3859	3803	3681	3625	3790	3734
3	3580	3488	3864	3772	3464	3372	3748	3657	3435	3343	3719	3627
4	3975	4013	3796	3833	3917	3955	3738	3776	3874	3912	3695	3733
5	3745	3747	3741	3742	3632	3634	3627	3629	3628	3630	3624	3625
6	3516	3481	3686	3651	3347	3312	3517	3482	3382	3348	3552	3518
7	3911	4006	3618	3713	3799	3895	3506	3601	3822	3917	3529	3624
8	3681	3740	3562	3622	3514	3574	3395	3455	3576	3635	3457	3516

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 38 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

9	3452	3475	3507	3531	3229	3252	3285	3308	3330	3353	3386	3409
Nmax	4039	4019	3974	3954	4035	4015	3970	3950	3927	3917	3862	3842

TAGLI

Vx	889	913	842	866	889	913	842	865	881	905	834	858
Vy	40	51	-7	4	40	51	-7	4	48	59	1	12
V	890	914	842	866	890	914	842	865	883	907	834	858

PALO	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
1	3924	3904	3859	3839	3962	3942	3897	3877	3959	3939	3894	3874
2	3636	3580	3745	3690	3745	3689	3855	3799	3700	3644	3810	3754
3	3348	3256	3632	3540	3528	3436	3812	3720	3441	3349	3725	3634
4	3831	3869	3652	3690	3845	3883	3666	3704	3802	3840	3623	3661
5	3543	3545	3539	3540	3628	3630	3624	3625	3543	3545	3539	3540
6	3256	3221	3425	3391	3411	3377	3581	3547	3284	3250	3454	3420
7	3738	3834	3445	3541	3729	3824	3435	3531	3645	3740	3352	3447
8	3451	3510	3332	3391	3512	3571	3393	3452	3386	3446	3268	3327
9	3163	3186	3219	3242	3294	3318	3350	3373	3128	3151	3183	3207
Nmax	3924	3904	3859	3839	3962	3942	3897	3877	3959	3939	3894	3874

TAGLI

Vx	881	905	834	858	854	878	807	831	854	878	807	831
Vy	48	59	1	12	40	51	-7	4	40	51	-7	4
V	883	907	834	858	855	880	807	831	855	880	807	831

PALO	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
1	3984	3964	3876	3856	3981	3961	3872	3852	3952	3919	3888	3854
2	3708	3653	3891	3835	3664	3608	3846	3790	3722	3629	3832	3738
3	3433	3341	3907	3815	3347	3255	3820	3728	3492	3338	3776	3623
4	3905	3943	3607	3644	3862	3899	3563	3601	3854	3917	3675	3738
5	3630	3632	3622	3624	3545	3546	3537	3539	3624	3626	3619	3622
6	3354	3320	3638	3603	3228	3193	3511	3477	3393	3336	3563	3506
7	3827	3922	3338	3433	3743	3838	3254	3349	3756	3915	3462	3621
8	3551	3610	3353	3413	3426	3485	3228	3287	3525	3624	3406	3505
9	3276	3299	3369	3392	3109	3132	3202	3225	3295	3334	3351	3389
Nmax	3984	3964	3907	3856	3981	3961	3872	3852	3952	3919	3888	3854

TAGLI

Vx	870	894	792	816	870	894	792	816	863	903	816	856
Vy	56	66	-22	-11	55	66	-22	-12	44	62	-3	15
V	872	896	792	816	872	896	792	816	864	905	816	856

PALO	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6
1	3949	3916	3884	3851	1794	1780	3214	3200	2914	2901
2	3677	3584	3787	3694	1587	1548	2596	2558	2797	2759
3	3405	3252	3689	3536	1379	1315	1979	1915	2680	2617
4	3811	3874	3632	3694	2632	2658	3041	3067	2660	2686
5	3539	3541	3534	3537	2424	2426	2424	2425	2543	2544
6	3267	3209	3436	3379	2217	2193	1807	1783	2425	2402

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 39 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

7	3672	3831	3379	3538	3470	3536	2868	2935	2405	2471
8	3400	3499	3281	3380	3262	3303	2251	2293	2288	2329
9	3128	3167	3184	3223	3055	3071	1634	1650	2171	2187
Nmax	3949	3916	3884	3851	3470	3536	3214	3200	2914	2901

TAGLI

Vx	863	903	816	856	1121	1138	570	587	562	579
Vy	44	62	-3	15	52	59	279	286	26	33
V	864	905	816	856	1122	1139	635	653	563	580

RIEPILOGO			
Statica	Nmax	Nmin	Vmax
SPC	4039	3109	914
Sismica	Nmax	Nmin	Vmax
SPC	3536	1315	1139

3.3.3.3 Combinazioni di carico SLE

La matrice dei coefficienti utilizzata per le verifiche agli SLE è la stessa utilizzata per la spalla A.

3.3.3.4 Calcolo azione sui pali agli SLE della SPC_dx

Combinazione Frequente

SFORZO NORMALE N

PALO	SLE-F1	SLE-F2	SLE-F3	SLE-F4	SLE-F5	SLE-F6	SLE-F7	SLE-F8
1	2916	2900	2902	2885	2701	2684	2686	2670
2	2795	2749	2820	2773	2666	2619	2690	2644
3	2674	2598	2738	2661	2631	2554	2694	2618
4	2806	2838	2766	2798	2474	2505	2434	2465
5	2685	2687	2684	2686	2439	2440	2438	2439
6	2564	2536	2602	2573	2404	2376	2442	2413
7	2696	2776	2631	2711	2247	2327	2182	2261
8	2575	2625	2549	2598	2212	2262	2186	2235
9	2454	2474	2467	2486	2177	2197	2190	2209
Nmax	2916	2900	2902	2885	2701	2684	2694	2670

TAGLI

Vx	623	643	613	633	623	643	613	633
Vy	19	28	9	18	19	28	8	17
V	624	644	613	633	623	644	613	633

RIEPILOGO SLE_F		
Nmax	Nmin	Vmax
2916	2177	644

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 40 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Combinazione Quasi Permanente

SFORZO NORMALE N

PALO SLE-QP1 SLE-QP2

1	2740	2727
2	2669	2631
3	2598	2534
4	2497	2523
5	2426	2427
6	2355	2331
7	2254	2320
8	2182	2224
9	2111	2127
Nmax	2740	2727

TAGLI

Vx	540	557
Vy	13	20
V	540	557

RIEPILOGO SLE_QP		
Nmax	Nmin	Vmax
2740	2111	557

4 VERIFICA DI RESISTENZA DEI PALI (SLU)

4.1 CARREGGIATA DESTRA

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, si adotta l'espressione di Zimmerman.

4.2 PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPA_DX

Determinazione momento flettente massimo (palo vincolato in testa con bipendolo)

L	=	20 m	lunghezza palo
E	=	31447 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	101787601976 mm ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1800 mm	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.84 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
Vmax	=	1093.0 kN	taglio alla testa del palo
N	=	517 kN	sforzo assiale alla testa del palo
M_{max}	=	2643 kNm	massimo momento flettente

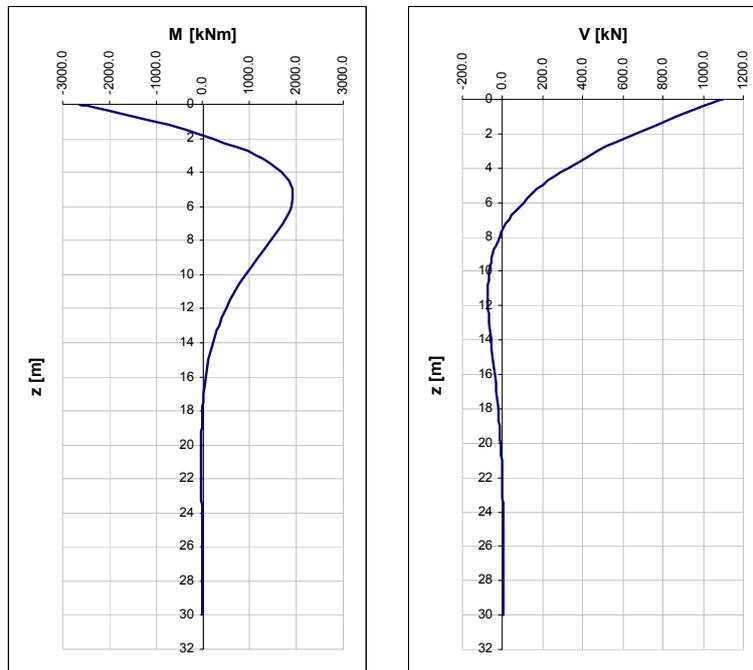


Figura 8: Momento Flettente e Taglio di calcolo

4.2.1 Verifica per tensioni normali

La prima gabbia di armatura è costituita da 32Ø22, mentre le successive da 18Ø18 sufficienti a garantire il minmo da normativa.

Il momento ultimo del palo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U. Si riportano di seguito le verifiche eseguite e una schermata di output di VCASLU relativa alla sezione di testa del palo più sollecitato:

	Z_{in} [m]	Z_{fin} [m]	L_{gabbia} [m]	c' [cm]	\emptyset [mm]	n	s [cm]	M_{Ed} [kN*m]	N_{Ed} [kN]	M_{res} [kN*m]	FS	
gabbia n.1	-1.3	10.7	12	5	26	32	10.8	2723.00	298.0	3147	1.16	OK
gabbia n.2	9.4	21.3	12	5	18	18	19.2	943.00	298.0	1046	1.11	OK

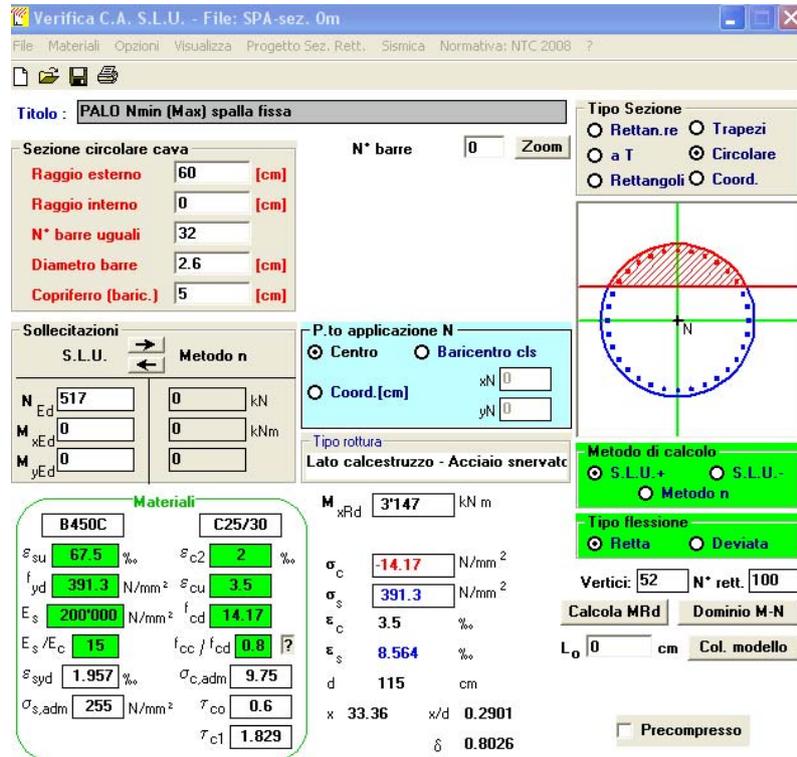


Figura 9: Verifica Pali SPA_dx

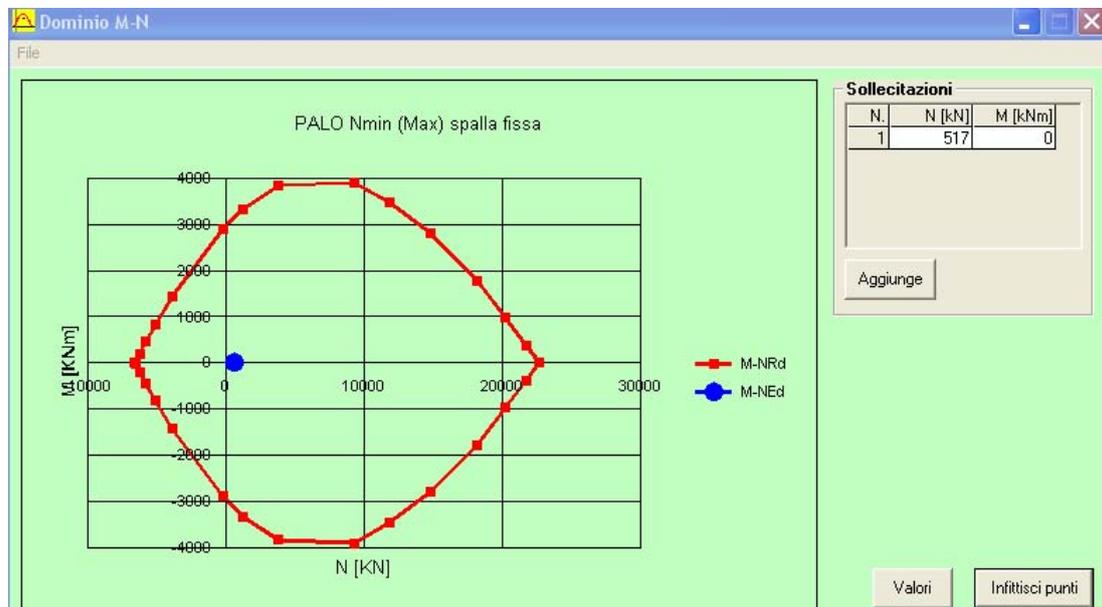


Figura 10: Dominio di resistenza

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 43 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

4.2.2 Verifica a taglio

Si dispongono spirali $\varnothing 14/1500$ nella prima gabbia dove le sollecitazioni taglianti sono maggiori, mentre nelle altre sono sicuramente sufficienti delle spirali $\varnothing 10/300$.

La verifica è condotta nel palo più sollecitato della spalla in esame. Nel seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato:

Sollecitazioni

V_{Sd}	=	1093	kN	taglio di calcolo
N_{Sd}	=	517	kN	sforzo normale i calcolo

Materiali

Calcestruzzo

R_{ck}	=	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.9	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione

Acciaio

f_{yk}	=	450.00	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo

Geometria

D	=	1200	mm	diametro palo
c	=	50	mm	copriferro
d	=	1150	mm	altezza utile
b_{we}	=	1080	mm	base equivalente
d_e	=	892	mm	altezza utile equivalente

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

n_l	=	32		numero ferri longitudinali
\varnothing_l	=	26	mm	diametro ferri longitudinali
A_{sl}	=	16990	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	1130973.36	mm ²	area sezione cls
k	=	1.47		
σ_{cp}	=	0.4571	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.01764	ok	rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
V_{min}	=	0.312		
V_{rd}	=	667.03	kN	taglio resistente
V_{Sd}	=	1093	kN	taglio di calcolo
FS	=	0.61	NO	se > 1 verifica soddisfatta

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	150.00	mm	passo staffe
n_{br}	=	2.0		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	307.88	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_{we}	=	1080.00	mm	larghezza minima sezione

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 44 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

f_{cd}	=	14.11	MPa	
ν	=	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	7.06	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.05270		% meccanica di armatura trasversale
α_c	=	1.03240		
$\cot(\theta)$	=	2.500		valore di calcolo
V_{Rsd}	=	1611.93	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	2177.59	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	1611.93	kN	Resistenza a taglio
V_{Sd}	=	1093	kN	taglio di calcolo
FS	=	1.47	ok	se >1 verifica soddisfatta

4.3 PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPB_DX

Determinazione momento flettente massimo (palo vincolato in testa con bipendolo)

L	=	24	m	lunghezza palo
E	=	31447	MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200	mm	diametro palo
J	=	101787601976	mm ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000	kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1800	mm	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
Vmax	=	1443.0	kN	taglio alla testa del palo
N	=	1348	kN	sforzo assiale alla testa del palo
M_{max}	=	3490	kNm	massimo momento flettente

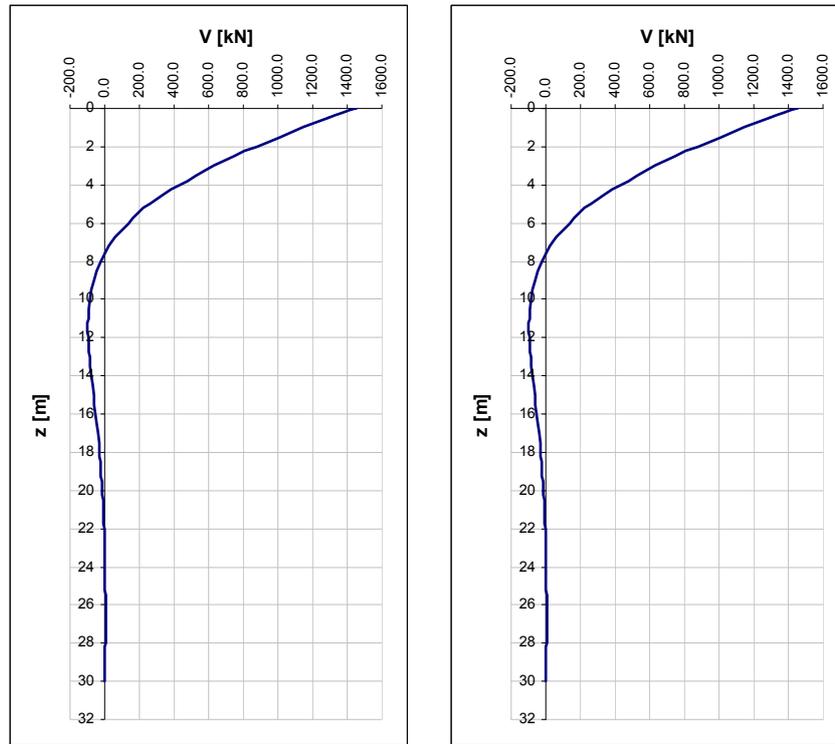


Figura 11: Sollecitazioni di Momento Flettente e Taglio

4.3.1 Verifica per tensioni normali

La prima gabbia di armatura è costituita da 38Ø26, mentre le successive da 18Ø18 sufficienti a garantire il minimo da normativa.

Il momento ultimo del palo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U. Si riportano di seguito le verifiche eseguite e una schermata di output di VCASLU relativa alla sezione di testa del palo più sollecitato:

	Z_{in} [m]	Z_{fin} [m]	L_{gabbia} [m]	c' [cm]	\emptyset [mm]	n	s [cm]	M_{Ed} [kN*m]	N_{Ed} [kN]	M_{res} [kN*m]	FS	
gabbia n.1	-1.3	10.7	12	5	26	38	9.1	3490.00	1348.0	3835	1.10	OK
gabbia n.2	9.4	21.4	12	5	18	18	19.2	1359.00	1396.0	1508	1.11	OK

Verifica C.A. S.L.U. - File: SPB-sez. 0m

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: 38
 Diametro barre: 2.6 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 1348 0 kN
 M_{xEd}: 0 0 kNm
 M_{yEd}: 0 0

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio sneravato

M_{xRd}: 3'835 kNm

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

σ_c : -14.17 N/mm²
 σ_s : 391.3 N/mm²
 ϵ_c : 3.5 ‰
 ϵ_s : 6.823 ‰
 d: 115 cm
 x: 38.99 x/d: 0.339
 δ : 0.8638

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

Tipo flessione
 Retta Deviate

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

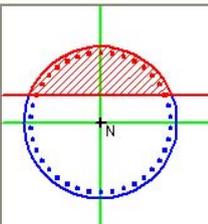


Figura 12: Verifica Pali SPB_Dx

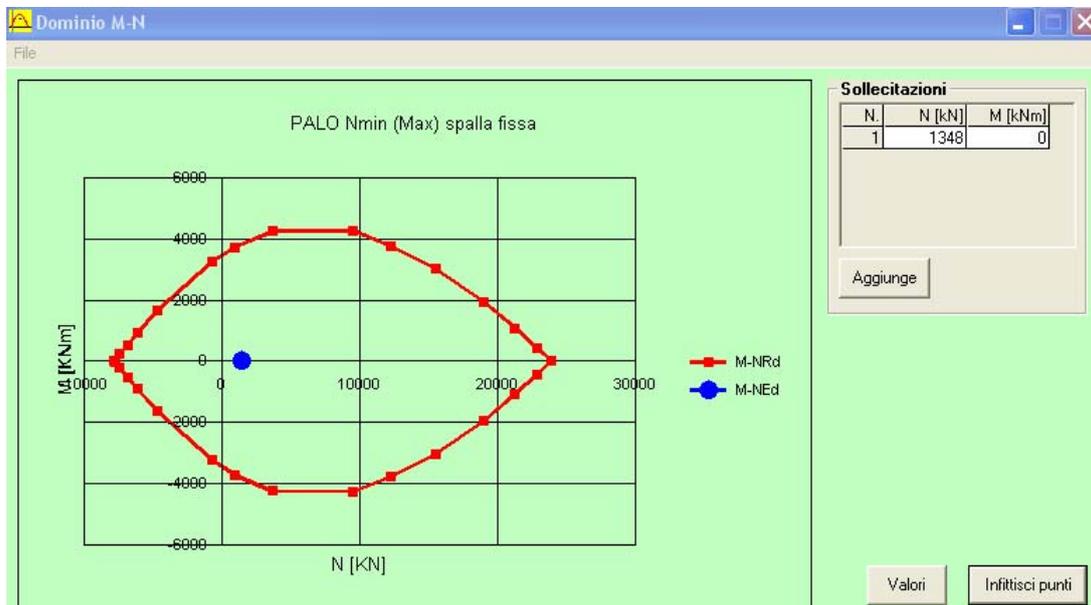


Figura 13: Dominio di Resistenza

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 47 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

4.3.2 Verifica a taglio

Si dispongono spirali Ø14/150 nella prima gabbia dove le sollecitazioni taglianti sono maggiori, mentre nelle altre sono sicuramente sufficienti delle spirali Ø10/300.

La verifica è condotta nel palo più sollecitato della spalla in esame. Nel seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato:

Sollecitazioni

V_{Sd}	=	1443	kN	taglio di calcolo
N_{Sd}	=	1348	kN	sforzo normale i calcolo

Materiali

Calcestruzzo

R_{ck}	=	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.9	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione

Acciaio

f_{yk}	=	450.00	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo

Geometria

D	=	1200	mm	diametro palo
c	=	50	mm	copriferro
d	=	1150	mm	altezza utile
b_{we}	=	1080	mm	base equivalente
d_e	=	892	mm	altezza utile equivalente

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

n_l	=	38		numero ferri longitudinali
\varnothing_l	=	26	mm	diametro ferri longitudinali
A_{sl}	=	20175	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	1130973.36	mm ²	area sezione cls
k	=	1.47		
σ_{cp}	=	1.1919	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.02000	ok	rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
V_{min}	=	0.312		
V_{rd}	=	798.94	kN	taglio resistente
V_{Sd}	=	1443	kN	taglio di calcolo
FS	=	0.55	NO	se >1 verifica soddisfatta

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	150.00	mm	passo staffe
n_{br}	=	2.0		numero bracci armatura trasversale

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 48 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

A_{sw}	=	307.88	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_{we}	=	1080.00	mm	larghezza minima sezione
f_{cd}	=	14.11	MPa	
ν	=	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	7.06	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.05270		% meccanica di armatura trasversale
αC	=	1.08447		
$cot(\theta)$	=	2.500		valore di calcolo
V_{Rsd}	=	1611.93	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	2287.43	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	1611.93	kN	Resistenza a taglio
V_{Sd}	=	1443	kN	taglio di calcolo
FS	=	1.12	ok	se >1 verifica soddisfatta

4.4 PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPC_DX

Determinazione momento flettente massimo (palo vincolato in testa con bipendolo)

L	=	22	m	lunghezza palo
E	=	31447	MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200	mm	diametro palo
J	=	101787601976	mm ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000	kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1800	mm	larghezza efficace del palo
E_s	=	23400	kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.84	m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00	m	altezza tratto libero
V_{max}	=	1139.0	kN	taglio alla testa del palo
N	=	1315	kN	sforzo assiale alla testa del palo
M_{max}	=	2754	kNm	massimo momento flettente

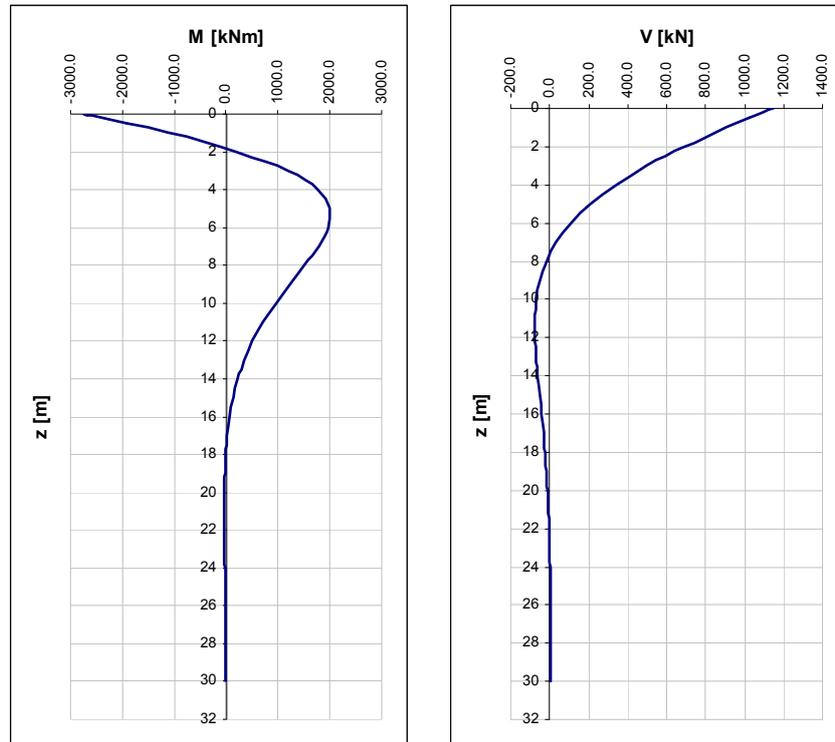


Figura 14: Momento Flettente e Taglio di calcolo

4.4.1 Verifica per tensioni normali

La prima gabbia di armatura è costituita da 32Ø22, mentre le successive da 18Ø18 sufficienti a garantire il minmo da normativa.

Il momento ultimo del palo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U. Si riportano di seguito le verifiche eseguite e una schermata di output di VCASLU relativa alla sezione di testa del palo più sollecitato:

	Z_{in} [m]	Z_{fin} [m]	L_{gabbia} [m]	c' [cm]	\emptyset [mm]	n	s [cm]	M_{Ed} [kN*m]	N_{Ed} [kN]	M_{res} [kN*m]	FS	
gabbia n.1	-1.3	10.7	12	5	26	32	10.8	2892.00	1315.0	3362	1.16	OK
gabbia n.2	9.4	21.4	12	5	18	18	19.2	1002.00	1315.0	1439	1.44	OK

Verifica C.A. S.L.U. - File: SPC-sez. 0m

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: 32
 Diametro barre: 2.6 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N Ed: 1315 [kN]
 M xEd: 0 [kNm]
 M yEd: 0 [kNm]

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

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 N/mm²
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8 ?
 ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9.75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6 N/mm²
 τ_{c1} : 1.829 N/mm²

M xRd: 3'362 kNm
 σ_c : -14.17 N/mm²
 σ_s : 391.3 N/mm²
 ϵ_c : 3.5 ‰
 ϵ_s : 7.277 ‰
 d: 115 cm
 x: 37.35 x/d: 0.3248
 δ : 0.8459

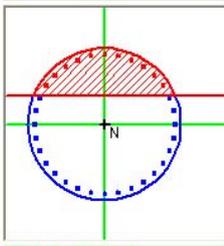


Figura 15: Verifica Pali SPC_dx

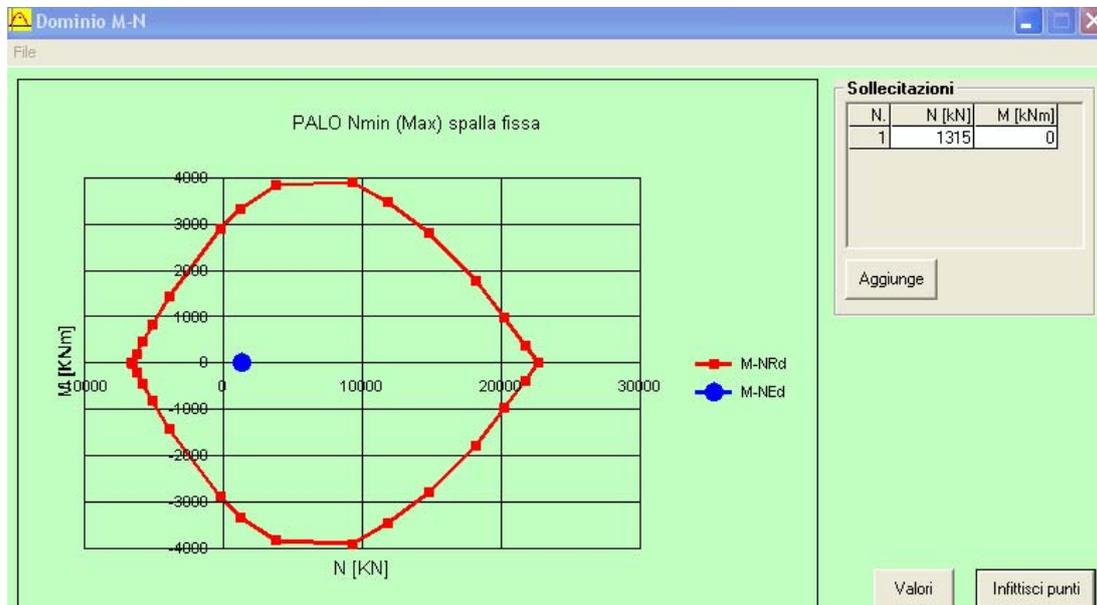


Figura 16: Dominio di resistenza

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 51 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

4.4.2 Verifica a taglio

Si dispongono spirali Ø14/1500 nella prima gabbia dove le sollecitazioni taglianti sono maggiori, mentre nelle altre sono sicuramente sufficienti delle spirali Ø10/300.

La verifica è condotta nel palo più sollecitato della spalla in esame. Nel seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato:

Sollecitazioni

V_{Sd}	=	1139	kN	taglio di calcolo
N_{Sd}	=	1315	kN	sforzo normale i calcolo

Materiali

Calcestruzzo

R_{ck}	=	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.9	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione

Acciaio

f_{yk}	=	450.00	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo

Geometria

D	=	1200	mm	diametro palo
c	=	50	mm	copriferro
d	=	1150	mm	altezza utile
b_{we}	=	1080	mm	base equivalente
d_e	=	892	mm	altezza utile equivalente

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

n_l	=	32		numero ferri longitudinali
\emptyset_l	=	26	mm	diametro ferri longitudinali
A_{sl}	=	16990	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	1130973.36	mm ²	area sezione cls
k	=	1.47		
σ_{cp}	=	1.1627	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.01764	ok	rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
v_{min}	=	0.312		
V_{rd}	=	768.99	kN	taglio resistente
V_{Sd}	=	1139	kN	taglio di calcolo
FS		0.68	NO	se >1 verifica soddisfatta

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\emptyset_w	=	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	150.00	mm	passo staffe
n_{br}	=	2.0		numero bracci armatura trasversale

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 52 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

A_{sw}	=	307.88	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_{we}	=	1080.00	mm	larghezza minima sezione
f_{cd}	=	14.11	MPa	
ν	=	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	7.06	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.05270		% meccanica di armatura trasversale
αC	=	1.08240		
$cot(\theta)$	=	2.500		valore di calcolo
V_{Rsd}	=	1611.93	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	2283.07	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	1611.93	kN	Resistenza a taglio
V_{Sd}	=	1139	kN	taglio di calcolo
FS	=	1.42	ok	se >1 verifica soddisfatta

5 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE DEI PALI (SLE)

Si procede alla verifica dell'ampiezza di fessurazione per via indiretta, così come riportata nell'ultimo capoverso del punto 4.1.2.2.4.6 delle NTC, riferendosi ai limiti di tensione nell'acciaio d'armatura definiti nelle tabelle seguenti. La tensione σ_s è quella nell'acciaio d'armatura prossimo al lembo teso della sezione calcolata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente.

Per quanto riguarda le condizioni ambientali e la sensibilità delle armature sono state assunte:

- **condizioni ordinarie;**
- **armature poco sensibili.**

Definita la massima tensione ammissibile nelle barre di acciaio, si considerano per ogni combinazione le condizioni di sforzo normale e taglio agente e, con l'ausilio del programma di calcolo V.C.A.S.L.U., utilizzando un'analisi elastica, si determina la massima tensione nelle barre nella combinazione più gravosa.

5.1 PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPA_DX

comb Frequente			comb. Quasi Permanente		
N	Vmax	Mmax	N	Vmax	Mmax
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]
1476	658	1591	1672	574	1388

Tabella 10: Stato tensionale di riferimento

Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione		
σ_s	w3=0.40 mm	w2=0.30 mm
[MPa]	Ø	Ø
160	40	25
200	32	16
240	20	12
280	16	8
320	12	6
360	10	-

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 53 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione		
σ_s	w3=0.40 mm	w2=0.30 mm
[MPa]	spaziatura	spaziatura
160	300	300
200	300	250
240	250	200
280	200	150
320	150	100
360	100	50

5.1.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni frequenti

Verifica C.A. S.L.U. - File: comb. Freq

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

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 60 [cm]
Raggio interno: 0 [cm]
N° barre uguali: 32
Diametro barre: 2.6 [cm]
Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 517 1476 kN
M_{xEd}: 0 1591 kNm
M_{yEd}: 0 0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: [] yN: []

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

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

σ_c : -10.61 N/mm²
 σ_s : 204.2 N/mm²

ϵ_s : 1.021 ‰
d: 115 cm
x: 50.36 x/d: 0.4379
 δ : 0.9874

Vertici: 52
N° iterazioni: 4
 Precompresso

Figura 17: Stato tensionale comb. Frequente

Frequente

$\sigma_{s,max}$	=	233	[MPa]	tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	204.2	[MPa]	tensione massima acciaio di calcolo
FS	=	1.14		se >1 verifica soddisfatta

verifica_ok

5.1.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione quasi permanente

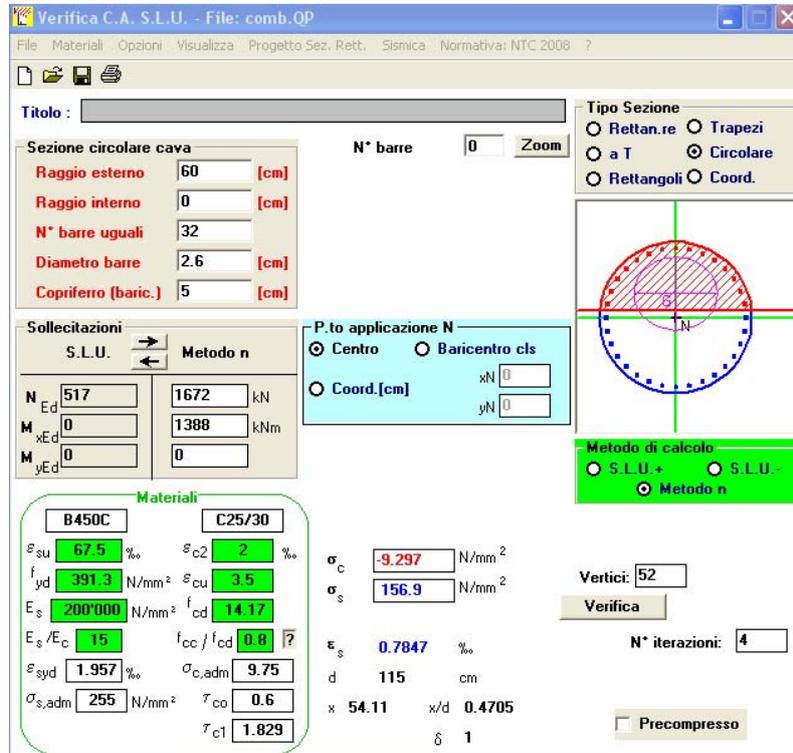


Figura 18: Stato tensionale comb. Quasi Permanente

Quasi Permanente

$\sigma_{s,max}$	=	160	[MPa]	tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	156.9	[MPa]	tensione massima acciaio di calcolo
FS	=	1.02		se >1 verifica soddisfatta

verifica_ok

5.2 PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPB_DX

comb Frequente			comb. Quasi Permanente		
N	Vmax	Mmax	N	Vmax	Mmax
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]
2709	832	2012	2705	740	1790

Tabella 11: Stato tensionale di riferimento

	comb. FREQUENTE	comb. QUASI PERM.
Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione		
σ_s	w3=0.40 mm	w2=0.30 mm
[MPa]	Ø	Ø

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 55 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

160		40	25
200		32	16
240		20	12
280		16	8
320		12	6
360		10	-

Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione			
σ_s		$w_3=0.40$ mm	$w_2=0.30$ mm
[MPa]		spaziatura	spaziatura
160		300	300
200		300	250
240		250	200
280		200	150
320		150	100
360		100	50

5.2.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni frequenti

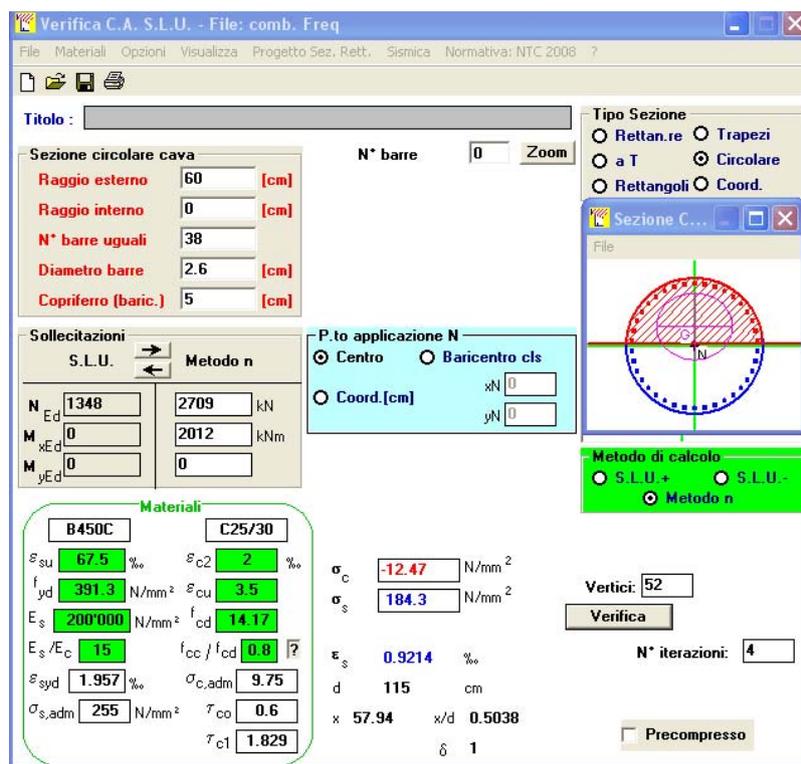


Figura 19: Stato tensionale comb. Frequente

Frequente

$\sigma_{s,max}$	=	220	[MPa]	tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	184.3	[MPa]	tensione massima acciaio di calcolo
FS	=	1.19		se >1 verifica soddisfatta

verifica_ok

5.2.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione quasi permanente

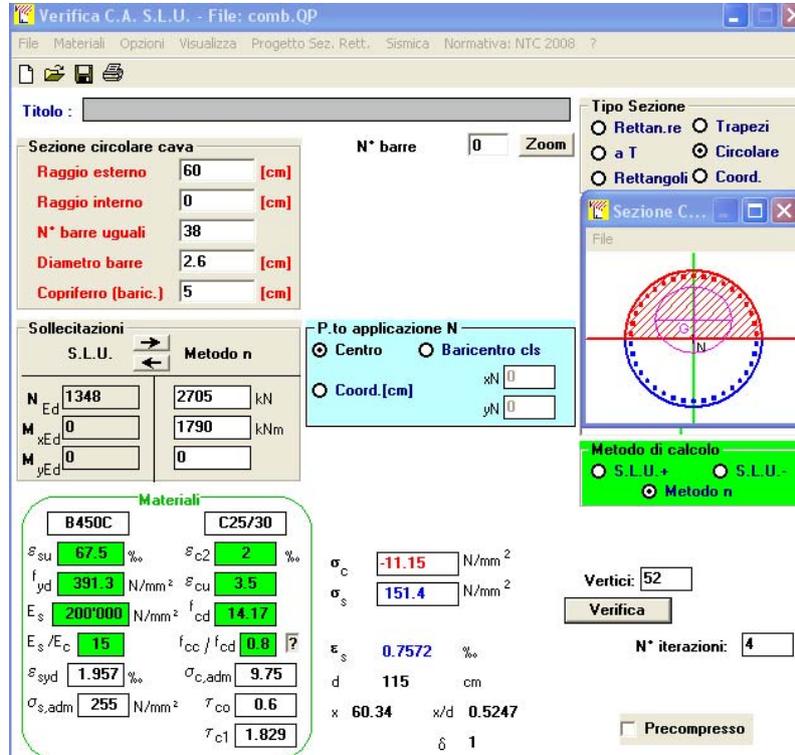


Figura 20: Stato tensionale comb. Quasi Permanente

Quasi Permanente

$\sigma_{s,max}$	=	160	[MPa]	tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	151.4	[MPa]	tensione massima acciaio di calcolo
FS	=	1.06		se >1 verifica soddisfatta

verifica_ok

5.2.3 Palo più sollecitato della SPC_DX (Svincolo)

comb Frequente			comb. Quasi Permanente		
N	Vmax	Mmax	N	Vmax	Mmax
[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]
2197	644	1557	2127	557	1347

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 57 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Tabella 12: Stato tensionale di riferimento

		comb. FREQUENTE	comb. QUASI PERM.
Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione			
σ_s		w3=0.40 mm	w2=0.30 mm
[MPa]		Ø	Ø
160		40	25
200		32	16
240		20	12
280		16	8
320		12	6
360		10	-
Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione			
σ_s		w3=0.40 mm	w2=0.30 mm
[MPa]		spaziatura	spaziatura
160		300	300
200		300	250
240		250	200
280		200	150
320		150	100
360		100	50

5.2.4 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni frequenti

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays the following data:

- Titolo:** [Empty field]
- Sezione circolare cava:**
 - Raggio esterno: 60 [cm]
 - Raggio interno: 0 [cm]
 - N° barre uguali: 32
 - Diametro barre: 2.6 [cm]
 - Copriferro (baric.): 5 [cm]
- Sollecitazioni:**
 - S.L.U. / Metodo n
 - N_{Ed}: 1315 / 2197 kN
 - M_{xEd}: 0 / 1557 kNm
 - M_{yEd}: 0 / 0
- Materiali:**
 - B450C: ϵ_{su} 67.5‰, f_{yd} 391.3 N/mm², E_s 200'000 N/mm², ϵ_s/E_c 15, ϵ_{syd} 1.957‰, $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²
 - C25/30: ϵ_{c2} 2‰, ϵ_{cu} 3.5, f_{cd} 14.17, f_{cc}/f_{cd} 0.8, $\sigma_{c,adm}$ 9.75, τ_{co} 0.6, τ_{c1} 1.829
- P.to applicazione N:**
 - Centro (selected), Baricentro cls, Coord.[cm]
 - xN: 0, yN: 0
- Metodo di calcolo:**
 - S.L.U.+, S.L.U.-, Metodo n (selected)
- Results:**
 - σ_c : -10.45 N/mm²
 - σ_s : 159.2 N/mm²
 - ϵ_s : 0.7962‰
 - d: 115 cm
 - x: 57.06, x/d: 0.4962
 - δ : 1
- Other parameters:** Vertici: 52, N° iterazioni: 4, Precompresso: [unchecked]

Figura 21: Stato tensionale comb. Frequente

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 58 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Frequente

$\sigma_{s,max}$	=	220	[MPa]	tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	159.2	[MPa]	tensione massima acciaio di calcolo
FS	=	1.38		se >1 verifica soddisfatta
		verifica_ok		

5.2.5 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione quasi permanente

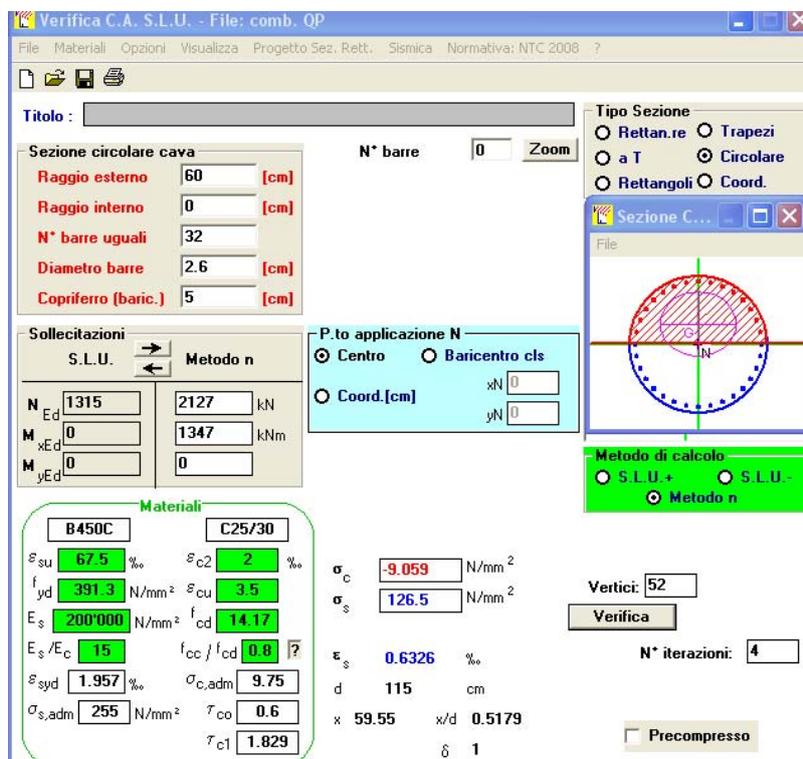


Figura 22: Stato tensionale comb. Quasi Permanente

Quasi Permanente

$\sigma_{s,max}$	=	160	[MPa]	tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	126.5	[MPa]	tensione massima acciaio di calcolo
FS	=	1.26		se >1 verifica soddisfatta
		verifica_ok		

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 59 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

6 VERIFICA GEOTECNICA DEI PALI

In Tabella si riportano i parametri fisico-meccanici dei terreni interessati dai pali di fondazione e adottati nel seguito per le verifiche geotecniche. Tali parametri derivano dal lavoro di caratterizzazione riportato nella relazione geotecnica a corredo del presente progetto esecutivo.

	TRV1	TRV2a	TRV2b
peso secco γ_d (kN/m ³)	19.1	20.1	20.4
peso saturo γ_{sat} (kN/m ³)	19.1	20.1	20.4
coesione non dren. c_u (kPa)	130	176	191
coesione dren. c' (kPa)	21	22	28
angolo attrito ϕ' (°)	15	18	21

Tabella 13: Parametri fisico-meccanici usati nelle verifiche geotecniche

6.1 CARICO LIMITE VERTICALE DEL PALO PIU' CARICATO

6.1.1 Criteri di calcolo del carico limite verticale

Il carico limite verticale Q_{lim} dei singoli pali (trivellati) è stato calcolato in condizioni non drenate e drenate in funzione del diametro d e della lunghezza L dei pali. La formula utilizzata è:

$$Q_{lim} = p_{lim} \frac{\pi d^2}{4} + \pi d \int_0^L s_{lim}$$

dove le resistenze unitarie alla punta e laterale sono rispettivamente calcolate come:

$$p_{lim,u} = \sigma_{vL} + N_c c_u$$

$$s_{lim,u} = \alpha c_u$$

in condizioni non drenate, e come:

$$p_{lim,d} = N_c c' + N_q \sigma_{vL}'$$

$$s_{lim,d} = k \mu \sigma_{vz}'$$

in condizioni drenate. In queste equazioni, si sono indicate rispettivamente con σ_{vL} e con σ_{vL}' la tensione totale ed efficace agenti in sito alla quota della punta del palo. I valori assunti per il coefficiente di adesione α sono stati ricavati in funzione della coesione non drenata secondo i valori riportati in Tabella

c_u	α
(kPa)	(-)
<25	0.9
25 ÷ 50	0.8
50 ÷ 75	0.6
≥ 75	0.4

Tabella 14: Valori del coefficiente α in funzione di c_u

Il coefficiente di tensione orizzontale k è stato determinato con la formula di Jacky:

$$k = 1 - \sin \phi'$$

e il coefficiente di attrito $\mu = \tan \phi'$

Si osserva che in condizioni drenate, *al fine di limitare i cedimenti*, si è volutamente considerato un ridotto contributo della resistenza alla punta (è infatti noto che tale resistenza si mobilita per cedimenti prossimi al 25% del diametro del palo) considerando N_q i valori desunti dal grafico riportato in Figura.

Riguardo N_c , invece, si è assunto in condizioni non drenate $N_c=9$ e in condizioni drenate N_c è stato determinato con la relazione:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot (\tan(\varphi'))^{-1}$$

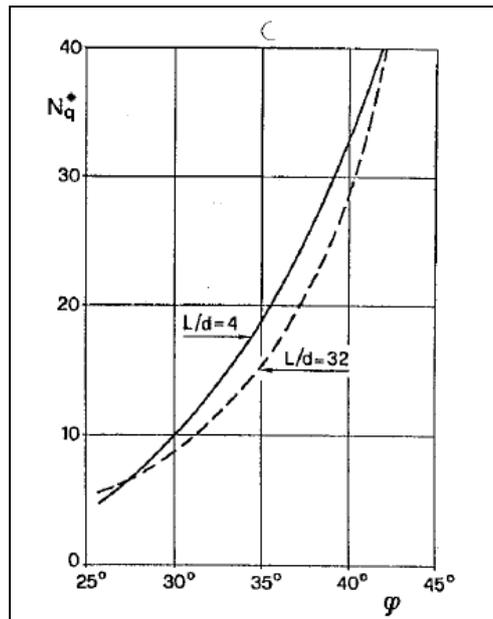


Figura 23: Coefficienti N_q

In Tabella sono riportati i valori dei coefficienti N_c ed N_q adottati per i diverse unità geotecniche

	TRV1	TRV2a	TRV2b
coeff. N_q (cond. drenate)	4.0	4.0	4.0
coeff. N_c (cond. drenate)	11.3	9.1	7.7

Tabella 15: – Coefficienti N_q ed N_c assunti per le diverse unità geotecniche

Per i rapporti opere-terreni considerati nei calcoli, si è fatto riferimento al profilo geotecnico a corredo del presente progetto esecutivo. Nelle verifiche si è considerata l'assenza di falda.

Di seguito le stratigrafie apprese dal profilo geotecnico sotto ogni opera (pila/spalla).

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE SPALLA A - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo (m)	quota iniziale	quota finale
			m	m
1° strato	TRV2a	10	0	10
2° strato	TRV2b	35	10	45

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE SPALLA B - CARR. DX

strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRV2a	10	0	10
2° strato	TRV2a	35	10	45

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE SPALLA C - CARR. DX

strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRV2a	10	0	10
2° strato	TRV2a	35	10	45

6.1.2 Criteri di verifiche

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite ultimi** di resistenza è stata effettuata con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema. I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e γ_{Fj} , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo.

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato direttamente come $E_d = E_k \gamma_E$ con $\gamma_E = \gamma_F$:

$$E_d = \gamma_E E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

La verifica della relazione $R_d \geq E_d$ è stata effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali (cfr tabelle sotto), rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) qualora i carichi permanenti non strutturali siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 62 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Tabella 16: Coefficienti parziali per le azioni o effetti delle azioni (tab. 6.2.I del DM14-01-2008)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
		γ_M		
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 17: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici dei terreni (tab. 6.2.II del DM14-01-2008)

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 18: Coefficienti parziali da applicare alle resistenze caratteristiche

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono stati scelti nell'ambito dei due **approcci progettuali distinti e alternativi** consentiti dal DM 14/01/08 per la progettazione geotecnica.

Nel caso specifico, le verifiche geotecniche (GEO) in termini di capacità portante dei pali sono state condotte sulla base dell'approccio:

Approccio 2, con i coefficienti parziali $\rightarrow A1+M1+R3$.

La capacità portante dei pali, determinata mediante procedura analitica basata sui parametri geotecnici dei terreni interessati, è stata ridotta del fattore di correlazione ξ (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate. Considerando l'adozione di una sola relazione analitica per la valutazione del carico limite si è assunto il fattore ξ_3 . Per i terreni interessati dall'opera in esame, il numero di verticali di indagine è 6.

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 63 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Tabella 19- Fattori di correlazione ξ in funzione del numero di verticali indagate

6.1.3 Risultati

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche per i pali delle spalle.

Si evidenzia che ai carichi in testa palo si è aggiunto il contributo del peso palo compensato, cioè sottraendo al peso del palo il peso della colonna di terreno (ovvero calcolando il peso del palo con peso specifico $\gamma_p = \gamma_{c.a} - \gamma_t$).

Nelle tabelle di seguito si riporta il riepilogo dei risultati delle verifiche geotecniche dei pali delle spalle per ciascuna carreggiata e per fissata lunghezza palo.

azioni verticali massime in testa palo			caratteristiche pali fondazione			PP. Compensato	carico limite	
pila/spalla	statica	dinamica	diam. Palo	N° pali	lunghezza palo		Qlim_d	Qlim_u
	kN	kN	m		m	kN	kN	kN
spalla A	3574.00	3216.00	1.2	15	20	145.05	3845.7	4424.7
spalla B	4505.45	4222.53	1.2	16	24	179.55	4813.5	4876.8
spalla C	4039.00	3536.00	1.2	9	22	164.59	4213.1	4546.6

Tabella 20 –CARR. DX - Riepilogo dei risultati

6.2 CARICO LIMITE ORIZZONTALE

6.2.1 Criteri di calcolo del carico limite orizzontale

Il calcolo del carico limite orizzontale dei pali viene effettuato secondo il metodo proposto da Broms.

In condizione drenate si assume che la resistenza del terreno vari linearmente con la profondità z secondo la legge:

$$p = 3K_p \cdot \gamma \cdot z \cdot d$$

In condizioni non drenate si assume un diagramma semplificato con reazione nulla fino a $z=1.5d$, e a partire da tale profondità, la reazione si assume costante con la profondità e pari:

$$p = 9 \cdot c_u \cdot d$$

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 64 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

6.2.2 Criteri di verifica

I criteri di verifica sono gli stessi utilizzati per il calcolo del carico limite verticale con i coefficienti γ_T da applicare alle resistenze caratteristiche riportati in tabella:

Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali.

COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
$\gamma_T = 1,0$	$\gamma_T = 1,6$	$\gamma_T = 1,3$

6.2.3 RISULTATI

Vengono indicati i possibili meccanismi di palo corto, intermedio e lungo vincolato in testa.

6.2.3.1 Pali Spalla SPA_DX

Dati di Calcolo		Condizioni non drenate		
D	=	1.200	m	diametro palo
L	=	20	m	lunghezza palo
M_y	=	3000	kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	174	kPa	coesione non drenata
<u>palo corto</u>				
$Q_{lim,1}$	=	49320	kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	734867	kNm	momento massimo
<u>palo intermedio</u>				
$Q_{lim,2}$	=	18749	kN	carico limite per palo intermedio
f	=	10.0	m	
M_{max}	=	124118.1	kNm	momento massimo
<u>palo lungo</u>				
$Q_{lim,3}$	=	2449	kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO		meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	2448.6	kN	carico limite (valore medio)
ξ	=	1.5		fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1632.4	kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30		coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	1255.7	kN	carico limite (valore di progetto)
F_h		1093	kN	azione trasversale testa palo
check		1.15		se >1 verifica soddisfatta

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 65 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

6.2.3.2 Pali Spalla SPB_DX

Dati di Calcolo		Condizioni non drenate		
D	=	1.200	m	diametro palo
L	=	24.00	m	lunghezza palo
M_y	=	3700	kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	174	kPa	coesione non drenata
<u>palo corto</u>				
$Q_{lim,1}$	=	43673	kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	585213	kNm	momento massimo
<u>palo intermedio</u>				
$Q_{lim,2}$	=	16486	kN	carico limite per palo intermedio
f	=	8.8	m	
M_{max}	=	98161.4	kNm	momento massimo
<u>palo lungo</u>				
$Q_{lim,3}$	=	2884	kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO		meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	2883.9	kN	carico limite (valore medio)
ξ	=	1.5		fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1922.6	kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30		coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	1478.9	kN	carico limite (valore di progetto)
F_h		1443	kN	azione trasversale testa palo
check		1.02		se >1 verifica soddisfatta

6.2.3.3 Pali Spalla SPC_DX (Svincolo)

Dati di Calcolo		Condizioni non drenate		
D	=	1.200	m	diametro palo
L	=	22.00	m	lunghezza palo
M_y	=	3000	kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	174	kPa	coesione non drenata
<u>palo corto</u>				
$Q_{lim,1}$	=	53085	kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	844048	kNm	momento massimo
<u>palo intermedio</u>				
$Q_{lim,2}$	=	20288	kN	carico limite per palo intermedio
f	=	10.8	m	
M_{max}	=	142848.5	kNm	momento massimo
<u>palo lungo</u>				
$Q_{lim,3}$	=	2449	kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO		meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	2448.6	kN	carico limite (valore medio)

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: **Busita III**

Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX

Pagina 66 di 131

Nome file:
 VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

ξ	=	1.5		fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1632.4	kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30		coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	1255.7	kN	carico limite (valore di progetto)
F_h		1139	kN	azione trasversale testa palo
check		1.10		se >1 verifica soddisfatta

7 ANALISI STRUTTURALE DELLE SPALLE AGLI SLU

7.1 SPALLA SPA_DX

Il plinto di fondazione della spalla A carreggiata sinistra presenta pianta rettangolare di lati 9.60 m x 13.20 m ed altezza pari a 1.80 m. Per le dimensioni geometriche degli altri elementi strutturali che compongono la spalla si rimanda agli elaborati grafici.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato eseguito schematizzando gli elementi strutturali, plinto di fondazione, muro frontale, muro paraghiaia e muri laterali, come piastre rettangolari, con il plinto vincolato mediante appoggi in corrispondenza 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 rigidità della struttura reale. Il modello numerico è composto da n. 912 elementi finiti di tipo shell e da n. 1003 nodi. Gli elementi shell impiegati sono di tipo quadrangolare a quattro nodi e tutti includono gli effetti della deformabilità a taglio (formulazione di *Mindlin-Reissner*).

Nelle seguenti figure si illustrano la geometria del modello e la sua schematizzazione numerica.

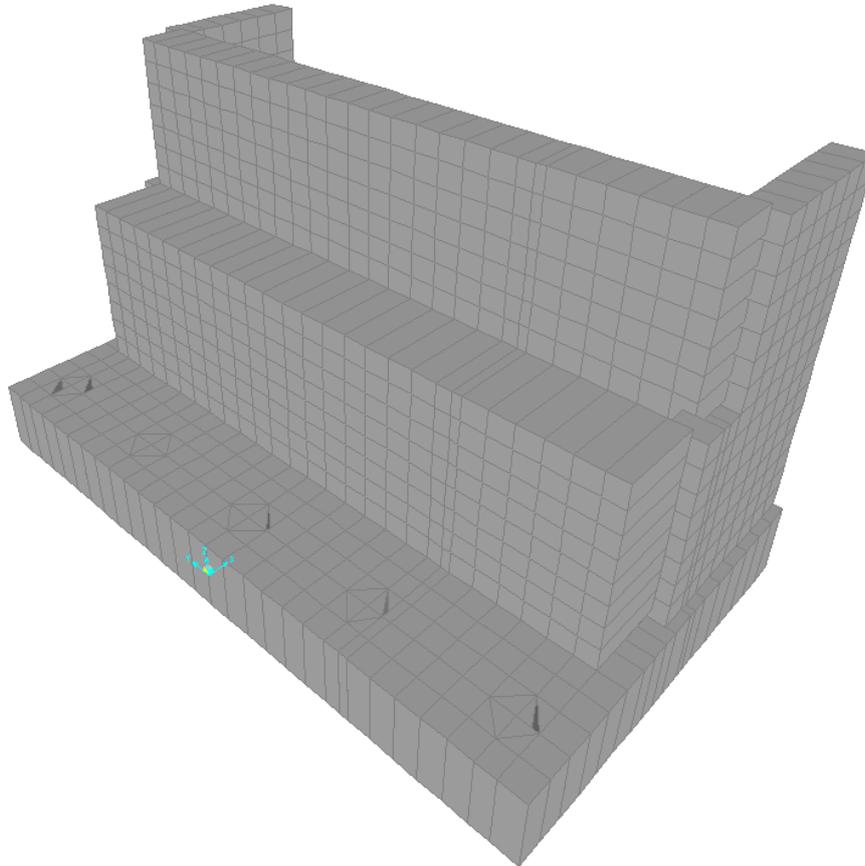


Figura 24: Modello agli elementi finiti Spalla SPA_dx

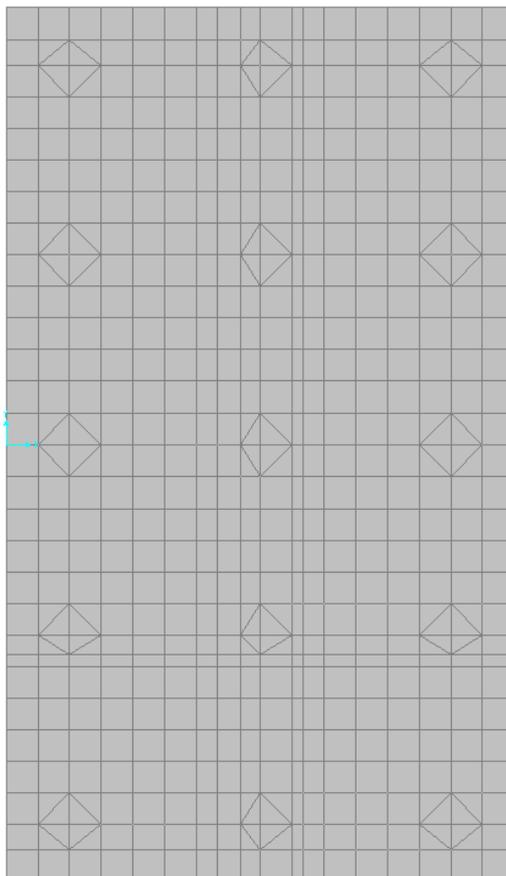


Figura 25: Zattera di fondazione

7.2 ANALISI DEI CARICHI

La spalla risulta sollecitata da forze concentrate trasmesse dall'impalcato in corrispondenza degli appoggi. 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 delle sollecitazioni trasmesse alla palificata.

- g1-imp = peso proprio impalcato
- g1-sp = peso proprio spalla
- g2-imp = permanenti portati su impalcato
- g2-sp = terreno su plinto spalla
- g3-sp = spinta del terreno su spalla
- e2-imp = ritiro
- e3-imp = carico termico differenziale
- q1.1-imp = carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
- q1.2-imp = carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
- q1t-sp = effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
- q3-imp = frenatura su impalcato
- q4-imp = azione centrifuga su impalcato
- q5-imp = azione del vento trasversale su impalcato
- q6.1x-imp = sisma 1 impalcato
- q6.1y-imp = sisma 2 impalcato
- q6.1z-imp = sisma 3 impalcato
- q6.1x-sp = incremento di spinta terreno in fase sismica

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 69 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

q6.2x-sp = forze d'inerzia longitudinali

q6.2y-sp = forze d'inerzia trasversali

q6.2z-sp = forze d'inerzia verticali

q7-imp = azione parassita dei vincoli

7.3 VERIFICHE DEL MURO FRONTALE

7.3.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO FRONTALE

Verifica momento verticale

	Z	H		M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	0-5.3	2	5 Φ 20	1000	1449	1.45	OK momento verticale $M_z=M22-$
Arm X-	0-5.3	2	5 Φ 16	700	1035	1.48	OK momento verticale $M_z=M22+$

Verifica momento orizzontale

	Z	H		M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	0-5.30	2	5 Φ 16	400	752	1.88	OK momento orizzontale $M_y=M11-$
Arm X-	0-5.30	2	5 Φ 16	500	752	1.50	OK momento orizzontale $M_y=M11+$

7.3.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

		muro frontale	muro frontale		
sezione di verifica					
corrispondente a		V13max	V23max		
Sollecitazioni					
V	=	520	500	kN	taglio
N	=	0	254	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	2000	2000	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	1950	1950	mm	altezza utile
Materiali					
R_{ck}	=	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.9	0.9		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 70 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

f_{cd}	=	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g_s	=	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

A_{sl}	=	2576.0	2576.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ_l	=	0.00129	0.00129		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.3	1.3		
v_{min}	=	0.3	0.3		
σ_{cp}	=	0.0	0.1	MPa	tensione media calcestruzzo
$\sigma_{cp,ad}$	=	0.0	0.1	MPa	tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
V_{Rd}	=	558.0	595.2	kN	taglio resistente
FS	=	1.1	1.2		>1 verifica soddisfatta
check	=	OK	OK		

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\emptyset_w	=	16	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	400	400	mm	interasse armature a taglio
n_{br}	=	2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	502.65	384.85	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
$ctg\Theta (V)$	=	55.5	58.2		
$ctg\Theta$	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V_{Rsd}	=	2157.45	1651.80	kN	taglio resistente armatura
α_c	=	1.00	1.01		coefficiente maggiorativo
f'_{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V_{Rcd}	=	10317.9	10397.5	kN	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	2157.5	1651.8	kN	taglio resistente sezione
		4.1	3.3		
check	=	OK	OK		

7.4 VERIFICHE DEI MURI LATERALI

7.4.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO LATERALE

Verifica Momento Verticale

	Z	H		M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm Y+	0-9.6	0.8	5 Φ 22	400	533	1.33	OK momento verticale $Mz+=M22+$
Arm Y-	0-9.6	0.8	5 Φ 18	300	360	1.20	OK momento verticale $Mz-=M22-$

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 71 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Verifica Momento Orizzontale

	Z	H		M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm Y+	0-9.6	0.8	5 Φ 20	320	441	1.38	OK momento orizzontale $M_{x+}=M_{11+}$
Arm Y-	0-9.6	0.8	5 Φ 16	220	284	1.29	OK momento orizzontale $M_{x-}=M_{11-}$

7.4.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

sezione di verifica		muri laterali	muri laterali		
corrispondente a		V13max	V23max		
Sollecitazioni					
V	=	200	320	kN	taglio
N	=	0	150	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	800	800	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	750	750	mm	altezza utile
Materiali					
R_{ck}	=	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.9	0.9		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g_s	=	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio					
A_{sl}	=	3173.0	3173.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ_l	=	0.00397	0.00397		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.5	1.5		
v_{min}	=	0.4	0.4		
σ_{cp}	=	0.0	0.2	MPa	tensione media calcestruzzo
$\sigma_{cp,ad}$	=	0.0	0.2	MPa	tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
V_{Rd}	=	308.2	329.3	kN	taglio resistente
FS	=	1.5	1.0		>1 verifica soddisfatta
check	=	OK	OK		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
\varnothing_w	=	14	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	400	400	mm	interasse armature 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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 72 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

n_{br}	=	2.5	2.5	numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	384.85	384.85	mm ² area armatura trasversale posta nell'interasse s
$ctg\Theta$ (V)	=	22.2	14.0	
$ctg\Theta$	=	2.5	2.5	
Θ	=	22	22	° inclinazione bielle di calcestruzzo
V_{Rsd}	=	635.31	635.31	kN taglio resistente armatura
α_c	=	1.00	1.01	coefficiente maggiorativo
f'_{cd}	=	8.23	8.23	MPa resistenza ridotta
V_{Rcd}	=	3968.4	4013.6	kN taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	635.3	635.3	kN taglio resistente sezione
		3.2	2.0	
check	=	OK	OK	

7.5 VERIFICHE DEL MURO PARAGHIAIA

7.5.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale nelle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO FRONTALE PARAGHIAIA

Verifica Momento Verticale

	Z	H	M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS		
	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]			
Arm X+	3.5-7.25 m	1.2	5 Φ 16	200	440	2.20	OK momento verticale $M_z=M22-$
Arm X-	3.5-7.25 m	1.2	5 Φ 16	100	440	4.40	OK momento verticale $M_z=M22+$

Verifica Momento Orizzontale

	Z	H	M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS		
	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]			
Arm X+	3.5-7.25 m	1.2	5 Φ 22	360	825	2.29	OK momento orizzontale $M_y=M11-$
Arm X-	3.5-7.25 m	1.2	5 Φ 16	130	555	4.27	OK momento orizzontale $M_y=M11+$

7.5.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

sezione di verifica corrispondente a	muro paraghiaia	muro paraghiaia		
	V13max	V23max		
Sollecitazioni				
V	=	300	200	kN taglio
N	=	0	150	kN sforzo normale (>0 compressione)
Geometria				
B	=	1000	1000	mm larghezza sezione

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 73 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

H	=	1200	1200	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	1150	1150	mm	altezza utile

Materiali

R_{ck}	=	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.9	0.9		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g_s	=	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

A_{sl}	=	2011.0	2011.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ_l	=	0.00168	0.00168		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.4	1.4		
v_{min}	=	0.3	0.3		
σ_{cp}	=	0.0	0.1	MPa	tensione media calcestruzzo
$\sigma_{cp,ad}$	=	0.0	0.1	MPa	tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
V_{Rd}	=	365.9	387.5	kN	taglio resistente
FS	=	1.2	1.9		>1 verifica soddisfatta
check	=	OK	OK		

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	14	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	400	400	mm	interasse armature a taglio
n_{br}	=	2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	384.85	384.85	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
$ctg\Theta (V)$	=	34.0	51.5		
$ctg\Theta$	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V_{Rsd}	=	974.14	974.14	kN	taglio resistente armatura
α_c	=	1.00	1.01		coefficiente maggiorativo
f'_{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V_{Rcd}	=	6084.9	6131.1	kN	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	974.1	974.1	kN	taglio resistente sezione
		3.2	4.9		
check	=	OK	OK		

7.6 VERIFICHE DEL PLINTO DI FONDAZIONE

7.6.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 74 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

PLINTO DI FONDAZIONE

Verifica Momento Longitudinale

		H		M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS	
				[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm-inf	X-inf	1.8	5 Φ 22	1000	1267	1.27	OK momento longitudinale Mx=M11+
Arm-sup	X-sup	1.8	5 Φ 18	500	851	1.70	OK momento longitudinale Mx=-M11-

Verifica Momento Trasversale

		H		M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS	
				[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm-inf	Y-inf		5 Φ 22	250	1267	5.07	OK momento trasversale My=M22+
Arm-sup	Y-sup		5 Φ 18	250	851	3.40	OK momento trasversale My=M22-

7.6.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

		plinto	plinto		
		V13max	V23max		
sezioni di verifica					
corrispondente a					
Sollecitazioni					
V	=	300	250	kN	taglio
N	=	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	1800	1800	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	1750	1750	mm	altezza utile
Materiali					
R_{ck}	=	30.0	30.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.9	24.9	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.9	0.9		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	14.1	14.1	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g_s	=	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio					
A_{sl}	=	3173.0	3173.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ_l	=	0.00176	0.00176		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.3	1.3		
v_{min}	=	0.3	0.3		
σ_{cp}	=	0.0	0.0	MPa	tensione media calcestruzzo

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 75 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

$\sigma_{cp,ad}$	=	0.0	0.0	MPa	tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
V_{Rd}	=	473.1	473.1	kN	taglio resistente
FS	=	1.6	1.9		>1 verifica soddisfatta
check	=	OK	OK		

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	24	24	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	1000	1000	mm	interasse armature a taglio
n_{br}	=	2.0	2.0		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	904.78	904.78	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
ctg Θ (V)	=	66.7	80.0		
ctg Θ	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V_{Rsd}	=	1394.05	1394.05	kN	taglio resistente armatura
α_c	=	1.00	1.00		coefficiente maggiorativo
f'_{cd}	=	7.06	7.06	MPa	resistenza ridotta
V_{Rcd}	=	7936.9	7936.9	kN	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	1394.0	1394.0	kN	taglio resistente sezione
		4.6	5.6		
check	=	OK	OK		

7.7 SPALLA SPB_DX

La fondazione della spalla in esame ha dimensioni in pianta di 13.20 m x 16.70 m, altezza di 1.80 m ed è fondata su 16 pali di diametro $\varnothing 1200$ e lunghezza 24m. Il muro frontale ha invece un' altezza di 3.5m ed è stato assunto uno spessore di 2 m

Per le dimensioni geometriche degli altri elementi strutturali che compongono la spalla si rimanda agli elaborati grafici.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato eseguito schematizzando gli elementi strutturali, plinto di fondazione, muro frontale, muro paraghiaia e muri laterali, come piastre rettangolari, con il plinto vincolato mediante appoggi in corrispondenza 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 rigidezze della struttura reale. Il modello numerico è composto da n. 1594 elementi finiti di tipo shell e da n. 1774 nodi. Gli elementi shell impiegati sono di tipo quadrangolare a quattro nodi e tutti includono gli effetti della deformabilità a taglio (formulazione di *Mindlin-Reissner*).

Nelle seguenti figure si illustrano la geometria del modello e la sua schematizzazione numerica.

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: **Busita III**

Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX

Pagina 76 di 131

Nome file:
VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

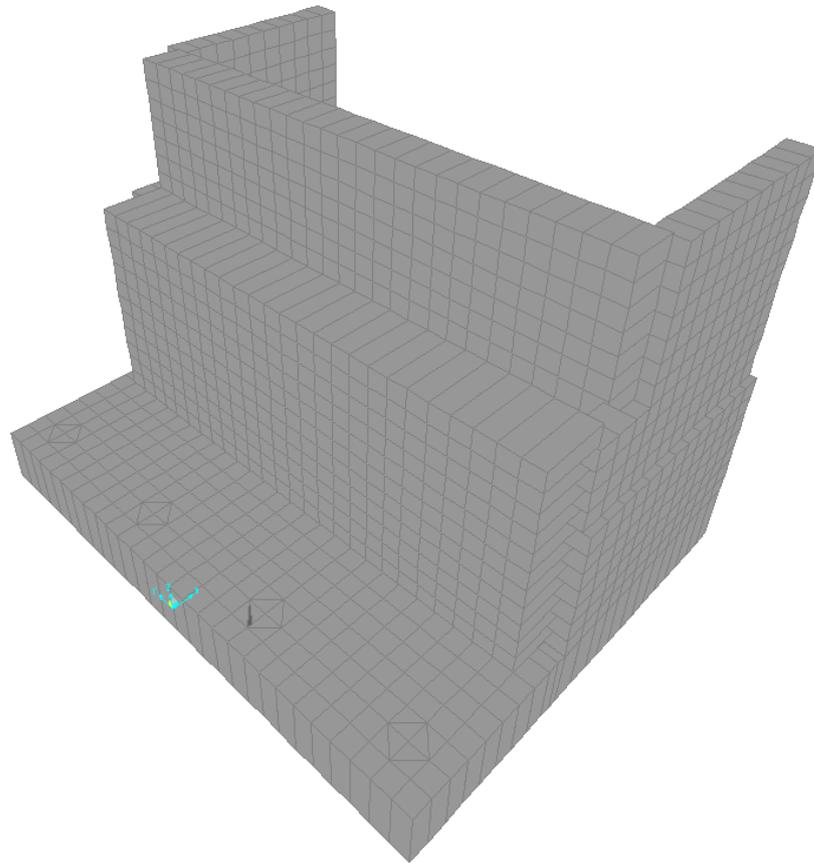


Figura 26: Modello agli elementi finiti Spalla SPB_dx

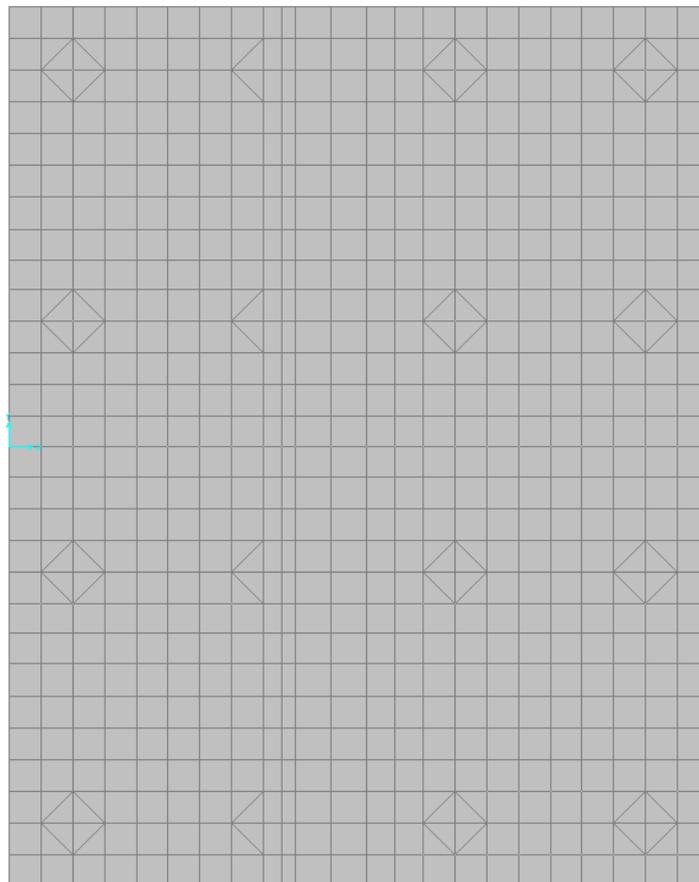


Figura 27: Zattera di fondazione

7.8 ANALISI DEI CARICHI

La spalla risulta sollecitata da forze concentrate trasmesse dall'impalcato in corrispondenza degli appoggi. 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 delle sollecitazioni trasmesse alla palificata.

- g1-imp = peso proprio impalcato
- g1-sp = peso proprio spalla
- g2-imp = permanenti portati su impalcato
- g2-sp = terreno su plinto spalla
- g3-sp = spinta del terreno su spalla
- e2-imp = ritiro
- e3-imp = carico termico differenziale
- q1.1-imp = carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
- q1.2-imp = carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
- q1t-sp = effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
- q3-imp = frenatura su impalcato
- q4-imp = azione centrifuga su impalcato
- q5-imp = azione del vento trasversale su impalcato
- q6.1x-imp = sisma 1 impalcato
- q6.1y-imp = sisma 2 impalcato
- q6.1z-imp = sisma 3 impalcato

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 78 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

- q6.1x-sp = incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp = forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp = forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp = forze d'inerzia verticali
q7-imp = azione parassita dei vincoli

7.9 VERIFICHE DEL MURO FRONTALE

7.9.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO FRONTALE

Verifica momento verticale

	Z	H		M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	0-3.5	2	5 Φ 20	1400	1449	1.04	OK momento verticale $M_z=M22-$
Arm X-	0-3.5	2	5 Φ 16	600	1035	1.73	OK momento verticale $M_z=M22+$

Verifica momento orizzontale

	Z	H		M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	0-3.5	2	5 Φ 16	700	753	1.08	OK momento orizzontale $M_y=M11-$
Arm X-	0-3.5	2	5 Φ 16	700	753	1.08	OK momento orizzontale $M_y=M11+$

7.9.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

		muro frontale	muro frontale		
sezione di verifica		V13max	V23max		
corrispondente a					
Sollecitazioni					
V	=	700	650	kN	taglio
N	=	300	300	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	2000	2000	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	1950	1950	mm	altezza utile
Materiali					
R_{ck}	=	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.9	0.9		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 79 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

f_{cd}	=	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g_s	=	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

A_{sl}	=	2906	2906	mm ²	armatura longitudinale
ρ_l	=	0.00145	0.00145		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.3	1.3		
v_{min}	=	0.3	0.3		
σ_{cp}	=	0.2	0.2	MPa	tensione media calcestruzzo
$\sigma_{cp,ad}$	=	0.2	0.2	MPa	tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
V_{Rd}	=	601.9	601.9	kN	taglio resistente
FS	=	0.9	0.9		>1 verifica soddisfatta
check	=	NO	NO		

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\emptyset_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	400	400	mm	interasse armature a taglio
n_{br}	=	2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	282.74	282.74	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
$ctg\Theta$ (V)	=	41.6	44.8		
$ctg\Theta$	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V_{Rsd}	=	1213.57	1213.57	kN	taglio resistente armatura
α_c	=	1.01	1.01		coefficiente maggiorativo
f'_{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V_{Rcd}	=	10412.0	10412.0	kN	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	1213.6	1213.6	kN	taglio resistente sezione
		1.7	1.9		
check	=	OK	OK		

7.10 VERIFICHE DEI MURI LATERALI

7.10.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO LATERALE	Verifica Momento Verticale									
	Z	H	$A_{res,1}$		M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS			
	[m]	[m]	[cm ²]		[kNm/m]	[kNm/m]				
Arm Y+	0-4m	1.2	5 Φ 18	12.7 +	5 Φ 18	1000	1100	1.10	OK	momento $Mz+=M22+$
Arm Y-	0-4m	1.2	5 Φ 18	12.7 +	0 Φ 0	500	556	1.11	OK	momento $Mz-=M22-$
Arm Y+	0-4m	0.8	5 Φ 18	12.7 +	0 Φ 0	200	360	1.80	OK	momento $Mz+=M22+$
Arm Y-	0-4m	0.8	5 Φ 18	12.7 +	0 Φ 0	200	360	1.80	OK	momento $Mz-=M22-$

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 80 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Verifica Momento Orizzontale

	Z [m]	H [m]	$A_{res,1}$ [cm ²]	M_{Sd}^{inf} [kNm/m]	M_{Rd}^{inf} [kNm/m]	FS			
Arm Y+	0-4m	1.2	5 Φ 22	19.0 + 0 Φ 0	600	825	1.38	OK	momento Mx+=M11+
Arm Y-	0-4m	1.2	5 Φ 16	10.1 + 0 Φ 0	230	439	1.91	OK	momento Mx-=M11-
Arm Y+	0-11.3m	0.8	5 Φ 22	19.0 + 5 Φ 22	600	1045	1.74	OK	momento Mx+=M11+
Arm Y-	0-11.3m	0.8	5 Φ 16	10.1 + 0 Φ 0	230	285	1.24	OK	momento Mx-=M11-

7.10.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

sezione di verifica corrispondente a	muri laterali V13max	muri laterali V23max	
Sollecitazioni			
V	= 500	650	taglio
N	= 200	200	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria			
B	= 1000	1000	larghezza sezione
H	= 800	1200	altezza sezione
c	= 50	50	copriferro
d	= 750	1150	altezza utile
Materiali			
R_{ck}	= 35.0	35.0	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	= 29.1	29.1	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	= 1.5	1.5	coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	= 0.9	0.9	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	= 16.5	16.5	resistenza di calcolo a compressione
γ_s	= 1.15	1.15	coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	= 450.0	450.0	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	= 391.3	391.3	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio			
A_{sl}	= 3817.0	3817.0	armatura longitudinale
ρ_l	= 0.00477	0.00318	rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	= 1.5	1.4	
v_{min}	= 0.4	0.3	
σ_{cp}	= 0.3	0.2	tensione media calcestruzzo
$\sigma_{cp,ad}$	= 0.3	0.2	tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
V_{Rd}	= 356.0	439.1	taglio resistente
FS	= 0.7	0.7	
check	= NO	NO	
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio			
\emptyset_w	= 14	14	diametro armatura resistente a taglio
α	= 90.0	90.0	inclinazione armatura

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 81 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

s	=	400	400	interasse armature a taglio
n_{br}	=	2.5	2.5	numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	384.85	384.85	area armatura trasversale posta nell'interasse s
$ctg\Theta (V)$	=	8.9	15.8	
$ctg\Theta$	=	2.5	2.5	
Θ	=	22	22	inclinazione bielle di calcestruzzo
V_{Rsd}	=	635.31	974.14	taglio resistente armatura
α_c	=	1.02	1.01	coefficiente maggiorativo
f_{cd}	=	8.23	8.23	resistenza ridotta
V_{Rcd}	=	4028.7	6146.5	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	635.3	974.1	taglio resistente sezione
Fs	=	1.3	1.5	
check	=	OK	OK	

7.11 VERIFICHE DEL MURO PARAGHIAIA

7.11.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale nelle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO FRONTALE PARAGHIAIA

	Z	H		M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	5.30-9.96	1.2	5 Φ 16 + 0 Φ 0	180	440	2.44	OK momento $M_z=M_{22-}$
Arm X-	5.30-9.96	1.2	5 Φ 16 + 0 Φ 0	180	440	2.44	OK momento $M_z=M_{22+}$

Verifica Momento Orizzontale

	Z	H		M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	5.3-9.3	1.2	5 Φ 16 + 5 Φ 20	800	1114	1.39	OK momento $M_y=M_{11-}$
Arm X-	5.3-9.3	1.2	5 Φ 16 + 0 Φ 0	300	440	1.47	OK momento $M_y=M_{11+}$

7.11.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

sezione di verifica corrispondente a	muro paraghiaia V13max	muro paraghiaia V23max		
Sollecitazioni				
V	=	350	170	kN taglio
N	=	120	120	kN sforzo normale (>0 compressione)
Geometria				
B	=	1000	1000	mm larghezza sezione
H	=	1200	1200	mm altezza sezione
c	=	50	50	mm copriferro

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 82 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

d = 1150 1150 mm altezza utile

Materiali

R_{ck} = 35.0 35.0 MPa resistenza caratteristica cubica
 f_{ck} = 29.1 29.1 MPa resistenza caratteristica cilindrica
 γ_c = 1.5 1.5 coefficiente parziale di sicurezza
 α_{cc} = 0.9 0.9 coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
 f_{cd} = 16.5 16.5 MPa resistenza di calcolo a compressione
 γ_s = 1.15 1.15 coefficiente di sicurezza acciaio
 f_{yk} = 450.0 450.0 MPa tensione caratteristica di snervamento acciaio
 f_{yd} = 391.3 391.3 MPa tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

A_{sl} = 2010.0 2010.0 mm² armatura longitudinale
 ρ_l = 0.00168 0.00168 rapporto geometrico di armatura longitudinale
k = 1.4 1.4
 V_{min} = 0.3 0.3
 σ_{cp} = 0.1 0.1 MPa tensione media calcestruzzo
 $\sigma_{cp,ad}$ = 0.1 0.1 MPa tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
 V_{Rd} = 383.2 383.2 kN taglio resistente
Fs = 1.1 2.3
check = OK OK

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\emptyset_w = 12 12 mm diametro armatura resistente a taglio
 α = 90.0 90.0 ° inclinazione armatura
s = 400 400 mm interasse armature a taglio
 n_{br} = 2.5 2.5 numero bracci armatura trasversale
 A_{sw} = 282.74 282.74 mm² area armatura trasversale posta nell'interasse s
 $ctg\Theta (V)$ = 29.4 60.5
 $ctg\Theta$ = 2.5 2.5
 Θ = 22 22 ° inclinazione bielle di calcestruzzo
 V_{Rsd} = 715.69 715.69 kN taglio resistente armatura
 α_c = 1.01 1.01 coefficiente maggiorativo
 f'_{cd} = 8.23 8.23 MPa resistenza ridotta
 V_{Rcd} = 6121.9 6121.9 kN taglio resistente calcestruzzo
 V_{Rd} = 715.7 715.7 kN taglio resistente sezione
Fs = 2.0 4.2
check = OK OK

7.12 VERIFICHE DEL PLINTO DI FONDAZIONE

7.12.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 83 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

PLINTO DI FONDAZIONE

VERIFICA A PRESSO FLESSIONE

		H		M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS	
				[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm-inf	X-inf	1.8	5 Φ 22	900	1268	1.41	OK momento longitudinale $M_x=M11+$
Arm-sup	X-sup	1.8	5 Φ 18	700	851	1.22	OK momento longitudinale $M_x=M11-$

VERIFICA A PRESSO FLESSIONE

		H		M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS	
				[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm-inf	Y-inf		5 Φ 18	400	852	2.13	OK momento trasversale $M_y=M22+$
Arm-sup	Y-sup		5 Φ 20	800	1049	1.31	OK momento trasversale $M_y=M22-$

7.12.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

sezione di verifica corrispondente a	plinto V13max	plinto V23max		
Sollecitazioni				
V	= 500	500	kN	taglio
N	= 0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria				
B	= 1000	1000	mm	larghezza sezione
H	= 1800	1800	mm	altezza sezione
c	= 50	50	mm	copriferro
d	= 1750	1750	mm	altezza utile
Materiali				
R_{ck}	= 30.0	30.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	= 24.9	24.9	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	= 1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	= 0.9	0.9		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	= 14.1	14.1	MPa	resistenza di calcolo a compressione
γ_s	= 1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	= 450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	= 391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio				
A_{sl}	= 3801.0	3801.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ_l	= 0.00211	0.00211		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	= 1.3	1.3		
v_{min}	= 0.3	0.3		
σ_{cp}	= 0.0	0.0	MPa	tensione media calcestruzzo
$\sigma_{cp,ad}$	= 0.0	0.0	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
V_{Rd}	= 488.6	488.6	kN	taglio resistente
Fs	= 1.0	1.0		
check	= NO	NO		

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 84 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	400	400	mm	interasse armature a taglio
n_{br}	=	2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	282.74	282.74	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
$ctg\Theta$ (V)	=	40.0	40.0		
$ctg\Theta$	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V_{Rsd}	=	1089.10	1089.10	kN	taglio resistente armatura
α_c	=	1.00	1.00		coefficiente maggiorativo
f_{cd}	=	7.06	7.06	MPa	resistenza ridotta
V_{Rcd}	=	7936.9	7936.9	kN	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	1089.1	1089.1	kN	taglio resistente sezione
Fs	=	2.2	2.2		
check	=	OK	OK		

7.13 SPALLA SPC_SX (SVINCOLO)

La fondazione della spalla in esame ha dimensioni in pianta di 10 m x 11.70 m, altezza di 1.80 m ed è fondata su 9 pali di diametro $\varnothing 1200$ e lunghezza 22 m. Il muro frontale ha invece un' altezza di 3.5m ed è stato assunto uno spessore di 2 m.

Per le dimensioni geometriche degli altri elementi strutturali che compongono la spalla si rimanda agli elaborati grafici.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato eseguito schematizzando gli elementi strutturali, plinto di fondazione, muro frontale, muro paraghiaia e muri laterali, come piastre rettangolari, con il plinto vincolato mediante appoggi in corrispondenza 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. Il modello numerico è composto da n. 1302 elementi finiti di tipo shell e da n. 1437 nodi. Gli elementi shell impiegati sono di tipo quadrangolare a quattro nodi e tutti includono gli effetti della deformabilità a taglio (formulazione di *Mindlin-Reissner*).

Nelle seguenti figure si illustrano la geometria del modello e la sua schematizzazione numerica.

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: **Busita III**

Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX

Pagina 85 di 131

Nome file:
VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

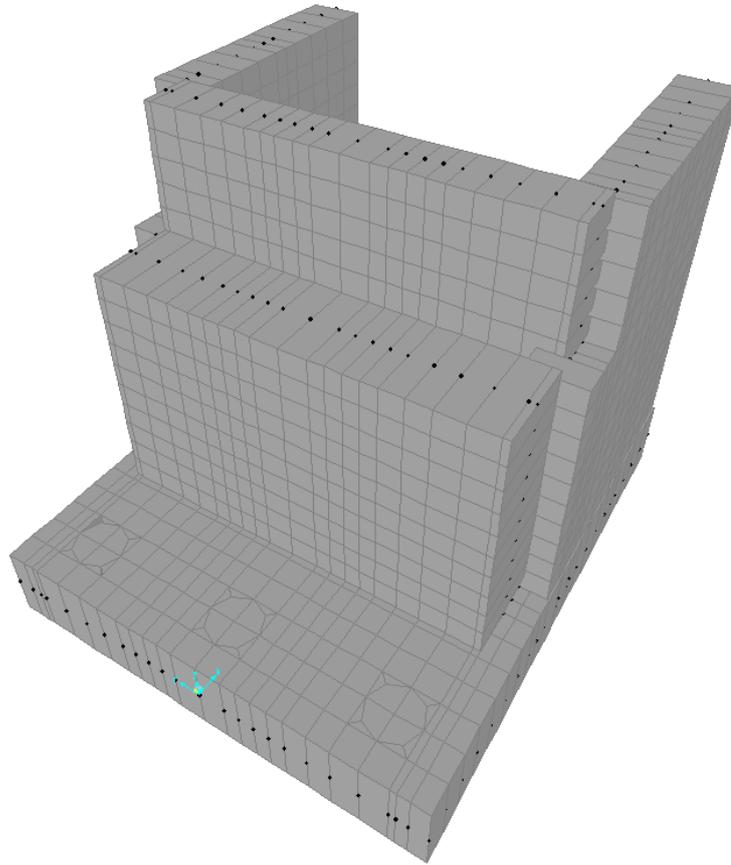


Figura 28: Modello agli elementi finiti Spalla SPC_dx

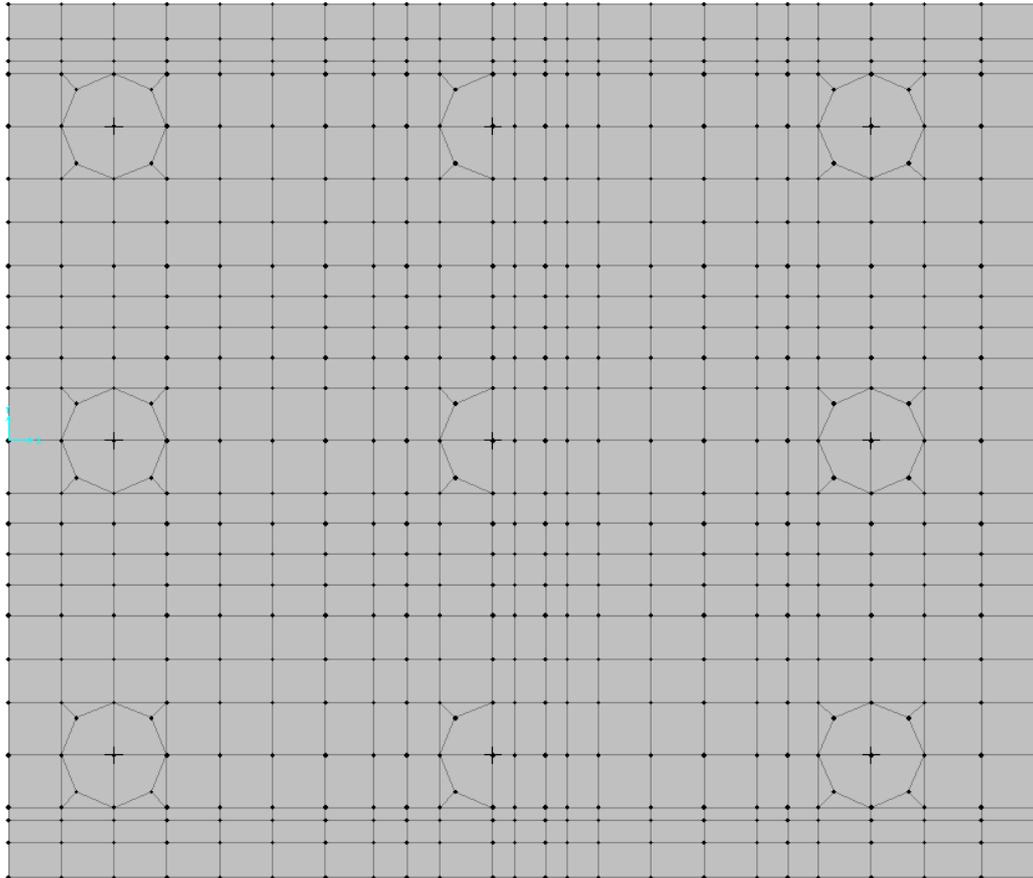


Figura 29: Zattera di fondazione

7.14 ANALISI DEI CARICHI

La spalla risulta sollecitata da forze concentrate trasmesse dall'impalcato in corrispondenza degli appoggi. 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 delle sollecitazioni trasmesse alla palificata.

- g1-imp = peso proprio impalcato
- g1-sp = peso proprio spalla
- g2-imp = permanenti portati su impalcato
- g2-sp = terreno su plinto spalla
- g3-sp = spinta del terreno su spalla
- e2-imp = ritiro
- e3-imp = carico termico differenziale
- q1.1-imp = carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
- q1.2-imp = carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
- q1t-sp = effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
- q3-imp = frenatura su impalcato
- q4-imp = azione centrifuga su impalcato
- q5-imp = azione del vento trasversale su impalcato
- q6.1x-imp = sisma 1 impalcato
- q6.1y-imp = sisma 2 impalcato

- q6.1z-imp = sisma 3 impalcato
- q6.1x-sp = incremento di spinta terreno in fase sismica
- q6.2x-sp = forze d'inerzia longitudinali
- q6.2y-sp = forze d'inerzia trasversali
- q6.2z-sp = forze d'inerzia verticali
- q7-imp = azione parassita dei vincoli

7.15 VERIFICHE DEL MURO FRONTALE

7.15.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

. Nelle seguenti figure si rappresentano gli involuipi massimi e minimi del momento flettente orizzontale (M_{11}) e verticale (M_{22}).

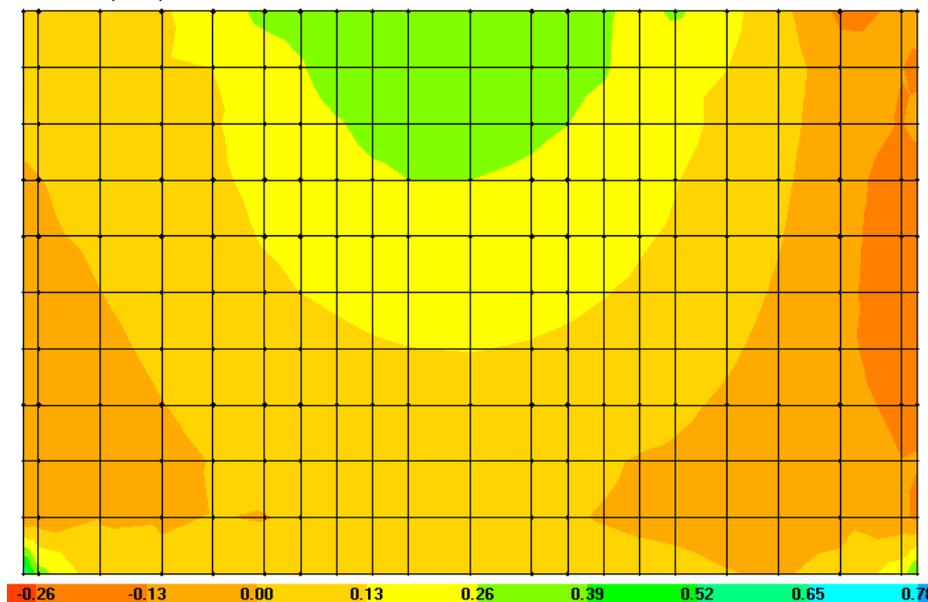


Figura 30: Involuppo Momento M11

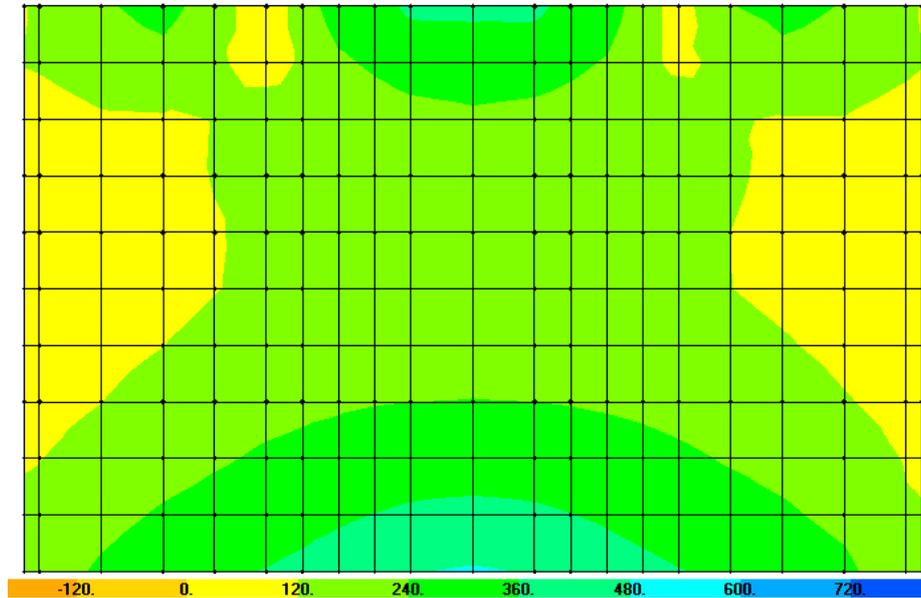


Figura 31: involuppo Momento M22

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO FRONTALE

Verifica verticale

	Z	H		M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	0-3.5	2	5 Φ 16	600	940	1.57	OK momento verticale $M_z=M22-$
Arm X-	0-3.5	2	5 Φ 16	600	940	1.57	OK momento verticale $M_z=M22+$

Verifica momento orizzontale

	Z	H		M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	0-3.5	2	5 Φ 16	500	753	1.51	OK momento orizzontale $M_y=M11-$
Arm X-	0-3.5	2	5 Φ 16	400	753	1.88	OK momento orizzontale $M_y=M11+$

7.15.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

sezione di verifica corrispondente a		muro frontale V13max	muro frontale V23max		
Sollecitazioni					
V	=	400	200	kN	taglio
N	=	270	270	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 89 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	2000	2000	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	1950	1950	mm	altezza utile

Materiali

R_{ck}	=	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.9	0.9		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
γ_s	=	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

A_{sl}	=	2010	2010	mm ²	armatura longitudinale
ρ_l	=	0.00101	0.00101		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.3	1.3		
v_{min}	=	0.3	0.3		
σ_{cp}	=	0.1	0.1	MPa	tensione media calcestruzzo
$\sigma_{cp,ad}$	=	0.1	0.1	MPa	tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
V_{Rd}	=	597.5	597.5	kN	taglio resistente
Fs	=	1.5	3.0		
check	=	OK	OK		

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	400	400	mm	interasse armature a taglio
n_{br}	=	2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	282.74	282.74	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
$ctg\Theta (V)$	=	72.8	145.6		
$ctg\Theta$	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V_{Rsd}	=	1213.57	1213.57	kN	taglio resistente armatura
α_c	=	1.01	1.01		coefficiente maggiorativo
f'_{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V_{Rcd}	=	10402.6	10402.6	kN	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	1213.6	1213.6	kN	taglio resistente sezione
Fs	=	3.0	6.1		
check	=	OK	OK		

7.16 VERIFICHE DEI MURI LATERALI

7.16.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 90 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO LATERALE

		Z		H		Verifica Momento Verticale			
		[m]	[m]	[m]	[m]	M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS	
						[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm Y+	5.30- 8.00m	0.8	5 Φ 16	+	5 Φ 22	800	806	1.01	OK momento verticale $Mz+=M22+$
Arm Y-	5.30- 8.00m	0.8	5 Φ 16	+	0 Φ 0	200	284	1.42	OK momento verticale $Mz-=M22-$

		Z		H		Verifica Momento Orizzontale			
		[m]	[m]	[m]	[m]	M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS	
						[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm Y+	5.30- 8.00m	0.8	5 Φ 22	+	0 Φ 0	500	533	1.07	OK momento orizzontale $Mx+=M11+$
Arm Y-	5.30- 8.00m	0.8	5 Φ 16	+	0 Φ 0	150	285	1.90	OK momento orizzontale $Mx-=M11-$

7.16.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

sezione di verifica corrispondente a		muri laterali V13max	muri laterali V23max		
Sollecitazioni					
V	=	400	570	kN	taglio
N	=	150	150	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	800	800	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	750	750	mm	altezza utile
Materiali					
R_{ck}	=	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.9	0.9		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
γ_s	=	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio					
A_{sl}	=	2010.0	2010.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ_l	=	0.00251	0.00251		rapporto geometrico di armatura longitudinale

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 91 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

k	=	1.5	1.5	
V _{min}	=	0.4	0.4	
σ _{cp}	=	0.2	0.2	MPa tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	=	0.2	0.2	MPa tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
V _{Rd}	=	285.8	285.8	kN taglio resistente
Fs	=	0.7	0.5	
check	=	NO	NO	

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

Ø _w	=	14	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	200	200	mm	interasse armature a taglio
n _{br}	=	2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A _{sw}	=	384.85	384.85	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
ctgΘ (V)	=	11.1	7.8		
ctgΘ	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V _{Rsd}	=	1270.62	1270.62	kN	taglio resistente armatura
α _c	=	1.01	1.01		coefficiente maggiorativo
f' _{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V _{Rcd}	=	4013.6	4013.6	kN	taglio resistente calcestruzzo
V _{Rd}	=	1270.6	1270.6	kN	taglio resistente sezione
Fs	=	3.2	2.2		
check	=	OK	OK		

7.17 VERIFICHE DEL MURO PARAGHIAIA

7.17.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale nelle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO FRONTALE PARAGHIAIA

	Z	H		M _{Sd} ^{sup}	M _{Rd} ^{sup}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	5.30-8.00m	1.2	5 Φ 14 + 0 Φ 0	200	338	1.69	OK momento Mz=M22-
Arm X-	5.30-8.00m	1.2	5 Φ 14 + 0 Φ 0	200	338	1.69	OK momento vMz=M22+

Verifica Momento Verticale

M_{Sd}^{sup} M_{Rd}^{sup} FS
[kNm/m] [kNm/m]

Verifica Momento Orizzontale

	Z	H		M _{Sd} ^{inf}	M _{Rd} ^{inf}	FS	
	[m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	5.30-8.00m	1.2	5 Φ 20 + 0 Φ 0	600	684	1.14	OK momento My=M11-
Arm X-	5.30-8.00m	1.2	5 Φ 14 + 0 Φ 0	250	338	1.35	OK momento My=M1+

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 92 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

7.17.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

sezione di verifica corrispondente a	muro paraghiaia	muro paraghiaia		
	V13max	V23max		
Sollecitazioni				
V	= 300	200	kN	taglio
N	= 80	80	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria				
B	= 1000	1000	mm	larghezza sezione
H	= 1200	1200	mm	altezza sezione
c	= 50	50	mm	copriferro
d	= 1150	1150	mm	altezza utile
Materiali				
R _{ck}	= 35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	= 29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	= 1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	= 0.9	0.9		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	= 16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
γ _s	= 1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f _{yk}	= 450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	= 391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio				
A _{sl}	= 1539.0	1539.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	= 0.00128	0.00128		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	= 1.4	1.4		
v _{min}	= 0.3	0.3		
σ _{cp}	= 0.1	0.1	MPa	tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	= 0.1	0.1	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
V _{Rd}	= 377.4	377.4	kN	taglio resistente
F _s	= 1.3	1.9		
check	= OK	OK		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio				
Ø _w	= 12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	= 90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	= 400	400	mm	interasse armature a taglio
n _{br}	= 2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A _{sw}	= 282.74	282.74	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
ctgΘ (V)	= 34.2	51.3		
ctgΘ	= 2.5	2.5		
Θ	= 22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V _{Rsd}	= 715.69	715.69	kN	taglio resistente armatura
α _c	= 1.00	1.00		coefficiente maggiorativo
f' _{cd}	= 8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V _{Rcd}	= 6109.6	6109.6	kN	taglio resistente calcestruzzo

V_{Rd} = 715.7 715.7 kN taglio resistente sezione
Fs = 2.4 3.6
check = OK OK

7.18 VERIFICHE DEL PLINTO DI FONDAZIONE

7.18.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Nelle seguenti figure si rappresentano gli involuipi massimi e minimi del momento flettente orizzontale (M_{11}) e verticale (M_{22}).

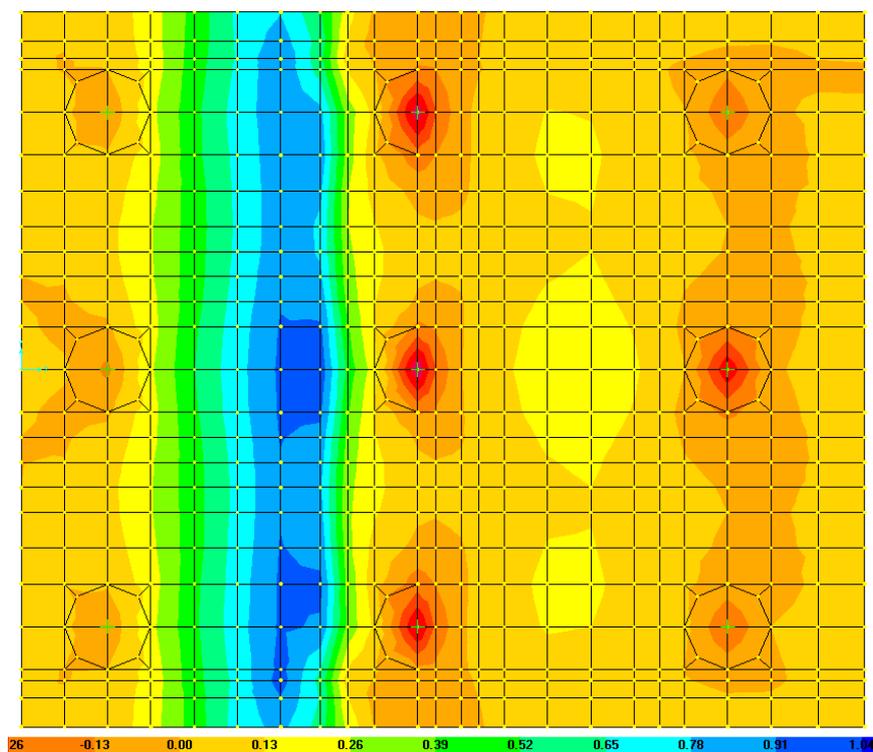


Figura 32: Involuppo Momento M11

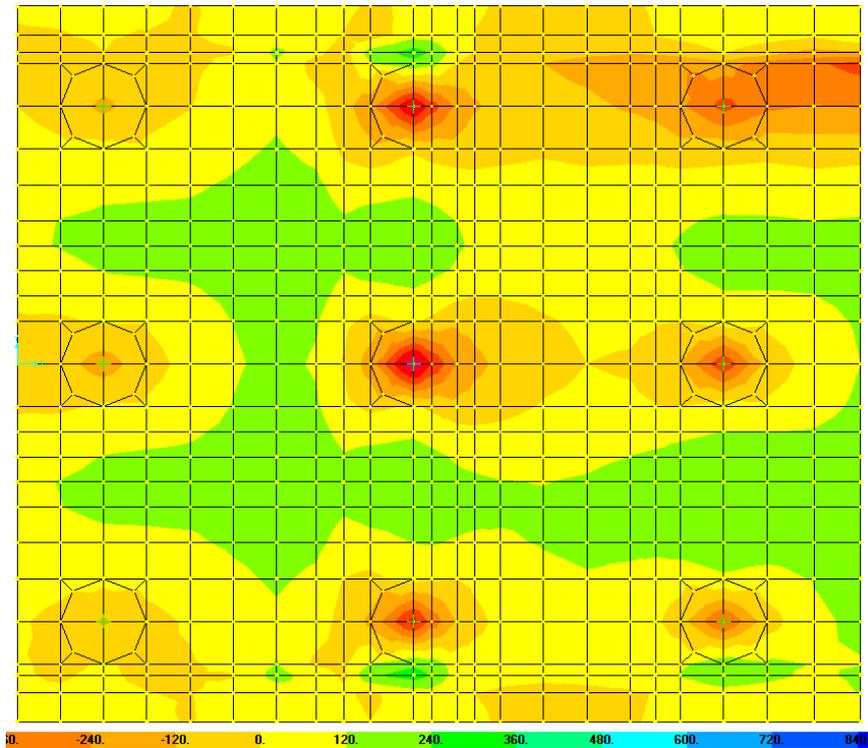


Figura 33: Involupto Momento M22

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

PLINTO DI FONDAZIONE

Verifica Momento Longitudinale

		H		M_{Sd}^{sup} [kNm/m]	M_{Rd}^{sup} [kNm/m]	FS	
Arm-inf	X-inf	1.8	5 Φ 20	900	1049	1.17	OK momento longitudinale Mx=M11+
Arm-sup	X-sup	1.8	5 Φ 18	500	852	1.70	OK momento longitudinale Mx=-M11-

Verifica Momento Trasversale

		H		M_{Sd}^{inf} [kNm/m]	M_{Rd}^{inf} [kNm/m]	FS	
Arm-inf	Y-inf		5 Φ 18	300	852	2.84	OK momento trasversale My=M22+
Arm-sup	Y-sup		5 Φ 20	1000	1049	1.05	OK momento trasversale My=M22-

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 95 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

7.18.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

sezione di verifica corrispondente a	plinto V13max	plinto V23max		
Sollecitazioni				
V	= 1200	700	kN	taglio
N	= 0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria				
B	= 1000	1000	mm	larghezza sezione
H	= 1800	1800	mm	altezza sezione
c	= 50	50	mm	copriferro
d	= 1750	1750	mm	altezza utile
Materiali				
R _{ck}	= 30.0	30.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	= 24.9	24.9	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	= 1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	= 0.9	0.9		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	= 14.1	14.1	MPa	resistenza di calcolo a compressione
γ _s	= 1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f _{yk}	= 450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	= 391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio				
A _{sl}	= 2843.0	2843.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	= 0.00158	0.00158		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	= 1.3	1.3		
v _{min}	= 0.3	0.3		
σ _{cp}	= 0.0	0.0	MPa	tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	= 0.0	0.0	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2f _{cd})
V _{Rd}	= 473.1	473.1	kN	taglio resistente
F _s	= 0.4	0.7		
check	= NO	NO		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio				
∅ _w	= 14	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	= 90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	= 400	400	mm	interasse armature a taglio
n _{br}	= 2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A _{sw}	= 384.85	384.85	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
ctg∅ (V)	= 16.6	28.5		
ctg∅	= 2.5	2.5		
∅	= 22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V _{Rsd}	= 1482.39	1482.39	kN	taglio resistente armatura
α _c	= 1.00	1.00		coefficiente maggiorativo
f _{cd}	= 7.06	7.06	MPa	resistenza ridotta

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 96 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

V_{Rcd}	=	7936.9	7936.9	kN	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	1482.4	1482.4	kN	taglio resistente sezione
F_s	=	1.2	2.1		
check	=	OK	OK		

8 VERIFICA DELLE SPALLE AGLI STATI LIMITE DI FESSURAZIONE

La verifica allo stato limite di fessurazione viene eseguito attraverso il calcolo elastico della sezione, se la l'eccentricità dovuta ai carichi esterni risulta interno al nocciolo centrale di inerzia della sezione omogeneizzata allora la sezione è tutta compressa e la verifica è soddisfatta..

Se invece la sezione risulta parzializzata allora si procede al calcolo del momento di prima fessurazione se quest'ultimo risulta maggiore del momento di progetto la verifica è soddisfatta altrimenti si procede al calcolo

8.1 COMBINAZIONI DI CARICO SLE

Matrice coefficienti di combinazione dei carichi_ SLE comb.frequente								
	S.L.E. F1	S.L.E. F2	S.L.E. F3	S.L.E. F4	S.L.E. F5	S.L.E. F6	S.L.E. F7	S.L.E. F8
g1-imp	1	1	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
e2-imp	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
q1.1-imp	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75
q1t-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

Matrice coefficienti di combinazione dei carichi_ sle quasi permanente		
	S.L.E. QP1	S.L.E. QP2
g1-imp	1	1
g1-sp	1	1
g2-imp	1	1
g2-sp	1	1
g3-sp	1	1
e2-imp	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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 97 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

e3-imp	0.50	-0.50
q1.1-imp	0	0
q1.2-imp	0	0
q1t-sp	0	0
q3-imp	0	0
q4-imp	0	0
q5-imp	0	0
q6.1x-imp	0	0
q6.1y-imp	0	0
q6.1z-imp	0	0
q6.1x-sp	0	0
q6.2x-sp	0	0
q6.2y-sp	0	0
q6.2z-sp	0	0
q7-imp	0.60	0.60

8.2 SPALLA A_DX

8.2.1 Plinto di fondazione

Condizioni ambientali: **ordinarie**

Armature: **Poco sensibili**

8.2.1.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE		
Materiali							
Rck	=	30	30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	24.90	24.90	24.90	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	32.90	32.90	32.90	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.56	2.56	2.56	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	1.79	1.79	1.79	1.79	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{cfm}	=	2.15	2.15	2.15	2.15	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ _t	=	2.13	2.13	2.13	2.13	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls tesò
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1800	1800	1800	1800	mm	altezza sezione
Armatura							
n ₁	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø ₁	=	20	18	18	20	mm	diametro tondini inferiori
d ₁	=	1750	1750	1750	1750	mm	distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1571	1272	1272	1571	mm ²	area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
Ø ₂	=	18	20	20	18	mm	diametro tondini superiori

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 98 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1272	1571	1571	1272	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	600.0	200.0	180.0	200.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A_{cls}	=	1800000	1800000	1800000	1800000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2843.1	2843.1	2843.1	2843.1	mm ²	area armatura
A_{id}	=	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	902.1	897.9	897.9	902.1	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	5.17E+11	5.17E+11	5.17E+11	5.17E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	529.6	529.6	529.6	529.6	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	589.7	587.0	587.0	589.7	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y_n	=	-315.76	-370.02	220.57	274.83	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	9.26E+10	7.30E+10	4.89E+10	5.92E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	-5800706.12	18100391.58	-843999.04	7299148.32	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		
Tensioni nei materiali							
σ_c	=	2.05	1.01	-0.81	-0.93	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	200.8	87.1	84.4	74.8	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M_{fess}	=	1226.9	1221.3	1221.3	1226.9	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	2.04	6.11	6.79	6.13		check1

8.2.1.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb.	comb.	comb.	comb.		
		QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.		
Materiali							
Rck	=	30	30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.90	24.90	24.90	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	32.90	32.90	32.90	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.56	2.56	2.56	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice

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: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 99 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

f_{ctk}	=	17.9	17.9	17.9	17.9	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{cfm}	=	2.19	2.19	2.19	2.19	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.13	2.13	2.13	2.13	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1800	1800	1800	1800	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	20	18	18	20	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	1750	1750	1750	1750	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1571	1272	1272	1571	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	18	20	20	18	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1272	1571	1571	1272	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	450.0	150.0	160.0	150.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità
A_{cls}	=	1800000	1800000	1800000	1800000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2843.1	2843.1	2843.1	2843.1	mm ²	area armatura
A_{id}	=	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	902.1	897.9	897.9	902.1	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	5.17E+11	5.17E+11	5.17E+11	5.17E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	529.6	529.6	529.6	529.6	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	589.7	587.0	587.0	589.7	mm	quota punto di nocciolo superiore
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y_n	=	220.57	274.83	220.57	274.83	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	5.92E+10	4.96E+10	4.89E+10	5.92E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	-8454507.25	14909656.53	-843999.04	7299148.32	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		
Tensioni nei materiali							
σ_c	=	-1.68	-0.83	-0.72	-0.70	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 100 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

σ_s = 174.2 66.9 75.1 56.1 MPa tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess} = 1226.9 1221.3 1221.3 1226.9 kNm momento limite di apertura fessure

M_{fess} / M = 2.73 8.14 7.63 8.18 check1

8.2.2 Muro Frontale

Condizioni ambientali: **Aggressive**

Armature: **Poco sensibili**

8.2.2.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{ctm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	2000	2000	2000	2000	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	16	16	16	16	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	1950	1950	1950	1950	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1005	1005	1005	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	16	16	16	16	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1005	1005	1005	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	140.0	200.0	200.0	450.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	150.0	150.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	1333	3000	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A_{cls}	=	2000000	2000000	2000000	2000000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2010.6	2010.6	2010.6	2010.6	mm ²	area armatura
A_{id}	=	2.03E+06	2.03E+06	2.03E+06	2.03E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore

<p style="text-align: center;">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</p>	Opera: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 101 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

J_{id}	=	6.94E+11	6.94E+11	6.94E+11	6.94E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	584.6	584.6	584.6	584.6	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	658.2	658.2	658.2	658.2	mm	quota punto di nocciolo superiore

Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione

$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

	parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata
--	---------------	---------------	---------------	---------------

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	217.28	217.28	446.92	361.12	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	4.91E+10	4.91E+10	6.62E+10	5.52E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	83190626.20	45936674.95	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	1290620830	-53235473608		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.62	-0.88	-1.35	-2.94	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	74.1	105.8	68.1	194.2	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1639.3	1639.3	1690.6	1690.6	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	11.71	8.20	8.45	3.76		check1

8.2.2.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

	comb.	comb.	comb.	comb.
	QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.

Materiali

R_{ck}	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{cfm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso

Geometria

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	2000	2000	2000	2000	mm	altezza sezione

Armatura

n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\emptyset_1	=	16	16	16	16	mm	diametro tondini inferiori

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: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 102 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

d_1	=	1950	1950	1950	1950	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1005	1005	1005	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	16	16	16	16	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1005	1005	1005	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	200.0	100.0	220.0	350.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	150.0	150.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	1467	2333	mm	eccentricità
A_{cls}	=	2000000	2000000	2000000	2000000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2010.6	2010.6	2010.6	2010.6	mm ²	area armatura
A_{id}	=	2.03E+06	2.03E+06	2.03E+06	2.03E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	6.94E+11	6.94E+11	6.94E+11	6.94E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	584.6	584.6	584.6	584.6	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	658.2	658.2	658.2	658.2	mm	quota punto di nocciolo superiore
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

	parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata
--	---------------	---------------	---------------	---------------

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	217.28	217.28	211.68	393.31	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	4.91E+10	4.91E+10	4.91E+10	5.86E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	-1371402.76	59047729.37	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	50053172899	-43354243331		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.88	-0.44	-0.95	-2.35	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	105.8	52.9	116.8	139.5	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1639.3	1639.3	1690.6	1690.6	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	8.20	16.39	7.68	4.83		check1

8.2.3 Muro Paragliaia

Condizioni ambientali: **Aggressive**

Armature: **Poco sensibili**

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 103 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

8.2.3.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	
Geometria						
B	=	1000	1000	1000	1000	base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	altezza sezione
Armatura						
n ₁	=	5	5	5	5	n. tondini inferiori
Ø ₁	=	14	20	14	14	diametro tondini inferiori
d ₁	=	1150	1150	1150	1150	distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	770	1571	770	770	area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5	n. tondini superiori
Ø ₂	=	20	14	14	14	diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1571	770	770	770	area armatura superiore
Sollecitazioni						
M	=	50.0	440.0	50.0	120.0	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione						
A _{cls}	=	1200000	1200000	1200000	1200000	area calcestruzzo
A _s	=	2340.5	2340.5	1539.4	1539.4	area armatura
A _{id}	=	1.24E+06	1.24E+06	1.22E+06	1.22E+06	area sezione ideale
d _G	=	594.6	605.4	600.0	600.0	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	1.55E+11	1.55E+11	1.51E+11	1.51E+11	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	353.8	353.8	351.3	351.3	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	387.9	394.9	394.3	394.3	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione						
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	area armatura
A _{id,t}	=	-	-	-	-	area sezione ideale
d _{G,t}	=	-	-	-	-	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id,t}	=	-	-	-	-	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id,t}	=	-	-	-	-	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,i}	=	-	-	-	-	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione						
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata	
Caratteristiche sezione parzializzata						
Y _n	=	154.99	219.05	162.46	162.46	distanza asse neutro da lembo compresso
J _n	=	1.29E+10	2.43E+10	1.28E+10	1.28E+10	momento d'inerzia sezione parzializzata
S _n	=	2997156.22	4008854.60	3092814.81	3092814.81	momento statico sezione parzializzata
f(Y _n)=0	=	-	-	-	-	
Tensioni nei materiali						
σ _c	=	-0.60	-3.97	-0.63	-1.52	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ _s	=	57.7	253.3	57.7	138.5	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 104 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	603.3	614.2	594.5	594.5	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	12.07	1.40	11.89	4.95	check1

8.2.3.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	
Materiali						
R _{ck}	=	35	35	35	35	MPa resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{ctm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa resistenza media a trazione per flessione
σ _t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15	coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00	coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria						
B	=	1000	1000	1000	1000	mm base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	mm altezza sezione
Armatura						
n ₁	=	5	5	5	5	n. tondini inferiori
Ø ₁	=	14	20	14	14	mm diametro tondini inferiori
d ₁	=	1150	1150	1150	1150	mm distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	770	1571	770	770	mm ² area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5	n. tondini superiori
Ø ₂	=	20	14	14	14	mm diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1571	770	770	770	mm ² area armatura superiore
Sollecitazioni						
M	=	50.0	300.0	50.0	90.0	kNm Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm eccentricità
A _{cls}	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm ² area calcestruzzo
A _s	=	2340.5	2340.5	1539.4	1539.4	mm ² area armatura
A _{id}	=	1.24E+06	1.24E+06	1.22E+06	1.22E+06	mm ² area sezione ideale
d _G	=	594.6	605.4	600.0	600.0	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	1.55E+11	1.55E+11	1.51E+11	1.51E+11	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	353.8	353.8	351.3	351.3	mm raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	387.9	394.9	394.3	394.3	mm quota punto di nocciolo superiore
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ² area calcestruzzo teso omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	mm ² area armatura
A _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ² area sezione ideale
d _{G,t}	=	-	-	-	-	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 105 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	154.99	219.05	162.46	162.46	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	1.29E+10	2.43E+10	1.28E+10	1.28E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	2997156.22	4008854.60	3092814.81	3092814.81	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.60	-2.71	-0.63	-1.14	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	57.7	172.7	57.7	103.9	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	603.3	614.2	594.5	594.5	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	12.07	2.05	11.89	6.61		check1

8.2.4 Muri Laterali

Condizioni ambientali: **Aggressive**

Armature: **Poco sensibili**

8.2.4.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb.	comb.	comb.	comb.		
		FREQUENTE	FREQUENTE	FREQUENTE	FREQUENTE		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{cfm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	800	800	800	800	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	16	22	16	22	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	750	750	750	750	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1901	1005	1901	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori

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: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 106 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

\varnothing_2	=	22	16	22	16	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1901	1005	1901	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	150.0	150.0	230.0	260.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	200.0	200.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	1150	1300	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A_{cls}	=	800000	800000	800000	800000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2906.0	2906.0	2906.0	2906.0	mm ²	area armatura
A_{id}	=	8.44E+05	8.44E+05	8.44E+05	8.44E+05	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	394.4	405.6	394.4	405.6	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	4.80E+10	4.80E+10	4.80E+10	4.80E+10	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	238.5	238.5	238.5	238.5	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	254.2	261.4	254.2	261.4	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y_n	=	124.05	157.17	181.14	214.00	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	6.70E+09	1.15E+10	7.35E+09	1.19E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	366404.29	-2933304.14	11565534.26	10088939.07	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-3417903406	624050036		
Tensioni nei materiali							
σ_c	=	-2.78	-2.05	-5.67	-4.69	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	210.2	116.1	267.0	176.2	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M_{fess}	=	279.5	287.4	307.5	316.2	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	1.86	1.92	1.34	1.22		check1

8.2.4.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	
Materiali						
Rck	=	35	35	35	35	MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa resistenza cilindrica media

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: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 107 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{cfm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso

Geometria

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	800	800	800	800	mm	altezza sezione

Armatura

n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	16	22	16	22	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	750	750	750	750	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1901	1005	1901	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	22	16	22	16	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1901	1005	1901	1005	mm ²	area armatura superiore

Sollecitazioni

M	=	130.0	120.0	75.0	220.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	100.0	100.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	750	2200	mm	eccentricità
A_{cls}	=	800000	800000	800000	800000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2906.0	2906.0	2906.0	2906.0	mm ²	area armatura
A_{id}	=	8.44E+05	8.44E+05	8.44E+05	8.44E+05	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	394.4	405.6	394.4	405.6	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	4.80E+10	4.80E+10	4.80E+10	4.80E+10	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	238.5	238.5	238.5	238.5	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	254.2	261.4	254.2	261.4	mm	quota punto di nocciolo superiore
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	157.66	200.51	211.95	194.52	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	6.93E+09	1.16E+10	8.29E+09	1.16E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	6564538.25	6705898.13	18965764.10	5261626.90	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-2370679905	1070927002		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-2.96	-2.07	-1.92	-3.70	MPa	tensione nel lembo più compresso del
------------	---	-------	-------	-------	-------	-----	--------------------------------------

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 108 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

σ_s	=	166.7	85.0	73.0	158.5	MPa	cls calcolata nella sezione fessurata tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M_{fess}	=	279.5	287.4	293.5	301.8	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	2.15	2.39	3.91	1.37		check1

8.3 SPALLA B_DX

8.3.1 Plinto di fondazione

Condizioni ambientali: **ordinarie**

Armature: **Poco sensibili**

8.3.1.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE		
Materiali							
Rck	=	30	30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.90	24.90	24.90	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	32.90	32.90	32.90	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.56	2.56	2.56	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.79	1.79	1.79	1.79	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{cfm}	=	2.15	2.15	2.15	2.15	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.13	2.13	2.13	2.13	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1800	1800	1800	1800	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	18	22	20	18	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	1750	1750	1750	1750	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1272	1901	1571	1272	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	22	18	18	20	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1901	1272	1272	1571	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	395.0	210.0	275.0	285.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A_{cls}	=	1800000	1800000	1800000	1800000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	3173.0	3173.0	2843.1	2843.1	mm ²	area armatura
A_{id}	=	1.85E+06	1.85E+06	1.84E+06	1.84E+06	mm ²	area sezione ideale

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: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 109 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

d_G	=	895.7	904.3	902.1	897.9	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	5.20E+11	5.20E+11	5.17E+11	5.17E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	530.7	530.7	529.6	529.6	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	584.2	589.9	589.7	587.0	mm	quota punto di nocciolo superiore

Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione

$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	-315.76	-370.02	250.94	223.76	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	7.48E+10	1.15E+11	5.90E+10	4.89E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	1.67	0.68	-1.17	-1.30	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	163.7	58.3	104.8	133.4	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1226.6	1238.5	1226.9	1221.3	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	3.11	5.90	4.46	4.29		check1

8.3.1.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.		
Materiali							
R_{ck}	=	30	30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.90	24.90	24.90	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	32.90	32.90	32.90	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.56	2.56	2.56	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	17.9	17.9	17.9	17.9	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{cfm}	=	2.19	2.19	2.19	2.19	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.13	2.13	2.13	2.13	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1800	1800	1800	1800	mm	altezza sezione
Armatura							

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: Busita III	
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX	
	Pagina 110 di 131	
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc	

n_1	=	5	5	5	5	n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	18	22	20	18	mm diametro tondini inferiori
d_1	=	1750	1750	1750	1750	mm distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1272	1901	1571	1272	mm ² area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5	n. tondini superiori
\varnothing_2	=	22	18	18	20	mm diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1901	1272	1272	1571	mm ² area armatura superiore
Sollecitazioni						
M	=	300.0	165.0	275.0	350.0	kNm Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm eccentricità
A_{cls}	=	1800000	1800000	1800000	1800000	mm ² area calcestruzzo
A_s	=	3173.0	3173.0	2843.1	2843.1	mm ² area armatura
A_{id}	=	1.85E+06	1.85E+06	1.84E+06	1.84E+06	mm ² area sezione ideale
d_G	=	895.7	904.3	902.1	897.9	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	5.20E+11	5.20E+11	5.17E+11	5.17E+11	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	530.7	530.7	529.6	529.6	mm raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	584.2	589.9	589.7	587.0	mm quota punto di nocciolo superiore
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ² area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ² area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ² area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	220.57	274.83	250.94	223.76	mm distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	4.90E+10	6.99E+10	5.90E+10	4.89E+10	mm ⁴ momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³ momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-	

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-1.35	-0.65	-1.17	-1.60	MPa tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	140.3	52.2	104.8	163.8	MPa tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1226.6	1238.5	1226.9	1221.3	kNm momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	4.09	7.51	4.46	3.49	check1

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 111 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

8.3.2 Muro Frontale

Condizioni ambientali: **Aggressive**

Armature: **Poco sensibili**

8.3.2.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	
Materiali						
Rck	=	35	35	35	35	MPa resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{ctm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa resistenza media a trazione per flessione
σ _t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15	coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00	coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria						
B	=	1000	1000	1000	1000	mm base sezione
H	=	2000	2000	2000	2000	mm altezza sezione
Armatura						
n ₁	=	5	5	5	5	n. tondini inferiori
Ø ₁	=	16	16	16	22	mm diametro tondini inferiori
d ₁	=	1950	1950	1950	1950	mm distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1005	1005	1005	1901	mm ² area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5	n. tondini superiori
Ø ₂	=	16	16	22	16	mm diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1005	1005	1901	1005	mm ² area armatura superiore
Sollecitazioni						
M	=	215.0	550.0	240.0	420.0	kNm Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	300.0	300.0	KN Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	800	1400	mm eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione						
A _{cls}	=	2000000	2000000	2000000	2000000	mm ² area calcestruzzo
A _s	=	2010.6	2010.6	2906.0	2906.0	mm ² area armatura
A _{id}	=	2.03E+06	2.03E+06	2.04E+06	2.04E+06	mm ² area sezione ideale
d _G	=	1000.0	1000.0	993.8	1006.2	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	6.94E+11	6.94E+11	7.06E+11	7.06E+11	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	584.6	584.6	587.7	587.7	mm raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	658.2	658.2	650.5	658.6	mm quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione						
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ² area calcestruzzo teso omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	mm ² area armatura

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 112 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	217.28	217.28	860.81	554.86	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	4.91E+10	4.91E+10	2.49E+11	1.16E+11	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	377191366.25	121774612.38	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.95	-2.43	-0.83	-2.00	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	113.8	291.0	15.7	75.6	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1639.3	1639.3	1760.4	1782.5	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	7.62	2.98	7.33	4.24		check1

8.3.2.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{ctm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	2000	2000	2000	2000	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	16	16	16	22	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	1950	1950	1950	1950	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1005	1005	1901	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	16	16	22	16	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 113 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

A_{s2}	=	1005	1005	1901	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	170.0	450.0	225.0	410.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	350.0	350.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	643	1171	mm	eccentricità
A_{cls}	=	2000000	2000000	2000000	2000000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2010.6	2010.6	2906.0	2906.0	mm ²	area armatura
A_{id}	=	2.03E+06	2.03E+06	2.04E+06	2.04E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	1000.0	1000.0	993.8	1006.2	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	6.94E+11	6.94E+11	7.06E+11	7.06E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	584.6	584.6	587.7	587.7	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	658.2	658.2	650.5	658.6	mm	quota punto di nocciolo superiore
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	217.28	217.28	1190.85	635.92	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	4.91E+10	4.91E+10	6.09E+11	1.40E+11	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	730134953.43	173566011.32	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.75	-1.99	-0.44	-1.86	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	90.0	238.1	4.2	57.7	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1639.3	1639.3	1777.6	1799.9	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	9.64	3.64	7.90	4.39		check1

8.3.3 Muro Paragliaia

Condizioni ambientali: **Aggressive**

Armature: **Poco sensibili**

8.3.3.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb.	comb.	comb.	comb.	
		FREQUENTE	FREQUENTE	FREQUENTE	FREQUENTE	
Materiali						
Rck	=	35	35	35	35	MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa resistenza caratteristica cilindrica

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: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 114 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{cfm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	16	20	16	16	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	1150	1150	1150	1150	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1571	1005	1005	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	20	16	16	16	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1571	1005	1005	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	75.0	450.0	135.0	150.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A_{cls}	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2576.1	2576.1	2010.6	2010.6	mm ²	area armatura
A_{id}	=	1.24E+06	1.24E+06	1.23E+06	1.23E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	596.2	603.8	600.0	600.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	1.56E+11	1.56E+11	1.53E+11	1.53E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	354.5	354.5	352.8	352.8	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	388.1	393.0	392.5	392.5	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y_n	=	157.66	200.51	162.46	162.46	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	1.64E+10	2.43E+10	1.63E+10	1.63E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 115 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

S_n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		
Tensioni nei materiali							
σ_c	=	-0.72	-3.72	-1.34	-1.49	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	68.0	264.1	122.5	136.1	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M_{fess}	=	609.1	616.8	602.9	602.9	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	8.12	1.37	4.47	4.02		check1

8.3.3.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{ctm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	16	20	16	16	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	1150	1150	1150	1150	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1571	1005	1005	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	20	16	16	16	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1571	1005	1005	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	45.0	405.0	45.0	110.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità
A_{cls}	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2576.1	2576.1	2010.6	2010.6	mm ²	area armatura
A_{id}	=	1.24E+06	1.24E+06	1.23E+06	1.23E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	596.2	603.8	600.0	600.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	1.56E+11	1.56E+11	1.53E+11	1.53E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	354.5	354.5	352.8	352.8	mm	raggio d'inerzia sezione

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: Busita III	
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX	
	Pagina 116 di 131	
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc	

$Y_{nocc,s}$	=	388.1	393.0	392.5	392.5	mm	quota punto di nocciolo superiore
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	157.66	200.51	162.46	162.46	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	1.64E+10	2.43E+10	1.63E+10	1.63E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.43	-3.35	-0.45	-1.09	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	40.8	237.7	40.8	99.8	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	609.1	616.8	602.9	602.9	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	13.54	1.52	13.40	5.48		check1

8.3.4 Muri Laterali

Condizioni ambientali: **Aggressive**

Armature: **Poco sensibili**

8.3.4.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{ctm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	10		n. tondini inferiori

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: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 117 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

\varnothing_1	=	16	22	18	18	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	1150	1150	1150	1150	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1901	1272	2545	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	10	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	22	16	18	18	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1901	1005	2545	1272	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	55.0	510.0	80.0	660.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	200.0	200.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	400	3300	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A_{cls}	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2906.0	2906.0	3817.0	3817.0	mm ²	area armatura
A_{id}	=	1.24E+06	1.24E+06	1.26E+06	1.26E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	594.1	605.9	591.7	608.3	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	1.57E+11	1.57E+11	1.61E+11	1.61E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	355.5	355.5	358.1	358.1	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	385.5	393.2	380.8	391.6	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y_n	=	154.99	219.05	729.72	286.26	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	1.65E+10	2.86E+10	1.51E+11	3.74E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	284165953.14	12511070.52	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		
Tensioni nei materiali							
σ_c	=	-0.52	-3.90	-0.39	-5.06	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	49.8	248.6	3.4	228.9	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M_{fess}	=	612.7	624.9	668.3	687.2	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	11.14	1.23	8.35	1.04		check1

8.3.4.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

comb. comb. comb. comb.

	QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.		
Materiali						
Rck	=	35	35	35	35	MPa resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{cfm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa resistenza media a trazione per flessione
σ _t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15	coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00	coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria						
B	=	1000	1000	1000	1000	mm base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	mm altezza sezione
Armatura						
n ₁	=	5	5	5	10	n. tondini inferiori
Ø ₁	=	16	22	18	18	mm diametro tondini inferiori
d ₁	=	1150	1150	1150	1150	mm distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1005	1901	1272	2545	mm ² area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	10	5	n. tondini superiori
Ø ₂	=	22	16	18	18	mm diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1901	1005	2545	1272	mm ² area armatura superiore
Sollecitazioni						
M	=	55.0	390.0	165.0	610.0	kNm Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	250.0	250.0	KN Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	660	2440	mm eccentricità
A _{cls}	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm ² area calcestruzzo
A _s	=	2906.0	2906.0	3817.0	3817.0	mm ² area armatura
A _{id}	=	1.24E+06	1.24E+06	1.26E+06	1.26E+06	mm ² area sezione ideale
d _G	=	594.1	605.9	591.7	608.3	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	1.57E+11	1.57E+11	1.61E+11	1.61E+11	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	355.5	355.5	358.1	358.1	mm raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	385.5	393.2	380.8	391.6	mm quota punto di nocciolo superiore
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ² area calcestruzzo teso omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	mm ² area armatura
A _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ² area sezione ideale
d _{G,t}	=	-	-	-	-	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id,t}	=	-	-	-	-	mm raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,i}	=	-	-	-	-	mm quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione						
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata	
Caratteristiche sezione parzializzata						
Y _n	=	154.99	219.05	402.91	300.93	mm distanza asse neutro da lembo compresso

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: Busita III	
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX	
	Pagina 119 di 131	
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc	

J_n	=	1.65E+10	2.86E+10	3.72E+10	3.78E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	80379064.29	17657444.69	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		
Tensioni nei materiali							
σ_c	=	-0.52	-2.98	-1.79	-4.86	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	49.8	190.1	49.7	205.5	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M_{fess}	=	612.7	624.9	678.8	698.0	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	11.14	1.60	4.11	1.14		check1

8.4 SPALLA C_SX (SVINCOLO)

8.4.1 Plinto di fondazione

Condizioni ambientali: **ordinarie**

Armature: **Poco sensibili**

8.4.1.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE		
Materiali							
R _{ck}	=	30	30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	24.90	24.90	24.90	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	32.90	32.90	32.90	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.56	2.56	2.56	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	1.79	1.79	1.79	1.79	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{cfm}	=	2.15	2.15	2.15	2.15	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.13	2.13	2.13	2.13	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1800	1800	1800	1800	mm	altezza sezione
Armatura							
n ₁	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø ₁	=	20	18	18	20	mm	diametro tondini inferiori
d ₁	=	1750	1750	1750	1750	mm	distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1571	1272	1272	1571	mm ²	area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
Ø ₂	=	18	20	20	18	mm	diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1272	1571	1571	1272	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	640.0	250.0	200.0	300.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 120 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A _{cls}	=	1800000	1800000	1800000	1800000	mm ²	area calcestruzzo
A _s	=	2843.1	2843.1	2843.1	2843.1	mm ²	area armatura
A _{id}	=	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	mm ²	area sezione ideale
d _G	=	902.1	897.9	897.9	902.1	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	5.17E+11	5.17E+11	5.17E+11	5.17E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	529.6	529.6	529.6	529.6	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	589.7	587.0	587.0	589.7	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
A _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
d _{G,t}	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id,t}	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,i}	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y _n	=	-336.24	-309.05	223.76	250.94	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J _n	=	9.27E+10	7.41E+10	4.89E+10	5.90E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S _n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³	momento statico sezione parzializzata
f(Y _n)=0	=	-	-	-	-		
Tensioni nei materiali							
σ _c	=	2.32	1.04	-0.92	-1.28	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ _s	=	216.0	104.2	93.6	114.4	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M _{fess}	=	1226.9	1221.3	1221.3	1226.9	kNm	momento limite di apertura fessure
M _{fess} / M	=	1.92	4.89	6.11	4.09		check1

8.4.1.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.		
Materiali							
R _{ck}	=	30	30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	24.90	24.90	24.90	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	32.90	32.90	32.90	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.56	2.56	2.56	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	17.9	17.9	17.9	17.9	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{cfm}	=	2.19	2.19	2.19	2.19	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ _t	=	2.13	2.13	2.13	2.13	MPa	tensione limite apertura fessure

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: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 121 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls tesò

Geometria

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1800	1800	1800	1800	mm	altezza sezione

Armatura

n ₁	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø ₁	=	20	18	18	20	mm	diametro tondini inferiori
d ₁	=	1750	1750	1750	1750	mm	distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1571	1272	1272	1571	mm ²	area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
Ø ₂	=	18	20	20	18	mm	diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1272	1571	1571	1272	mm ²	area armatura superiore

Sollecitazioni

M	=	500.0	170.0	100.0	270.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità
A _{cls}	=	1800000	1800000	1800000	1800000	mm ²	area calcestruzzo
A _s	=	2843.1	2843.1	2843.1	2843.1	mm ²	area armatura
A _{id}	=	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	mm ²	area sezione ideale
d _G	=	902.1	897.9	897.9	902.1	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	5.17E+11	5.17E+11	5.17E+11	5.17E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	529.6	529.6	529.6	529.6	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	589.7	587.0	587.0	589.7	mm	quota punto di nocciolo superiore
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo tesò omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
A _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
d _{G,t}	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id,t}	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,i}	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

Y _n	=	250.94	223.76	223.76	250.94	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J _n	=	5.90E+10	4.89E+10	4.89E+10	5.90E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S _n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³	momento statico sezione parzializzata
f(Y _n)=0	=	-	-	-	-		

Tensioni nei materiali

σ _c	=	-2.13	-0.78	-0.46	-1.15	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ _s	=	190.6	79.6	46.8	102.9	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M _{fess}	=	1226.9	1221.3	1221.3	1226.9	kNm	momento limite di apertura fessure
-------------------	---	--------	--------	--------	--------	-----	------------------------------------

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 122 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

$M_{fess} / M = 2.45 \quad 7.18 \quad 12.21 \quad 4.54$ check1

8.4.2 Muro Frontale

Condizioni ambientali: **Aggressive**

Armature: **Poco sensibili**

8.4.2.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb.	comb.	comb.	comb.		
		FREQUENTE	FREQUENTE	FREQUENTE	FREQUENTE		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{cfm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ _t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	2000	2000	2000	2000	mm	altezza sezione
Armatura							
n ₁	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø ₁	=	16	16	16	16	mm	diametro tondini inferiori
d ₁	=	1950	1950	1950	1950	mm	distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1005	1005	1005	1005	mm ²	area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
Ø ₂	=	16	16	16	16	mm	diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1005	1005	1005	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	50.0	260.0	250.0	240.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	200.0	200.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	1250	1200	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A _{cls}	=	2000000	2000000	2000000	2000000	mm ²	area calcestruzzo
A _s	=	2010.6	2010.6	2010.6	2010.6	mm ²	area armatura
A _{id}	=	2.03E+06	2.03E+06	2.03E+06	2.03E+06	mm ²	area sezione ideale
d _G	=	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	6.94E+11	6.94E+11	6.94E+11	6.94E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	584.6	584.6	584.6	584.6	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	658.2	658.2	658.2	658.2	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 123 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

	parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata
--	---------------	---------------	---------------	---------------

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	217.28	217.28	478.50	498.01	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	4.91E+10	4.91E+10	7.19E+10	7.60E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	98750856.42	108866067.56	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.22	-1.15	-1.66	-1.57	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	26.5	137.6	76.7	68.8	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1639.3	1639.3	1707.7	1707.7	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	32.79	6.31	6.83	7.12		check1

8.4.2.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{ctm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	2000	2000	2000	2000	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	16	16	16	16	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	1950	1950	1950	1950	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1005	1005	1005	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	16	16	16	16	mm	diametro tondini superiori

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: Busita III	
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX	
	Pagina 124 di 131	
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc	

d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1005	1005	1005	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	100.0	230.0	210.0	160.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	260.0	260.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	808	615	mm	eccentricità
A_{cls}	=	2000000	2000000	2000000	2000000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2010.6	2010.6	2010.6	2010.6	mm ²	area armatura
A_{id}	=	2.03E+06	2.03E+06	2.03E+06	2.03E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	6.94E+11	6.94E+11	6.94E+11	6.94E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	584.6	584.6	584.6	584.6	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	658.2	658.2	658.2	658.2	mm	quota punto di nocciolo superiore
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	217.28	217.28	840.83	1242.20	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	4.91E+10	4.91E+10	2.26E+11	6.68E+11	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	348693996.49	778839369.71	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.44	-1.02	-0.78	-0.30	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	52.9	121.7	15.5	2.5	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1639.3	1639.3	1728.2	1728.2	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	16.39	7.13	8.23	10.80		check1

8.4.3 Muro Paragliaia

Condizioni ambientali: **Aggressive**

Armature: **Poco sensibili**

8.4.3.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb.	comb.	comb.	comb.	
		FREQUENTE	FREQUENTE	FREQUENTE	FREQUENTE	
Materiali						
R_{ck}	=	35	35	35	35	MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa resistenza caratteristica cilindrica

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: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 125 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{cfm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls tesò
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	14	20	14	14	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	1150	1150	1150	1150	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	770	1571	770	770	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	20	14	14	14	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1571	770	770	770	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	50.0	400.0	130.0	100.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A_{cls}	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2340.5	2340.5	1539.4	1539.4	mm ²	area armatura
A_{id}	=	1.24E+06	1.24E+06	1.22E+06	1.22E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	594.6	605.4	600.0	600.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	1.55E+11	1.55E+11	1.51E+11	1.51E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	353.8	353.8	351.3	351.3	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	387.9	394.9	394.3	394.3	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo tesò omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y_n	=	138.51	202.76	144.96	144.96	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	1.29E+10	2.42E+10	1.28E+10	1.28E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 126 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

S_n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		
Tensioni nei materiali							
σ_c	=	-0.54	-3.35	-1.47	-1.13	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	58.9	235.0	153.3	117.9	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M_{fess}	=	603.3	614.2	594.5	594.5	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	12.07	1.54	4.57	5.95		check1

8.4.3.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.	comb. QUASI PERM.		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{ctm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	14	20	14	14	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	1150	1150	1150	1150	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	770	1571	770	770	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	20	14	14	14	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1571	770	770	770	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	50.0	280.0	50.0	50.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità
A_{cls}	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2340.5	2340.5	1539.4	1539.4	mm ²	area armatura
A_{id}	=	1.24E+06	1.24E+06	1.22E+06	1.22E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	594.6	605.4	600.0	600.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	1.55E+11	1.55E+11	1.51E+11	1.51E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	353.8	353.8	351.3	351.3	mm	raggio d'inerzia sezione

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 127 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

$Y_{nocc,s}$	=	387.9	394.9	394.3	394.3	mm	quota punto di nocciolo superiore
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	138.51	202.76	144.96	144.96	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	1.29E+10	2.42E+10	1.28E+10	1.28E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.54	-2.35	-0.57	-0.57	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	58.9	164.5	59.0	59.0	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	603.3	614.2	594.5	594.5	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	12.07	2.19	11.89	11.89		check1

8.4.4 Muri Laterali

Condizioni ambientali: **Aggressive**

Armature: **Poco sensibili**

8.4.4.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{cfm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	800	800	800	800	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori

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: Busita III				
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX				
	Pagina 128 di 131				
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc				

\varnothing_1	=	16	22	16	22	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	750	750	750	750	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1901	1005	1901	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	22	16	22	16	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1901	1005	1901	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	50.0	270.0	120.0	310.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	180.0	200.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	667	1550	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A_{cls}	=	800000	800000	800000	800000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	2906.0	2906.0	2906.0	2906.0	mm ²	area armatura
A_{id}	=	8.44E+05	8.44E+05	8.44E+05	8.44E+05	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	394.4	405.6	394.4	405.6	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	4.80E+10	4.80E+10	4.80E+10	4.80E+10	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	238.5	238.5	238.5	238.5	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	254.2	261.4	254.2	261.4	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y_n	=	121.85	171.29	204.17	208.37	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	6.70E+09	1.14E+10	8.01E+09	1.18E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	17006401.06	8655717.34	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		
Tensioni nei materiali							
σ_c	=	-0.91	-4.04	-3.06	-5.49	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	70.3	204.8	122.7	214.2	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M_{fess}	=	279.5	287.4	304.7	316.2	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	5.59	1.06	2.54	1.02		check1

8.4.4.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

comb. comb. comb. comb.

		QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{ctm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ _t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	800	800	800	800	mm	altezza sezione
Armatura							
n ₁	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø ₁	=	16	22	16	22	mm	diametro tondini inferiori
d ₁	=	750	750	750	750	mm	distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1005	1901	1005	1901	mm ²	area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
Ø ₂	=	22	16	22	16	mm	diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1901	1005	1901	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	50.0	220.0	100.0	280.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	250.0	250.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	400	1120	mm	eccentricità
A _{cls}	=	800000	800000	800000	800000	mm ²	area calcestruzzo
A _s	=	2906.0	2906.0	2906.0	2906.0	mm ²	area armatura
A _{id}	=	8.44E+05	8.44E+05	8.44E+05	8.44E+05	mm ²	area sezione ideale
d _G	=	394.4	405.6	394.4	405.6	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	4.80E+10	4.80E+10	4.80E+10	4.80E+10	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	238.5	238.5	238.5	238.5	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	254.2	261.4	254.2	261.4	mm	quota punto di nocciolo superiore
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
A _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
d _{G,t}	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id,t}	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,i}	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzata parzializzata parzializzata parzializzata

Caratteristiche sezione parzializzata

<p style="text-align: center;">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</p>	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Spalle carreggiata DX
	Pagina 130 di 131
	Nome file: VI08-B-CL008_B.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Y_n	=	157.66	200.51	303.99	224.36	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	6.93E+09	1.16E+10	1.42E+10	1.21E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	6564538.25	6705898.13	46721966.74	12813220.82	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-1.14	-3.79	-2.14	-5.19	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	64.1	155.8	47.1	182.4	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	279.5	287.4	314.5	323.4	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	5.59	1.31	3.15	1.16		check1